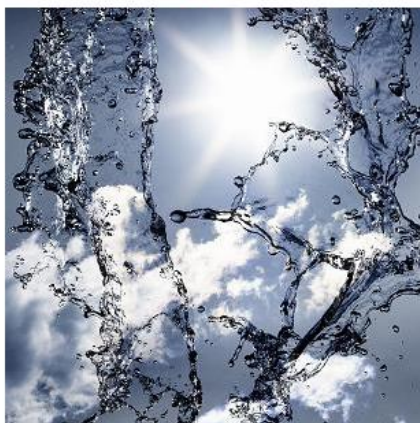
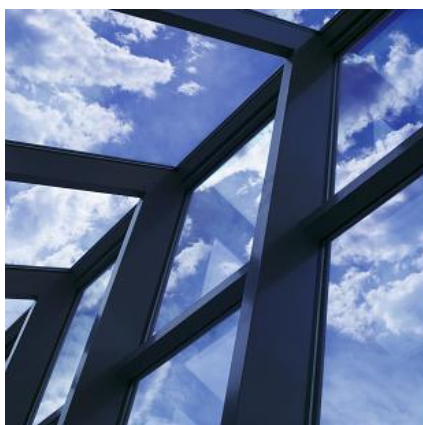

RAPPORT

Sikring Norddalselva

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt

EMNE
Geoteknisk datarapport

DATO / REVISJON: 16. mars 2015 / 00
DOKUMENTKODE: 417129-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT



OPPDRAG	Sikring Norddalselva	DOKUMENTKODE	417129-RIG-RAP-001
EMNE	Geoteknisk datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt	OPPDRAGSLEDER	Signe Gurid Hovem
KONTAKTPERSON	Mads Johansen	UTARBEIDET AV	Mia Bek
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 559900 NORD: 7093300	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Åfjord kommune		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av NVE til å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med sikringsarbeid langs Norddalselva. Sikringsarbeidet skal utføres i vestre del av Årneset og har ei strekning på ca. 370m.

Grunnen oppe på Årneset består av et grovt lag av sand og grus med inntil 4-7m dybde, deretter er det registrert noe finere masser i form av sandig og leirig silt. Antatte lagdelinger østover langs Årneset er basert på tidligere undersøkelser og undersøkelser utført i forbindelse med områdereguleringen. Det er avdekket kvikkleire eller sensitiv leire i elvebunnen langs Norddalselva. Dette laget strekker seg fra midten av elva og ca. 100m østover over Årneset. De sensitive massene/kvikkleira ligger ved ca. kote -3 og -5. Det er ikke påvist kvikkleire nord for rådhuset.

De sensitive massene ligger under lag av grovere masser, som består av grus, sand og silt. Denne forekomsten ser ut til å gjenta seg i de fleste borpunktene. De sensitive massene vurderes å være mektigst under selve elvebunnen med noe avtakende mektighet østover.

					
0	16.03.2015	Utarbeidet rapport	Mia Bek	Signe Gurid Hovem	Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Myndighetskrav	6
3	Utførte grunnundersøkelser	7
	3.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser	7
	3.2 Feltundersøkelser	7
	3.3 Laboratorieundersøkelser	8
4	Topografi og grunnforhold	9
	4.1 Topografi.....	9
	4.2 Grunnforhold	9
	4.3 Dybder til berg	9
	4.4 Grunnvann	9
5	Dynamiske egenskaper	9
6	Sluttkommentar	9
7	Referanser	9

Geotekniske bilag

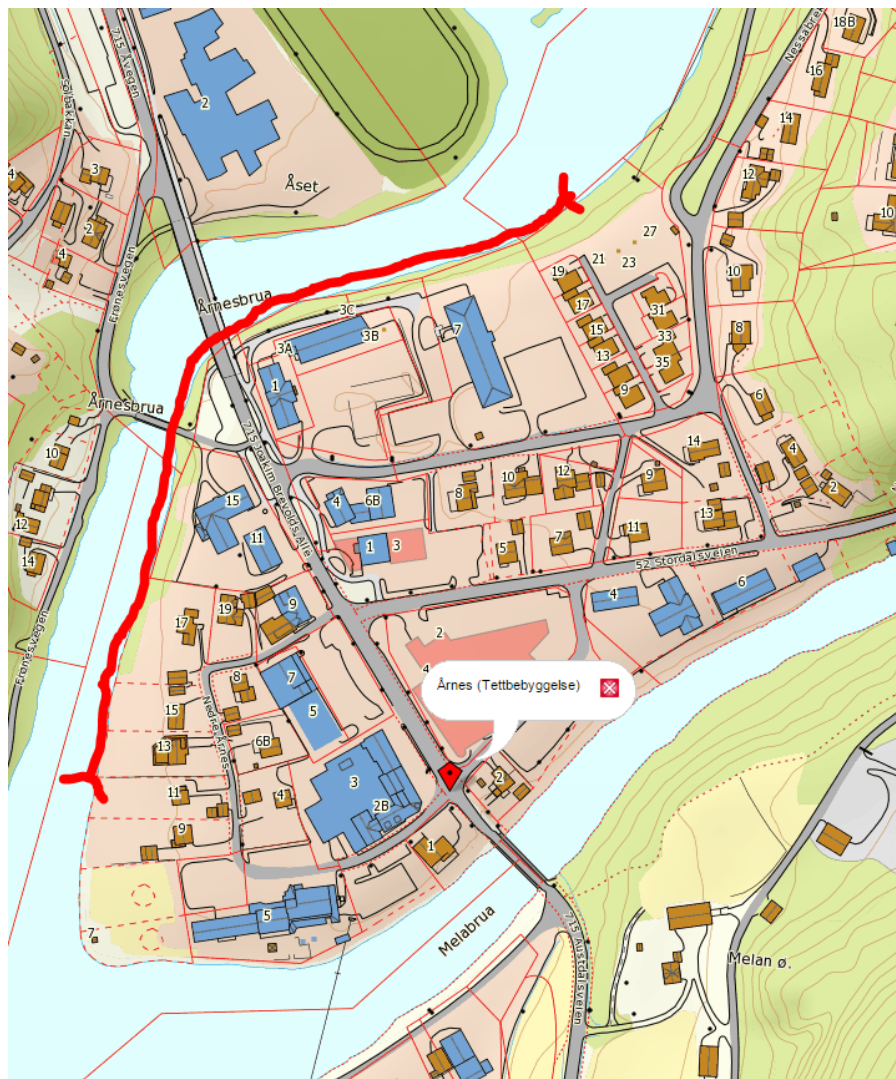
- 1: Geoteknisk bilag, terminologi for feltundersøkelser
- 2: Geoteknisk bilag, terminologi for laboratorieundersøkelser
- 3: Geoteknisk bilag, oversikt over metodestandarder

Tegninger

417129-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010, -011, -012, -113	Geotekniske data fra borpunkt 1, 3, 9 og 10
	-040.1	CPTU BP.3, Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i
	-040.2	CPTU BP.3, Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
	-040.3	CPTU BP.3, Spissmotstandstill N_m poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
	-040.4	CPTU BP.3, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – q_t og B_q
	-040.5	CPTU BP.3, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-041.1	CPTU BP10, Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i
	-041.2	CPTU BP.10, Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
	-041.3	CPTU BP.10, Spissmotstandstill N_m poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
	-041.4	CPTU BP.10, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – q_t og B_q
	-041.5	CPTU BP.10, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-060.0	Korngradering BP.9
	-075.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP.9, $d=5.4m$. Plott A: $\sigma_{av}'-\varepsilon_a$, M og c_v
	-075.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP.9, $d=5.4m$. Plott B: $\sigma_{av}'-\varepsilon_a$, k og u_b/σ
	-076.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP.10, $d=11.6m$. Plott A: $\sigma_{av}'-\varepsilon_a$, M og c_v
	-076.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP.10, $d=11.6m$. Plott B: $\sigma_{av}'-\varepsilon_a$, k og u_b/σ
	-090.1	Treksialforsøk, BP.9, $d=7.6m$. Deviatorspenningssti. NTNU-plott
	-090.2	Treksialforsøk, BP.9, $d=7.6m$. Poretrykks- og mobiliseringsforløp
	-090.3	Treksialforsøk, BP.9, $d=7.6m$. Vannutpressing-tid, konsolideringsfase
	-091.1	Treksialforsøk, BP.10, $d=11.75m$. Deviatorspenningssti. NTNU-plott
	-091.2	Treksialforsøk, BP.10, $d=11.75m$. Poretrykks- og mobiliseringsforløp
	-091.3	Treksialforsøk, BP.10, $d=11.75m$. Vannutpressing-tid, konsolideringsfase
	-100	Sonderinger fra borpunkt 1,2 og 3
	-101	Sonderinger fra borpunkt 4, 5, 6, 7, 8 og 9
	-102	Sonderinger fra borpunkt 10 og 11
	-200	Profil A-A
	-201	Profil B-B

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av NVE til å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med sikringsarbeid langs Norddalselva/vestre del av Årneset. Området som undersøkt i forbindelse med dette arbeidet har ei strekning på ca. 370m og er markert med rød strek i Figur 1-1. Det er utført grunnundersøkelser både langs vestre og søndre del av Norddalselva.



Figur 1-1: Oversiktskart

Multiconsult har utført grunnundersøkelser langs den aktuelle strekningen. Grunnundersøkelsene presentert i denne rapporten skal gi grunnlag for videre prosjekteringsarbeid.

2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008, /1/. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode 0, 7, 8 (/2/ /3/ /4/) og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

3 Utførte grunnundersøkelser

3.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser på Årneset i flere om ganger. Blant annet i forbindelse med områderegulering for Årnes har Multiconsult utført grunnundersøkelser og stabilitetsanalyser for skråninger ned mot Norddalselva. De geotekniske vurderingene ble utført med fokus på avgrensning av eksisterende kvikkleiresone og stabilitet iht. NVEs retningslinjer.

Tidligere grunnundersøkelser i Årnes sentrum er oppsummer i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Tidligere utførte grunnundersøkelser.

Bedrift	Rapport	Dato
Statens Vegvesen	Ud-433A-2 RV 715 Årnes Bru.	29.01.1985
Noteby AS	37385-Utbedring av eksisterende veg. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering.	06.04.1995
Multiconsult AS	412385-1 Åset skole, grunnundersøkelser.	06.06.2007
Multiconsult AS	412385-2 Åset skole, supplerende boringer.	29.07.2008
Multiconsult AS	412385-3 Åset skole, Faregradsevaluering-Kvikkleireområde.	02.09.2008
Multiconsult AS	414653 Områderegulering Årnes, grunnundersøkelser med geoteknisk vurdering.	24.08.2012
Multiconsult AS	416475 Norddalselva – Forbygning øst for rådhuset, supplerende grunnundersøkelser	04.04.2014
Multiconsult AS	416672 Årnesgården - Grunnundersøkelser	12.02.2015

3.2 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i uke 3 i 2015. Boringene ble utført av borleder Bård Einar Krogstad med geoteknisk borerigg av typen Geotech 607 H. Følgende grunnundersøkelser ble utført:

- 11 dreietrykksonderinger, benevnt 1 og 11 på vedlagte borplan, tegning nr. 417129-RIG-TEG-001.
- 2 trykksonderinger med poretrykkmåling, CPTU, i borpunkt 3 og 9.
- Opptak av 4 prøveserier bestående av representative og uforstyrrede prøver fra borpunkt 1, 3, 9 og 10.

Sonderingene er avsluttet i meget faste masser mellom ca. 18 og 29 m dybde under eksisterende terreng. Dreietrykksonderinger gir informasjon om grunnens relative lagringsfasthet samt indikasjon på lagdeling og løsmassetype. Bormetoden har liten nedtrengningsevne i steinholdig grunn, og kan ikke benyttes til sikker påvisning av berg. Trykksondering (CPTU) gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet, lagringsforhold, lagdeling og jordtype, samt en indikasjon på jordparametre.

Borutskrift fra dreietrykksonderingene inkludert prøveresultater er vist på tegning nr. 417129-RIG-TEG-100-102. Sonderingene og prøveresultatene er også vist i profil A-A og B-B, tegning nr. 417129-RIG-TEG-200 og -201. Resultatene fra CPTU er vist på tegning 417129-RIG-TEG-040.1 til -041.5. Tabell 3-2 gir en oversikt over dybder på utførte sonderinger og prøvetakinger.

Alle høyder refererer til høydesystem NN 2000. Borpunktene er målt inn med vårt GPS-utstyr. Utførelsen av feltundersøkelsene er beskrevet generelt i geoteknisk bilag 1.

Tabell 3-2: Oversikt over utførte sonderinger og opptatte prøver.

Borpunkt	Dreietrykk	CPTU	Prøver	Kommentarer	Koordinater
[-]	Dybde [m]	Dybde [m]	Dybde [m]	[-]	NN1954 (N, E, H)
1	28.4	-	7-8, 10-11	GV 1m under terreng. Kvikkleire i dybden.	7093406,8, 559931,9, 1,3
2	32.1	-	-	DRT utført fra elvebunnen. Kvikkleire i dybden.	7093373,4, 559949,0, -0.2
3	28.5	21.7	9-10, 12-13	Fikk ikke tatt opp prøver dypere enn 18m pga stein og bøyd sylindere. Kvikkleire i dybden.	7093344,1, 559965,7, 9,7
4	24.3	-	-	Forboring 2 m.	7093327,7, 559987,1, 10,0
5	8.2	-	-	Antatt berg/blokk ved ca. 8.1m.	7093285,1, 559846,3, 3,6
6	9.3	-	-	Forboring 2,3m.	7093216,7, 559834,8, 2,1
7	6.9	-	-	Forboring 1 m.	7093166,1, 559824,1, 1,4
8	6.8	-	-	Forboring 1,5 m.	7093121,8, 559817,8 1,5
9	18.7	-	3-4, 5-6, 7-8	Forboring 1,5m, kvikkleire i dybden.	7093169,0, 559874,3, 2,3
10	28.7	16.5	11-12	Stein ved 23m dybde. Kvikkleire i dybden.	7093164,6, 559917,8, 6,5
11	26	-	-	Forboring 2 m.	7093182,2, 559949,3, 8,7

3.3 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt ved vårt geotekniske laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene. Følgende undersøkelser er utført i laboratoriet:

- Prøveåpning av 8 stk. 54 mm sylindereprøver for bestemmelse av rutineparametere. Tegning 417129-RIG-TEG-010-013.
- Korngradering på prøve fra borpunkt 9. Tegning 417129-RIG-TEG-060
- Treksialforsøk (CAUa) på prøver fra borpunkt 9 og 10. Tegning 417129-RIG-TEG-090.1-091.3
- Ødometerforsøk (CRS) på prøver fra borpunkt 9 og 10. Tegning 417129-RIG-075.1 -076.2

Vanninnholdet på de opptatte prøvene ligger mellom 30-40 % i siltlagene og mellom 20-30 % i leirlagene. Prøvene viser en plastisitetsindex IP på ca. 10 %, dvs lite til middels plastisk leire.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er beskrevet generelt i geoteknisk bilag 2.

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi

Vestre del av Årnes platået ligger ca. på kote +9 (kanten ned mot Norddalselva) og har ei helning ned mot Norddalselva på 1:1.5 i nordre del (nord for rådhuset). Denne helningen blir gradvis slakere sørover og er ca. 1:6 i søndre del av Årnes platået. Elvebunnen ligger på ca. kote +0 og elveløpet er ca. 30-50 m bredt, den er på det smaleste (30 m) ved den gamle Årnesbrua.

4.2 Grunnforhold

Grunnen oppe på Årneset består av et grovt topplag av sand og grus med mektighet på inntil 4-7 m, deretter er det registrert noe finere masser med dybden, bestående av sandig og leirig silt. Antatte lagdelinger østover langs Årneset er basert på tidligere undersøkelser og undersøkelser utført i forbindelse med områderegulering. Det er avdekket kvikkleire og sensitiv leire i elvebunnen langs Norddalselva. Laget strekker seg ca. 100 m fra midten av elva og østover over Årneset. De sensitive massene/kvikkleira ligger ved ca. kote -3 og -5. Det er ikke påvist kvikkleire nord for rådhuset.

De sensitive massene ligger under lag av grovere masser, som består av grus, sand og silt. Denne forekomsten ser ut til å gjenta seg i de fleste borpunktene. De sensitive massene vurderes å være mektigst under selve elvebunnen med noe avtakende mektighet østover.

4.3 Dybder til berg

Det er ikke påvist dybde til berg i noen av borpunktene.

4.4 Grunnvann

Det er tidligere blitt registrert grunnvann i 2 borpunkt; 414653 - PZ2 og - PZ5. til ca. 5-7 m under terreng

5 Dynamiske egenskaper

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Eurokode 8 /4/ er grunnforholdene langs Norddalselva vurdert til grunntype S2.

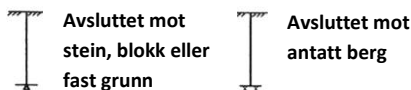
6 Sluttkommentar

Utførte grunnundersøkelser støtter opp tidligere vurdering av kvikkleirens beliggenhet i området.

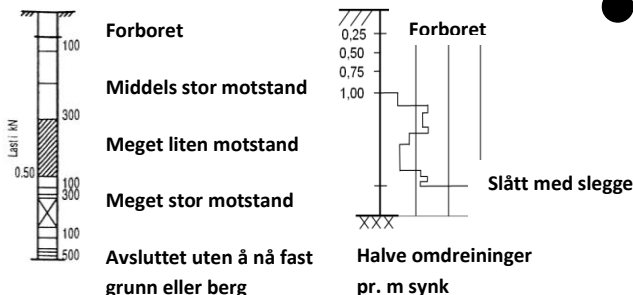
7 Referanser

- /1/ NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008).
- /2/ Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008.
- /3/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- /4/ Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del1. Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2204+NA2008.

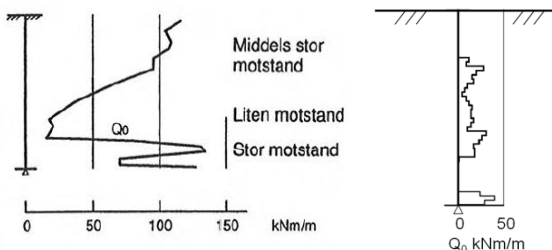
Geotekniske bilag



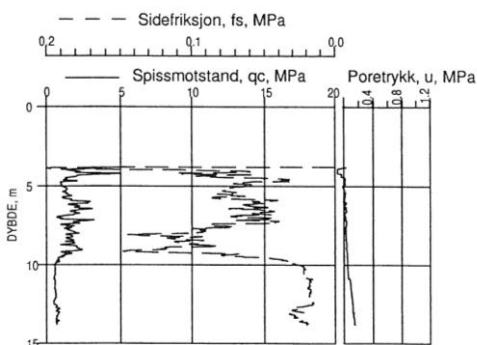
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



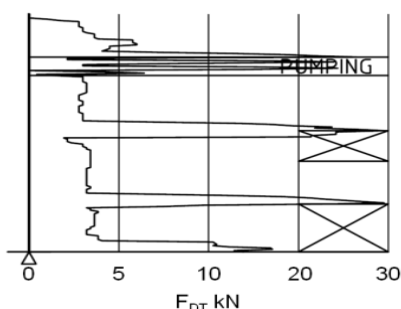
DREIESONDERING (NGF MELDING 3)
 Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



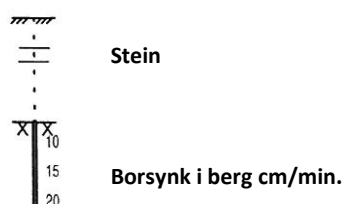
RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)
 Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} * \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



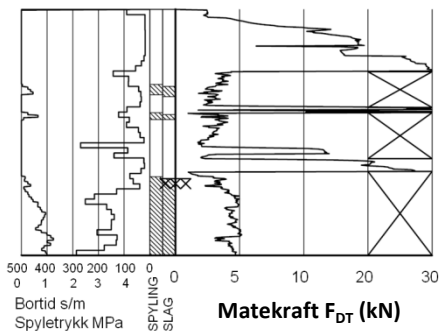
TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)
 Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)
 Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



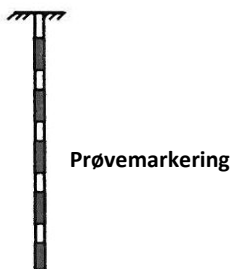
BERGKONTROLLBORING
 Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



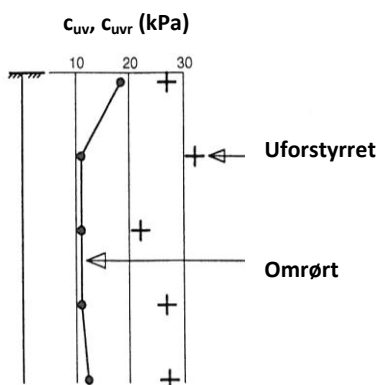
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



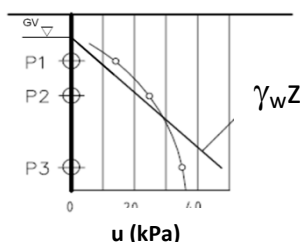
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)
Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)
Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

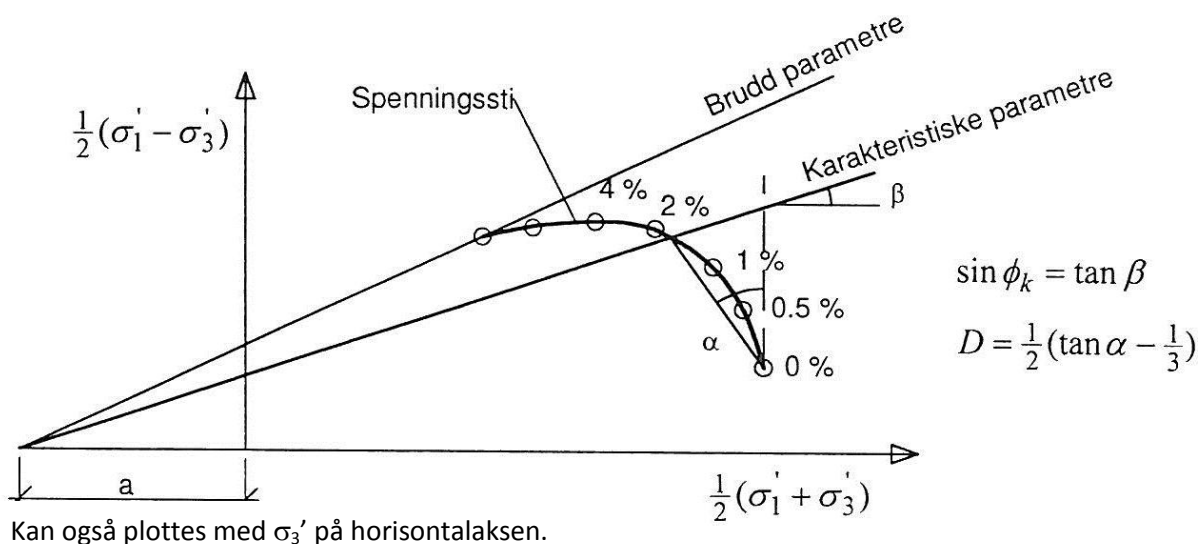
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOOLD (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

