



# Rapport / Report

## Spillvannsledning Solheim – Ask og Hellen – Kjærstadsletta, Gjerdrum kommune

### Grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger og mulige trasevalg

20120772-01-R  
17. desember 2013  
Rev. nr.: 0

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.



## Prosjekt

Prosjekt: Spillvannsledning Solheim – Ask og Hellen – Kjærstadsletta, Gjerdrum kommune

Dokumenttittel: Grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger og mulige trasevalg

Dokumentnr.: 20120772-01-R

Dato: 17. desember 2013

Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
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)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Gjerdrum kommune

Kontaktperson: Bjarte Hunnestad

Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 2. juli 2013

## For NGI

Prosjektleder: Trond Vernang

Utarbeidet av: Trond Vernang, Laura Anne Henderson & Zhongqiang Liu

Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Sammendrag

Gjerdrum kommune planlegger utbygging av spillvannsledning på strekningen Solheim – Ask og Hellen – Kjærstadsfeltet. NGI har vurdert mulige ledningstraséer med hensyn til stabilitet i skråninger langs de aktuelle traséene.

På oppdrag fra Gjerdrum kommune har NGI utført befaringer, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger av skråninger i områdene fra pumpestasjon Hellen til Kjærstadsletta samt mellom Solheim og Ask, i Gjerdrum kommune.

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120772-01-R  
Dato: 2013-12-17  
Rev. nr.: 0  
Side: 4

## Oppdrag

NGI har bistått med:

- Befaringer og grunnundersøkelser
- Tolkning av grunnforhold m/ dimensjonerende parametere
- Stabilitetsvurderinger med henblikk på mulig trase for spillvannsledning

Rapporten inneholder følgende punkter:

- Resultater fra grunnundersøkelser foretatt av NGI.
- Tolkning av grunnforhold m/dimensjonerende parametere
- Stabilitetsvurderinger med henblikk på mulig trase for spillvannsledningen

## Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger

Grunnundersøkelser er utført av NGI for å supplere tidligere utførte grunnundersøkelser i området.

På strekningen pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta er det utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon for lengdeprofilene A-A, B-B', C-C' og O-O' med både drenert og udrenert analyse.

På strekningen Solheim – Ask er det utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon for lengdeprofilene I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N' med både drenert og udrenert analyse.

I tillegg er det utført beregningsmessig analyser for mulige stabiliserende tiltak for lengdeprofilene B-B', C-C', J-J' og K-K', med både drenert og udrenert analyse. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling.

## Vurderinger

I hovedsak går de planlagte ledningstraséene gjennom områder uten påvist kvikkleire og det vil dermed være lokalstabiliteten for tilstøtende skråninger samt eventuelle grøfter som må utredes i en eventuell detaljplan.

Bratte skråninger i Kankedalen (særlig langs Ljøreggen) anses som mest utfordrende mht. lokalstabiliteten for traséen mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta.

Også de bratte skråningene tilgrensende Olstadhaugen anses utfordrende mht. lokalstabiliteten. Tilstedeværelsen av kvikkleire på sørsiden langs Gjerivegen samt mot Solheimfeltet kan by på utfordringer i videre detaljvurderinger av den endelige traséen.



# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20120772-01-R

Dato: 2013-12-17

Rev. nr.: 0

Side: 5

I områder der det er påtruffet kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper må det utvises ekstra varsomhet. Valg av utførelsesmetode må vurderes spesielt i hvert tilfelle. Metodene må anpasses slik at massene ikke går til brudd.

For at styrt boring skal kunne vurderes som et alternativ på lik linje med tradisjonell grøfting, er det viktig at prosjektgrunnlaget utformes deretter. Prosjektet, inkludert grunnforhold, må defineres så godt som mulig i en detaljvurdering av aktuell trasé.

## **Stabiliserende tiltak**

Stabiliserende geotekniske tiltak er nødvendige i enkelte skråninger for å anlegge spillvannsledning dersom prosjektene skal oppfylle kriteriene i NVEs veileder. Før ledningstraséenes endelige plassering bestemmes og eventuelle stabiliserende tiltak utføres, må de detaljprosjekteres. I tillegg må HMS-forhold for anleggsarbeidene vurderes nøye.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Oppdrag</b>	<b>10</b>
2.1	Befaringer	11
<b>3</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>11</b>
3.1	Solheim – Ask	11
3.2	Kjærstadsletta - Hellen	11
<b>4</b>	<b>Krav til sikkerhet</b>	<b>11</b>
4.1	Lovverket	11
4.2	Vedrørende faregrad for naturlig utløste kvikkleireskred	12
<b>5</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>13</b>
5.1	Generelle løsmasseavsetninger, kvartærgeologi	13
5.2	Tidligere utførte grunnundersøkelser	14
<b>6</b>	<b>Grunnundersøkelser utført i 2013</b>	<b>18</b>
6.1	Beskrivelse av borpunkter, strekning pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta	19
6.2	Beskrivelse av borpunkter, strekning Solheim – Ask	20
6.3	Utvalg av Norconsults grunnundersøkelser mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta	25
<b>7</b>	<b>Beregningsforutsetninger og materialparametere</b>	<b>25</b>
7.1	Laggrenser	25
7.2	Udrenerte styrkeparametere	25
7.3	Drenerte styrkeparametere	27
7.4	Poretrykk	27
7.5	Skjærstyrkeprofiler mellom borpunkter	27
<b>8</b>	<b>Stabilitetsberegninger</b>	<b>28</b>
8.1	Generelt	28
8.2	Prinsipper for stabilitetsforbedrende tiltak	28
8.3	Stabilitetsberegninger strekning pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta	29
8.4	Stabilitetsberegninger strekning Solheim – Ask	30
8.5	Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng. Udrenert analyse.	30
8.6	Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng. Drenert analyse.	34
8.7	Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.	37
8.8	Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.	39
8.9	Oppsummering av stabilitetsberegninger	40
<b>9</b>	<b>Stabiliserende tiltak</b>	<b>41</b>
9.1	Prinsipper	41
9.2	Detaljprosjektering og HMS-tiltak	42

<b>10</b>	<b>Aktuelle metoder</b>	<b>42</b>
10.1	Utførelse åpne grøfter	42
10.2	Retningsstyrt boring	43
<b>11</b>	<b>Vurdering av planlagt beliggenhet av traséer</b>	<b>49</b>
11.1	Pumpestasjon Hellen - Kjærstadsletta	49
11.2	Solheim - Ask	50
<b>12</b>	<b>Referanser</b>	<b>51</b>

## Standardbilag

- Bilag 1 Grunnundersøkelser - Tegnforklaring plan- og profiltegninger
- Bilag 2 Grunnundersøkelser - Feltundersøkelser - Boremetoder
- Bilag 3 Grunnundersøkelser - Laboratoriemetoder
- Bilag 4 Grunnundersøkelser - Jordartsklassifisering

## Tegninger

- 010 Borplan Hellen – Kjærstadsletta m/lengdeprofiler A-A', B-B', C-C', O-O'.
- 011 Borplan Solheim – Ask m/lengdeprofiler I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'.
  
- 010 Borplan m/lengdeprofiler A-A', B-B', C-C', O-O'.
- 011 Borplan m/lengdeprofiler I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'.

### *Stabilitetsberegninger. Dagens terreng. Udrenert analyse.*

- 101 Stabilitetsberegninger. Profil A-A'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 102 Stabilitetsberegninger. Profil B-B'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 103 Stabilitetsberegninger. Profil C-C'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 104 Stabilitetsberegninger. Profil I-I'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 105 Stabilitetsberegninger. Profil J-J'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 106 Stabilitetsberegninger. Profil K-K'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 107 Stabilitetsberegninger. Profil L-L'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 108 Stabilitetsberegninger. Profil M-M'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 109 Stabilitetsberegninger. Profil N-N'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 110 Stabilitetsberegninger. Profil O-O'. Dagens terreng. Udrenert analyse.

### *Stabilitetsberegninger. Dagens terreng. Drenert analyse.*

- 111 Stabilitetsberegninger. Profil A-A'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 112 Stabilitetsberegninger. Profil B-B'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 113 Stabilitetsberegninger. Profil C-C'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 114 Stabilitetsberegninger. Profil I-I'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 115 Stabilitetsberegninger. Profil J-J'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 116 Stabilitetsberegninger. Profil K-K'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 117 Stabilitetsberegninger. Profil L-L'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 118 Stabilitetsberegninger. Profil M-M'. Dagens terreng. Drenert analyse.

- 119 Stabilitetsberegninger. Profil N-N'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 120 Stabilitetsberegninger. Profil O-O'. Dagens terreng. Drenert analyse.

*Stabilitetsberegninger. Profil m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.*

- 121 Stabilitetsberegninger. Profil B-B', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 122 Stabilitetsberegninger. Profil C-C', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 123 Stabilitetsberegninger. Profil J-J', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 124 Stabilitetsberegninger. Profil K-K', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.

*Stabilitetsberegninger. Profil, m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.*

- 125 Stabilitetsberegninger. Profil B-B', m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.
- 126 Stabilitetsberegninger. Profil C-C', m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.

## **Vedlegg**

- A Dreietrykkssonderinger
- B CPTU-sonderinger
- C Aktiv skjærstyrke tolket basert på CPTU-sonderinger
- D Borprofiler fra prøveseriene; 3, 4 og 10
- E Triaksialforsøk fra borpunkt 10
- F Ødometerforsøk fra borpunkt 10
- G Kalibrerings skjema for CPTU-sonde
- H Totalsonderinger fra Norconsult AB
- I CPTU-sonderinger fra Norconsult AB

## **Kontroll- og referanseside**

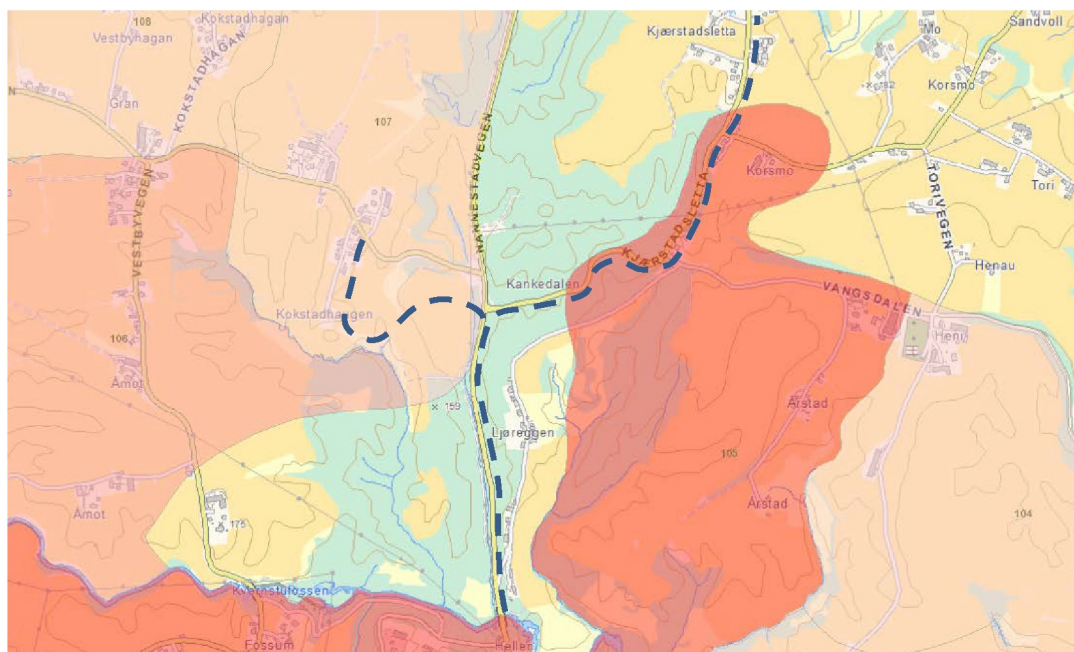
## 1 Innledning

Gjerdrum kommune planlegger utbygging av spillvannsledning på strekningen pumpestasjon Hellen – Kjørstadfeltet (se Figur 1) og Solheim – Ask (se Figur 2). I den sammenheng etterspør kommunen geoteknisk kompetanse for å vurdere ledningstrase med hensyn til stabilitet i skråninger langs de aktuelle traséene.

På oppdrag fra Gjerdrum kommune v/Bjarte Hunnestad har NGI utført befaringer, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger av skråninger i områdene fra pumpestasjon Hellen til Kjørstadsetta samt mellom Solheim og Ask, i Gjerdrum kommune.

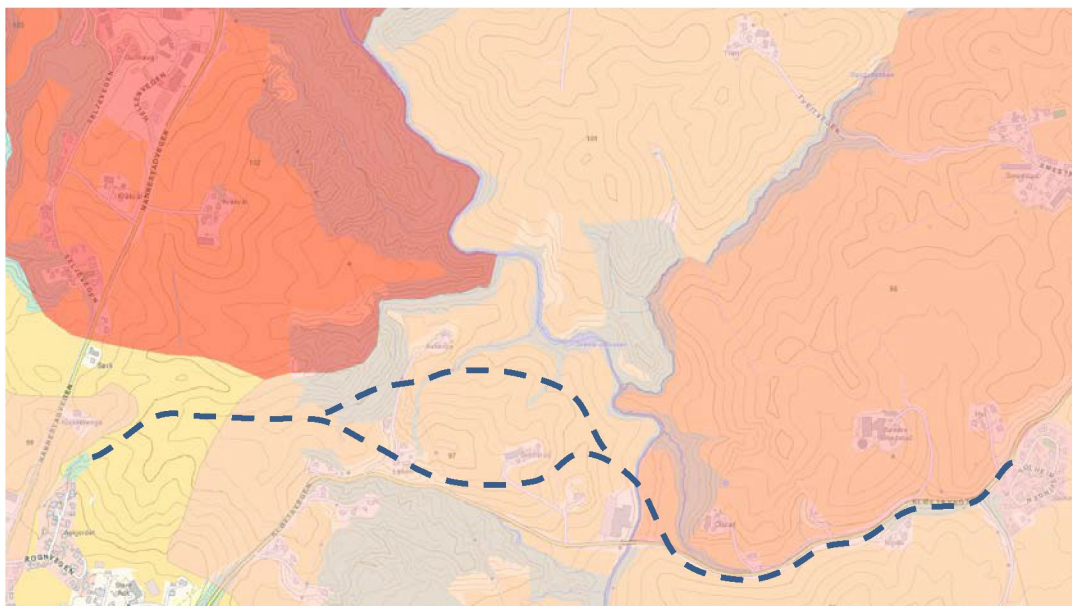
Underveis i dette prosjektet har Gjerdrum kommune også antydnet at fremtidig hovedvannledning mellom Ask og Kløfta kan være aktuell å legge i samme trase som spillvannsledningen mellom Solheim og Ask. Denne vil etableres med trykkventil i tilfelle ledningsbrudd.

Traseen der spillvannsledningen mellom pumpestasjon Hellen og Kjørstadsetta er planlagt anlagt, er innenfor de kartlagte kvikkleiresonene; 105 – Iverstun og 107 – Kogstad, se ref. /1/ og /2/. Av disse sonene er Kogstad i faregradklasse "Lav", mens Iverstun er i faregradklasse "Høy", se ref. /3/.



Figur 1: Oversiktskart over planlagt trase for spillvannsledning mellom pumpestasjon Hellen og Kjørstadsetta. Kartet viser også utsnitt av kartlagte kvikkleireområder i Gjerdrum kommune.

Traseen der spillvannsledningen mellom Solheim og Ask er planlagt anlagt, er innenfor de kartlagte kvikkleiresonene; 91 – Vestheim, 95 – Nordli, 96 – Løken og 97 – Skei, se ref. /1/ og /2/. Av disse sonene er Vestheim, Nordli og Skei i faregradklasse "Lav", mens Løken er i faregradklasse "Middels", se ref. /3/.



Figur 2: Oversiktskart over planlagt trase for spillvannsledning mellom Solheim og Ask. Kartet viser også utsnitt av kartlagte kvikkleireområder i Gjerdrum kommune.

## 2 Oppdrag

NGI har bistått med:

- Befaringer
- Innhenting av data fra tidligere grunnundersøkelser
- Utarbeidelse av borplaner samt utført supplerende grunnundersøkelser
- Tolkning av grunnforhold m/ dimensjonerende geotekniske parametere
- Vurdering av Norconsult ABs rapport for Kjærstadsfeltet
- Stabilitetsvurderinger for fire utvalgte skråninger langs planlagt spillvannstrase; pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta
- Stabilitetsvurderinger for seks utvalgte skråninger langs planlagt spillvannstrase; Solheim – Ask

Rapporten inneholder følgende punkter:

- Innhentede data fra tidligere grunnundersøkelser
- Resultater fra grunnundersøkelser foretatt av NGI.
- Tolkning av grunnforhold m/ dimensjonerende parametere
- Vurdering av Norconsult ABs rapport for Kjærstadsfeltet
- Stabilitetsvurderinger for fire utvalgte skråninger langs planlagt spillvannstrase; pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta
- Stabilitetsvurderinger for seks utvalgte skråninger langs planlagt spillvannstrase; Solheim – Ask

## **2.1 Befaringer**

I forbindelse med dette oppdraget har NGI v/Trond Vernang vært på en rekke befaringer i området, dels for å gjøre seg kjent med området og dels for å følge opp grunnundersøkelsene.

## **3 Bakgrunn**

### **3.1 Solheim – Ask**

Fra tidligere har NGI vært involvert i oppfølging av skredet på Svensrud som skjedde 20. mai 2012, ref. /4/. Skredet på Svensrud løsnet i en skjæring som ble etablert for å gi plass til nytt lagerbygg og vei langs foten av skjæringen.

På oppdrag fra Gjerdrum kommune har NGI utført befaringer, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger som ledd i en vurdering av områdestabilitet av industriområdet på Svensrud, Gjerdrum kommune, ref. /5/. Flere av grunnundersøkelsene benyttet i det nevnte prosjektet er gjengitt i foreliggende rapport.

### **3.2 Kjørstadsletta - Hellen**

I forbindelse med at Gjerdrum kommune planlegger å legge en avløpsledning fra Kjørstadsfeltet til pumpestasjon Hellen har Norconsult AB utarbeidet en rapport vedrørende grunnundersøkelser langs foreslått trasé, ref. /6/. NGI har utført en tredjepartskontroll av denne rapporten, ref. /7/. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapportene.

## **4 Krav til sikkerhet**

### **4.1 Lowerket**

For byggeprosjekter innenfor kartlagte kvikkleiresoner, og dessuten i områder hvor det potensielt er kvikkleire, er vurdering av områdestabiliteten et krav. Vurderingene skal ifølge veiledning til Byggeteknisk forskrift (TEK 10), utføres i henhold til NVEs kvikkleireveileder, "Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar", ref. /8/.

Hensikten med slike vurderinger av områdestabiliteten er å unngå store kvikkleireskred, som i verste fall kan omfatte en hel kvikkleiresone, dersom et initialskred skjer innenfor sonen. Med områdestabilitet menes; stabilitet knyttet til sikkerhet i forhold til omfattende områdeskred i kvikkleire (kvikkleireskred) og leirer med sprøbruddoppførsel.

Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer er gitt i NVEs veileder, og for dette prosjektet gjelder K2 ettersom det i området skal anlegges grøfter samt foretas mindre oppfyllinger i tilknytning til VAR-anlegg.

*I NVEs veileder er det beskrevet; "K2 gjelder for tiltak av lite/begrenset omfang, men som påvirker stabilitetsforholdene negativt. Tiltaket skal ikke medføre tilflytting av mennesker til området. K2 omfatter påbygg, garasjer, andre mindre konstruksjoner, private og kommunale veier, samt grave- og fyllingsarbeider. I tvilstilfelle bør tiltaket plasseres i K3."*

I det videre planleggingsarbeidet forutsettes det at NVEs kvikkleireveileder hensyntas. Ut fra terrengforholdene antas at det blir noe terrenginngrep ved særlig grøfting som kan ha negativ innvirkning på stabiliteten, og tiltaket havner dermed i tiltaksklasse K2.

For profiler hvor beregnet sikkerhet er dårligere enn angitt i NVEs retningslinjer, ref. /8/, er det foretatt beregninger for stabiliserende tiltak. Stabilitetsforbedrende tiltak er i utgangspunktet påkrevet dersom beregnet materialfaktor for dagens situasjon er mindre enn 1,4 (for drenert og/eller udrenert analyse). Dette er diskutert i kapittel 8, under avsnittet "stabilitetsberegninger".

Ved oppfylling/skjæring må dette derfor vurderes iht. veilederen med stabilitetsberegninger. Det vil også sannsynligvis være behov for supplerende grunnundersøkelser og mulig iverksette tiltak for å bedre stabiliteten i området.

Det forutsettes geoteknisk medvirkning i det videre planarbeidet.

#### **4.2 Vedrørende faregrad for naturlig utløste kvikkleireskred**

Terrenget i området er et typisk ravinelandskap i marine havavsetninger. Det har tidligere pågått betydelig bakkeplanering i området, slik at naturlige raviner er jevnet ut, noe som vanligvis bidrar til å redusere skredfaren.

Faregrad kan ha stor betydning for hvilket omfang et skred innenfor en sone får hvis et skred, naturlig utløst eller ikke, inntreffer. Eksempelvis er høy faregrad ofte relatert til stor mektighet av kvikkleire, noe som kan medføre større konsekvenser ved eventuelt skred innenfor sonen.

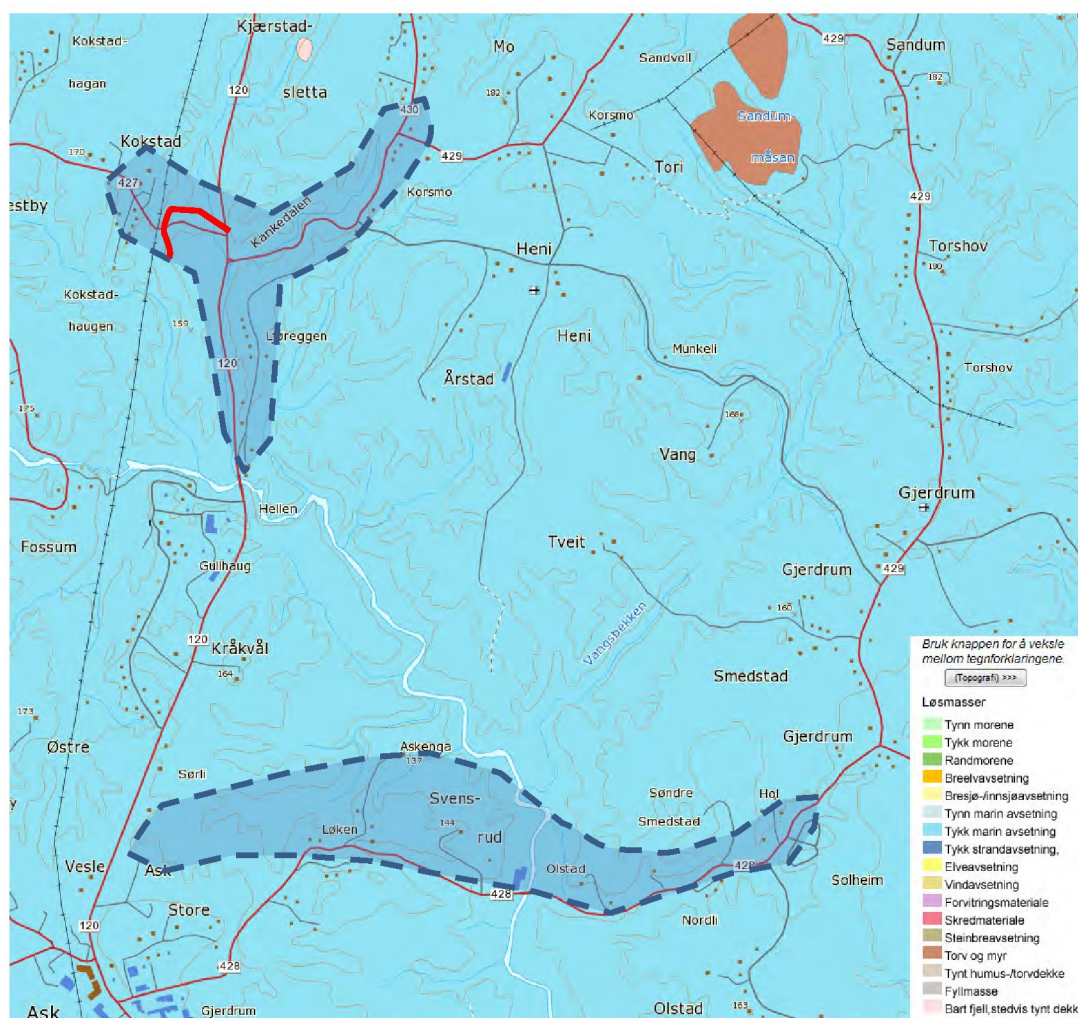


## 5 Grunnforhold

I dette avsnittet gis en kort innføring i de overordnede grunnforholdene i Gjerdrum samt et sammendrag av tidligere utførte grunnundersøkelser i de aktuelle områdene.

### 5.1 Generelle løsmasseavsetninger, kvartærgeologi

Løsmassene i Gjerdrum kommune er dominert av leire avsatt mot slutten av siste istid, se Figur 3. Sjøen sto da opp til ~200 moh. og store mengder leir og siltig materiale ble avsatt foran israndtrinet ved Hauer seter – Gardermoen. Denne leiren kan være mange 10-talls meter tykk og grunnvannstrømning har vasket ut salter av leiren og gjort denne stedvis "kvikk".



Figur 3: NGUs løsmassekart indikerer tykt dekke med marine løsmasseavsetninger (leire) i området ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)). De vurderte områdene (prosjektområde pumpestasjon Hellen – Kjerstadsletta og prosjektområde Solheim – Ask) ligger innenfor de stiplede områdene på figuren. Rød strek i Kankedalen indikerer bakre skredkant fra raset i oktober 1924.

Også i Gjerdrum ligger enkelte steder silt eller Romeriksmjelen på toppen av denne tidligere havbunnen. Mjelen er antatt å stamme fra dambrudd av den isdemte innsjøen Nedre Glomsjø.

Raviner i Gjerdrum er konsentrert omkring elvene Leira og Gjermåa som i hovedsak har gravd seg ned i rene leirmasser i dette området. Nye skred har blitt utløst etterhvert som raviner ble utviklet. Kvartærgeologisk kart viser et utall skredgroper som dels er fjernet ved bakkeplanering i dag. Av de større eldre skredene som er historisk dokumentert er Olstad (1450), Kankedalen (1924) og Sørumstangen (1931).

Menneskelige inngrep som bekkelukkinger og rør under veier gir kunstige erosjonsterskler som hindrer videre senkning av bekkene. Bekkelukking er ofte foretatt sammen med bakkeplanering som etter ferdigstillelse har gitt mer stabile skråninger.

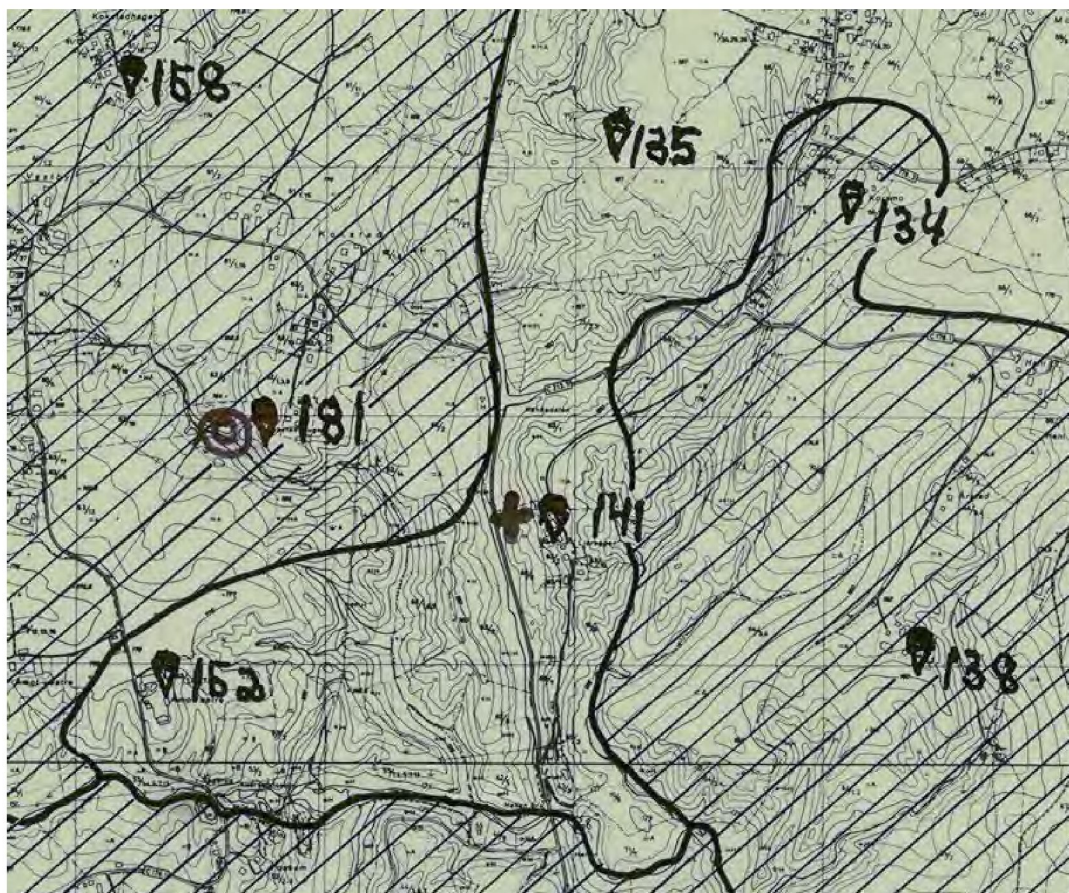
## **5.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser**

### *5.2.1 Regional kartlegging av kvikkleire*

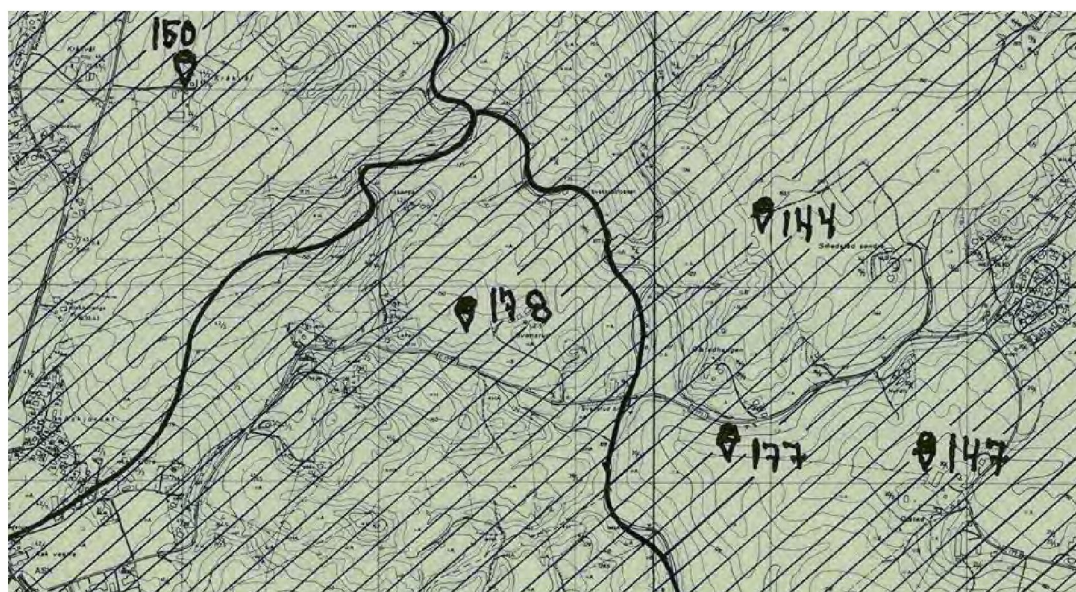
Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området i forbindelse med kartlegging av områder med potensiell fare for leirskred, og ble utført av NGI på oppdrag fra Statens Naturskadefond, ref. /1/ og /2/. Kvikkleirekartleggingen i dette området ble utført på 1980-tallet. Gjerdrum kommune dekkes av kartbladene N50 Nannestad og N50 Ullensaker og totalt ble det innenfor disse kartbladene utført rundt 500 sonderinger. Av disse ble ca. 60 utført innenfor Gjerdrum kommunes grenser.

Beliggenheten av tidligere grunnundersøkelser utført av NGI i forbindelse med kvikkleirekartleggingen av området på 1980-tallet er vist i Figur 4 og Figur 5. Resultatene fra dette prosjektet er ikke tatt med i denne rapporten, men aktuelle data er benyttet til tolkning i foreliggende rapport. For detaljer vises det til ref. /1/ og /2/.





Figur 4: Kankedalen. Utsnitt av kart fra NGI-rapport 810071-2 som indikerer beliggenhet av grunnundersøkelser utført i forbindelse med kvikkleirekartlegging.



Figur 5: Solheim – Ask. Utsnitt av kart fra NGI-rapport 810071-2 som indikerer beliggenhet av grunnundersøkelser utført i forbindelse med kvikkleirekartlegging.

### 5.2.2 *Strekningen Pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta*

I oktober 1924 gikk det et stort kvikkleireskred i Kankedalen og en person omkom i skredmassene, se Figur 3 for beliggenhet.

Statens vegvesen har gjort flere grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger langs Fylkesvei 120 (tidligere Riksvei 120 og Riksvei 75) i Kankedalen og det er gjort en rekke grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger langs veitraséen, se ref. /9/ - /13/. Noen steder er veitraséen lagt om.

Det er i all hovedsak utført boringer langs veitraséen. Undersøkelsene omfatter dreiesonderinger, dreietrykksonderinger, vingeboringer, poretrykksmålinger og prøveserier. Det er påtruffet sensitiv leire i flere punkter. Stedvis er skråningsstabiliteten ved veitraséen lav. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapportene.

NGI var i perioden 2000 – 2002 engasjert av Gjerdrum kommune etter at det i november 2000 var en langvarig nedbørsperiode som medførte utglidning og stabilitetsproblemer langs Ljøreggen, ref. /14/. En ca. 110 meter lang sprekk ble dannet langs toppen av skråningen på vestsiden av bebyggelsen ned mot Fylkesvei 120. Det ble anbefalt å sikre skråningen med spunting, ref. /15/. Da husene på Ljøreggen ble bygget, ble toppen av eggen (åsryggen) gravet bort. Ryggen var skarp og 4-5 m ble fjernet, massene ble delvis kjørt bort og delvis fylt ut i skråningen, ref. /14/. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapportene.

Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik har som tidligere nevnt utført grunnundersøkelser i forbindelse med spillvannsledning mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta, ref. /6/.

### 5.2.3 *Strekningen Solheim – Ask*

Parallelt med den planlagte spillvannsledningen ligger Fylkesvei 428 – Kløftavegen (tidligere Fylkesvei 177). Statens vegvesen har gjort noe grunnundersøkelser som er relevant for foreliggende prosjekt. De aktuelle strekningene Statens vegvesen har kunnet fremskaffe ligger mellom Solheimfeltet og Gjeri, ref. /16/ - /17/, samt mellom Askenga og Bøndenes hus, ref. /18/.

Det er i hovedsak utført boringer i veitraséen eller i skråningene i umiddelbar nærhet til veibanen. Enkelte boringer finnes også i høye skråninger som har helning ned mot veibanen. Undersøkelsene omfatter dreiesonderinger, dreietrykksonderinger, vingeboringer, poretrykksmålinger og prøveserier. Det er påtruffet sensitiv leire i flere punkter. Stedvis er skråningsstabiliteten ved veitraséen lav og veitraséen nedenfor Olstadhaugen har tidligere hatt setningsskade over en lengre strekning, ref. /19/. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapportene.

I forbindelse med utglidninger på Olstadhaugen i begynnelsen av 1960-årene utførte NGI på oppdrag fra Statens Naturskadefond grunnundersøkelser for å finne ut



hvordan man best burde sikre mot ytterligere utglidning, ref. /20/ og /21/. Det er utført boringer på toppen av skråningen i nivå med bebyggelsen, nedover skråningen i retning Svensrud og det er utført grunnundersøkelser i foten av skråningen. Undersøkelsene omfatter dreiesonderinger, vingeboringer, poretrykkmålinger og noen prøveserier. Det ble ikke påtruffet sensitiv leire i disse grunnundersøkelsene.

Konklusjonene fra disse rapportene var at det var langsomme glidninger langs skråningsoverflaten. Grunnundersøkelsene tyder på at glidningene ikke går dypere enn 3 – 4 m. Sannsynligheten for hurtig dyperegående utrasing ble vurdert som liten. Forslag til utbedringsarbeider i skråningen mot vest ble foreslått, men det er ikke kjent om disse er foretatt. Forslagene innebar blant annet å drenere foten av skråningen i kombinasjon med avgraving på toppen. Et annet forslag var å fylle opp bekkedalen. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapporter.

I forbindelse med byggevirkosomhet ved industrieiendommen på Svensrud ble det i 1984, 2007 og 2010 utført grunnundersøkelser samt foretatt geotekniske vurderinger. Deler av disse rapportene har NGI hatt tilgang til, ref. /22/ - /25/. I første rekke er det utført boringer på nivå med lagerbygningene. Undersøkelsene omfatter dreietrykksonderinger, totalsonderinger og noen prøveserier. For detaljer vises det til de aktuelle geotekniske rapporter.

Etter skredet på Svensrud 20. mai 2012, utførte NGI grunnundersøkelser for å supplere tidligere utførte grunnundersøkelser, ref. /4/. I første rekke ble det utført boringer i nærområdet til industriområdet, på vestsiden av Gjermåa. Undersøkelsene omfattet dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger og prøveserier. I tillegg ble det gjort omfattende stabilitetsanalyser av skredgropen og arealet mot Svensrud gård.

Gjerdrum kommune har etter skredet som inntraff på Svensrud ønsket å vurdere stabiliteten av omkringliggende skråninger rundt Svensrud slik at området også i fremtiden kan nyttiggjøres til industriformål. NGI har utført befaringer, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger som ledd i en vurdering av områdestabiliteten, ref. /5/.

Ved eiendom gnr. 42, bnr. 99 utførte NGI grunnundersøkelser i 2006, i aktuelt område for den planlagte traséen for spillvannsledningen, i forbindelse med en utglidning i en skråning, ref. /26/. Det ble ikke påvist kvikkleire i disse grunnundersøkelsene.

NGI gjorde på oppdrag fra Statens vegvesen vurdering av alternative traséer av ny Riksvei 120 utenom Ask sentrum i 1991. To hovedtraséer ble vurdert, henholdsvis på vestsiden og på østsiden av Ask, ref. /27/. Det ble ikke påtruffet kvikkleire i det som i dag er område for planlagt trasé for spillvannsledning.

## 6 Grunnundersøkelser utført i 2013

I dette avsnittet gis et sammendrag av grunnundersøkelser utført av NGI for dette prosjektet. Beliggenhet av grunnundersøkelsene er vist på borplan, Tegning 010 og Tegning 011. NGI har fulgt opp grunnboringene i feltperioden, og anbefalt posisjon av CPTU-sonderinger og dybder for prøvetaking ut fra dreietrykkssonderingene.

Jordprøver er analysert ved NGIs laboratorium i Oslo. Laboratorieprogrammet er bestemt av NGI ut fra en vurdering av oversendte felldata fra sonderingene.

I Tabell 1 er det gitt en oversikt over grunnundersøkelser utført som grunnlag for stabilitetsanalyser, inkludert koordinater for borpunktene. Det er angitt boret dybde for dreietrykk- og CPTU-sonderinger samt dybde for opptatte prøver. I tillegg er utførte laboratorieundersøkelser angitt. Store deler av feltundersøkelsene fra dette prosjektet er også benyttet i prosjekt med områdestabilitet for Svensrud industriområde m/omland, ref. /5/.

Tabell 1. Oversikt over grunnundersøkelser utført i dette prosjektet.

Bor-punkt	DT 1)	CPTU 2)	PR 3)	Rutine-lab .Ip 4)	Triaks-forsøk 5)	Ødo-forsøk 6)	X	Y	Kote
1	-	22,46	-	-	-	-	6663450,35	613470,63	127,64
2	32,78	33,49	-	-	-	-	6664023,18	613756,93	175,40
3	30,80	26,8	14-15	X	-	-	6661840,93	614754,66	106,66
			18-19	X					
4	11,50	-	5-6	X	-	-	6661936,75	614790,09	114,31
5	13,00	-	-	-	-	-	6661826,51	614796,65	115,56
6	10,40	-	-	-	-	-	6661710,63	614796,37	116,25
7	13,45	24,44	-	-	-	-	6661756,52	614910,67	130,50
8	15,55	-	-	-	-	-	6661692,43	614928,01	117,44
9	13,12	11,56	-	-	-	-	6661728,43	614932,67	130,19
10	39,67	31,58	8-9	X	20,27m CAUA	20,20 Ødom	6661847,04	614948,54	133,52
			13,5-14,5	X					
			18-19	X					
			20-21	X					
			22-23	X					
			24-25	X					
25-26	X								
11	21,50	-	-	-	-	-	6661651,43	614872,65	117,86
12	34,75	-	-	-	-	-	6661614,38	615055,99	121,63
13	33,25	-	-	-	-	-	6661712,84	615220,95	124,56
14	37,57	-	-	-	-	-	6661775,63	615401,37	129,05
15	37,60	25,52	-	-	-	-	6661925,41	615595,98	139,26
16	26,30	20,52	-	-	-	-	6661857,86	614146,85	152,91
17	27,27	-	-	-	-	-	6661795,52	613869,94	150,19
18	9,85	-	-	-	-	-	6661772,73	613283,69	160,06
25	15,10	-	-	-	-	-	6662075,93	614397,38	132,94

- 1) DT = dreietrykkssondering, kolonne viser boret dybde
- 2) CPTU = trykkssondering med poretrykksmåling, kolonne viser boret dybde
- 3) PR = prøveserie Ø72 mm, kolonne viser dybder for prøver
- 4) Rutineundersøkelser og plastisitetsindeks (Ip) på uforstyrrede prøver
- 5) Dybde og type forsøk, CAUA = aktivt forsøk
- 6) Dybde og type forsøk, Ødometerforsøk (CRSC)

Innmåling av X, Y og Z-koordinat for borpunktene er gjort med Trimble GPS som har inntil 10 cm nøyaktighet.

Borpunktene er tegnet inn på borplan, Tegning 010 og Tegning 011, sammen med lengdeprofiler for stabilitetsberegninger. Dreietrykksonderinger og CPTU-sonderinger er vist som enkeltboringer i Vedlegg A og Vedlegg B.

Tolket styrkeprofil fra utvalgte CPTU-sonderinger er vist i Vedlegg C. Borprofiler fra prøveseriene er vist i vedlegg D. Resultater fra Treaksial- og ødometerforsøk er vist i Vedlegg E og Vedlegg F. Kalibrerings skjema for CPTU-sonden er vist i Vedlegg G.

### **6.1 Beskrivelse av borpunkter, strekning pumpe-stasjon Hellen – Kjørstadsletta**

Borpunktene som er utført av NGI i dette området er et supplement til Norconsults grunnundersøkelser beskrevet i rapport fra 2012, ref. /6/, samt tredjepartskontrollert av NGI, ref. /7/. Behovet for supplerende undersøkelser skyldtes usikkerheter om grunnforholdene i enkelte punkter langs det som anses som kritiske profiler på strekningen.

#### *6.1.1 Borpunkt 1*

Boringen er utført i Kankedalen på østsiden av Fylkesvei 120, på flaten nedenfor Ljøreggen, 127,64 moh. Det er utført en CPTU-sondering. Det er planlagt en pumpe-stasjon i området. Norconsult har i forbindelse med tidligere nevnte rapport utført en totalsondering på stedet, Vedlegg H. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

CPTU-sonderingen indikerer grove masser, trolig fyllmasser, i de øverste fire meterne. Poretrykksresponsen er lav ned til fem meter. Fra fem meter under terreng indikeres homogen leire ned til avsluttet sondering ved 22,5 m.

#### *6.1.2 Borpunkt 2*

Boringen er utført i den nordøstlige delen av Ljøreggen, 175,40 moh. Det er utført en dreietrykksondering og en CPTU-sondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksonderingen viser økende boremotstand fra terreng og indikerer homogen leire i hele borprofilet. Dette støttes også av CPTU-sonderingen som er gjort samme sted. Poretrykksresponsen er lav ned til syv meter, men øker mot 16 meter. Fra 16 til 25 meter under terreng synker poretrykksresponsen på CPTU-sonderingen. Dette skyldes trolig kort avstand til den tidligere utførte dreietrykksonderingen, eventuelt at den krysser den tidligere utførte dreietrykksonderingen i intervallet 16-25 m. Videre indikeres homogen leire ned til avsluttede sonderinger ved 32,5 og 33,5 m.

## **6.2 Beskrivelse av borpunkter, strekning Solheim – Ask**

Borpunktene i det følgende er utført av NGI, og flere av disse er også benyttet i prosjekt med områdestabilitet for Svensrud industriområde m/omland, ref. /5/.

### *6.2.1 Borpunkt 3*

Boringen er utført ned mot Gjermåa like øst for Svensrud industriområde, 106,66 moh., der hvor det er planlagt en pumpestasjon i forbindelse med planlagt spillvannstrase for spillvannsledning. Det er utført en dreietrykksondering og CPTU-sondering, samt tatt en Ø72 mm prøveserie. Prøver er tatt på 14-15 m og 18-19 m. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet, men prøvene på 18-19 m dybde viser leire med sprøbruddoppførsel.

Dreietrykksondering 3 viser økende boremotstand fra terreng. Noe avtakende motstand ved ca. 10 m dybde skyldes trolig et mer siltig/sandig lag, hvilket indikeres på CPTU-sonderingen. Videre ned til ca. 16 m dybde øker boremotstanden, før den minker fra 16 m under terreng til ca. 19 m. Motstanden øker igjen fra 19 m, og ved ca. 31 m var det ikke mulig å komme videre ned med sonderingen. Prøvene fra 14-15 m og 18-19 m består av middels fast, lite sensitiv leire, se borprofil Vedlegg D1.

### *6.2.2 Borpunkt 4*

Boringen er utført ned mot Gjermåa like øst for Svensrud industriområde, 114,31 moh. Det er utført en dreietrykksondering samt tatt en Ø72 mm prøveserie. Prøver er tatt fra 5-6 m. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksondering 4 viser økende boremotstand fra terreng. Noe avtakende motstand ved ca. 5,5 m dybde skyldes trolig et mer siltig/sandig lag. Videre ned til ca. 11 m dybde øker boremotstanden. Fra ca. 11 m dybde er det stor boremotstand, og det er boret med økt rotasjon. Fra 11,5 m var det ikke mulig å komme videre ned med sonderingen. Prøvene fra 5-6 m består av middels fast, lite sensitiv leire m/sandkorn, se borprofil Vedlegg D2.

### *6.2.3 Borpunkt 5*

Boringen er utført ned mot Gjermåa like øst for Svensrud industriområde, 115,56 moh. Det er utført en dreietrykksondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksondering 5 viser økende boremotstand fra terreng. Fra ca. 13 m dybde var det ikke mulig å komme videre ned med sonderingen.

### *6.2.4 Borpunkt 6*

Boringen er utført ned mot Gjermåa like øst for Svensrud industriområde, 116,25 moh. Det er utført en dreietrykksondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.



Dreietrykkssondering 6 viser økende boremotstand fra terreng. Fra ca. 11,5 m dybde var det ikke mulig å komme videre ned med sonderingen.

#### 6.2.5 Borpunkt 7

Boringen er utført på toppen av Olstadhaugen i vestlig retning, 130,50 moh. Det er utført en dreietrykkssondering og en CPTU-sondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 7 viser økende boremotstand fra terreng. Fra ca. 13 m dybde var det stor boremotstand og boringen ble avsluttet ca. 13,5 m under terreng. CPTU-sonderingen er noe vanskelig å tolke ettersom poretrykksresponsen er lav, og det er stor lagdeling i massene med siltlag. Fra ca. 12 m under terreng oppnås det poretrykksrespons og lagdelingen fortsetter ned mot avsluttet sondering i 24,5 m dybde. Tolket styrkeprofil fra CPTU er vist i Vedlegg C.

#### 6.2.6 Borpunkt 8

Boringen er utført på toppen av Olstadhaugen i sørlig retning, 117,44 moh. Det er utført en dreietrykkssondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 8 viser økende boremotstand fra terreng. Noe avtakende motstand ved ca. 3,5 m – 5,5 m dybde skyldes trolig mer siltige/sandige lag. Fra ca. 5,5 m dybde er det økende boremotstand og boringen ble avsluttet ca. 14,5 m under terreng med stor boremotstand.

#### 6.2.7 Borpunkt 9

Boringen er utført på toppen av Olstadhaugen ved bebyggelsen, 130,13 moh. Det er utført en dreietrykkssondering og en CPTU-sondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 9 viser økende boremotstand fra terreng. Fra ca. 13 m dybde var det stor boremotstand og boringen ble avsluttet ca. 13,5 m under terreng. CPTU-sonderingen er noe vanskelig å tolke ettersom poretrykksresponsen er lav, og det er stor lagdeling i massene med siltlag. CPTU-sonderingen er avsluttet i 24,5 m dybde.

#### 6.2.8 Borpunkt 10

Boringen er utført nord for Olstadhaugen nord for bebyggelsen, 133,52 moh., ved dammen. Det er utført en dreietrykkssondering og en CPTU-sondering, samt tatt opp syv stk. Ø72 mm prøveserier. Det er påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 10 viser økende boremotstand fra terreng ned til 15 m under terreng. Det er avtagende motstand fra 15 til 27 m. Fra 27 m er det økende boremotstand ned til avsluttet sondering ved ca. 39,5 m. CPTU-sonderingen indikerer tørrskorpe ned til ca. 3,5 m. Videre indikeres homogen leire ned til avsluttet

sondering ved 31,5 m, kun avbrutt av to tynne siltlag ved 17 m og 30 m dybde. Tolket styrkeprofil fra CPTU er vist i Vedlegg C.

Prøveseriene er tatt opp i intervallene; 8 – 9 m, 13,5 – 14,5 m, 18 – 19 m, 20 – 21 m, 22 – 23 m, 24 – 25 m og 25 – 26 m. Prøver fra 8 – 9 m viser middels fast til fast leire. Prøver fra 13,5 – 14,5 m, 18 – 19 m, 20 – 21 m, 22 – 23 m og 24 – 25 m viser kvikkleire med sensitivitet opp mot 300, se borprofil Vedlegg D3. Det er utført triaksialforsøk og ødometerforsøk i borpunkt 10 på henholdsvis 20,27 og 20,20 m dybde, se Vedlegg E og Vedlegg F.

