

---

RAPPORT

# Nidarvoll skole

---

OPPDRAKSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2018-02-01 / 00

DOKUMENTKODE: 10200379-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	<b>Nidarvoll skole</b>	DOKUMENTKODE	10200379-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Trondheim kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Kristin Aflekt Thomessen
KONTAKTPERSON	Randi Lile	UTARBEIDET AV	Sivert M Hallsteinsen
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 570215 NORD: 7030850	ANSVARLIG ENHET	10234011 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	/ / / Trondheim		

## SAMMENDRAG

Trondheim kommune er i en prosess med omregulering av Nidarvoll, der muligheten for samlokalisering av dagens Sunnland skole og Nidarvoll skole samt bygging av nytt helsehus utredes. Trondheim kommune skal også utføre et større saneringsprosjekt av VA-anlegget på Sluppen. I denne forbindelse skal ny spill- og overvannsledning legges gjennom området for dagens Nidarvoll skole. Multiconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune utført grunnundersøkelser i området Nidarvoll Skole – og Helsehus. Hensikten med grunnundersøkelsene er å vurdere grunnforhold for bygging av ny skole, flerbrukshall, helsehus og tre foreslåtte traséer for VA-anlegg

Feltundersøkelsene omfatter:

- 5 stk. dreietrykksonderinger
- 1 stk. trykksondering (CPTU) i BP5(E)
- Opptak av ø54mm sylindrerprøver fra 2 borpunkt, 1(A) og 3(C)
- Poretrykksmålinger i 2 borhull, med en måler i ett nivå i hvert borehull

Sonderingene ble avsluttet ved 23 -26 m dybde.

Undersøkelsene viser at løsmassene består av et topplag med mektighet mellom 2,5- 4,5 m bestående av fyllmasser i de mer bearbeide områdene og tørrskorpeleire i de mindre bearbeide områdene. Under topplaget består grunnen av leire ned til stor dybde. I grunnen ved dagens helsehus indikerer trykksonderingen sensitivt materiale fra 8 m – 20 m dybde under terreng. Tidligere undersøkelser har påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale her i dybde 7 -20 m. I grunnen ved Nidarvoll skole består løsmassene under topplaget i hovedsak av middels fast til fast leire med enkelte siltlag. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i dette området.

			SIVMH	JEO	HAAJ
00	26.01.2018	Geotekniske grunnundersøkelser	Sivert M Hallsteinsen	Ida Elise Overgård	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	6
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>7</b>
2.1	Området og topografi	7
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser</b>	<b>11</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	11
3.2	Utførte grunnundersøkelser	11
3.2.1	Feltundersøkelser	11
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	12
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse</b>	<b>13</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart	13
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	13
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	15
4.3.1	Generelt	15
4.3.2	Dybde til berg	15
4.3.3	Løsmasser	15
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	15
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene</b>	<b>16</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	16
5.2	Viktige forutsetninger	16
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet	16
5.4	Måling av poretrykk	16
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>17</b>

## TEGNINGER

10200379-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Borutskrift borpunkt 1(A) og 2(B)
	-011	Borutskrift borpunkt 3(C) og 4(D)
	-012	Borutskrift borpunkt 5(E)
	-200	Geotekniske data BP1(A)
	-201	Geotekniske data BP3(C)
	-350	Piezometermålinger BP1(A)
	-351	Piezometermålinger BP5(E)
	-400.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP1(A) dybde=6,30 m, plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $C_v$
	-400.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP1(A) dybde=6,30 m, plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , k og $u_b/\sigma$
	-401.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP1(A) dybde=9,50 m, plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $C_v$
	-401.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP1(A) dybde=9,50 m, plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , k og $u_b/\sigma$
	-402.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP3(C) dybde=8,55 m, plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $C_v$
	-402.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP3(C) dybde=8,55 m, plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , k og $u_b/\sigma$
	-450.1	Aktivt treaksialforsøk BP1(A) dybde=6,40 m, deviatorspenningssti, NTNU-plott.
	-450.2	Aktivt treaksialforsøk BP1(A) dybde=6,40 m, Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-450.3	Aktivt treaksialforsøk BP1(A) dybde=6,40 m, Vannutpressing – tid, konsolideringsfase.
	-451.1	Aktivt treaksialforsøk BP3(C) dybde=6,40 m, deviatorspenningssti, NTNU-plott.
	-451.2	Aktivt treaksialforsøk BP3(C) dybde=6,40 m, Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-451.3	Aktivt treaksialforsøk BP3(C) dybde=6,40 m, Vannutpressing – tid, konsolideringsfase.
	-500.1	CPTU BP5(E), Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i

- 500.2 CPTU BP5(E), Netto spissmotstand  $q_n$  og poreovertrykk  $\Delta u_2$
- 500.3 CPTU BP5(E), Spissmotstandstall  $N_m$ , poretrykks-  $B_q$  og frisksjonsforhold  $R_f$
- 500.4 CPTU BP5(E), Dokumentasjon måledata

## VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde
2. Kalibreringsskjema poretrykksmålere

## BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Nidarvoll skole og helsehus i Trondheim kommune.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Multiconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med detaljregulering av Nidarvoll skole og helsehus, Trondheim. Hensikten med grunnundersøkelsene er å danne et grunnlag for vurdering av fundamentering og utgraving for foreslått skole/hall og nytt helsehus.

### 1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 607D i november 2017 under ledelse av borleder Bård Einar Krogstad. Alle kotehøyder referer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM 32 av borleder. Koordinatene ble innmålt med bruk av Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR DGPS-utstyr. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil  $\pm 2,0$ cm i horisontalplanet, og noe dårligere i høyde.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 2/2018.

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 0 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening 0.

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2.

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

### 1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Miljøteknisk grunnundersøkelse med tilhørende analyser og resultater rapporteres i miljøteknisk datarapport.

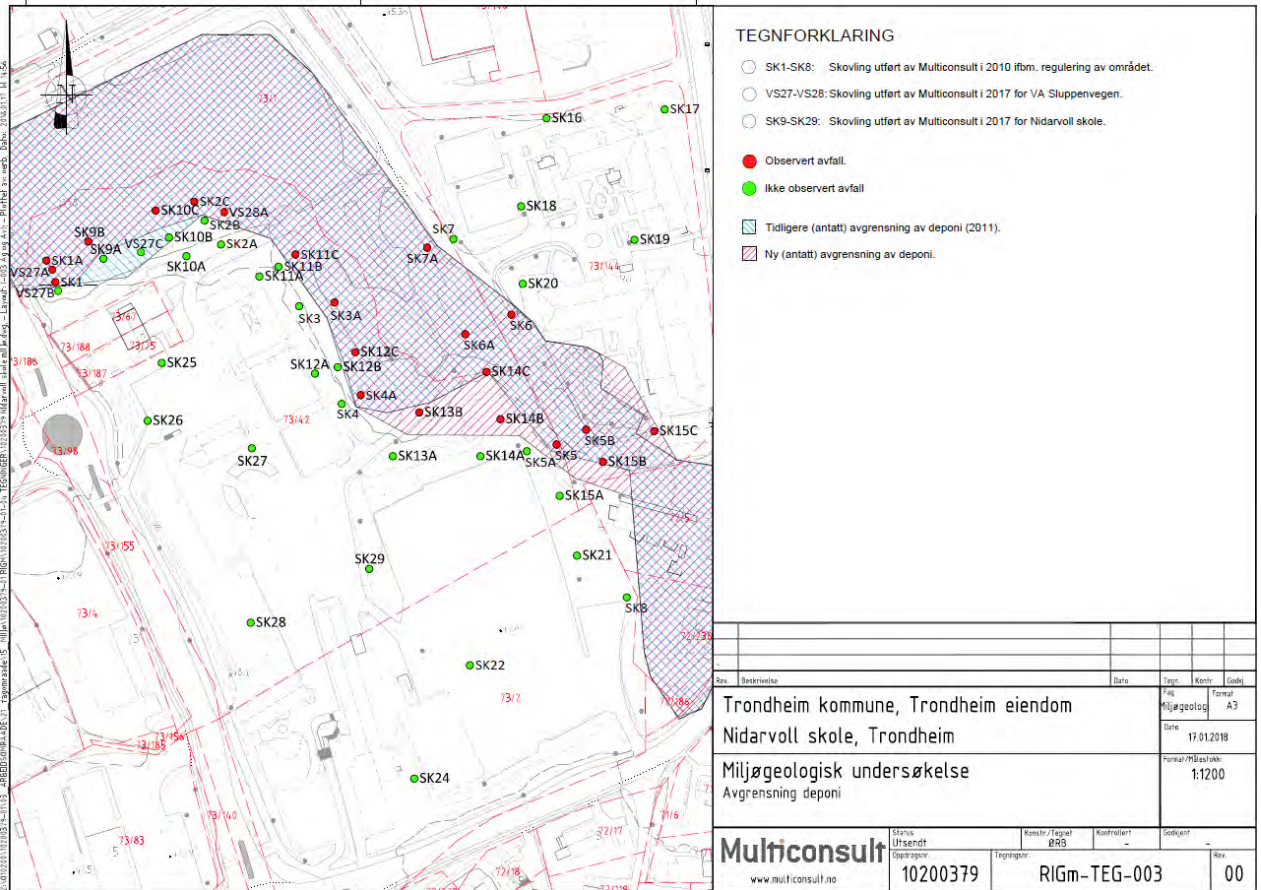




Figur 2-2: Flyfoto over undersøkelsesområdet (kilde: <http://kart.finn.no>)

Opprinnelig gikk det en bekkedal gjennom området. Bekken har blitt lagt i rør, og Trondheim kommune opplyser at dalen i senere tid er brukt som kommunalt avfallsdeponi. I den miljøgeologiske undersøkelsen i forbindelse med Nidarvoll skole er en antatt avgrensning av deponiet bestemt, se figur 2-3. Historiske kart tyder på at den tidligere dalen er gjenfylt med avfallsmasser opptil 10-15 m.





Figur 2-3 - Antatt avgrensning av deponi (Utsnitt fra tegning nr. 10200379-RIGm-TEG-003) [8]



Figur 2-3 - Flyfoto tatt i 1964 som viser i dag gjenfylt bekkefar (kilde: <http://kart.finn.no>) Ca. plassering av bekk er tegnet inn med blått.

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Trondheim kommune har utført grunnundersøkelser i området. Tidligere relevante datarapporter listes opp i Tabell 3-1

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapportnummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[9]	R.0590	Trondheim kommune	1982	Planavdeling	Nidarvoll Syke- og Aldersheim	-001
[10]	R.0629	Trondheim kommune	1983	Planavdeling	Rundkj. Bratsbergv. – Klæbuv.	Nei
[11]	R.1001	Trondheim kommune	1997	Utbyggingskontoret	Fredlybekken avløpssone	-001
[12]	R.1536	Trondheim kommune	2012	Intern	Fredlybekken	-001
[13]	R. 1690	Trondheim kommune	2017	VAR	Sluppenvegen	-001

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 5 stk. dreietrykkssonderinger
- 1 stk. trykksondering (CPTU) i BP5(E)
- 2 stk. prøveserie med ø54 mm sylindrerprøver (stål) i BP1(A) og BP3(C)
- Nedsetting av et elektrisk piezometer i hvert av borepunkt 1(A) og 5(E).

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning -001. Borutskriften og piezometeravlesning er vist på tegning -010 t.o.m. -012. Mer detaljerte utskriften av CPTU er vist på tegninger -500.1 t.o.m. -500.4. Piezometeravlesninger over tid er vist på tegninger -350 og -351.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1(A)	7030786,2	570211,5	40,5	DTR, PR	24,2	~	24,2	
PZ1(A)	7030786,2	570211,5	40,5	PZ				
2(B)	7030832,2	570271,7	41,9	DTR	25,2	~	25,2	
3(C)	7030868,8	570214,1	40,7	DTR,PR	25,6	~	25,6	
4(D)	7030888,7	570171,8	40,4	DTR	23,2	~	23,2	
5(E)	7030960,1	570346,5	43,4	DTR, CPTU	24,9	~	24,9	
PZ5(E)	7030960,1	570346,5	43,4	PZ				

**TOT=Totalsondering; DTR=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie; Ann.=Annen metode (spesifiser), ~=Fjell antatt ikke truffet**

### 3.2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte sylinderprøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved denne undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet.

Udrenert og omrørt skjærfasthet i massene er bestemt, og derav massenes sensitivitet.

Det er utført konsistensgrenseundersøkelser på to av prøvene for bestemmelse av massenes plastisitet.

Resultater av rutineundersøkelsene er presentert som geotekniske data i tegninger 10200379-RIG-TEG-200 og -201.

Det er også utført tre ødometerforsøk og to treaksialforsøk. Resultatene fra disse er presentert i tegninger 10200379-RIG-TEG-400 t.o.m. 402 og -450 og -451. I forbindelse med treaksialforsøkene er korndensiteten bestemt.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

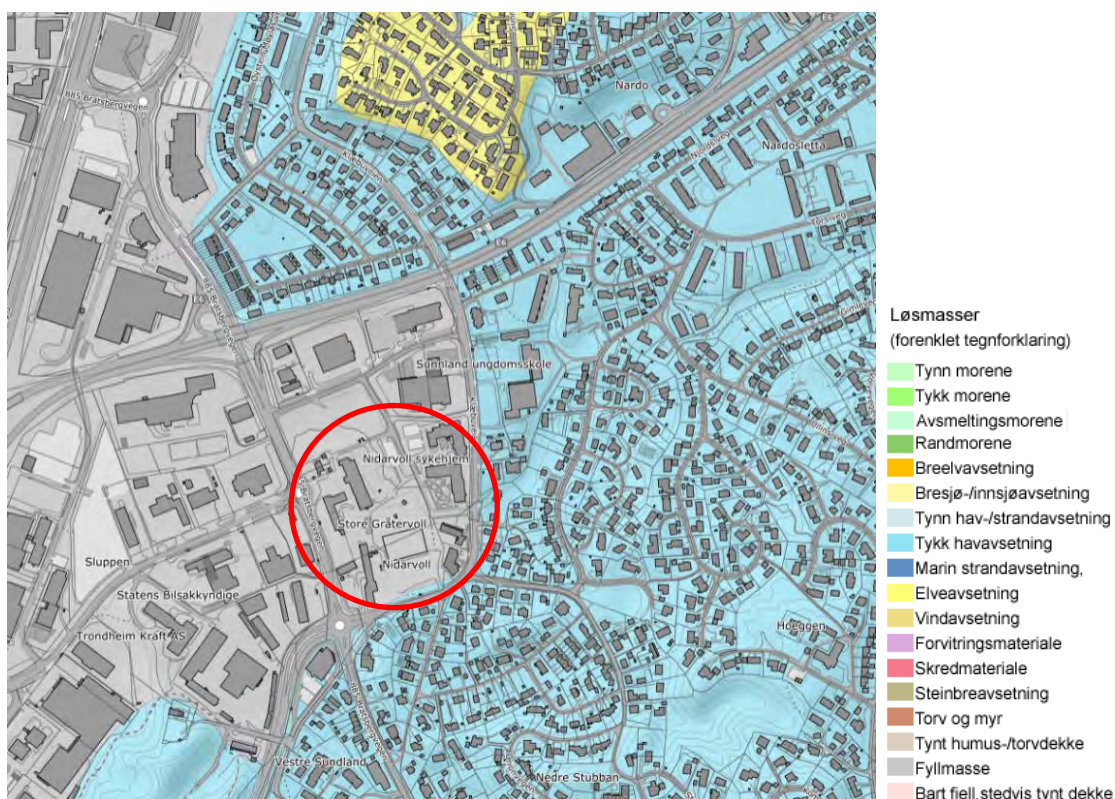
- Rutineundersøkelser av 6 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i to av sylinderprøvene
- Ødometerforsøk i tre av sylinderprøvene
- Treaksialforsøk i to av sylinderprøvene

## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av tykk havavsetning og fyllmasse. For områder med tykk havavsetning kan det blant annet forventes silt og leirholdige løsmasser.

Det kvartærgeologiske kartgrunnet gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart, hentet fra [ngu.no](http://ngu.no). Området for Nidarvoll skole og helsehus innenfor rød sirkel.

### 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Figur 4-2 viser en oversikt fra Trondheim kommunes kartvisning med kjente kvikkleiresoner og punkter hvor kvikkleire er påvist. Områder hvor Statens vegvesen har påtruffet kvikkleire/sprøbruddmateriale i tidligere geotekniske grunnundersøkelser er vist som skraverte lilla områder. Av Figur 4-2 fremkommer det at området for Nidarvoll skole og helsehus ikke ligger innenfor en kartlagt kvikkleiresone, men det er påvist forekomst av kvikkleire innenfor det aktuelle planområdet.



### 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

#### 4.3.1 Generelt

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.0.

#### 4.3.2 Dybde til berg

Det er ikke boret for påvisning av berg. Det er boret ned til 23,2 – 25,6 m under terreng i alle borepunktene uten at antatt berg er påtruffet. Berg er ikke antatt truffet i den tidlige grunnundersøkelsen i planområdet i forbindelse byggingen av Nidarvoll syke- og aldershjem der det ble boret til maksimum 24,5 m. [8]

#### 4.3.3 Løsmasser

Nylige og tidligere grunnundersøkelser med sonderinger ned til om lag 24 m dybde viser at løsmassene i området generelt består av et topplag av fyllmasser med mektighet på ca. 2,5-4,5 m over leire. Fyllmassene består generelt av blandet materiale, fra tørrskorpeleire i de mindre bearbeide områdene til blandinger av jordarter som matjord, leire, silt, sand og pukk i de mer bearbeide områdene. Innenfor antatt deponiområde finnes generelt et tynnere lag av visuelt rene fyllmasser med mektighet på vel 1 m over fyllmasser med innhold av avfall av varierende art.

Grunnundersøkelsene tyder på at leiren i området generelt er middels fast til fast og lite sensitivt, med unntak av et område ved dagens helsehus. Sondering i borpunkt 5(E) indikerer materiale med økende sensitivitet fra 8 m til 20 m dybde under terreng, og kvikkleire er påvist fra 7 m til 20 m ved prøveåpning fra borpunkt TR1-5 i tidligere rapport R.0590 for utbygging av dagens helsehus. Utfra sonderingene som ble gjort den gangen, antas at en sone med sprøbruddmateriale strekker seg fra et sted mellom borpunkt TR1-5 og TR1-8 i syd og nordover forbi borpunkt TR1-1. Disse punktene er vist på borplan tegning nr. 10200379-RIG-TEG-001.