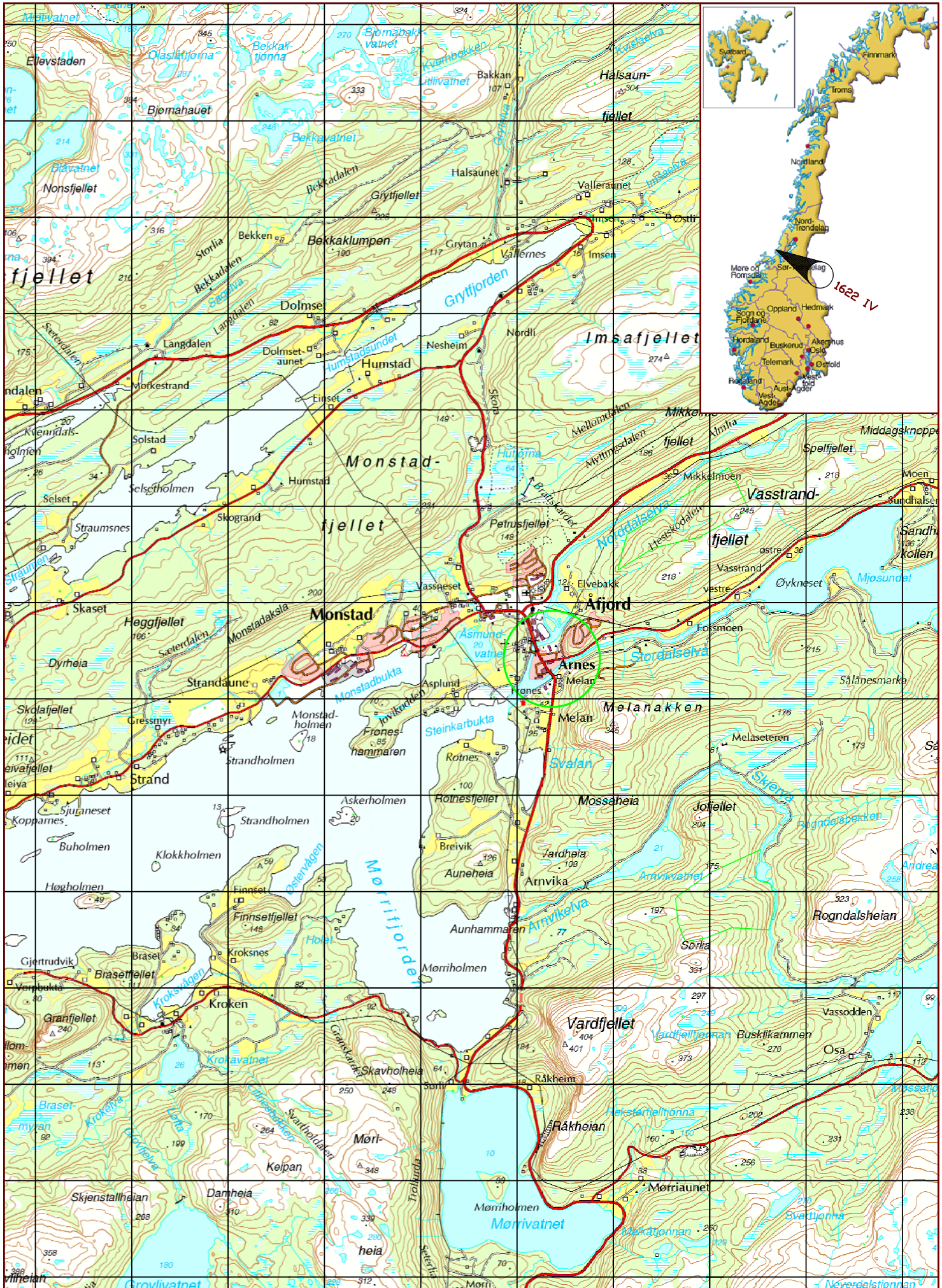
NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske standarder (NS) og referansedokumenter:

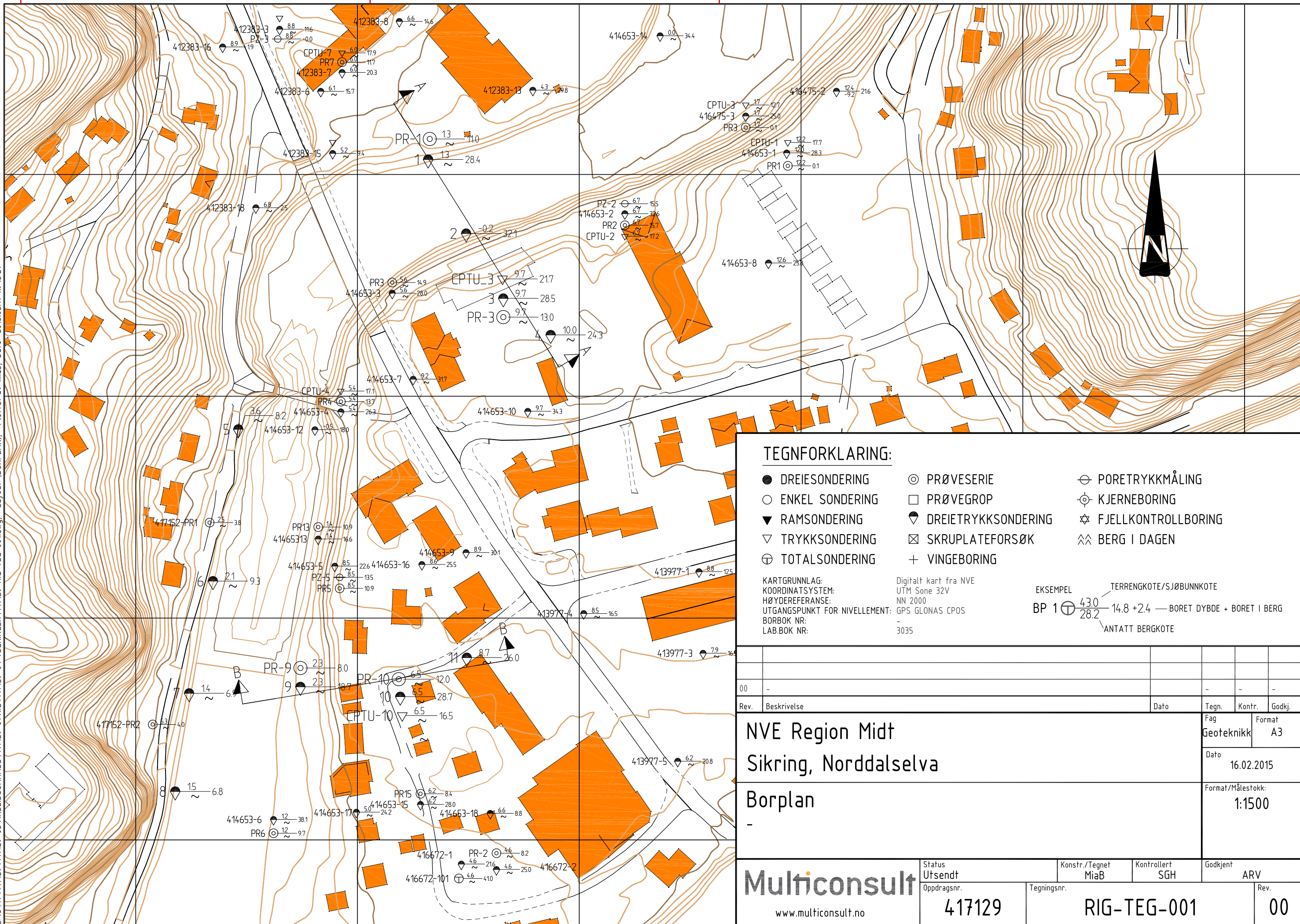
Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser

Z:\04\17129-03 ARBEIDSSOMRÅDE\4\17129-01 RIG\4\17129-04 TEGNINGER\4\17129-RIG-TEG-000.dwg - Layout: (A4: Sføende skjema) - Plottet av: miab, Dato: 2015.02.17 kl.8:48



Multiconsult www.multiconsult.no	Sikring Norddalselva NVE Region Midt Sikring Norddalselva	Status	-	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	17.02.2015
		Konstr./Tegnet	MiaB	Kontrollert	SGH	Godkjent	ARV	Målestokk	1:50 000
		Oppdragsnr.	417129	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Rev.	-		

Z:\04\17\417129\03 ARBEIDSSOMRÅDE\417129-01 RIG\417129-04 TEGNINGER\417129-RIG-TEG-001.dwg. - Layout: (BORPLAN); - Plottet av: miaB, Dato: 2015.03.11 kl 13:21



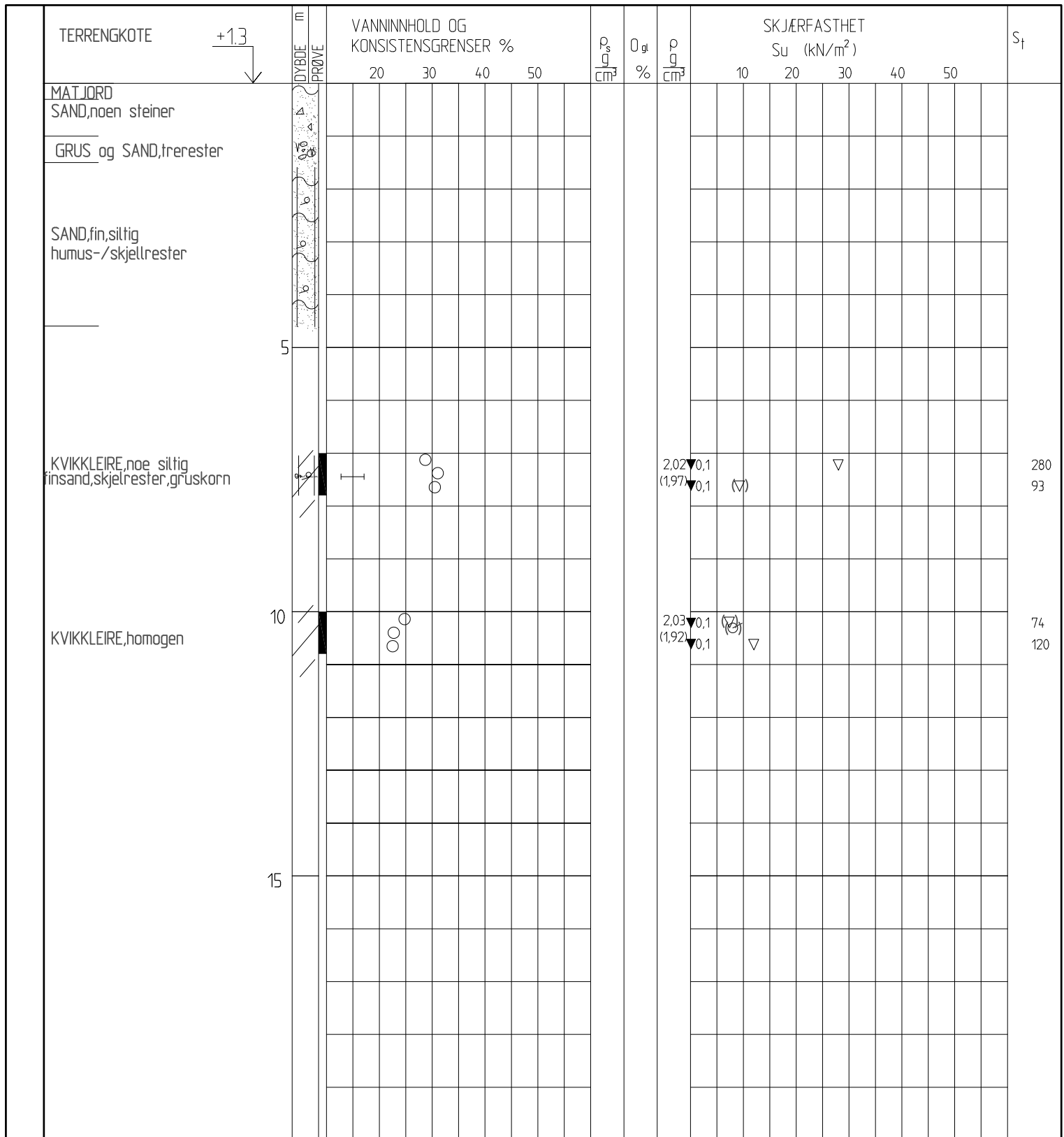
TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ⬇️ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra NVE
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
 BORBOK NR: -
 LAB.BOK NR: 3035

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE Region Midt Sikring, Norddalselva			Fag Geoteknikk	Format A3	
Borplan			Dato 16.02.2015		
-			Format/Målestokk: 1:1500		
Status Utsendt		Konstr./Tegnet MiaB	Kontrollert SGH	Godkjent ARV	
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 417129	Tegningsnr. RIG-TEG-001	Rev. 00	



PR = PRØVESERIE SYLINDER
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINHOLD
— W_f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK
— W_p PLASTISITETSGRENSE
O_{gl} GLØDETAP
ρ_s KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT
■ PRØVESERIE SYLINDER
■ POSEPRØVE
▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE
▽ KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE
○ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE
⊙ ENAKS FORSTYRRET PRØVE
15-5 % TØYNING VED BRUDD
S_t SENSITIVITET
ρ DENSITET

LAB.BOK NR.: 3035

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

NVE Region Midt
Sikring Nordselva
Grunnundersøkelser

Boring nr.

1

Tegningens filnavn

417129-RIG-TEG-010_h1.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

20.01.2015

**Multi
consult**

Multiconsult

Dato 06.02.2015

Tegnet/kontrollert
truk/kjt

Kontrollert
MiaB

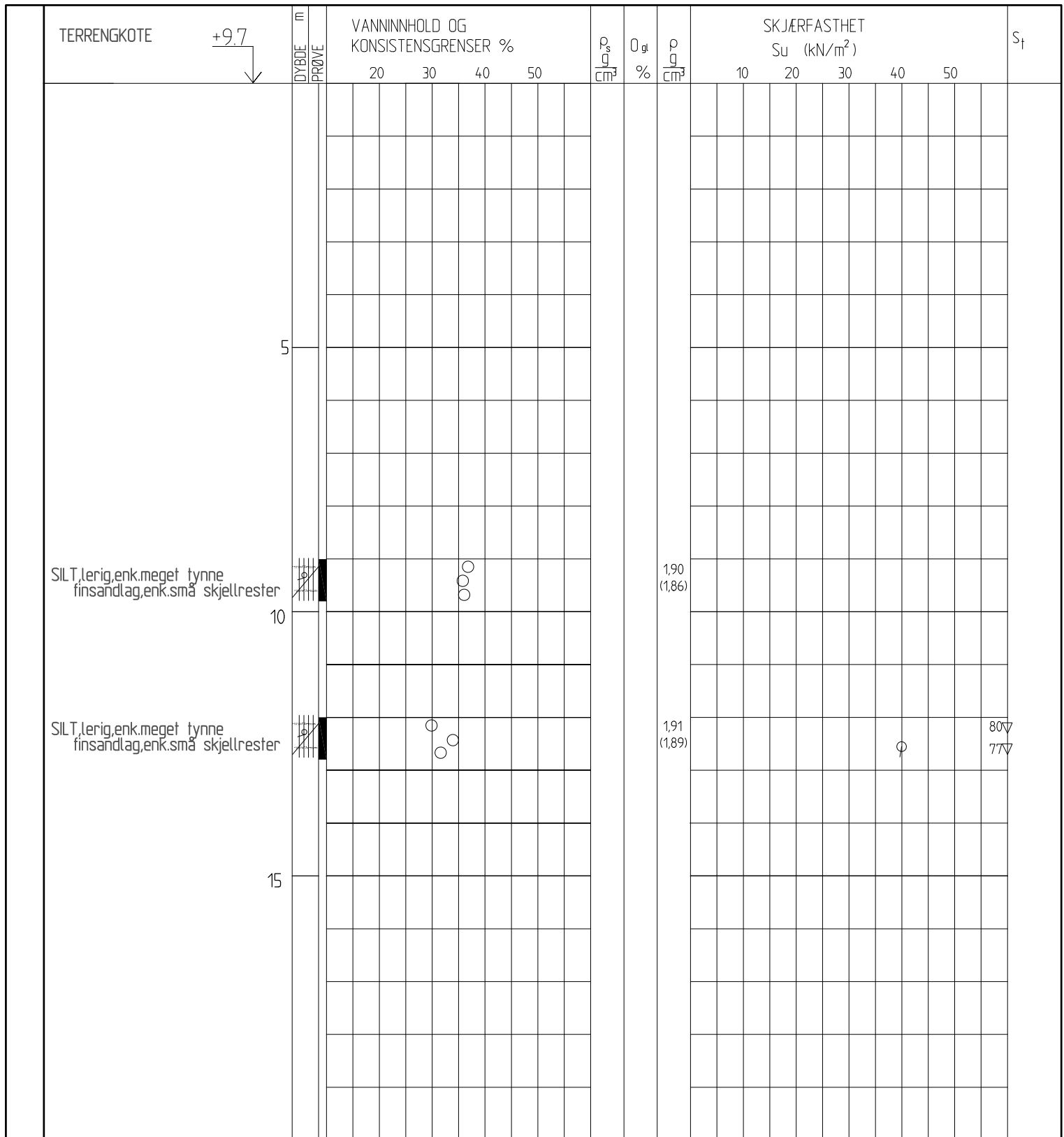
Godkjent
SGH

Oppdragsnr.
417129

Tegningsnr.
RIG-TEG-010

Rev.
00

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70



SILT, lerig, enk. meget tynne
finsandlag, enk. små skjellrester

SILT, lerig, enk. meget tynne
finsandlag, enk. små skjellrester



PR = PRØVESERIE SYLINDER
PP = POSEPRØVE

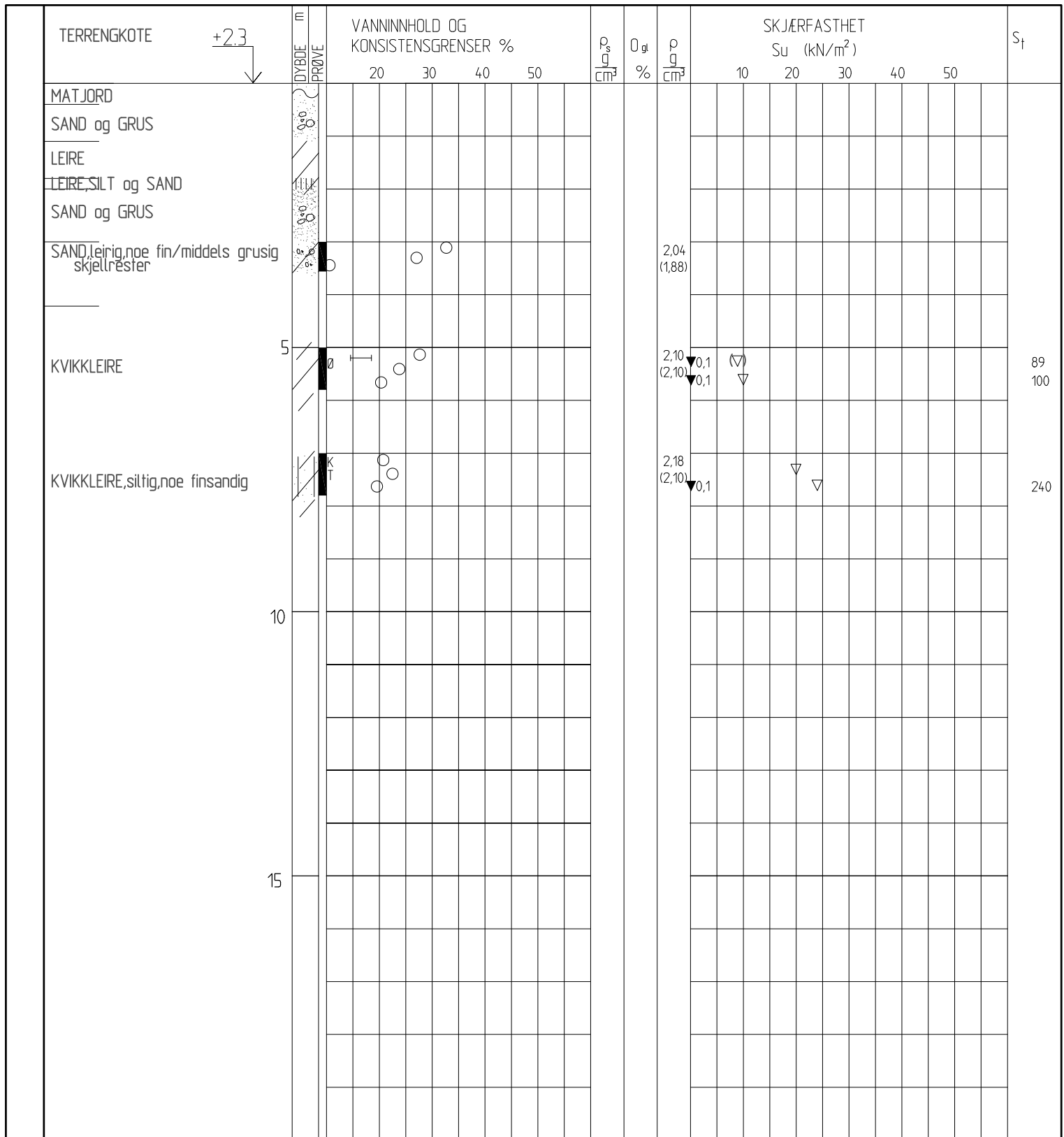
LAB.BOK NR.: 3035

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
 — w_f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK
 — w_p PLASTISITETSGRENSE
 ρ_{gl} GLØDETAP
 ρ_s KORNDENSITET

□ KLASIFISERT FELT
 ■ PRØVESERIE SYLINDER
 ■ POSEPRØVE
 ▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE
 (▽) KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE
 ○ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE
 (○) ENAKS FORSTYRRET PRØVE
 15-5 % TØYNING VED BRUDD
 S_t SENSITIVITET
 ρ DENSITET

GEOTEKNISKE DATA NVE Region Midt Sikring Nordalselva Grunnundersøkelser		Boring nr. 3	Tegningens filnavn 417129-RIG-TEG-011_h3.dwg	
		Borplan nr. -001		
Boret dato: 08.01.2015				
 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70	Dato 06.02.2015	Tegnet/kontrollert lab truk/kjt	Kontrollert MiaB	Godkjent SGH
	Oppdragsnr. 417129	Tegningsnr. RIG-TEG-011		Rev. 00



PR = PRØVESERIE SYLINDER
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
— w_f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK
— w_p PLASTISITETSGRENSE
 U_{gl} GLØDETAP
 ρ_s KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT
■ PRØVESERIE SYLINDER
■ POSEPRØVE
▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE
▽ KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE
○ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE
⊙ ENAKS FORSTYRRET PRØVE
15-5 % TØYNING VED BRUDD
 S_t SENSITIVITET
 ρ DENSITET

LAB.BOK NR.: 3035

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

NVE Region Midt
Sikring Nordalselva
Grunnundersøkelser

Boring nr.