#### *6.2.9 Borpunkt 11*

Boringen er utført like sør for Kløftavegen og ca. 200 m øst for Gjermåa, 117,86 moh. Det er utført en dreietrykkssondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 11 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 5 meter. Noe avtakende motstand ved ca. 5 - 7 m dybde skyldes trolig et mer siltig/sandig lag. Videre ned til ca. 14 m dybde øker boremotstanden. Fra ca. 14 m dybde er det stor boremotstand, og det er boret med økt rotasjon. Boringen er avsluttet 20, 5 meter under terreng.

#### *6.2.10 Borpunkt 12*

Boringen er utført på sørsiden av Kløftavegen der det er avkjøring opp mot Olstadhaugen. Boringen er plassert på jordet ovenfor skråningen ned mot Fylkesveien, 121,63 moh. Det er utført en dreietrykkssondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 12 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 5 meter. Noe avtakende motstand ved ca. 5 – 6,5 m dybde skyldes trolig et mer siltig lag. Videre ned til ca. 31 m dybde øker boremotstanden og det indikeres homogen leire. Fra ca. 31 m dybde er det trolig grovere masser. Boringen er avsluttet ca. 35 meter under terreng.

#### *6.2.11 Borpunkt 13*

Boringen er utført på sørsiden av Kløftavegen. Boringen er plassert på jordet ovenfor skråningen ned mot Fylkesveien, 124,56 moh. Det er utført en dreietrykkssondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 13 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 4 meter. Videre ned til ca. 27 m dybde øker boremotstanden og det indikeres homogen leire. Noe avtakende motstand mellom 6,5 og 7,5 m samt mellom 14 og 15 m dybde skyldes trolig forstyrrelser fra overliggende terreng. Fra ca. 27 m dybde er det trolig grovere masser. Boringen er avsluttet ca. 33 meter under terreng.

### 6.2.12 Borpunkt 14

Boringen er utført på sørsiden av Kløftavegen nedenfor bebyggelsen på Nordli. Boringen er plassert ovenfor skråningen ned mot Fylkesveien, 129,05 moh. Det er utført en dreietrykkssondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 14 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 5 meter. Fra 5 meter er motstanden noe utflatende ned til 9 m under terreng. Videre nedover øker boremotstanden og det indikeres homogen leire i hele borprofilet. Boringen er avsluttet ca. 37,5 meter under terreng.

### 6.2.13 Borpunkt 15

Boringen er utført på nordsiden av Kløftavegen i krysset mot Sørumsvegen. Boringen er plassert ovenfor skråningen ned mot Fylkesveien, 139,26 moh. Det er utført en dreietrykkssondering og en CPTU-sondering. Det er trolig kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 15 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 17,5 meter. Fra 17,5 meter er boremotstanden noe utflatende ned til ca. 21,5 m under terreng og det er trolig kvikkleire i denne dybden. Videre nedover øker boremotstanden og det indikeres homogen leire i hele borprofilet. Boringen er avsluttet ca. 37,5 meter under terreng.

CPTU-sondering 15 indikerer tørrskorpe ned til ca. 3 m. Videre indikeres homogen leire ned til avsluttet sondering ved 25,5 m. Tolket styrkeprofil fra CPTU er vist i Vedlegg C.

### 6.2.14 Borpunkt 16

Boringen er utført på østsiden av bebyggelsen på Løken nord for Kløftavegen. Boringen er plassert ovenfor skråningen ned mot Fylkesveien, 152,91 moh. Det er utført en dreietrykkssondering og en CPTU-sondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykkssondering 16 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 3,5 meter. Fra 3,5 meter er boremotstanden noe utflatende ned til ca. 5 m under terreng og dette skyldes trolig mer siltige masser mht. målingene fra CPTU-sonderingen. Videre nedover til ca. 19 m øker boremotstanden og det indikeres homogen leire i dette intervallet.

Fra 19 m er det trolig innslag av grovere masser, som vises både på dreietrykkssonderingen og CPTU-sonderingen. CPTU-sonderingen er avsluttet på ca. 20,5 m og dreietrykkssonderingen er avsluttet ca. 25,5 meter under terreng. Tolket styrkeprofil fra CPTU er vist i Vedlegg C.

#### 6.2.15 Borpunkt 17

Boringen er utført på vestsiden av bebyggelsen i Kløftavegen 36, 150,19 moh. Det er utført en dreietrykksondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksondering 17 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 2 meter. Fra 2 meter er boremotstanden noe utflatende ned til ca. 5 m under terreng og dette skyldes trolig mer siltige masser. Videre nedover til ca. 15,5 m øker boremotstanden.

Fra 15,5 meter er boremotstanden noe utflatende ned til ca. 21 m under terreng og det kan ikke utelukkes at dette er kvikkleire. Det er trolig homogen leire fra like under terreng til ca. 20,5 m dybde. Fra 20,5 m er det trolig innslag av grovere masser. Dreietrykksonderingen er avsluttet ca. 27 meter under terreng.

#### 6.2.16 Borpunkt 18

Boringen er utført på nordsiden av Askjordet. Boringen er plassert der det er planlagt en pumpestasjon, 160,06 moh. Det er utført en dreietrykksondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksondering 18 viser økende boremotstand fra terreng ned til ca. 2,5 meter. Fra 2,5 meter er boremotstanden noe utflatende ned til ca. 4 m under terreng og dette skyldes trolig mer siltige masser. Videre nedover til ca. 8,5 m øker boremotstanden og det indikeres homogen leire i dette intervallet. Fra 8,5 m er det trolig innslag av grovere masser. Dreietrykksonderingen er avsluttet ca. 10 meter under terreng.

#### 6.2.17 Borpunkt 25

Boringen er utført sørvest for Svensrudfossen, 132,94 moh. Det er utført en dreietrykksondering. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet.

Dreietrykksondering 25 viser økende boremotstand fra terreng ned til 11 m under terreng. Det er avtagende motstand fra 11 til 12,5 m. Fra 12,5 m er det økende boremotstand ned til avsluttet sondering mot berg ved ca. 15 m.

### **6.3 Utvalg av Norconsults grunnundersøkelser mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta**

Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik har som tidligere nevnt utført grunnundersøkelser i forbindelse med spillvannsledning mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta.

I Norconsults rapport fra 2012, ref. /6/, er kun den tolkede aktive skjærstyrken fra CPTU-ene vist. I prosjektet er det utført en kombinasjon av totalsonderinger, prøvetaking og trykksonderinger på 11 lokasjoner langs traséen (totalsondering på alle, CPTU på 4 og prøvetaking på 3). Norconsults rapport presenterer ikke målte data, verken fra CPTU eller fra laboratorium.

Gjerdrum kommune har på vegne av NGI etterspurt Norconsult AB om rådata for totalsonderingene og trykksonderingene, ettersom disse tidligere ikke er publisert.

NGI har fått tillatelse av Norconsult AB til å presentere deres sonderinger benyttet i foreliggende rapport, og fem av de 11 totalsonderingene er vist i Vedlegg H. Tre av de fire utførte CPTU-sonderingene er vist i Vedlegg I. For tre av Norconsult ABs CPTU-sonderingene er det også tolket styrkeprofil, og disse er vist i Vedlegg C.

NGI har ikke mottatt koordinatene for boringene, så plasseringen er gjort på skjønn utfra beliggenheten på kart i ref. /6/. Beliggenheten er vist på borplan, Tegning 010. Sonderingene er markert med NOR\_1, NOR\_2 osv.

## **7 Beregningsforutsetninger og materialparametere**

### **7.1 Laggrenser**

Grunnundersøkelsene har vært rettet inn mot å gi grunnlag for å tolke laggrenser og lagmektigheter, derunder skillet mellom sensitiv og ikke-sensitiv leire, samt fordeling av de enkelte materialtyper over de kartlagte områder. Vurderingene er gjort ved en kombinert vurdering av data fra dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger samt resultater fra laboratorieanalyse av opphentedede jordprøver.

En viss usikkerhet gjenstår alltid i tolkningen, og ofte kan prøvetaking vise at antakelser om sensitiv leire basert på dreietrykksondering er noe konservativ. Likevel vil en konservativ vurdering som regel føre til at det må antas sensitiv leire i de tilfeller hvor for eksempel dreietrykksondering ikke gir økende boremotstand i dybden, og hvor det heller ikke er opptatt prøve eller utført CPTU-sondering.

### **7.2 Udrenerte styrkeparametere**

#### **7.2.1 Tolkning av CPTU-sonderinger**

Udrenerte styrkeparametere er tolket ut fra samlet bruk av informasjon fra CPTU-sonderinger, laboratorieresultater og dreietrykksonderinger i henhold til ref. /28/ med

utgangspunkt i antatt lagdeling. I tillegg er topografiske forhold benyttet for vurdering av overkonsolidering i raviner. Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger er vist i Vedlegg C.

### 7.2.2 Anisotropiforhold

Leire er et anisotrop materiale, dvs. skjærstyrken avhenger av retningen på bruddplanet. Ved analyse med "ADP-metoden" må direkte og passiv skjærstyrke relateres til aktiv skjærstyrke ("kompresjon") ved anisotropifaktorer. Forholdet mellom aktiv, direkte og passiv udrenert skjærstyrke er basert på erfaringsdata.

I ikke-sensitiv leire er det benyttet følgende anisotropiforhold:

$$suA/suD = 0,7$$

$$suA/suP = 0,4$$

I sensitiv leire er det benyttet følgende anisotropiforhold:

$$suA/suD = 0,65$$

$$suA/suP = 0,35$$

I tillegg er det i henhold til NVEs retningslinjer, ref. /8/, gjort en reduksjon med 15 % av karakteristisk aktiv skjærfasthet når det karakteristiske aktive styrkeprofil i sprøbruddmateriale er tolket ut fra korrelasjon med CPTU-sonderinger dvs.:

$$SuA_{dim} = 0,85 SuA,$$

der  $SuA_{dim}$  er udrenert aktiv skjærfasthet for sprøbruddmateriale.

Fasthetsprofil i de udrenerte beregningene er lagt inn som karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthet, dvs. uten reduksjon som nevnt over. Anisotropifaktorene er deretter lagt inn i beregningsprogrammet for hvert materiale ut fra beskrivelsen gitt over.

### 7.2.3 Skjærfasthet i overkonsolidert leire

Nede i en ravine er leiren normalt overkonsolidert, som resultat av at tidligere overliggende sedimenter er blitt fjernet gjennom prosesser som skred og erosjon. Masser som tidligere har hatt større overlagering er derfor konsolidert til et høyere spenningsnivå enn dagens. Udrenert skjærstyrke i overkonsoliderte finkornige sedimenter kan beregnes dersom man kjenner forkonsolideringsnivået. Dette kan vurderes basert på en tolkning av CPTU-sonderingene, hvor forkonsolideringsnivået estimeres ut fra sonderingsresultatene.

Ut fra overkonsolideringsnivået beregnes udrenert skjærfasthet ved anvendelse av den såkalte SHANSEP-metoden, ref. /28/. Aktiv skjærfasthet,  $SuA_{ocr}$ , i overkonsolidert leire er således beskrevet ved følgende sammenheng:

$$SuA_{ocr} = 0,3 p_0' \times OCR^{0,65}$$

hvor  $OCR = p_c'/p_0'$

$p_0'$  = effektivt overlagingstrykk in situ (dvs. totalvekt minus poretrykk)

$p_c'$  = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

Normalkonsolidert leire (dvs. for områder uten større tidligere overlaging av masser enn dagens terrengnivå) vil erfaringsmessig ha følgende minimums-skjærfasthet,  $SuA,nc$ :

$$SuA,nc = 0,30 p_0'$$

### 7.3 Drenerte styrkeparametere

Triaksialforsøkene fra borhull 10 bekrefter tolket skjærstyrke fra CPTU 10, se Vedlegg C og Vedlegg E. Følgende drenerte skjærstyrkeparametere er tolket fra disse forsøkene og er benyttet ved drenerte stabilitetsberegninger i leire:

Kohesjon (c): 5 kPa

Friksjonsvinkel ( $\varphi'$ ): 30°

Motfyllinger av stein er modellert med følgende parametere:

Total romvekt ( $\gamma_{tot}$ ) 19,5 kN/m<sup>3</sup>

Friksjonsvinkel ( $\varphi'$ ): 42°

Kohesjon (c): 0 kPa

### 7.4 Poretrykk

Mengden av målte poretrykksdata er begrenset, og det har derfor vært nødvendig å gjøre antakelser for poretrykksfordelingen i hvert enkelt beregningsprofil bl.a. ut fra topografiske forhold.

Mektighet av tørrskorpe i skråningene er brukt som indikasjon på grunnvannsnivået. Det er stort sett antatt hydrostatisk poretrykksforhold under antatt grunnvannsnivå.

### 7.5 Skjærstyrkeprofiler mellom borpunkter

Aktiv udrenert skjærstyrke utenom CPTU-sonderingene/prøvepunktene er beregnet ut fra metode beskrevet i ref. /29/ ("SHANSEP"-modellen), basert på topografiske forhold langs beregningsprofilene. Beregningsmetoden tar utgangspunkt i tidligere overlagingstrykk og nåværende effektivspenningsnivå i bakken for beregning av udrenert skjærstyrke.

## 8 Stabilitetsberegninger

### 8.1 Generelt

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av det geotekniske beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, ref. /30/. Stabilitetsanalyser er utført for udrenert og drenert tilstand.

### 8.2 Prinsipper for stabilitetsforbedrende tiltak

For noen av skråningene er beregnet stabilitet for dagens situasjon dårlig, med beregnede verdier for materialfaktoren nær 1,0.

For profiler hvor beregnet sikkerhet er dårligere enn angitt i NVEs retningslinjer, ref. /8/, er det foretatt beregninger med stabiliserende tiltak. Stabilitetsforbedrende tiltak er i utgangspunktet påkrevet dersom beregnet materialfaktor for dagens situasjon er mindre enn 1,4 (for drenert og/eller udrenert analyse).

Generelt vil tiltak for å oppnå materialfaktor så høy som 1,4, med utgangspunkt i lave beregnede verdier for dagens situasjon, bli meget omfattende. Det er derfor tatt utgangspunkt i alternativt krav til stabilitetsforbedrende tiltak angitt i ref. /8/.

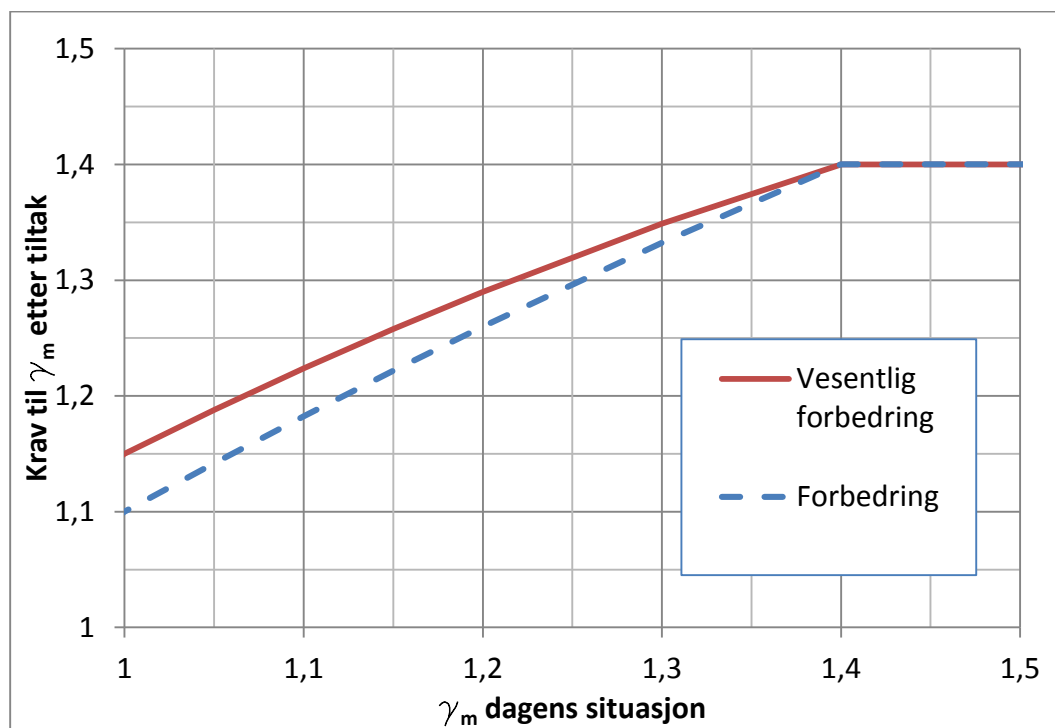
Det kan alternativt til å oppnå en materialfaktor 1,4 aksepteres en viss forbedring av skråningsstabiliteten, bestemt ut fra beregnet verdi på materialfaktor for dagens situasjon. Dette anses å være tilfredsstillende, selv om resulterende skråningssikkerhet fortsatt er mindre enn 1,4 etter tiltak. Bakgrunnen for dette er at en slik forbedring kan anses å være "reell", i motsetning til en beregnet materialfaktor for dagens situasjon, som uansett nominell verdi vil være beheftet med usikkerhet.

NVEs retningslinjer skiller mellom hhv. forbedring og vesentlig forbedring av materialfaktoren.

- Forbedring innebærer at for en skråning som i dag har beregnet materialfaktor lik 1,0 skal tiltak øke beregningsmessig sikkerhet med 10%. For høyere verdi av materialfaktoren mellom 1,0 og 1,4 avtar kravet til stabilitetsforbedring lineært, slik at for beregnet materialfaktor for dagens situasjon lik 1,4 kreves det ingen økning.
- Vesentlig forbedring vurderes tilsvarende, med den forskjell at for beregningsmessig sikkerhet lik 1,0 kreves det 15% forbedring sammenliknet med dagens situasjon.

Krav til materialfaktor etter tiltak med utgangspunkt i beregnet materialfaktor for dagens situasjon er oppsummert i Figur 6. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i tiltak som sikrer forbedring og vesentlig forbedring, ut fra at tiltaket plasseres i tiltakskategori K2 og kvikkleireklassene innenfor planområdet har faregradsklasse "lav, middels eller høy", jfr. ref. /8/.





Figur 6: Krav til materialfaktor etter stabiliserende tiltak ut fra beregnet materialfaktor for dagens situasjon. Krav for hhv. "forbedring" og "vesentlig forbedring" i henhold til ref. /8/ er vist.

### 8.3 Stabilitetsberegninger strekning pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta

Beregninger er utført for udrenert tilstand med dagens situasjon for lengdeprofilene A-A', B-B', C-C' og O-O'. Beregningsprofilene er angitt på borplan, Tegning 010, og er også vist som lengdeprofil på Tegning 101, 102, 103 og 110.

Beregninger er også utført drenert tilstand for dagens situasjon for lengdeprofilene A-A', B-B', C-C' og O-O'. Beregningsprofilene er angitt på borplan, Tegning 010, og er også vist som lengdeprofil på Tegning 111, 112, 113 og 120.

I tillegg er det utført beregninger for udrenert tilstand med analyser for mulige stabiliserende tiltak for lengdeprofilene B-B' og C-C'. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling. Disse er vist som lengdeprofil på Tegning 121 og 122.

Det er også utført beregninger for drenert tilstand med analyser for mulige stabiliserende tiltak for lengdeprofilene B-B' og C-C'. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling. Disse er vist som lengdeprofil på Tegning 125 og 126.

#### **8.4 Stabilitetsberegninger strekning Solheim – Ask**

Beregninger er utført for udrenert tilstand med dagens situasjon for lengdeprofilene I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'. Beregningsprofilene er angitt på borplan, Tegning 011, og er også vist som lengdeprofil på Tegning 104, 105, 106, 107, 108 og 109.

Beregninger er også utført drenert tilstand for dagens situasjon for lengdeprofilene I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'. Beregningsprofilene er angitt på borplan, Tegning 011, og er også vist som lengdeprofil på Tegning 114, 115, 116, 117, 118 og 119.

I tillegg er det utført beregninger for udrenert tilstand med analyser for mulige stabiliserende tiltak for lengdeprofilene J-J' og K-K'. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling. Disse er vist som lengdeprofil på Tegning 123 og 124.

Det er ikke utført beregninger for drenert tilstand med analyser for mulige stabiliserende tiltak for lengdeprofilene, ettersom alle disse profilene har en beregningsmessig sikkerhet for drenert tilstand større enn 1,4, se ref. /8/.

#### **8.5 Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng. Udrenert analyse.**

For strekningen pumpestasjon Hellen - Kjørstadsetta er stabiliteten analysert for 4 lengdeprofiler, (profil A-A', B-B, C-C' og O-O'). Beliggenhet av profilene er vist på Tegning 010. For strekningen Solheim Ask er stabiliteten analysert for 6 lengdeprofiler, (profil I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'). Beliggenhet av profilene er vist på Tegning 011.

Tolket/antatt lagdeling er vist. Lagdelingen er tolket ut fra grunnundersøkelser i dette prosjektet. Stabilitetsresultater fra beregningene er vist på Tegning 101-110.

Bedre kartlegging av poretrykksforholdene sammen med prøvetaking med høy kvalitet og tilhørende laboratorieforsøk er blant forhold som kunne innvirket på beregningsresultatet. Poretrykksforholdene i denne type avsetninger og landskap varierer og det har derfor vært nødvendig å gjøre antakelser om poretrykksforholdene i skråningen.

Profilene blir i det følgende vist i kronologisk rekkefølge, altså fra A – C og I – O. (Profilene D – H ble gjort i forbindelse med prosjektet for områdestabilitet Svensrud, ref. /5/.)

##### **8.5.1 Stabilitetsberegninger, profil A-A', dagens terreng**

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 120, og som har bakkant

på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 120 m lang, se Tegning 101. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,41$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.2 Stabilitetsberegninger, profil B-B', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 120, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 35 m dyp og ca. 200 m lang, se Tegning 102. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,01$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har labil likevekt med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.3 Stabilitetsberegninger, profil C-C', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ned mot Fylkesvei 430, og som har bakkant et stykke inn på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 30 m dyp og ca. 190 m lang, se Tegning 103. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 0,85$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har labil likevekt med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.4 Stabilitetsberegninger, profil I-I', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen god for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 90 m lang, se Tegning 104. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,56$ , dvs. analysen viser

at dagens skråning i praksis har god sikkerhet i henhold til NVEs retningslinjer, med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk i nedre del av skråningen og 90 % av hydrostatisk i øvre del av skråningen, noe som i seg selv ikke er en konservativ antakelse.

#### *8.5.5 Stabilitetsberegninger, profil J-J', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 428, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 180 m lang, se Tegning 105. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,18$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har labil likevekt med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.6 Stabilitetsberegninger, profil K-K', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 428, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 90 m lang, se Tegning 106. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,04$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har labil likevekt med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.7 Stabilitetsberegninger, profil L-L', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 115 m lang og går gjennom kvikkleirelag, se Tegning 107. Beregnet materialfaktor for denne

skjærflaten er  $\gamma_m = 1,97$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.8 Stabilitetsberegninger, profil M-M', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut midt i skråningen, og som har bakkant et stykke inn på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 12 m dyp og ca. 75 m lang, se Tegning 108. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 2,04$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.9 Stabilitetsberegninger, profil N-N', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant et stykke inn på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 18 m dyp og ca. 110 m lang, se Tegning 109. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,60$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### *8.5.10 Stabilitetsberegninger, profil O-O', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 430, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 10 m dyp og ca. 45 m lang, se Tegning 110. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,40$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

## **8.6 Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng. Drenert analyse.**

Dagens situasjon er vist på Tegning 111-120. Tolket/antatt lagdeling er vist. Lagdelingen er tolket ut fra grunnundersøkelser i dette prosjektet.

Bedre kartlegging av poretrykksforholdene sammen med prøvetaking med høy kvalitet og tilhørende laboratorieforsøk er blant forhold som kunne innvirket på beregningsresultatet. Poretrykksforholdene i denne type avsetninger og landskap varierer og det har derfor vært nødvendig å gjøre antakelser om poretrykksforholdene i skråningen.

Profilene blir i det følgende vist i kronologisk rekkefølge, altså fra A – O.

### *8.6.1 Stabilitetsberegninger, profil A-A', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en grunn sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 120, og som har bakkant høyt oppe i skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 7 m dyp og ca. 60 m lang, se Tegning 111. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,41$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

### *8.6.2 Stabilitetsberegninger, profil B-B', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen noe lav for opprinnelig terreng, i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 120, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 165 m lang, se Tegning 112. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,30$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har noe lav sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

### 8.6.3 Stabilitetsberegninger, profil C-C', dagens terreng

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ned mot Fylkesvei 430, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 160 m lang, se Tegning 113. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,13$ , dvs. analysen viser at dagens skråning har lav sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

### 8.6.4 Stabilitetsberegninger, profil I-I', dagens terreng

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen god for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut midt i skråningen, og som har bakkant inn mot toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 8 m dyp og ca. 65 m lang, se Tegning 114. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,59$ , dvs. analysen viser at dagens skråning har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk i nedre del av skråningen og 90 % av hydrostatisk i øvre del av skråningen, noe som i seg selv ikke er en konservativ antakelse.

### 8.6.5 Stabilitetsberegninger, profil J-J', dagens terreng

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen forholdsvis lav for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 428, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 18 m dyp og ca. 175 m lang, se Tegning 115. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 2,10$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en konservativ antakelse.

#### 8.6.6 *Stabilitetsberegninger, profil K-K', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen god for opprinnelig terreng.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved Fylkesvei 428, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 10 m dyp og ca. 75 m lang, se Tegning 116. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,43$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### 8.6.7 *Stabilitetsberegninger, profil L-L', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av den bratteste delen av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 10 m dyp og ca. 75 m lang, se Tegning 117. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,81$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

#### 8.6.8 *Stabilitetsberegninger, profil M-M', dagens terreng*

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en grunn sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant midtveis opp i skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 5 m dyp og ca. 45 m lang, se Tegning 118. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,84$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.



### 8.6.9 Stabilitetsberegninger, profil N-N', dagens terreng

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en grunn sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant midtveis opp i skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 5 m dyp og ca. 40 m lang, se Tegning 119. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 2,11$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

### 8.6.10 Stabilitetsberegninger, profil O-O', dagens terreng

Stabilitetsanalysen for drenert tilstand viser at med de gitte forutsetninger er materialfaktoren for skråningen tilstrekkelig i forhold til NVEs retningslinjer.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen nedenfor Fylkesvei 430, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 5 m dyp og ca. 45 m lang, se Tegning 120. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,60$ , dvs. analysen viser at dagens skråning i praksis har god sikkerhet med de gitte forutsetninger.

Det er i denne skråningen antatt hydrostatisk poretrykk, noe som i seg selv ikke er en veldig konservativ antakelse.

## 8.7 Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.

Stabiliserende geotekniske tiltak er nødvendige for å sikre enkelte områder dersom det skal oppfylle kriteriene i NVEs veileder.

Beregningsmessig analyser for mulige stabiliserende tiltak er utført for lengdeprofilene B-B', C-C', J-J' og K-K'. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling. Disse er vist som lengdeprofil på Tegning 121, 122, 123 og 124.

Profilene blir i det følgende vist i kronologisk rekkefølge, altså fra B – K.

### 8.7.1 Stabilitetsberegninger, profil B-B', dagens terreng m/stabiliserende tiltak

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med ca. 2 meter og en 2 m tykk motfylling på bunnen (over veien), oppnås en vesentlig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen ved veien, og som har bakkant på flaten ovenfor skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 30 m dyp og ca. 230 m lang, se Tegning 121. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,16$ , dvs. analysen viser en vesentlig forbedring med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

#### *8.7.2 Stabilitetsberegninger, profil C-C', dagens terreng m/stabiliserende tiltak*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med 2 meter og en motfylling på bunnen av bekken med 2 meter, oppnås en forbedring, men ikke tilstrekkelig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut nedenfor motfyllingen i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 30 m dyp og ca. 230 m lang, se Tegning 122. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 0,93$ , dvs. analysen viser en forbedring, men ikke tilstrekkelig forbedring, med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

#### *8.7.3 Stabilitetsberegninger, profil J-J', dagens terreng m/stabiliserende tiltak*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med ca. 2 meter, oppnås en vesentlig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut mot utslakende parti i nedre del av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 20 m dyp og ca. 150 m lang, se Tegning 123. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,29$ , dvs. analysen viser en vesentlig forbedring med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

#### *8.7.4 Stabilitetsberegninger, profil K-K', dagens terreng m/stabiliserende tiltak*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med ca. 2 meter, oppnås en vesentlig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for udrenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut i foten av skråningen, og som har bakkant på toppen av skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 15 m dyp og ca. 85 m lang, se Tegning 124. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,19$ , dvs. analysen viser en vesentlig forbedring med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

## **8.8 Resultater stabilitetsberegninger, dagens terreng m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.**

Stabiliserende geotekniske tiltak er nødvendige for å sikre enkelte områder dersom det skal oppfylle kriteriene i NVEs veileder.

Beregningsmessig analyser for mulige stabiliserende tiltak er utført for lengdeprofilene B-B' og C-C'. Stabilitetsforbedrende tiltak som er vurdert i modellene er kombinert terrengsenkning og utslaking av skråning, samt motfylling. Disse er vist som lengdeprofil på Tegning 125 og 126.

Profilene blir i det følgende vist i kronologisk rekkefølge, altså fra B – C.

### *8.8.1 Stabilitetsberegninger, profil B-B', dagens terreng m/stabiliserende tiltak*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med ca. 2 meter og en 2 m tykk motfylling på bunnen (over veien), oppnås en vesentlig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut ovenfor motfylling i foten av skråningen, og som har bakkant høyt opp i skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 12 m dyp og ca. 120 m lang, se Tegning 125. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,39$ , dvs. analysen viser en forbedring med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

### *8.8.2 Stabilitetsberegninger, profil C-C', dagens terreng m/stabiliserende tiltak*

Stabilitetsanalysen for udrenert tilstand viser at med en avlastning på toppen med 2 meter og en motfylling på bunnen av bekken med 2 meter, oppnås en forbedring, men ikke tilstrekkelig forbedring.

Laveste beregnede materialfaktor for drenert analyse er funnet for en sirkulær glideflate som slår ut ovenfor motfyllingen i foten av skråningen, og som har bakkant høyt opp i skråningen. Den kritiske glideflaten er ca. 13 m dyp og ca. 120 m lang, se Tegning 126. Beregnet materialfaktor for denne skjærflaten er  $\gamma_m = 1,19$ , dvs. analysen viser en vesentlig forbedring, men ikke tilstrekkelig forbedring, med stabiliserende tiltak i forhold til dagens skråning, med de gitte forutsetninger.

## 8.9 Oppsummering av stabilitetsberegninger

Utførte stabilitetsberegninger er oppsummert i Tabell 2. Kritiske bruddflater for hvert lengdeprofil er markert i kursiv. Beregningene er basert på materialparametere fra laboratorieundersøkelser og CPTU-sonderinger.

Tabell 2. Oppsummering av stabilitetsberegninger for udrenert og drenert analyse.

Topografi	Analyse	Beskrivelse	Materialfaktor $\gamma_m$	Tegning nr.
Profil A-A'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,41</i>	101
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,41</i>	111
Profil B-B'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,01</i>	102
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>1,16</i>	121
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,30</i>	112
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>1,39</i>	125
Profil C-C'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>0,85</i>	103
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>0,93</i>	122
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,13</i>	113
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>1,19</i>	126
Profil I-I'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,56</i>	104
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,59</i>	114
Profil J-J'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,18</i>	105
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>1,15</i>	123
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>2,10</i>	115
Profil K-K'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,04</i>	106
		Kritisk bruddflate, sirkulær m/stabiliserende tiltak	<i>1,15</i>	116
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,43</i>	124
Profil	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	<i>1,97</i>	107

L-L'	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	1,81	117
Profil M-M'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	2,04	108
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	1,84	118
Profil N-N'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	1,60	109
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	2,11	119
Profil O-O'	Udrenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	1,40	110
	Drenert	Kritisk bruddflate, sirkulær	1,60	120

## 9 Stabiliserende tiltak

### 9.1 Prinsipper

For å stabilisere området anses det nødvendig stedvis å redusere høydeforskjellen og slake ut skråningene. Dette kan prinsipielt oppnås ved å grave av toppen av skråninger, eller ved utlegging av motfylling nedenfor skråningene, skissert i Tabell 3 og Tabell 4.

Mulighetene for utlegging av motfylling ved foten av skråningene begrenses delvis av Fylkesveiene i bunnen av skråningene, men i ravinen nedenfor Løken kan dette være en gunstig løsning. Terrengsenkning på toppen av skråningene begrenses både av bebyggelse på toppen av skråningene samt veiene i området, øst for Gjermåa kan det være gjennomførbart med unntak av Olstadhaugen. Deler av bebyggelsen her er allerede skadet av setninger på grunn av dårlig skråningsstabilitet mot vest.

Dersom det anleggsteknisk er mulig å utføre sikringsarbeidene, anses sikringsløsninger som skissert her å gi tilstrekkelig stabilitet for varig sikring av området, ved at tiltaket medfører minimum 15 % reell forbedring av stabilitetsforholdene.

Skisse for sikring av skråningene følger i Tabell 3 og Tabell 4 under:

Tabell 3. Oppfylling i elv/bekk eller ravine:

Profil	Øverste kote, motfylling (moh.)	Merknader
B-B'	+ 134	Motfylling i seksjoner
C-C'	+ 145	Motfylling i seksjoner

Tabell 4. Avlastning i toppen av skråningen:

Profil	Avlastning mellom koter (moh.)	Mektighet avlastning inntil (m)
B-B'	+ 158 – 160	~ 2,0 m
C-C'	+ 173 – 180	~ 2,0 m
J-J'	+ 134 – 137	~ 2,5 m
K-K'	+ 138 – 140	~ 2,0 m

## 9.2 Detaljprosjektering og HMS-tiltak

Før stabiliserende tiltak utføres, må de detaljprosjekteres. I tillegg må HMS-forhold for anleggsarbeidene vurderes nøye.

## 10 Aktuelle metoder

Det er i dette avsnittet skissert hvilke metoder som kan være aktuelle for å anlegge spillvannsledningen.

### 10.1 Utførelse åpne grøfter

Vedrørende lokal stabilitet i forbindelse med gjennomføring av grøftarbeidene, henvises til "Forskrifter ved graving og avstiving av grøfter", utgitt av Statens arbeidstilsyn og ref. /31/.

Grøfter mer enn 2 m dype bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Grøfter i skråningens koteretning frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig. Innvirkningen på skråningsstabiliteten er meget stor, ref. /31/.

Graving av grøfter i eller i nærheten av en bratt leirskråning vil ha en ugunstig innvirkning på skråningsstabiliteten. Forverringen beror på at man ved grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate. Herved reduseres også skråningens stabiliserende kapasitet. Desto større avstand mellom grøft og skråning, desto mindre innvirkning på stabiliteten.

Grøfter må graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis

og komprimeres. Dette er spesielt viktig for grøfter ved foten av skråninger. Gravemassene plasseres vekk fra skrånningen, ref. /31/.

Dersom det under graving av grøfter påtreffes bløte sensitive masser i grøften må arbeidet stanses og geotekniker tilkalles. Det må unngås å grave i kvikkleire ettersom selv små forstyrrelser eller omrøring medfører en vesentlig reduksjon i fastheten. Dette kan hurtig forplante seg over et større område og kvikkleiren blir flytende.

#### *10.1.1 Grunne grøfter < 2 meter*

Graving av grunne grøfter er problematisk dersom grunnen består av sand eller silt og gravenivået ligger under grunnvannstanden. Forskriftene krever verken planer eller dokumentasjon og grunnundersøkelser utføres bare i spesielle tilfeller. Orienterende grunnundersøkelse med traktorgraver vil eventuelt være tilstrekkelig.

#### *10.1.2 Middels grunne grøfter, 2-3 meter*

Graving av middels dype grøfter kan være problematisk av samme grunn som over, men også dersom grunnen består av meget bløt leire. For grøfter dypere enn 2 meter krever forskriftene at det utarbeides planer. Planen skal vise lengdeprofil med beskrivelse av jordarter ned til minst 1 meter under grøftebunn. Det kan være tilstrekkelig at grunnforholdene er kjent fra tidligere arbeider eller grunnundersøkelser i området. Prøvegraving med traktorgraver eller skovlboring med representative prøver ned til 4 meter dybde for hver ca. 100 meter anses tilstrekkelig.

I spesielle tilfeller hvor bløt leire, høy grunnvannstand og lignende blir avdekket, kan det bli aktuelt å utføre en regulær grunnundersøkelse, se nedenfor (neste punkt).

#### *10.1.3 Dype grøfter, > 3 meter*

Sikring av dype grøfter skal beregnes og dokumenteres enten grunnen består av sand, silt eller leire. En grunnundersøkelse bestående av sonderboring, fortrinnsvis CPTU, og prøvetaking ned til grøftebunn + 50 % bør utføres for hver 100 m grøft. Dreietrykksondering utføres før hver CPTU, for å bestemme nødvendig forboring gjennom steinmasser og eventuelt fjellnivå dersom fjellet ligger høyt. Ved endringer i grunnforholdene må undersøkelsen utvides. Vannførende lag og grunnvannstanden søkes kartlagt ved undersøkelsen. Dersom en oppdager eller en har mistanke om artesiske vanntrykk, vannførende lag eller lignende må dette undersøkes nærmere.

### **10.2 Retningsstyrt boring**

Detaljert kartlegging av grunnforholdene er viktigst for rørboring. For etablering av kummer er behovet imidlertid like stort for begge metoder. De viktigste forholdene som må kartlegges er beliggenhet av grunnvannstand og om massene er inhomogene, for eksempel overgang fra sand til leire, vannførende sandlag i leire og lignende.

På strekninger hvor rørboring kan bli aktuelt blir undersøkelsesprogrammet mest omfattende. Fronten av boreutstyret velges vanligvis for å gå enten i sand eller i leire, men kan vanskelig klare begge deler. Det er derfor en fordel at grunnforholdene er like på hver enkelt av de ulike borestrekningene.

Plutselige endringer i grunnforholdene kan skyldes sandfylte bekkedaler eller rasmasser fra tidligere ras. En gammel bekkedal vil ha dalsider med helning mellom 1:2 og 1:3. Før at den skal gå ned i for eksempel 5 meter dybde, må den være minst 25 meter bred. Gamle leirras vil også ha en utstrekning av minst den samme størrelsesorden.

Ideelt sett skulle en grunnundersøkelse også avdekke alle mulige punkthindringer i traséen. Punkthindringer av typen peler, spuntnåler og droppstein vil det i praksis være umulig å finne ved boringer. De må tas hånd om der de måtte finnes og fjernes før arbeidet kan fortsette.

Styrt boring er i henhold til SSTT (Scandinavian Society for Trenchless Technology) veldig godt egnet til installasjon av vannledninger, siden det ikke er noe krav til ledningsfall, men kun til minimum jordoverdekning, ref. /32/.

Den følgende teksten er utdrag hentet fra SSTT nettsider og gir en kort innføring i prosedyrene for retningsstyrt boring.

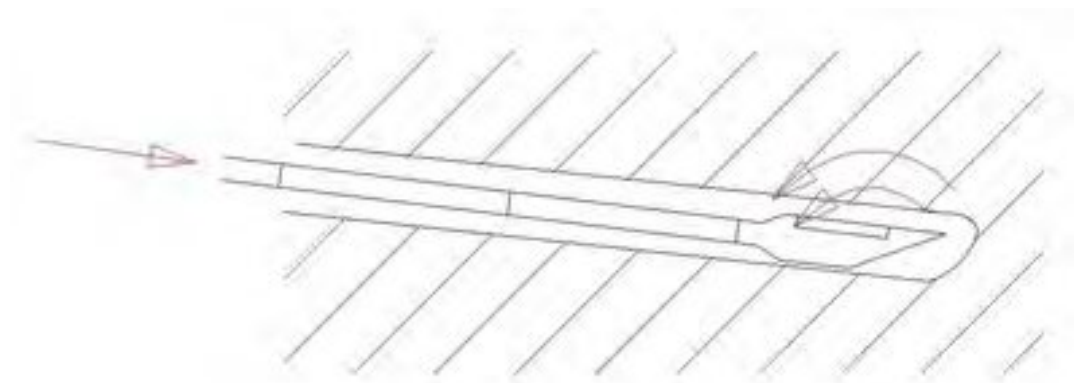
#### *10.2.1 Boring av pilothull*

Boreriggen stilles opp ved en etablert startgrop og forankres slik at trykk og trekraft kan overføres til borhodet. Pilothullet bores i den planlagte traséen.

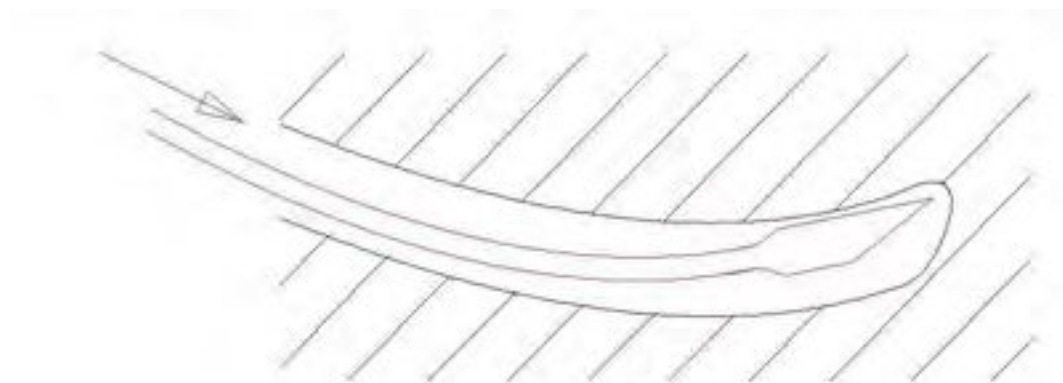
Pilotboringen utføres med et stålrør som skrues sammen og trykkes/bores gjennom jorden fra startpunktet til sluttpunktet. Borhodet i fronten av borerøret kan posisjonsbestemmes og styres langs en bestemt linje under fremdrivingen. Det er denne delen av arbeidet som har gitt systemet navnet "Styrt boring", ref. /32/.

Borevæsken, som pumpes gjennom pilotrøret og ut gjennom styrehodet, spylar den utborede jorden bakover langs pilotrørets ytterside til en startgrop. Borspissen består normalt av en eksentrisk plassert plate, til bruk i løse og halvfaste avsetninger (postglasiale og glasiale avsetninger), ref. /32/.





Figur 7: Rotasjon og trykk. Ingen endring i fall og retning på borerøret ([www.sstt.dk](http://www.sstt.dk)).

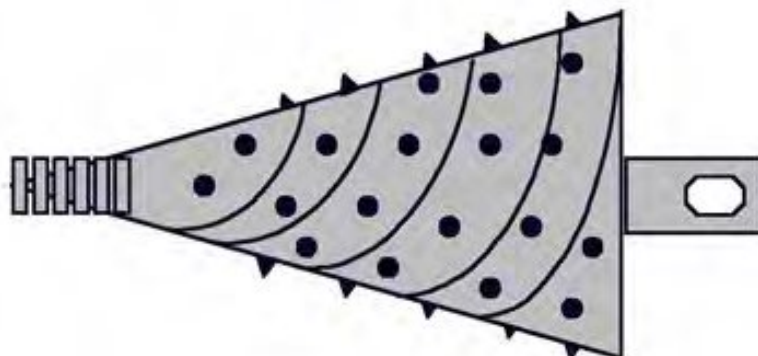


Figur 8: Trykk uten rotasjon. Ved trykk uten rotasjon endres retning ([www.sstt.dk](http://www.sstt.dk)).

### 10.2.2 Rømming og installasjon av produkrør

Etter at borhodet er nådd frem i mottaksgropen, demonteres borhodet og et utvidelsesbor (rømmer) monteres. Produkrøret monteres på utvidelsesboret med innebygd svivel, og utvidelsesbor samt rør trekkes tilbake, ref. /32/.

Utvidelsesboret borer opp et hull med en viss overstørrelse. Denne overstørrelsen sikrer at det løsborede materialet kan transporteres ut av boringen. Ved vanskelige grunnforhold, samt lange og store borer, kan en forreamning av borehullet være nødvendig.



Figur 9: Rømmer ([www.sstt.dk](http://www.sstt.dk)).

### 10.2.3 Borevæske

Under boreprosessen pumpes borevæske gjennom borstenger og dyser, og dermed oppnås følgende:

- Overskytende jord blir transportert ut av borehullet
- Stenger og borhode avkjøles siden friksjonen mellom boreverktøyet og jorden reduseres
- Borehullet stabiliseres, siden det skapes et hydrostatisk overtrykk
- Det skapes en "borekaks" på innsiden av boreveggen, og denne sikrer at borevæsken ikke lekker til omliggende jord og at vann ikke trenger inn i boringen

Som borevæske benyttes en blanding av vann og bentonitt, eventuelt tilsatt additiver. Forholdet mellom bentonitt og vann er avhengig av jordbunnsforholdene, som hovedregel varierer det innenfor området fra 2 kg til 40 kg pr. 1000 liter vann. Ved utførelse av drensboringer kan det benyttes en biologisk nedbrytbar polymer, ref. /32/.

### 10.2.4 Navigasjonsutstyr

Grunnlaget for styrt boring er et system som kan bestemme borhodets plassering, retning og orientering, samt et mekanisk system som sikrer at operatøren kan endre styrehodets retning slik at det følger ønsket trasé.

Det finnes forskjellige systemer som oppfyller dette kravet, og det mest anvendte er et "walkover"-system, som består av en sonde som monteres umiddelbart bak borespissen. Denne sonden sender radiosignaler som oppfanges av en mottakerboks holdt av navigatøren, og som peiler borhodet loddrett under seg akkurat der signalet er kraftigst. På denne måten kan borhodets X- og Y-koordinater bestemmes. Samtidig kan man på mottakerboksen avlese sondens aktuelle dybde, Z-koordinaten, ref. /32/.

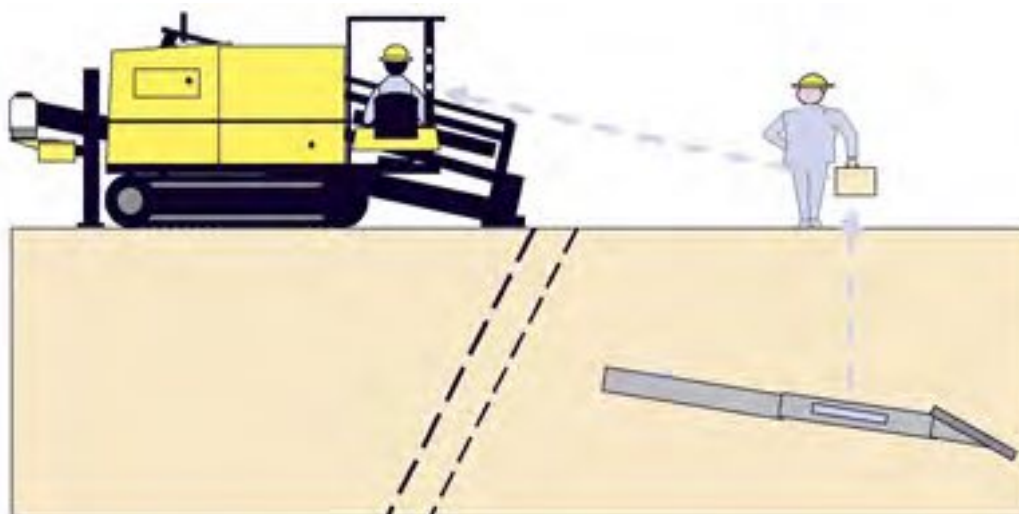
Navigatoren mottar opplysninger om dybde, fall og dreining av borhodet, som videreformidles til operatøren på boreriggen. Han kan så følge retningsendringer under boringen. Dybde og fall noteres på borejournalen og avstemmes med den teoretiske boreddybden.

Det at radiosignalene passerer gjennom jorden medfører en viss unøyaktighet. Unøyaktigheten økes prosentvis i forhold til dybden på sonden. For de systemene den normalt benyttes til, installasjon av kabeltrekkør, er feilangivelsen oftest ca. 5% eller mindre i forhold til dybden, ref. /32/.

Feilsignaler kan blant annet oppstå når det bores i nærheten av følgende installasjoner:

- Elkabler i jorden eller i luften
- Ledningsanlegg
- Jernbanespor
- Spuntvegg og kjøreplater
- Kryssing og parallellføring ved armert dekke samt peler
- Saltholdig vann

Ved større og mer kompliserte boringer, som f.eks. kryssing av elver, fjorder og sund benyttes mer sofistikerte systemer til å bestemme pilothodets plassering og styring av spissen. En av disse metodene benytter jordens gravitasjon og magnetfelt, alternativt etableres et kunstig magnetfelt. Kommunikasjon mellom operatør og sonden i spissen av borhodet foregår via en kabel som føres tilbake til boreriggen. Her mottas så kontinuerlig X, Y og Z-koordinater samt orientering av borhodet. Dette gir også mulighet for å styre borhodet på stor dybde, ref. /32/. De tradisjonelle systemene har en begrensning på omkring 15 meters dybde.



Figur 10: "Walkover" styresystem ([www.sstt.dk](http://www.sstt.dk)).

### 10.2.5 Retningsstyrt boring i bløt leire

Ved tidligere prosjekter som NGI har vært involvert i, er det erfart utfordringer knyttet til lange strekninger samt rømming i bløte leirmasser der det er behov for mellomrømming. I de bløte leirmassene viste det seg at man boret stadig dypere ved de forskjellige utvidelsesoperasjonene. Stålet i utstyret er tungt og legger seg på bunnen av det hullet som til enhver tid er boret. Utstyret graver seg dermed ned i underlaget i stedet for å ligge sentrert rundt traseen til pilotstrengen. Gradvis, for hver rømming, kom traseen dypere ned og til slutt lå ledningen opp til 1 m for lavt. Ledningen ble trukket ut og ny boring ble utført med direkte rømming til fullt tverrsnitt og inntrekning av ledningen. Det ble da benyttet en rømmer med åpent hode som skar leira i stedet for å fortrenge den, dette var vellykket, ref. /33/, /34/ og /35/.

Norske entreprenører velger i dag ofte å unngå mellomrømminger så langt det lar seg gjøre for å unngå problemer med deformasjon av borehullet, ref. /33/.