Prøveserier fra borpunkt 1(A), 3(C) og TR2-11, i området ved dagens skolebygg, viser at de originale massene hovedsakelig består av leire og siltig leire, stedvis lagdelt med tynne siltlag. Utførte sonderinger i området rundt skolen viser relativt like grunnforhold. Basert på prøveseriene fra borhull 1(A) og 3(C) har leiren et naturlig vanninnhold i intervallet 20-27 %. Plastisitetsindeksen varierer mellom 9-12 %, og leiren kan karakteriseres som lite til middels plastisk. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 20-75 kPa og leiren kan i hovedsak karakteriseres som middels fast til fast. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet fra ca 5-24 kPa med tilhørende sensitivitet i størrelsesorden 2-8. Materialet klassifiseres som lite sensitivt.

Ødometerforsøkene viser at leiren i området er normalkonsolidert.

#### 4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er utført poretrykksmåling med én elektrisk poretrykksmåler i hvert av borpunkt 1(A) og 5(E), begge ved dybde 10 m under terreng. Målerne har minne og logger hvert døgn. Siste avlesning ble gjort i uke 2 i 2018. Avlest poretrykk indikerer at grunnvannsstanden følger sjiktet mellom tørrskorpelaget og den underliggende leiren. Poretrykket minker med ca. 0,3 m vannsøyle i begge borpunkt i perioden det er registrert, etter antatt utjevnet poretrykk etter nedsetting. Det vises til tegning -010, -012, -350 og -351 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

BP.	Kote terreng	Kote piezometer	Dybde pz-spiss (m)	Løsmasse ved pz-spiss	Avlest poretrykk uke 2 [kPa]	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
1(A)	+40,5	+30,5	10	Leire	73,5	+37,9
5(E)	+43,4	+33,4	10	Leire	56,6	+39,0

\* Forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Ingen noterte avvik.

### 5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

### 5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Det er ikke notert avvik fra standard utførelsesmetoder. Sonderingsresultatene er i samsvar med tidligere undersøkelser gjort i området.

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som dårlig. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt ved høyt siltinnhold.

Enaksiale trykkforsøk utført på prøveseriene i borhull 1(A) og 3(C) viser relativt høy bruddtøyning (12-15 %), noe som indikerer dårlig prøve kvalitet (>5%).

Treaksialforsøkene utført på prøver fra borhull 1(A) og 3(C) viser noe mer varierende prøve kvalitet. Basert på vurdering av prøve kvalitet ut fra overkonsolideringsgrad og poreallsendring iht. NGF-Melding 11, tabell 6, vurderes prøve kvaliteten til forsøkene som henholdsvis «god til brukbar» og «dårlig». Basert på utpresset porevann vurderes prøvene å falle inn under betegnelsen «akseptabelt forsøk» iht. SVV håndbok V220 [4].

### 5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykksituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunkt 1(A) og 5(E) viser et minkende poretrykk over måleperioden på vel 5 uker, men dette er en relativt kort måleperiode. Det kan derfor ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang. Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

## 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

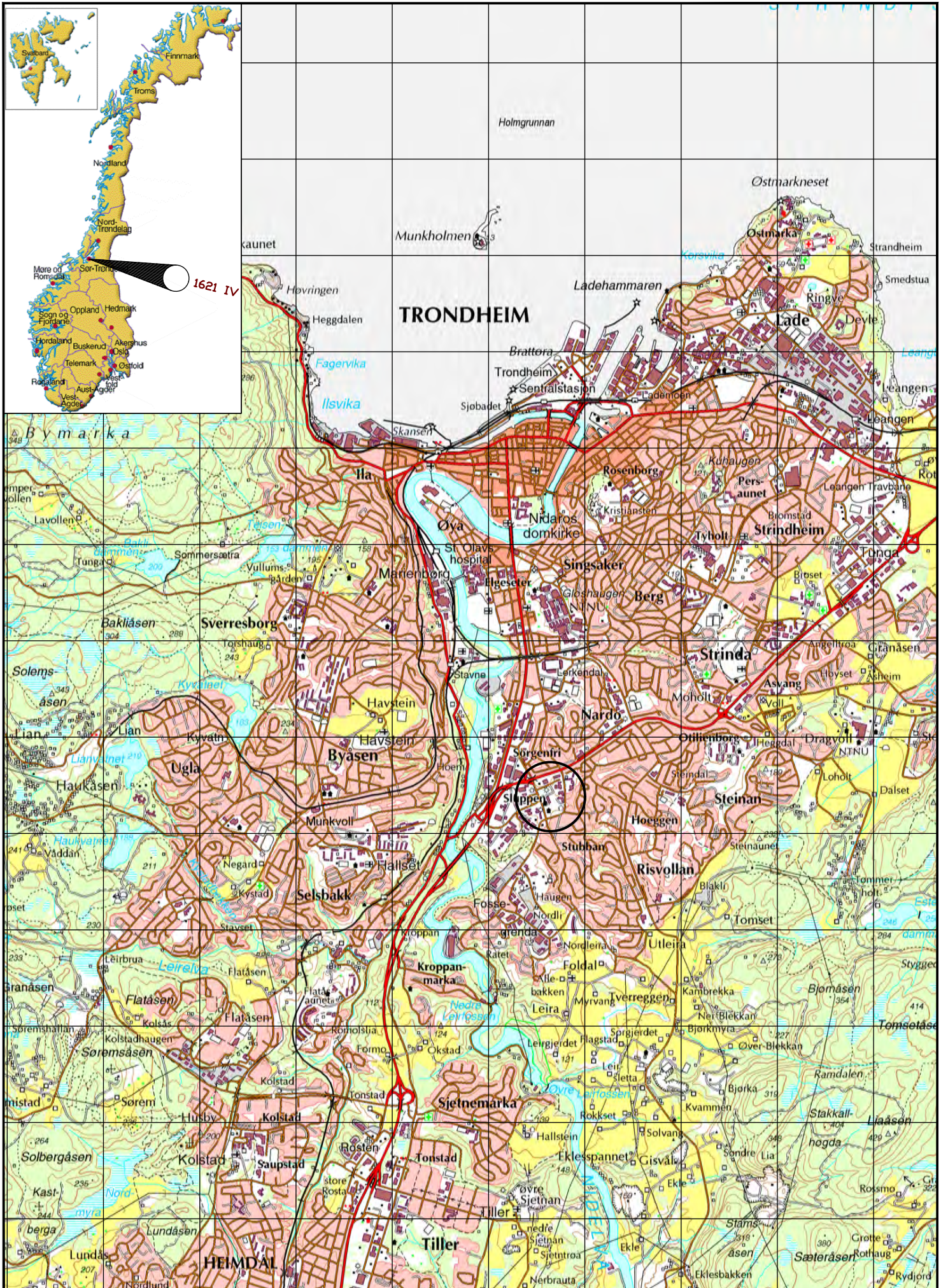
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)



Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

## 7 Referanser

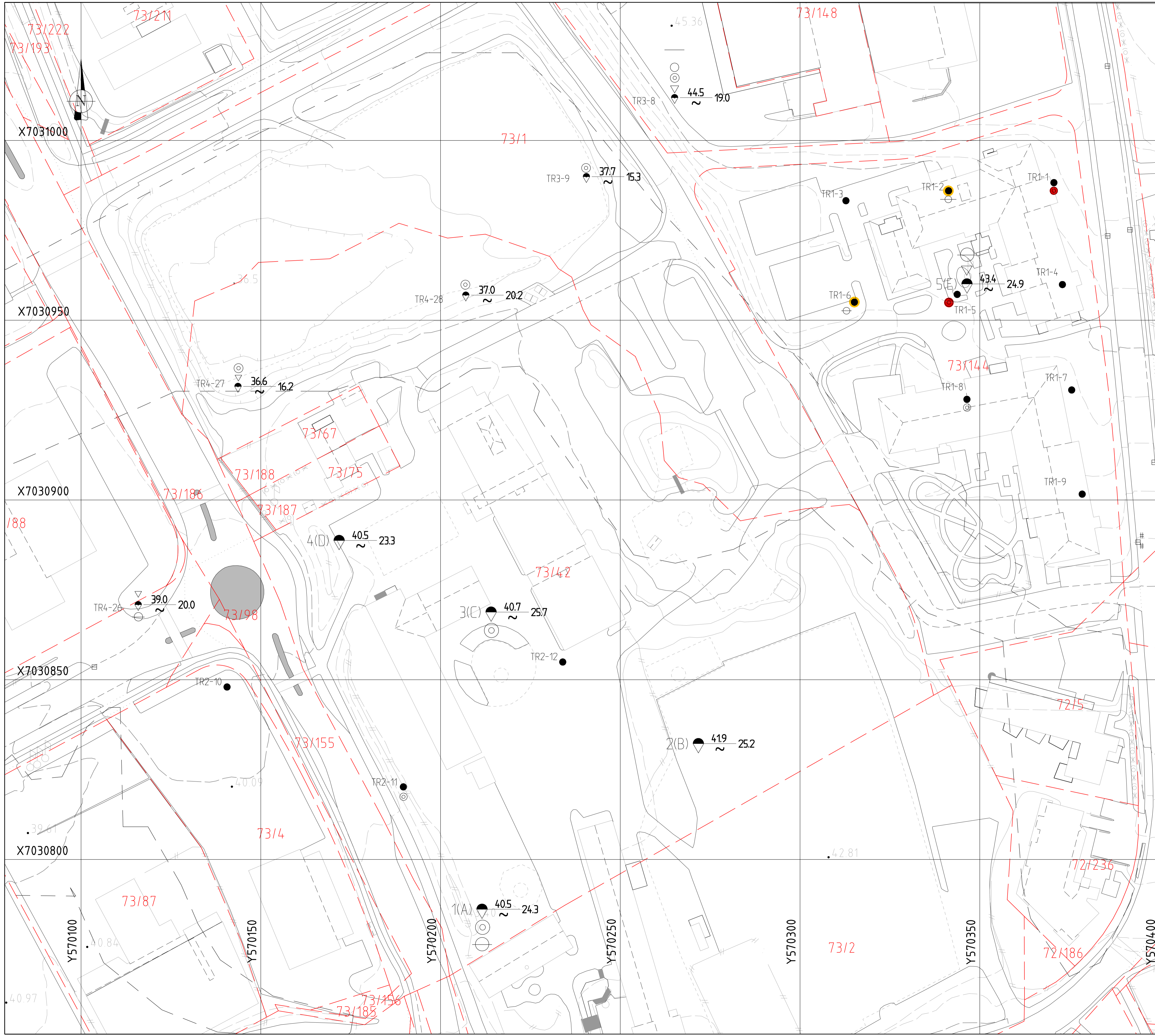
- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, Juni 2010.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no
- [8] Multiconsult Norge AS (2018) Rapport nr. 10200379-RIGm-RAP-001, rev00. «Miljøgeologisk undersøkelse Nidarvoll skole»
- [9] Trondheim kommune (1982) Rapport R.0590 «Nidarvoll Syke- og Aldersheim»
- [10] Trondheim kommune (1983) Rapport R.0629 «Rundkj. Bratsbergv. – Klæbuv.»
- [11] Trondheim kommune (1997) Rapport R.1001 «Fredlybekken avløpssone»
- [12] Trondheim kommune (1997) Rapport R.1536 «Fredlybekken»
- [13] Trondheim kommune (2017) Rapport R.1690 «Sluppenvegen»



**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Nidarvolls skole  
Geotekniske grunnundersøkelser  
Oversiktskart

Status	Utsendt	Fag	Geoteknikk	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	SIVMH	Kontrollert	IEO	Godkjent	HAN
Oppdragsnr.	10200379	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Målestokk	1:50000
				Rev.	00



**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊖ PORETRYK MÅLING
- ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▼ RAMSONDERING
- ⚡ DREI TRYKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- ⊗ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG:  
 KOORDINATSYSTEM: Digitalt kart  
 UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONASS CPDS  
 BØRSEL NR: Digitalt  
 LAB.BOK NR: Digitalt

EKSEMPEL  
 BP 1  $\begin{matrix} 430 \\ 282 \end{matrix}$  14.8 +2.4 — BØRET DYBDE • BØRET I BERG  
 + ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BØRPUNKT:**

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

**HENVISNINGER:**

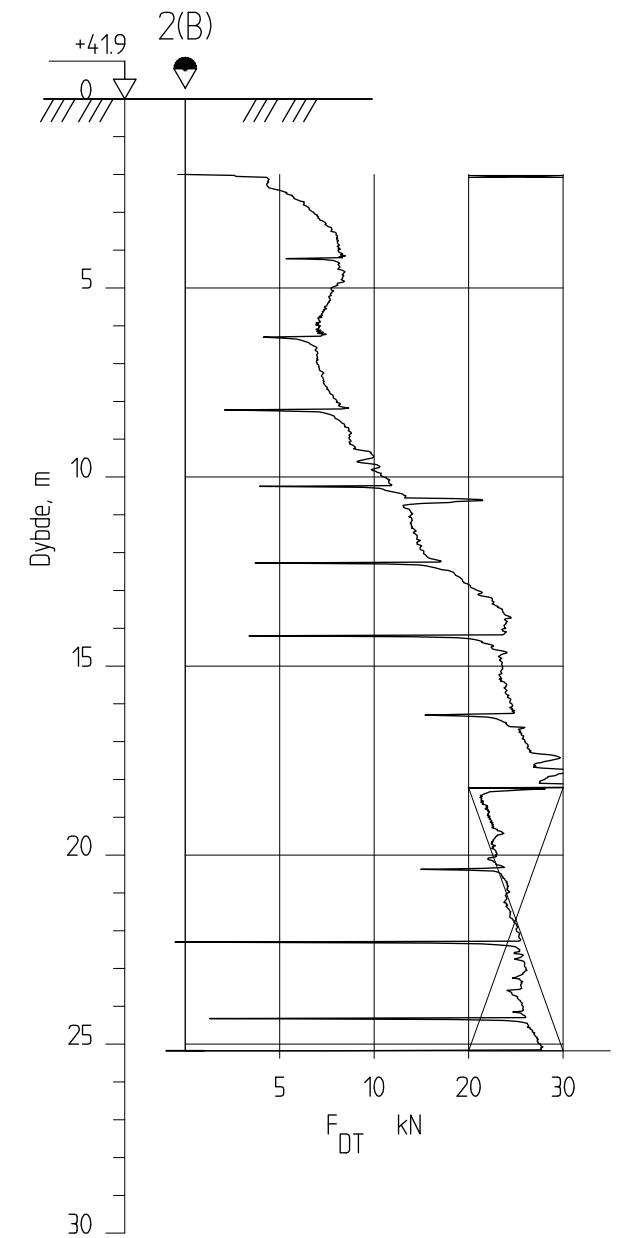
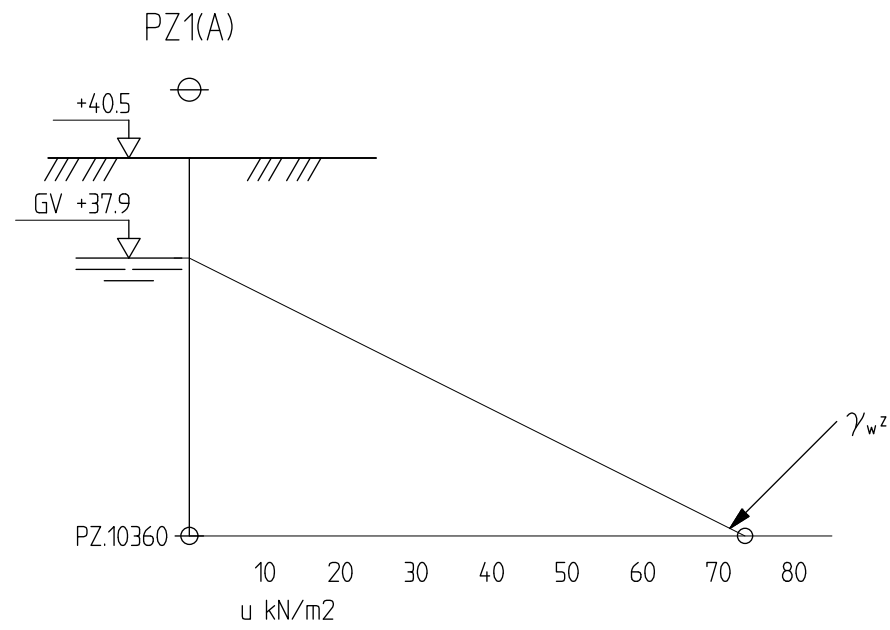
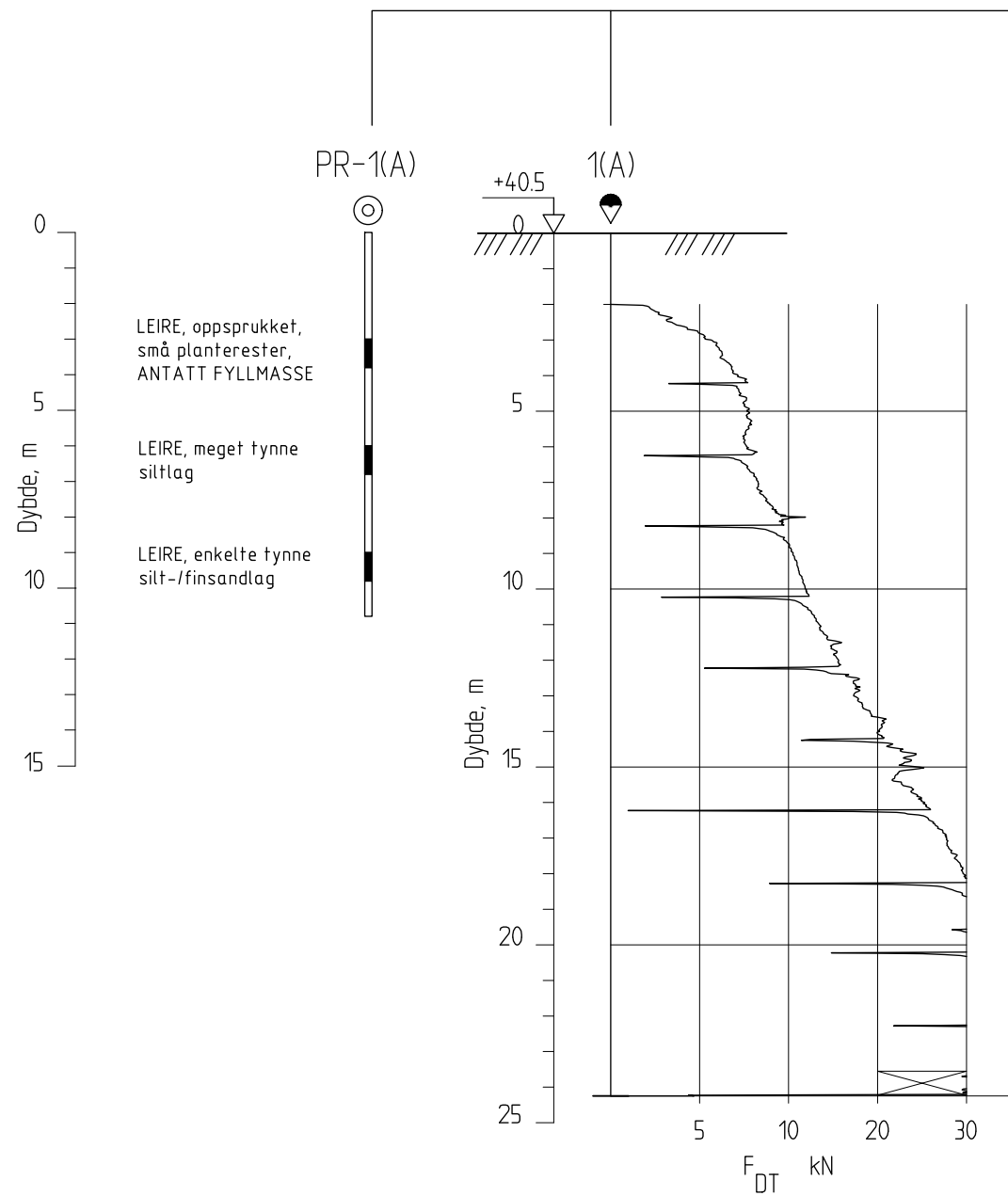
**TIDLIGERE BØRINGER:**  
 Tidligere borer er opplyst fra scannet kopi og kan ha noe avvik. Tidligere borer er angitt med indreker foran borhullsnr.