9

Tegningens filnavn

417129-RIG-TEG-012_h9.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

08.01.2015

Multi
consult

Multiconsult

Dato 06.02.2015

Tegnet/kontrollert lab
truk/kjt

Kontrollert
MiaB

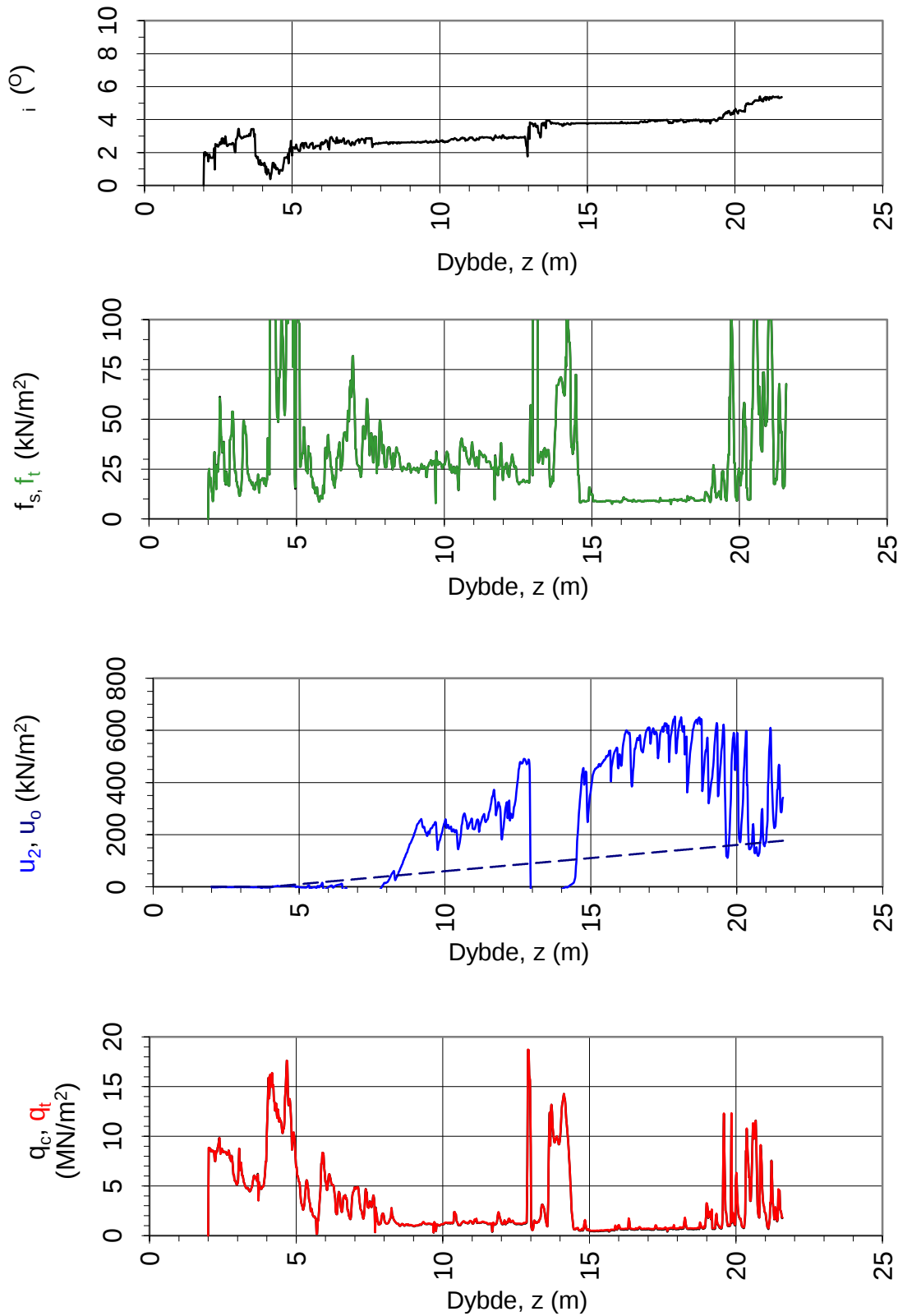
Godkjent
SGH

Oppdragsnr.
417129

Tegningsnr.
RIG-TEG-012

Rev.
00

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70



Oppdragsgiver:

NVE Region Midt

Oppdrag:

Sikring Norddalselva, Åfjord

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .

Multiconsult

CPTU id.:

3

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

08.01.2015

Tegnet:

MiaB

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

417129

Tegning nr.:

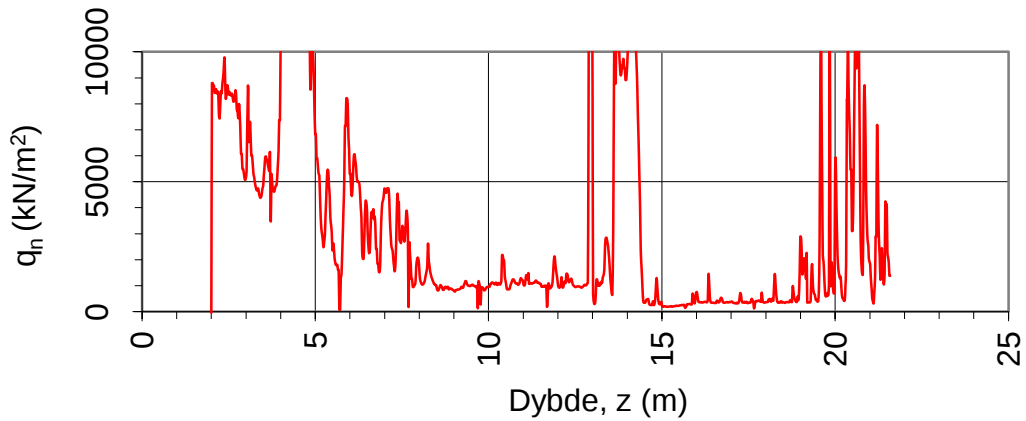
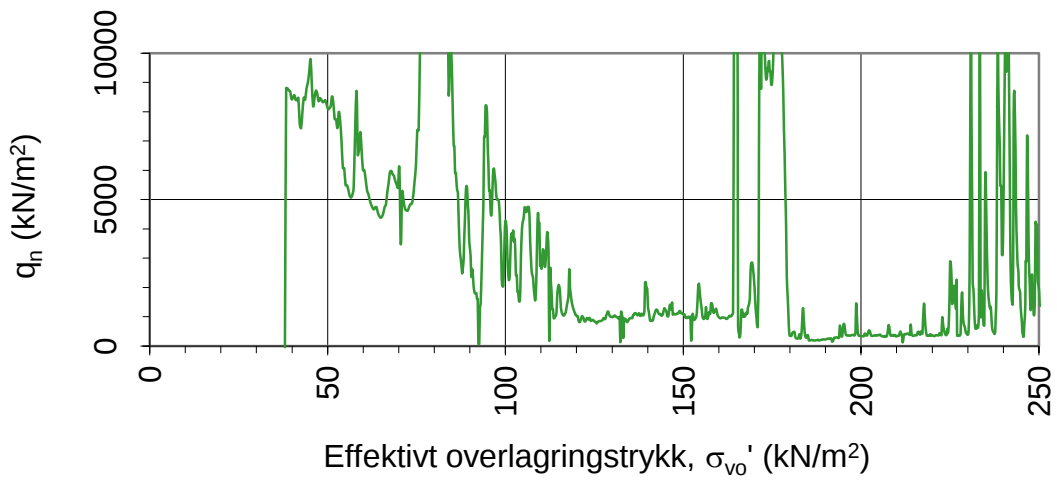
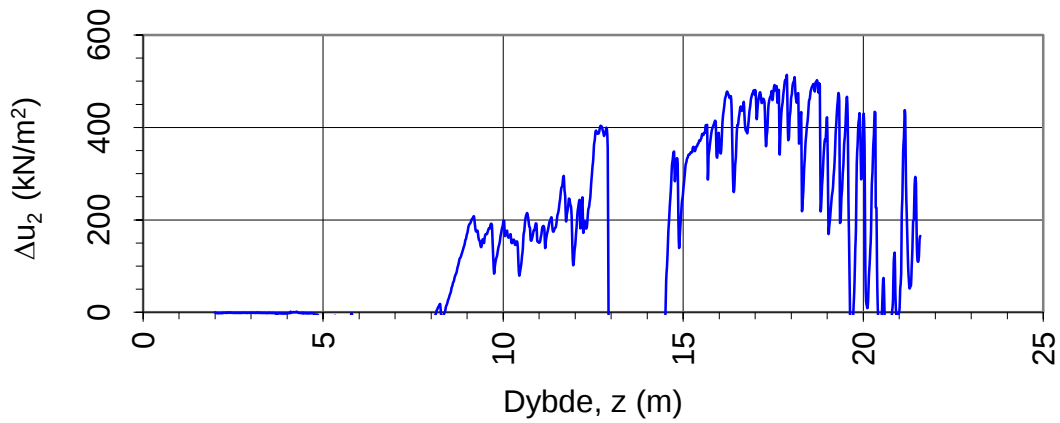
RIG-TEG-040.1

Versjon:

04.12.2014

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

NVE Region Midt

Oppdrag:

Sikring Norddalselva, Åfjord

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Netto spissmotstand q_h og poreovertrykk Δu_2 .

Multiconsult

CPTU id.:

3

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

08.01.2015

Tegnet:

MiaB

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

417129

Tegning nr.:

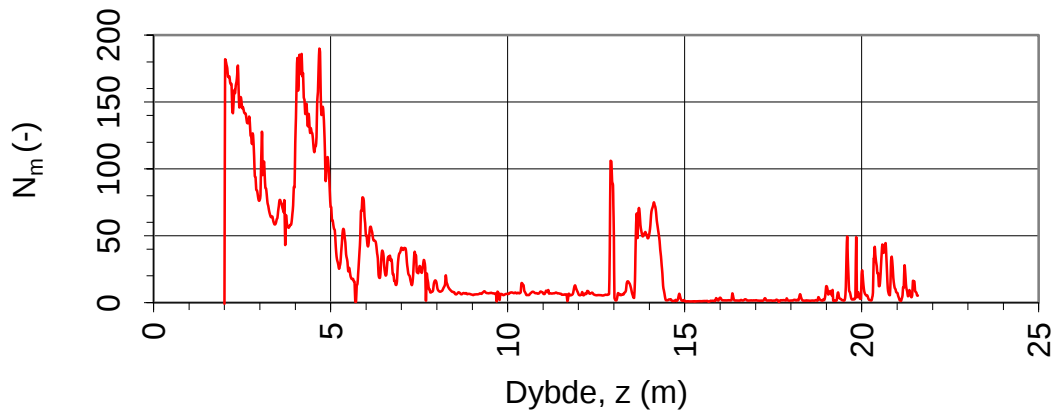
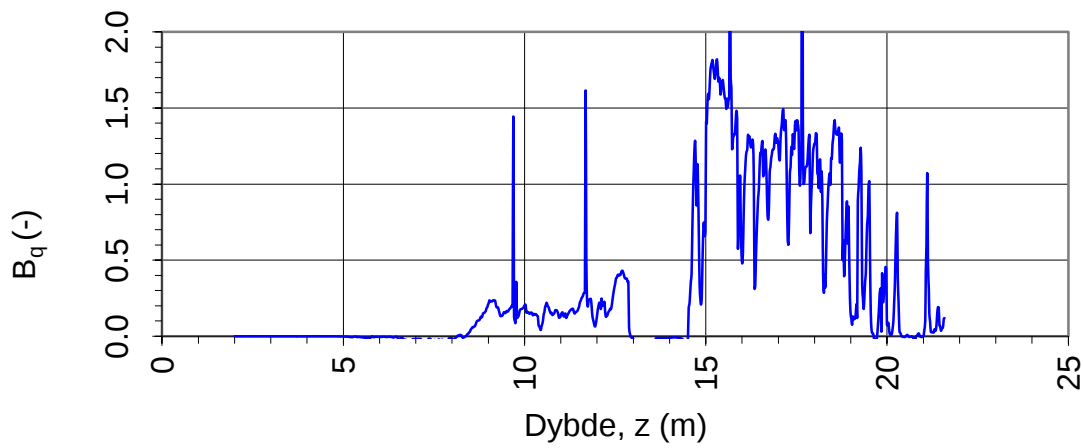
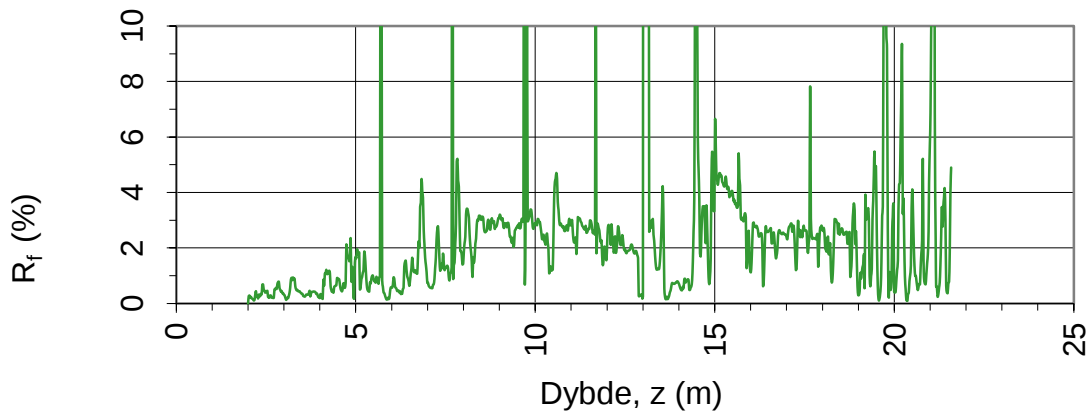
RIG-TEG-040.2

Versjon:

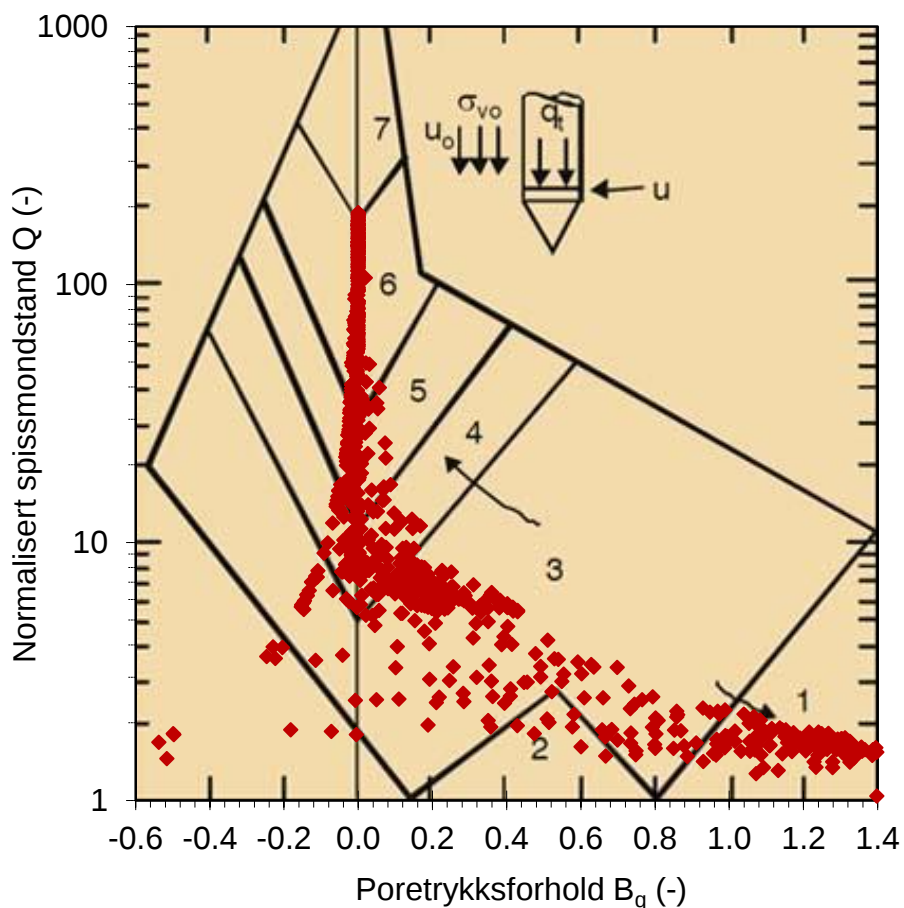
04.12.2014

Revisjon:

0




Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult	
CPTU id.:	3	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 08.01.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-040.3	Versjon: 04.12.2014	Revisjon: 0	

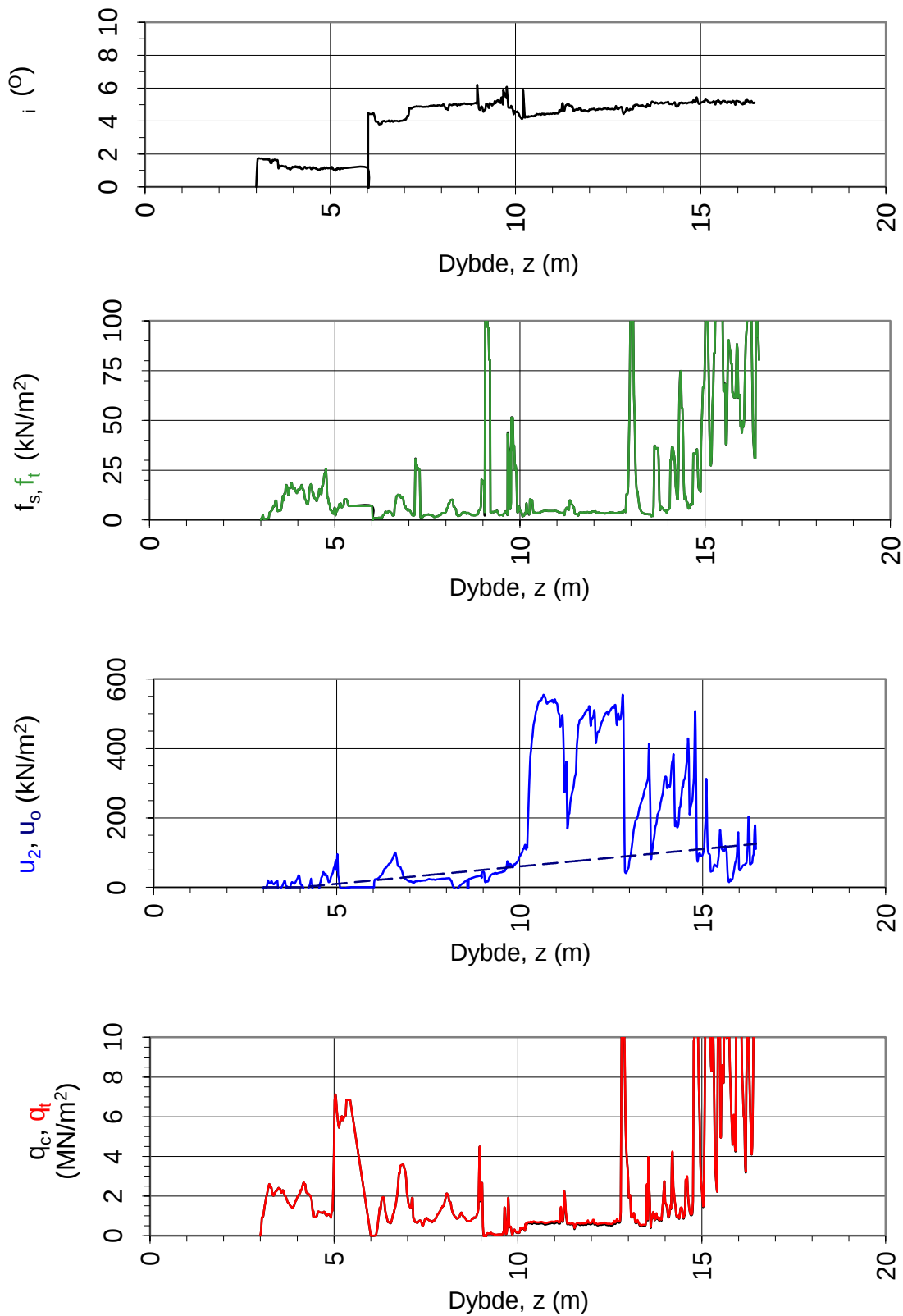


Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

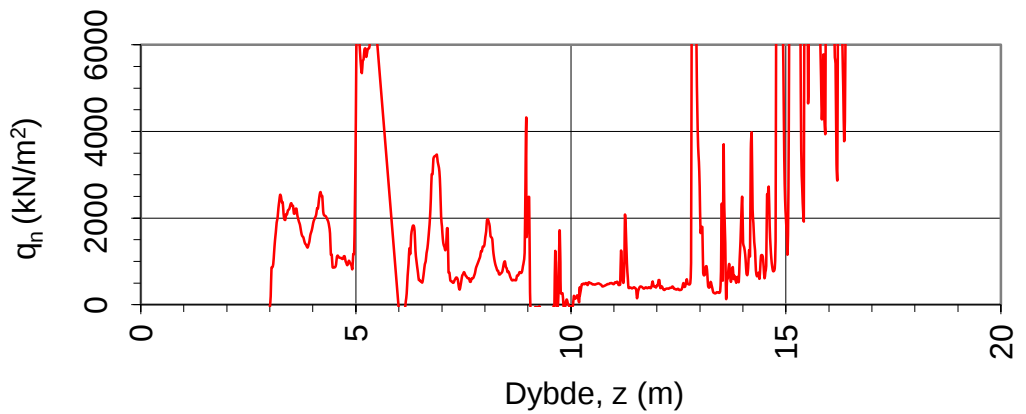
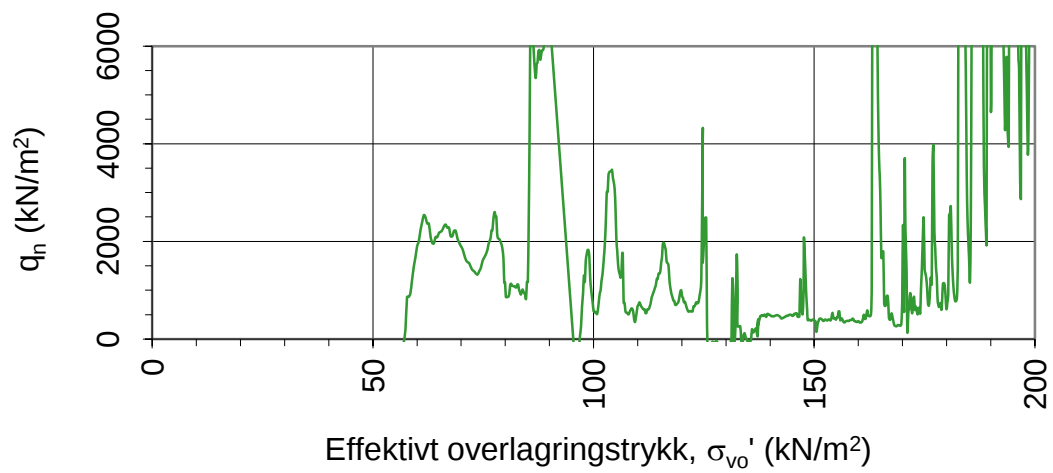
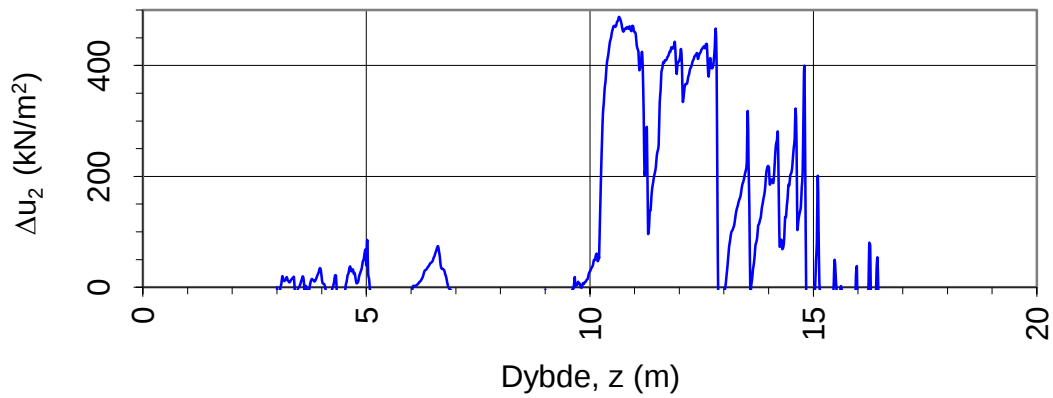
Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B _q .					
CPTU id.:	3	Sonde:	4354	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 08.01.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH		
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-040.4	Versjon: 04.12.2014	Revisjon: 0	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