### 10.2.6 Konvensjonelle grøfter vs. styrt boring

Sammenligninger viser at det både tids- og miljømessig er fordelaktig å benytte styrt boring fremfor graving, og i mange tilfeller, og spesielt i områder med høye kostnader knyttet til overflaten, kan det lønne seg også rent økonomisk. Desto kortere strekning, og jo færre ledninger som etableres, desto høyere blir prisen pr. meter ledning, spesielt for styrt boring, mens prisen for graving varierer mindre med lengde og antall ledninger.

Årsaken til at prisen pr. meter for styrt boring er høyere ved korte ledningsstrekninger, er den høye rigggkostnaden. Det lønner seg derfor alltid å planlegge med tanke på å utnytte maskiner og mannskap best mulig når arbeidet først er i gang. De sosiale overflatekostnadene er også mange og varierte og lar seg vanskelig beregne, men må ikke glemmes. Generelt må man imidlertid opp i lengder omkring 150 m eller mer for at styrt boring skal lønne seg rent økonomisk fremfor konvensjonell graving, ref. /32/ og /33/.

Det er grunnforholdene som utgjør den største risikoen ved bruk av styrt boring. Dersom grunnforholdene viser seg å være annerledes enn antatt kan man få store problemer med å gjennomføre boringen, i verste fall kan man måtte gi opp og etterlate dyrt utstyr i grunnen, uten å ha fått etablert noen ledning. I første omgang bestemmer grunnforholdene hva slags rigg som skal benyttes (størrelse og kapasitet), deretter velges tilhørende utstyr (borekrone/skje og rømmekrone), og sist men ikke minst bestemmes hva slags egenskaper borevæsken må ha. Grunnforholdene avgjør derfor i stor grad prosjektkostnaden, ref. /32/ og /33/.

For at styrt boring skal kunne vurderes som et alternativ på lik linje med tradisjonell grøfting, er det viktig at prosjektgrunnlaget utformes deretter. Prosjektet, inkludert grunnforhold, må defineres så godt som mulig i en detaljvurdering av aktuell trasé.

## 11 Vurdering av planlagt beliggenhet av traséer

Stabiliserende geotekniske tiltak er nødvendige i enkelte skråninger for å anlegge spillvannsledning dersom prosjektene skal oppfylle kriteriene i NVEs veileder. Før ledningstraseenes endelige plassering bestemmes og eventuelle stabiliserende tiltak utføres, må de detaljprosjekteres.

I hovedsak går de planlagte ledningstraseene gjennom områder uten påvist kvikkleire og det vil dermed være lokalstabiliteten for tilstøtende skråninger samt eventuelle grøfter som må utredes, se Figur 11 og Figur 12.

Bratte skråninger i Kankedalen (særlig langs Ljøreggen) anses som mest utfordrende mht. lokalstabiliteten for traséen mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta.

Også de bratte skråningene tilgrensende Olstadhaugen anses utfordrende mht. lokalstabiliteten. Tilstedeværelsen av kvikkleire på sørsiden langs Gjerivegen samt mot Solheimfeltet kan by på utfordringer i videre detaljvurderinger av den endelige traséen.

I områder der det er påtruffet kvikkleire ligger den dypt, men det må utvises ekstra varsomhet og valg av utførelsesmetode må vurderes spesielt i hvert tilfelle. Metodene må anpasses slik at massene ikke går til brudd.

### 11.1 Pumpestasjon Hellen - Kjærstadsletta

Seksjonsvis grøfting, eventuelt styrt boring, langs Fylkesvei 120 og Fylkesvei 430 vil være gjennomførbare på strekningen dersom tiltak utføres lokalt for skråninger med lav sikkerhet. Stedvis er sikkerheten anstrengt og lokalt langs den planlagte traséen har det forekommet utglidninger.

Like på østsiden (50 meter) av krysset mellom Fylkesvei 120 og Fylkesvei 430, i Kankedalen kan det tydelig observeres et eldre skred i terrenget samt på kart. Dette gir en indikasjon på hvordan leire med høy sensitivitet, men ikke kvikk leire kan forløpe i en skredbevegelse.

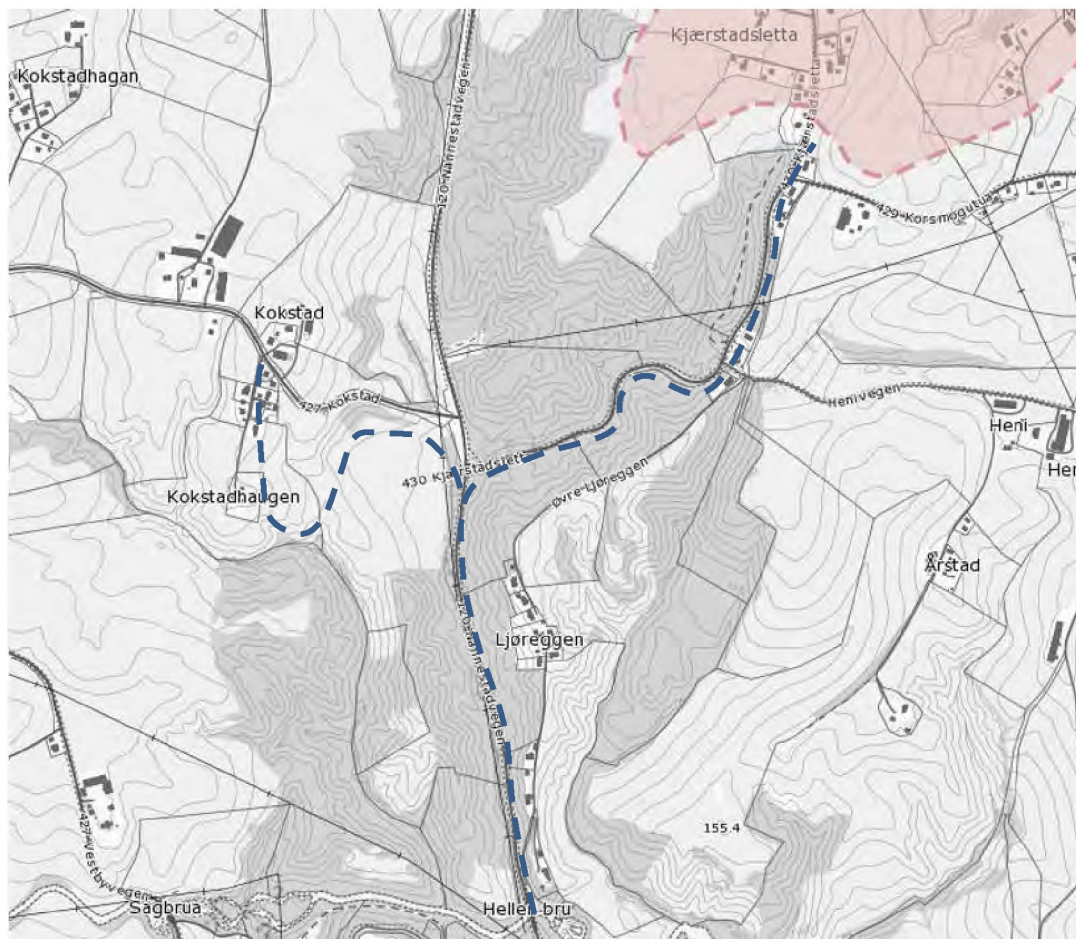
Den beregningsmessige skråningsstabiliteten langs vestsiden av Ljøreggen er stedvis lav og glidninger har tidligere forekommet også her, ref. /14/ og /15/.

Før ledningstraseenes endelige plassering bestemmes og eventuelle stabiliserende tiltak utføres, må de detaljprosjekteres.

#### 11.1.1 Vurdering av kvikkleiras beliggenhet, Hellen - Kjærstadsletta

Ut fra utførte og tilgjengelige grunnundersøkelser er det begrensede områder med påvist kvikkleire langs den planlagte traséen mellom pumpestasjon Hellen og Kjærstadsletta, se Figur 11.

Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at det kan finnes kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper i mindre lommer.



Figur 11: Vurdering av kvikkleiras beliggenhet på grunnlag av utførte grunnundersøkelser. Beliggenhet av planlagt ledningstrase er inntegnet.

## 11.2 Solheim - Ask

Seksjonsvis grøfting, eventuelt styrt boring, langs Fylkesvei 428 vil være gjennomførbare på strekningen dersom tiltak utføres lokalt.

Den beregningsmessige skråningsstabiliteten i skråningene ved Solheim og Olstadhaugen er stedvis lav og glidninger har tidligere forkommet, ref. /16/ og /19/.

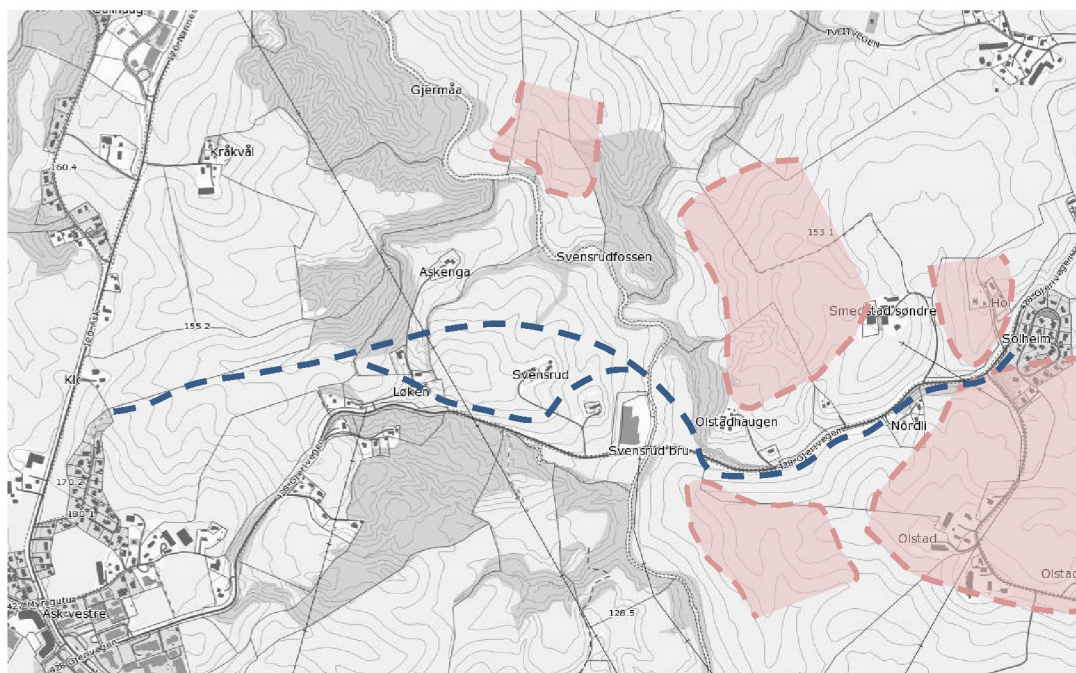
Før ledningstraséenes endelige plassering bestemmes og eventuelle stabiliserende tiltak utføres, må de detaljprosjekteres.

### 11.2.1 Vurdering av kvikkleiras beliggenhet, Solheim - Ask

Ut fra utførte og tilgjengelige grunnundersøkelser er det begrensede områder med påvist kvikkleire langs den planlagte traséen mellom Solheimfeltet og Ask, se Figur 12.



Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at det kan finnes kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper i mindre lommer, særlig øst for Gjermåa der man også har de bratteste skråningene. Det er påtruffet stedvis mektige avsetninger med kvikkleire og leire med sprøbruddegenskaper på både nord- og sørsiden av Fylkesvei 428, Gjerivegen. Det er uklart om forekomstene av kvikkleire henger sammen eller om det er lokale lommer.



Figur 12: Vurdering av kvikkleiras beliggenhet på grunnlag av utførte grunnundersøkelser. Beliggenhet av planlagt ledningstrase er inntegnet.

## 12 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt, 1984. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Nannestad, M=1:50 000. Rapport 810071-1, datert 9. mai 1984.
- /2/ Norges Geotekniske Institutt, 1994. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Nannestad, M=1:50 000. Boreresultater. Rapport 810071-2, datert 18. mars 1994.
- /3/ Norges Geotekniske Institutt, 2005. Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred. Gjerdrum kommune. Rapport 20001008-11, datert 14. januar 2005.
- /4/ Norges Geotekniske Institutt, 2012. Skred ved Svensrud, Gjerdrum kommune. Skredbefaringer, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger. Rapport 20120520-01-R, datert 29. juni 2012.

- /5/ Norges Geotekniske Institutt, 2013. Skredvurdering Svensrud m/omland, Gjerdrum kommune. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger. Rapport 20130542-01-R, datert 3. desember 2013.
- /6/ Norconsult AB, 2012. Gjerdrum kommune, Kjærstadsletta, VA-sanering. Geoteknisk undersøkning: PM avseende geotekniske forhold, datert 9. november 2012.
- /7/ Norges Geotekniske Institutt, 2013. Tredjepartskontroll av Norconsults rapport fra Kjærstadsletta. Prosjekt 20120772, teknisk notat 20120772-01-TN, datert 31. januar 2013.
- /8/ NVE, 2011. Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501 – 9810.
- /9/ Veglaboratoriet, geoteknisk avdeling, 1962. Rapport om grunnundersøkelser for Riksvei 75 ved Hellen bru, pel 20 – 108, Akershus fylke. Oppdrag C 146, datert 26. oktober 1962.
- /10/ Veglaboratoriet, geoteknisk avdeling, 1963. Tilleggsrapport for Riksvei 75 ved Hellen bru. Midlertidig tilknytning til nåværende veg mot syd, Akershus fylke. Oppdrag C 146C, datert 30. oktober 1963.
- /11/ Veglaboratoriet, geoteknisk avdeling, 1970. Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for Riksvei 120, Kankedal – Åsenvegen. Profil 900 – 2800, Alt. III. Oppdrag C 423 A, datert 18. juli 1970.
- /12/ Statens vegvesen – Veglaboratoriet, 1975. Fylkesvei 176,4 Kankedal bru. Grunnundersøkelser. Oppdrag C 105, datert 5. september 1975.
- /13/ Statens vegvesen – Utbyggingsavdelingen, 2000. Fylkesvei 430 hp 01, Kankedalen. Oppdrag Cd 901. Rapport nr. 1, datert 18. august 2000.
- /14/ Norges Geotekniske Institutt, 2000. Rapport fra skredbefaring, Ljøreggen, Gjerdrum. Prosjekt 20001528, Ljøreggen. Teknisk notat 20001528, datert 3. januar 2001.
- /15/ Norges Geotekniske Institutt, 2002. Ljøreggen, Gjerdrum. Sikring av skråning. Prosjekt 20001528, Ljøreggen. Notat 20001528, datert 8. mai 2002.
- /16/ Statens vegvesen, 1984. Fylkesvei 177.3, Skråning gnr. 20, bnr. 7, Gjerdrum kommune. Notat Cd 173, datert 10. april 1984.
- /17/ Statens vegvesen, 1986. Grunnundersøkelser for Fylkesvei 177.1, Gang- og sykkelveg, Gjeri – Smestad. Rapport Cd 422, datert 12. september 1986.



- /18/ Statens vegvesen, 2009. Fylkesvei 428, Kløftavegen. Oppdrag nr. 2009012831-3. Geoteknisk datarapport Cd 922, datert 26. mai 2009.
- /19/ Statens vegvesen, 2002. Fylkesvei 428, Ask – Kløfta. Skade ved Olstadhaugen, km ca. 2,1. Notat 2002/04862-001, datert 23. september 2002.
- /20/ Norges Geotekniske Institutt, 1964. Grunnundersøkelser hos Kristian Hammer, Olstadhaugen, Gjerdrum. Rapport 64/36, datert 26. oktober 1964.
- /21/ Norges Geotekniske Institutt, 1966. Glidninger på Olstadhaugen i Gjerdrum. Supplerende grunnundersøkelser og forslag til utbedringsarbeider. Rapport 64/36-2, datert 28. februar 1966.
- /22/ Geoteam AS, 1984. Utdrag fra rapport 7792. Lagerbygg Gjerdrum, datert 10.08.1984.
- /23/ Multiconsult AS, 2007. Gulvex, Kløftavegen. Grunnundersøkelser. Datarapport, geoteknisk vurdering. Oppdrag for Sectura Eiendom AS. Rapport nr. 116255-1, datert 5. mars 2007.
- /24/ Multiconsult AS, 2010. Gulvex, Kløftavegen. Grunnundersøkelser. Datarapport. Oppdrag for Sectura Eiendom AS. Rapport nr. 116255-2, datert 3. desember 2010.
- /25/ Multiconsult AS, 2011. Lagerhall Svensrud Bru. Geoteknisk prosjektering. Oppdrag for Svensrud Bru AS. Notat RIG 01, datert 5. mai 2011.
- /26/ Norges Geotekniske Institutt, 2006. Ras, Kløftavegen, Gjerdrum. Stabilitetsvurdering og tiltak. Rapport 20061727-1, rev. 1, datert 20. desember 2006.
- /27/ Norges Geotekniske Institutt, 1991. Riksvei 120, Ask, Gjerdrum. Grunnundersøkelser og vurdering av geotekniske hovedproblemer. Rapport 910025-1, datert 19. august 1991.
- /28/ Ladd, C. C. and R. Foott, 1974. New design procedure for stability of soft/clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No.GT7, July, pp. 763-786.
- /29/ Karlsrud, K., Lunne, K., Kort, D.A. and Strandvik, S., 2005. CPTU correlations for clays. Proc. 16<sup>th</sup> ICSMGE, Osaka, pp. 693-702.
- /30/ ViaNova GeoSuite AB, 2009. GeoSuite GS Stability. Version 5.0.5.
- /31/ Norges Geotekniske Institutt, 2000. Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner. [http://www.nve.no/PageFiles/3743/Veiledning\\_B.pdf](http://www.nve.no/PageFiles/3743/Veiledning_B.pdf).



- /32/ Scandinavian Society for Trenchless Technology, 2013. Utførelsesmetoder, styrt boring. <http://www.sstt.dk>.
- /33/ Jahren E. M., 2006. Masteroppgave NTNU. Styrt boring, muligheter og begrensninger, datert juni 2006.
- /34/ Norges Geotekniske Institutt, 2005. Retningsstyrt boring Fredrikstad. Kryssing av Glomma. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering 20051729-1, datert 26. mai 2006.
- /35/ Norges Geotekniske Institutt, 2000. Retningsstyrt boring Østfoldhallen, Fredrikstad. Prosjekt 20001577.



# Bilag

## Innhold

Bilag 1	Grunnundersøkelser - Tegnforklaring plan- og profiltegninger
Bilag 2	Grunnundersøkelser - Feltundersøkelser - boremetoder
Bilag 3	Grunnundersøkelser - Laboratorieundersøkelser
Bilag 4	Grunnundersøkelser - Jordartsklassifisering

### Plantegninger

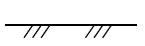
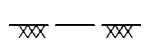
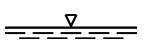
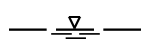
Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊕	Poretrykksmåling
◊	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▣	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

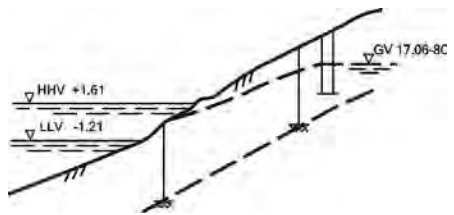
#### Nivåer og dybder (m)

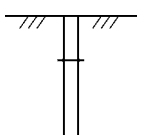
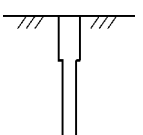
118 ☆  $\frac{12,8}{-5,7}$  18,5+3,0



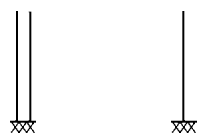

Foran symbol: Punkt nr. (118)  
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann  
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).  
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

### Profiltegninger

Konturlinjer	
	Terreng
	Berg
	Vannstand
	Grunnvannsspeil



Forboring	
	Forboret
	Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring	
	Boring avsluttet (årsak ikke angitt)
	Antatt stein, blokk eller fast grunn
	Antatt berg
	Boret i berg

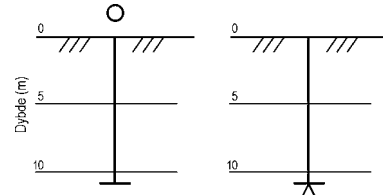
### Sonderinger

Gir oversikt over grunnens relative lagringsfasthet, grov identifisering av jordart og dybder til antatt berg eller fast grunn. Benyttes ofte som innledende undersøkelse.

#### Enkel sondering

Boringer uten registrering av motstand, for eksempel slagboring (håndholdt maskin eller borerigg) eller spyleboring, som bare har til hensikt å registrere dybder til fast grunn eller antatt berg.

Avslutning av boring markeres på diagrammet.

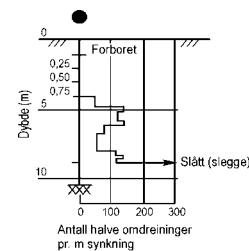


#### Dreiesondering

Utføres med Ø 22 mm skjøtbare borstenger med Ø 25 mm 200 mm lang pyramideformet skruespiss.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Nedsynkning registreres. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies med hånd- eller motorkraft. Antall halve omdreininger pr. 0,2 m synkning registreres.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr. meter synkning. Belastningen på utstyret angis i kN til venstre



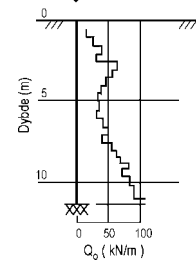
#### Ramsondering

Utføres med Ø 32 mm skjøtbare borstenger med Ø 38 mm spiss (6-kantet).

Boret rammes ned i grunnen med et 0,635 kN fallodd og fallhøyde 0,6 m. Antall slag pr. 0,5 m synkning registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet ( $Q_0$ ) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$



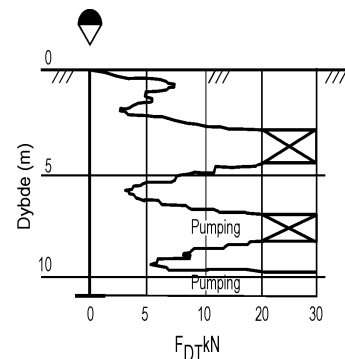
#### Dreietrykksondering

Utføres med Ø 36 mm skjøtbare borstenger med en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høye skrueformet sveiselarve. Det benyttes hydraulisk borerigg med minimum 30 kN mothold.

Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og angis i kN. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av nødvendig nedpressingskraft (kN) for å opprettholde normert nedtrengningshastighet. Økt rotasjon markeres med kryss i diagrammet.

Metoden gir ikke sikker påvisning av berg.



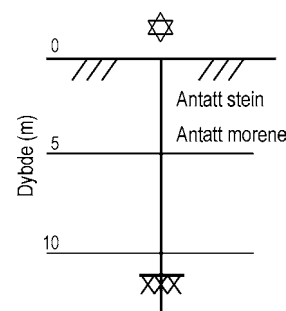
#### Fjellkontrollboring

Utføres med Ø 45 mm skjøtbare borstenger med en Ø 57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling.

Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, med registrering av borsynk (cm/min) for sikker påvisning.

Boret dybde og registreringer markeres i diagrammet.

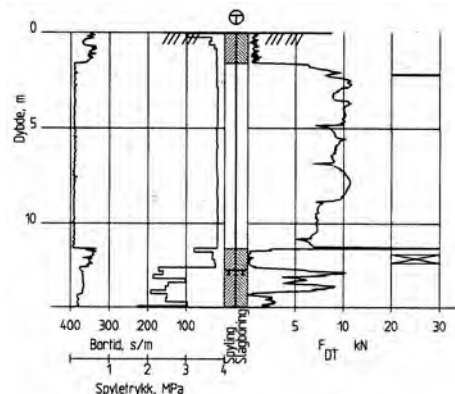


### Totalsondering

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Utføres med  $\varnothing$  45 mm skjøtbare børstenger med en  $\varnothing$  57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk drevet borerigg.

Ved boring gjennom bløte lag følges prosedyre for dreietrykkssondering og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min, og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Når faste lag påtreffes, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk, går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, for sikker påvisning.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, rotasjonshastighet, spyletrykk) registreres elektronisk datalogger. Nedpressingskraft vises på diagrammets høyre side, mens bortid og evt spyletrykk vises på venstre side.



### Feltmålinger

Benyttes enten for direkte måling av jordartsegenskaper i felten; skjærstyrke av leire, grunnvannstand- og poretrykk eller indirekte måling av parametere for videre bearbeiding og tolking.

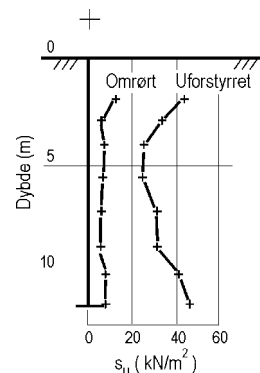
#### Vingeboring

Brukes for å bestemme in-situ skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire

Utstyret består av et vingekors (55 x 110 mm eller 65 x 130 mm) som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmomentet ved omdreining til brudd. Måling gjøres to ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring. Målt torsjonsmoment gir grunnlag for beregning av skjærstyrke i uforstyrret ( $s_{u0}$ ) og omrørt ( $s_{ur}$ ) tilstand. Forholdet mellom disse kalles sensitiviteten ( $S_t$ )

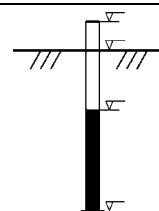
Inspeksjonsvingebor (Lommevingebor) er et forenklet utstyr for måling av skjærstyrke i grøfter og mindre utgravinger. Måledybde er begrenset til 3 m.

Målte verdier av skjærstyrke i uforstyrret ( $s_{u0}$ ) og omrørt ( $s_{ur}$ ) tilstand samt sensitivitet, fremstilles i diagram.



#### Grunnvannstand-/poretrykksmålinger

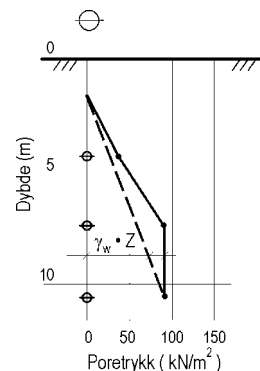
Grunnvannstand (GV) kan måles i hull fra prøvetaking eller med vannstandsør med filtespiss. Det siste er mest brukt i grove jordarter. Utstyret består av en 8 - kantet spiss med et  $\varnothing$ 43,5 mm 740 mm langt perforert rør med filter som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør (5/4" vannrør), etter eventuell forboring. GV måles direkte i røret og fremstilles som vannstandsør med angivelse av kotehøyder.



Poretrykket i ulike dybde i bakken måles med en poretrykksmåler (pietzometer). Utstyret består av et  $\varnothing$  32 mm 300 mm langt porøst filter (bronse eller epoxy) som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør, etter eventuell forboring. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand (stigehøyde) i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkopleet systemet ved overtrykk.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket mot en fleksibel membran via kabler opp til terreng.

Målte verdier fremstilles i diagram. Til sammenligning vises ofte hydrostatisk trykkfordeling fra GV-stand.



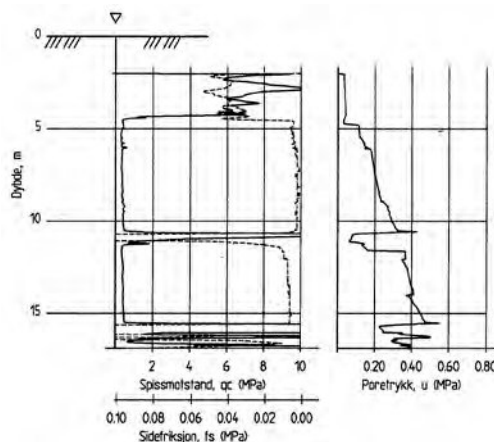
### Trykksondering (CPTU)

Utføres ved at en Ø36 mm og 200 mm lang sylindrisk sonde med konspiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Det benyttes hydraulisk borerigg.

Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen. I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene over målte verdier med dybden fremstilles i diagram.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).



### Prøvetaking

Utføres for nærmere undersøkelser av grunnens geotekniske egenskaper i laboratoriet. Det skilles mellom representative prøver (omrørte prøver) og uforstyrrede prøver (inntakt struktur).

### Uforstyrrede prøver

#### Sylinderprøver

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget Ø54 mm stål- eller plast sylinder (80 cm lang) med innvendig stempel.

I ønsket dybde blir sylindren presset ned uten at stampelet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Ved spesielle forhold, for eksempel bløt siltig leire og ekstra krav til prøve kvalitet, benyttes Ø75 mm stempelprøvetaker med tynnveggede stålsylindrer.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

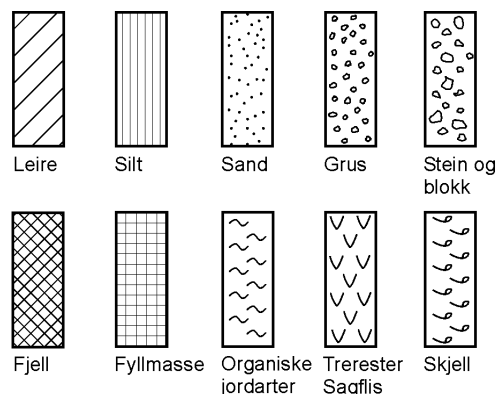
Resultater fra eventuelle laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

#### Blokkprøver

I helt spesielle tilfeller med ekstraordinære krav til prøve kvalitet benyttes Ø250 mm blokkprøvetaker ("Sherbrooke block sampler").

Det forbores med Ø500 mm naver ned til overkant av nivå for prøvetaking med etterfølgende rensing og stabilisering av borhullet med vann.

Detter foretas utskjæring av en sylindrisk Ø250 mm "blokkprøve", prøve høyde ca 300 – 350 mm. Prøvene merkes, vokses og pakkes inn før transport til laboratoriet.



#### Anmerkning

- Leire T = tørrskorpe
- R = resedimenterte masser
- K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.

### Representative prøver

#### Naverprøvetaking

Utføres med hul borstang påsveiset en spiral (auger), vanligvis  $\varnothing 76$  –  $203$  mm ( $3''$  –  $8''$ ). Naveren skrues ned i massene med maskinelt utstyr til ønsket dybde. Rotasjonen stoppes og boret trekkes opp til overflaten. Prøver tas fra mellomrommet mellom skrueflatene og samles i poser.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Med hydraulisk borrhøg kan det bores til  $5$  –  $15$  m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Skovling kan også utføres med enklere håndholdt utstyr (skovlbor), vanligvis  $\varnothing 102$  –  $152$  mm ( $4''$  –  $6''$ ).

#### Ramprøvetaking

Utføres ved prøvetaking i fast lagrede masser. Det finnes både stempelprøvetakere, vanligvis  $\varnothing 30$  mm og åpne prøvetakere,  $\varnothing 54$  og  $\varnothing 97$  mm som benyttes sammen med Odexutstyr.

Prøvetakeren rammes ned i massene slik av prøvemateriale blir presset inn i sylindere. Maksimal prøvelengde er normalt  $60$  cm.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

#### Sjaktning (Prøvegrop)

Utføres med gravemaskin. Dybde normalt begrenset til  $3$  –  $4$  m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Lagdelling beskrives i sjaktveggen. Det kan tas representative prøver fra forskjellige dyp.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.



### Klassifiseringsforsøk (indeksforsøk)

Utføres for å kunne klassifisere og identifisere jordarten. I tillegg utføres enkle forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper. Resultatene fremstilles i borprofil.

### Prøveåpning og materialbeskrivelse

Ved åpning av prøvene beskrives og klassifiseres jordarten, lagdeling osv. Sylinderprøver deles opp i 10 cm lange deler som betegnes, A, B, C ... Det besluttes hvilke undersøkelser som skal utføres på de ulike bitene.

### Romvekt ( $\gamma$ )

Romvekt (kN/m<sup>3</sup>) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven. Bestemmes både på hel prøve og utskåret del iht. NS.

### Vanninnhold ( $w$ )

Angir i prosent (%) forholdet mellom masse av porevann og masse korn etter uttørring ved 110°C iht. NS.

### Plastisitet

#### Flytegrense ( $w_L$ )

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

#### Plastisitetsgrense ( $w_p$ )

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

#### Plastisitetsindeksen ( $I_p$ i %)

Er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_p$ .

### Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ i kN/m<sup>2</sup>)

Av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med Ø 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

### Sensitiviteten ( $S_t$ )

Er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkeleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

### Humusinnhold (%)

Bestemmes ved en kolorimetrisk naturlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Gløding og andre metoder kan også brukes.

### Saltinnhold (i g/l)

Bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Proveserie		Profil nr. 270		Prøvetaker		Ø 54 mm								
Dybde i m.	Materiale	kote +11,5	Symb.	A. sive	Vanninnhold %			n	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	S <sub>t</sub>	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>			
					20	40	60				20	40	60	
1	SAND	Trerot GV 17.06-80	[Symbol]	01	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	44	18.6					
2								47	17.9					
3	SILTIG LEIRE	Skjellrest.	[Symbol]	03	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]		18.3	5	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
4									17.7	5	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
5									17.6	7	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
6									18.2	6	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
7	KVIKKLEIRE	Stein	[Symbol]	06	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]		17.1	17	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
8									17.9	29	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
9	KVIKKLEIRE	Siltlag	[Symbol]	09	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]		17.1	41	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	
10									17.6	39	[Diagram]	[Diagram]	[Diagram]	

- ① Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn, eller sjøbunn.
- ② Jordartsbeskrivelse. Grunnvannstanden kan angis.
- ③ Materialsymboler.
- ④ Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, eventuelt påføres prøvenummer.
- ⑤ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil. I sand kan angis både feltverdier og beregnede verdier tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑥ I sand og grovsilt bør porøsiteten n bestemmes.
- ⑦ Tyngdetetthet  $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>, alternativt densitet  $\rho$  i t/m<sup>3</sup>. Eventuelt kan i sand også angis beregnet verdi tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑧ Sensitivitet angis i hele tall.
- ⑨ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil.

Kolonner for andre materialegenskaper kan inngå.

## Korngradering

### Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stokes lov. En viss mengde tørket materiale slennes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisopolpløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.

## Skjærstyrkeegenskaper

### Treksialforsøk

#### Skjærstyrke

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning – poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\Phi$  og  $D$  eller  $S_{ua}$ ,  $S_{up}$ )

#### Effektiv spenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\Phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av ho-

vedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.

### **Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke (Su [ kN /m<sup>2</sup>])**

Gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk (S<sub>uk</sub>), udrenerte treaksialforsøk (S<sub>ua</sub>, S<sub>up</sub>), direkte skjærforsøk (S<sub>ua</sub>) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU)).

### **Direkte skjærforsøk**

## **Setningsegenskaper**

### **Ødometerforsøk**

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen M = spenningsendring/deformasjonsendring. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi (M), eller som spenningsavhengig med modultall, m<sub>OC</sub> (M = m<sub>OC</sub> • σ<sup>'</sup>).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall, m<sub>NC</sub> (M = m<sub>NC</sub> • σ<sup>'</sup>).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall m<sub>S</sub> (M = ρ<sub>a</sub> • m<sub>S</sub> • √σ<sup>'</sup> ρ<sub>a</sub>), hvor ρ<sub>a</sub> er atmosfærisk trykk (ρ<sub>a</sub> = 100 kN/m<sup>2</sup>).

## **Strømningsegenskaper**

### **Permeabilitetsforsøk**

#### **Permeabiliteten (k cm/s eller m/år)**

Bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også) q = k • A • i

hvor A = bruttoareal normal strømretning  
i = gradient i strømretningen

#### **Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s)**

Er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten

ten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

### Komprimeringsegenskaper

En jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

#### **Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk)**

Utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet  $\rho_{dopt}$  og tilsvarende vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.

### Fraksjonsinndeling

Fraksjon		Kornstørrelse (mm)
Grovinnndeling	Fininnndeling	
Blokk	-	> 600
Stein	-	600 – 60
Grus	Grov	60 – 20
	Middels	20 – 6
	Fin	6 – 2
Sand	Grov	2 – 0,6
	Middels	0,6 – 0,2
	Fin	0,2 – 0,06
Silt	Grov	0,06 – 0,02
	Middels	0,02 – 0,006
	Fin	0,006 – 0,002
Leire	-	< 0,002

#### JORDARTEN

Benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15 %. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leire til blokk.

### Gradering

$C_u = d_{60}/d_{10}$	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 – 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

### Lagringstetthet

$$D_m = \frac{n_{maks} - n}{n_{maks} - n_{min}} \quad \text{Porøsitet } n = \frac{\text{Volum av porer}}{\text{Totalt volum}}$$

Lagringstetthet	$D_m$ og $D_{re}$
Løs	< 0,3
Middels	0,3 – 0,8
Fast	> 0,8

### Plastisitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av plastisitet	Plastisitet $I_p$ (%)
Litt plastisk	Lav	< 10
Middels plastisk	Middels høy	8 – 30
Meget plastisk	Høy	> 30

### Sensitivitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet, $S_t$
Litt sensitiv	Lav	< 8
Middels sensitiv	Middels høy	8 – 30
Meget sensitiv	Høy	> 30

### Udrenert skjærstyrke

Betegnelse av leire	Skjærstyrke	$S_u$ kN/m <sup>2</sup>
Bløt	Lav	< 25
Middels bløt	Middels	25 – 50
Fast	Høy	> 50

Med kvikkleire forstås en leir som i omrørt tilstand er flytende, d.v.s. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

### Telefarlighet

Benevnelse	Telegrupper	Masseproducent (av matr. < 19,0 mm) < 0,02 mm 0,02 mm		Eksempler på jordart
Ikke telefarlig	T 1	< 3%		Sand, Grus, Torv, Myrjord
Litt telefarlig	T 2	3 -12%		Sand, Grus Morene (sandig, grusig)
Middels telefarlig	T 3	> 12%	< 50%	Sand, Morene (leirig) Leire med mer enn 40% < 0,002 mm
Meget telefarlig	T 4	> 12%	50%	Leire med mindre enn 40% < 0,002 mm Silt Morene (siltig)

### Organiske jordarter

<b>Torv</b>	Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).
<b>Gytje, dy</b>	Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester.
<b>Mold</b>	Organisk materiale med løs struktur.
<b>Matjord</b>	Det øvre, moldholdige jordlag.

# Tegninger

## Innhold

- 010 Borplan m/lengdeprofiler A-A', B-B', C-C', O-O'.
- 011 Borplan m/lengdeprofiler I-I', J-J', K-K', L-L', M-M' og N-N'.

### *Stabilitetsberegninger. Dagens terreng. Udrenert analyse.*

- 101 Stabilitetsberegninger. Profil A-A'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 102 Stabilitetsberegninger. Profil B-B'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 103 Stabilitetsberegninger. Profil C-C'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 104 Stabilitetsberegninger. Profil I-I'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 105 Stabilitetsberegninger. Profil J-J'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 106 Stabilitetsberegninger. Profil K-K'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 107 Stabilitetsberegninger. Profil L-L'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 108 Stabilitetsberegninger. Profil M-M'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 109 Stabilitetsberegninger. Profil N-N'. Dagens terreng. Udrenert analyse.
- 110 Stabilitetsberegninger. Profil O-O'. Dagens terreng. Udrenert analyse.

### *Stabilitetsberegninger. Dagens terreng. Drenert analyse.*

- 111 Stabilitetsberegninger. Profil A-A'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 112 Stabilitetsberegninger. Profil B-B'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 113 Stabilitetsberegninger. Profil C-C'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 114 Stabilitetsberegninger. Profil I-I'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 115 Stabilitetsberegninger. Profil J-J'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 116 Stabilitetsberegninger. Profil K-K'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 117 Stabilitetsberegninger. Profil L-L'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 118 Stabilitetsberegninger. Profil M-M'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 119 Stabilitetsberegninger. Profil N-N'. Dagens terreng. Drenert analyse.
- 120 Stabilitetsberegninger. Profil O-O'. Dagens terreng. Drenert analyse.

### *Stabilitetsberegninger. Profil m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.*

- 121 Stabilitetsberegninger. Profil B-B', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 122 Stabilitetsberegninger. Profil C-C', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 123 Stabilitetsberegninger. Profil J-J', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.
- 124 Stabilitetsberegninger. Profil K-K', m/stabiliserende tiltak. Udrenert analyse.

### *Stabilitetsberegninger. Profil, m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.*

- 125 Stabilitetsberegninger. Profil B-B', m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.
- 126 Stabilitetsberegninger. Profil C-C', m/stabiliserende tiltak. Drenert analyse.





**FORKLARINGER:**

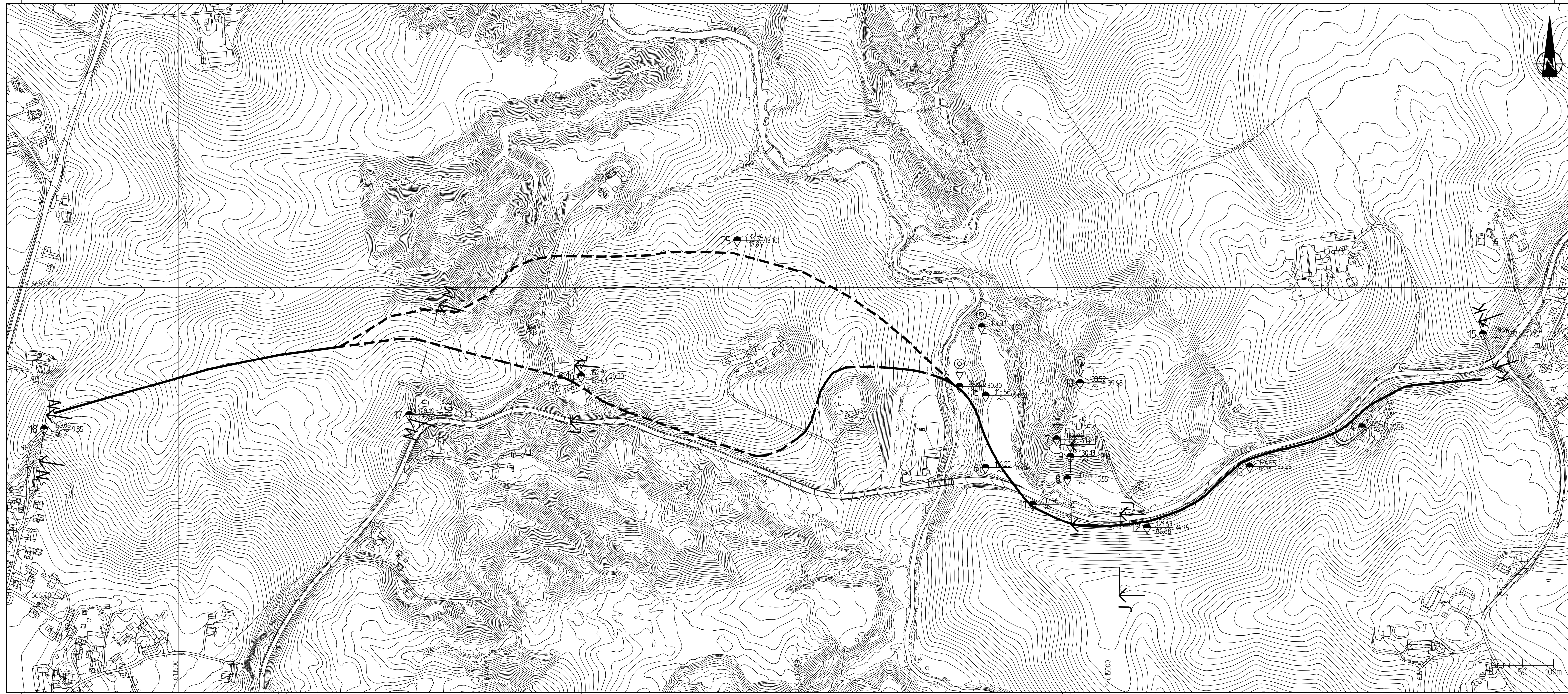
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**————** Planlagt spillvannsledning fra Norconsult rapport

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status			
		Original format			
Situasjonsplan		Tegningens filnavn			
		Målestokk			
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		Konstr./Tegnet	
		12.12.2013		LaH	
NGI		Kontrollert		Godkjent	
		BGK		TrV	
20120772		Oppdragsnr.		Rev.	
		010		00	





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

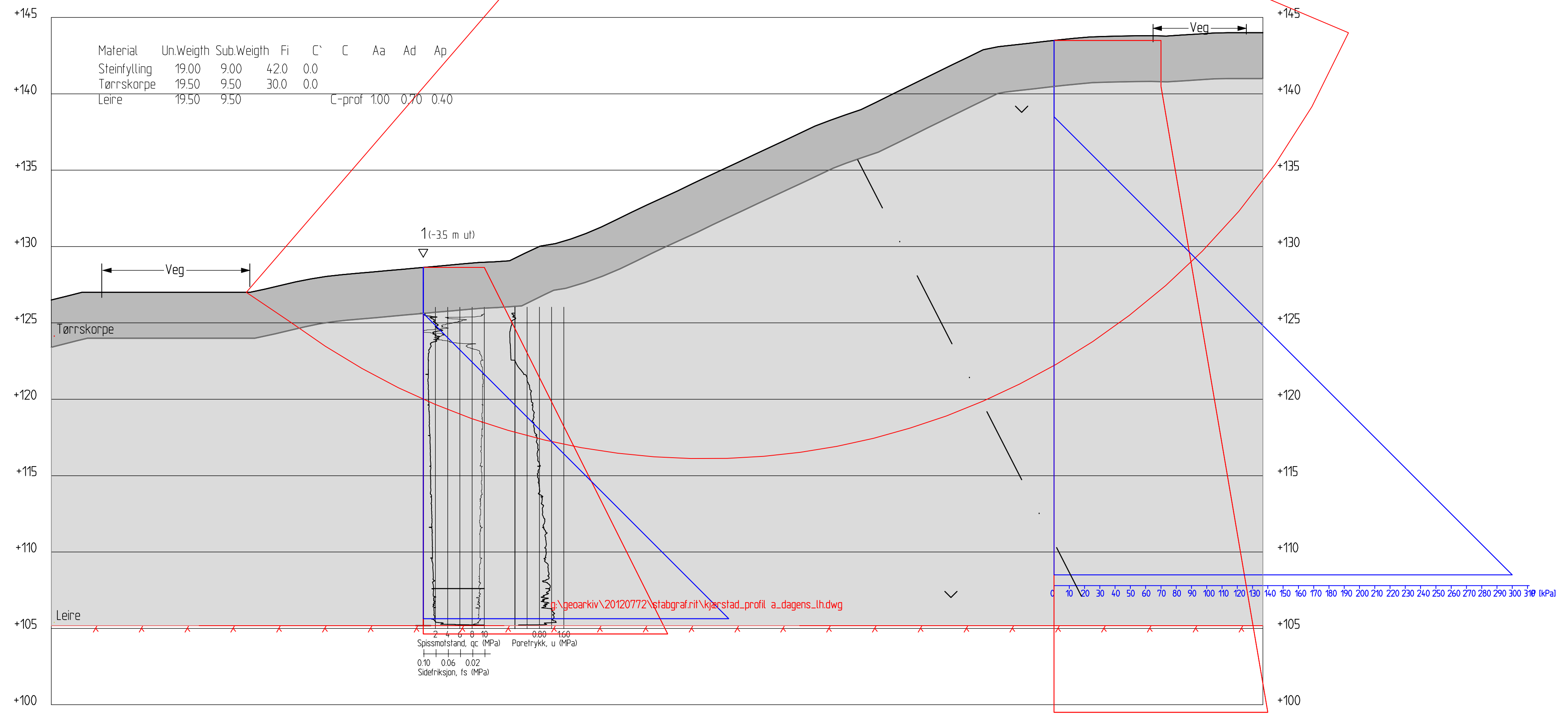
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

----- Alternativer til trasséer for spillvannsledning

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status Original format A-3LL Tegningens filnavn			
Situasjonsplan		Målestokk			
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		12.12.2013	LaH	BGK	Tr-V
		Oppdragsnr. <b>20120772</b>	Tegningsnr. <b>011</b>	Rev.	<b>00</b>

Fc=1.41

Fc=1,41  
 PROF A-Su-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rvt\kjarstad\_profil\_a\_dagens\_lh.R1



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40

Profil A-A  
1 : 200

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status		-	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format		-	
Stabilitetsvurdering		A-3LL		-	
Profil A-A Dagens		Tegningens filnavn		-	
Udrenert analyse		Målestokk	1:200		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		16.12.2013	LaH	BGK	Tr-V
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20120772	101		00
www.ngi.no					







Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40

Fc=0.85

Fc=0.85  
 PROF C-Su-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf\rit\kjerstad\_profil\_c\_dagens.R1

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

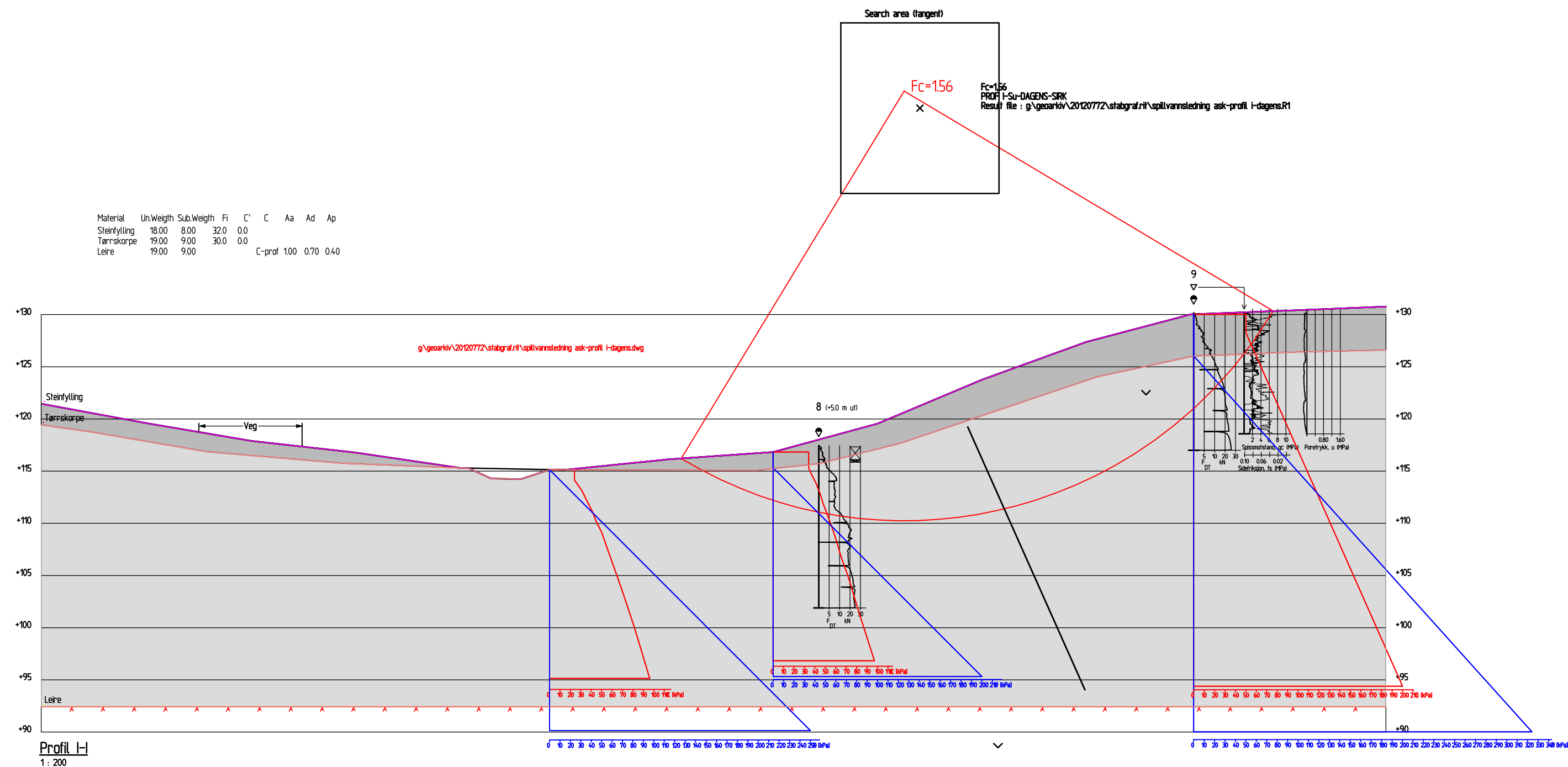
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Merk: Sikkerhetsfaktoren for C-C' er labil og har trolig Fc ≈ 1,0