TR1-X BØRINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.0590 (1982) - NIDARVOLL SYKE- OG ALDERSHEIM  
 TR2-X BØRINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1001 (1997) - FREDLYBEKKEN AVLØPSSONE  
 TR3-X BØRINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1536 (2012) - FREDLYBEKKEN  
 TR4-X BØRINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1690 (2011) - SLUPPENVEGEN

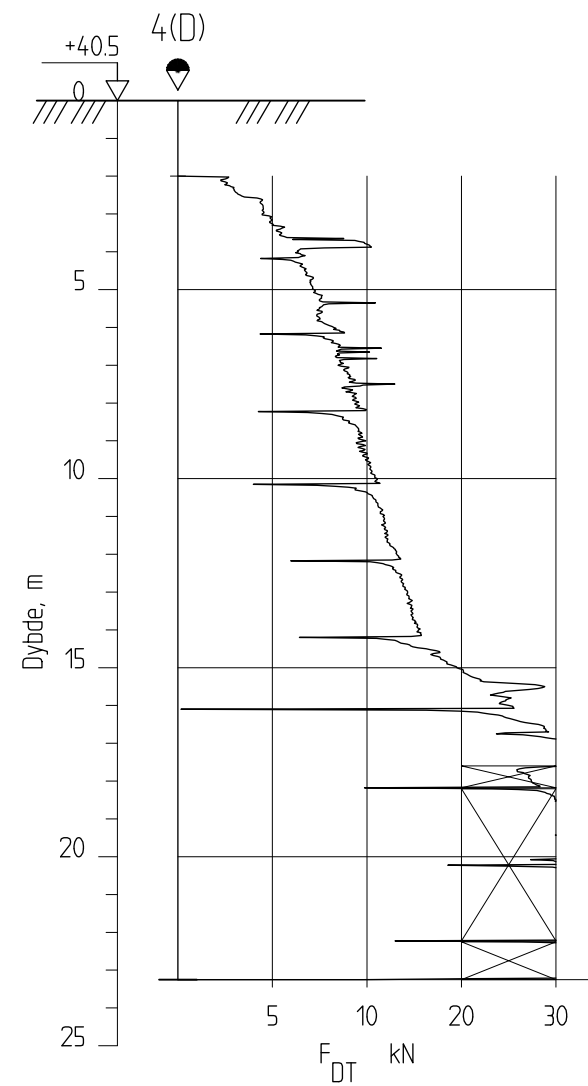
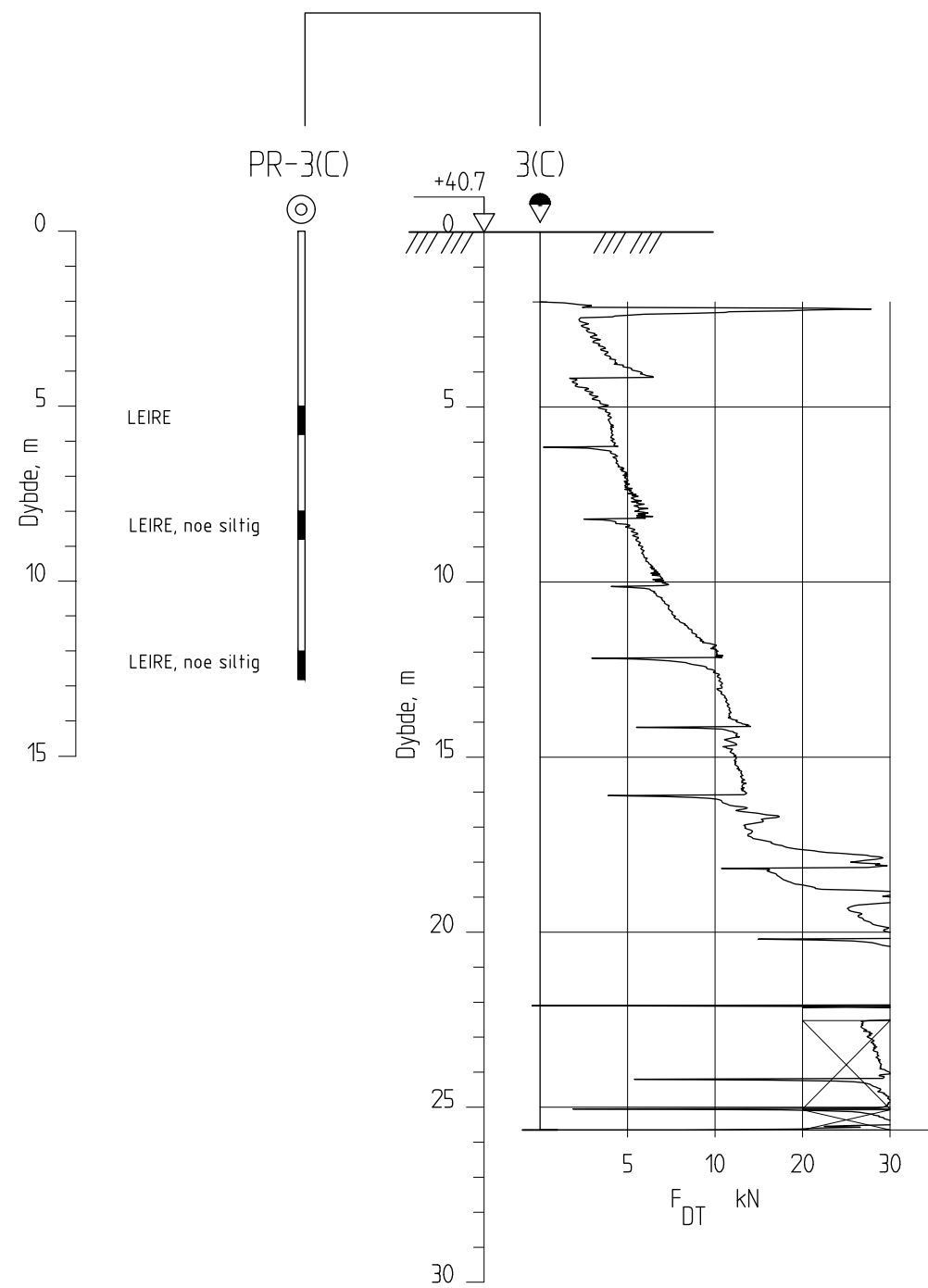
TITTEL 1	TEGNINGSNR.	REV
----------	-------------	-----

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format A1
	Nidarvoll skole	Dato			31.01.2018
	Borplan	Format/Bløstokk			1:500

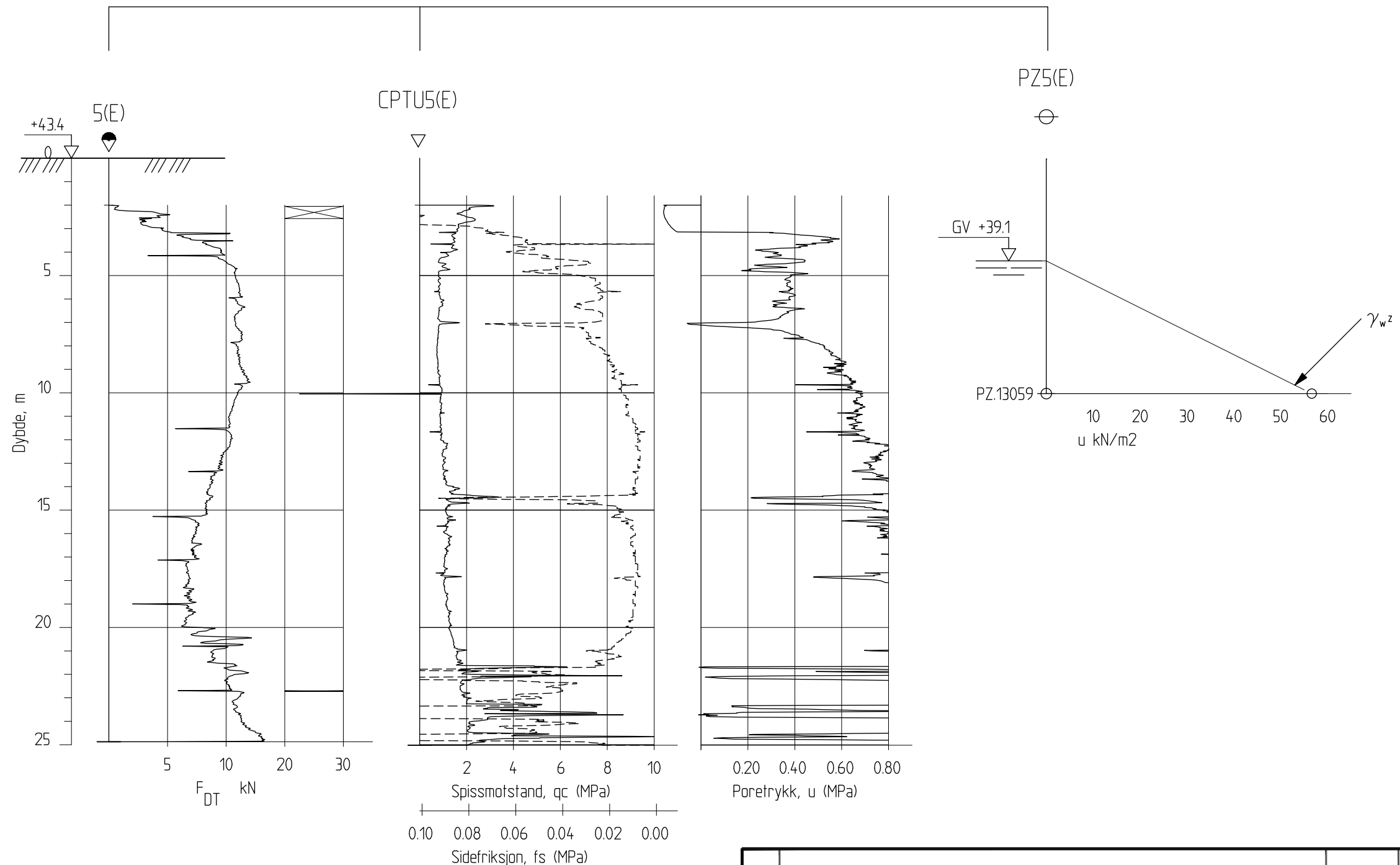
Multiconsult www.multiconsult.no	Status/Utstedt/Opplagsnr.	Konstr./Tegnet/SIVMH	Kontrollert/IEO	Godkjent/HAN
	10200379	Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Nidarvoll skole		Geoteknikk		A3
	Borutskrift		Dato		18.01.2018
	Borpunkt 1(A) og 2(B)		Format/Målestokk:		1:200
	<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	SIVMH	IEO	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		10200379	RIG-TEG-010		00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Nidarvoll skole		Geoteknikk		A3
	Borutskrift		Dato		18.01.2018
	Borpunkt 3(C) og 4(D)		Format/Målestokk:		1:200
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	SIVMH	IEO	HAN	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
	10200379	RIG-TEG-011			00

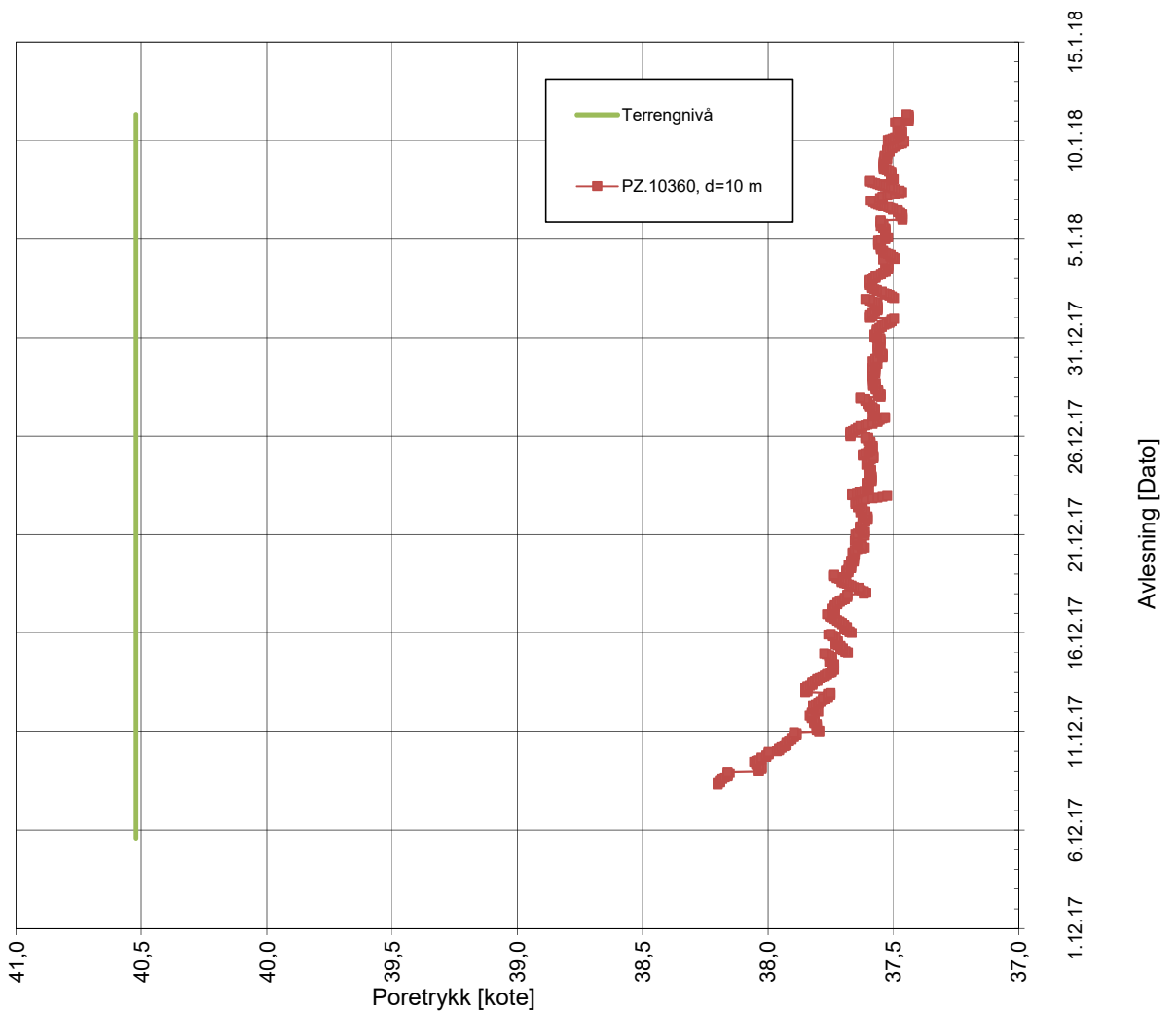
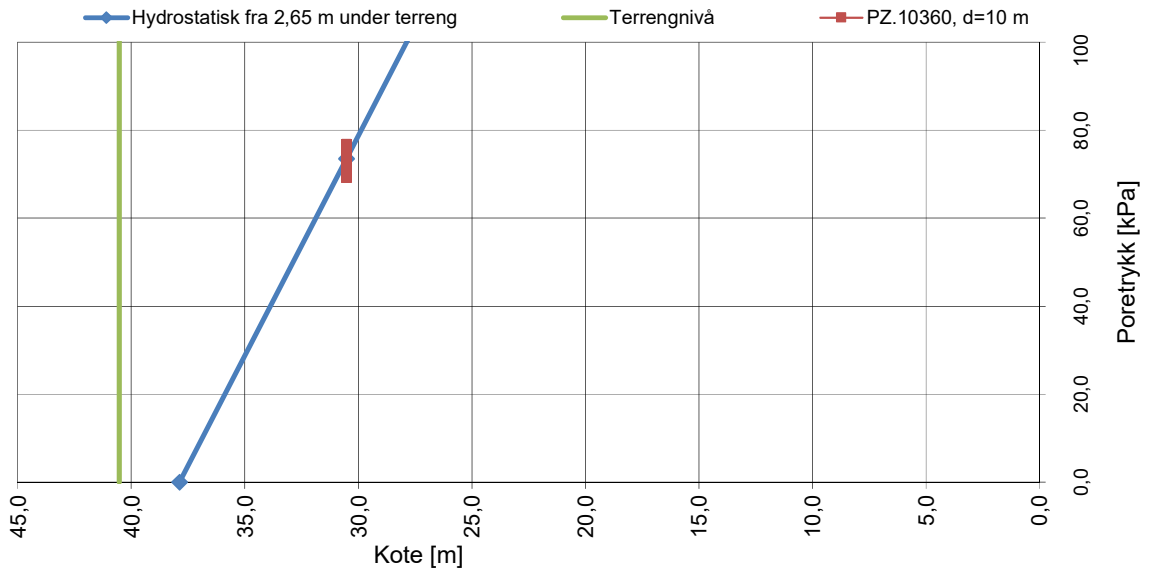


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Nidarvoll skole		Geoteknikk		A3
	Borutskrift		Dato		18.01.2018
	Borpunkt 5(E)		Format/Målestokk:		1:200
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	SIVMH	IEO	HAN	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
	10200379	RIG-TEG-012			00









## PORETRYKKS MÅLING

Elektrisk poretrykksmåler, BP1(A)

Trondheim kommune  
Nidarvoll skole

Konstr./Tegnet

SIVMH

Kontrollert

IEO

Dato

19.01.18

Godkjent

HAN

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT ASA**

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

Tegn.nr.