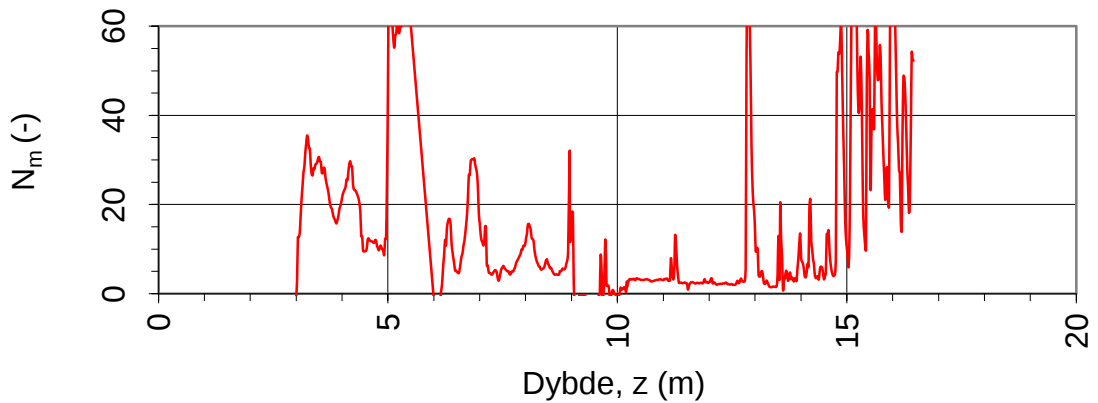
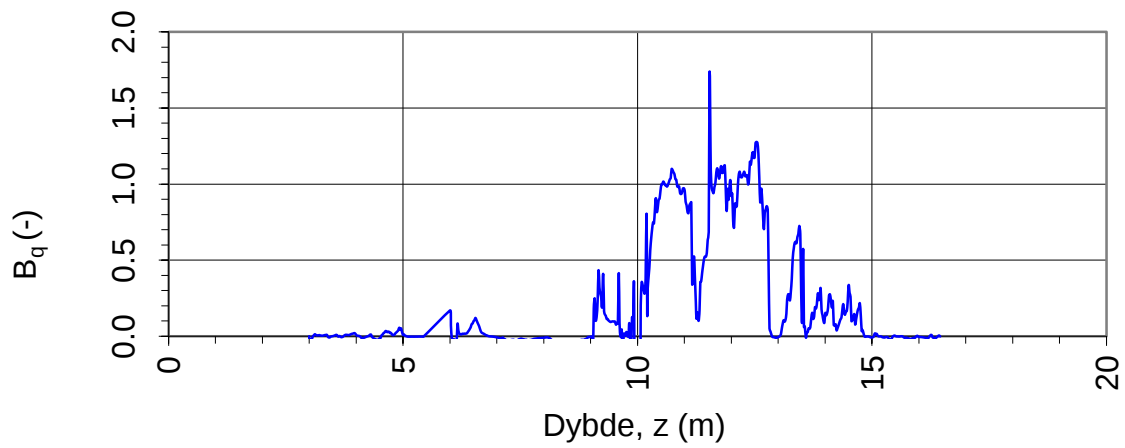
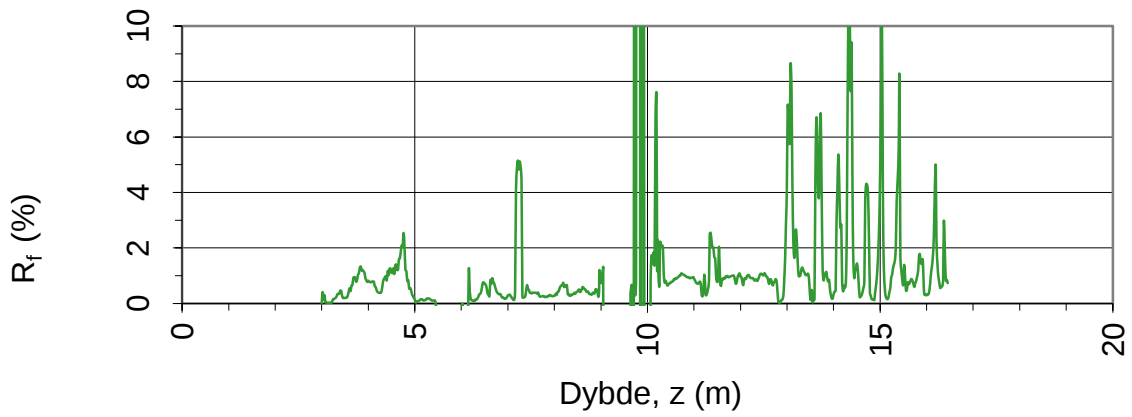
Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.861	Arealforhold, b:	0.000
Kalibreringsdato:	16.04.2014	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50.0	0.5	2.0
Måleområde (MPa):	50.0	0.5	2.0
Oppløsning, 2 ¹² bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 ¹⁸ bit (kPa):	0.59	0.01	0.02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	39.01	0.65	1.23
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
UTFØRELSE			
Borleder:	Bård Krogstad	Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	5.4
Merknad 1:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	5.85	0.10	0.19
NULLPUNKTKONTROLL			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0.0	0.0	0.0
Før sondering (Windows):	7.300	124.000	243.000
Etter sondering (Windows):	-0.017	0.500	-0.200
Avvik (Windows) (kPa):	-17.0	0.5	-0.2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} (kPa)	23.44	0.61	0.40
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k (kPa)	35.0	5.0	10.0
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k (kPa)	100.0	15.0	25.0
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k (kPa)	200.0	25.0	50.0
Vurdering profil	1		
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: NVE Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		
CPTU id.:	3	Sonde:	4354
MULTICONSULT AS	Dato: 08.01.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-040.5	Versjon: 04.12.2014



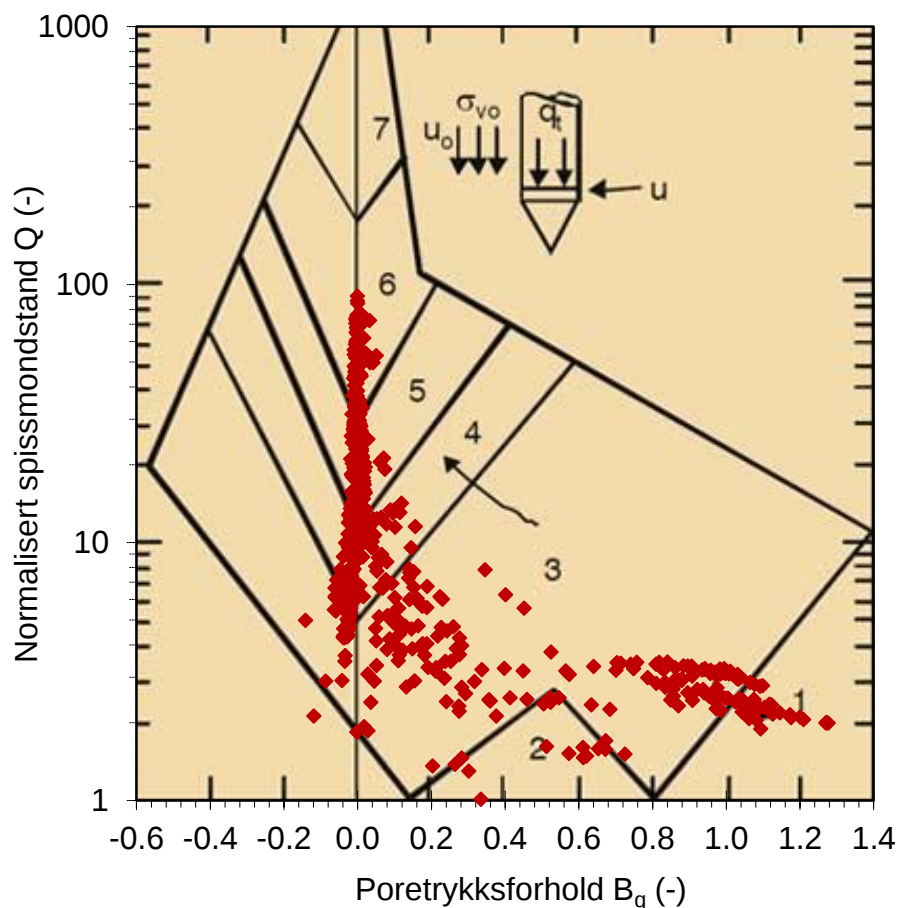
Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .				Multiconsult	
CPTU id.:	10	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 12.04.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-041.1	Versjon: 04.12.2014	Revisjon: 0	



Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .				Multiconsult	
CPTU id.:	10	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 12.04.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-041.2	Versjon: 04.12.2014	Revisjon: 0	




Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .					
CPTU id.:	10	Sonde:	4354	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 12.04.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH		
	Oppdrag nr.:	417129	Tegning nr.:	RIG-TEG-041.3	Versjon: 04.12.2014



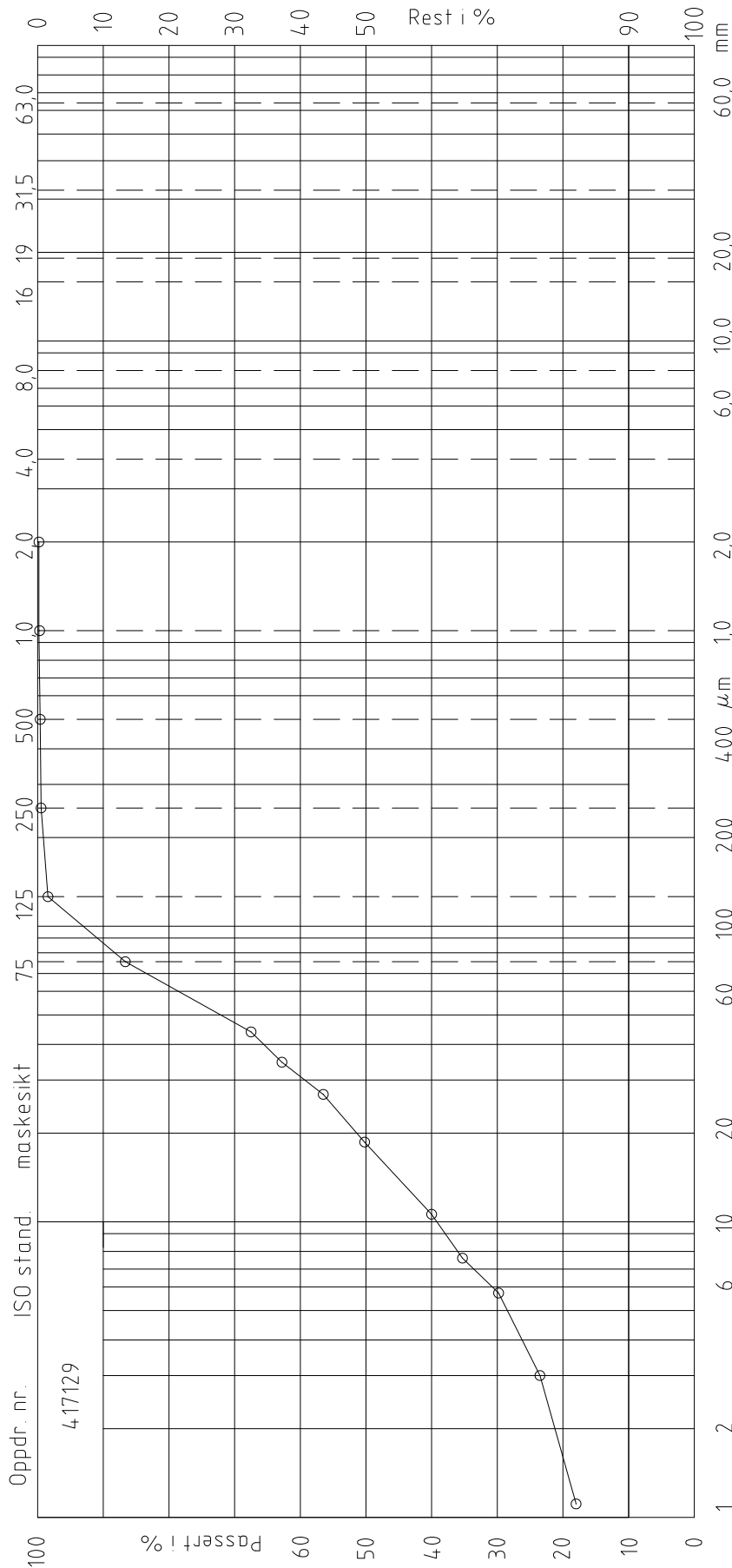
Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

Oppdragsgiver: NVE Region Midt		Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B _q .					
CPTU id.:	10	Sonde:	4354	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 12.04.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH		
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-041.4	Versjon: 04.12.2014	Revisjon: 0	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.861	Arealforhold, b:	0.000
Kalibreringsdato:	16.04.2014	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50.0	0.5	2.0
Måleområde (MPa):	50.0	0.5	2.0
Oppløsning, 2 ¹² bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 ¹⁸ bit (kPa):	0.59	0.01	0.02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	39.01	0.65	1.23
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
UTFØRELSE			
Borleder:	Bård Krogstad	Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	6.2
Merknad 1:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	5.85	0.10	0.19
NULLPUNKTKONTROLL			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0.0	0.0	0.0
Før sondering (Windows):	7.370	124.500	242.700
Etter sondering (Windows):	-0.017	0.500	-0.600
Avvik (Windows) (kPa):	-16.5	0.5	-0.6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} (kPa)	22.94	0.61	0.80
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k (kPa)	35.0	5.0	10.0
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k (kPa)	100.0	15.0	25.0
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k (kPa)	200.0	25.0	50.0
Vurdering profil	1		
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: NVE Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: Sikring Norddalselva, Åfjord		
CPTU id.:	10	Sonde:	4354
MULTICONSULT AS	Dato: 12.04.2015	Tegnet: MiaB	Kontrollert: SGH
	Oppdrag nr.: 417129	Tegning nr.: RIG-TEG-041.5	Versjon: 04.12.2014

LEIR		SILT		SAND			GRUS			STEIN				
FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV						
ISO stand.	maskesikt		75	125	250	500	1,0	2,0	4,0	8,0	16	19	31,5	63,0



Symb.	PR.seriennr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode
○	9	7,35	LEIRE, siltig	kvikkleire, noe finsandig	Hydr. F.Drop
○					Vår + Terr. Sikt
○					
○					

KORNGRADERING

NVE Region Midt
Sikring Nordalselva

Boring nr.
9

Borplan nr.

Boret dato:
12.01.2015



Multiconsult

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 06.02.2015

Oppdragsnr.
417129

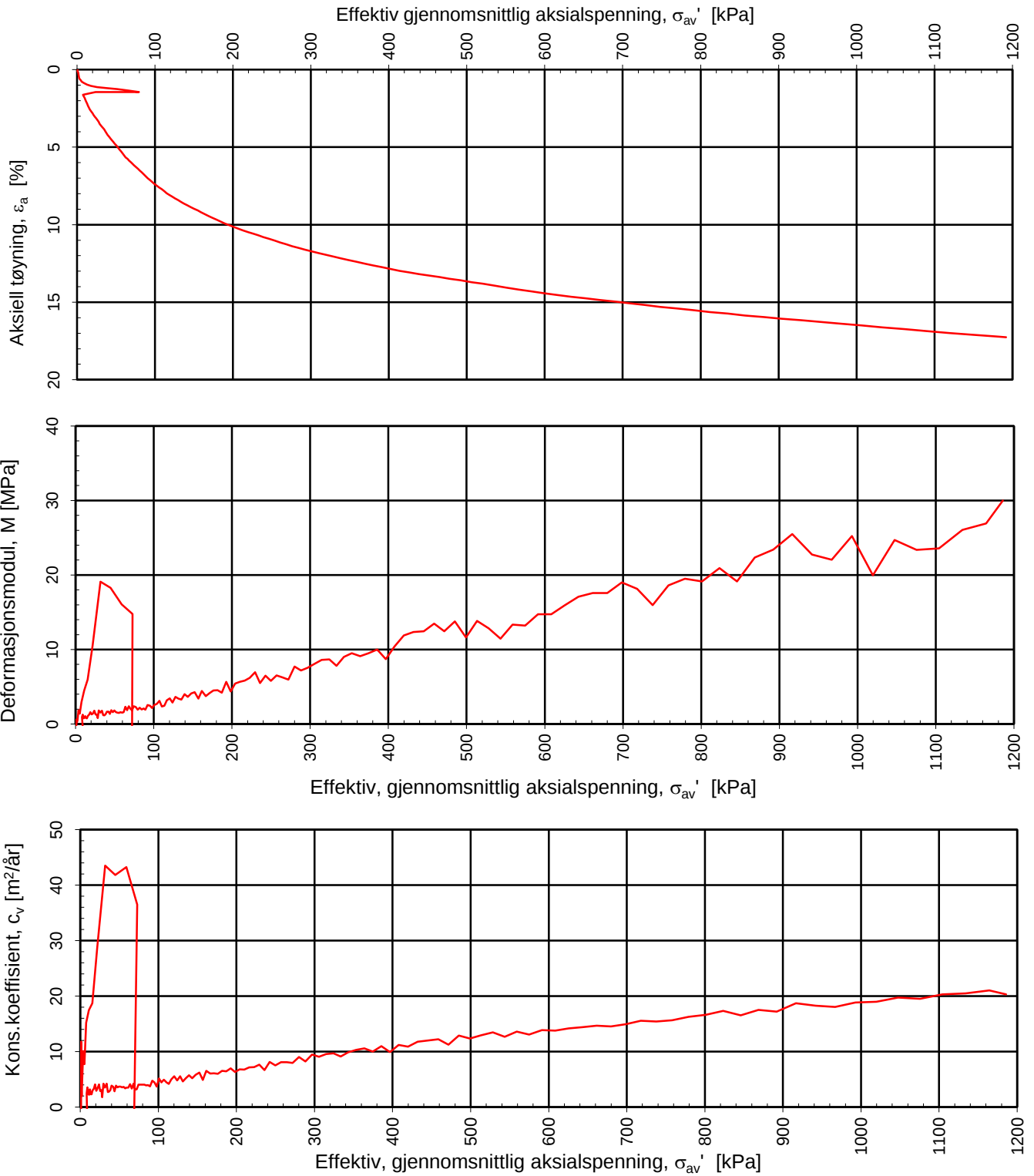
Tegnet/Kontrollert
truk/kjt

Tegningsnr.
RIG-TEG-060

Kontrollert
MiaB

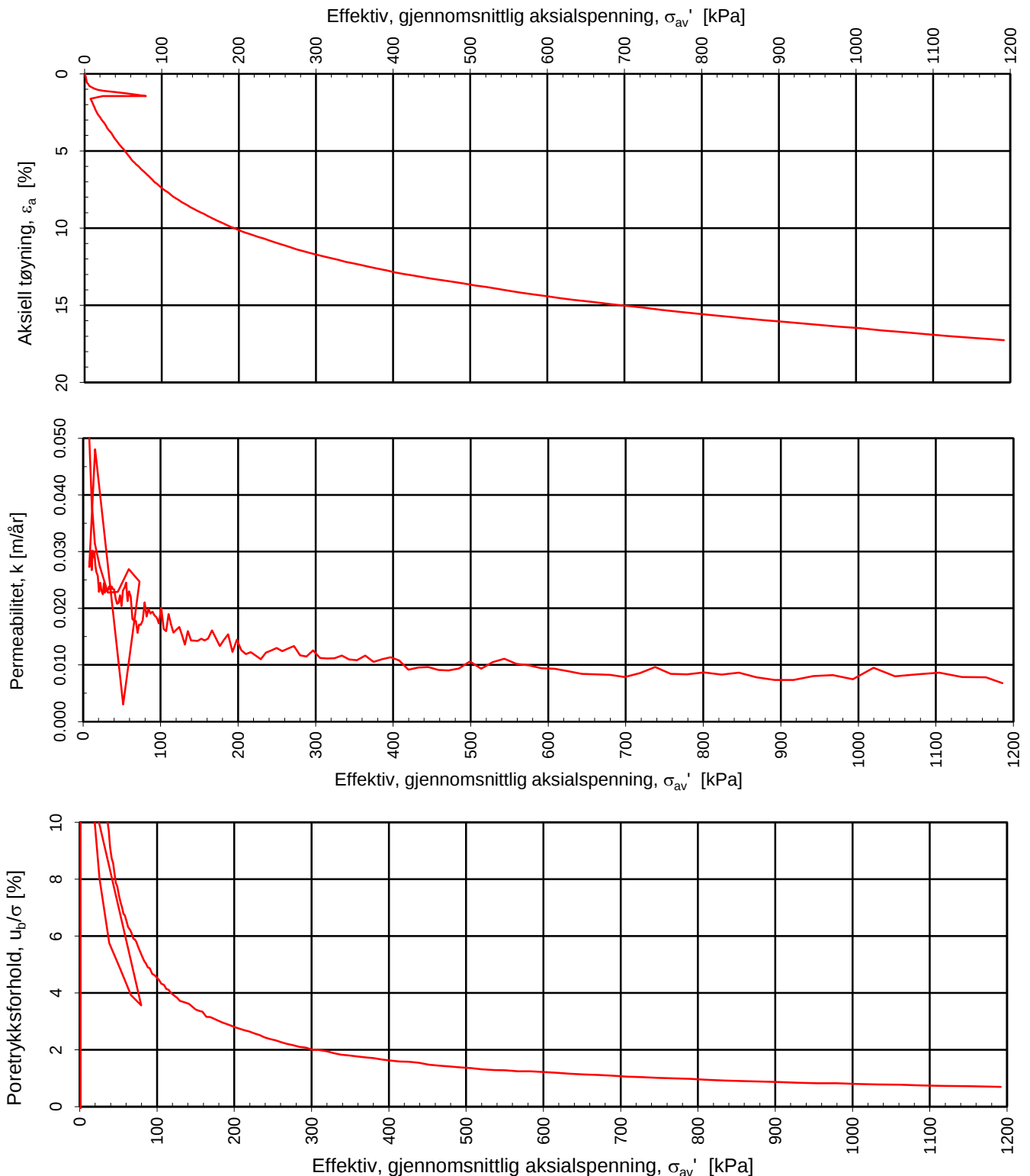
Godkjent
SGH

Rev.