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Målestokk			
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		1:250			
Stabilitetsvurdering		1:250			
Profil C-C Dagens		1:250			
Udrenert analyse		1:250			
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 16.12.2013	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent TrV
Oppdragsnr. 20120772		Tegningsnr. 103		Rev. 00	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	100	0.70	0.40



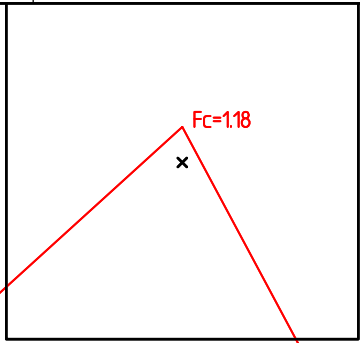
Profil I-I  
1: 200

### FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

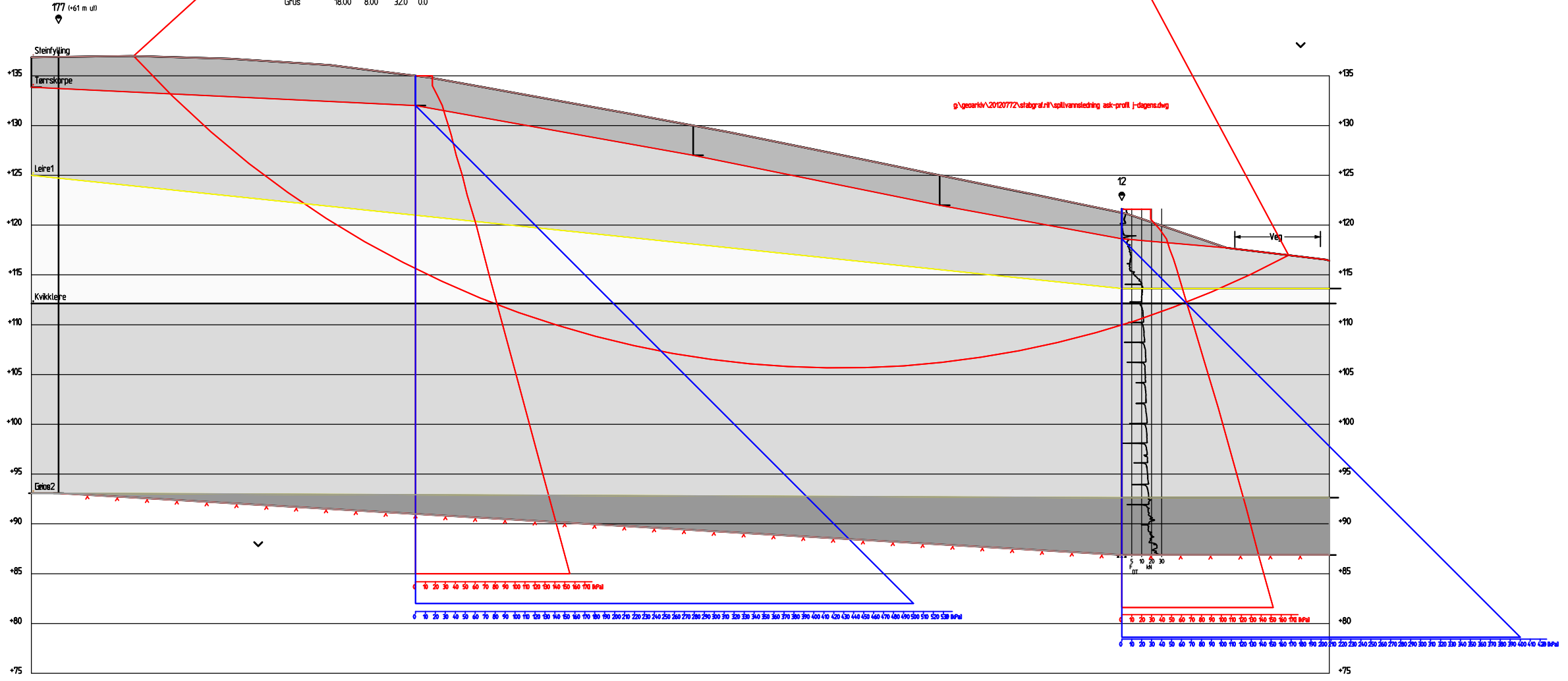
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status	-		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format	A-3L		
Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn	-		
Profil I-I Dagens		Målestokk	1400	NGI	
Udrenert analyse		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		16.12.2013	ZL	BGK	TrV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120772	104		00



Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	320	0.0						
Tærskorpe	19.50	9.50	300	0.0						
Leire1	19.50	9.50				C-prøf	100	0.70	0.40	
Kvikkleire	19.50	9.50				C-prøf	0.85	0.65	0.35	
Leire2	19.50	9.50				C-prøf	100	0.70	0.40	
Grus	18.00	8.00	320	0.0						

Fc=1.18  
 PROF J-J DAGENS-SEK  
 Result file : g:\geotek\20120772\stabgrd\fil\spillvannsledning ask-profil j-dagensR1



Profil J-J  
 1:200

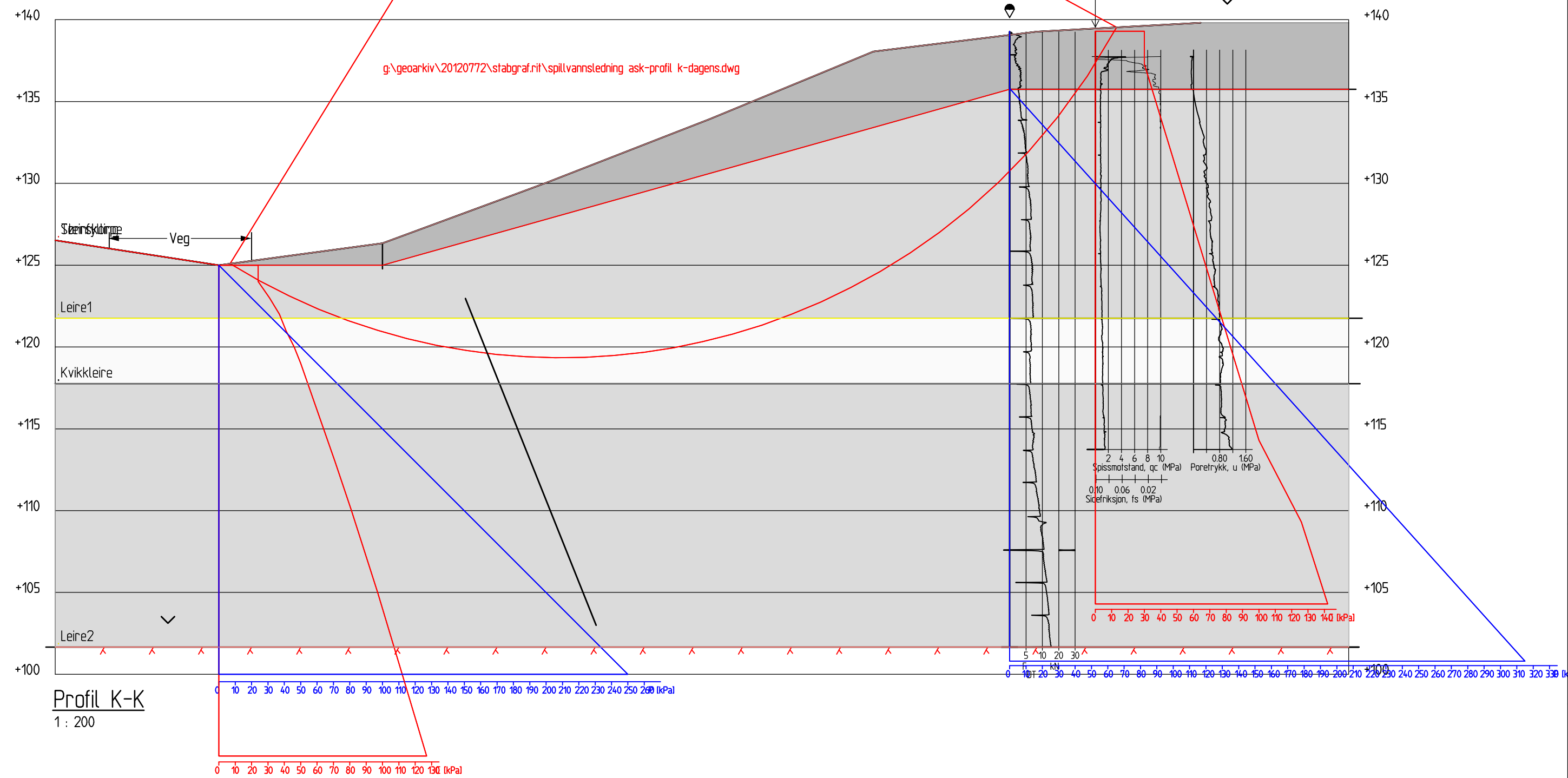
**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ^^ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Spillvannsledning Ask, Gjerdrum kommune		Status		
		Original format		
		A-3L		
		Tegningens filnavn		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Målestokk		
Stabilitetsvurdering		1500		
Profil J-J Dagens				
Udrenert analyse				
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert
		16.12.2013	ZL	BGK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
		20120772	105	TrV 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire1	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire2	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40



Profil K-K  
1 : 200

**FORKLARINGER:**

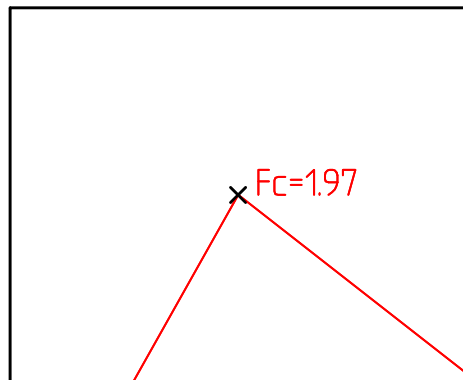
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vinge-boring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status	-		
		Original format	A-3L		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering Stabilitetsvurdering Profil K-K Dagens Udrenert analyse		Tegningens filnavn	-		
		Målestokk	1:250		
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		16.12.2013	ZL	BGK	TrV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120772	106	00	

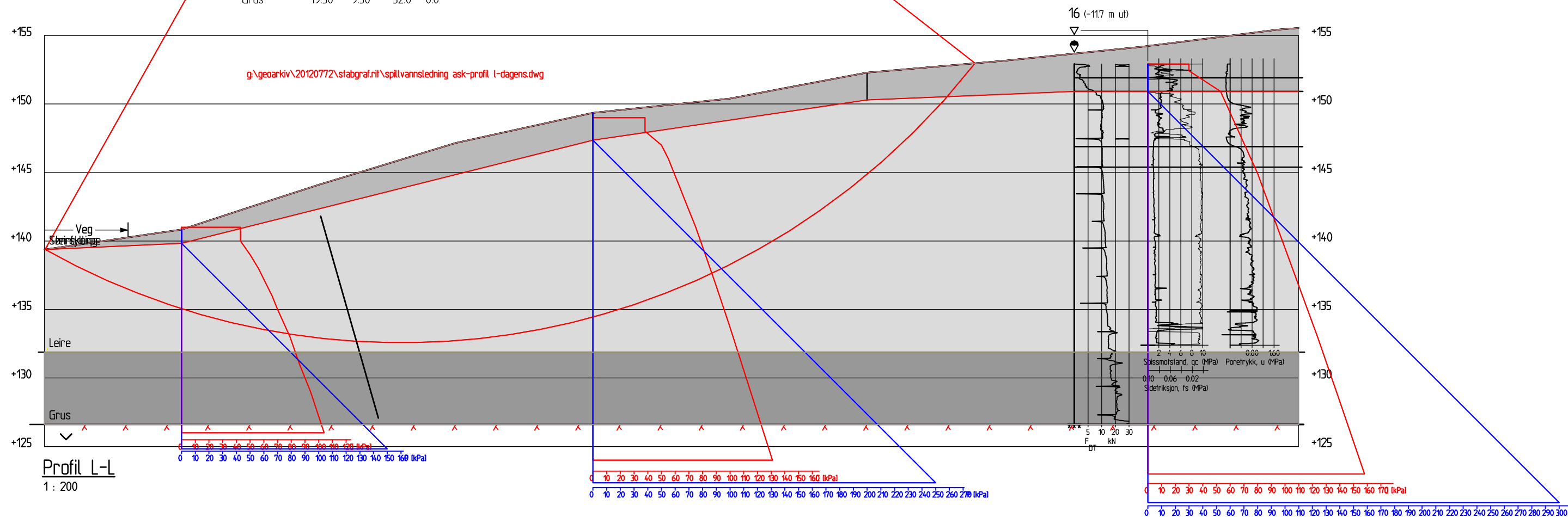


Search area (tangent)



Fc=1.97  
 PROF L-Su-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.nit\spillvannsledning ask-profil l-dagens.R1

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Grus	19.50	9.50	32.0	0.0				



Profil L-L  
 1 : 200

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

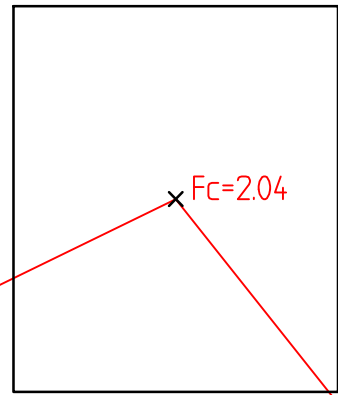
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum  Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering Stabilitetsvurdering Profil L-L Dagens Udrenert analyse		Status		-	
		Original format		A-3L	
		Tegningens filnavn		-	
		Målestokk		1:300	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		16.12.2013	ZL	BGK	TrV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120772	107	00	



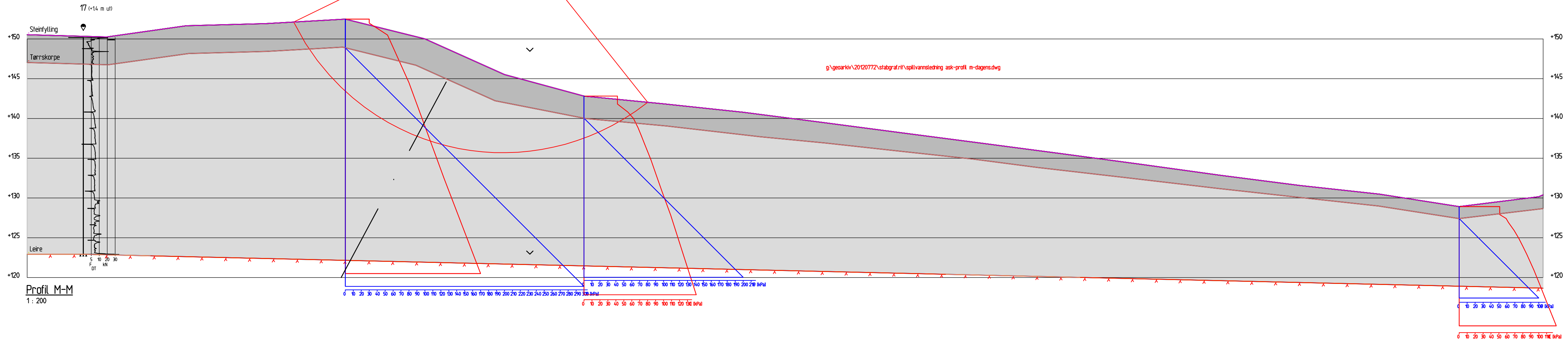


Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40

Search area (tangent)



Fc=2.04  
 PROF: H-Su-DAGENS-SIRK  
 Result file: g:\geotekn\20120772\stabgraf.nl\spillvannsledning ask-profil m-dagens.R1



Profil M-M  
1: 200

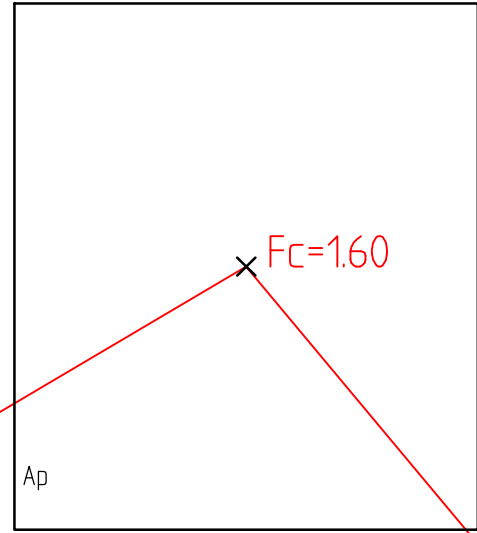
**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

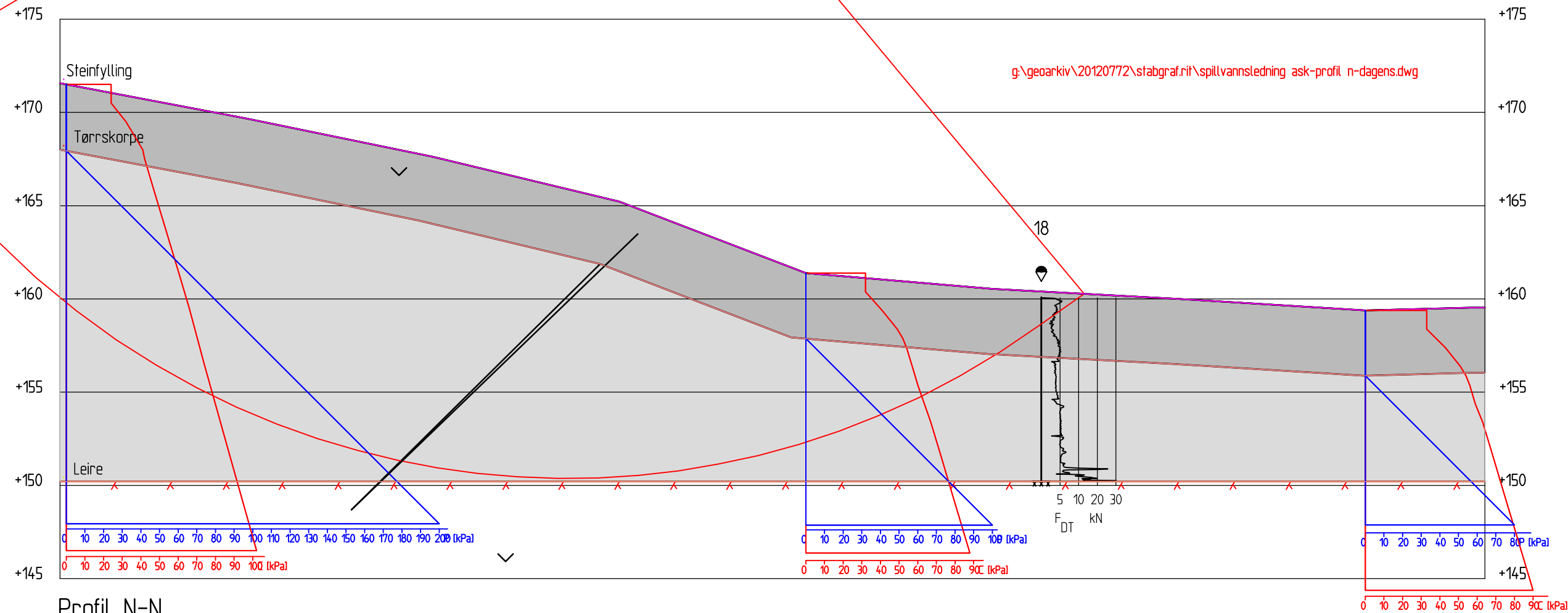
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status		-	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format		A-3LL	
Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn		-	
Profil M-M Dagens		Målestokk		1:333	
Udrenert analyse		NGI		-	
NGI Sognsveien 72 - 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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		16.12.2013	ZL	BGK	Tr-V
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120772	108	00	

Search area (tangent)



Fc=1.60  
 PROF N-Su-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rif\spillvannsledning ask-profil n-dagens.R1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørreskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40



Profil N-N  
 1 : 200

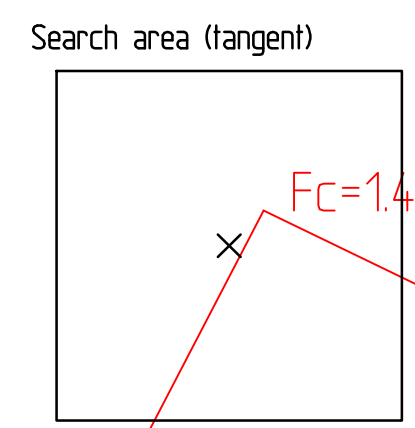
**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ^^ Fjell i dagen

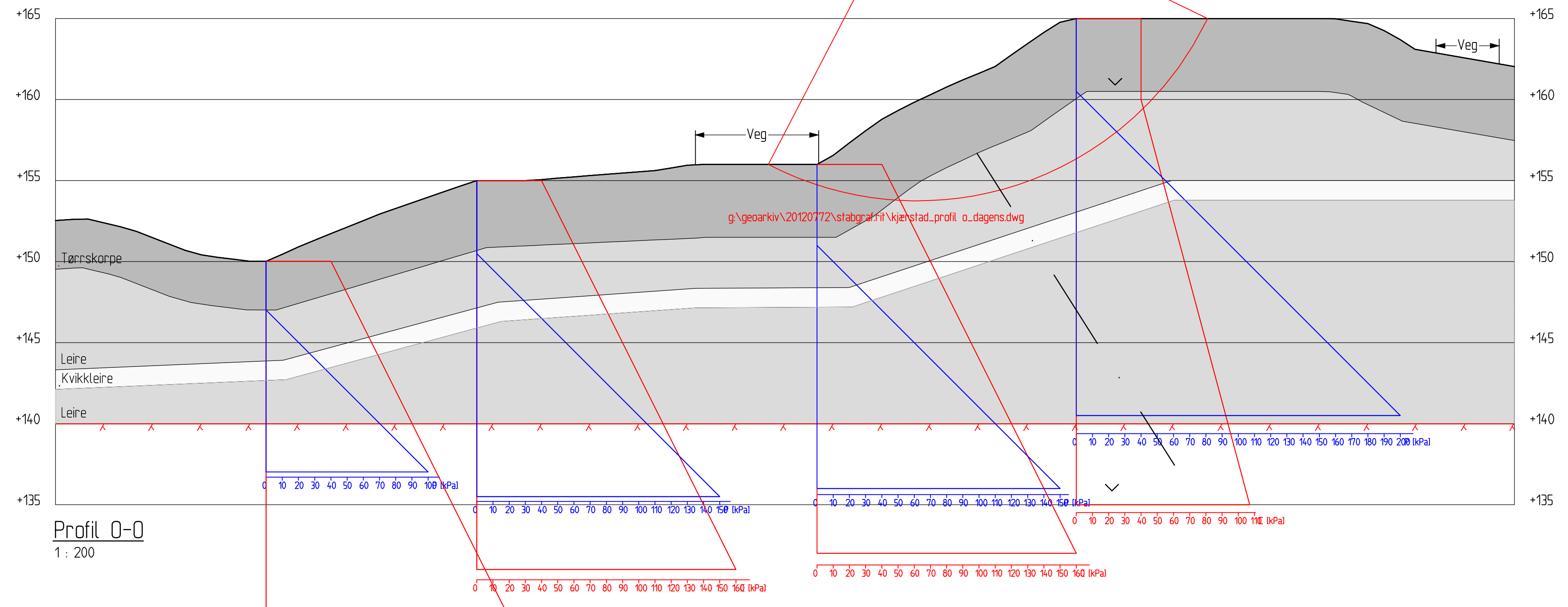
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status	-		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format	A-3L		
Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn	-		
Udrenert analyse		Målestokk	1:250		
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 16.12.2013 Oppdragsnr. 20120772	Konstr./Tegnet ZL Tegningsnr. 109	Kontrollert BGK	Godkjent TrV Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	19.00	420	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40



Fc=1.40  
 PROF 0-Su-DAGENS-LOKAL SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rif\kjerstad\_profil\_o\_dagens.R1



Profil 0-0  
1 : 200

**FORKLARINGER:**

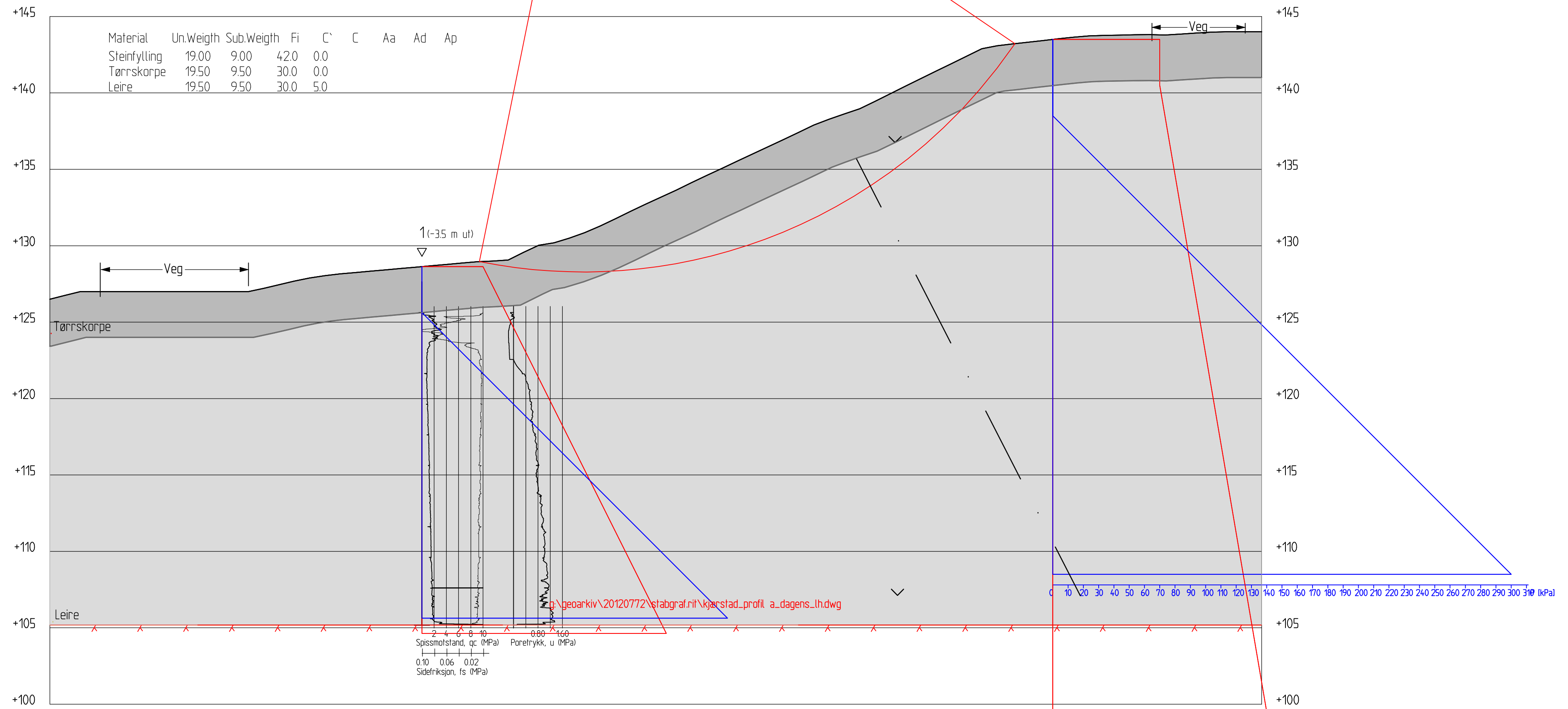
- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status		-	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format		A-3LL	
Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn		-	
Profil 0-0 Dagens		Målestokk	1200		
Udrenert analyse		NGI		NGI	
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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		16.12.2013	LaH	BGK	TrV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
20120772		110		00	

$F_c \varphi = 1.41$

Fctj=1,41  
 PROF A-aFi-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rit\kjarstad\_profil\_a\_dagens\_lh.R2



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				

Profil A-A  
 1 : 200

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksoneering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

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

**Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum**

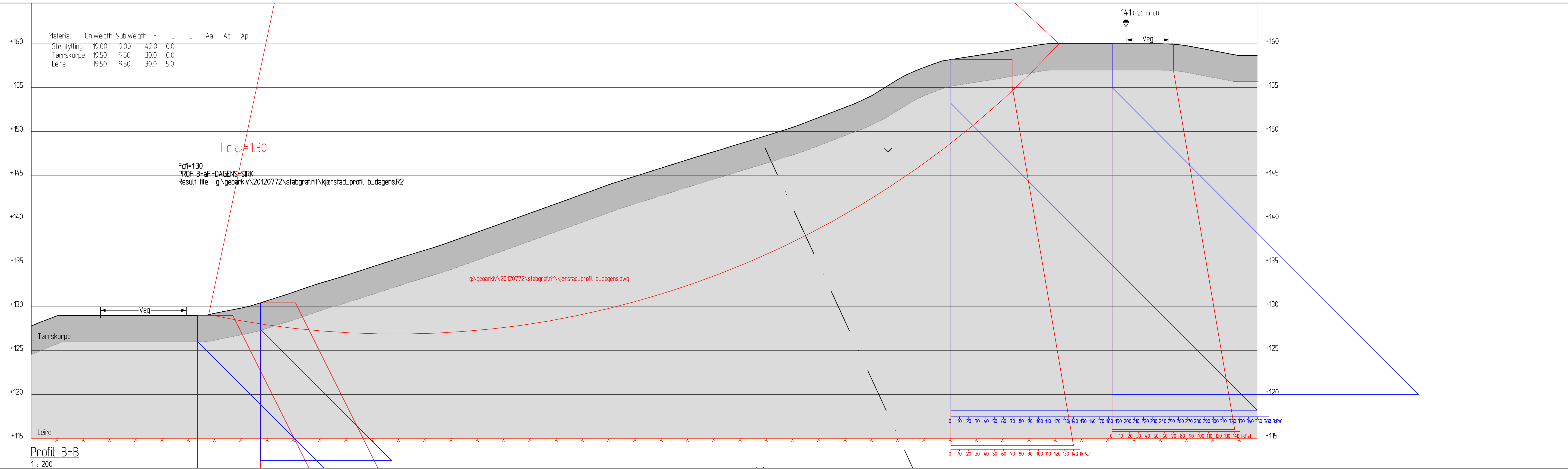
Status: Original format  
 A-3LL  
 Tegningens filnavn

Grunundersøkelser og Stabilitetsvurdering  
 Stabilitetsvurdering  
 Profil A-A Dagens  
 Drenert analyse

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: 16.12.2013 Oppdragsnr.: 20120772	Konstr./Tegnet: LaH Tegningsnr.: 111	Kontrollert: BGK	Godkjent: Tr V
---	---	---	------------------	----------------



- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreieltrykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

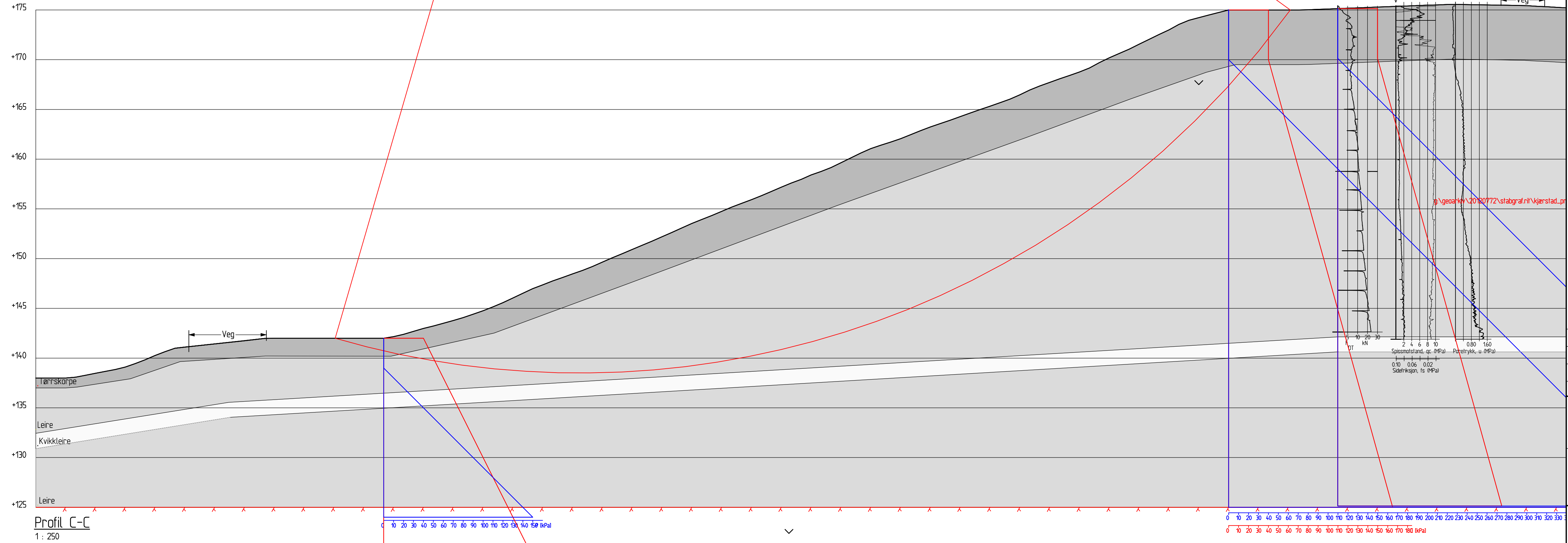
Borhull nr.            Terreng (bunn) kote            Boret dybde + (boret i fjell)             
 Antatt fjellkote           

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status		Original format	
				A-3LLL	
				Tegningens filnavn	
				-	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Målestokk		1:200	
Stabilitetsvurdering				NGI	
Profil B-B Dagens					
Drenert analyse					
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 16.12.2013	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent TrV
		Oppdragsnr. 20120772	Tegningsnr. 112	Rev. 00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørsskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				

$F_c \varphi = 1.13$

Fc=1.13  
 PROF C-aFi-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geotekn\20120772\stabgraf\rit\kjerstad\_profil\_c\_dagens.R2



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊕ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

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

**Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum**

Status: Original format  
 A-3LL  
 Tegningens filnavn

Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering  
 Stabilitetsvurdering  
 Profil C-C Dagens  
 Drenert analyse

Målestokk: 1:250

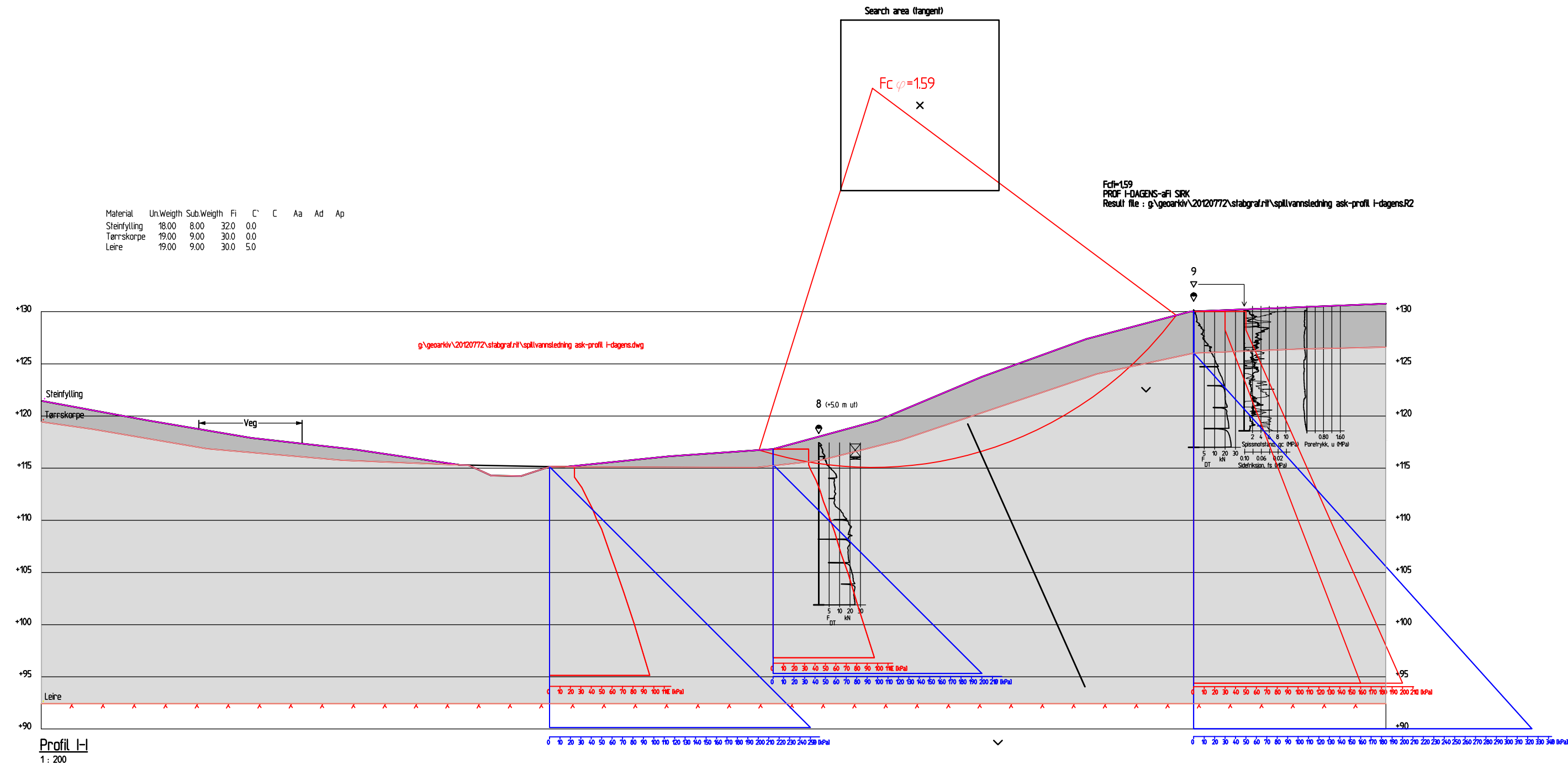


NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 16.12.2013 Oppdragsnr.: 20120772	Konstr./Tegnet: LaH Tegningsnr.: 113	Kontrollert: BGK	Godkjent: TrV
---	---	---	------------------	---------------

Rev. 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	5.0				



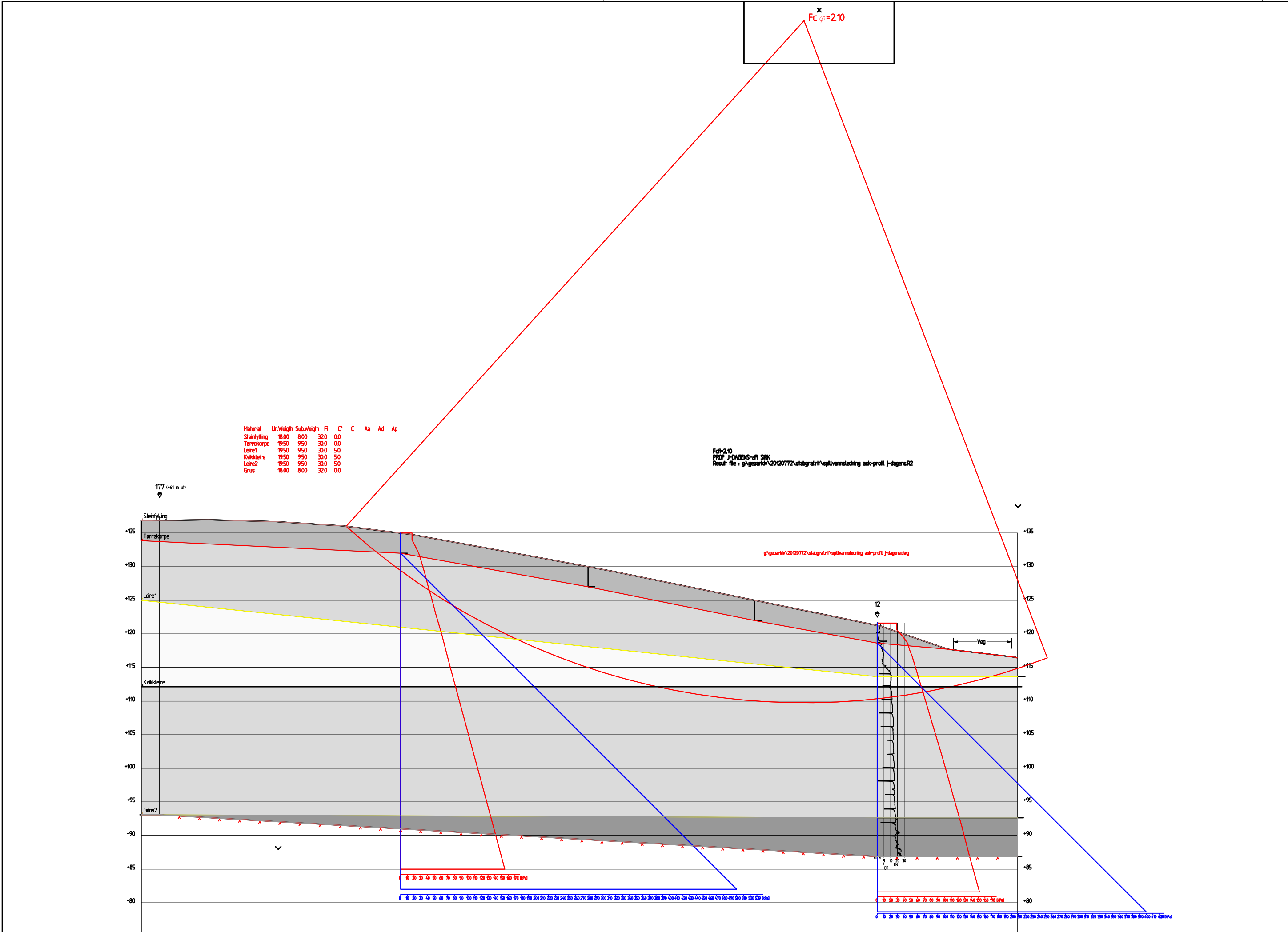
Fc=1.59  
PROF I-DAGENS-aFI SIRK  
Result file : g:\geotekn\20120772\stabgrat\spillvannsledning\_ask-profil\_I-dagens.R2

### FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status	-		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Original format	A-3L		
Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn	-		
Profil I-I Dagens		Målestokk	1:400	NGI	
Drenert analyse		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		16.12.2013	ZL	BGK	TrV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20120772	114		00



### FORKLARINGER:

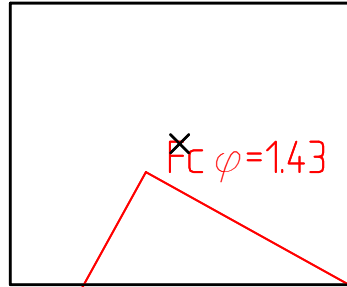
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status —			
		Original format A-3L			
		Tegningens filnavn —			
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering Stabilitetsvurdering Profil J-J Dagens Drenert analyse		Målestokk 1500			
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 16.12.2013 Oppdragsnr. 20120772	Konstr./Tegnet ZL Tegningsnr. 115	Kontrollert BGK	Godkjent TrV Rev. 00

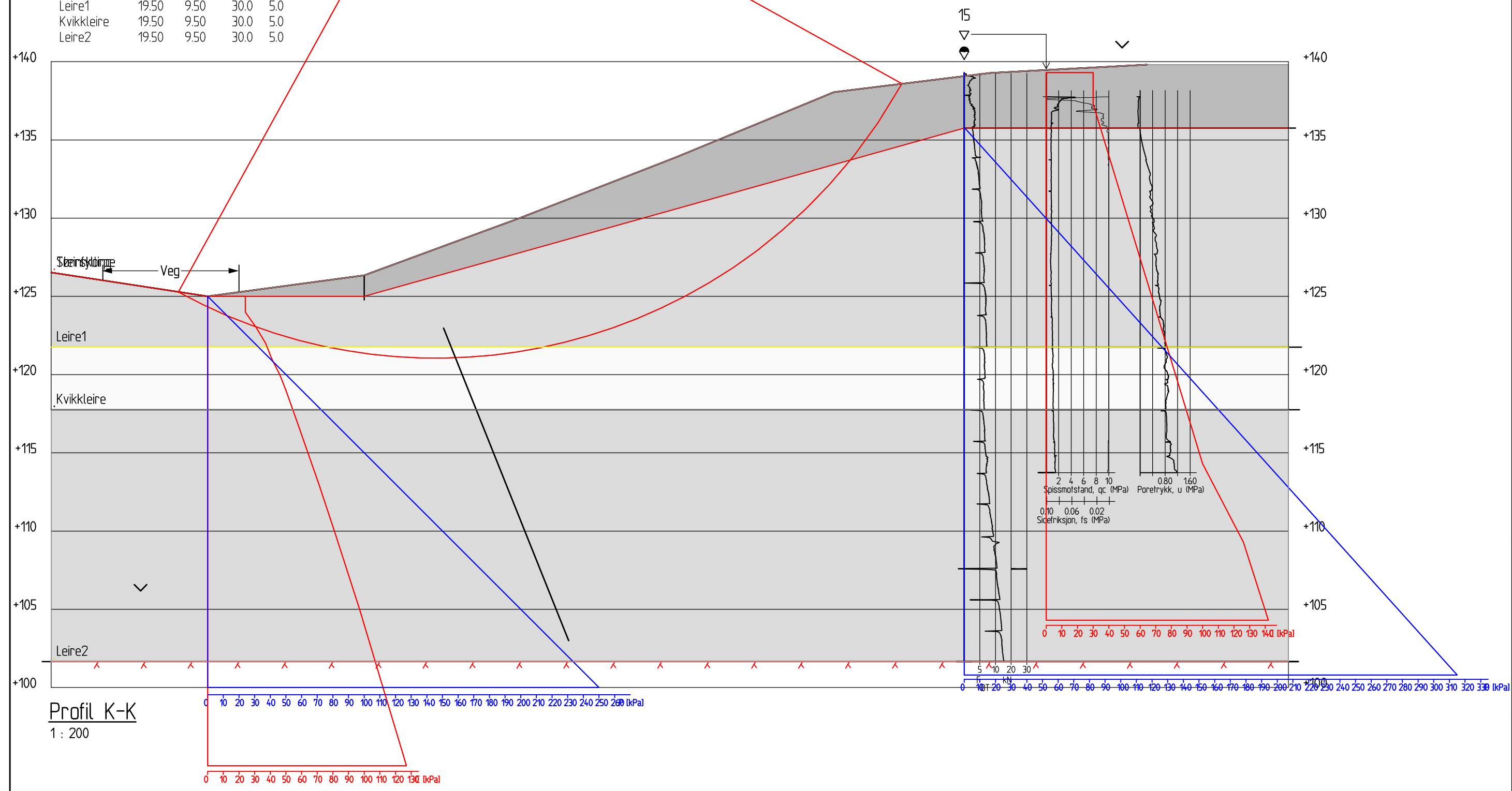


Search area (tangent)



Fcφ=1.43  
 PROF K-DAGENS-aFi SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rif\spillvannsledning\_ask-profil\_k-dagens.R1


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire1	19.50	9.50	30.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Leire2	19.50	9.50	30.0	5.0				



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

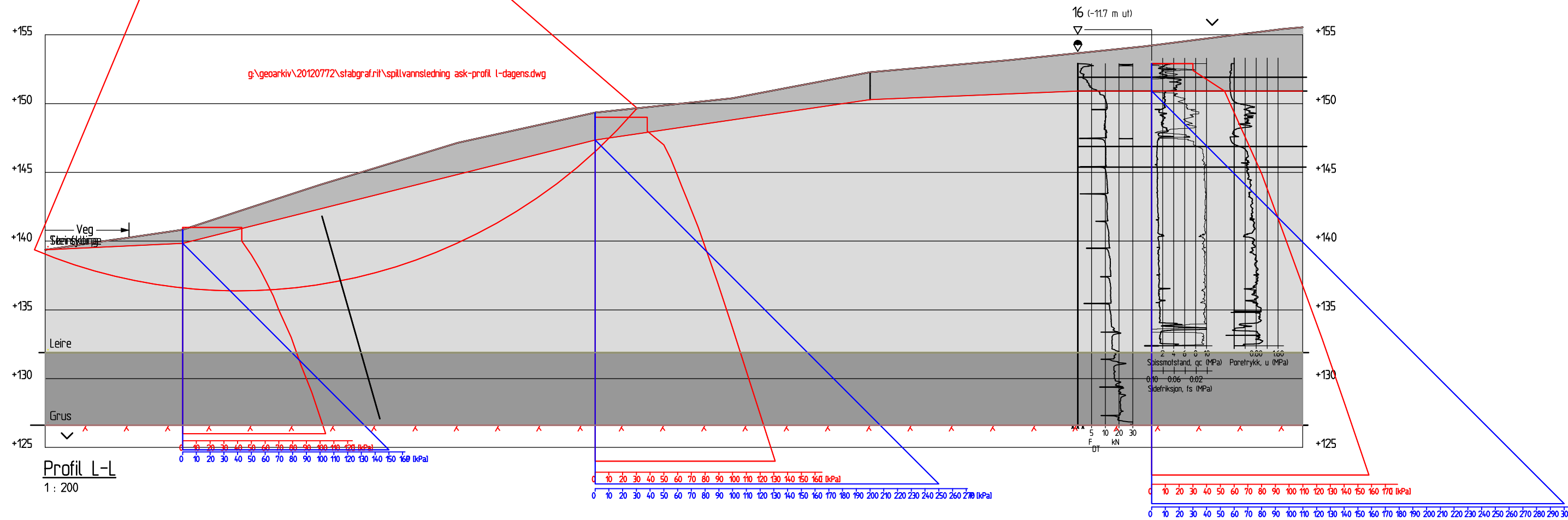
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<p>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum</p> <p>Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering                      Stabilitetsvurdering                      Profil K-K Dagens                      Drenert analyse</p>		<p>Status                      Original format                      A-3L                      Tegningens filnavn</p>		<p>Målestokk                      1:250</p> 	
<p>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</p>		<p>Dato                      16.12.2013</p> <p>Oppdragsnr.                      20120772</p>	<p>Konstr./Tegnet                      ZL</p> <p>Tegningsnr.                      116</p>	<p>Kontrollert                      BGK</p>	<p>Godkjent                      TrV</p> <p>Rev.                      00</p>