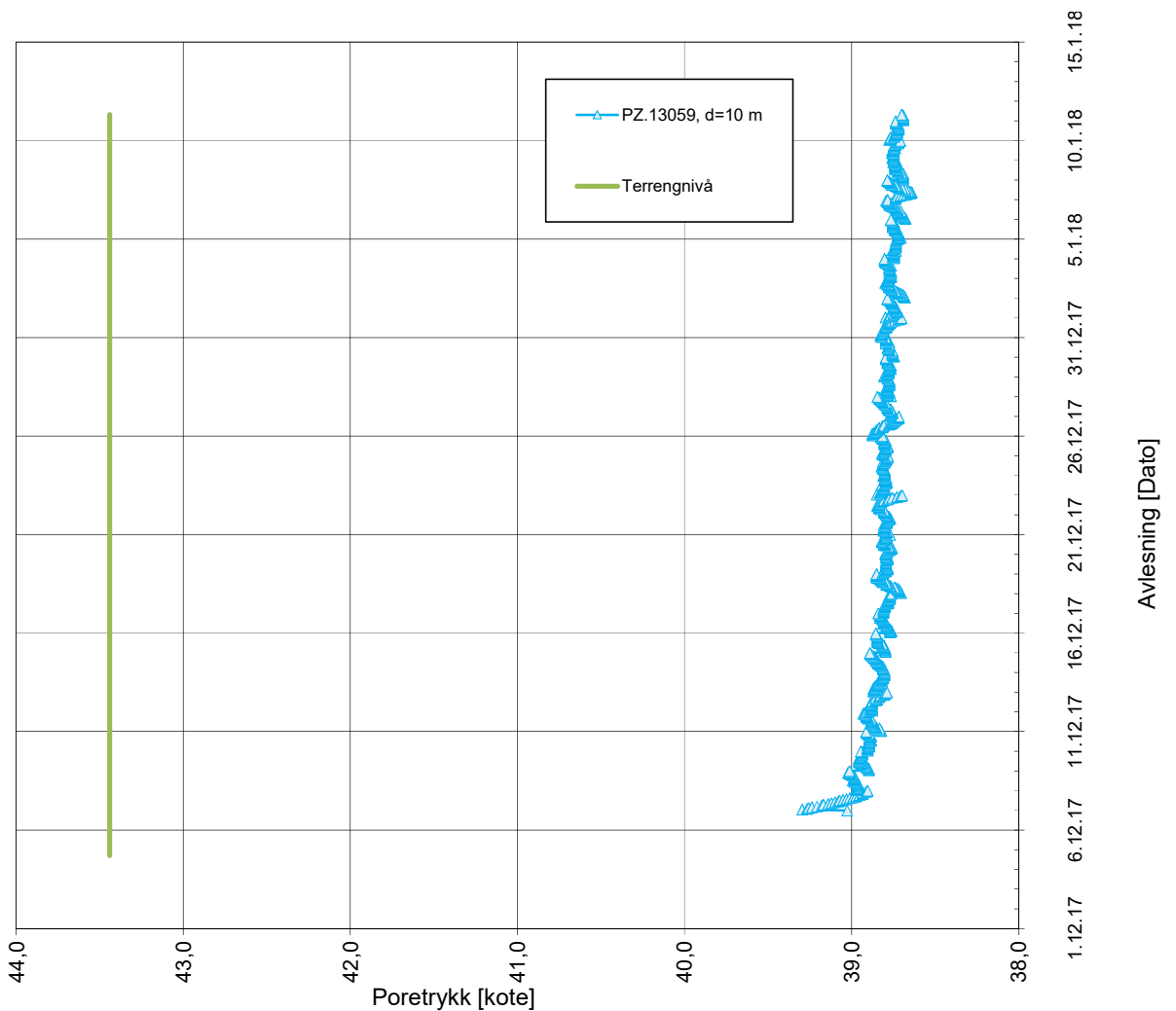
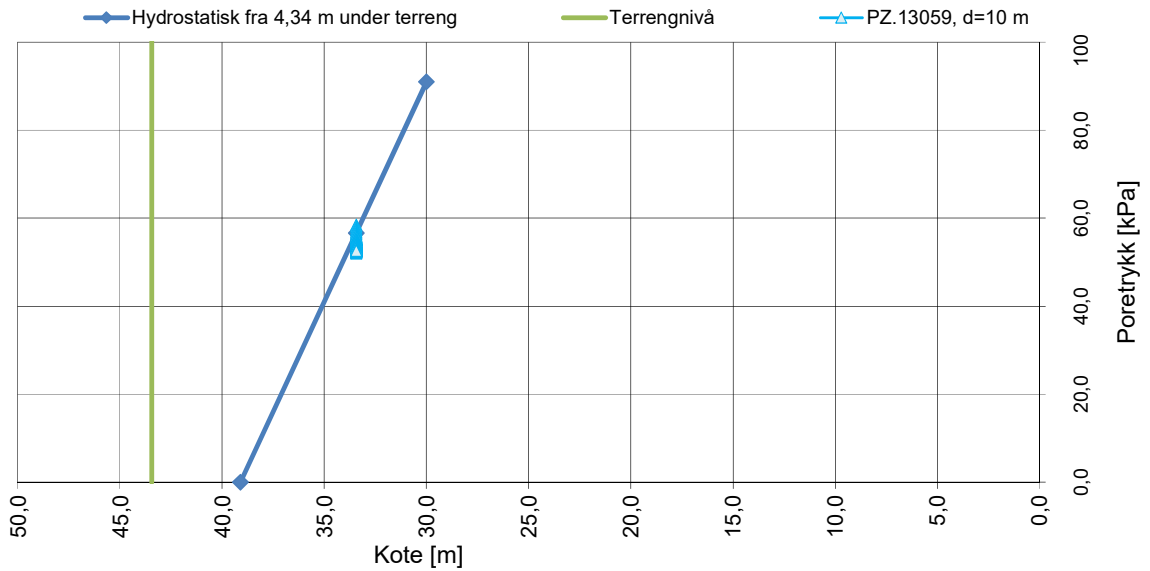
RIG-TEG-350

Oppdragsnr.

10200379

Rev.

00



## PORETRYKKS MÅLING

Elektrisk poretrykksmåler, BP5(E)

Trondheim kommune  
Nidarvoll skole

Konstr./Tegnet

SIVMH

Kontrollert

IEO

Dato

19.01.18

Godkjent

HAN

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT ASA**

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

Tegn.nr.

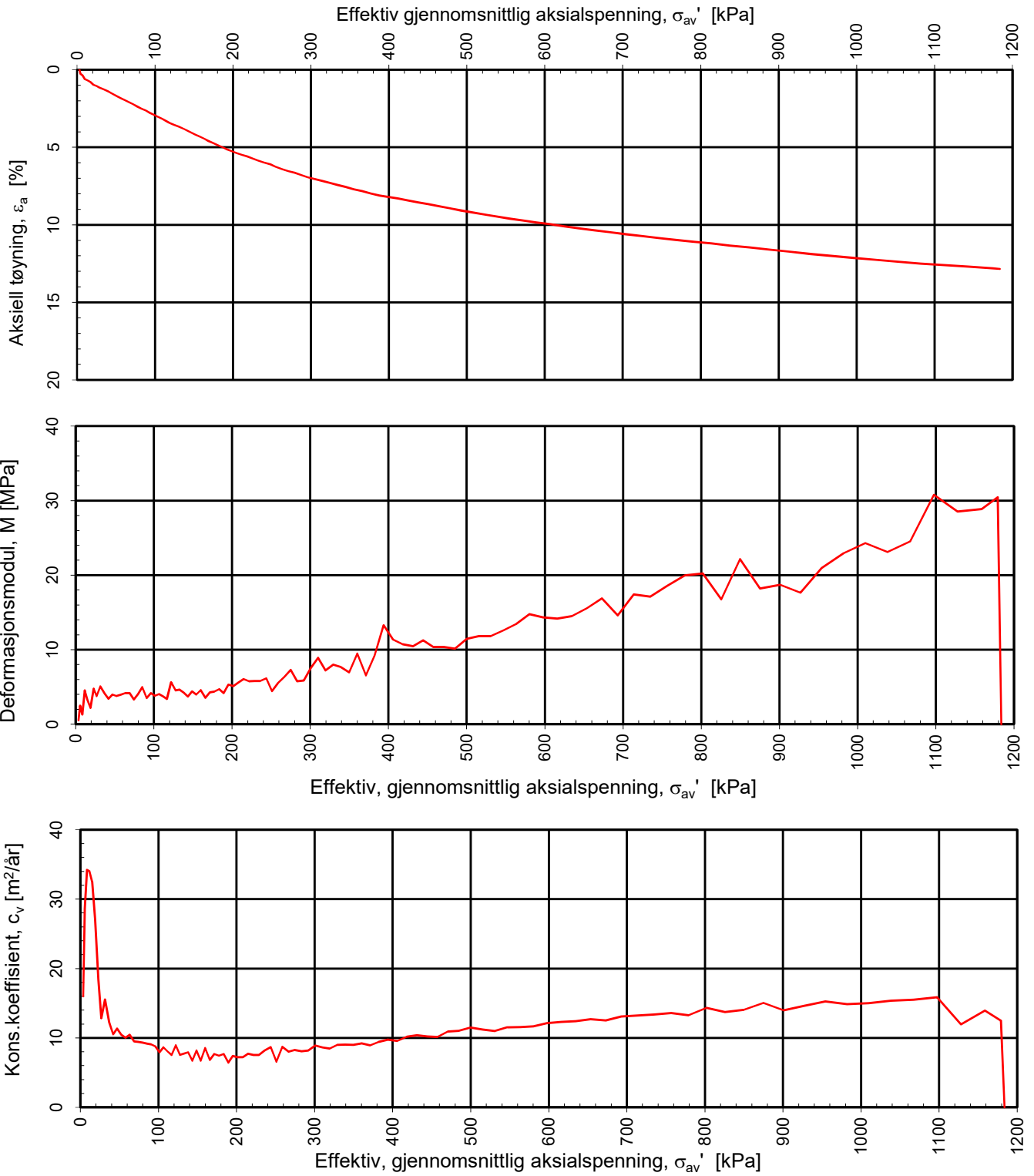
**RIG-TEG-351**

Oppdragsnr.

**10200379**

Rev.

**00**



Densitet  $\rho$  ( $g/cm^3$ ): **2,06**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **25,70**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): **89,26**

**Trondheim kommune**  
**Nidarvoll skole**

Tegningens filnavn:  
 10200379-RIG-TEG-400-h1(A),d6,30

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

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
 7037 Trondheim  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:  
 05.01.2018

Dybde, z (m):  
 6,30

Borpunkt nr.:  
 1(A)

Forsøknr.:  
 1

Tegnet av:  
 kjt / vt

Kontrollert:  
 sivmh

Oppdrag nr.:  
 10200379

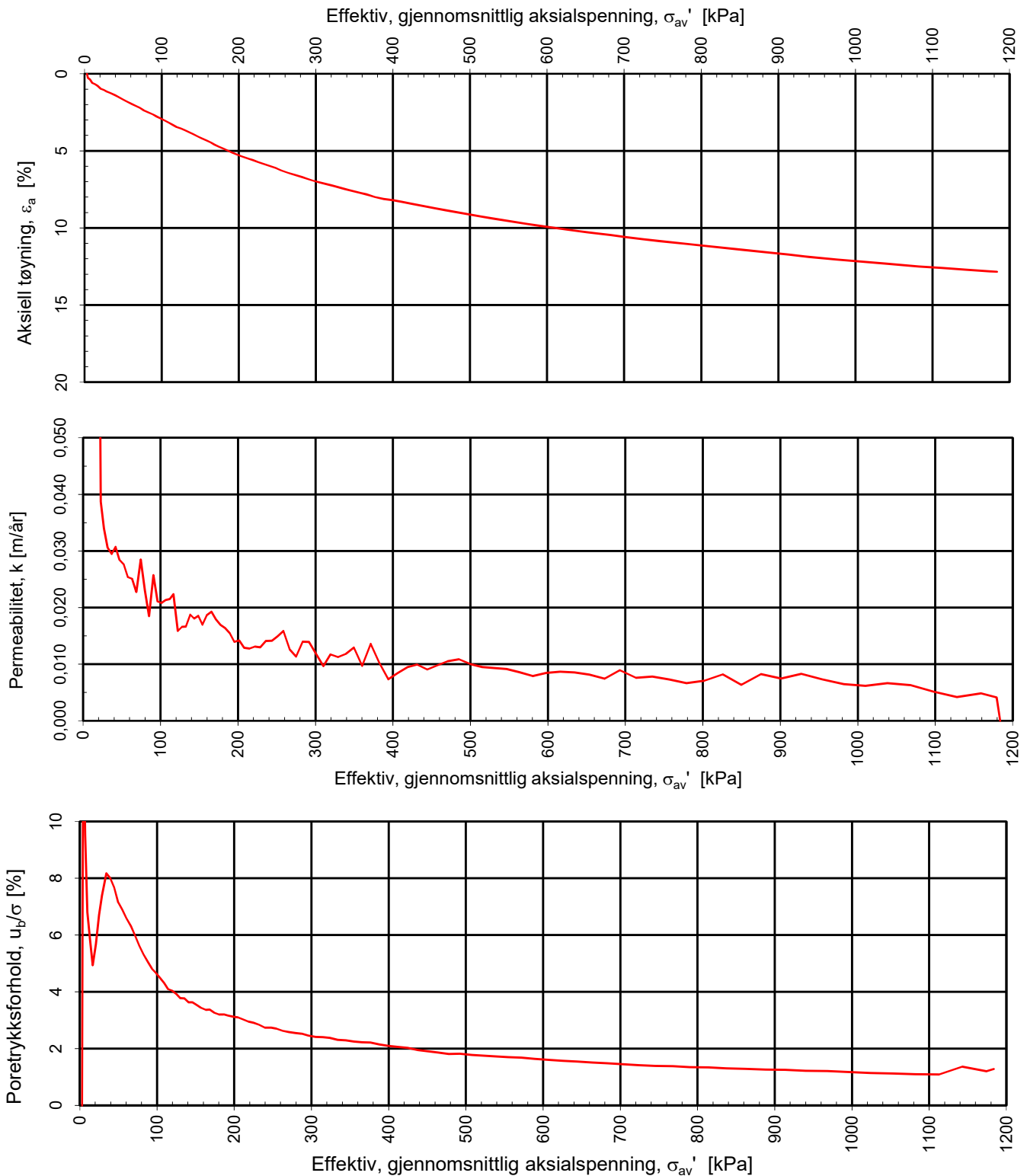
Tegning nr.:  
 RIG-TEG-400.1

Prosedyre:  
 CRS

Godkjent:  
 han

Programrevisjon:  
 24.06.2016

**Multi**  
 consult



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

2,06

Vanninnhold  $w$  (%):

25,70

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

89,26

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

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

Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-400-h1(A),d6,30

**Multi  
consult**

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

05.01.2018

Dybde,  $z$  (m):

6,30

Borpunkt nr.:

1(A)