Densitet ρ (g/cm^3): **2.10**
 Vanninnhold w (%): **23.77**
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **77.24**

NVE Region Midt Sikring Norddalselva			Tegningens filnavn:
			417129-RIG-TEG-075_h9, 5.4m.xlsx
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .			
Multiconsult Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	
	28.01.2015	5.40	9
	Forsøksnr.:	Tegnet av/kontrollert lab:	Kontrollert:
1	truk/kjt	MiaB	SGH
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
417129	RIG-TEG-075.1	CRS	07.01.2014



Densitet ρ (g/cm³):

2.10

Vanninnhold w (%):

23.77

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

77.24

NVE Region Midt
Sikring Norddalselva

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-075_h9, 5.4m.xlsx

Multiconsult

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

28.01.2015

Dybde, z (m):

5.40

Borpunkt nr.:

9

Forsøknr.:

1

Tegnet av/kontrollert lab:

truk/kjt

Kontrollert:

MiaB

Oppdrag nr.:

417129

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.2

Prosedyre:

CRS

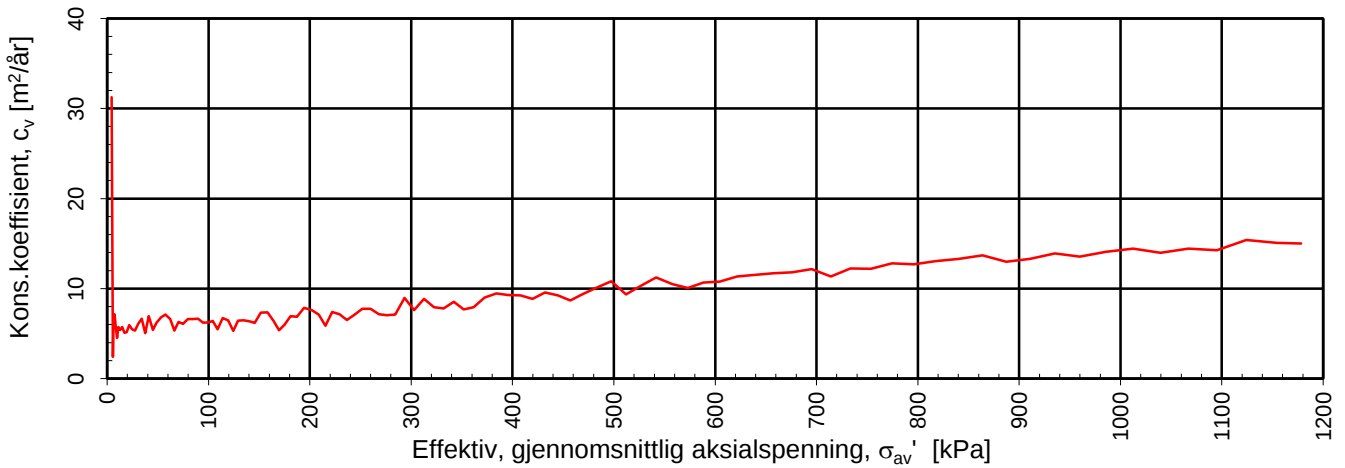
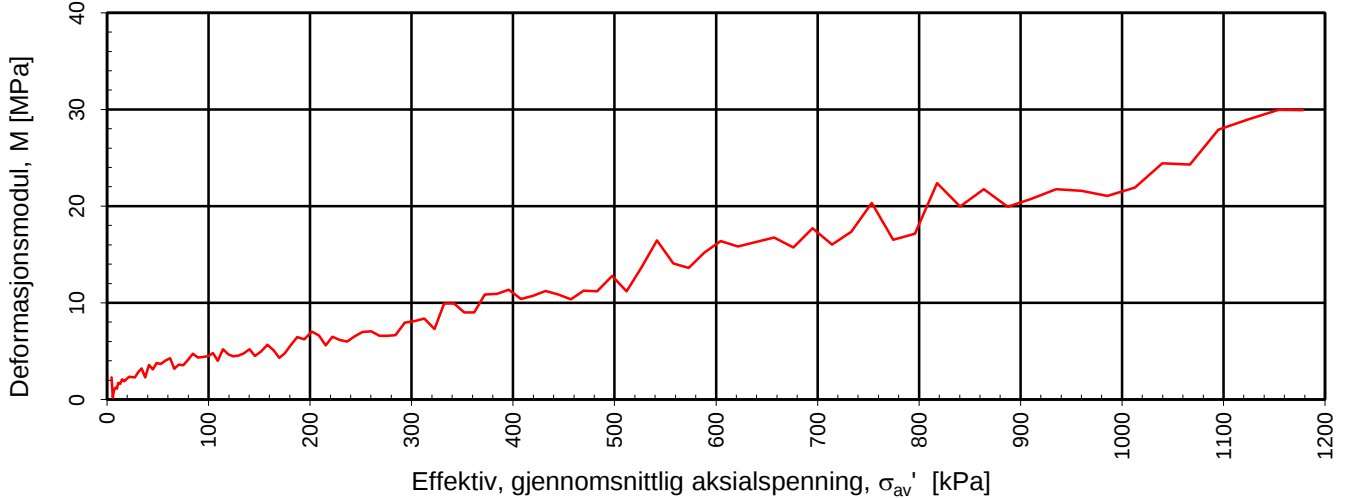
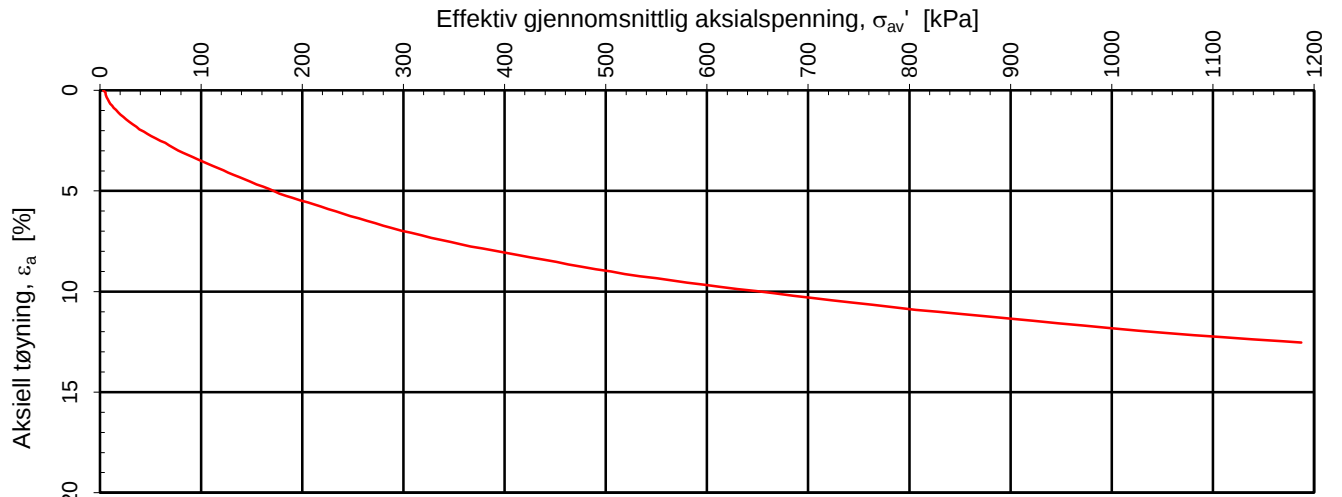
Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2.07
25.23

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

139.60

NVE Region Midt
Sikring Norddalselva

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-076_h10, 11.6m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
26.01.2015

Dybde, z (m):
11.60

Borpunkt nr.:
10

Forsøknr.:
2

Tegnet av/kontrollert lab:
truk/kjt

Kontrollert:
MiaB

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:
417129

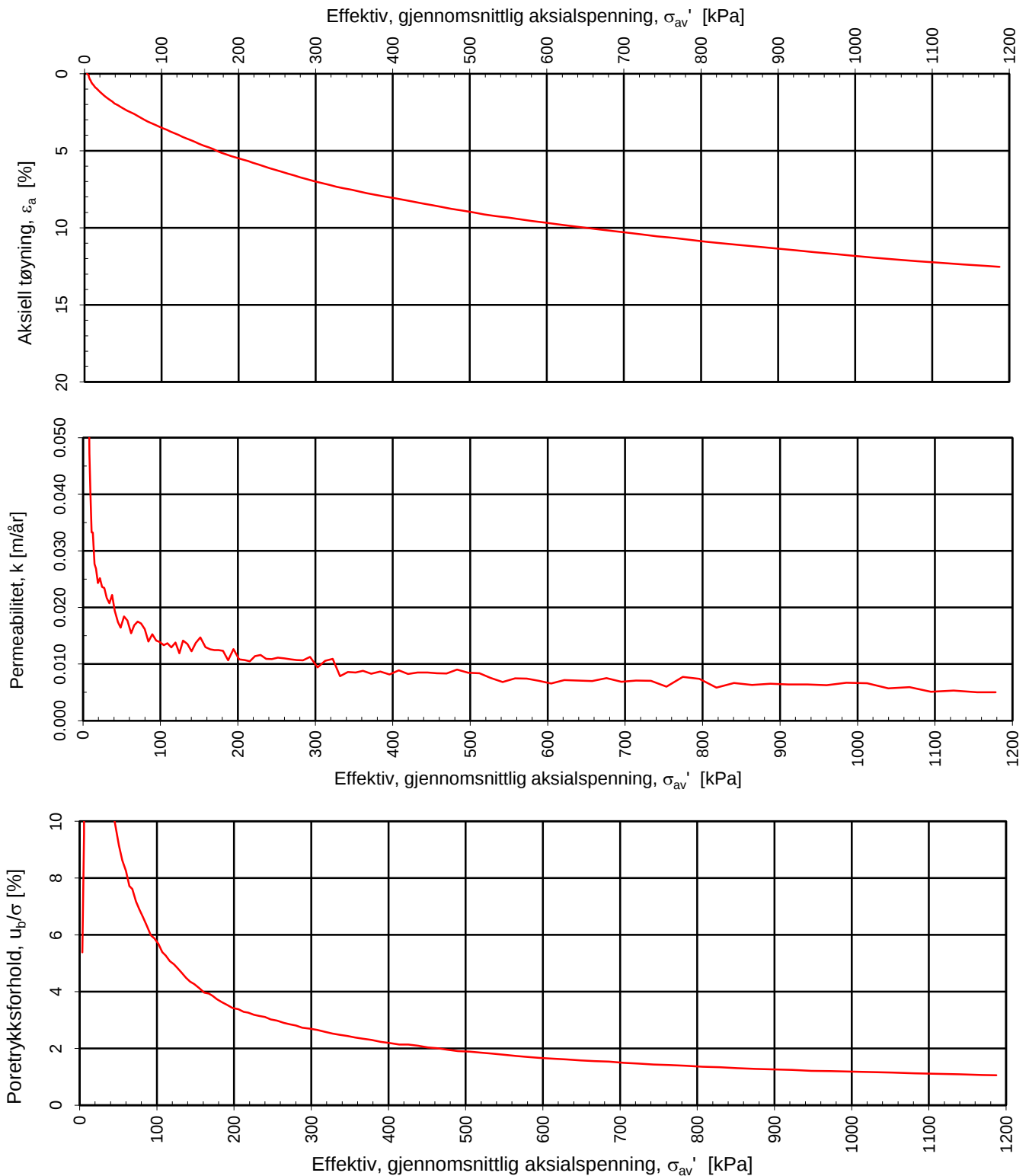
Tegning nr.:
RIG-TEG-076.1

Prosedyre:
CRS

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

2.07

Vanninnhold w (%):

25.23

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

139.60

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-076_h10, 11.6m.xlsx

Multiconsult

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

26.01.2015

Dybde, z (m):

11.60

Borpunkt nr.:

10

Forsøknr.:

2

Tegnet av/kontrollert lab:

truk/kjt

Kontrollert:

MiaB

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

417129

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.2

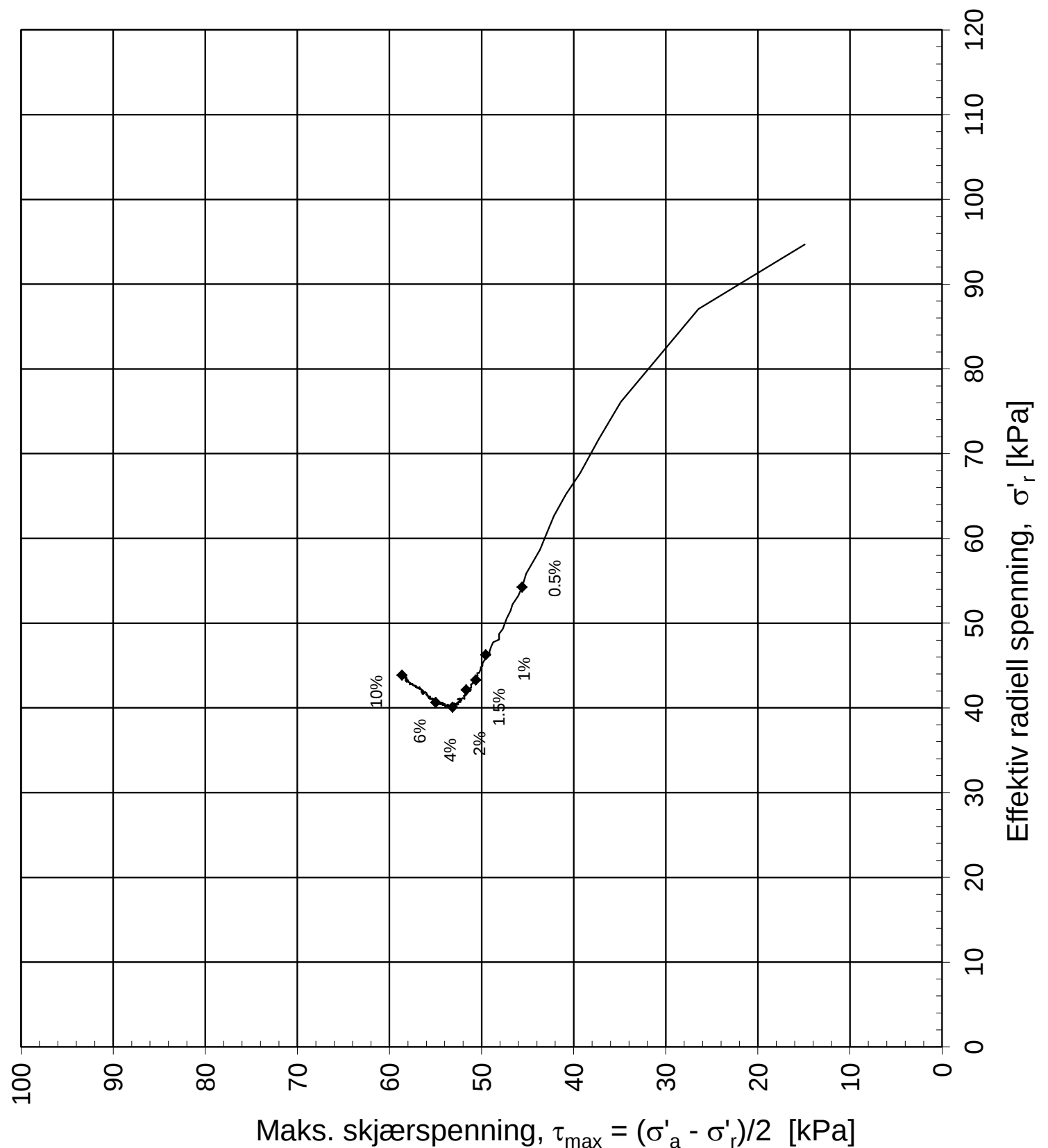
Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

07.01.2014

**Multi
consult**



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	124.49
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	94.69
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	3.95
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.91
Vanninnhold w_i (%):	22.49	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2.14

NVE Region Midt

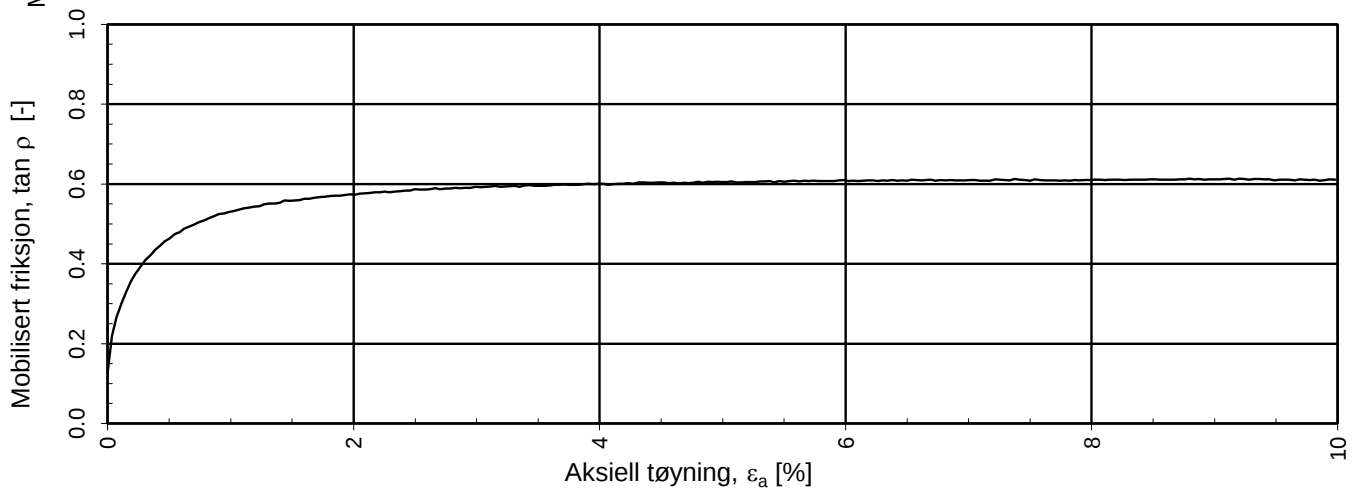
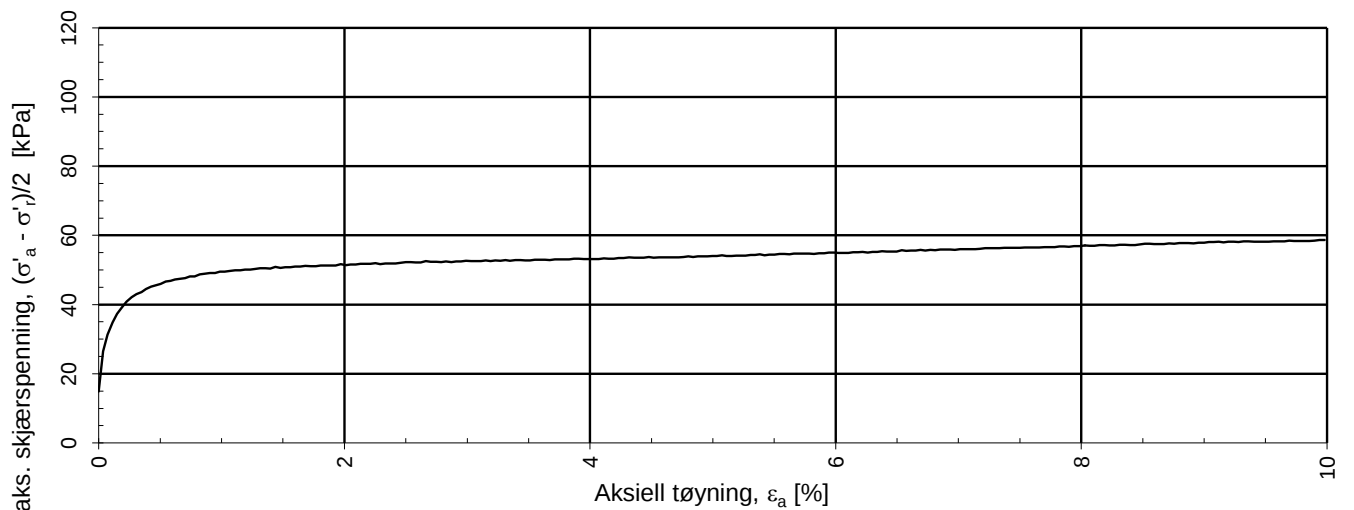
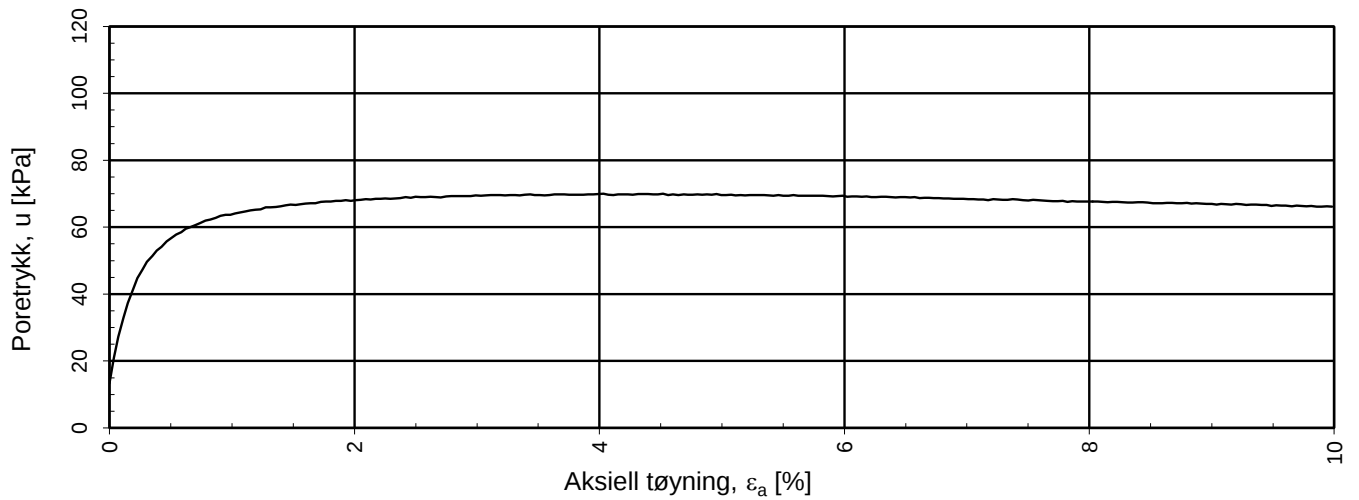
Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:
417129-RIG-TEG-090-h9-d 7.60m.xlsx



MULTICONSULT AS Sluppenvegen 15, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	26.01.2015	7.60	9
	Forsøk nr.:	Tegnet/kontrollert lab:	Kontrollert:
1	vt / kjt	MiaB	SGH
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
417129	RIG-TEG-090.1	CAUa	15.12.2014



$a = 10$ kPa benyttet for tolkning av $\tan \rho$

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

26.01.2015

Dybde, z (m):

7.60

Borpunkt nr.:

9

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

vt / kjt

Kontrollert:

MiaB

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

417129

Tegning nr.:

RIG-TEG-090.2

Prosedyre:

CAUa

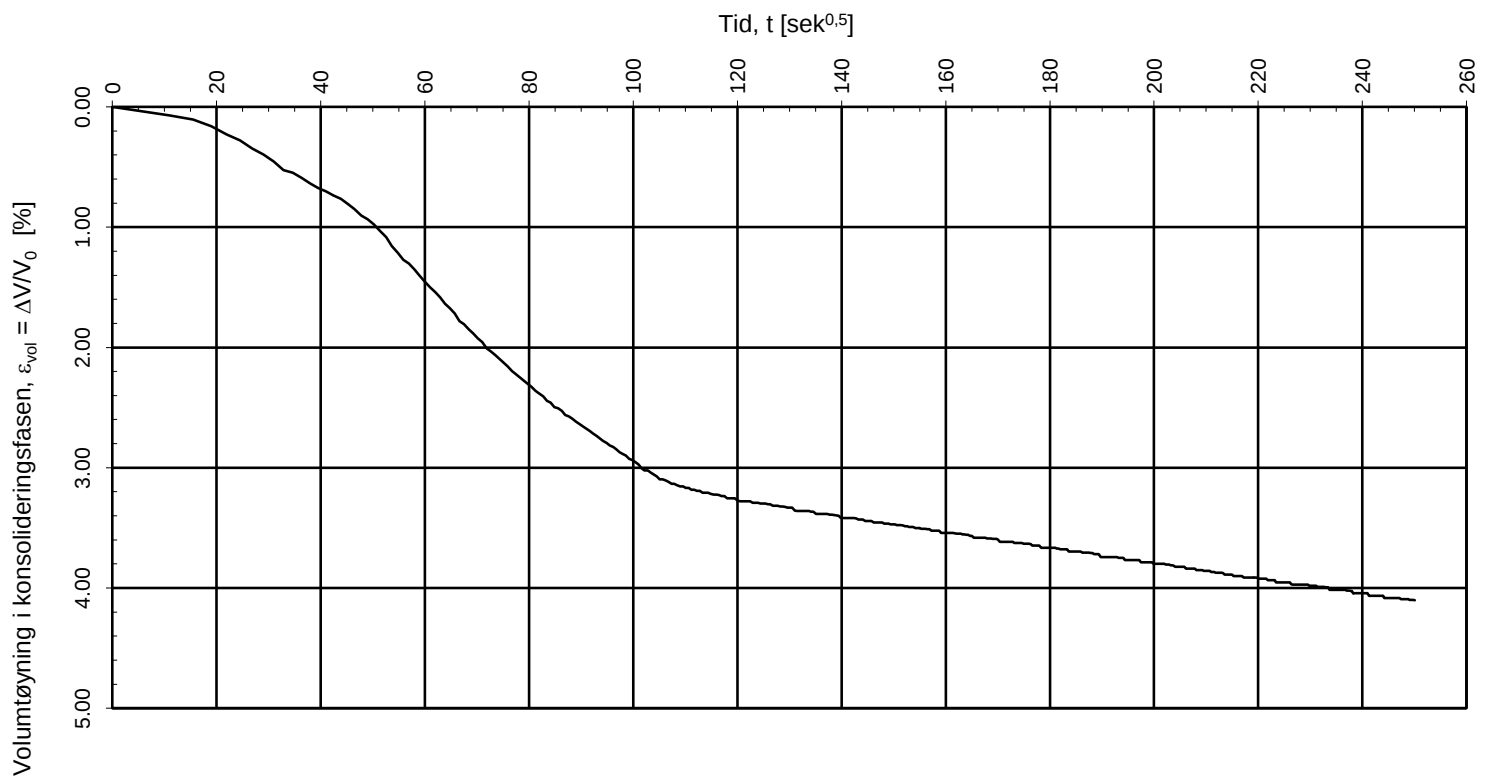
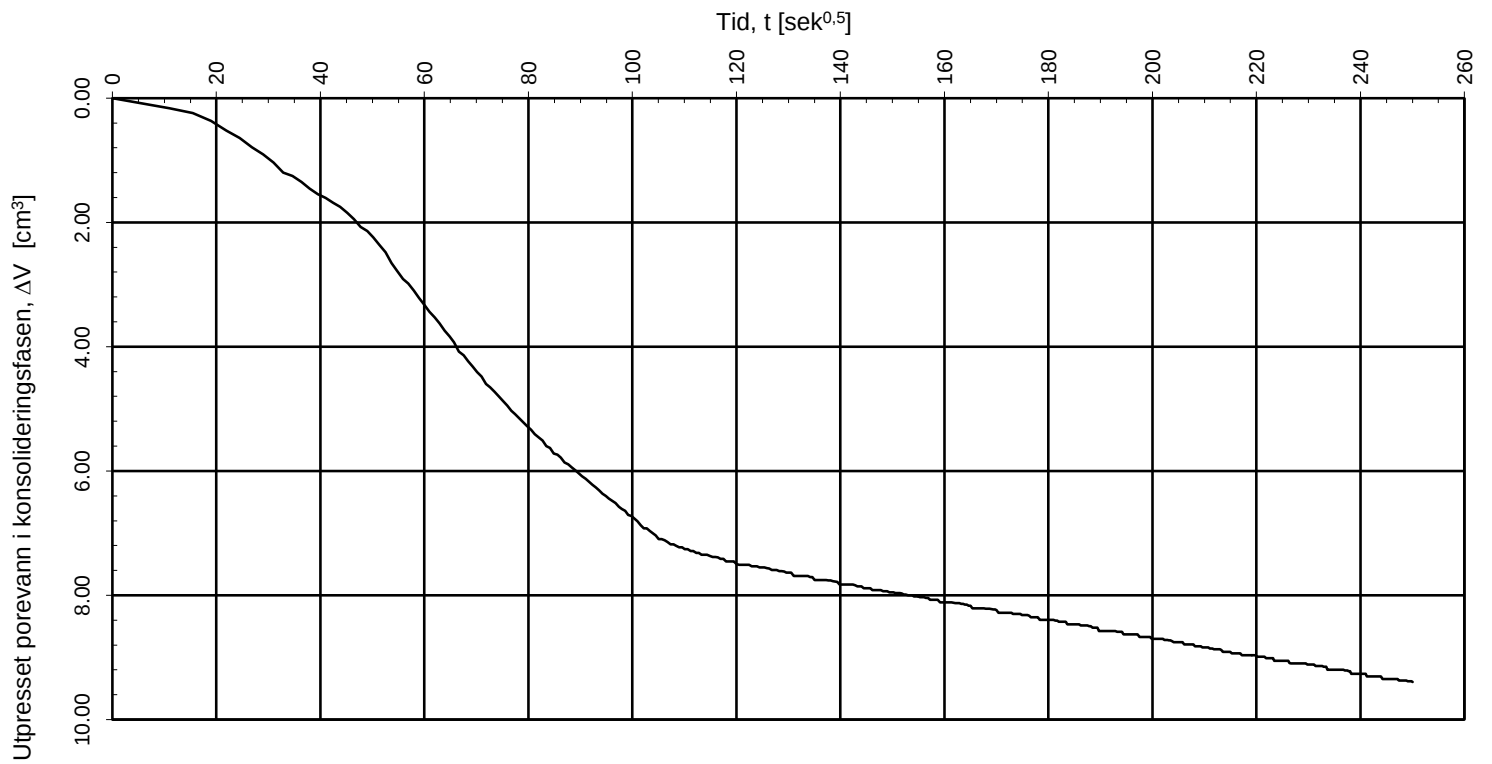
Programrevisjon:

15.12.2014

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-090-h9-d 7.60m.xlsx

Multi
consult



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	124.49
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	94.69
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	3.95
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.91
Vanninnhold w_i (%):	22.49	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2.14

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
26.01.2015

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
417129

Dybde, z (m):
7.60

Tegnet/kontrollert lab:
vt / kjt

Tegning nr.:
RIG-TEG-090.3

Borpunkt nr.:
9

Kontrollert:
MiaB

Prosedyre:
CAUa

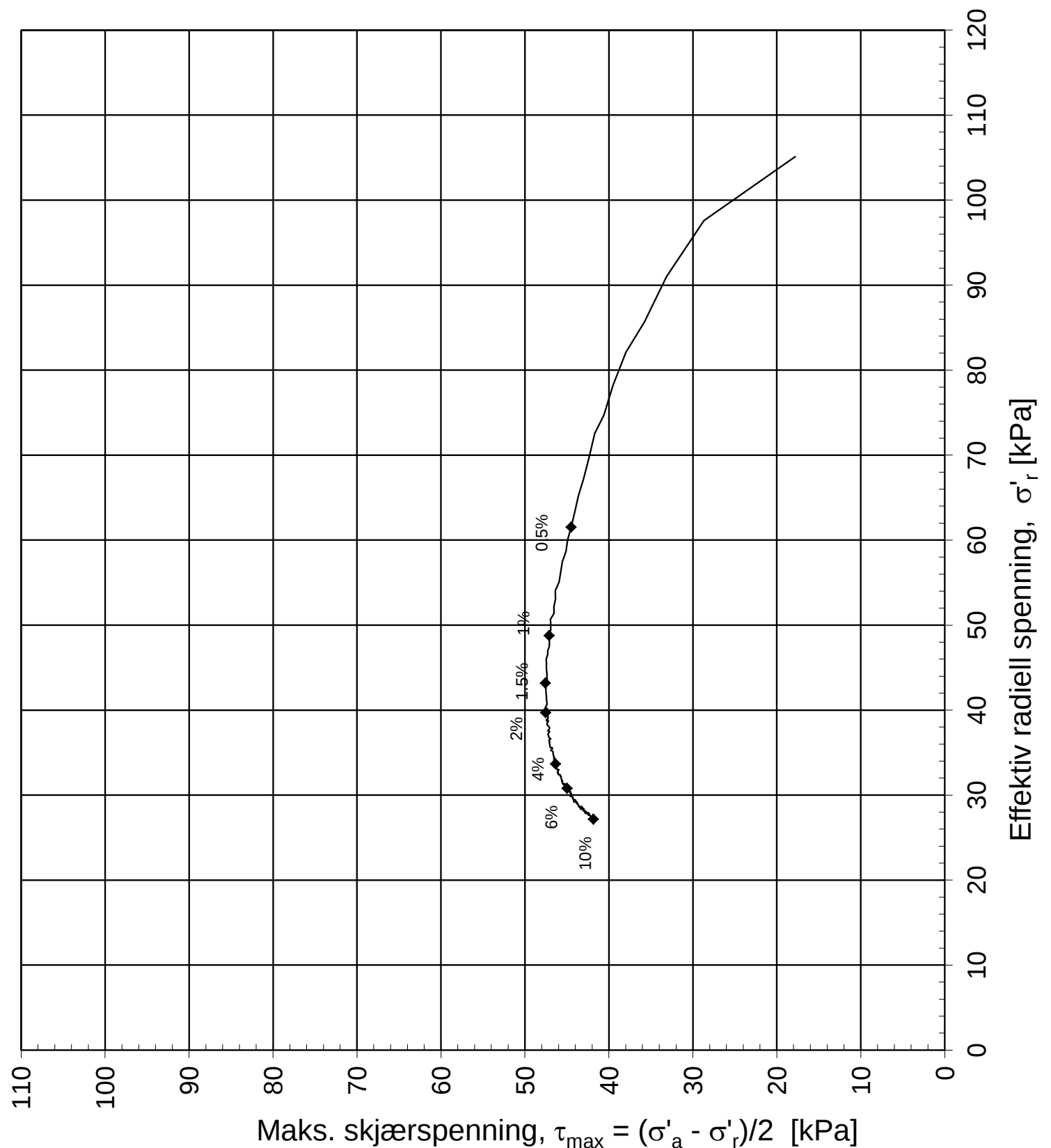
Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-090-h9-d 7.60m.xlsx

Multi
consult

Godkjent:
SGH

Programrevisjon:
15.12.2014




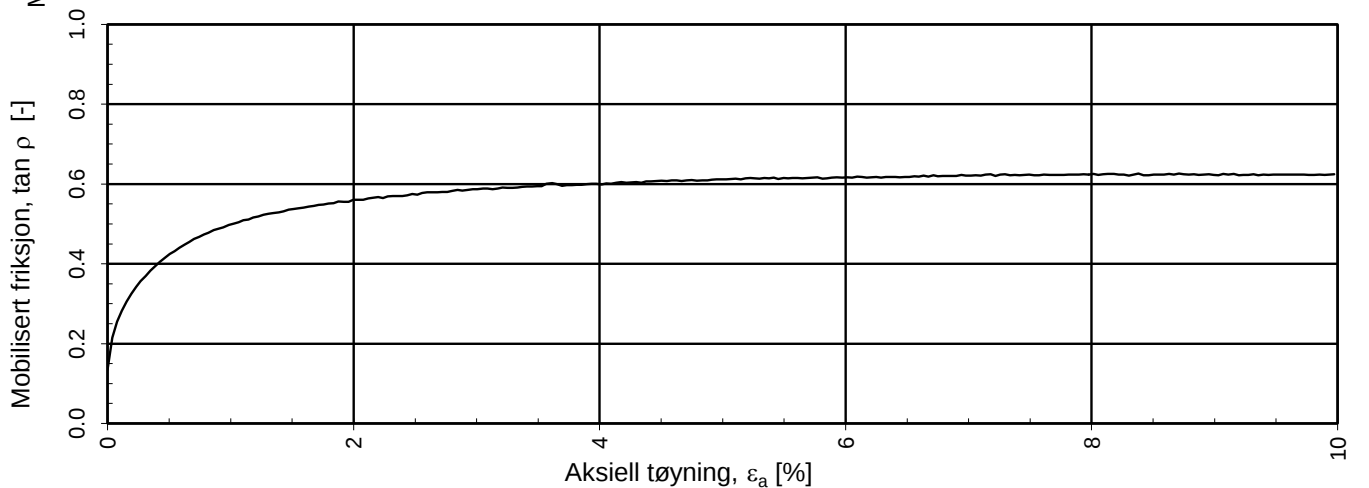
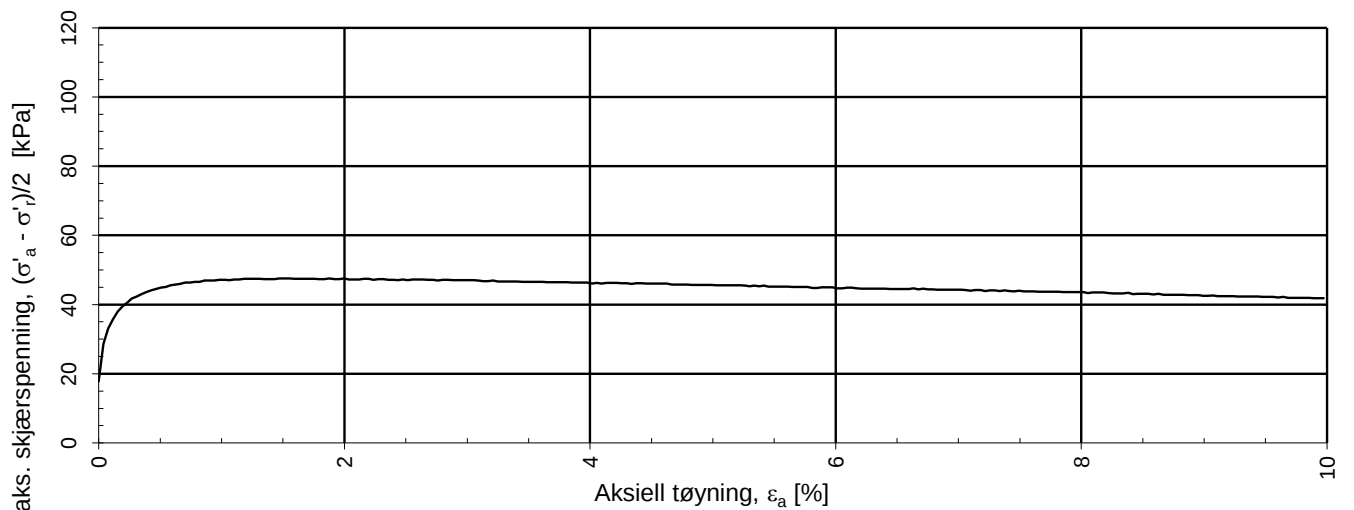
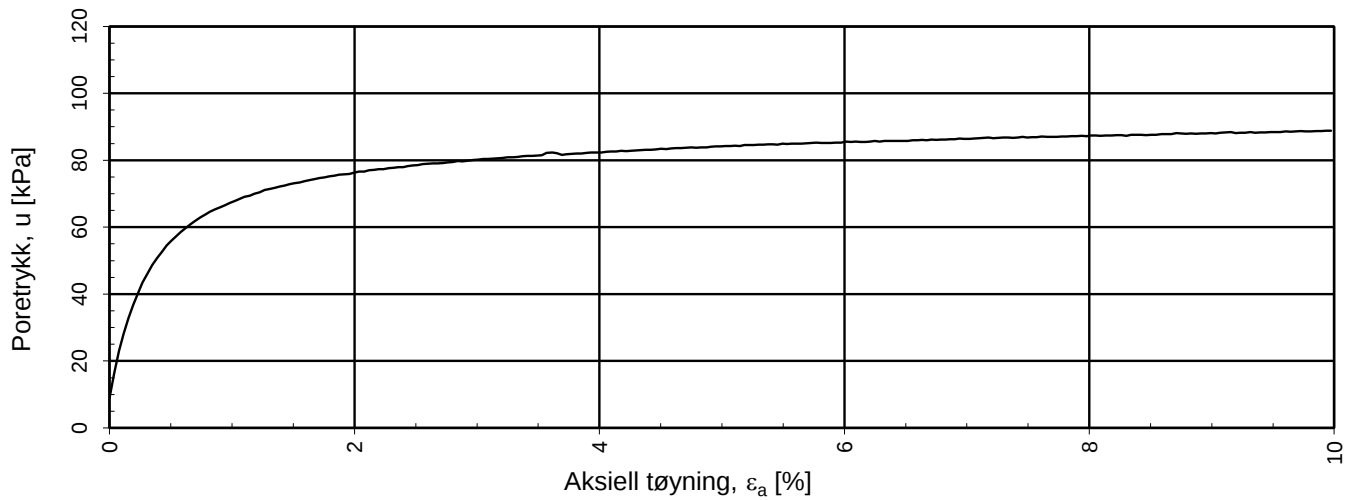
Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	140.69
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	105.11
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4.24
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.85
Vanninnhold w_i (%):	24.50	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2.06

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS Sluppenvegen 15, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	Tegningens filnavn: 417129-RIG-TEG-091-h10-11,75m.xlsx 
	26.01.2015	11.75	10	
	Forsøk nr.:	Tegnet/kontrollert lab:	Kontrollert:	Godkjent:
	2	kjt / truk	MiaB	SGH
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:	
417129	RIG-TEG-091.1	CAUa	15.12.2014	



a = 10 kPa benyttet for tolkning av tan ρ

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
26.01.2015

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
417129

Dybde, z (m):
11.75

Tegnet/kontrollert lab:
kjt / truk

Tegning nr.:
RIG-TEG-091.2

Borpunkt nr.:
10

Kontrollert:
MiaB

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-091-h10-11,75m.xlsx

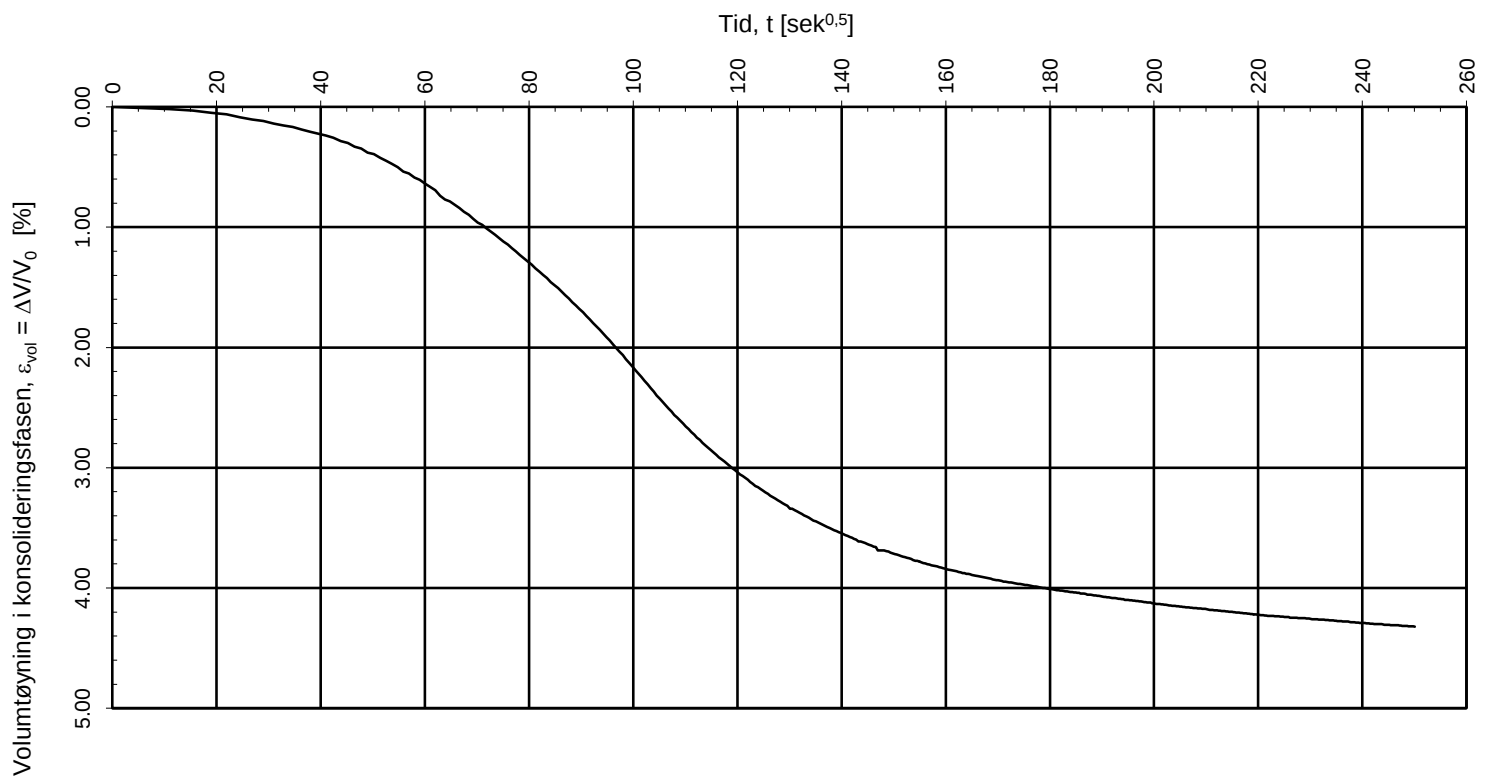
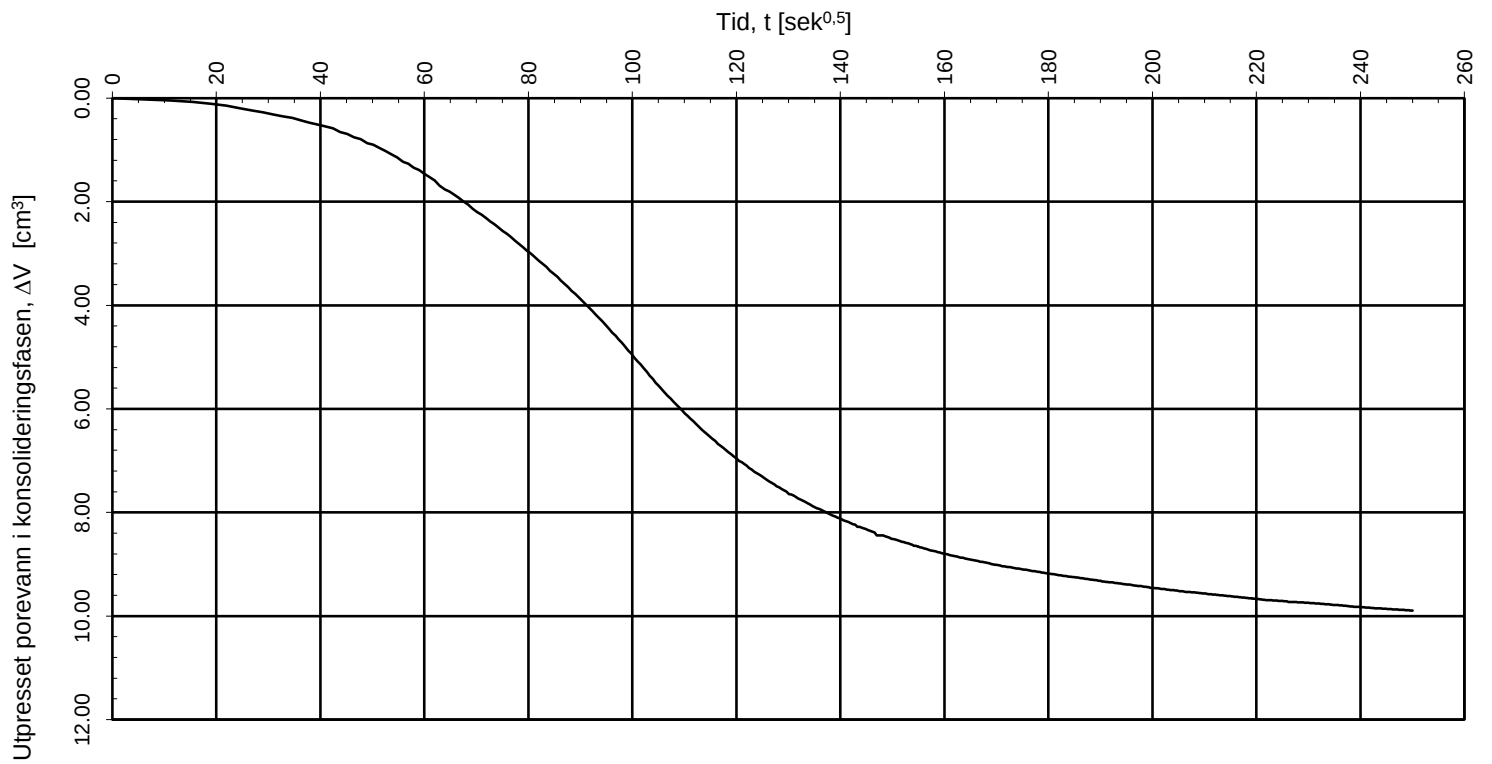
**Multi
consult**

Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	140.69
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	105.11
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4.24
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.85
Vanninnhold w_i (%):	24.50	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2.06

NVE Region Midt

Sikring Norddalselva

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
26.01.2015

Dybde, z (m):
11.75

Borpunkt nr.:
10

Forsøk nr.:
2

Tegnet/kontrollert lab:
kjt / truk

Kontrollert:
MiaB

Oppdrag nr.:
417129

Tegning nr.:
RIG-TEG-091.3

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

417129-RIG-TEG-091-h10-11,75m.xlsx

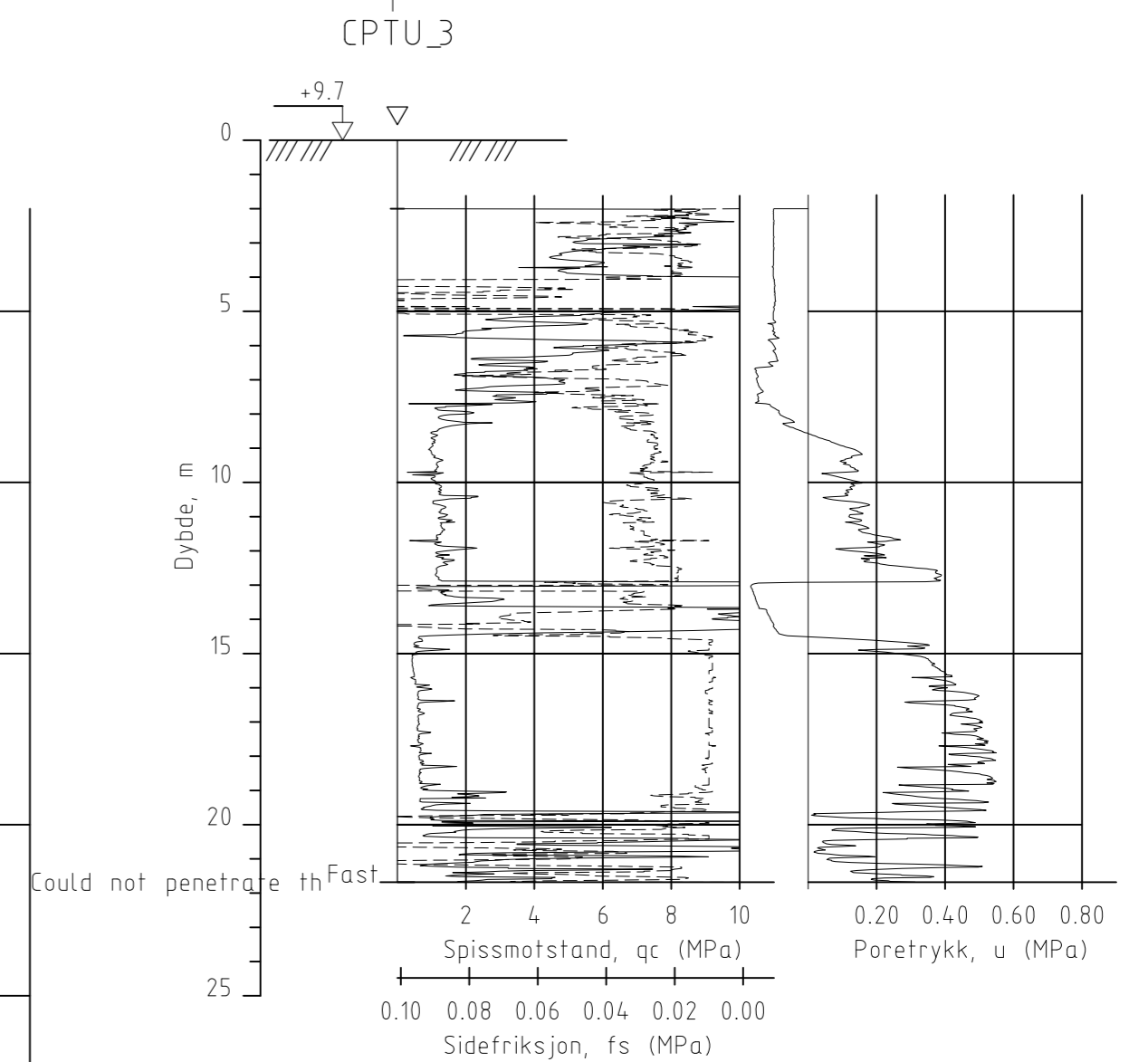
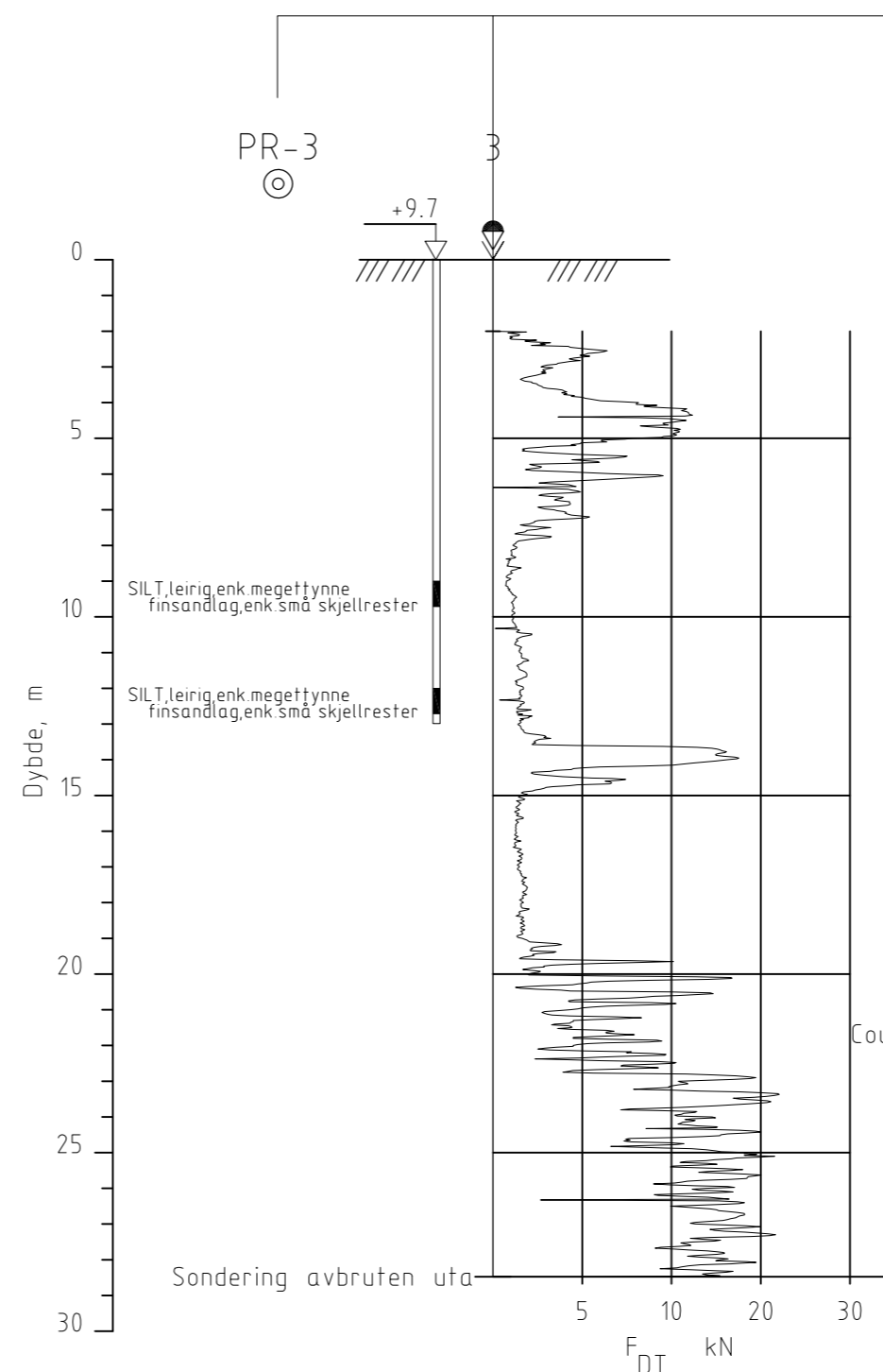
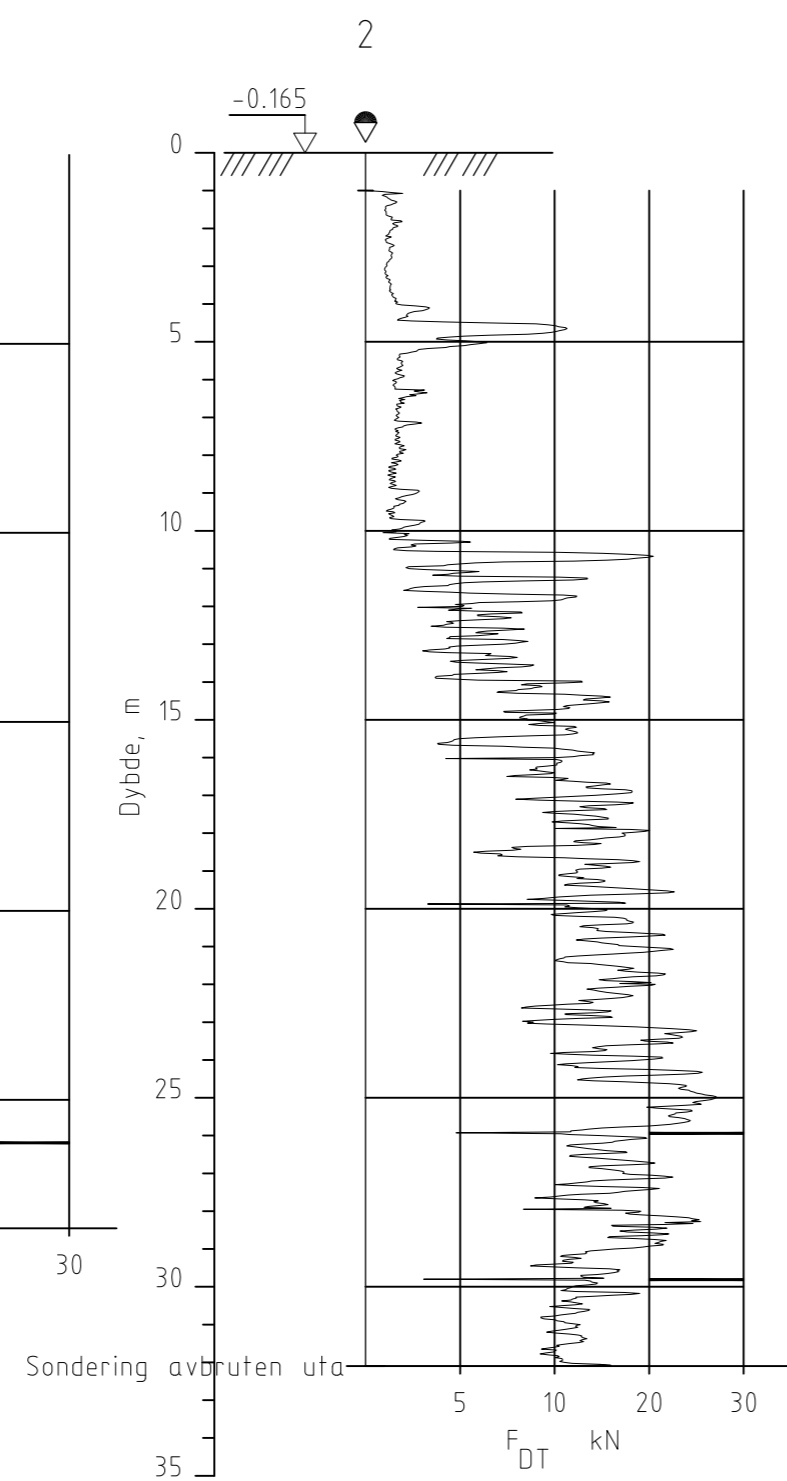
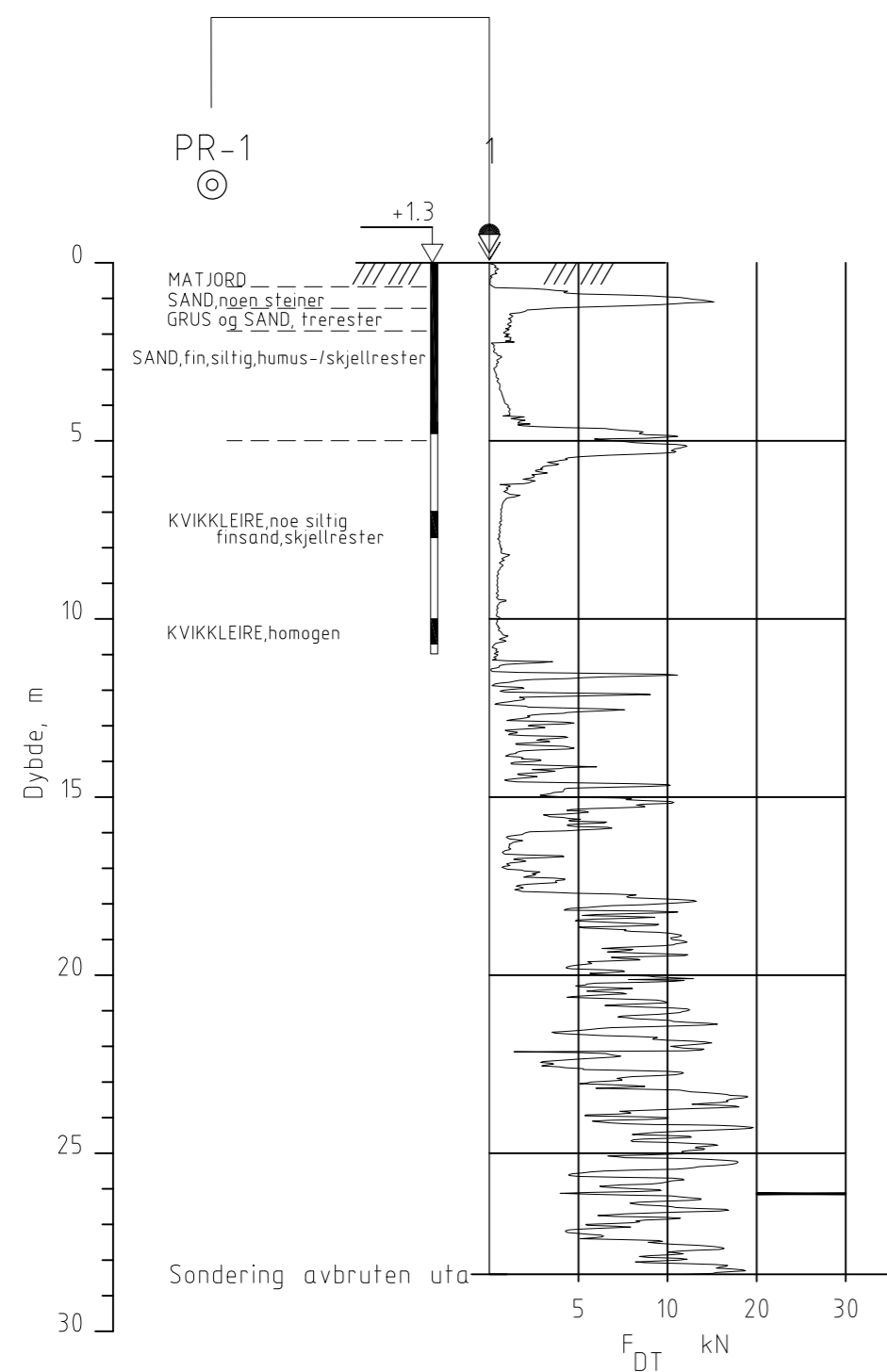
Multi
consult

Godkjent:

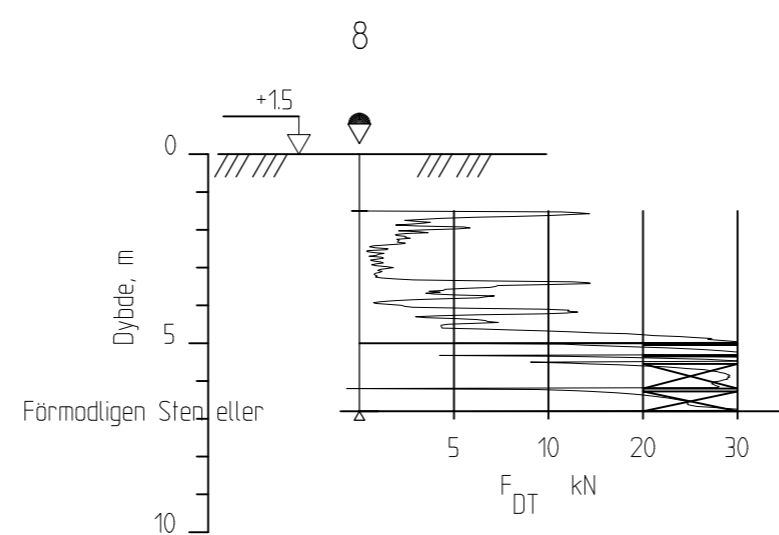
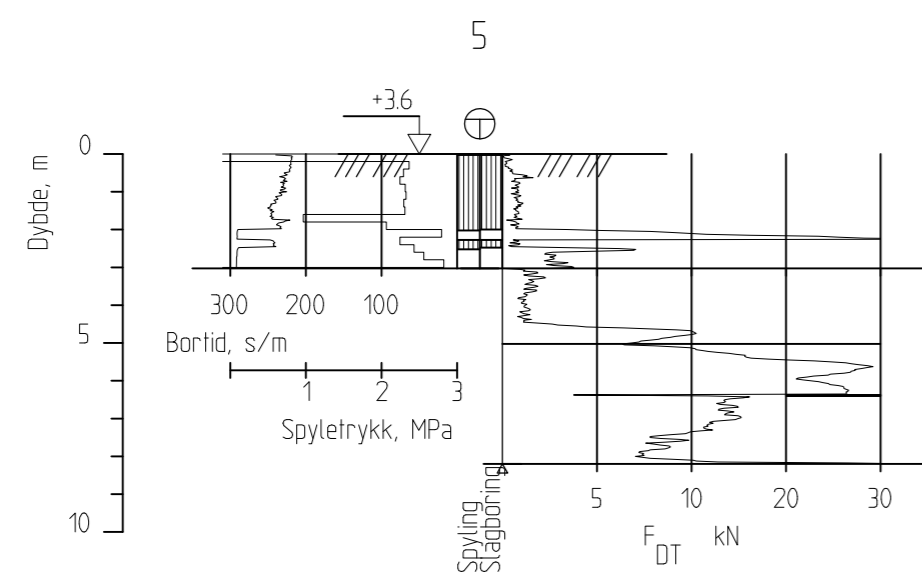
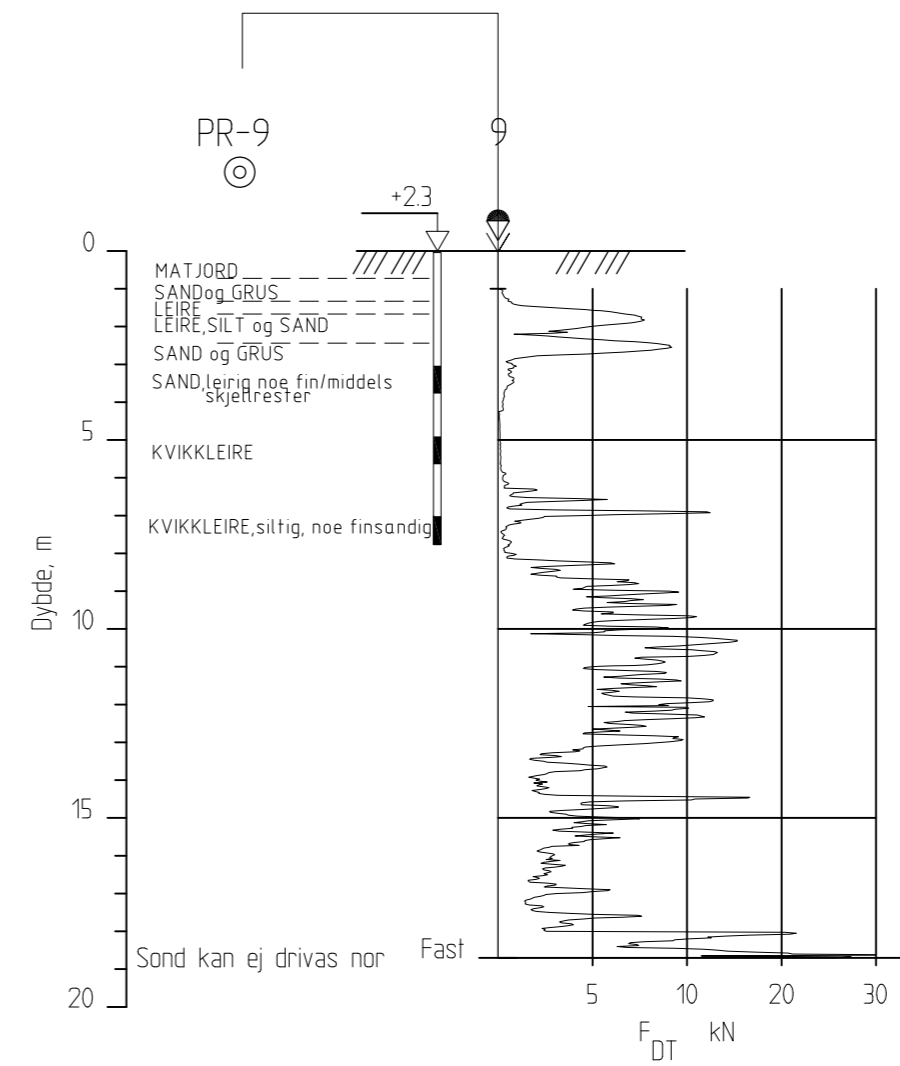
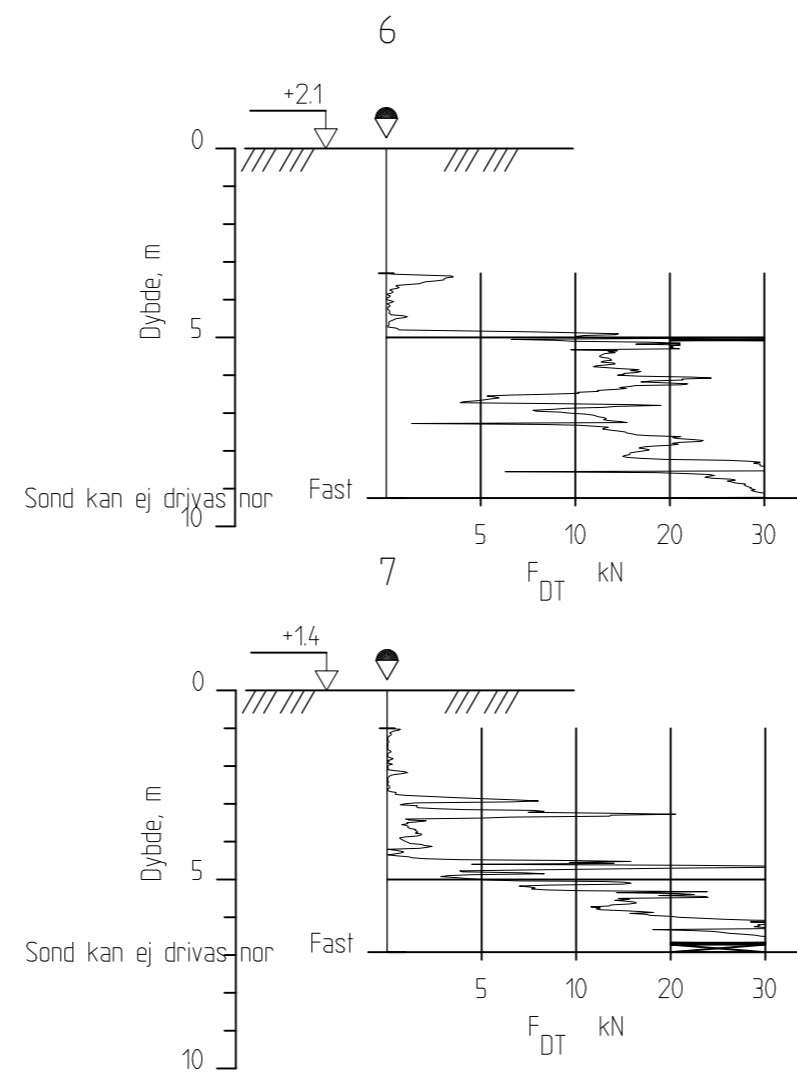
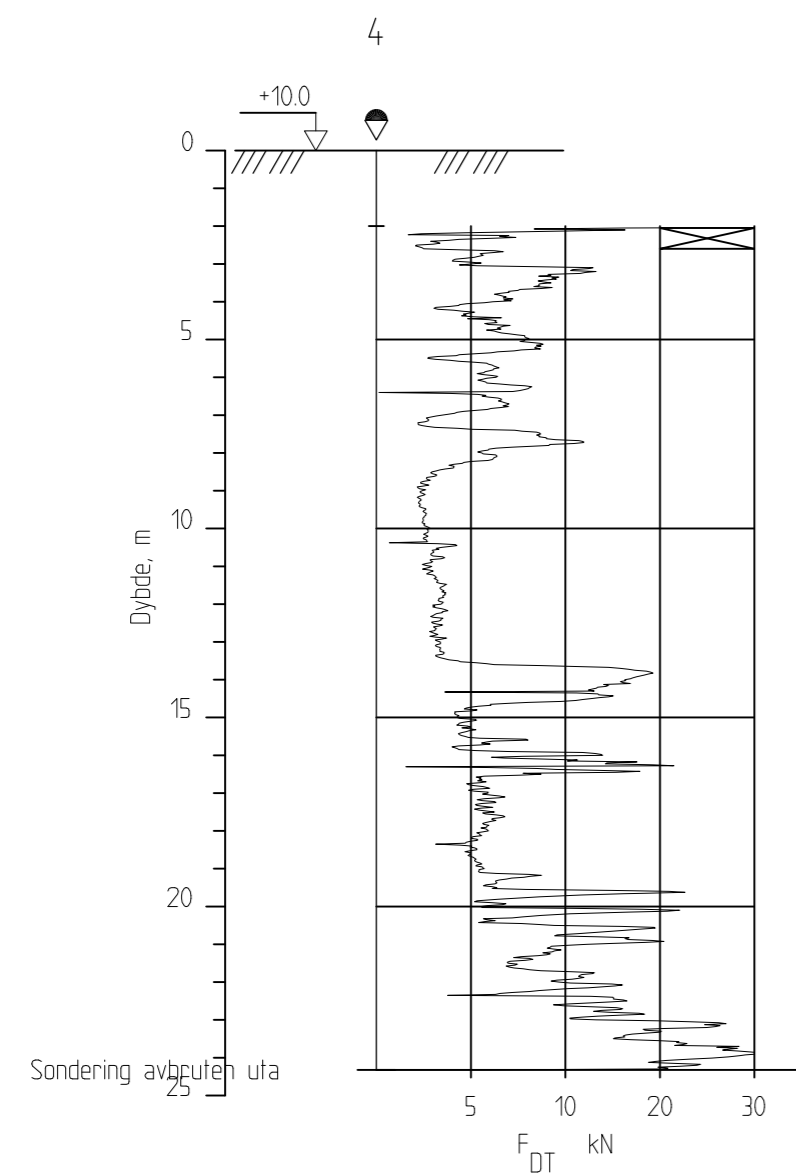
SGH