Search area (tangent)

$F_c \varphi = 1.81$

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Grus	19.50	9.50	32.0	0.0				


F<sub>ct</sub>=1.81  
 PROF L-DAGENS-aFI SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rtf\spillvannsledning ask-profil l-dagens.R2



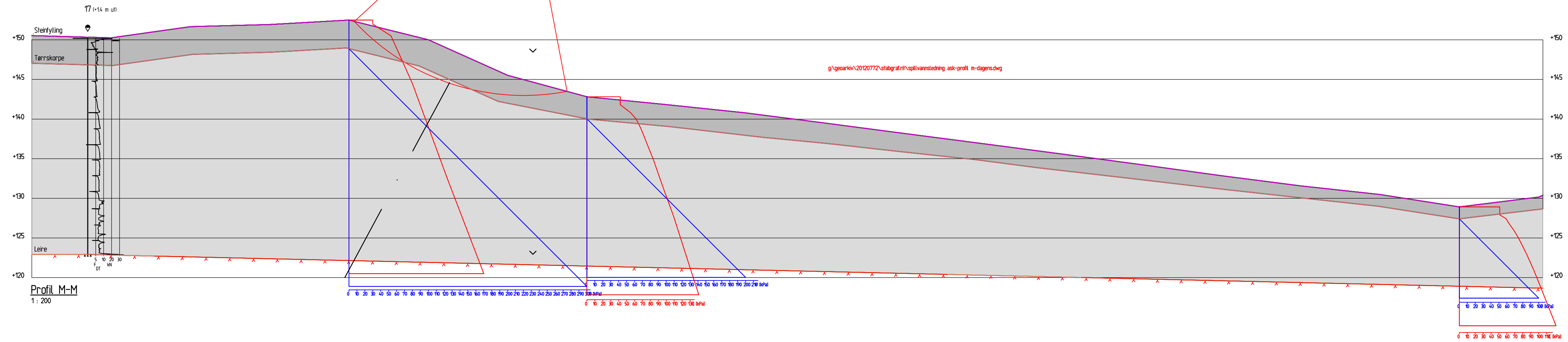
### FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ^^ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum</b> Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering Stabilitetsvurdering Profil L-L Dagens Drenert analyse		Status Original format A-3L Tegningens filnavn Målestokk <b>1:300</b>		 Godkjent TrV <b>00</b>	
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 16.12.2013 Oppdragsnr. <b>20120772</b>	Konstr./Tegnet ZL Tegningsnr. <b>117</b>	Kontrollert BGK	Godkjent TrV <b>00</b>

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	1900	900	420	0.0				
Tørnskorpe	1950	950	300	0.0				
Leire	1950	950	300	5.0				



Fcl=184  
 PROF M-M-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoteknik\20120772\stabgraf\spillvannsledning ask-profil m-dagens.R2

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ⊕ Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

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

**Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum**  
 Status: -  
 Original format: A-3LL  
 Tegningens filnavn: -

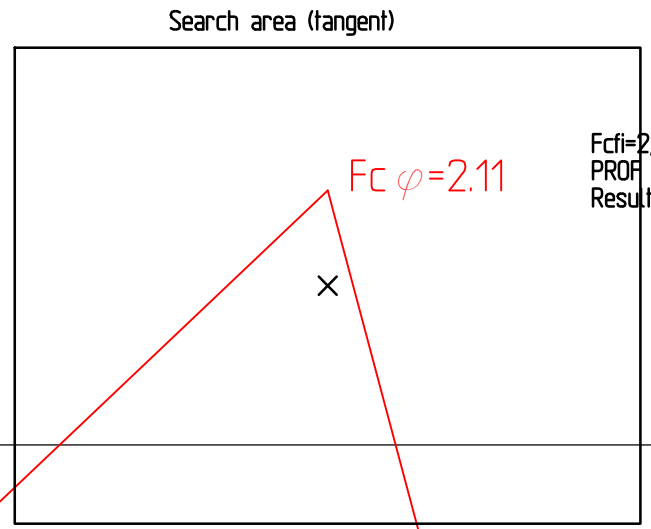
Grunundersøkelser og Stabilitetsvurdering  
 Stabilitetsvurdering  
 Profil M-M Dagens  
 Drenert analyse

Målestokk: 1:333

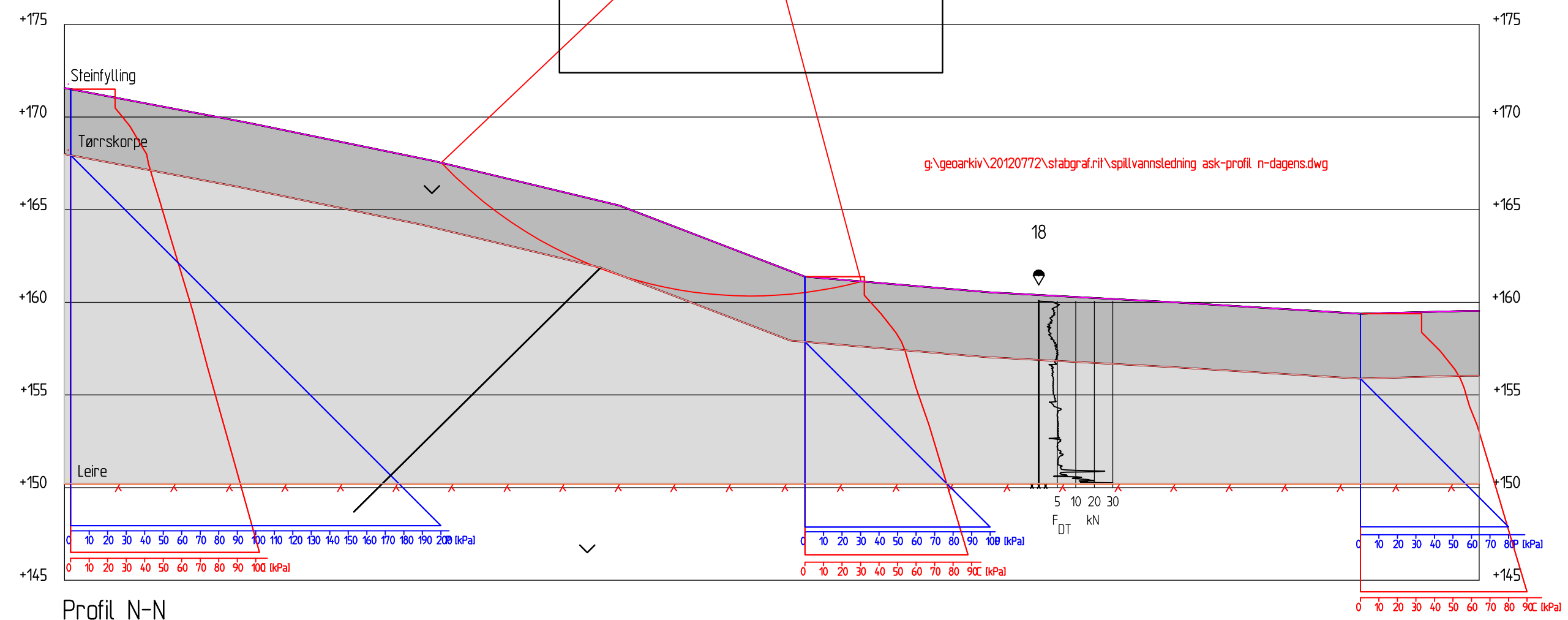


NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 16.12.2013 Oppdragsnr.: 20120772	Konstr./Tegnet: ZL Tegningsnr.: 118	Kontrollert: BGK	Godkjent: Tr-V	Rev.: 00
---	---	--	------------------	----------------	----------

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				



Fcfi=2,11  
 PROF N-aFi-DAGENS-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rif\spillvannsledning ask-profil n-dagens.R2



Profil N-N  
 1 : 200

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ^^ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

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

**Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum**

Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering  
 Stabilitetsvurdering  
 Profil N-N Dagens  
 Drenert analyse

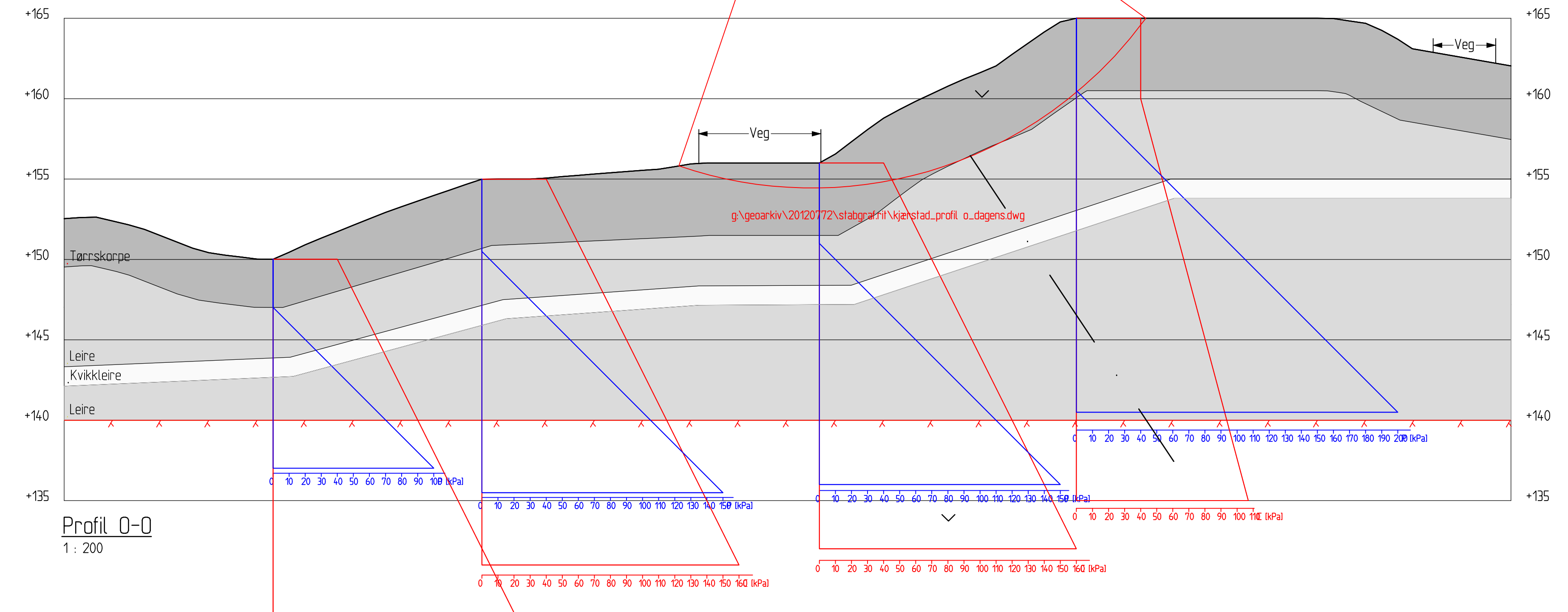
Målestokk  
 1:250

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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	16.12.2013	ZL	BGK	TrV
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
	20120772	119		00

×  
 $F_c \varphi = 1.60$

Fcfi=1,60  
 PROF 0-aFi-DAGENS-LOKAL SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rit\kjarstad\_profil\_o\_dagens.R2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	19.00	42.0	0.0				
Tørsskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				

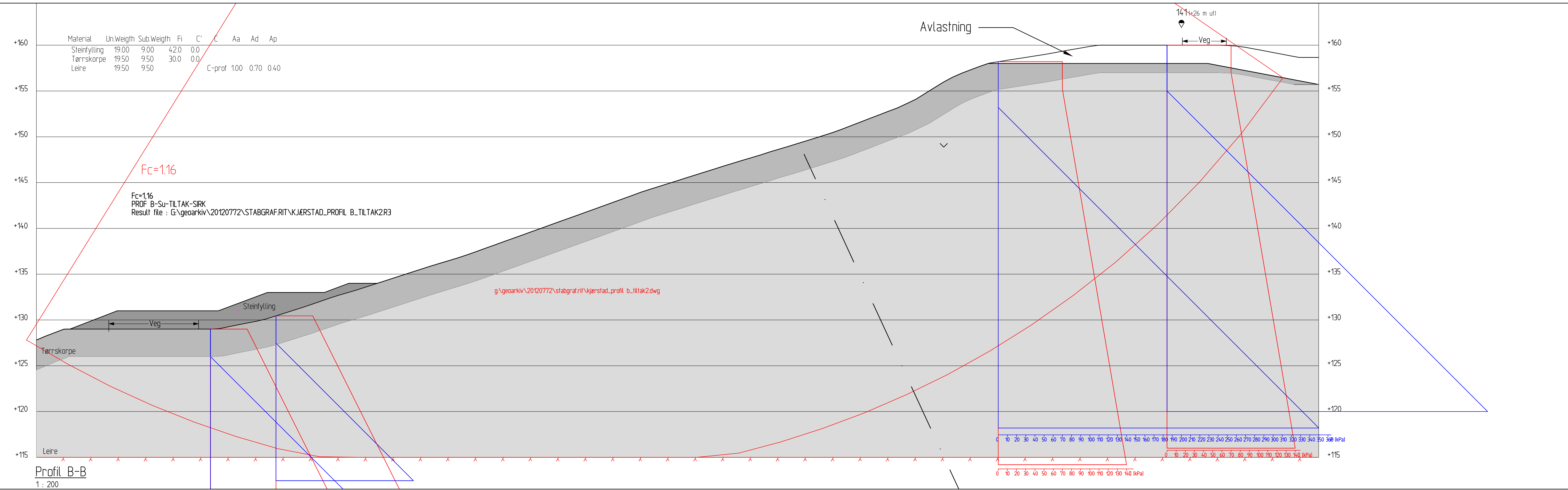


**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Målestokk		1200	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		NGI			
Stabilitetsvurdering		16.12.2103		Konstr./Tegnet	
Profil 0-0 Dagens		20120772		LaH	
Drenert analyse		120		Kontrollert	
NGI		120		BGK	
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		20120772		Godkjent	
NO-0806 Oslo, Norway		120		Tr-V	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		00			
www.ngi.no					



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreieltrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.            Terreng (bunn) kote            Boret dybde + (boret i fjell)             
 Antatt fjellkote           

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status		Original format	
				A-3.LLL	
				Tegningens filnavn	
				-	
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Målestokk	NGI		
Stabilitetsvurdering		1:200			
Profil B-B Tiltak					
Udrenert analyse					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		16.12.2013	LaH	BGK	TrV
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20120772	121	00	
www.ngi.no					



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.70	0.40	
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof 0.85	0.65	0.35	
Leire	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.70	0.40	

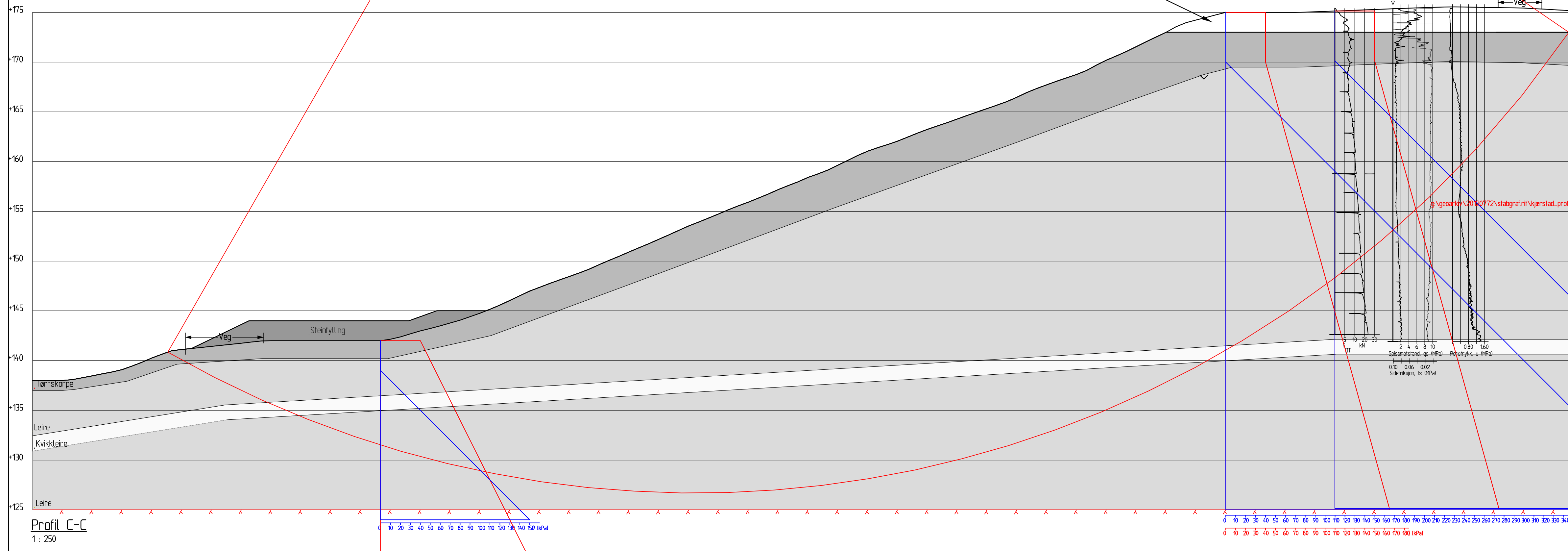
Fc=0.93  
 Fc=0.93  
 PROF C-Su-TILTAK-SIRK  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rtf\kjerstad\_profil\_c\_tiltak.R3

**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

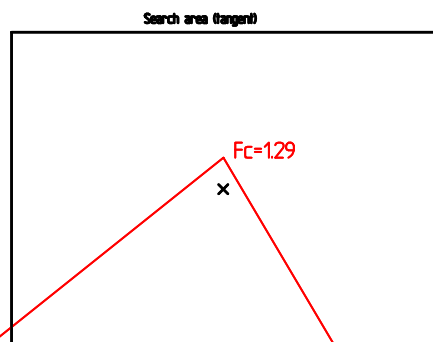
Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Merk: Ikke nok forbedring i henhold til NVEs retningslinjer



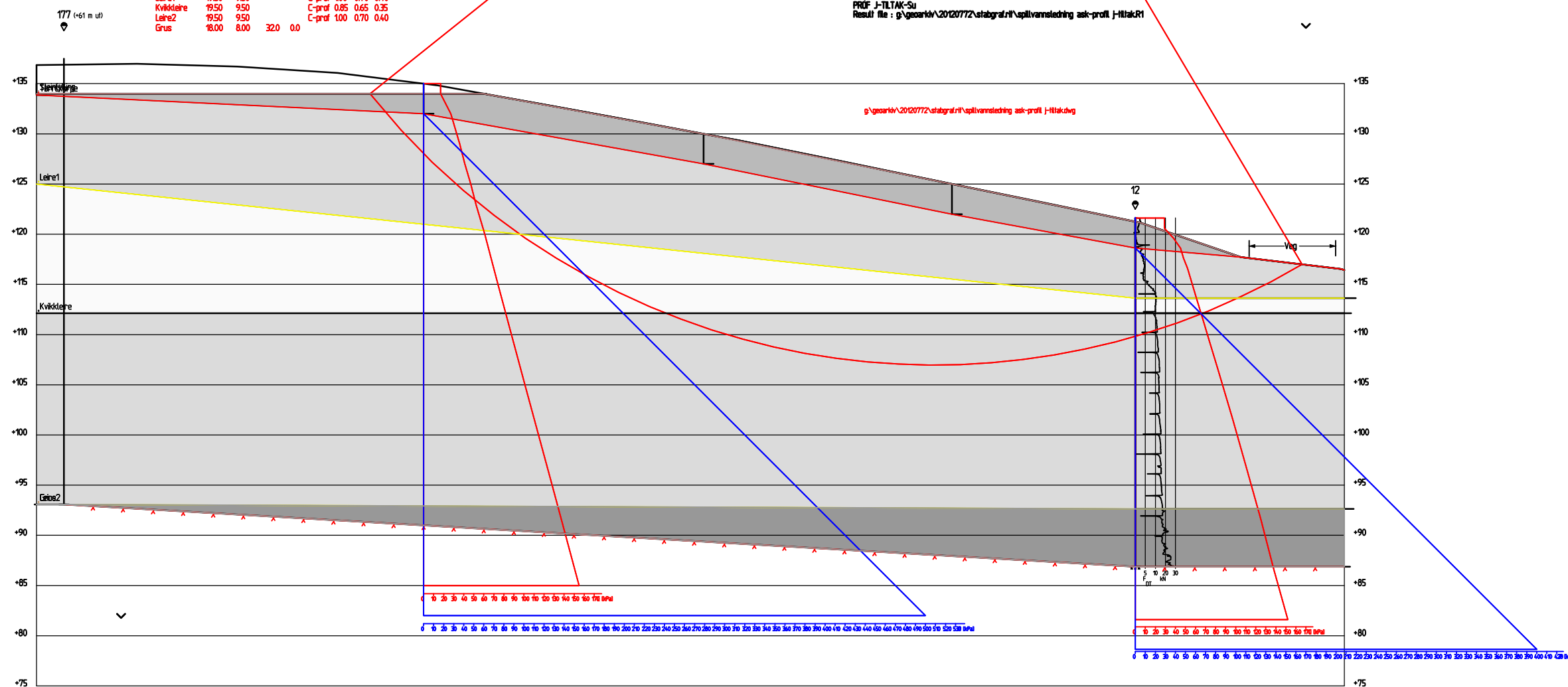
Profil C-C  
1 : 250

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Målestokk			
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering Stabilitetsvurdering Profil C-C Tiltak Udrenert analyse		1:250			
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 16.12.2013	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent Tr-V
		Oppdragsnr. 20120772	Tegningsnr. 122	Rev. 00	



Material	Un.Weight	Sub.Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Terrskarpe	9.50	9.50	30.0	0.0				
Leire1	9.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	9.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire2	9.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Grus	18.00	8.00	32.0	0.0				

F=129  
 PROF J-TILTAK-Su  
 Result file : g:\geotek\20120772\stabgraf\1\spillevannledning ask-profil J-Tiltak.R1



Profil J-J  
 1: 200

### FORKLARINGER:

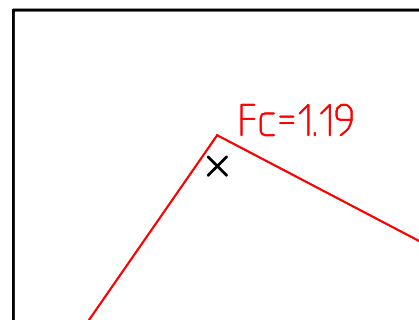
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Spillevannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum		Status	Original format		
Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering		Tegningens filnavn	-		
Stabilitetsvurdering		Målestokk	1500		
Profil J-J Tiltak		NGI		Godkjent	
Udrenert analyse		1500		TrV	
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 16.12.2013	Konstr./Tegnet ZL	Kontrollert BGK	Godkjent TrV
		Oppdragsnr. 20120772	Tegningsnr. 123	Rev. 00	

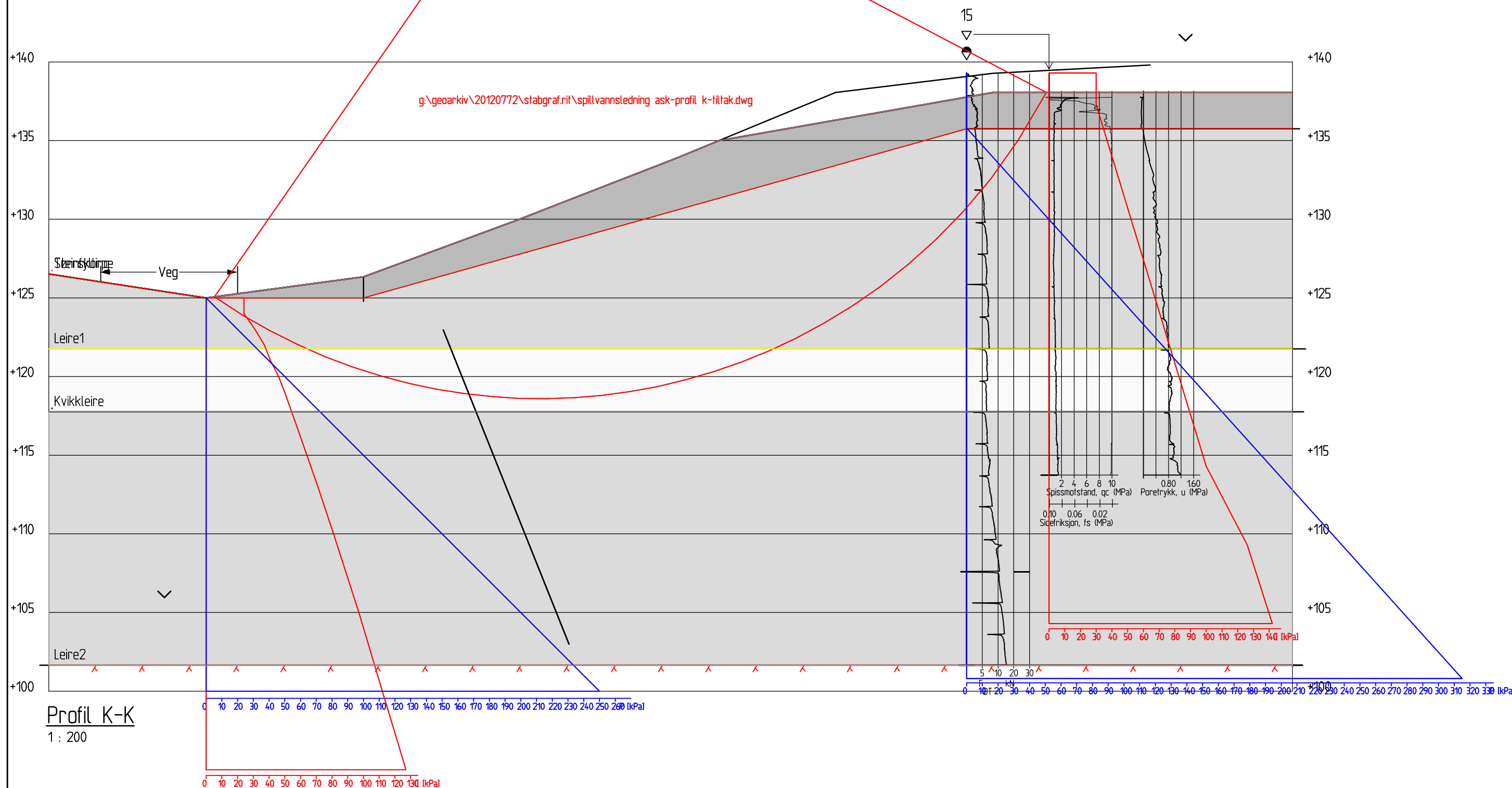


Search area (tangent)



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	18.00	8.00	32.0	0.0				
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire1	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.65	0.35
Leire2	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40

Fc=1,19  
 PROF K-TILTAK-Su  
 Result file : g:\geoarkiv\20120772\stabgraf.rit\spillvannledning ask-profil k-tiltak.R1

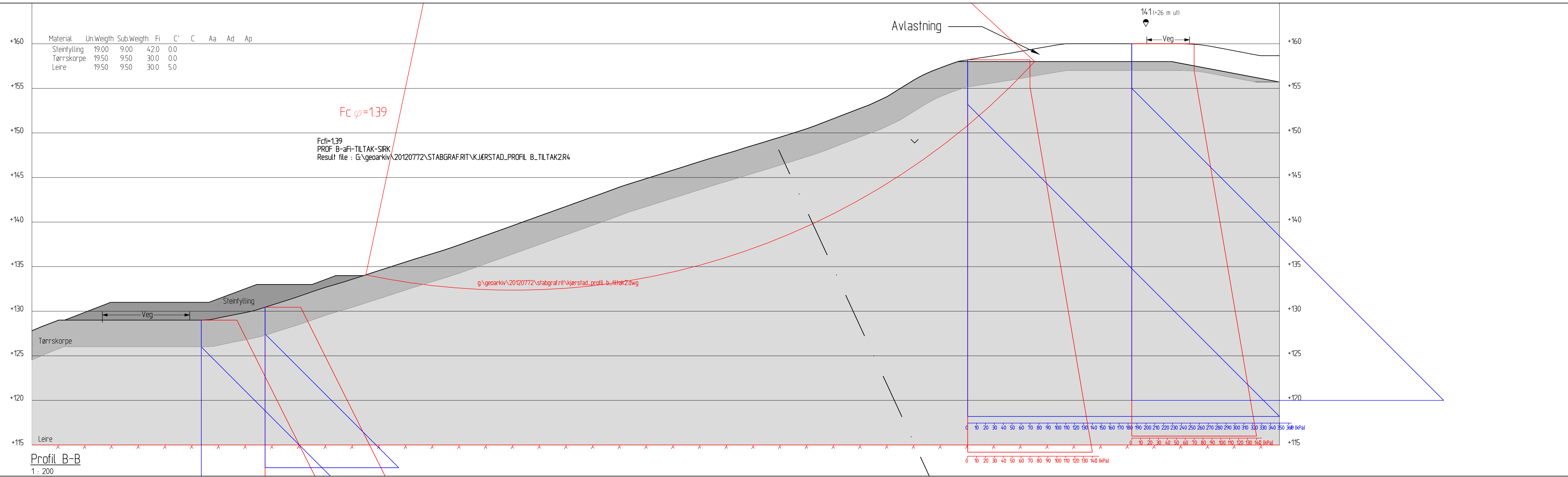


**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<p><b>Spillvannledning Solheim-Ask, Gjerdrum</b></p> <p>Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering                  Stabilitetsvurdering                  Profil K-K Tiltak                  Udrenert analyse</p>		Status Original format A-3L Tegningens filnavn Målestokk 1:250			
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 16.12.2013 Oppdragsnr. 20120772	Konstr./Tegnet ZL Tegningsnr. 124	Kontrollert BGK	Godkjent TrV Rev. 00



- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreietrykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingebooring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

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

Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum

Status

Original format

A-3LLL

Tegningens filnavn

Målestokk

Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering

Stabilitetsvurdering

Profil B-B Tiltak

Drenert analyse

Målestokk

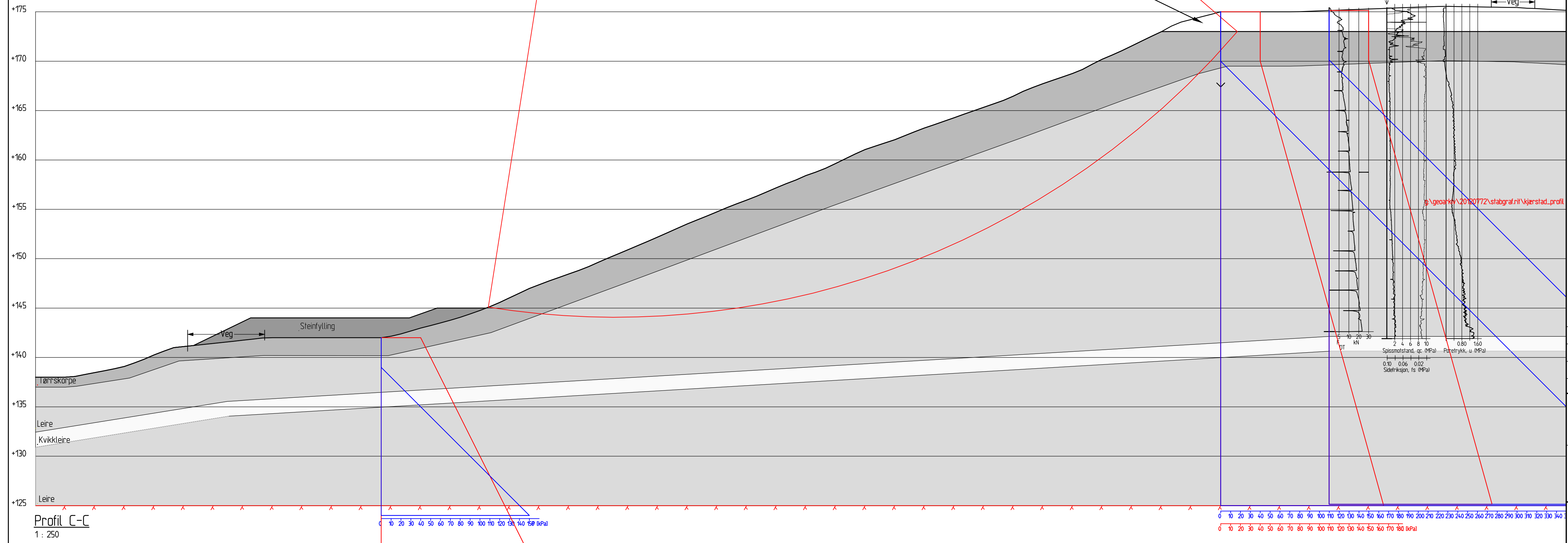
1:200

NGI

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 16.12.2013	Konstr./Tegnet LaH	Kontrollert BGK	Godkjent TrV
Oppdragsnr. 20120772	Tegningsnr. 125	Rev. 00		

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	19.00	9.00	420	0.0				
Tørreskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	30.0	5.0				
Leire	19.50	9.50	30.0	5.0				

$F_c \varphi = 1.19$   
 Fcfi=1.19  
 PROF C-aFi-TILTAK-SIRK  
 Result file : g:\geotekn\20120772\stabgraf.rit\kjerstad\_profil\_c\_tiltakR4



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Merk: Ikke nok forbedring i henhold til NVEs retningslinjer

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

**Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum**  
 Status: Original format  
 A-3LL  
 Tegningens filnavn: -

Grunnundersøkelser og Stabilitetsvurdering  
 Stabilitetsvurdering  
 Profil C-C Tiltak  
 Drenert analyse

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: 16.12.2013 Oppdragsnr.: 20120772	Konstr./Tegnet: LaH Tegningsnr.: 126	Kontrollert: BGK	Godkjent: Tr-V
---	---	---	------------------	----------------



00



# Vedlegg A - Dreietrykksonderinger

## Innhold

<b>A1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>A2 Resultater</b>	<b>2</b>
<b>A3 Referanser</b>	<b>2</b>

## Figurer

Figur A1 – A18

## **1 Metode**

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Metoden gir ikke sikker påvisning av fjell.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

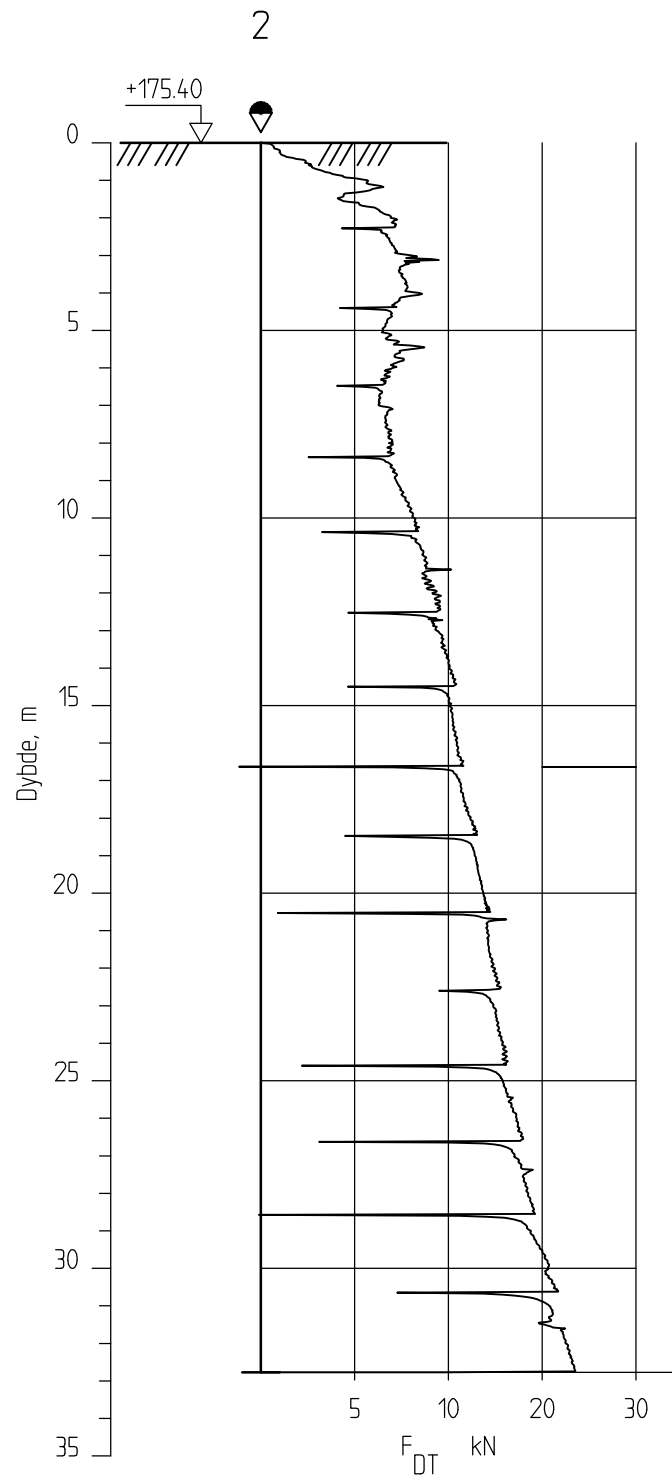
## **2 Resultater**

Resultatene er vist som enkeltboringer på Figur A1 – A18.

## **3 Referanser**

/A1/ Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Veiledning for utførelse av dreietrykksondering. Melding nr. 7, rev. nr. 1, 1989.

/A2/ Statens vegvesen, 1997. Håndbok 015. Feltundersøkelser.



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A1

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

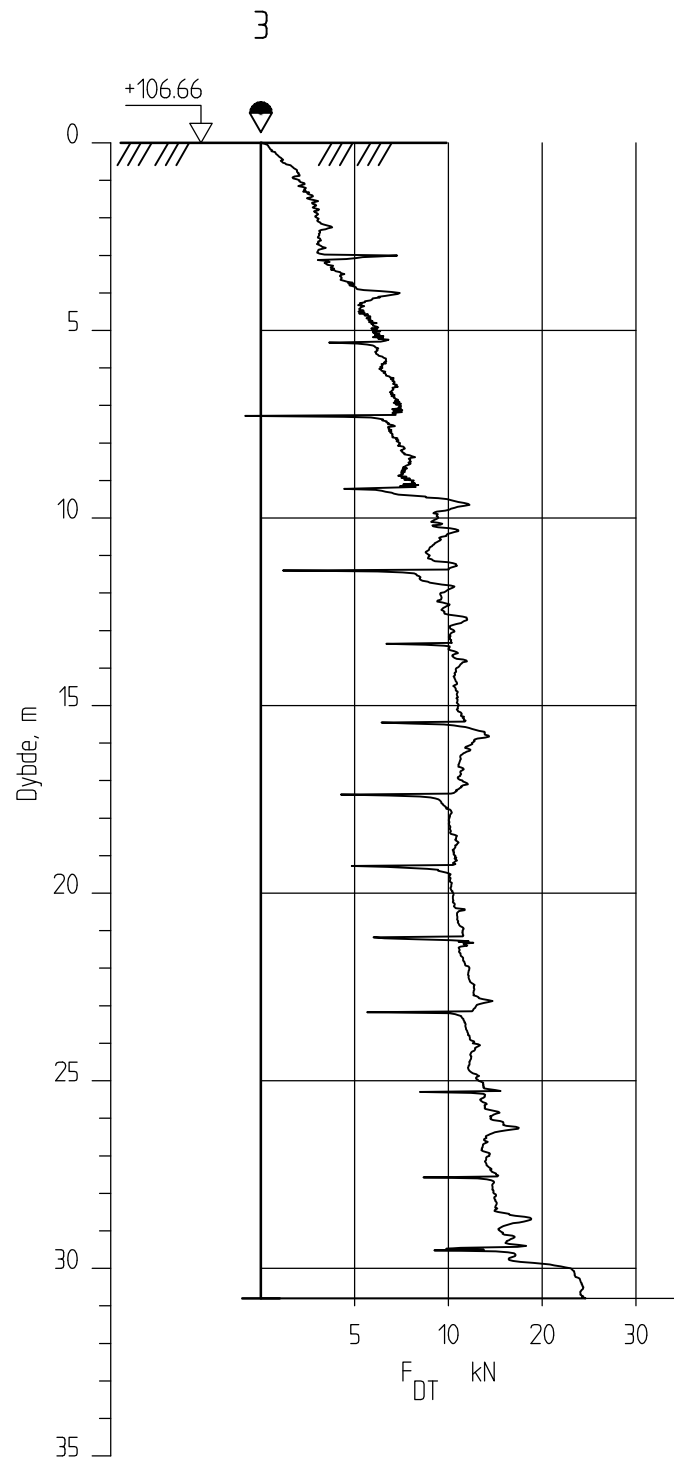
Borhull 2  
Posisjon: X 6664023.18 Y 613756.93

Dato boret :29.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A2

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

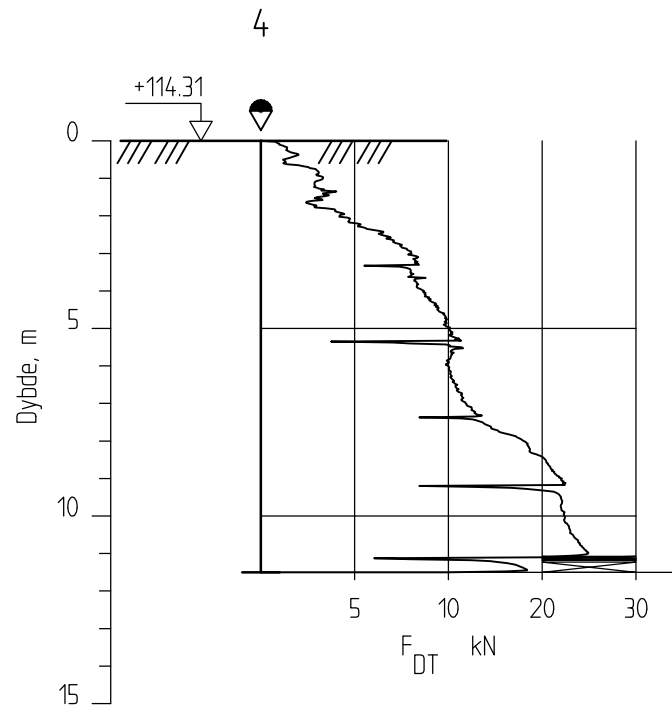
Borhull 3  
Posisjon: X 6661840.93 Y 614754.66

Dato boret :13.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A3

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 4  
Posisjon: X 6661936.75 Y 614790.09

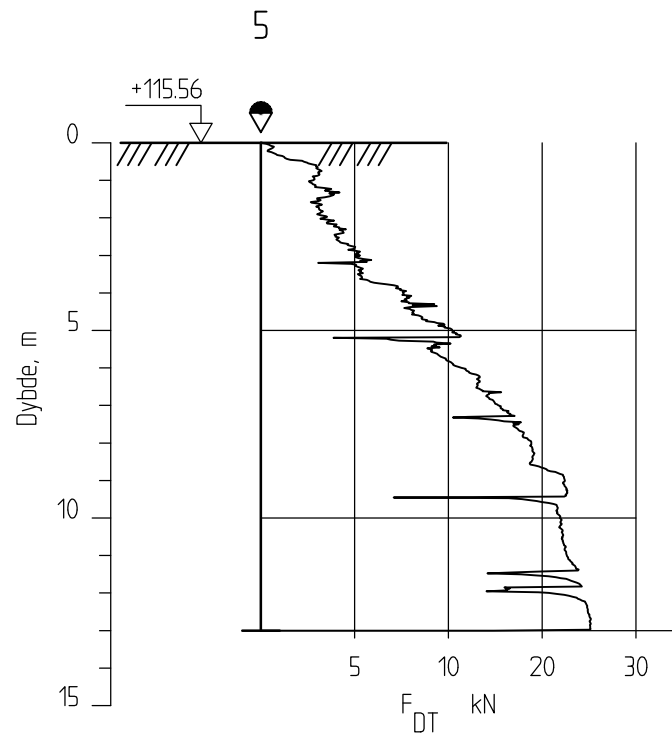
Dato boret :13.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV







Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A4

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

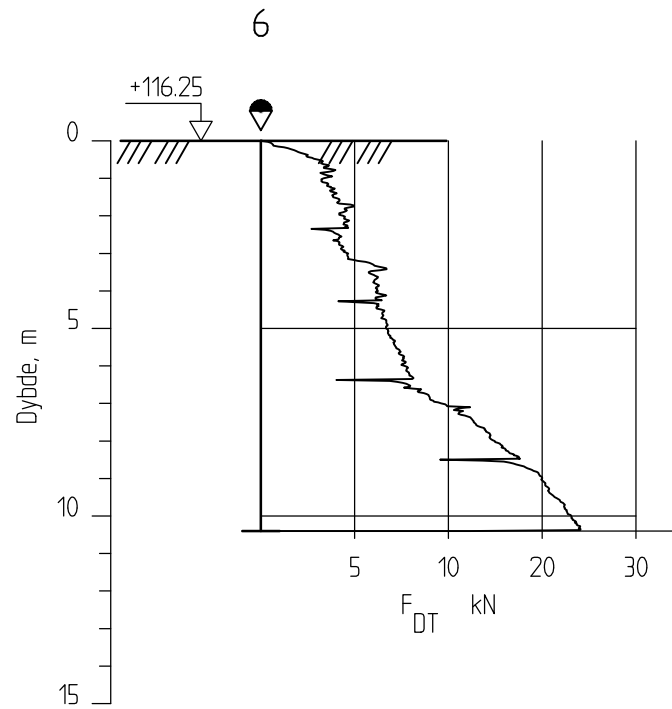
Borhull 5  
Posisjon: X 6661826.51 Y 614796.65

Dato boret :13.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A5

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

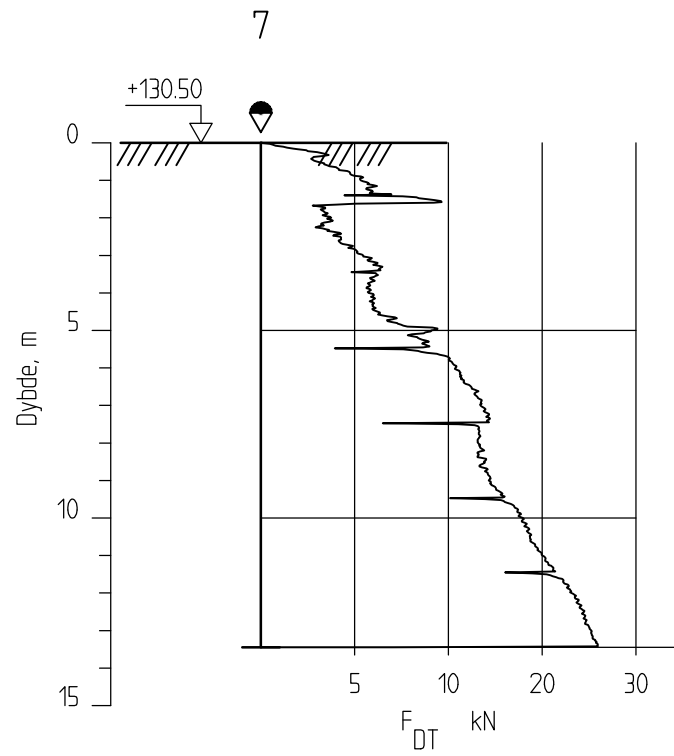
Borhull 6  
Posisjon: X 6661710.63 Y 614796.37

Dato boret :29.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A6

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

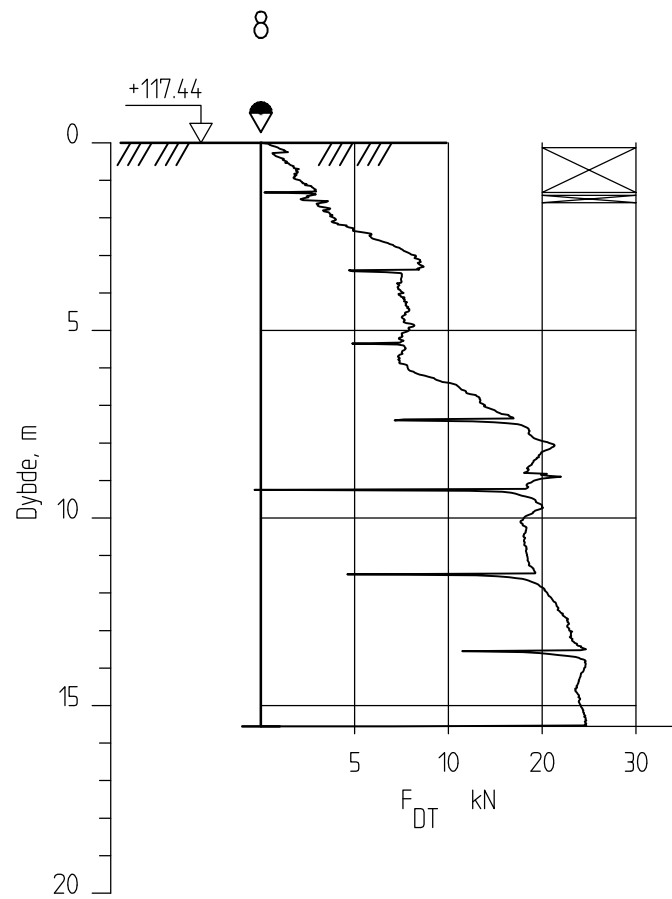
Borhull 7  
Posisjon: X 6661756.52 Y 614910.67

Dato boret :29.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A7

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

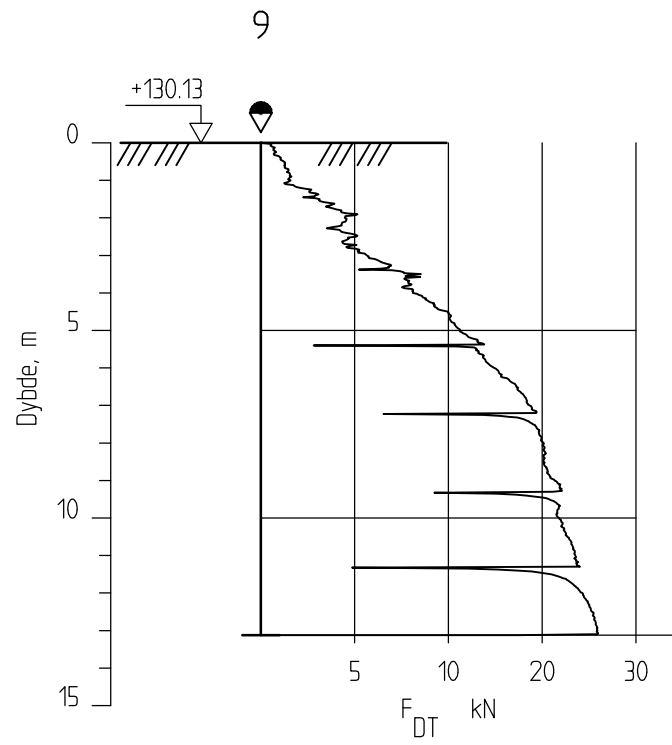
Dato:  
03.10.13

Borhull 8  
Posisjon: X 6661692.43 Y 614928.01      Dato boret :29.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A8

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

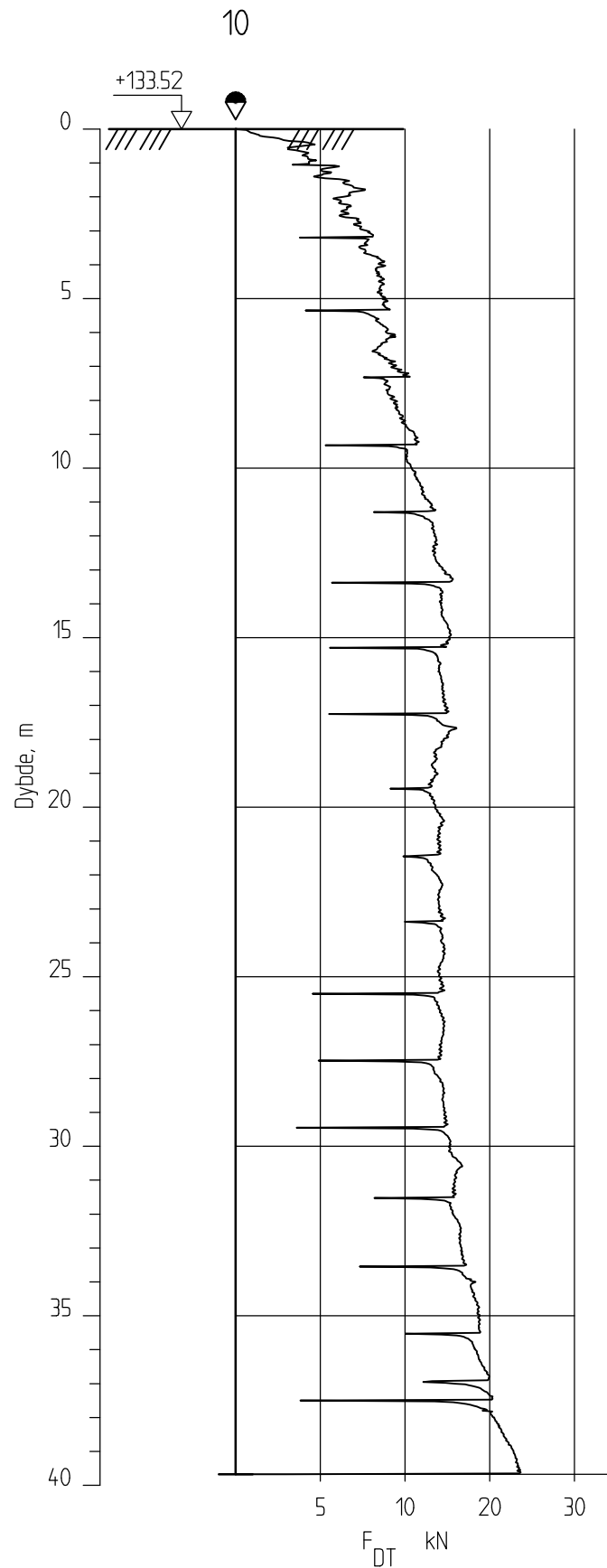
Borhull 9  
Posisjon: X 6661728.43 Y 614932.67

Dato boret :15.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A9

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

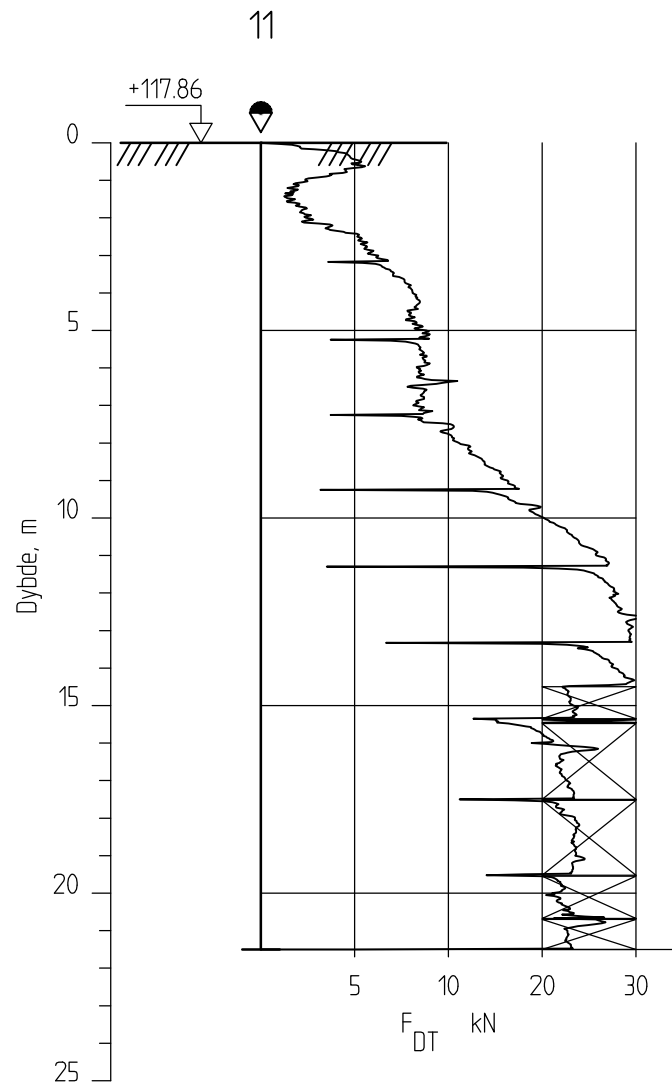
Borhull 10  
Posisjon: X 6661847.04 Y 614948.54

Dato boret :15.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A10

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 11

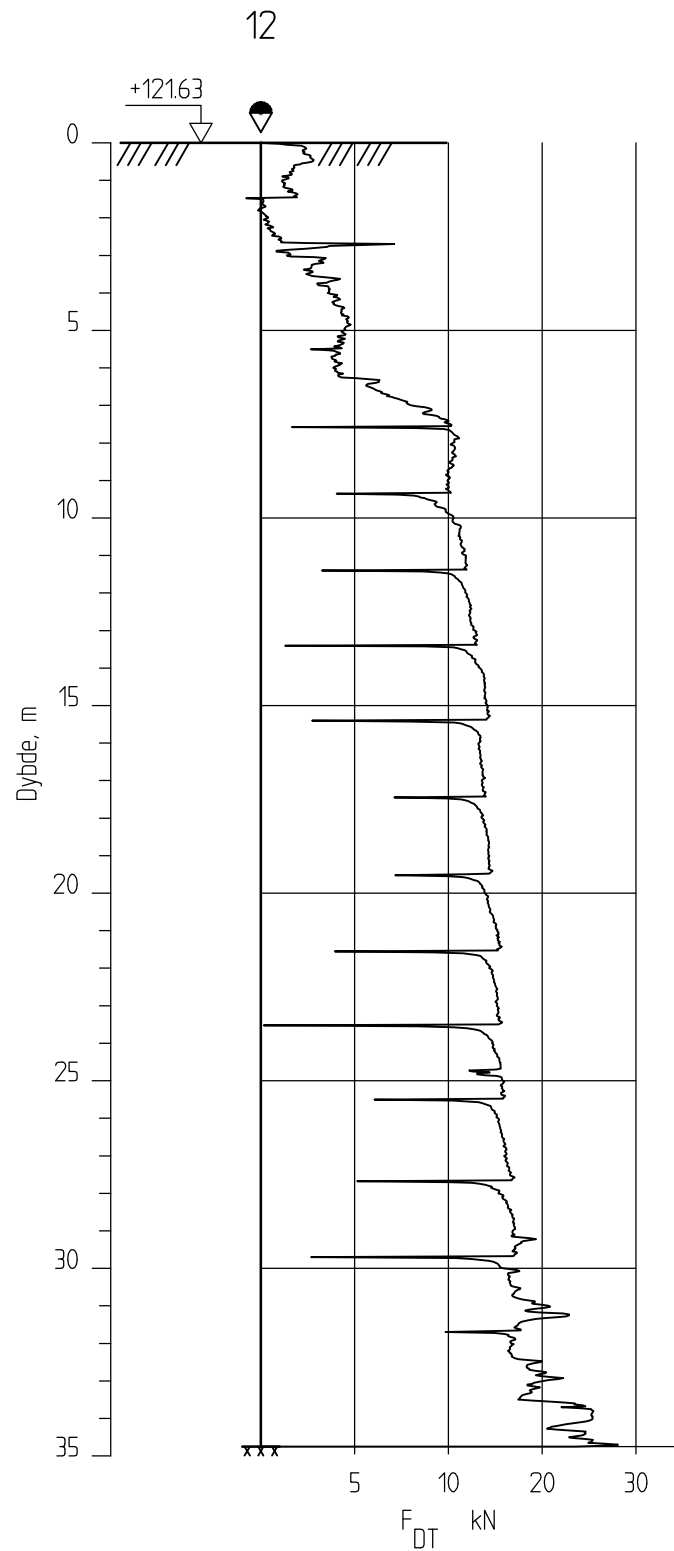
Posisjon: X 6661651.43 Y 614872.65

Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A11

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 12  
Posisjon: X 6661614.38 Y 615055.99

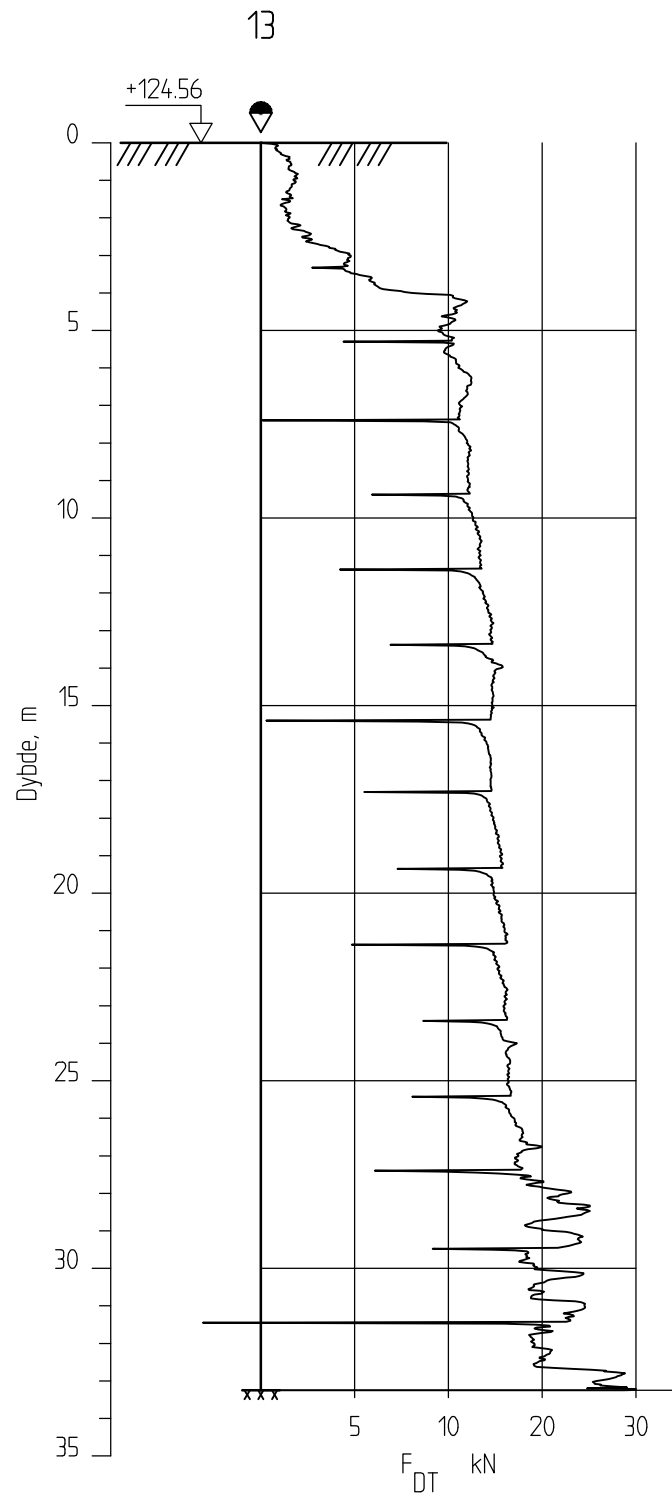
Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV







Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A12

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

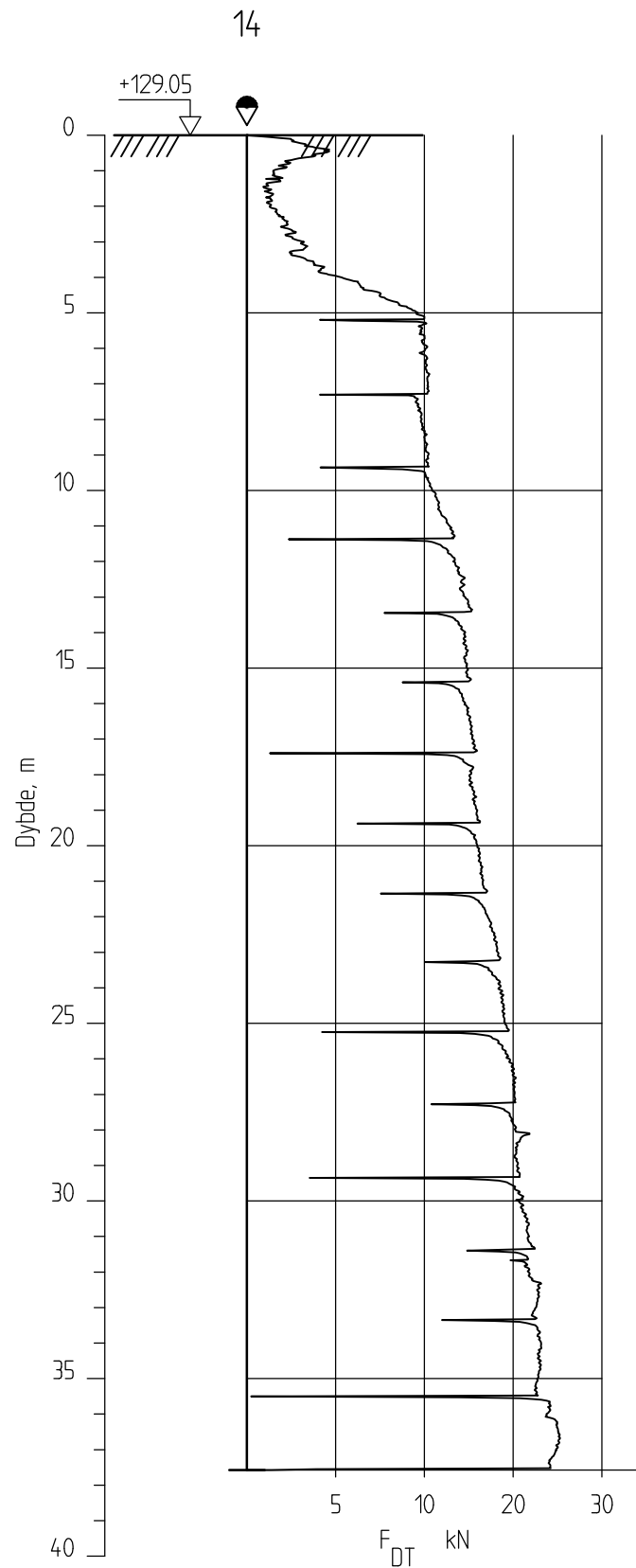
Borhull 13  
Posisjon: X 6661712.84 Y 615220.95

Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A13

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

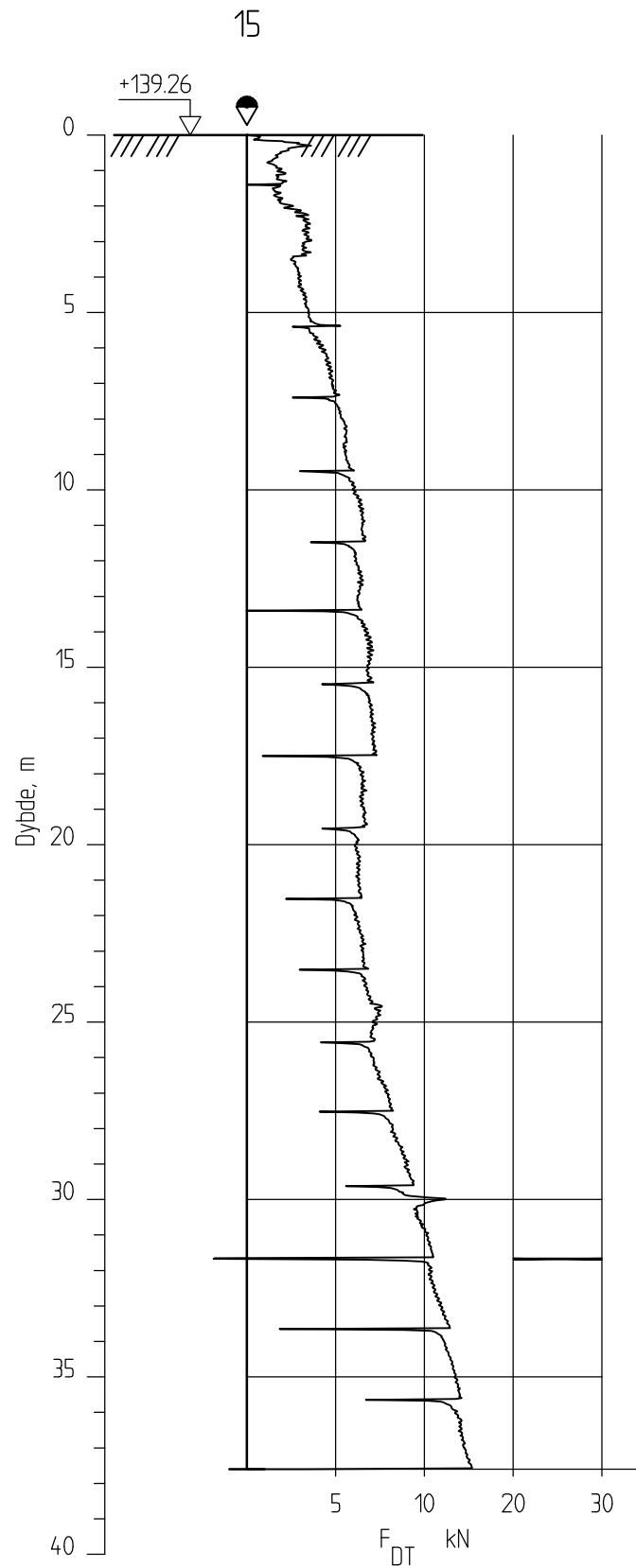
Borhull 14  
Posisjon: X 6661775.63 Y 615401.37

Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A14

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

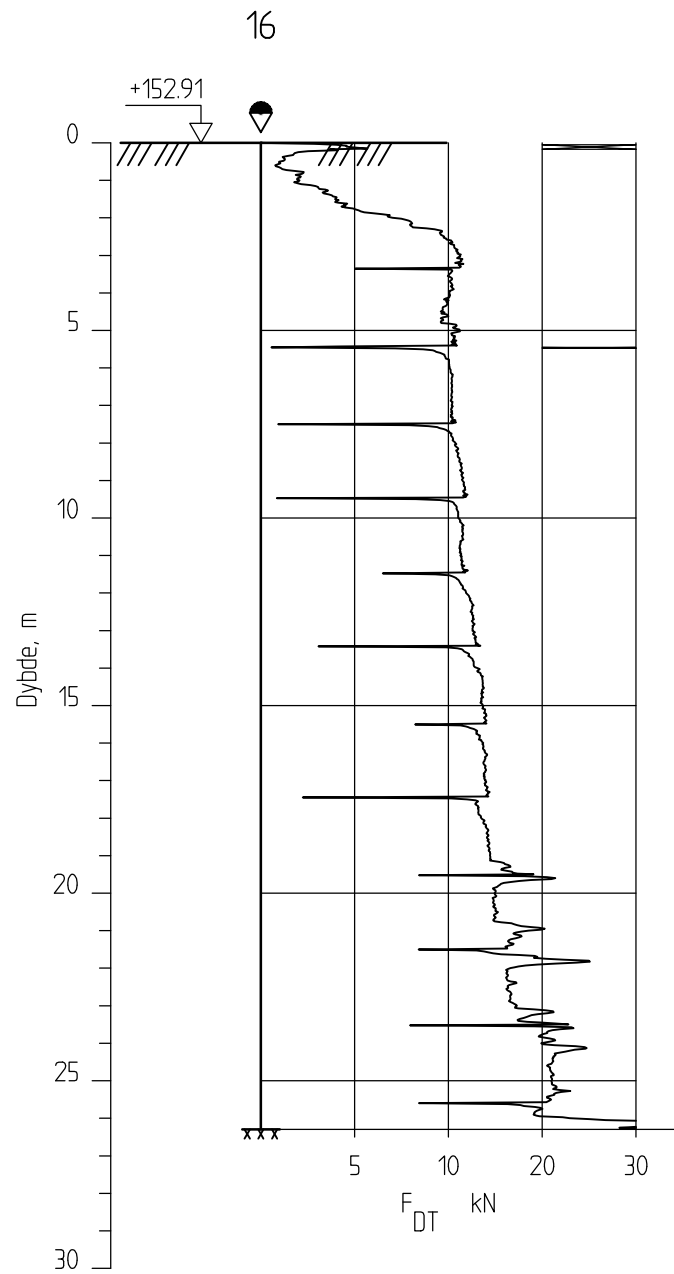
Borhull 15  
Posisjon: X 6661925.41 Y 615595.98

Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A15

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

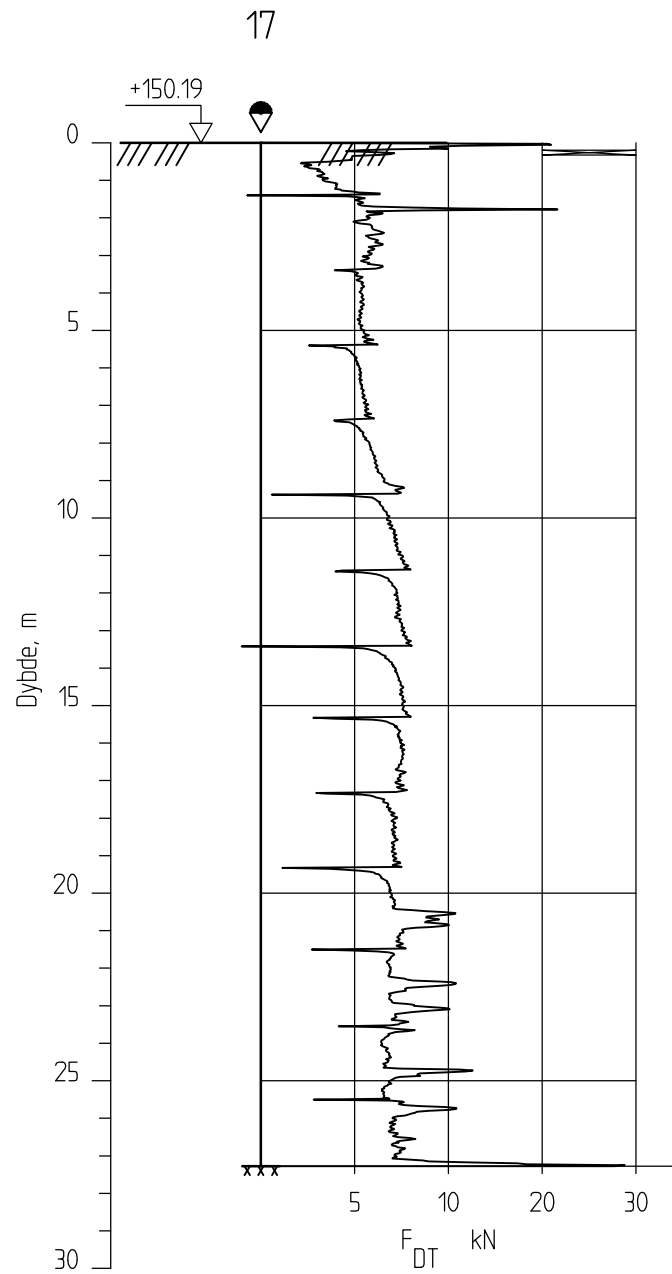
Borhull 16  
Posisjon: X 6661857.86 Y 614146.85

Dato boret :03.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A16

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 17

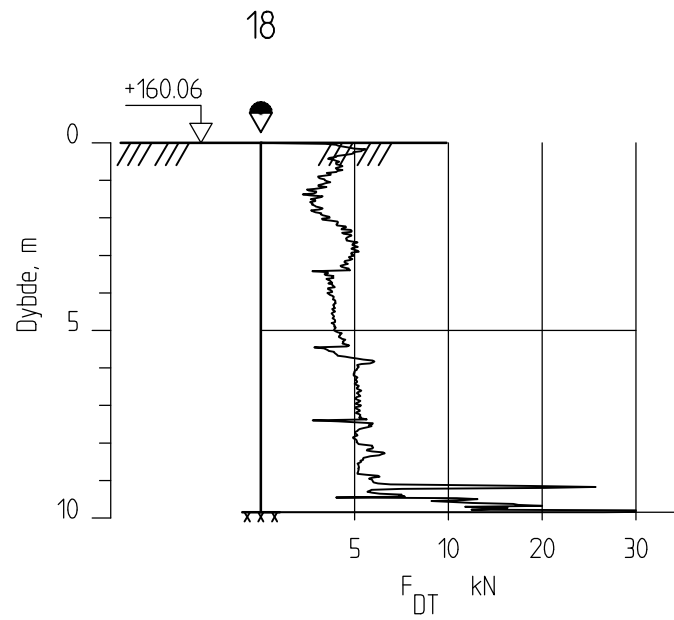
Posisjon: X 6661795.52 Y 613869.94

Dato boret :02.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A17

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 18

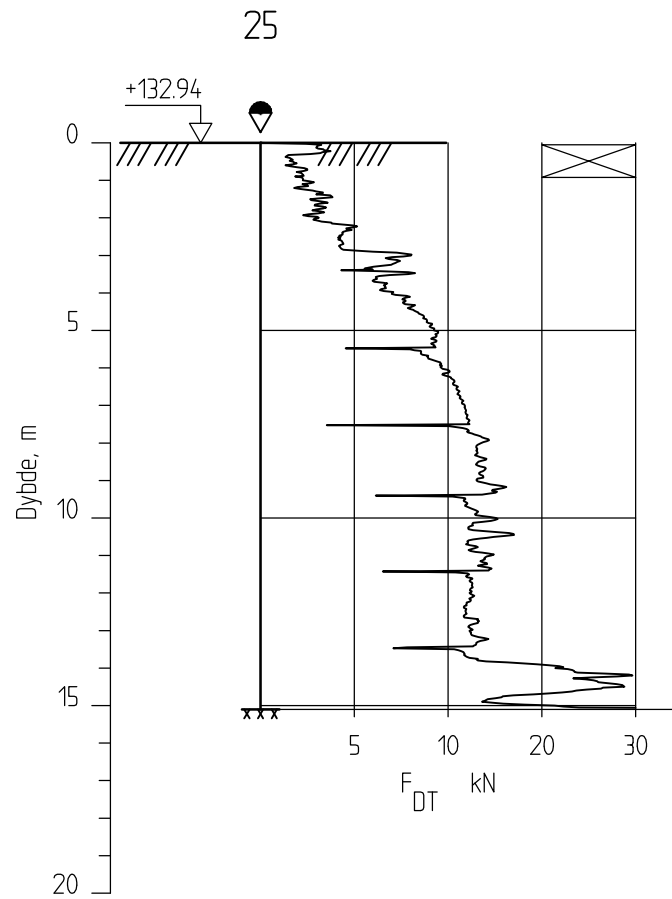
Posisjon: X 6661772.73 Y 613283.69

Dato boret :02.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
A18

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 25  
Posisjon: X 6662075.93 Y 614397.38 Dato boret :02.09.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





## Vedlegg B - CPTU – sonderinger

### Innhold

<b>B1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>B2 Resultater</b>	<b>2</b>
<b>B3 Referanser</b>	<b>2</b>

### Figurer

Figur B1 – B8



## 1 Metode

Trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens styrkeegenskaper.

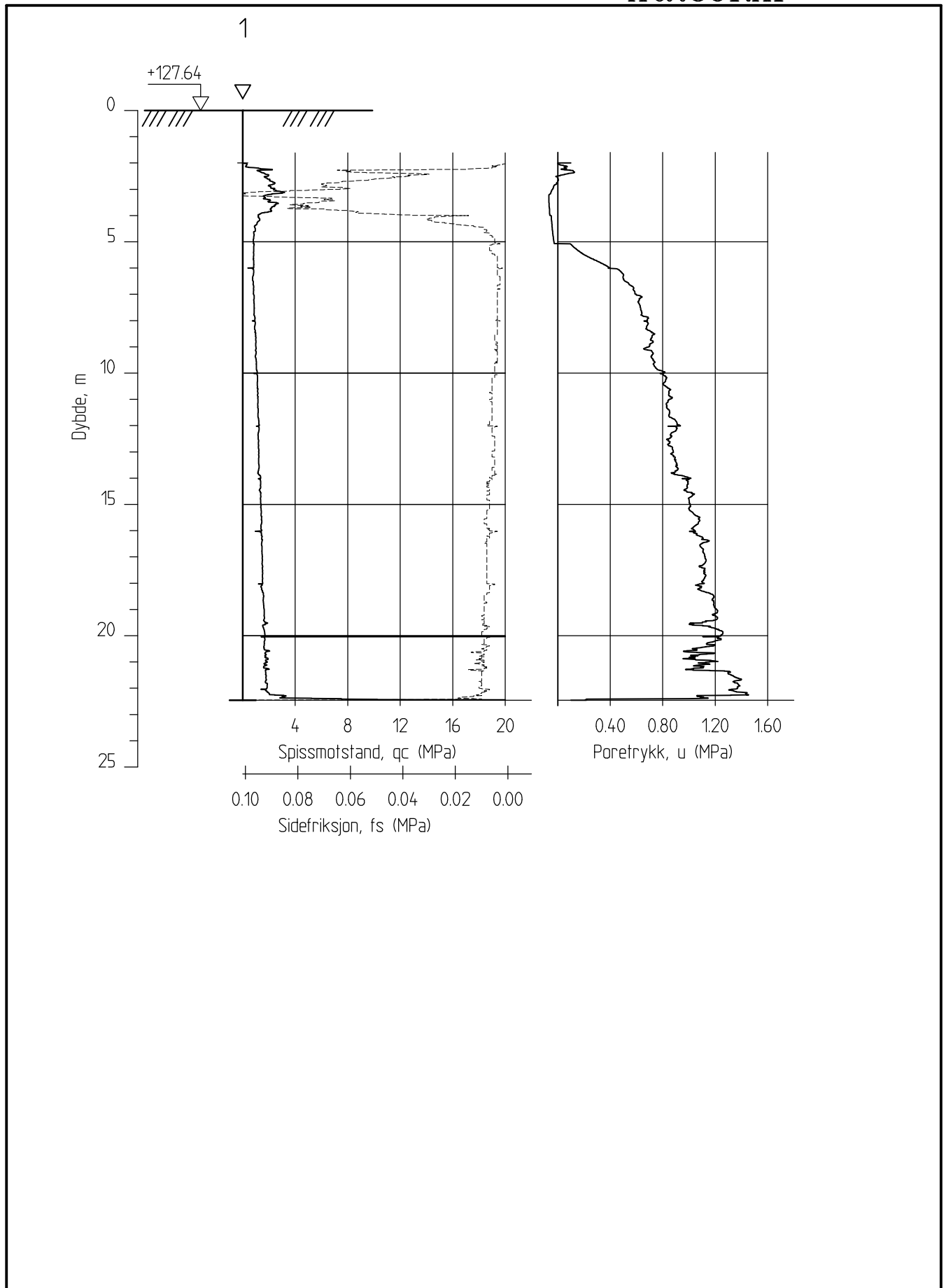
Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen. I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) på ett eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).


## 2 Resultater

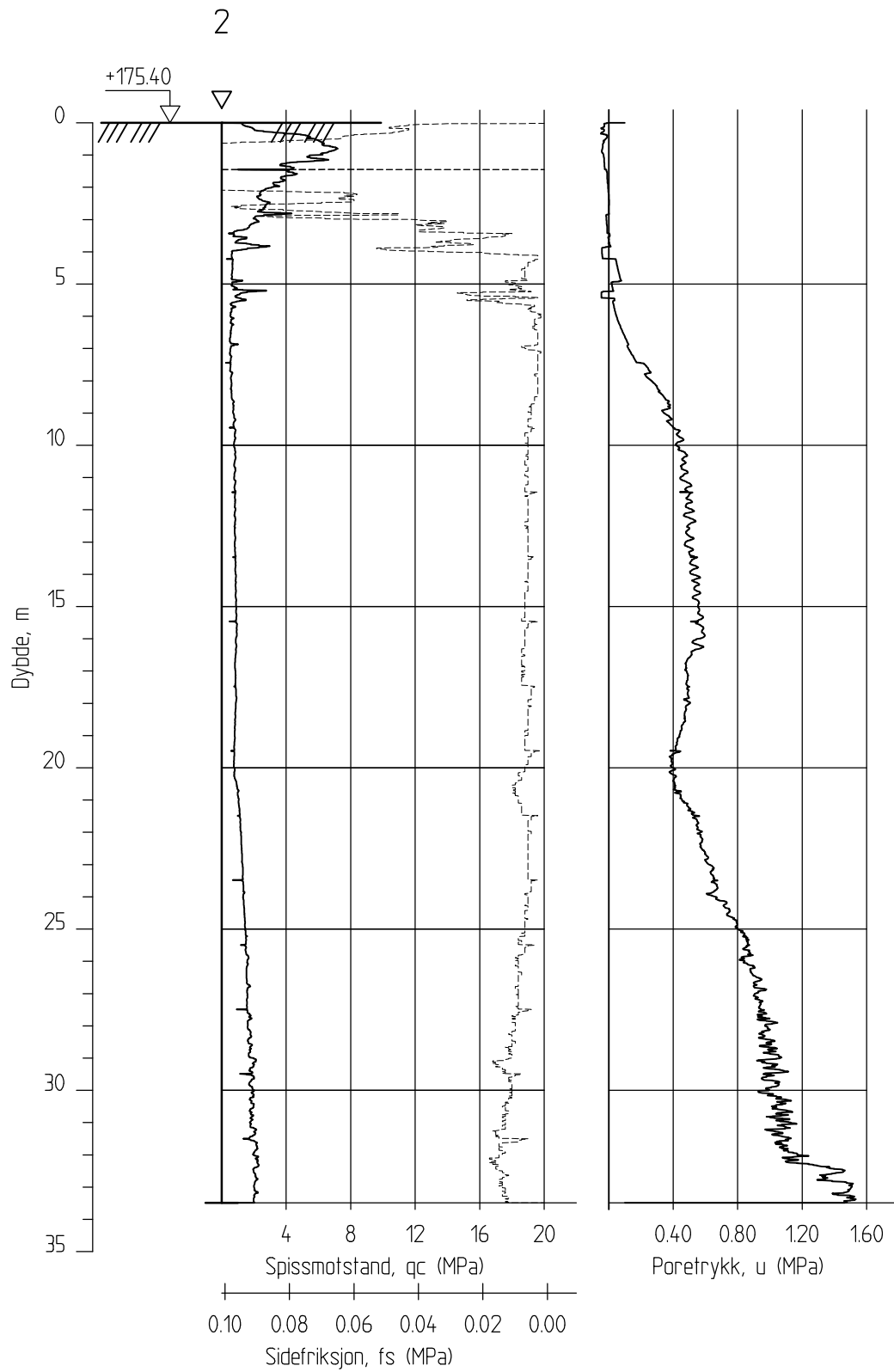
Resultatene er vist som enkeltboringer på Figur B1 – B8.

## 3 Referanser

- /B1/ Norsk Geoteknisk Forening, 2010. Veiledning for utførelse av trykksondering. Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Rev. nr. 3, 2010.
- /B2/ Statens vegvesen, 1997. Håndbok 015. Feltundersøkelser. Statens vegvesen, august 1997.



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.	Rapport nr. 20120772	Figur nr. B1
	Tegner TS	Dato: 03.10.13
CPT-sondering M = 1 : 200	Kontrollert BGK	
	Godkjent TrV	
Borhull 1 Posisjon: X 6663450.35 Y 613470.63	Dato boret :29.05.2013	



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
B2

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

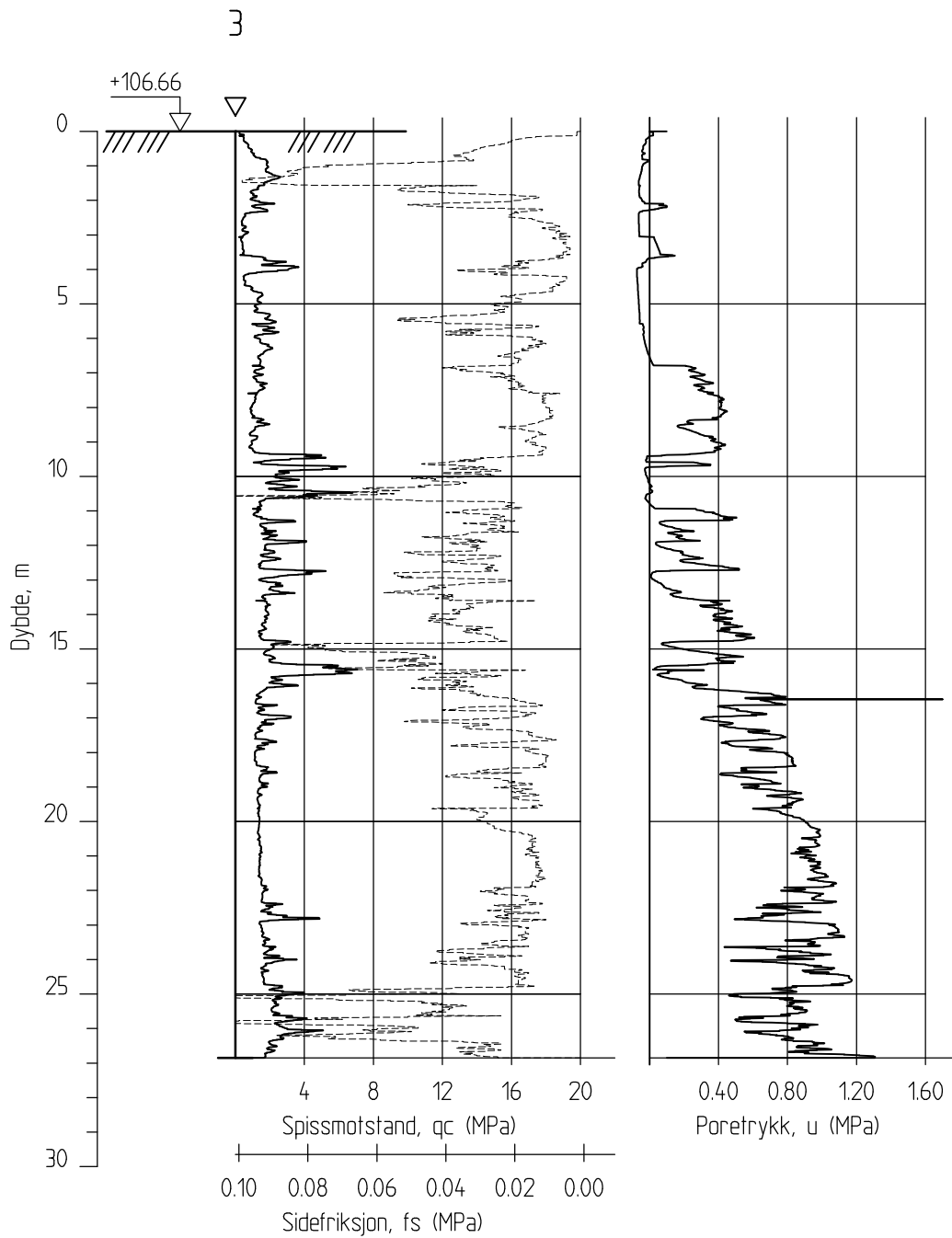
Borhull 2  
Posisjon: X 6664023.18 Y 613756.93

Dato boret :29.05.2013

Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
B3

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

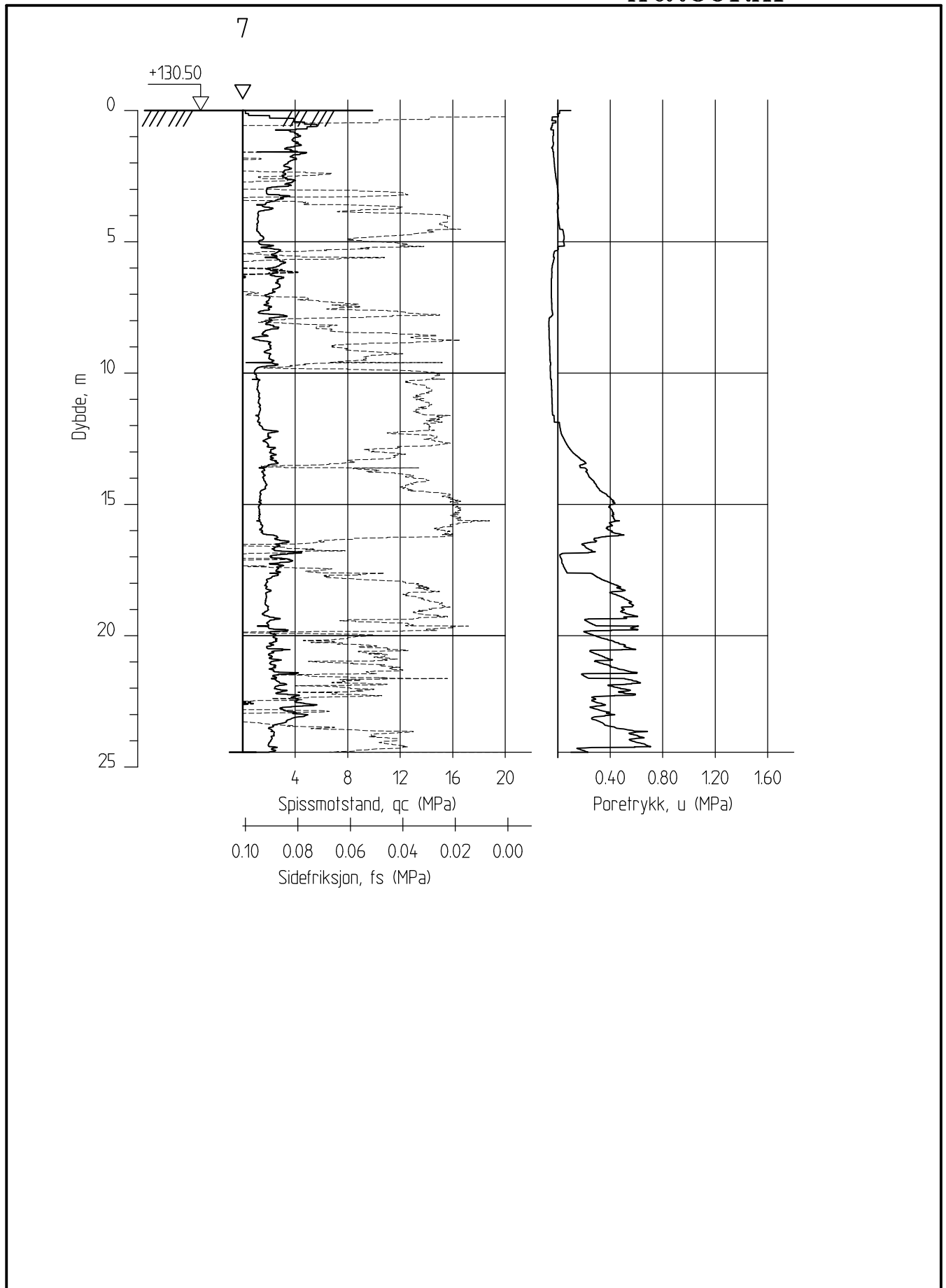
Borhull 3  
Posisjon: X 6661840.93 Y 614754.66


Dato boret :13.05.2013

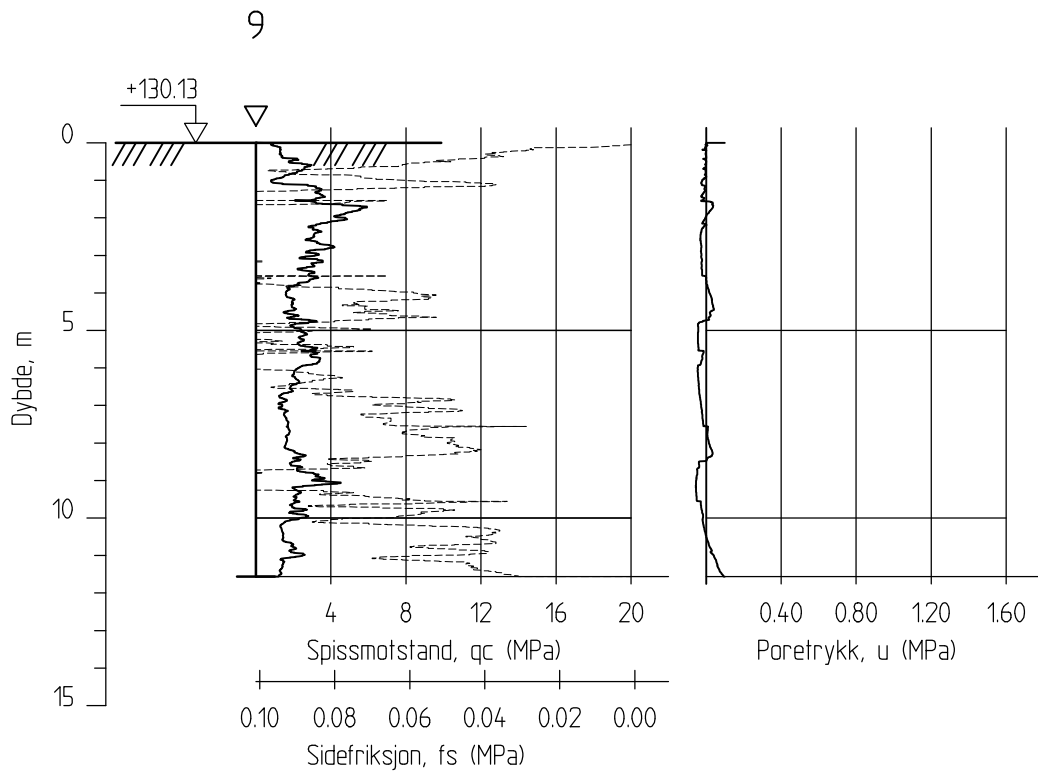
Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.		Rapport nr. 20120772	Figur nr. B4
CPT-sondering M = 1 : 200		Tegner TS	Dato: 03.10.13
Borhull 7 Posisjon: X 6661756.52 Y 614910.67		Kontrollert BGK	
Dato boret :29.05.2013		Godkjent TrV	