Programrevisjon:

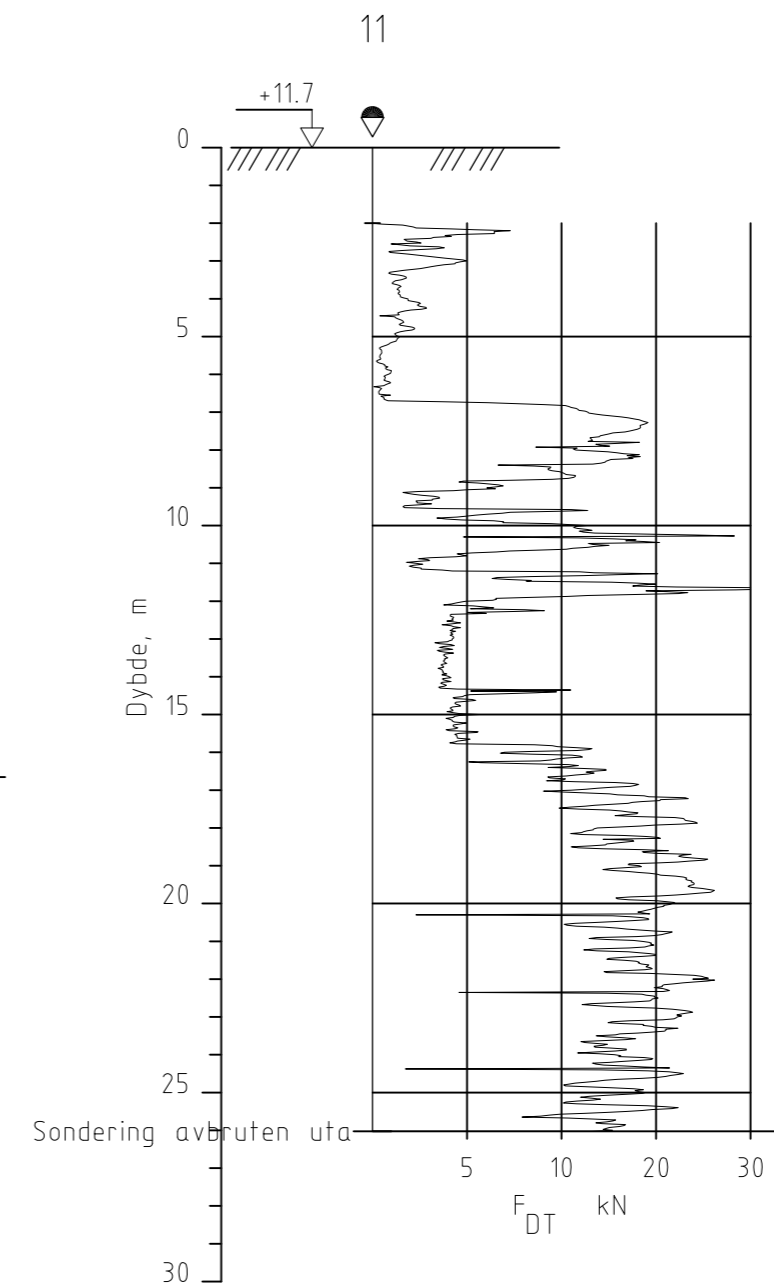
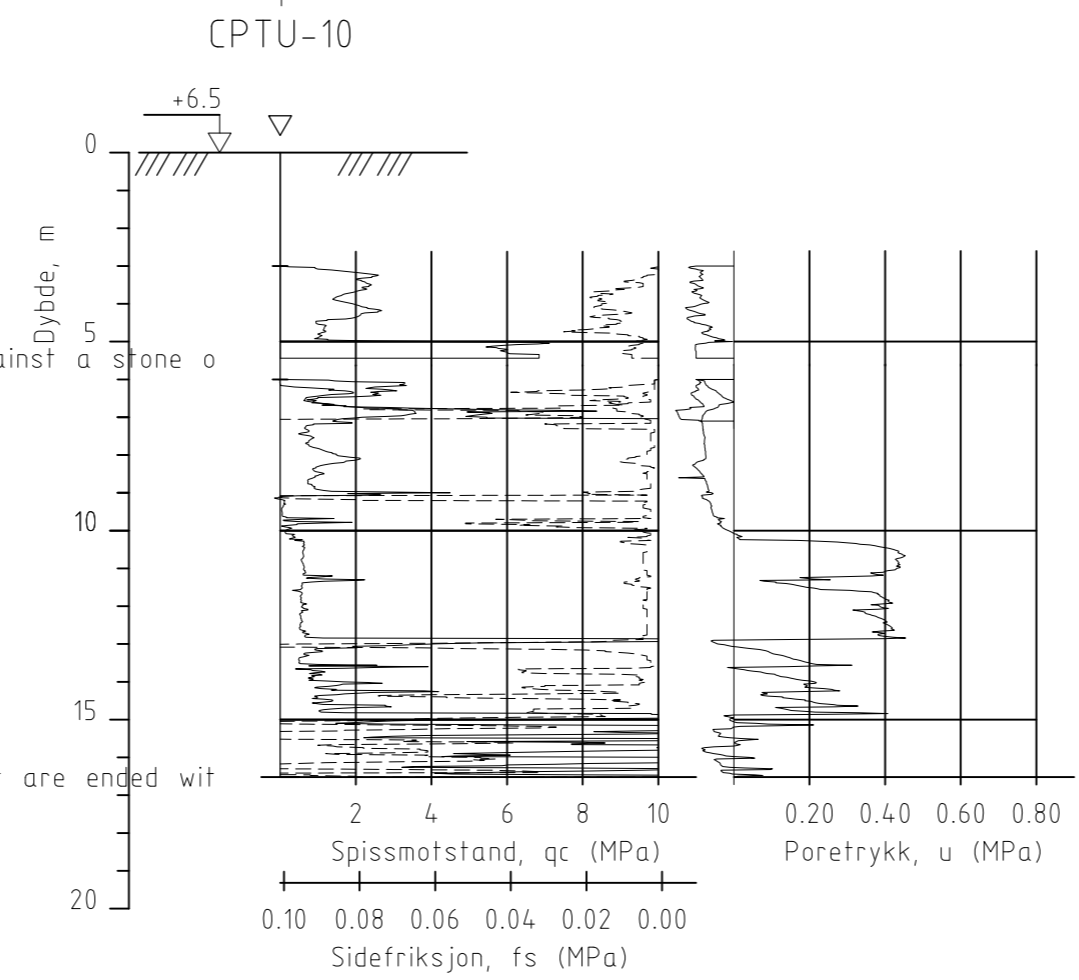
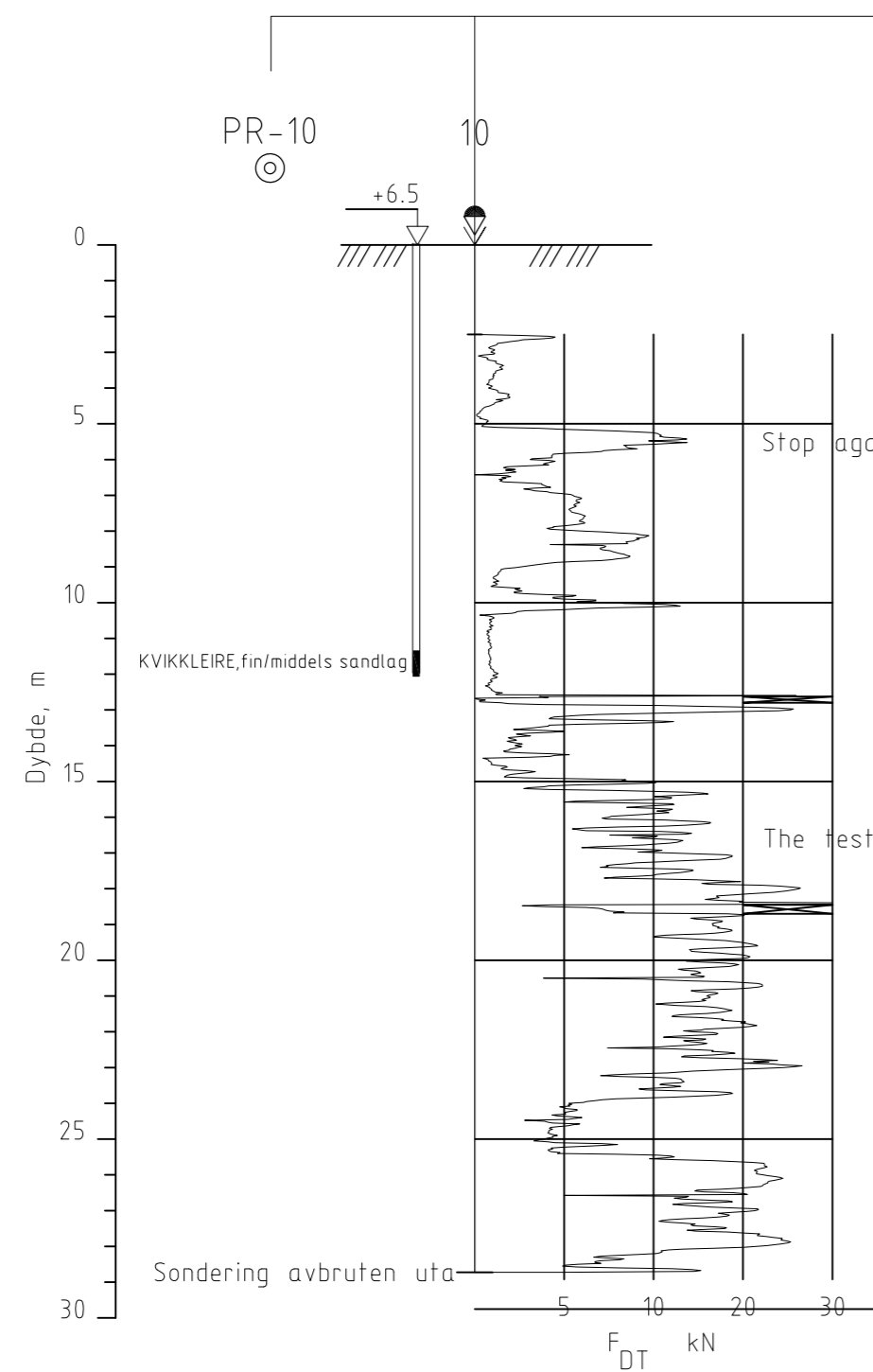
15.12.2014



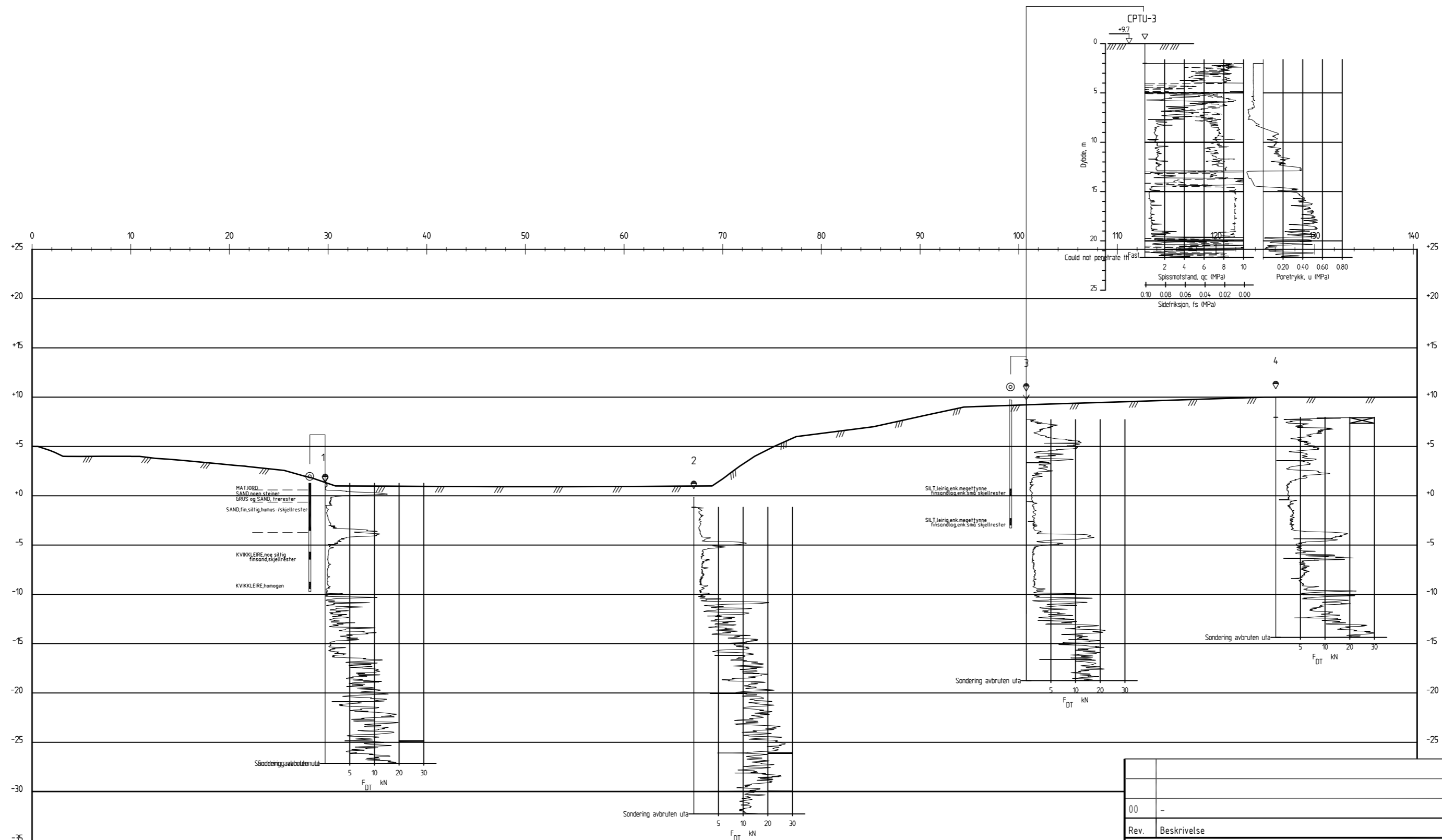
00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt		Fag		Format
	Sikring Norddalselva		Geoteknikk		A3L
			Dato	16.02.2015	
	Borutskrift		Format/Målestokk	1:200	
	Borpunkt 1, 2 og 3			-	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	MiaB	SGH	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
417129		RIG-TEG-100		00	



00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt Sikring Norddalselva		Fag Geoteknikk	Kontr. A3L	
	Borutskrift Borpunkt 4, 5, 6, 7, 8 og 9		Dato 16.02.2015		
			Format/Målestokk 1:200		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 417129	Konstr./Tegnet MiaB Tegningsnr. RIG-TEG-101	Kontrollert SGH	Godkjent ARV Rev. 00

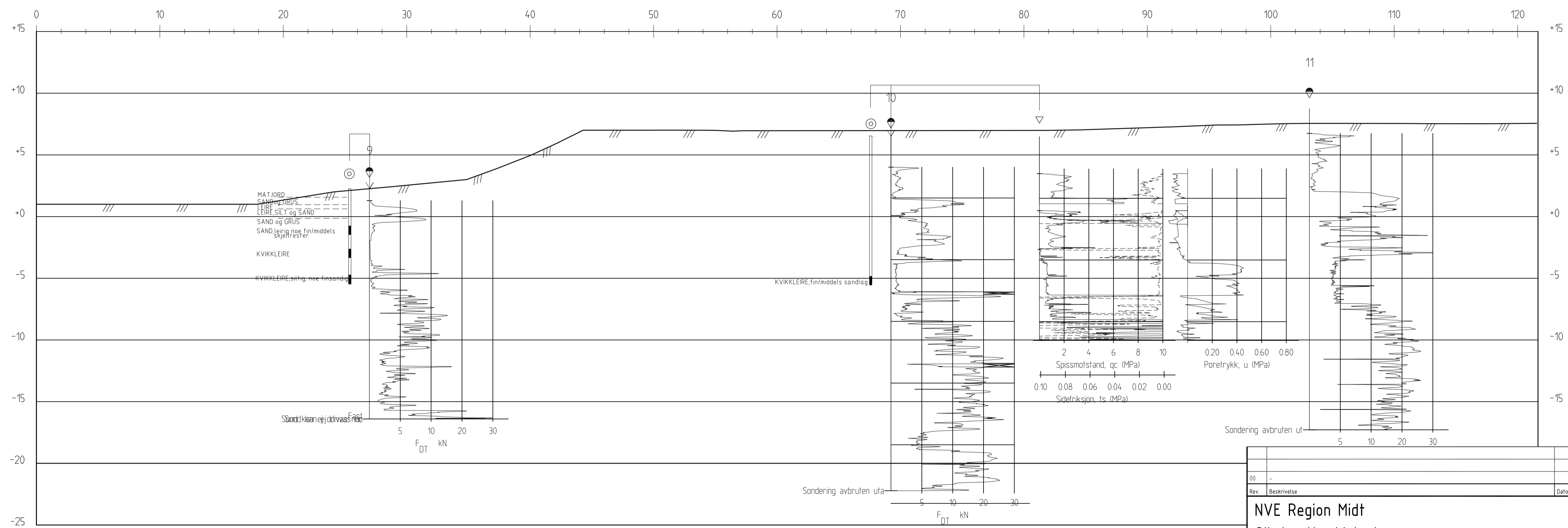


00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt		Fag		Format
	Sikring Norddalselva		Geoteknikk		A3L
			Dato		16.02.2015
	Borutskrift		Format/Målestokk		1:200
	Borpunkt 10 og 11				-
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	MiaB	SGH	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
417129		RIG-TEG-102		00	



Profil A-A

00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt Sikring Norddalselva Profil A-A		Fag Geoteknikk		Format A3L
		Dato	16.02.2015		
		Format/Målestokk	1:400		
			-		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 417129	Konstr./Tegnet MiaB Tegningsnr. RIG-TEG-200	Kontrollert SGH	Godkjent ARV Rev. 00



Profil B-B

Rev.	Beskrivelse	Data	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
NVE Region Midt			Fag	Format	
Sikring Norddalselva			Geoteknikk	A3L	
Profil B-B			Date	17.02.2015	
			Format/Revisjonsk.	1:200	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	MiaB	SGH	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
417129		RIG-TEG-PLAN-201	00		