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
B5

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

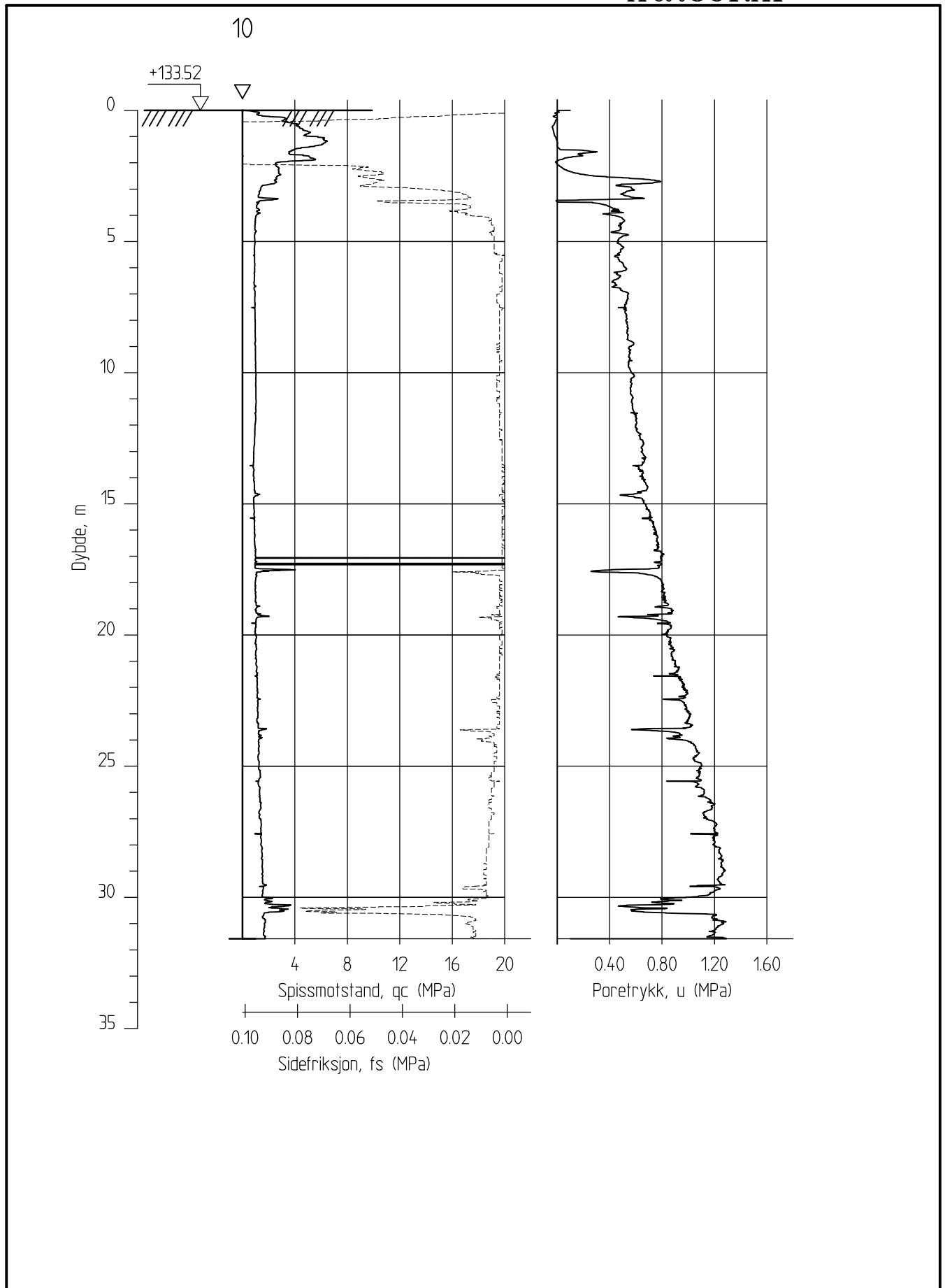
Dato:  
03.10.13


Borhull 9  
Posisjon: X 6661728.43 Y 614932.67 Dato boret :15.05.2013

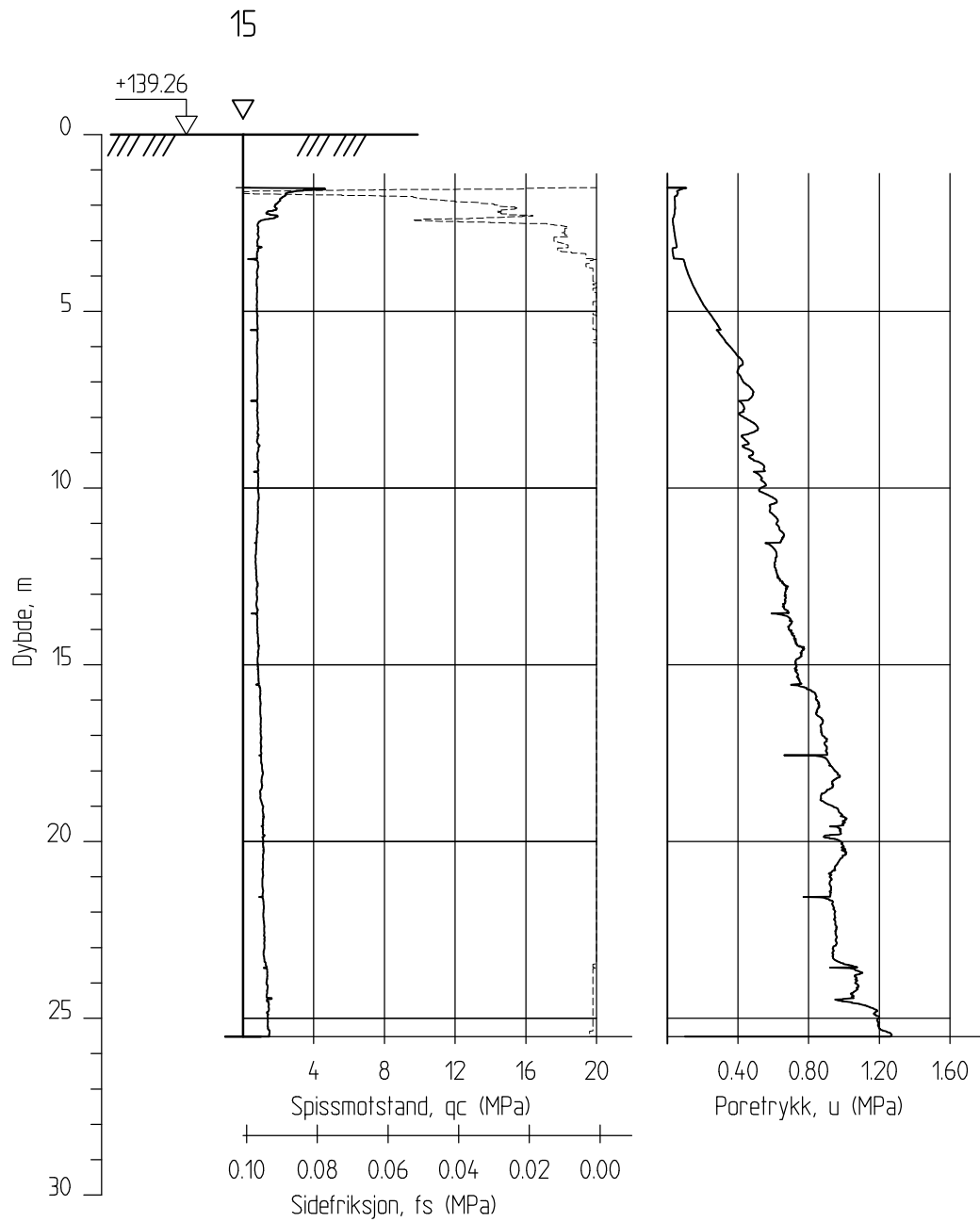
Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV





Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.	Rapport nr. 20120772	Figur nr. B6
	Tegner TS	Dato: 03.10.13
CPT-sondering M = 1 : 200	Kontrollert BGK	
	Godkjent TrV	
Borhull 10 Posisjon: X 6661847.04 Y 614948.54	Dato boret :15.05.2013	



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
B7

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
03.10.13

Borhull 15  
Posisjon: X 6661925.41 Y 615595.98

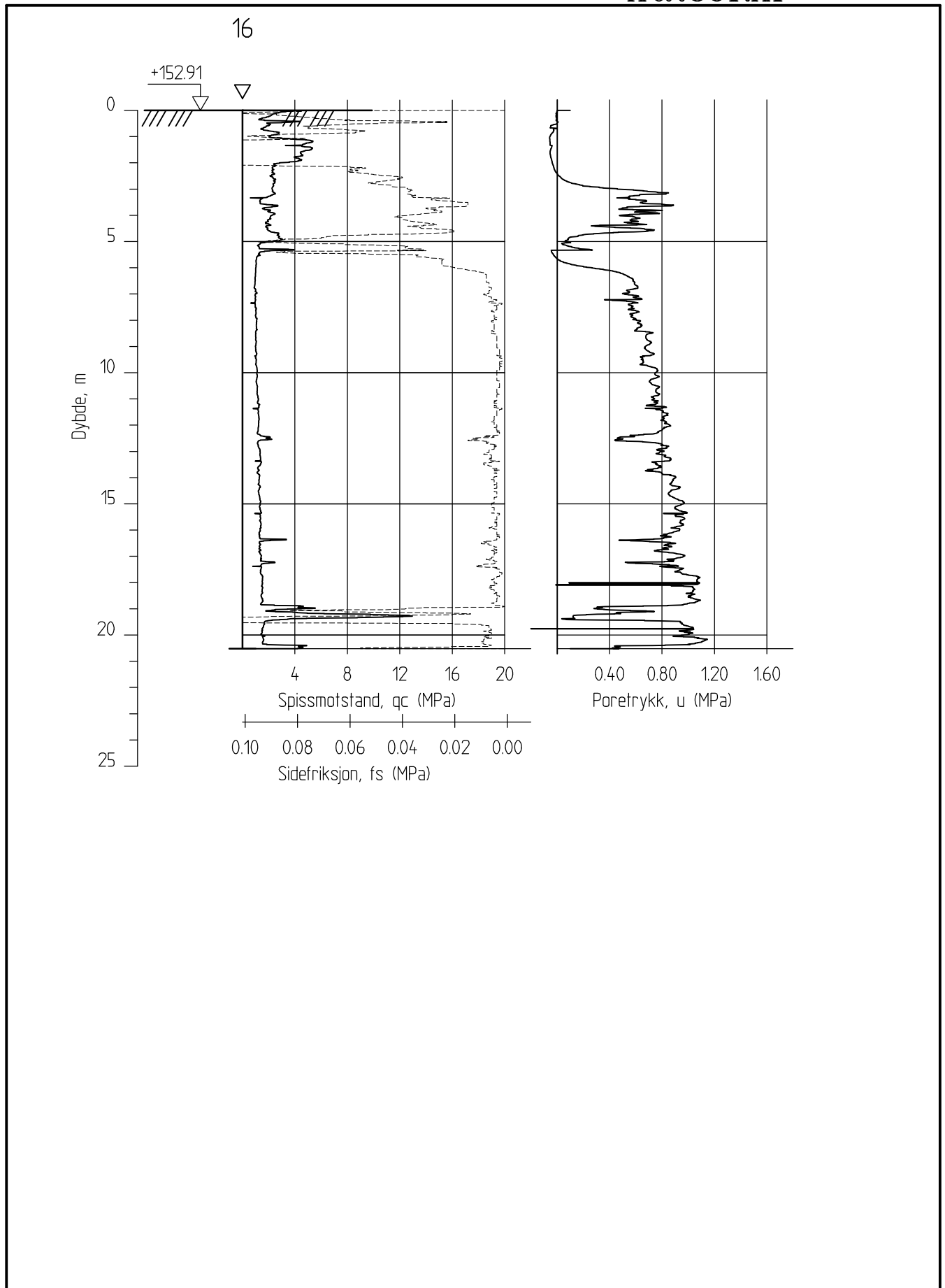
Dato boret :04.09.2013


Kontrollert  
BGK

Godkjent  
TrV



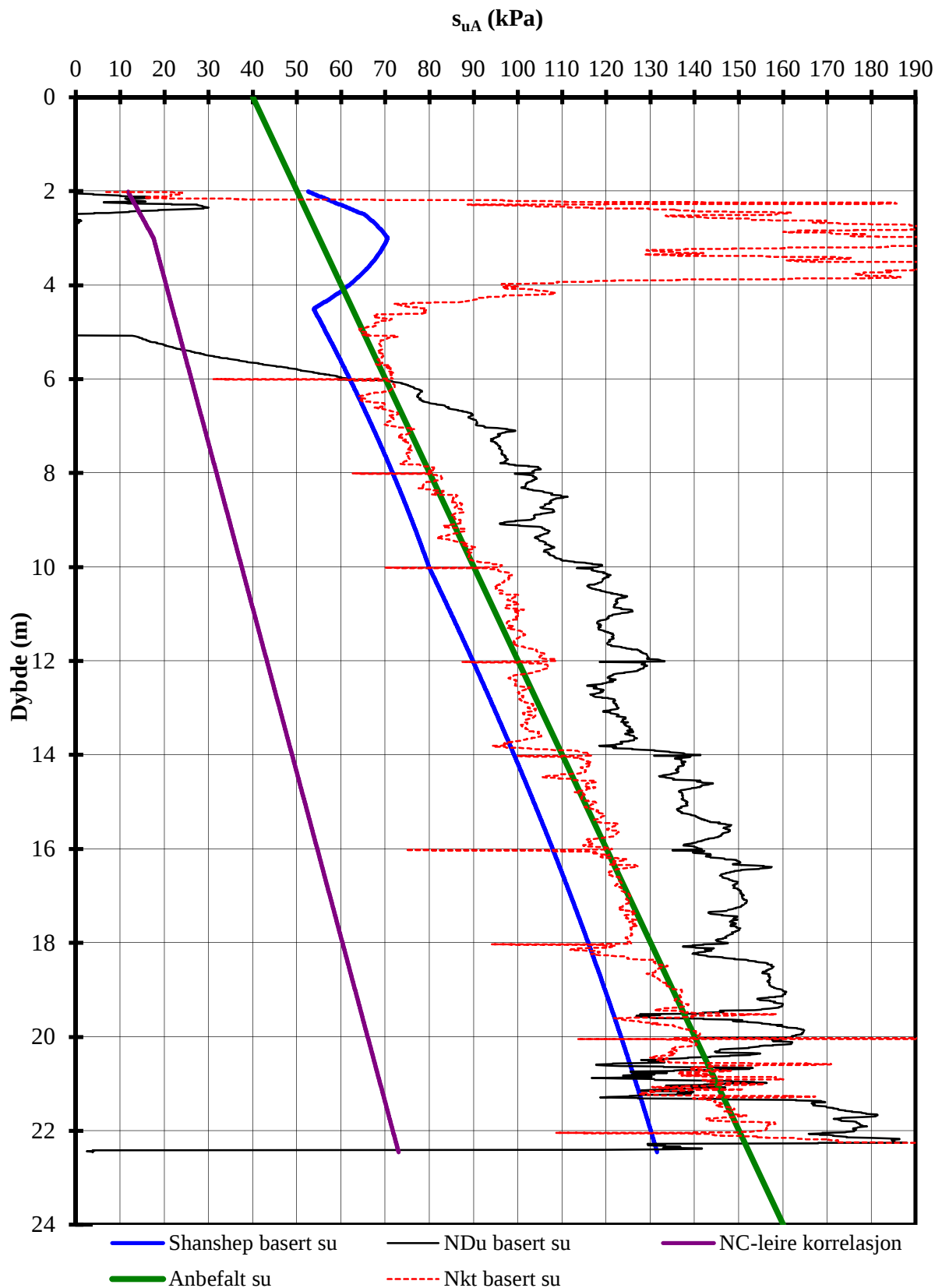




Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.	Rapport nr. 20120772	Figur nr. B8
	Tegner TS	Dato: 03.10.13
CPT-sondering M = 1 : 200	Kontrollert BGK	
	Godkjent TrV	
Borhull 16 Posisjon: X 6661857.86 Y 614146.85	Dato boret :04.09.2013	



## Vedlegg C - Aktiv skjærstyrke tolket, basert på CPTU – sonderinger



Terrengkote : 127,64 m

Tidligere terrengnivå : 160 m

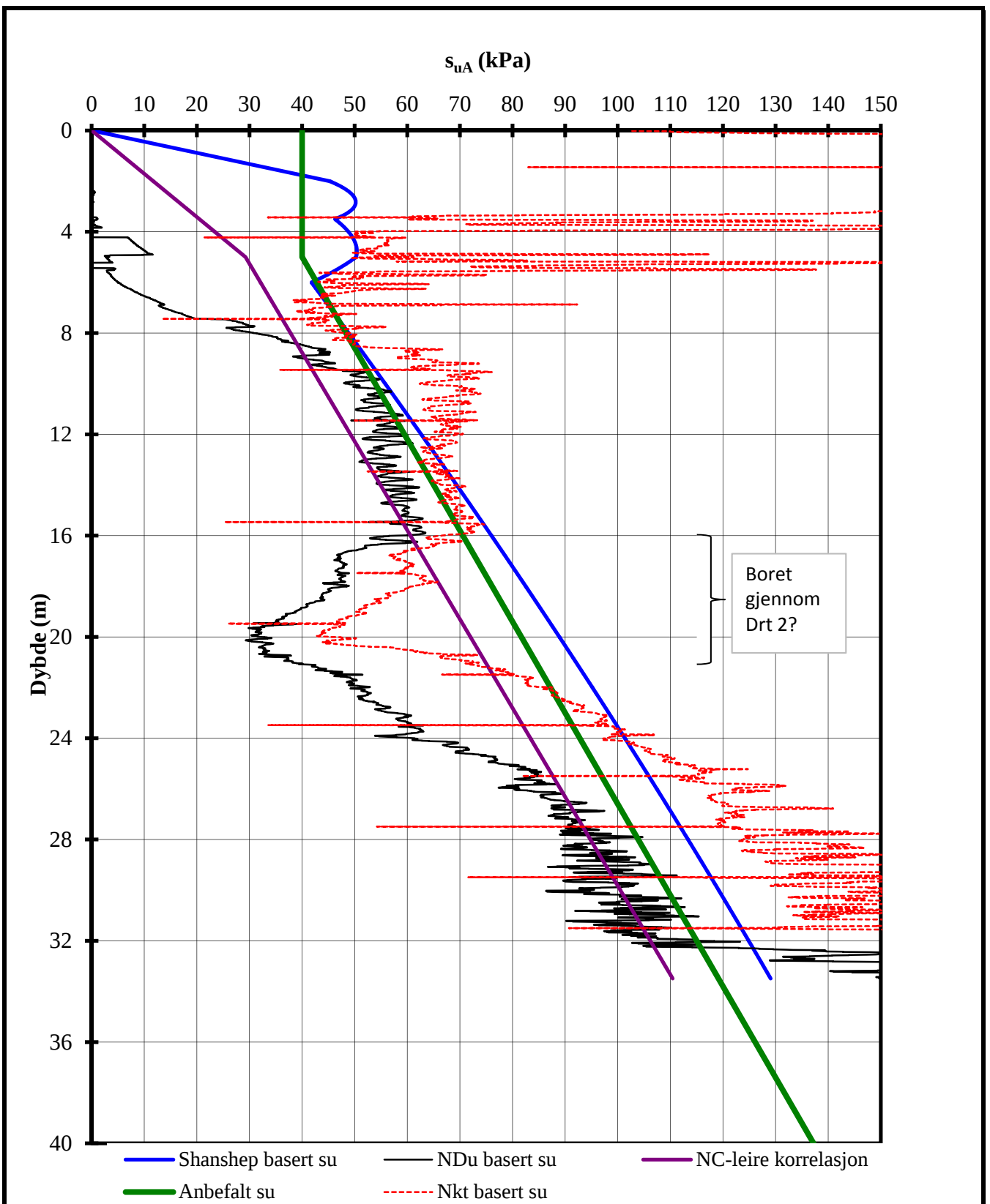
P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kløftaveien\_C9.xls\sua profil

### Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.


Borhull1

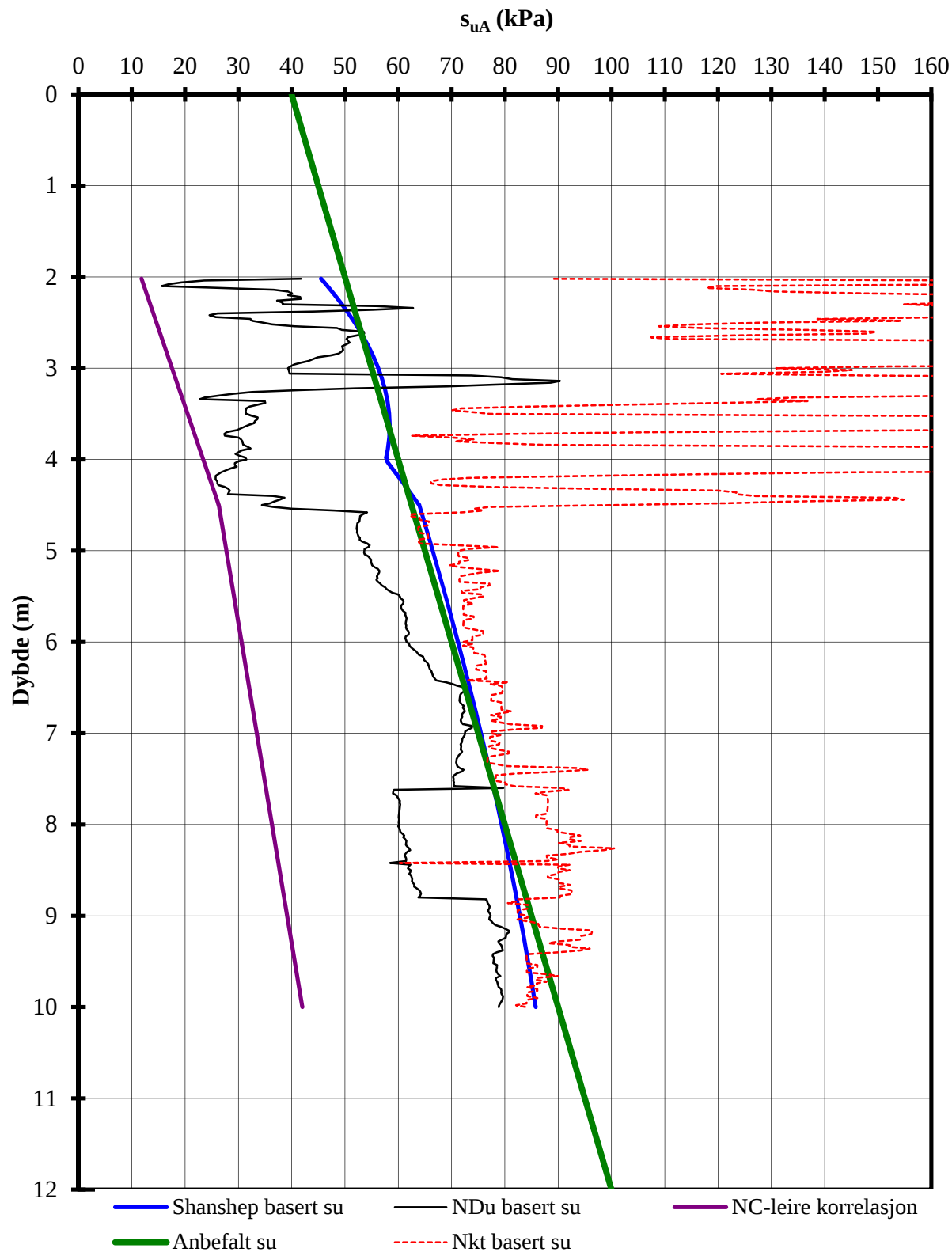
Rapport nr.	Figur nr.
20120772	C1
Tegner	Dato
LAH	03.12.2013
Kontrollert	
Godkjent	
TrV	



Terrengkote : 175,4 m  
 Tidligere terrengnivå : 185 m


P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kløftaveien\_C9.xls\sua profil

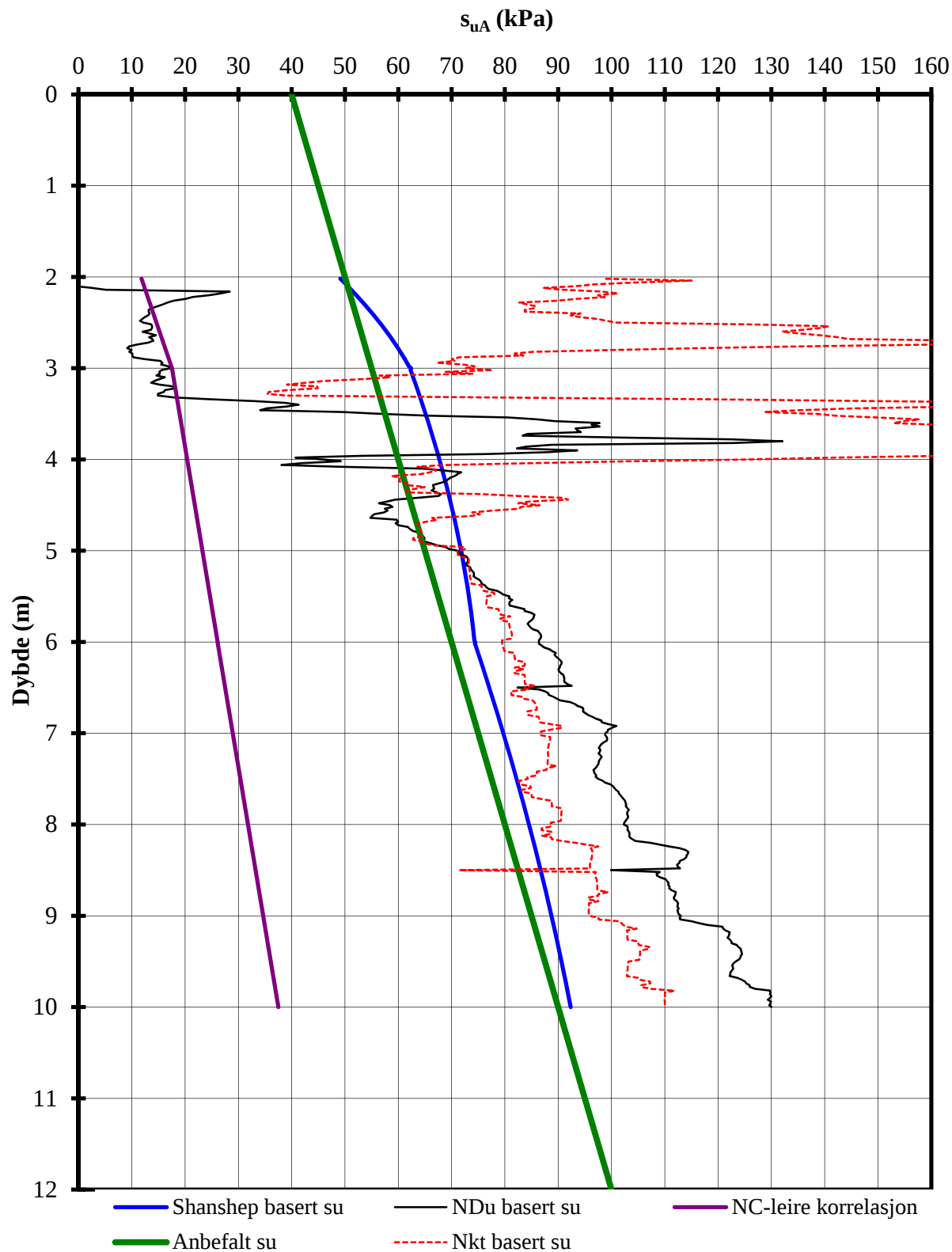
<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>  Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull2	Rapport nr.	Figur nr.
	20120772	C2
	Tegner	Dato
	LAH	03.12.2013
Kontrollert		
Godkient		
TrV		



**Terrengkote : 156,8 m**  
**Tidligere terrengnivå : 185 m**

P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kjærstad\_NOR\_3\_C3.xls\sua profil


<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>		Rapport nr.	Figur nr.
		20120772	C3
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  BorhullNOR_3                      Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik		Tegner	Dato
		LAH	04.12.13
		Kontrollert	
Godkjent	TrV		

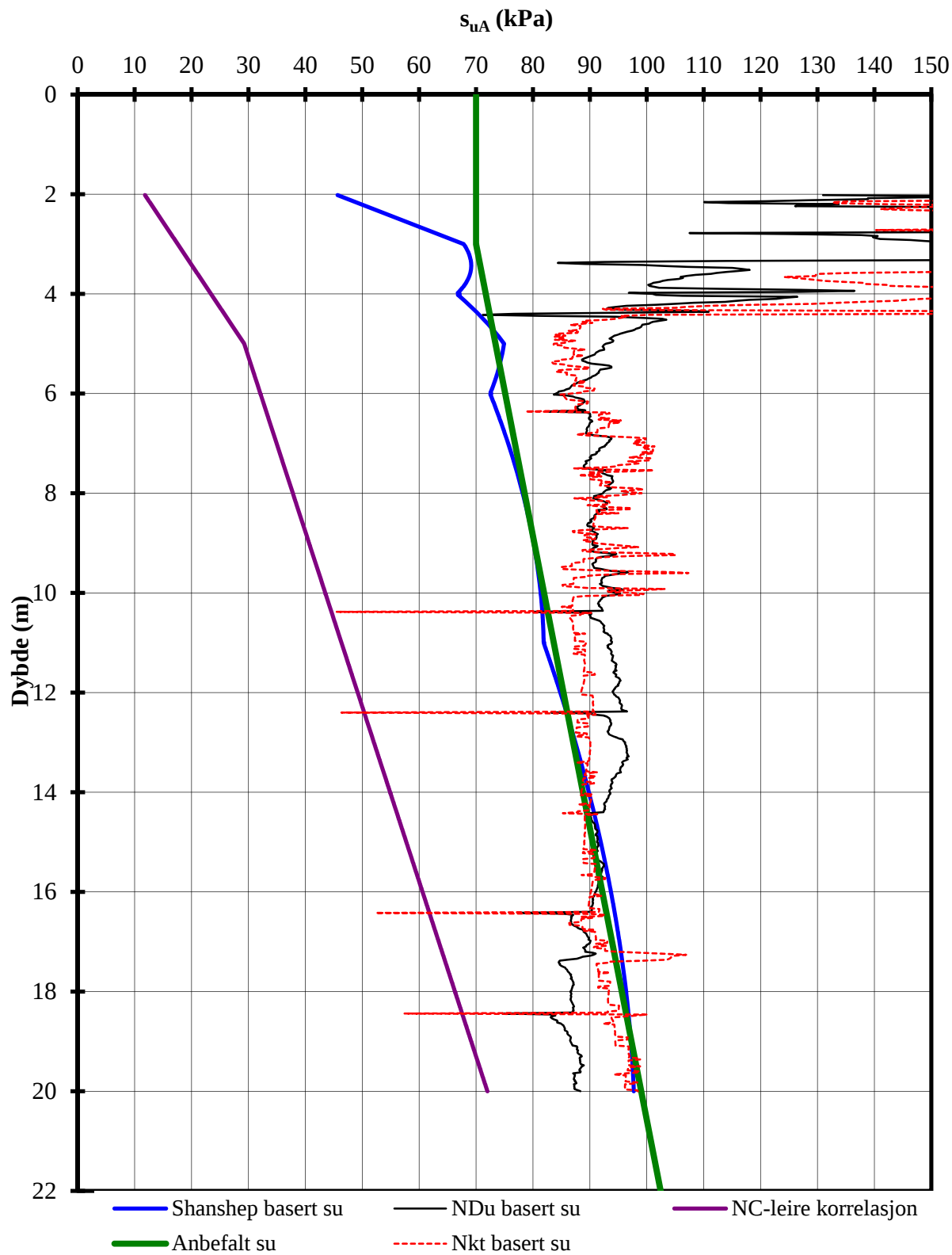


Terrengkote : 128,87 m

Tidligere terrengnivå : 165 m


P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kjærstad\_NOR\_10\_C4.xls\sua profil

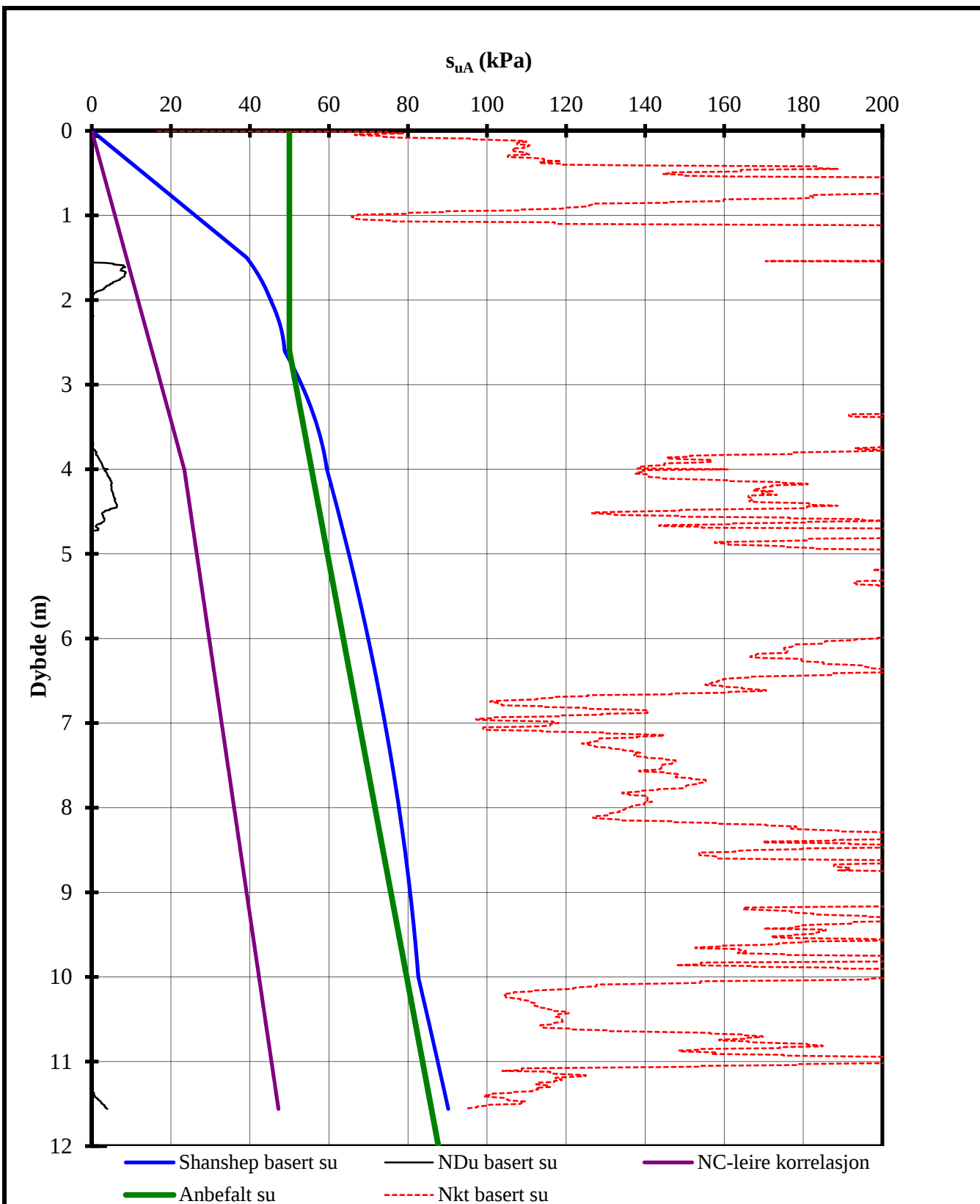
<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>		Rapport nr.	Figur nr.
		20120772	C4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  BorhullNOR_10                      Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik		Tegner	Dato
		LAH	04.12.13
		Kontrollert	
Godkjent			
		TrV	



Terrengkote : 161,8 m  
Tidligere terrengnivå : 185 m


P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kjærstad\_NOR\_10\_C4.xls\sua profil

<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>		Rapport nr.	Figur nr.
		20120772	C5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  BorhullNOR_11      Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik		Tegner	Dato
		LAH	04.12.13
		Kontrollert	
Godkjent			
		TrV	

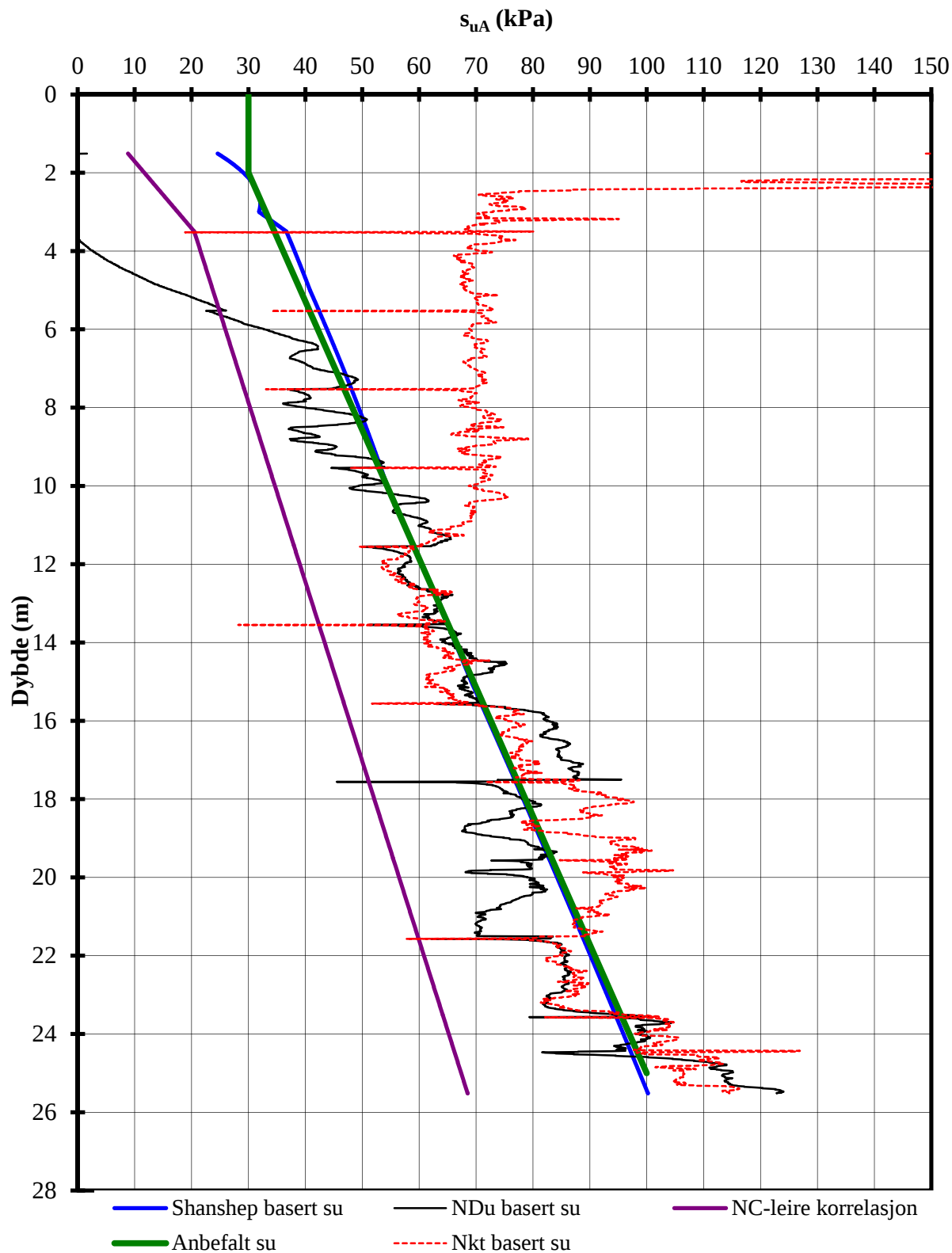


Terrengkote : 130,13 m  
 Tidligere terrengnivå : 155 m

P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_9\_C6\_ZL.xls\sua profil

<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>  Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull9	Rapport nr.	Figur nr.
	20120772	C6
	Tegner	Dato
	ZL	17.11.13
Kontrollert		
Godkjent		
TrV		




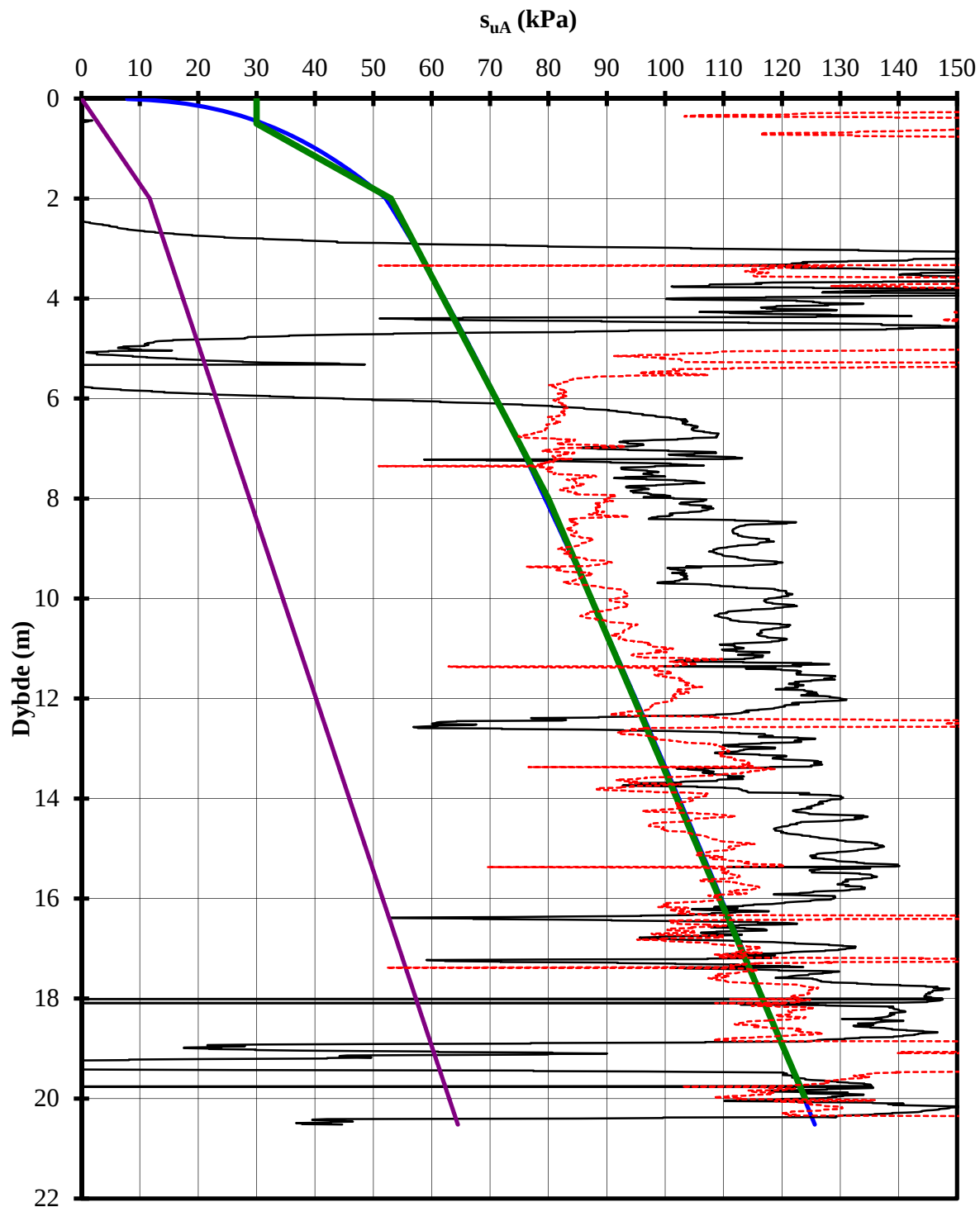


Terrengkote : 139,26 m

Tidligere terrengnivå : 150 m

P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_15\_ZL\_bgk\_C7.xls\sua profil


<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20120772	C7
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull15	Tegner	Dato
	ZL	2013-11-26
	Kontrollert BGK	
Godkjent TrV		

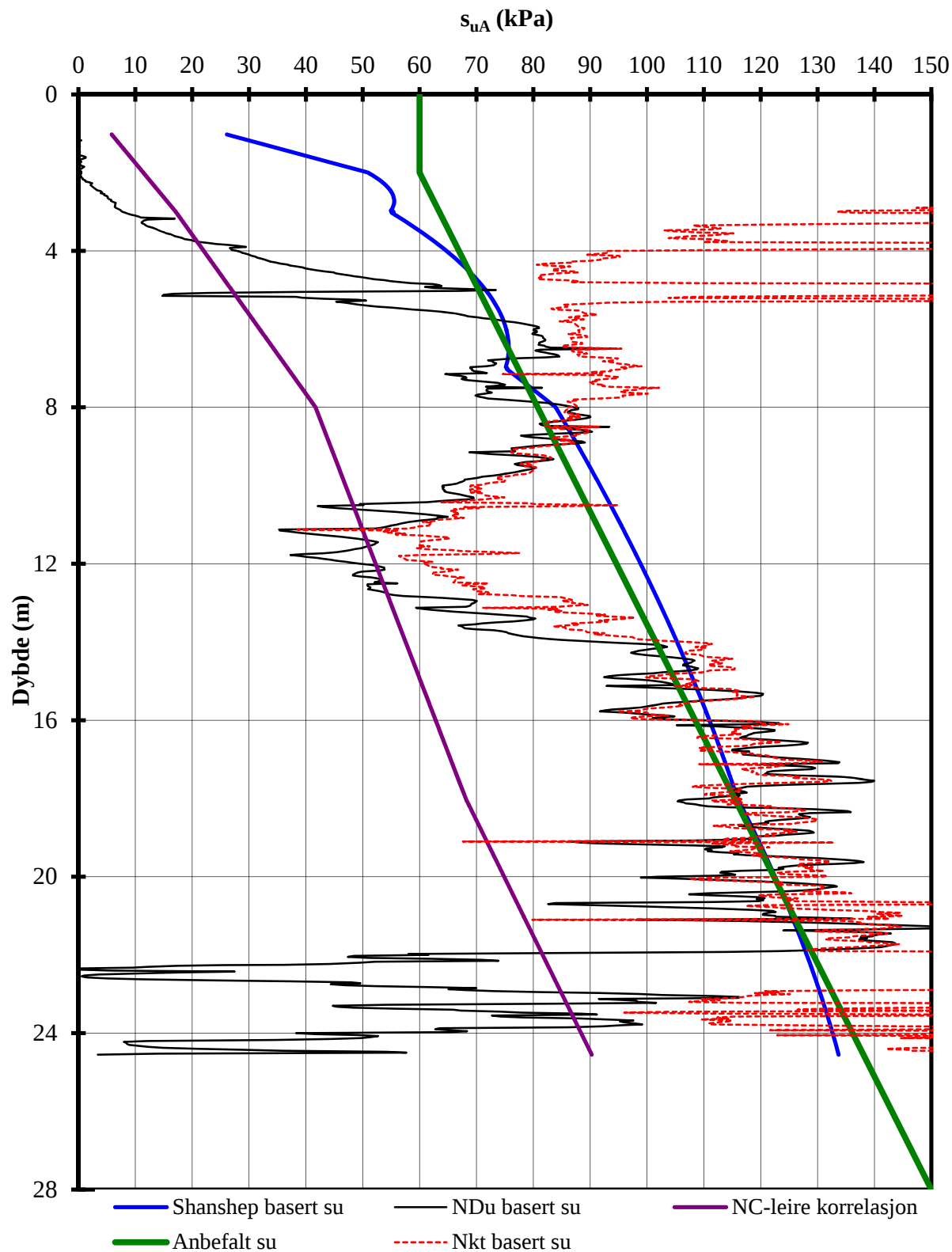


— Shanshep basert su      — NDu basert su      — NC-leire korrelasjon  
— Anbefalt su      - - - Nkt basert su

Terrengekote : 152,91 m  
 Tidligere terrengnivå : 185 m


P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_15\_ZL\_bkg\_C7.xls\sua profil

<b>Spillvannsledning-Ask</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20120772	C8
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull16	Tegner	Dato
	ZL	2013-11-26
	Kontrollert BGK	
Godkjent TrV		



Terrengkote : 151 m  
Tidligere terrengnivå : 180 m

P:\2012\07\20120772\Beregninger\CPTU-tolk\CPTU-tolk2006\_Kløftaveien\_C9.xls\sua profil

<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>  Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  BorhullRas_1	Rapport nr.	Figur nr.
	20120772	C9
	Tegner	Dato
	LAH	09/12/2013
Kontrollert		
Godkjent		
TrV		

## Vedlegg D - Laboratorieundersøkelser fra borhull 3, 4 & 10

### Innhold

<b>1</b>	<b>Prøveåpning og materialbeskrivelse</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Vanninnhold</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Tyngdetetthet</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Udrenert og omrørt skjærstyrke ved konusprøving</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Udrenert skjærfasthet (cu) ved enaksialt trykkforsøk</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

### Figurer

Figur D1-D3      Borprofil hull

## 1 Prøveåpning og materialbeskrivelse

Alle prøver registreres, åpnes og det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av materialtype.

Resultatene er vist i Figur D1- D3.

## 2 Vanninnhold

Fra hver prøvesylinder tas det ut to prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold ( $w$ ). Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS 8013.

Resultatene er vist i Figur D1- D3.

## 3 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt-  $\gamma$ ) bestemmes som gjennomsnitt for hele cylinderen. Romvekt bestemmes i henhold til NS 8011.

Resultatene er vist i Figur D1- D3.

## 4 Udrenert og omrørt skjærfasthet ( $c_u$ ) ved konusprøving

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert ( $s_u$ ) og omrørt ( $s_r$ ) skjærstyrke ved konusprøving. Sensitivitet ( $S_t$ ) er forholdet mellom disse. Konusprøving utføres i henhold til NS 8015.

Resultatene er vist i Figur D1- D3.

## 5 Udrenert skjærfasthet ( $c_u$ ) ved enaksialt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut en prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) ved enakset trykkforsøk. Etter utført trykkforsøk bestemmes også vanninnholdet til den samme prøven.

Enakset trykkforsøk utføres i henhold til NS 8016.

Resultatene er vist i Figur D1- D3.

## 6 Referanser

/D1/ Statens vegvesen. Håndbok 014. Laboratorieundersøkelser. 2005.

Bybøde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Romvekt (kN/m <sup>3</sup> )					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærstyrke (kN/m <sup>2</sup> )										S <sub>t</sub> Konus							
			20	40	60	80	100	120	140	19	20	21	22	23			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100								
10																																		
	LEIRE	siltig, fast, enkelte diagonale siltlag	1	○										x																				4
20	LEIRE	siltig, middels fast, tynne siltlag	2	○										x																				16
30																																		
40																																		

**TEGNFORKLARING:**

- |        |  |                |                         |     |                            |
|--------|--|----------------|-------------------------|-----|----------------------------|
| —○—    | Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense | ○              | Treksial forsøk, aktiv  | Ø   | Ødometer forsøk            |
| 15-○-5 | Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd           | ●              | Treksial forsøk, passiv | P   | Permeabilitetsforsøk       |
| 10     |  | ●              | Treksial forsøk, passiv | K   | Korngraderingsanalyse      |
| ▽      | Konus forsøk, uforstyrret                  | ⊞              | Direkte skjærforsøk     | T   | Treksial forsøk            |
| ▼      | Konus forsøk, omrørt                       | S <sub>t</sub> | Sensitivitet            | K/S | Kalk-/Sement stabilisering |
| +      | Vinge boring                               |                |                         |     |                            |

<b>Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.</b>		Dokumentnr. 20120772-01-R	
		Dato 2013-06-20	
Borprofil	Prøvetype:	76 mm	
	Terrengkote:	- m	
Borpunkt nr.: 3	Grunnvannst. dybde:	- m	
	Dato boret	2013-05-14	
		Figurnr. D1	
		Tegner FI	

Dato/Rev. 2009-08-21/1









# Vedlegg E - Treksialforsøk

## Innhold

<b>E1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>E2 Referanser</b>	<b>2</b>

## FIGURER

Figurer E1-E2 Treksialforsøk på prøve fra borhull 10

## E1 Metode

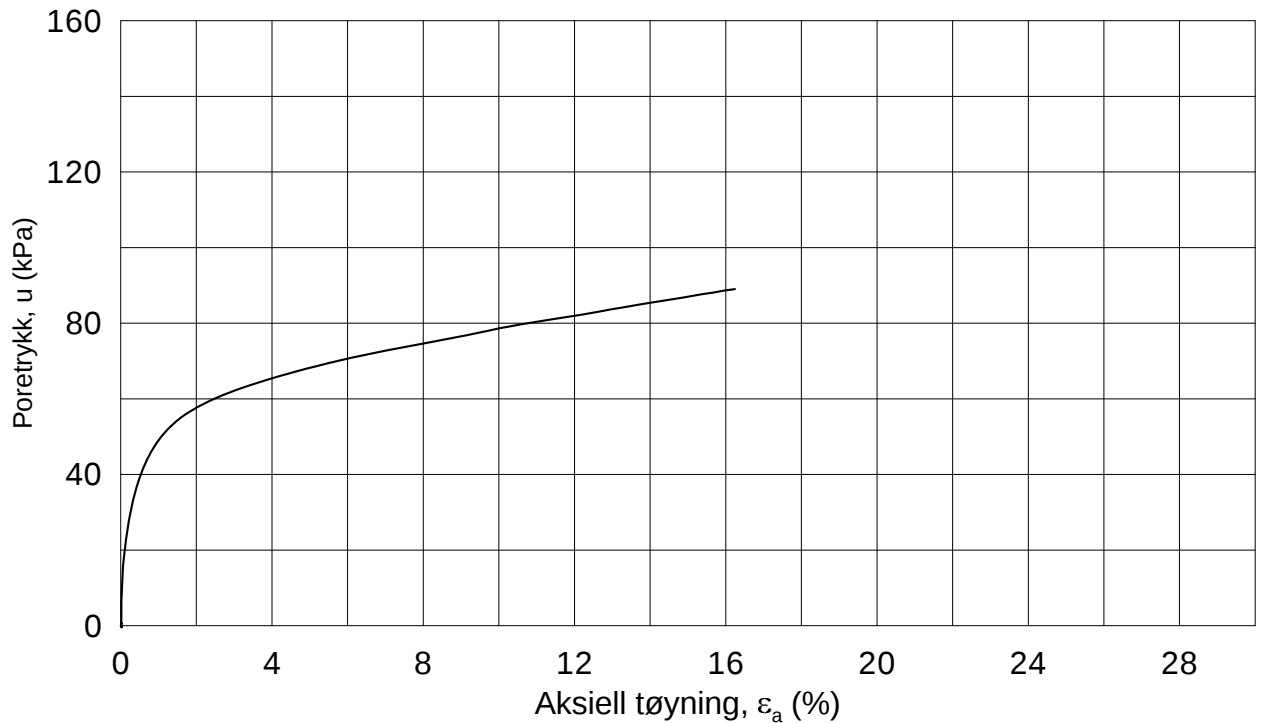
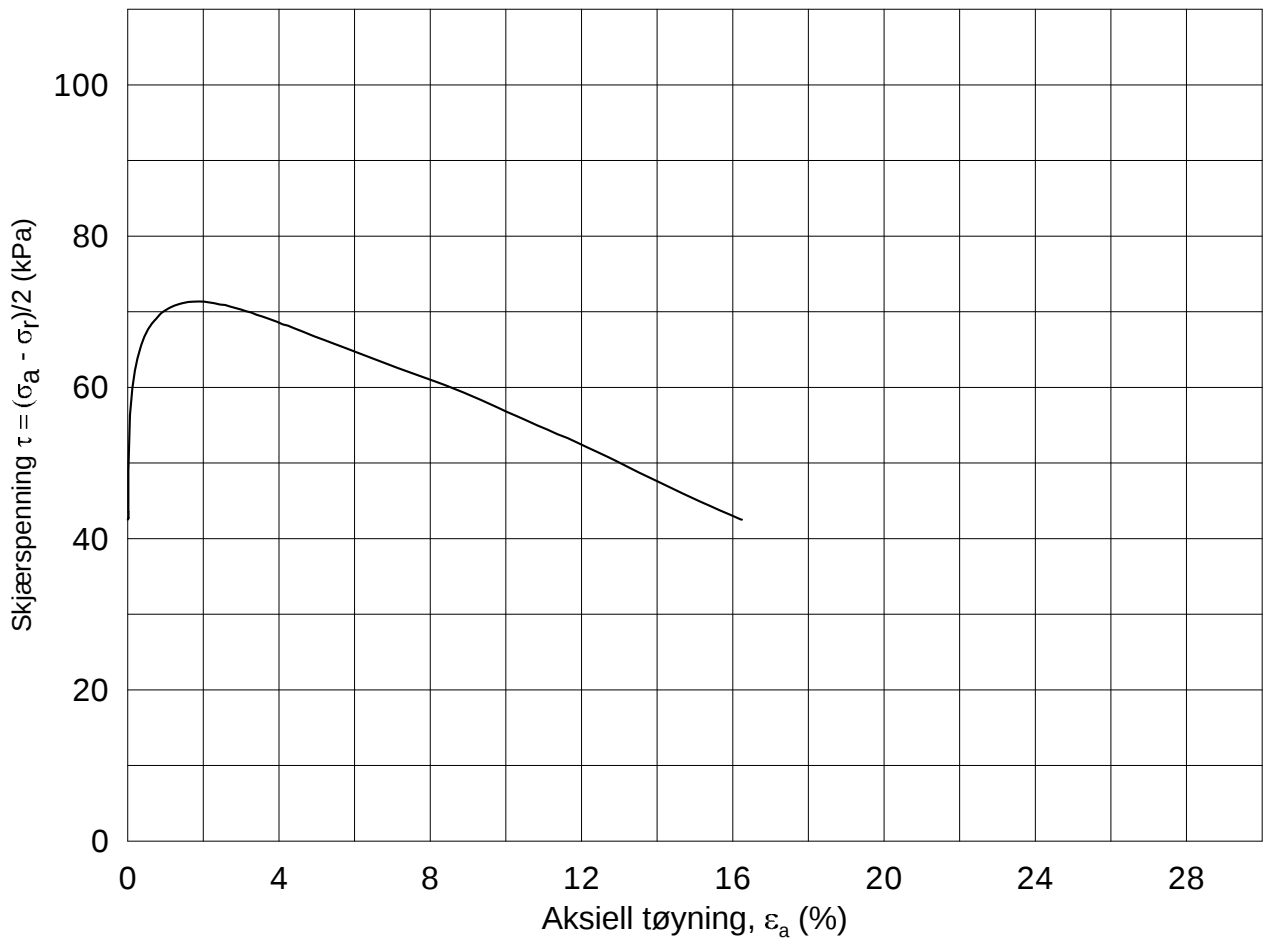
Det er utført ett aktivt, anisotropt konsolidert, udrenert treaksialforsøk. Forsøkene er gjort etter standard prosedyre for treaksialforsøk ved NGI, ref. /E1/ og /E2/.

Prøven er konsolidert anisotropt til antatt in situ spenning. Skjærforsøket er deretter som aktivt, udrenert skjærforsøk.

Resultatene fra forsøket er presentert i Figur E1 og Figur E2.

## E2 Referanser

- /E1/ Andresen, A., Berre, T., Kleven, A. and Lunne, T., 1979. Procedures used to obtain soil parameters for foundation engineering in the North Sea. Marine Geotechnology, Vol. 3, No. 3, pp. 201-266. Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute, Publication, 129.
- /E2/ Berre, T., 1982. Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute. Geotechnical Testing Journal, Vol. 5, No. 1/2 pp. 3-17. Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 134, 1981, pp 7-23.



Date/Rev.: 2009-11-03/01

**Spillvannsledning, Solheim-Ask, Gjerdrum kommune**

Dokument nr.  
20120772-01-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Dato  
2013-06-24

Boring: **10**

Dybde = **20.27** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **4**

$p_{o'}$  = **210.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Figur nr.

E1

Del: **B**

$w_i$  = **27.9** %

$\sigma_{ac}'$  = - - **210.0**

Tegnet av

MAS

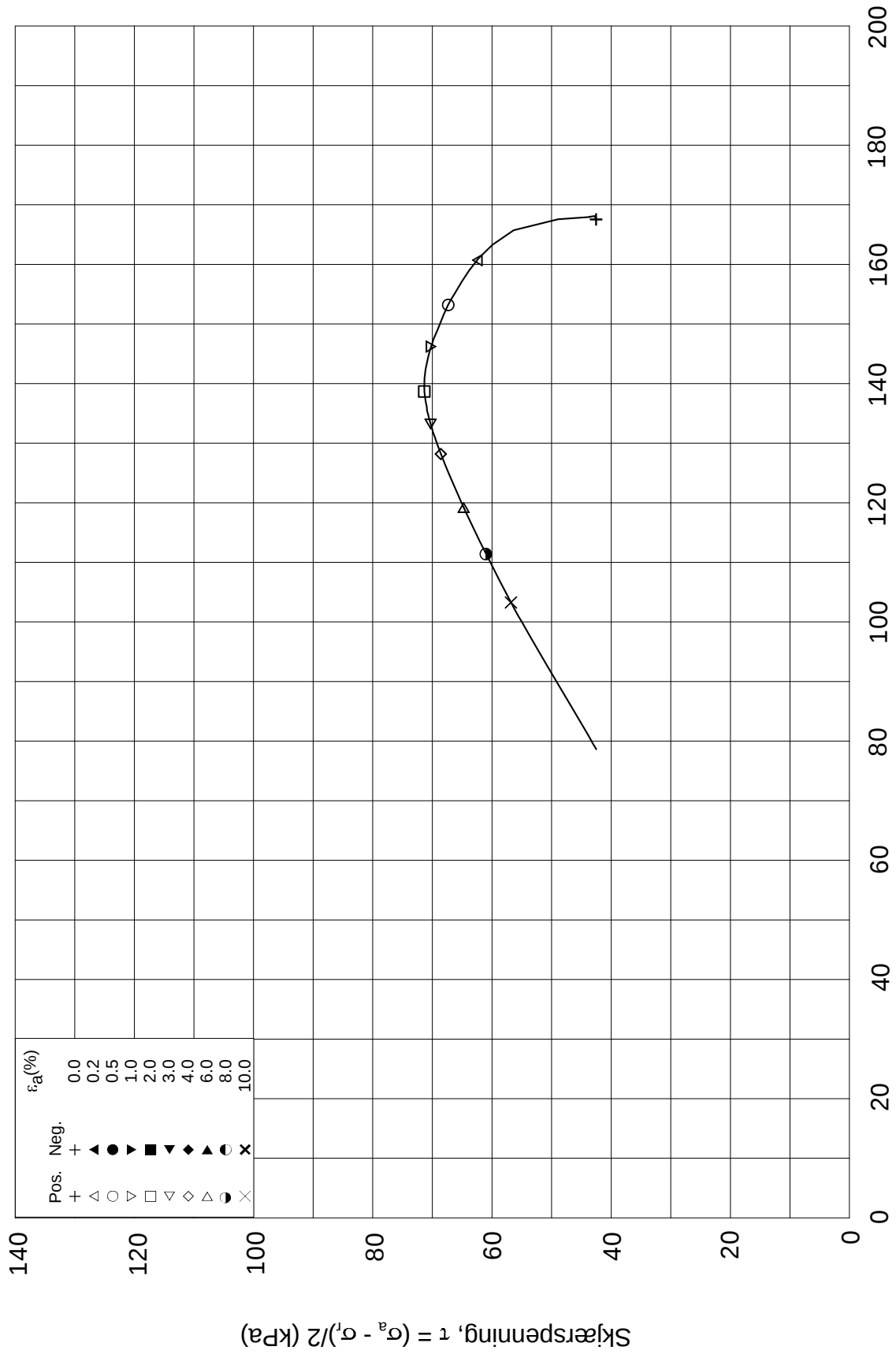
Test: **1**

$w_c$  = **25.2** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **125.0**



Effektiv gjennomsnittsspenning,  $p' = (\sigma'_a + \sigma'_l)/2$  (kPa)



Date/Rev.: 2009-11-03/01

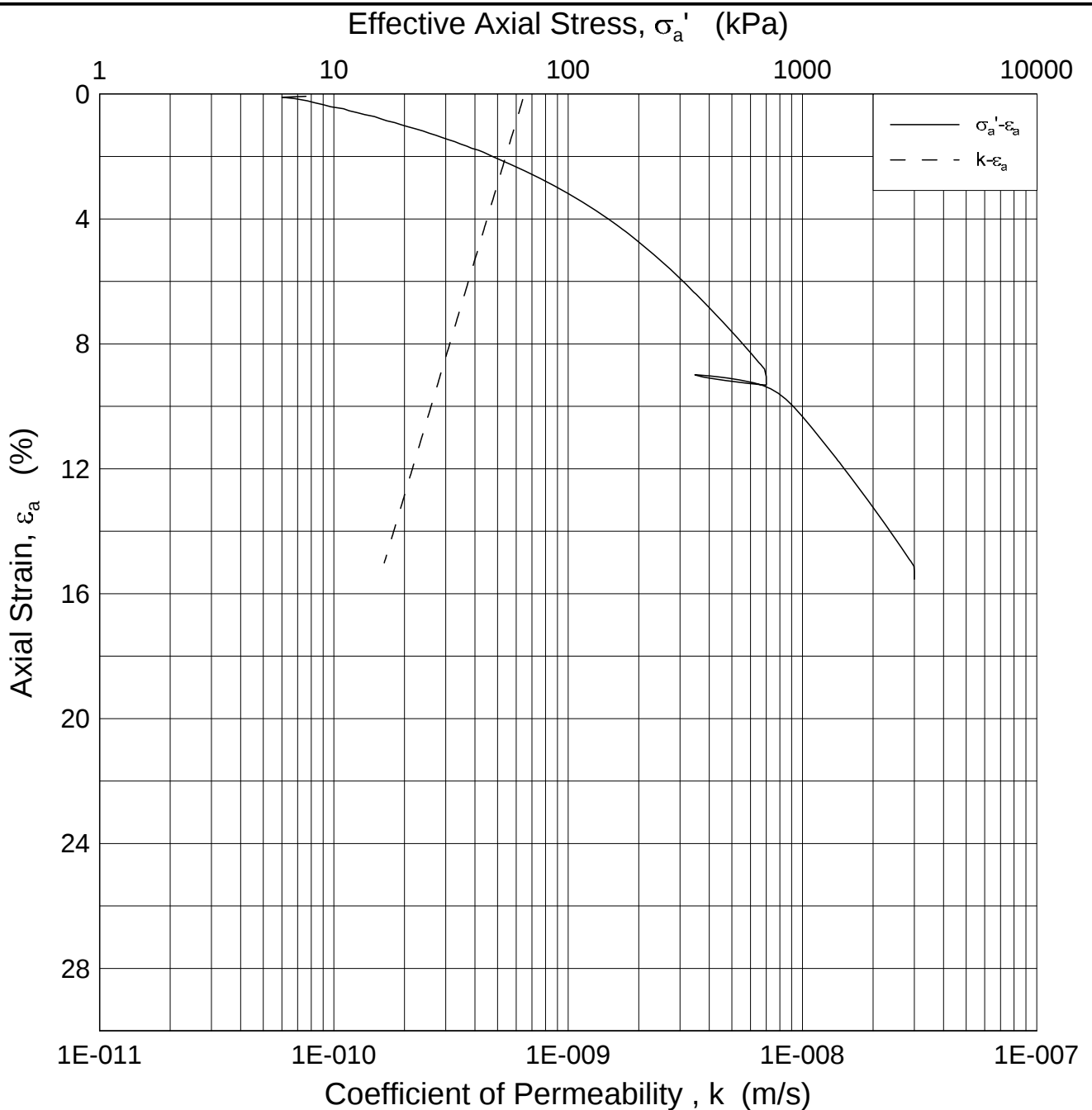
<b>Spillvannsledning, Solheim-Ask, Gjerdrum kommune</b>			Dokument nr. 20120772-01-R
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>			Dato 2013-06-24
Boring: <b>10</b>	Dybde = <b>20.27</b> m	Konsolidering-spenninger	
Sylinder: <b>4</b>	$p_{o'}$ = <b>210.0</b> kPa	(kPa)	maks. min. endelig
Del: <b>B</b>	$w_i$ = <b>27.9</b> %	$\sigma_{ac}' =$ - - <b>210.0</b>	Figur nr. E2
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>25.2</b> %	$\sigma_{rc}' =$ - - <b>125.0</b>	Tegnet av MAS

10-4-B-1.Plot2.grf



Dokumentnr.: 20120772-01-R  
Dato: 2013-12-17  
Rev.nr.: 0  
Vedlegg F, Side 1

# Vedlegg F - Ødometerforsøk fra borpunkt 10



Date/Rev.: 2009-08-06/

**Spillvannsledning, Solheim-Ask, Gjedrum kommune**

Document No.  
20120772-01-R

Oedometer test (CRSC)

Depth = 20.20 m

Date  
2013-06-28

Boring: 10

Tube: 4

$p'_o$  = 210.0 kPa

Figure No.  
F1

Part: A

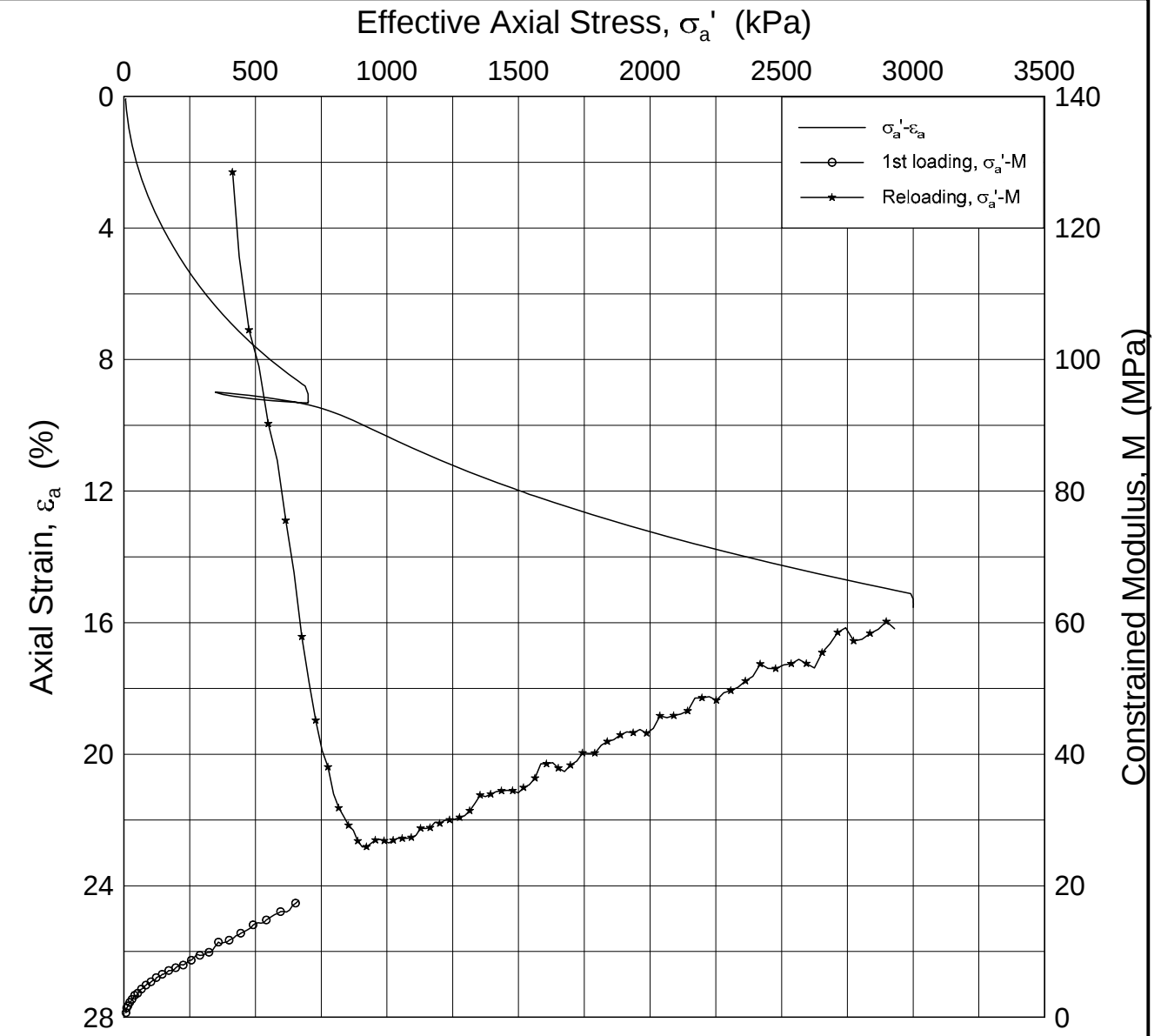
Test: 1

$w_i$  = 29.59 %

Drawn by  
FI/



H:\LABDATA\2012\20120772\oedom\10\_4\_a-1.log (crs2284).gif



H:\LABDATA\2012\20120772\oedom\10-4-a-1.lin (cvs2294).grf

Date/Rev.: 2009-08-06/3

**Spillvannsledning, Solheim-Ask, Gjedrum kommune**

Document No.  
20120772-01-R

Oedometer test (CRSC)

Depth = 20.20 m

Date  
2013-06-28

Boring: 10

Tube: 4

$p_o'$  = 210.0 kPa

Figure No.  
F2

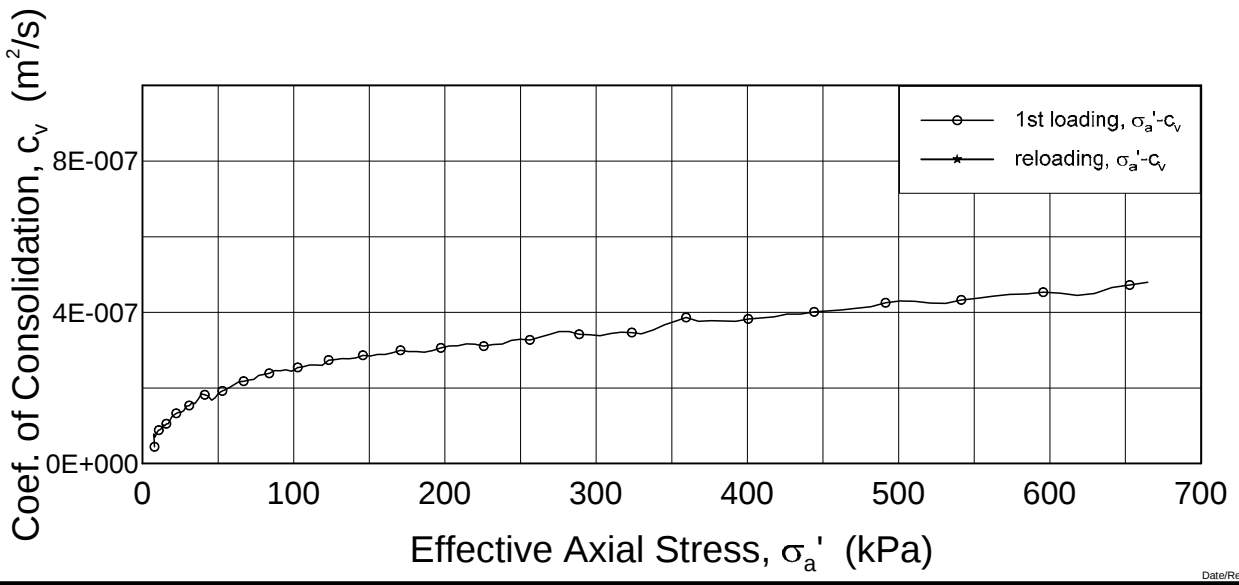
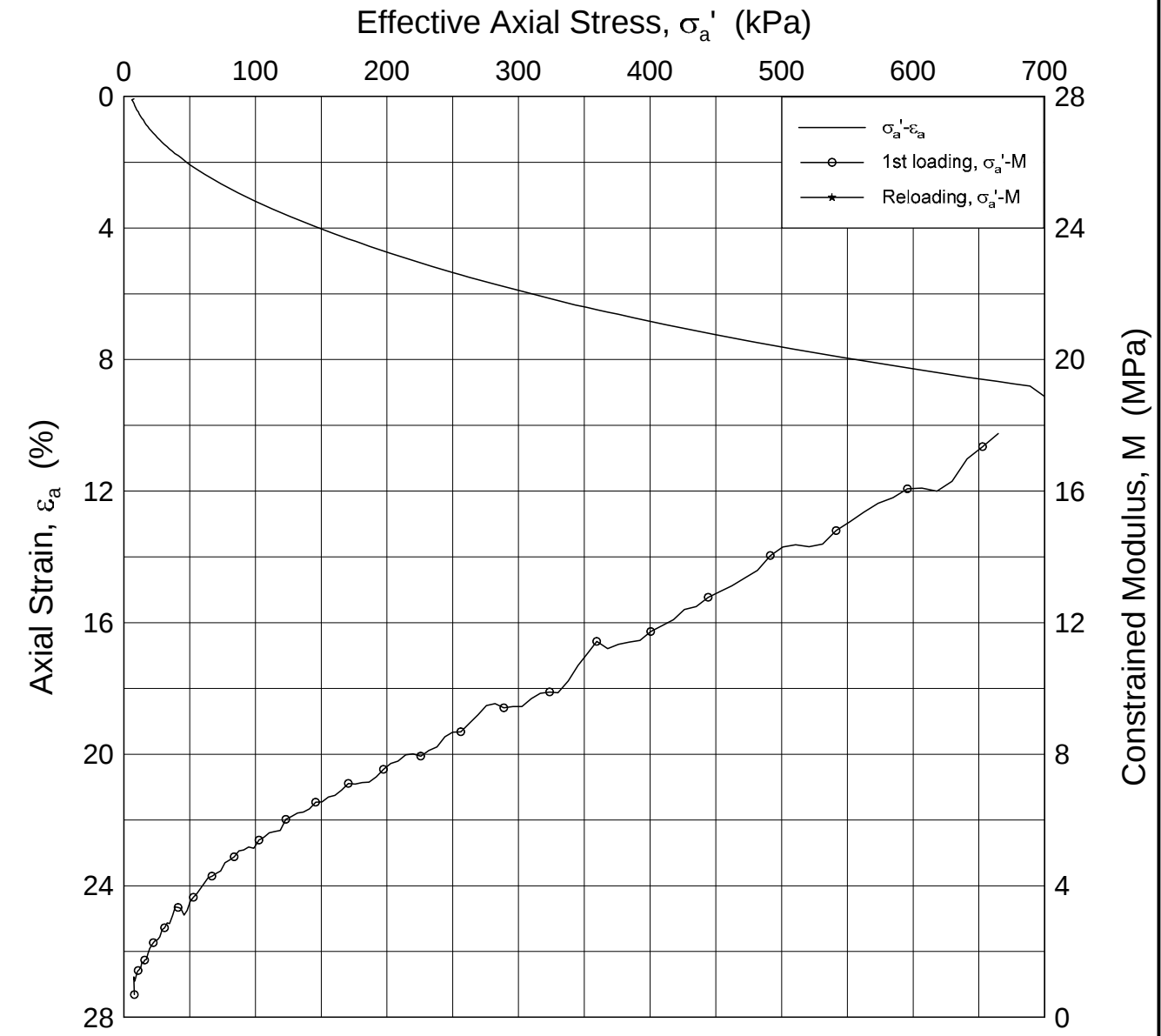
Part: A

Test: 1

$w_i$  = 29.59 %


Drawn by  
FIL





H:\LABDATA\2012\20120772\oedom\10-4-a-1\lin-2 (crs2294).grf

Date/Rev: 2009-08-06/3

<b>Spillvannsledning, Solheim-Ask, Gjedrum kommune</b>		Document No. 20120772-01-R
Oedometer test (CRSC)		Date 2013-06-28
Boring: 10	Tube: 4	Figure No. F3
Part: A	Test: 1	Drawn by FI\
Depth = 20.20 m		
p <sub>o</sub> ' = 210.0 kPa		
w <sub>i</sub> = 29.59 %		

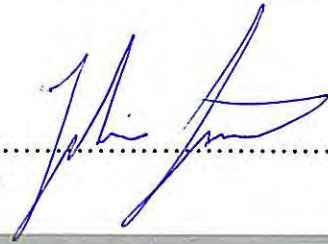




Dokumentnr.: 20120772-01-R  
Dato: 2013-12-17  
Rev.nr.: 0  
Vedlegg G, Side 1

## Vedlegg G - Kalibreringsskjema CPTU-sonde

Probe No 4568  
 Date of Calibration 20121210  
 Replacement of  
 Calibrated by Joakim Tingström  
 File name 4568 20121210 132020.doc



**Point Resistance**

Maximum Load 50 MPa  
 Range 50 MPa  
 Scaling Factor **1288**  
 Resolution 0.5923 kPa (17 bit resolution)  
 Area factor (a) 0.858

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 20.1382 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Local Friction**

Maximum Load 0.5 MPa  
 Range 0.5 MPa  
 Scaling Factor **3648**  
 Resolution 0.0104 kPa (17 bit resolution)  
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0.2912 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Pore Pressure**

Maximum Load 2.5 MPa  
 Range 2 MPa  
 Scaling Factor **3493**  
 Resolution 0.0218 kPa (17 bit resolution)

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1.2426 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Tilt Angle.                      Scaling Factor 1**

Range 0 - 40                      Deg.

**Temperature sensor.            Scaling Factor 1**

Range 0 - 40                      Deg. Celsius

**BACK-UP MEMORY**

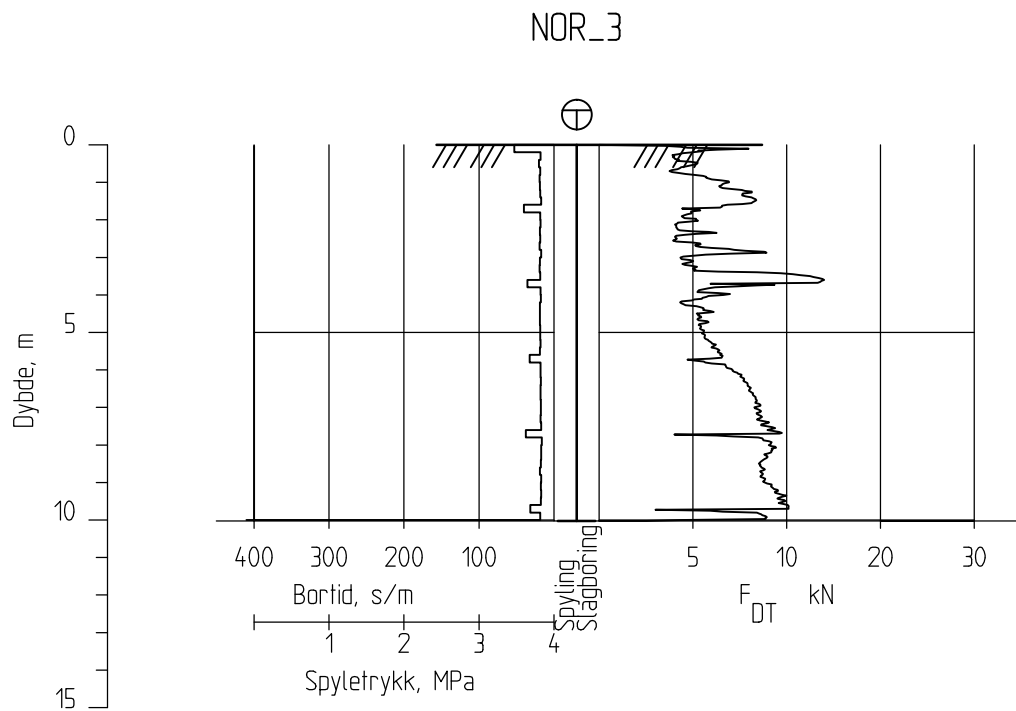




# Vedlegg H - Totalsonderinger fra Norconsult

## **Figurer**

Totalsonderinger      Figur H1 – H5



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
H1

Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner  
TS

Dato:  
06.11.13

Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_3

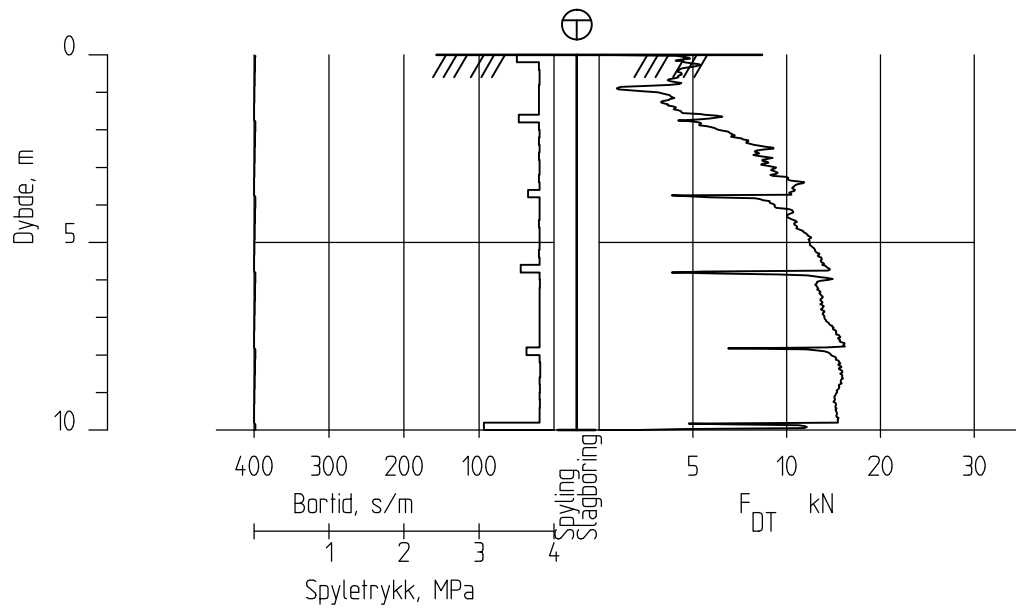
Kontrollert

Godkjent

Dato boret :04.09.2012



NOR\_4



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
H2Totalsondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_4

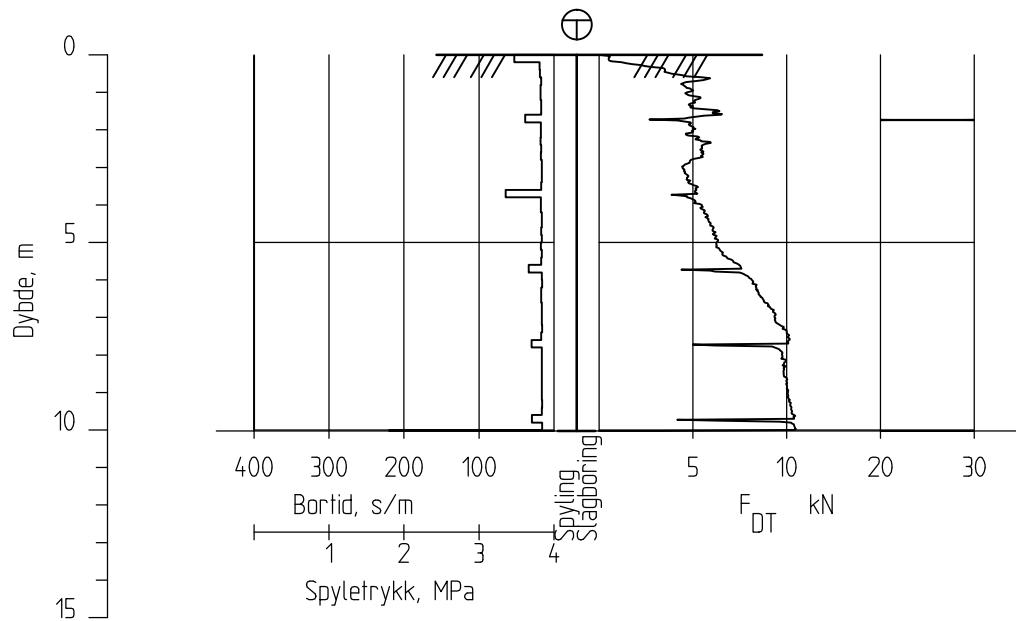
Kontrollert

Godkjent

Dato boret :29.08.2012



NOR\_9



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
H3Totalsondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_9

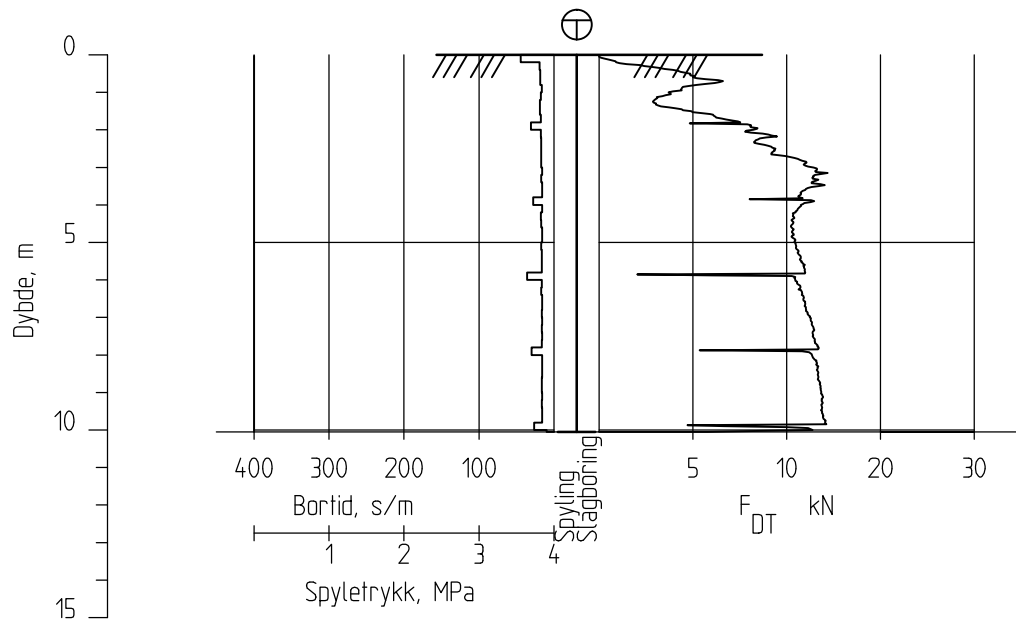
Kontrollert

Godkjent

Dato boret :05.09.2012



NOR\_10



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
H4Totalsondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_10

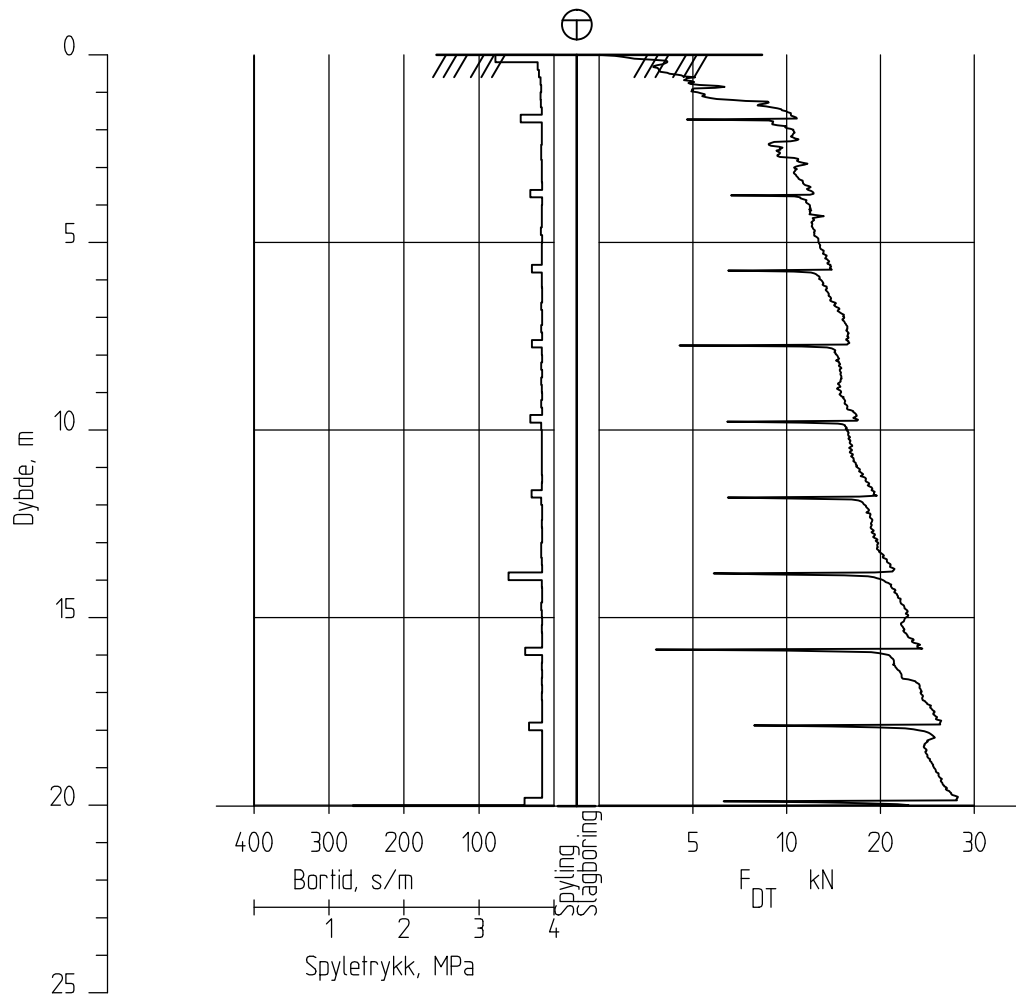
Kontrollert

Godkjent

Dato boret :05.09.2012



NOR\_11



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
H5Totalsondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_11

Kontrollert

Godkjent

Dato boret :05.09.2012





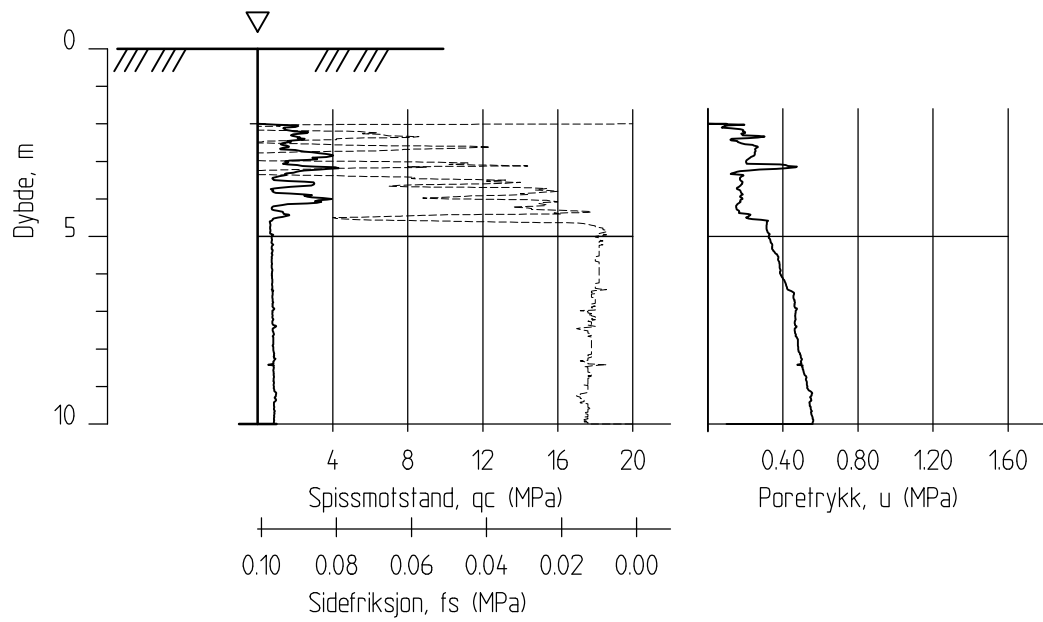


# Vedlegg I - CPTU-sonderinger fra Norconsult

## **Figurer**

CPTU-sonderinger Figur I1 – I3

NOR\_3



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
11CPT-sondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_3

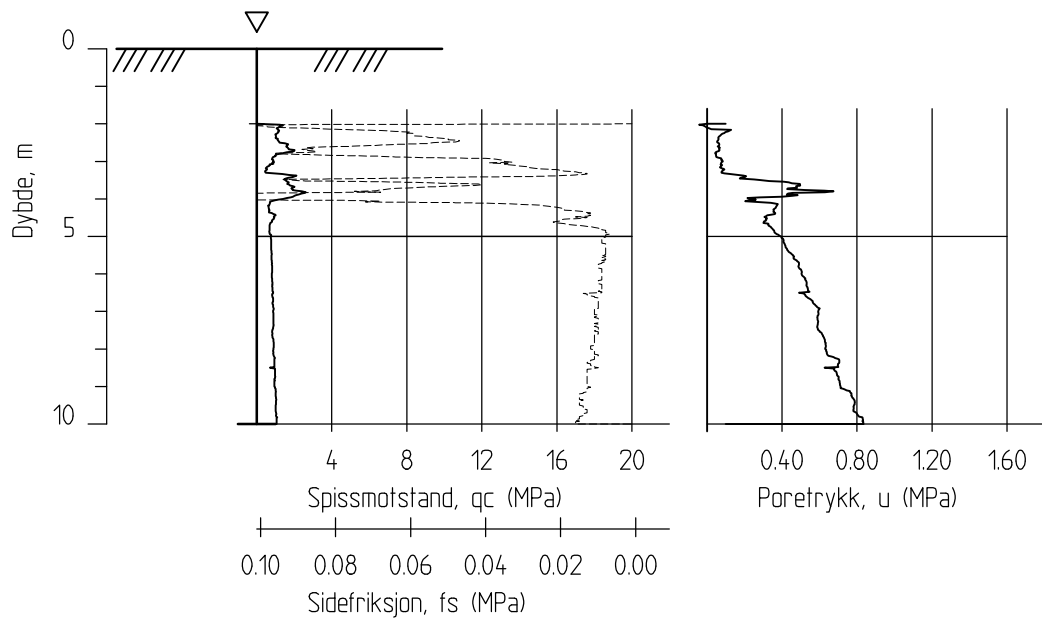
Kontrollert

Godkjent

Dato boret :2012-09-04



NOR\_10



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772

Figur nr.  
12

CPT-sondering  
M = 1 : 200  
Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_10

Tegner  
TS

Dato:  
06.11.13

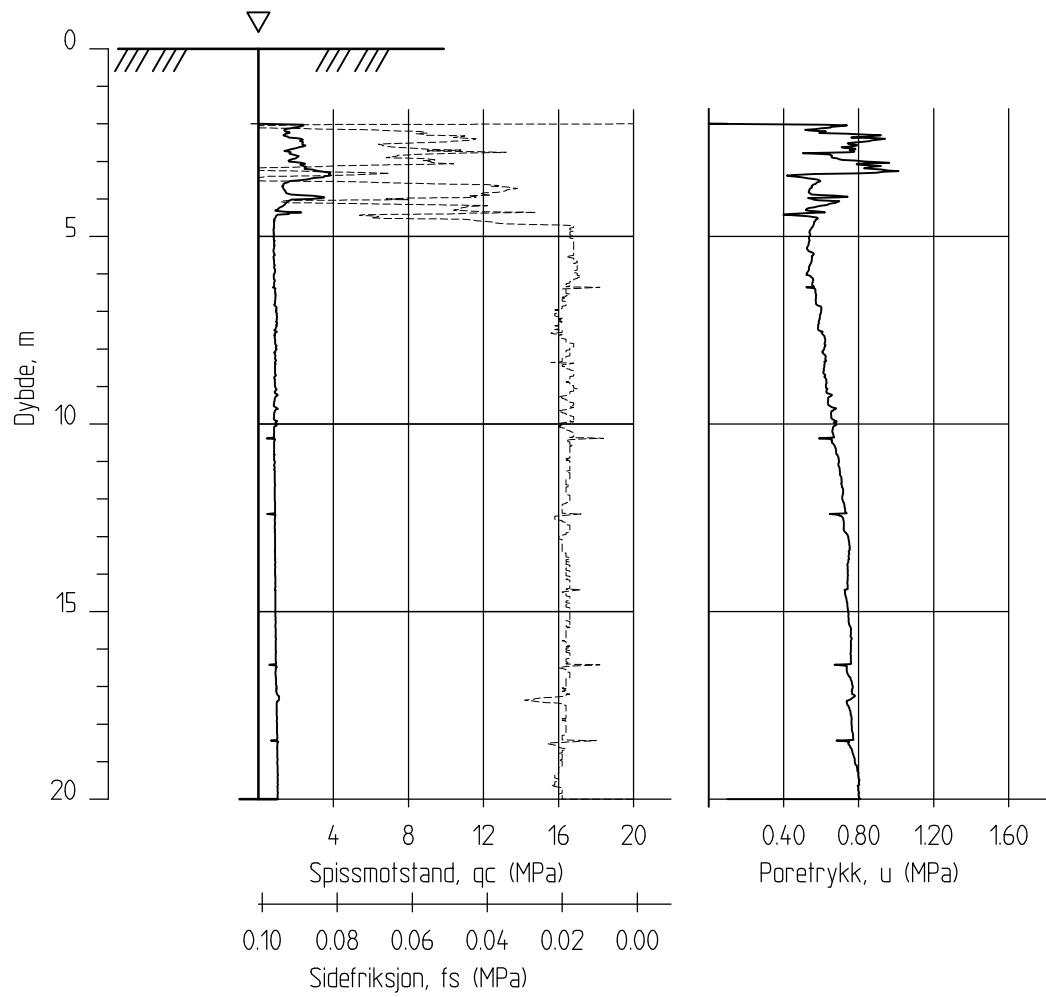
Kontrollert

Godkjent



Dato boret :2012-09-05

NOR\_11



Spillvannsledning Solheim-Ask, Gjerdrum kom.

Rapport nr.  
20120772Figur nr.  
13CPT-sondering  
M = 1 : 200Tegner  
TSDato:  
06.11.13Utført av Norconsult AB/Norconsult Fältgeoteknik  
Borhull NOR\_11

Kontrollert

Godkjent

Dato boret :2012-09-05



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>														
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger og mulige trasevalg						<b>Dokumentnr./Document No.</b> 20120772-01-R								
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport/Report		<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited				<b>Dato/Date</b> 17. desember 2013								
						<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b> 0								
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Gjerdrum kommune														
<b>Emneord/Keywords</b> Grunnundersøkelser, stabilitet, spillvannsledning, vannledning,														
<b>Stedfesting/Geographical information</b>														
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Akershus						<b>Havområde/Offshore area</b>								
<b>Kommune/Municipality</b> Gjerdrum kommune						<b>Feltnavn/Field name</b>								
<b>Sted/Location</b> Pumpestasjon Hellen – Kjærstadsletta og Solheim - Ask						<b>Sted/Location</b>								
<b>Kartblad/Map</b> Nannestad						<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>														
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>					<b>Egen-kontroll/ Self review av/by:</b>		<b>Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:</b>		<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>		<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:</b>		
0	Originaldokument					TrV		BGK						
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>					<b>Dato/Date</b> 19. mars 2014			<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Trond Vernang						

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)



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