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt / vt

Kontrollert:

sivmh

Godkjent:

han

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

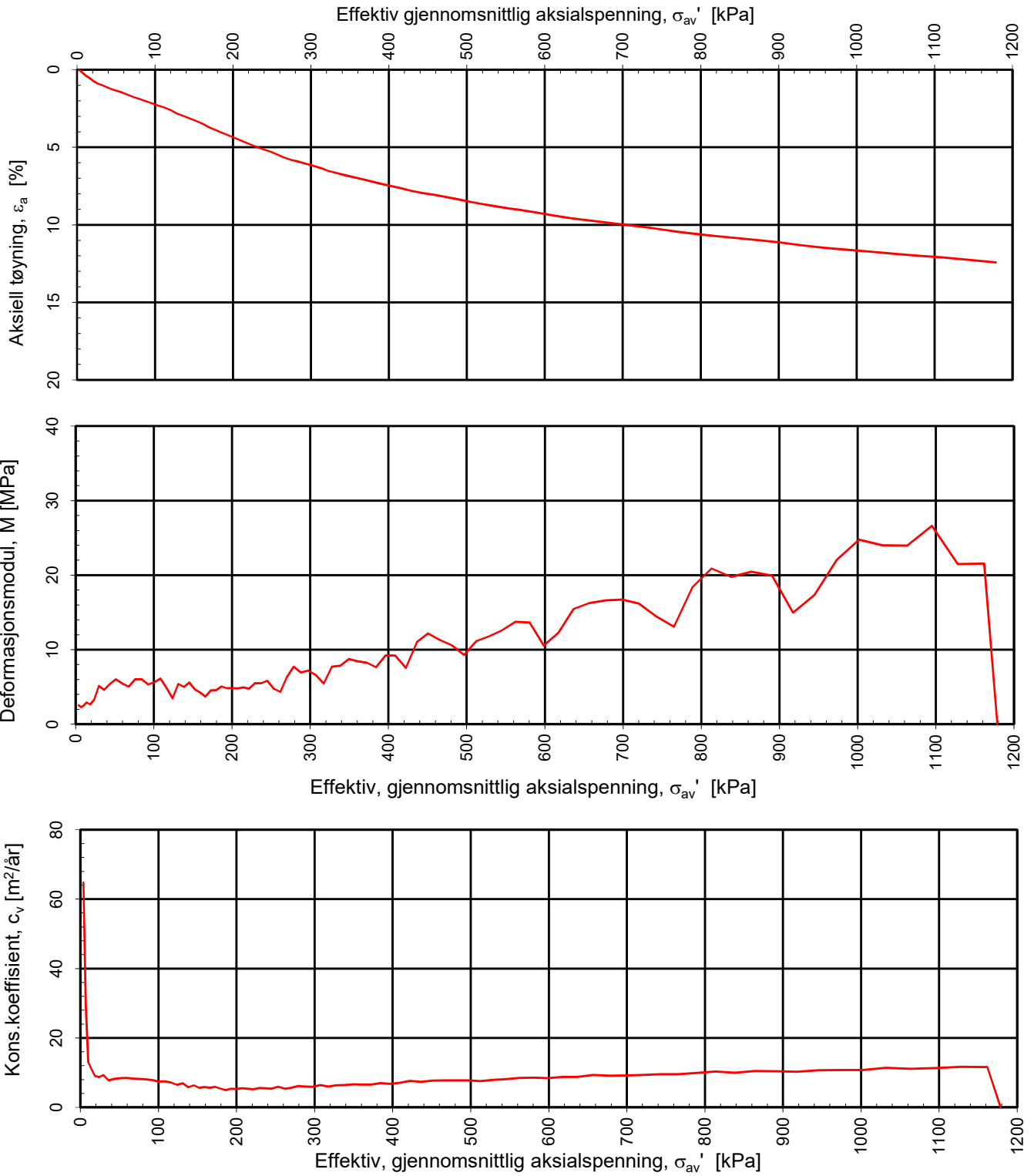
RIG-TEG-400.2

Prosedyre:


CRS

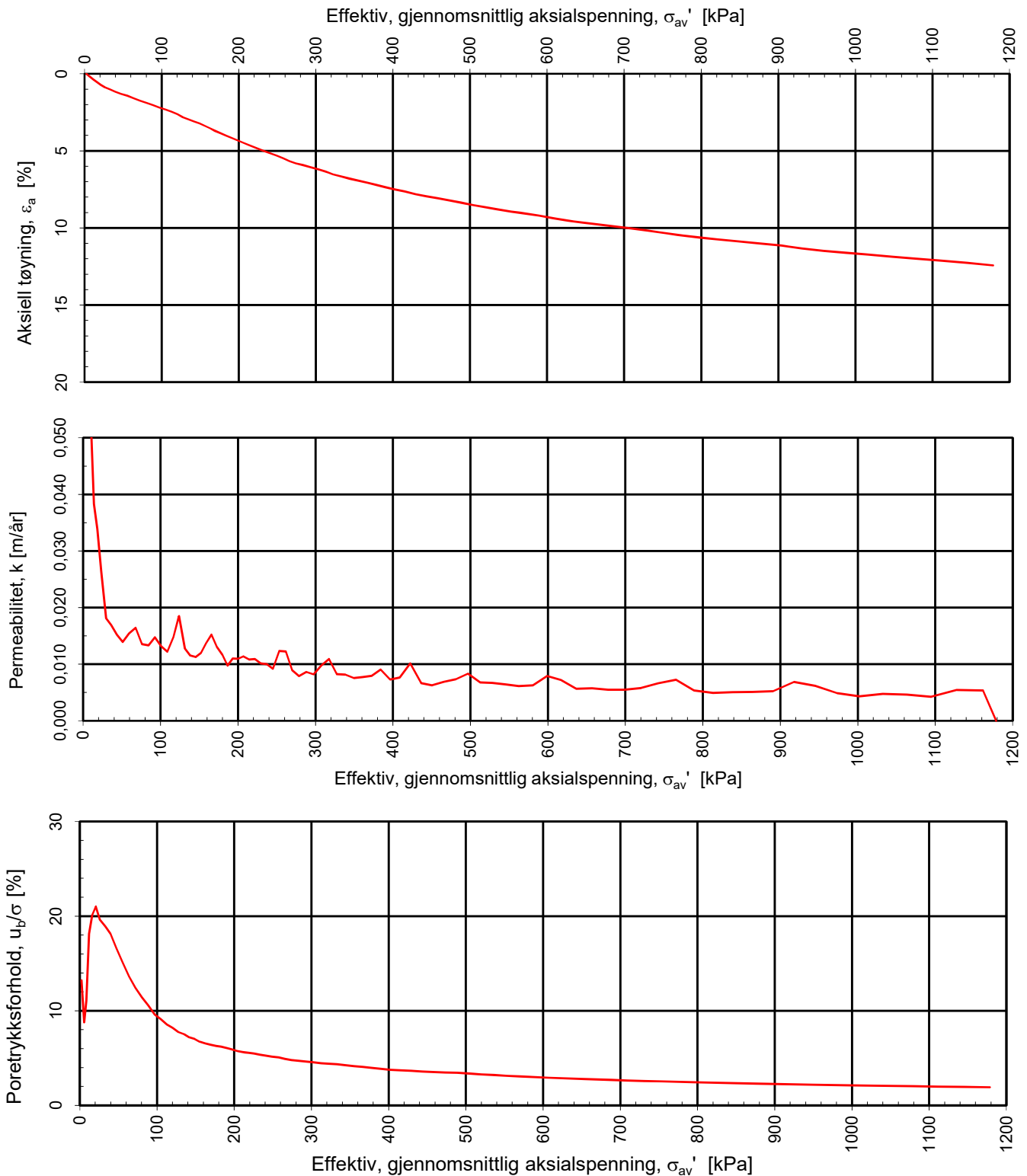
Programrevisjon:

24.06.2016



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **2,10**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **25,90**  
 Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): **125,70**

<b>Trondheim kommune</b>			Tegningens filnavn:	
<b>Nidarvoll skole</b>			10200379-RIG-TEG-401-h1(A), d9,50m	
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $c_v$ .				
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenveien 15 7037 Trondheim Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	09.01.2018	9,50	1(A)	
	Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
2	vt/mash	sivmh	han	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:	
10200379	RIG-TEG-401.1	CRS	24.06.2016	



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

2,10

Vanninnhold  $w$  (%):

25,90

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

125,70

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

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

Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-401-h1(A), d9,50m

**Multi  
consult**

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

09.01.2018

Dybde,  $z$  (m):

9,50

Borpunkt nr.:

1(A)

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt/mash

Borpunkt nr.:

sivhnh

Godkjent:

han

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

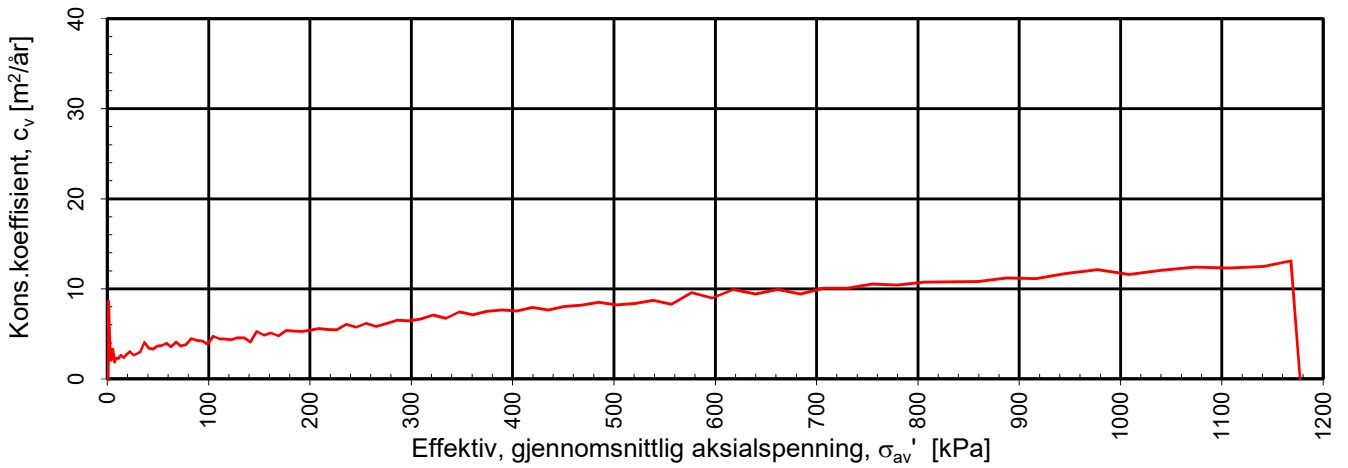
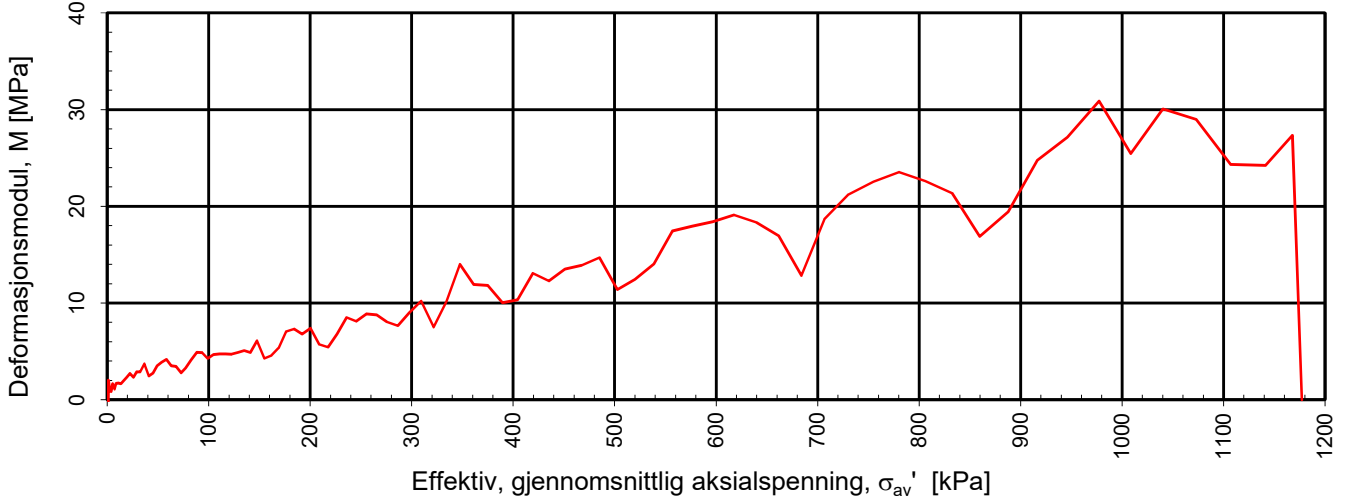
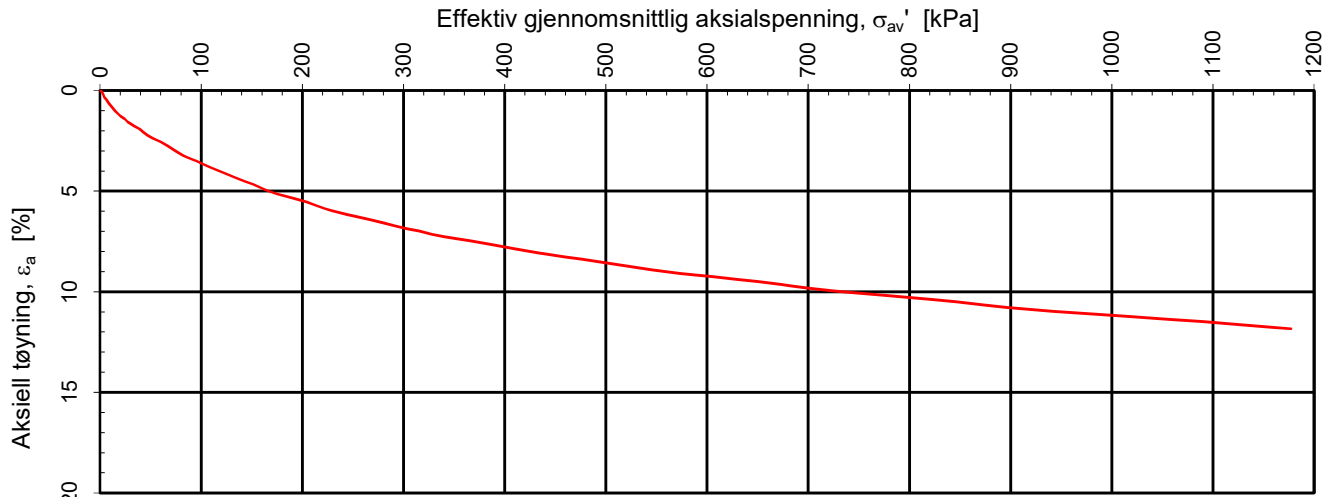
RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

24.06.2016



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **2,11**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **22,60**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{v0}'$  (kPa): **116,49**

**Trondheim kommune**  
**Nidarvoll skole**

Tegningens filnavn:  
 10200379-RIG-TEG-402-h3( C ), d8,55m

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

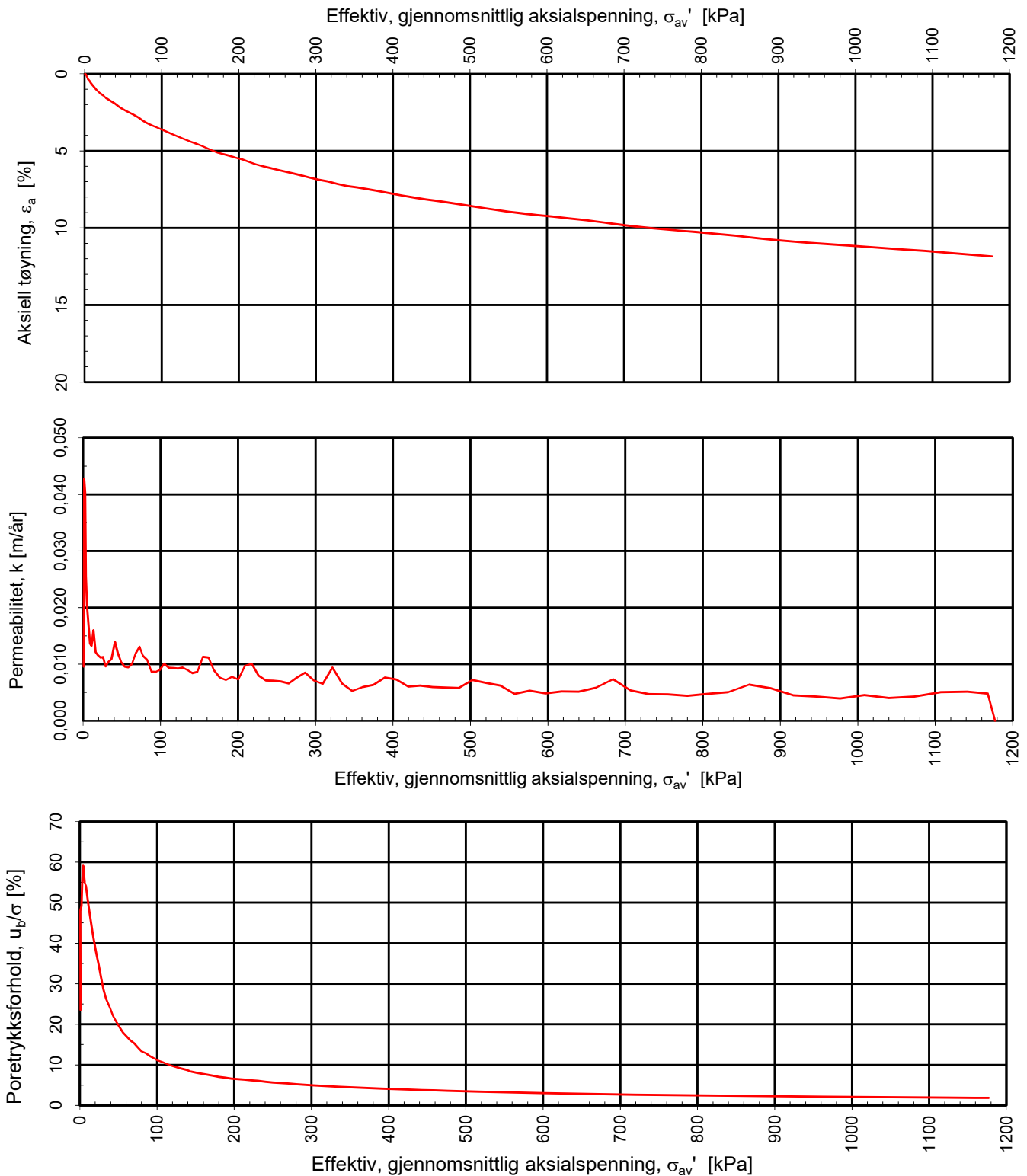
**MULTICONSULT AS**  
 Sluppenveien 15  
 7037 Trondheim  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato: 05.01.2018	Dybde, $z$ (m): 8,55	Borpunkt nr.: 3( C )
Forsøknr.: 3	Tegnet av: vt/kjt	Kontrollert: sivmh
Oppdrag nr.: 10200379	Tegning nr.: RIG-TEG-402.1	Prosedyre: CRS

**Multi**  
**consult**

Godkjent:  
han

Programrevisjon:  
24.06.2016



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

2,11

Vanninnhold w (%):

22,60

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

116,49

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

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

Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-402-h3( C ), d8,55m

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

05.01.2018

Dybde, z (m):

8,55

Borpunkt nr.:

3( C )

Forsøknr.:

3

Tegnet av:

vt/kjt

Kontrollert:

sivmh

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

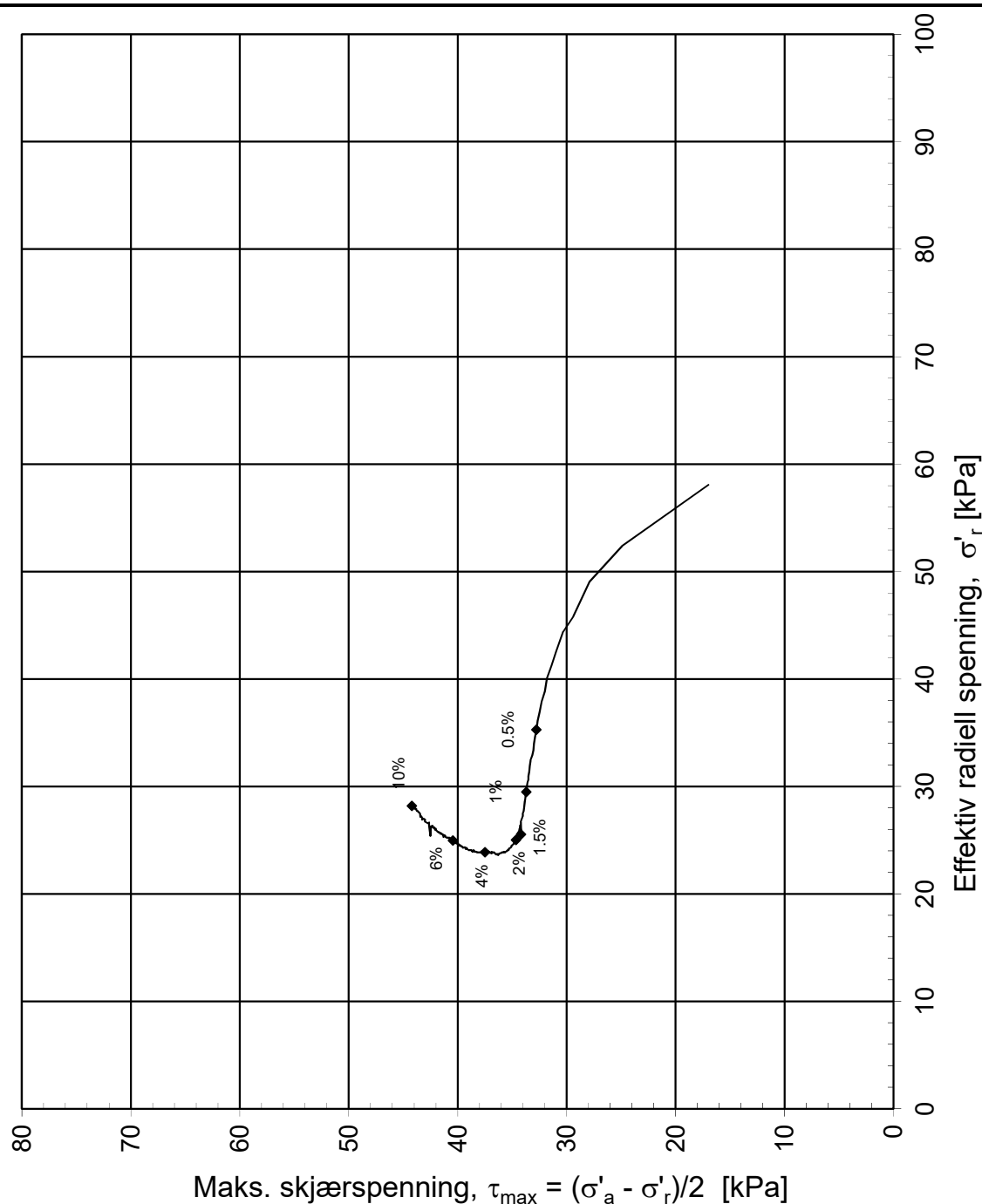
han

Programrevisjon:

24.06.2016

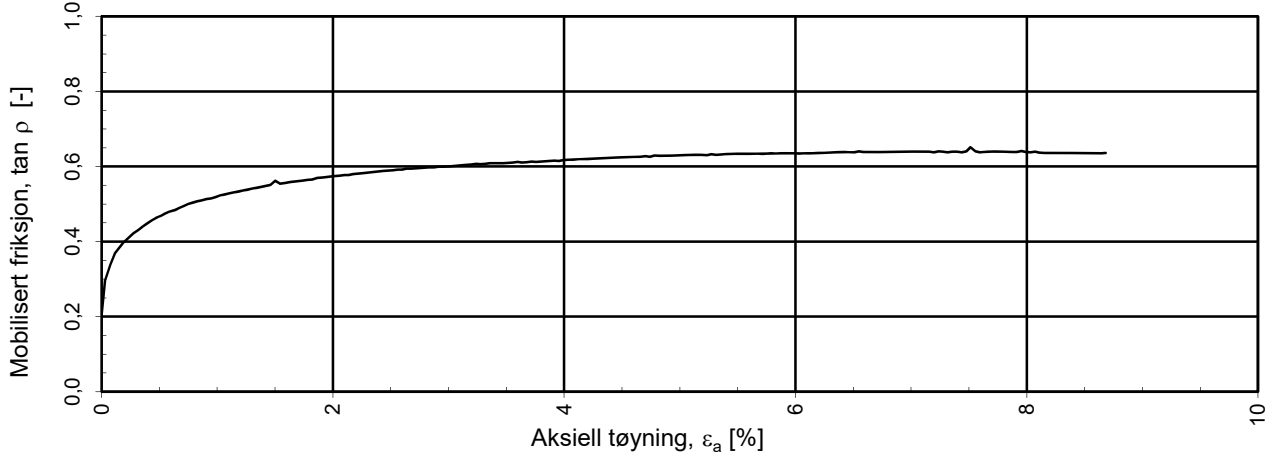
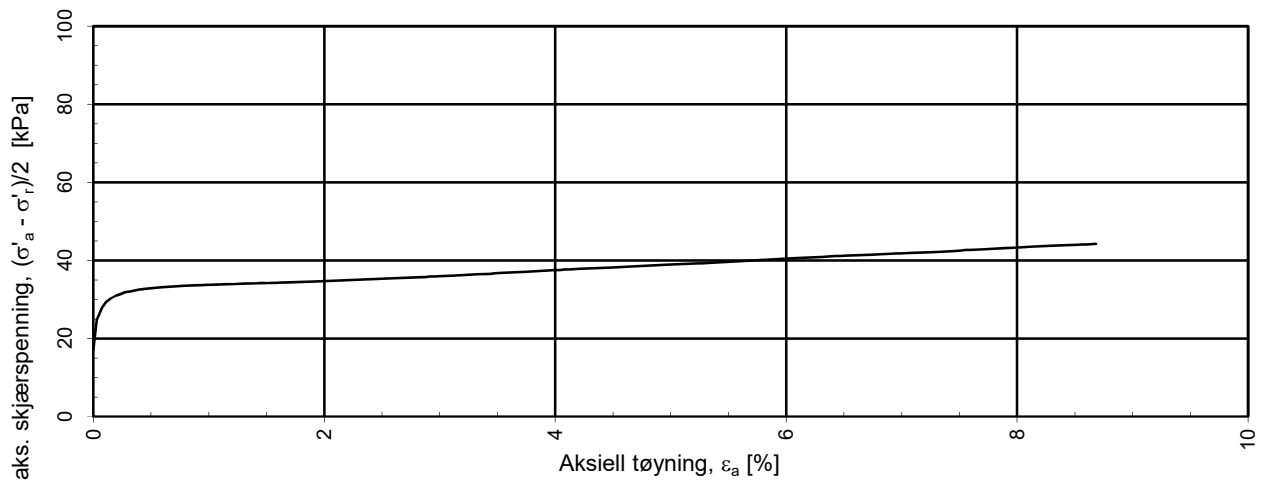
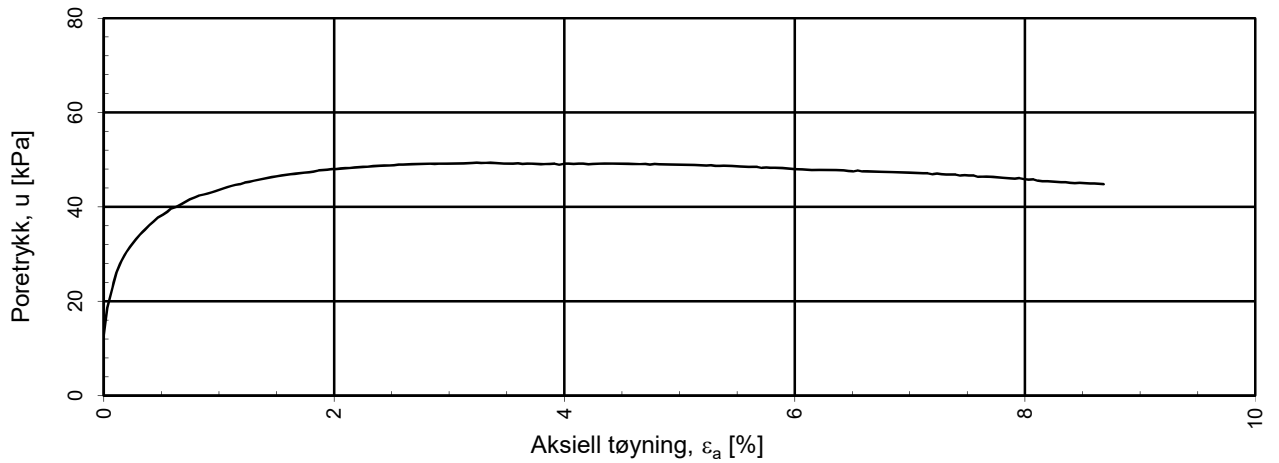
**Multi  
consult**





Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	92,03	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	58,06	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2,19	$\Delta e/e_o$ (-): 0,06
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,94
Vanninnhold $w_i$ (%):	26,30	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	2,06

<b>Trondheim kommune</b>			Tegningens filnavn:
			10200379-RIG-TEG-450-h1(A),d6,40
<b>Nidarvoll skole</b>			<b>Multi consult</b>
Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.			
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 15, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	05.01.2018	6,40	1(A)
	Forsøk nr.:	Tegnet/kontrollert lab:	Kontrollert:
1	kjt / vt	sivmh	han
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10200379	RIG-TEG-450.1	CAUa	15.12.2014



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

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-450-h1(A),d6,40

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:  
05.01.2018

Forsøk nr.:  
1

Oppdrag nr.:  
10200379

Dybde,  $z$  (m):  
6,40

Tegnet/kontrollert lab:  
kjt / vt

Tegning nr.:  
RIG-TEG-450.2

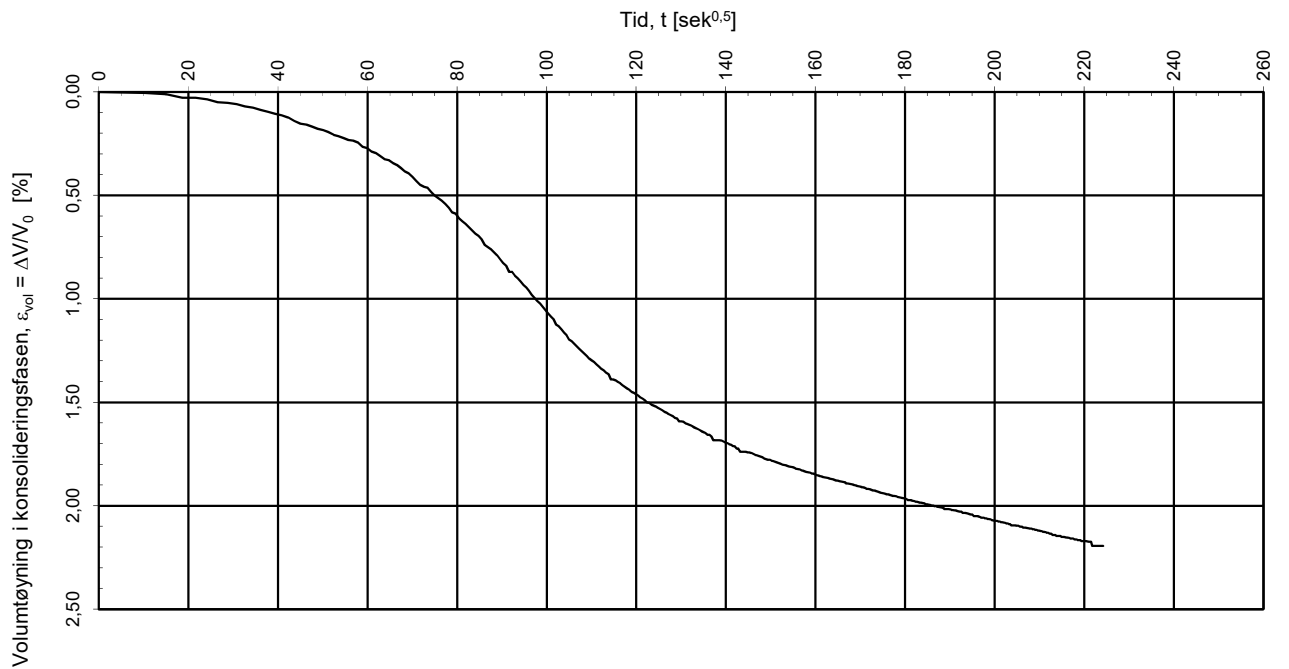
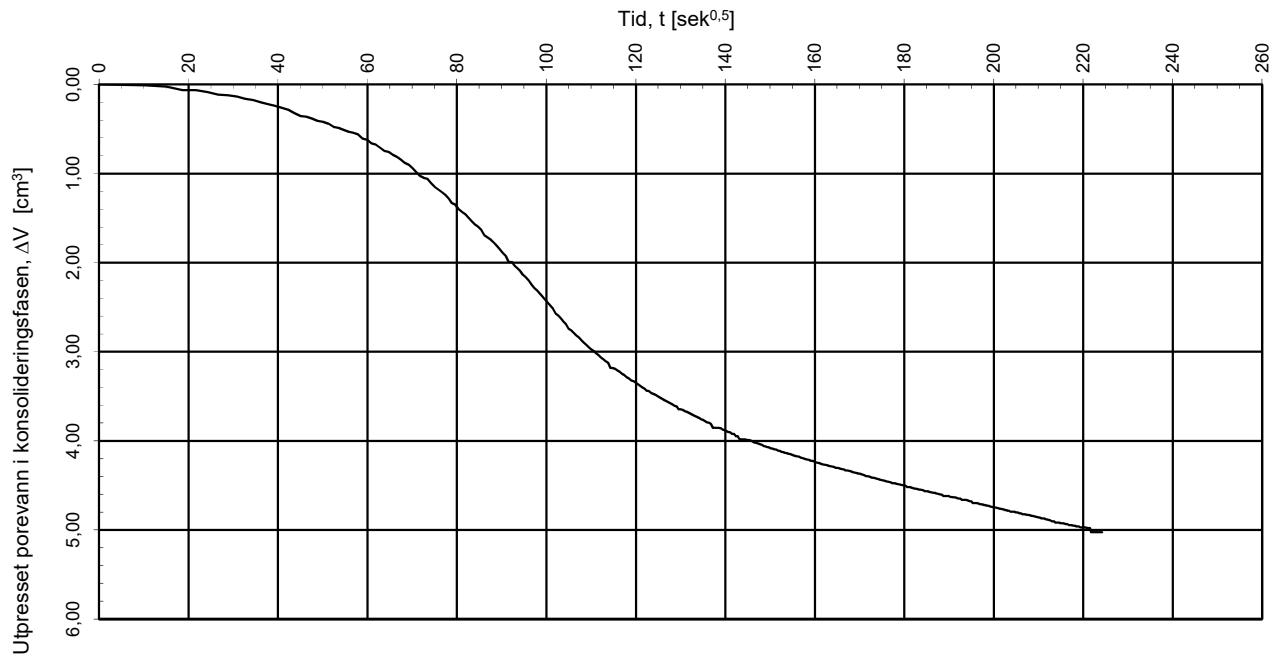
Borpunkt nr.:  
1(A)

Kontrollert:  
sivmh

Prosedyre:  
CAUa

Godkjent:  
han

Programrevisjon:  
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	92,03	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	58,06	$\Delta e/e_0$ (-): 0,06
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2,19	
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,94
Vanninnhold $w_i$ (%):	26,30	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	2,06

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

05.01.2018

Dybde, z (m):

6,40

Borpunkt nr.:

1(A)

Forsøk nr.:

1

Tegnetkontrollert lab:

kjt / vt

Kontrollert:

CAUa

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

RIG-TEG-450.3

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

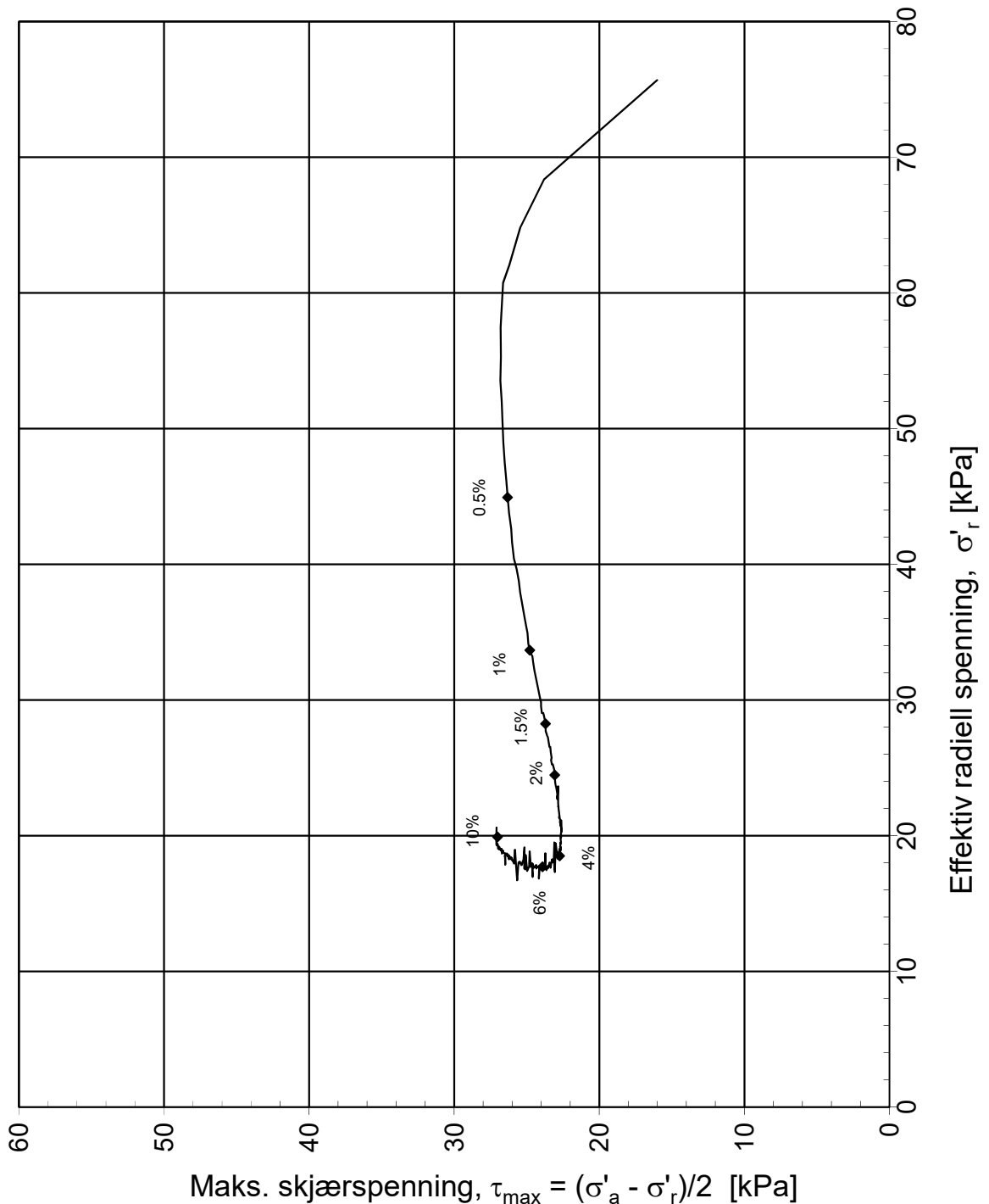
10200379-RIG-TEG-450-h1(A),d6,40

**Multi**  
consult

Godkjent:

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	107,71	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	75,69	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2,93	$\Delta e/e_0$ (-): 0,08
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	1,02
Vanninnhold $w_i$ (%):	23,88	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	2,11

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

05.01.2018

Dybde, z (m):

8,30

Borpunkt nr.:

3 (C)

Forsøk nr.:

2

Tegnet/kontrollert lab:

vt/kjt

Kontrollert:

sivmh

Godkjent:

han

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

RIG-TEG-451.1

Prosedyre:

CAUa

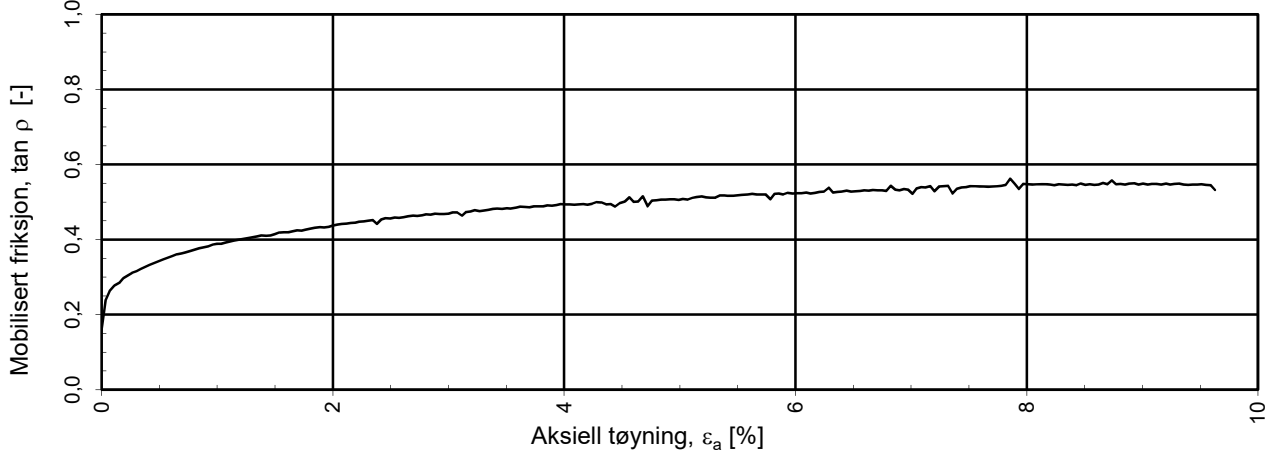
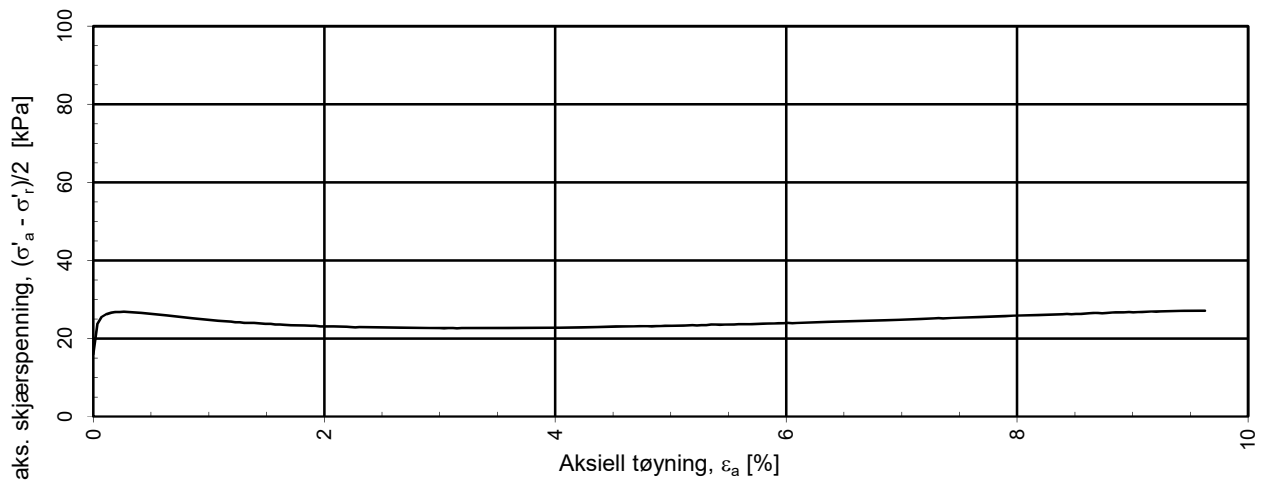
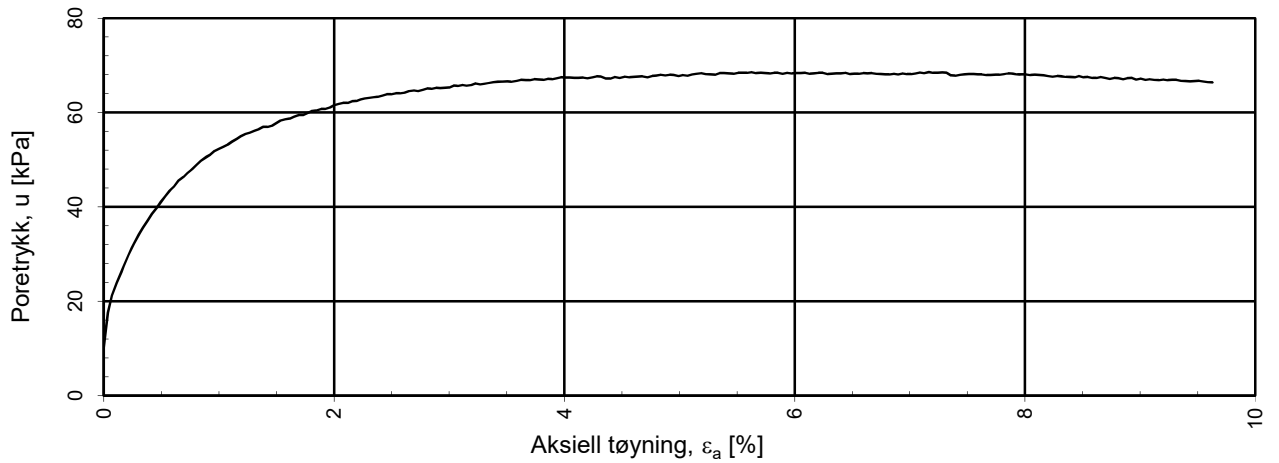
Programrevisjon:

15.12.2014

Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-451-h3(C), d8,30m

**Multi  
consult**



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

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:  
05.01.2018

Forsøk nr.:  
2

Oppdrag nr.:  
10200379

Dybde, z (m):  
8,30

Tegnet/kontrollert lab:  
vt/kjt

Tegning nr.:  
RIG-TEG-451.2

Borpunkt nr.:  
3 ( C)

Kontrollert:  
sivmh

Prosedyre:  
CAUa

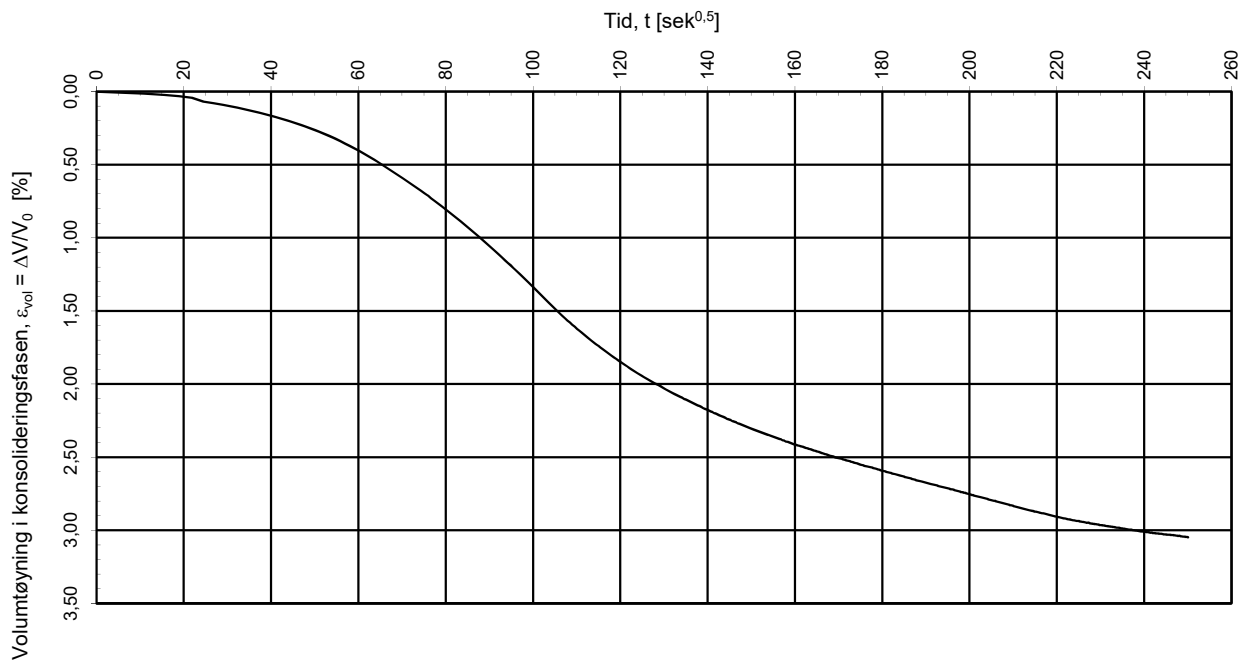
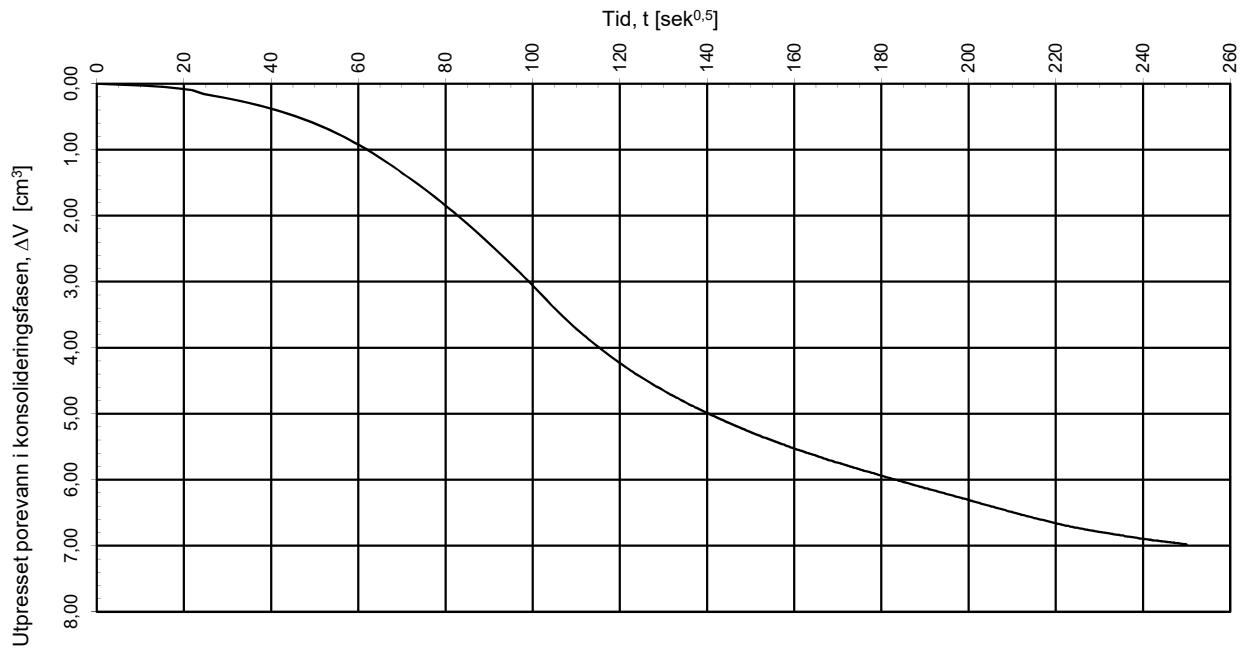
Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-451-h3(C), d8,30m

**Multi**  
consult

Godkjent:  
han

Programrevisjon:  
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	107,71	
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	75,69	$\Delta e/e_0$ (-): 0,08
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2,93	
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	1,02
Vanninnhold $w_i$ (%):	23,88	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ):	2,11

**Trondheim kommune**

**Nidarvoll skole**

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

05.01.2018

Dybde, z (m):

8,30

Borpunkt nr.:

3 ( C )

Forsøk nr.:

2

Tegnetkontrollert lab:

vt/kjt

Kontrollert:

sivmh

Godkjent:

han

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

RIG-TEG-451.3

Prosedyre:

CAUa

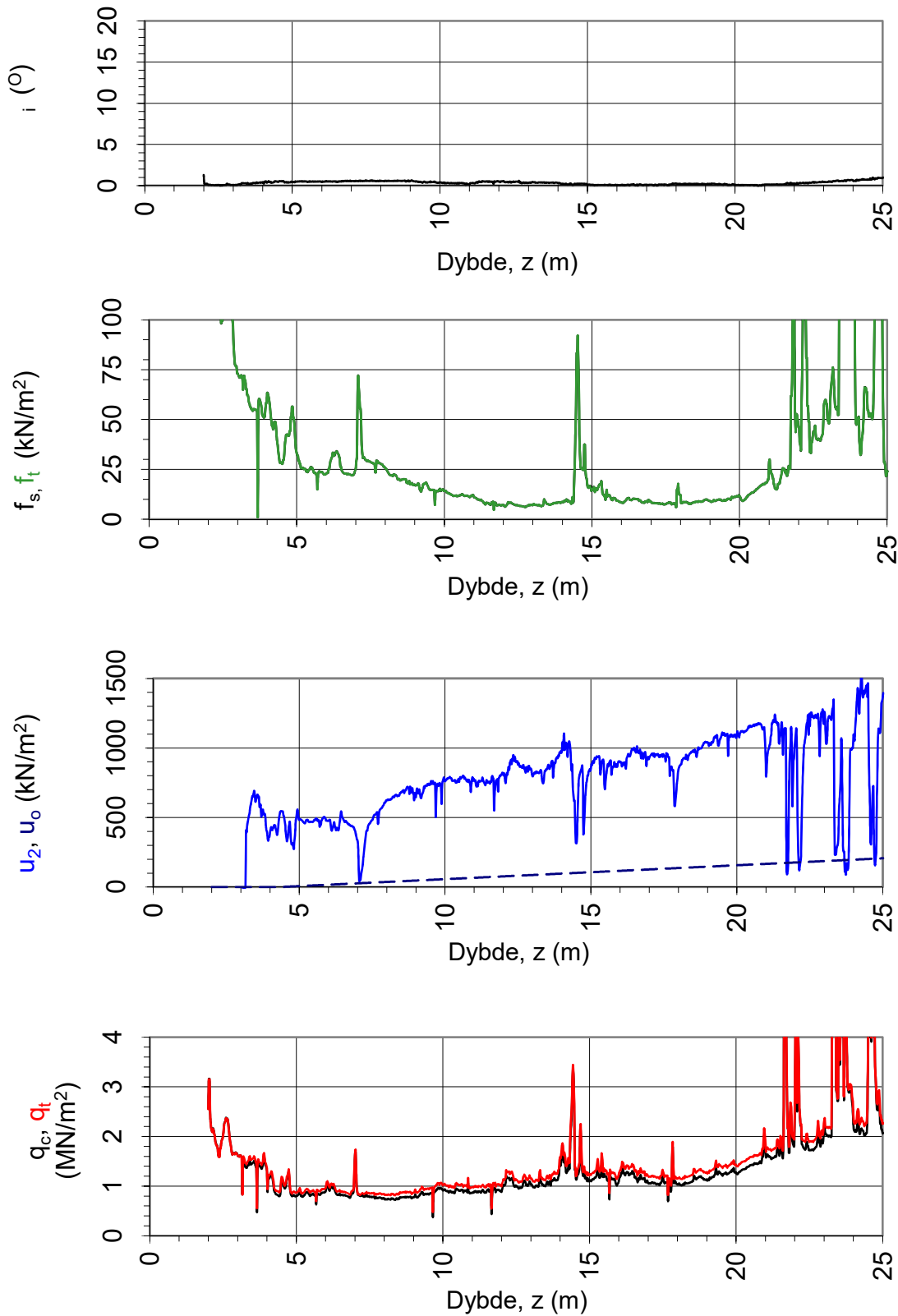
Programrevisjon:

15.12.2014

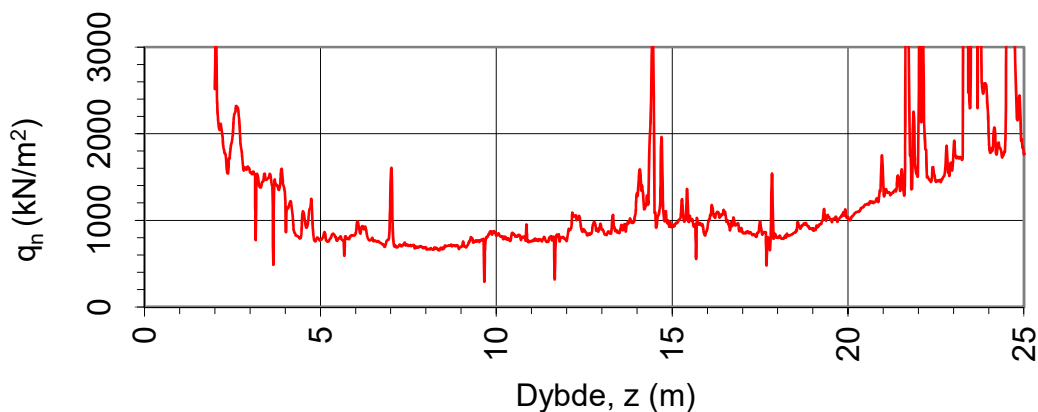
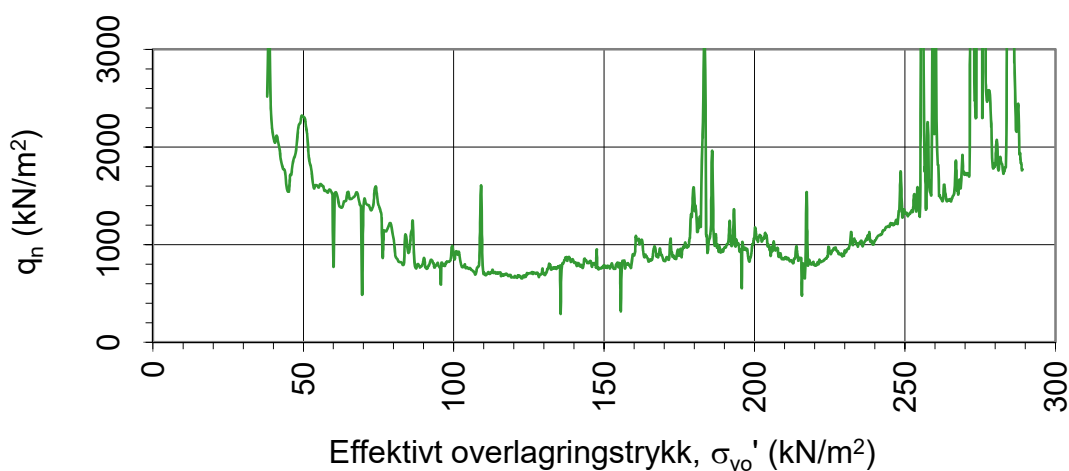
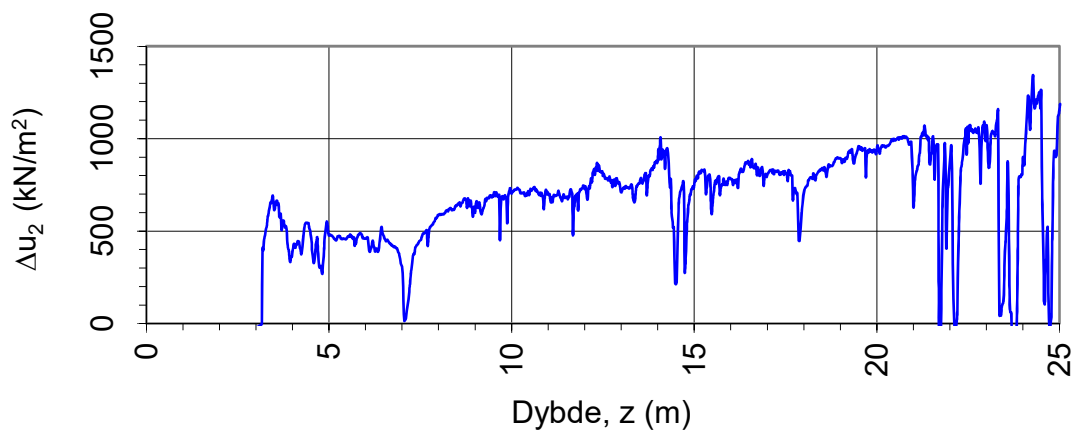
Tegningens filnavn:

10200379-RIG-TEG-451-h3(C), d8,30m

**Multi**  
consult



Oppdragsgiver: <b>Trondheim kommune</b>		Oppdrag: <b>Nidarvoll skole</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0
Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$ .				<b>Multiconsult</b>
CPTU id.:	5(E)	Sonde:	4354	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.12.2017	Tegnet: IEO	Kontrollert: HAN	Godkjent: HAN
	Oppdrag nr.: 10200379	Tegning nr.: 500.1	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**Nidarvoll skole**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_v5.0

Netto spissmotstand  $q_n$  og poreovertrykk  $\Delta u_2$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

5(E)

Sonde:

4354

**MULTICONSULT AS**

Dato:

05.12.2017

Tegnet:

IEO

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

HAN

Oppdrag nr.:

10200379

Tegning nr.:

500.2

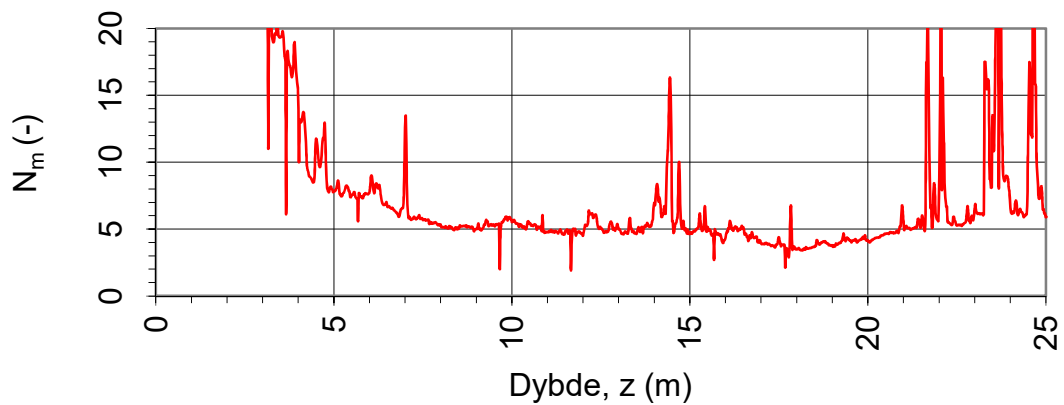
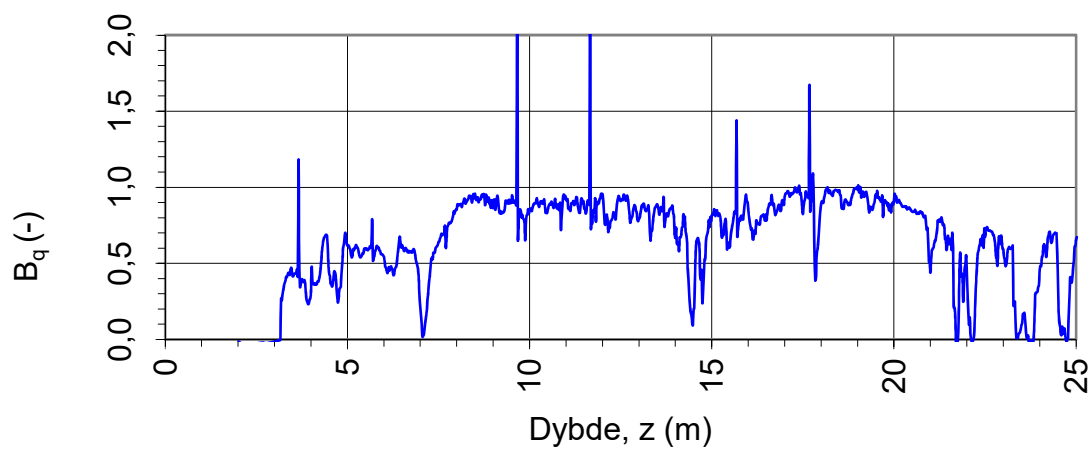
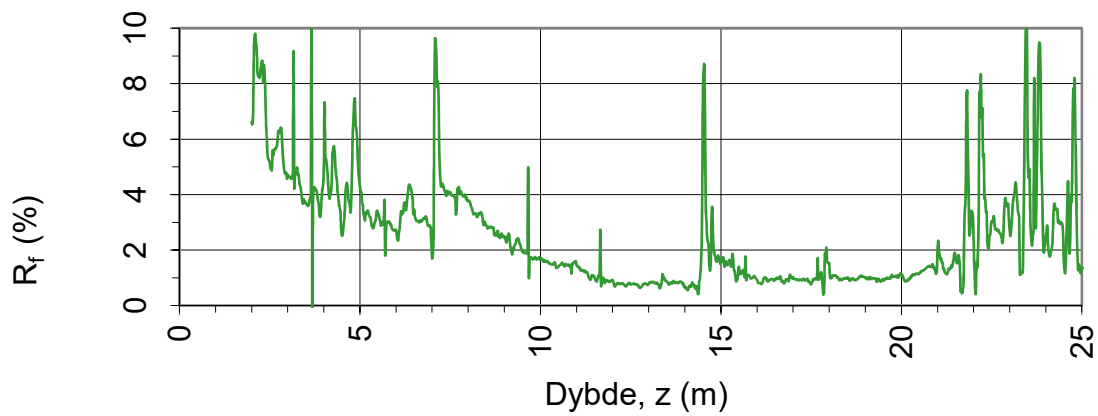
Versjon:

09.03.2016

Revisjon:


0





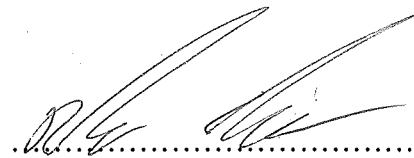
Oppdragsgiver: <b>Trondheim kommune</b>		Oppdrag: <b>Nidarvoll skole</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0
Spissmotstandstall $N_m$ , poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$ .				<b>Multiconsult</b>
CPTU id.:	5(E)	Sonde:	4354	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.12.2017	Tegnet: IEO	Kontrollert: HAN	Godkjent: HAN
	Oppdrag nr.: 10200379	Tegning nr.: 500.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
<b>SONDEDATA</b>			
Arealforhold, a:	0,859	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 <sup>12</sup> bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 <sup>18</sup> 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:			
<b>UTFØRELSE</b>			
Borleder:		Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	1,3
Merknad:			
<b>MÅLEVARIABLE</b>			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	5,85	0,10	0,19
<b>NULLPUNKTKONTROLL</b>			
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):	7,259	124,000	247,800
Etter sondering (Windows):	-0,001	-0,300	0,800
Avvik (Windows) (kPa):	-1,2	-0,3	0,8
<b>NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	7,64	0,41	1,00
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ (kPa)	35,0	5,0	10,0
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ (kPa)	100,0	15,0	25,0
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ (kPa)	200,0	25,0	50,0
Vurdering profil			
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: <b>Trondheim kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: <b>Nidarvoll skole</b>		
CPTU id.:	5(E )	Sonde:	4354
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.12.2017	Tegnet: IEO	Kontrollert: HAN
	Oppdrag nr.: 10200379	Tegning nr.: 500.4	Versjon: 09.03.2016

## **Vedlegg 1 – Kalibrerings skjema CPTU-sonde**

Probe No 4354  
 Date of Calibration 20140416  
 Replacement of  
 Calibrated by Fredric Nyström  
 File name 4354 20140416 155654.doc



**Point Resistance** **Tip Area 10cm<sup>2</sup>**

Maximum Load 50 MPa  
 Range 50 MPa  
 Scaling Factor **1291**  
 Resolution 0.5910 kPa (17 bit resolution)  
 Area factor (a) at 1MPa 0.861

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 39.0060 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Local Friction** **Sleeve Area 150cm<sup>2</sup>**

Maximum Load 0.5 MPa  
 Range 0.5 MPa  
 Scaling Factor **3730**  
 Resolution 0.0102 kPa (17 bit resolution)  
 Area factor (b) at 1MPa 0.000

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0.6528 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Pore Pressure**

Maximum Load 2 MPa  
 Range 2 MPa  
 Scaling Factor **3886**  
 Resolution 0.0196 kPa (17 bit resolution)

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1.2348 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 2 – Kalibrerings skjema piezometer

## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 13060 (med minne)

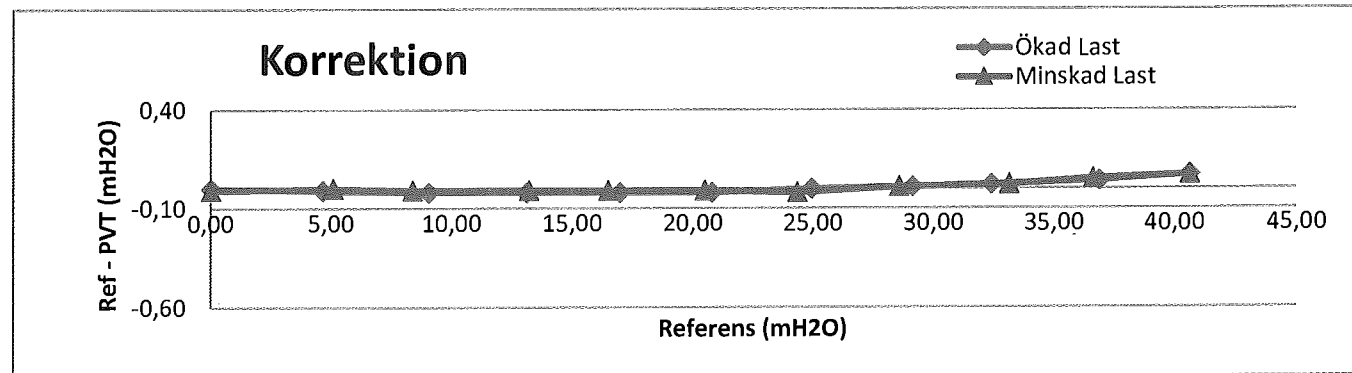
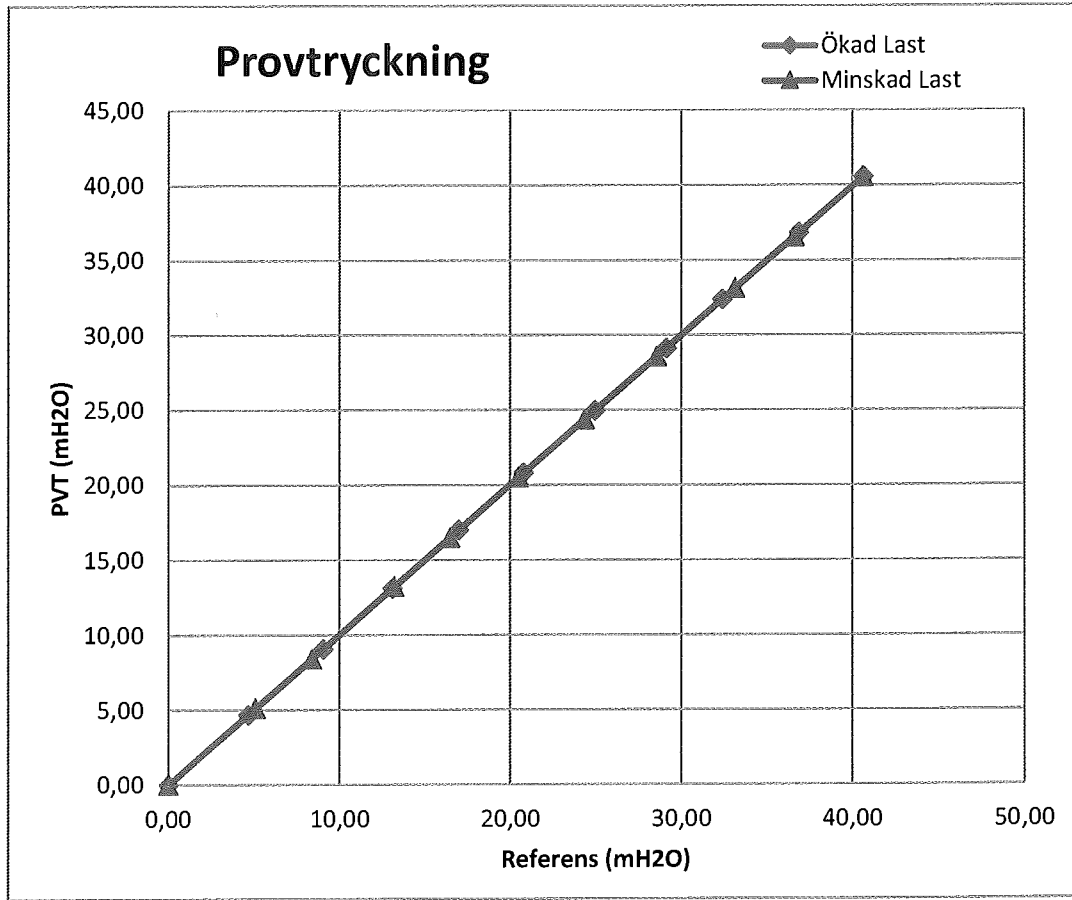
Kalibreringsdag: 20171117

Kalibrerad av:  .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

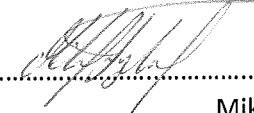
Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,65	4,66	-0,01
9,03	9,05	-0,02
13,09	13,11	-0,02
16,97	16,99	-0,02
20,78	20,80	-0,02
24,94	24,94	0,00
29,11	29,10	0,01
32,38	32,36	0,02
36,85	36,81	0,04
40,61	40,54	0,07
36,60	36,55	0,05
33,12	33,10	0,02
28,56	28,55	0,01
24,34	24,36	-0,02
20,50	20,51	-0,01
16,48	16,49	-0,01
13,20	13,21	-0,01
8,37	8,38	-0,01
5,08	5,08	0,00
0,00	0,01	-0,01



## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 13059 (med minne)

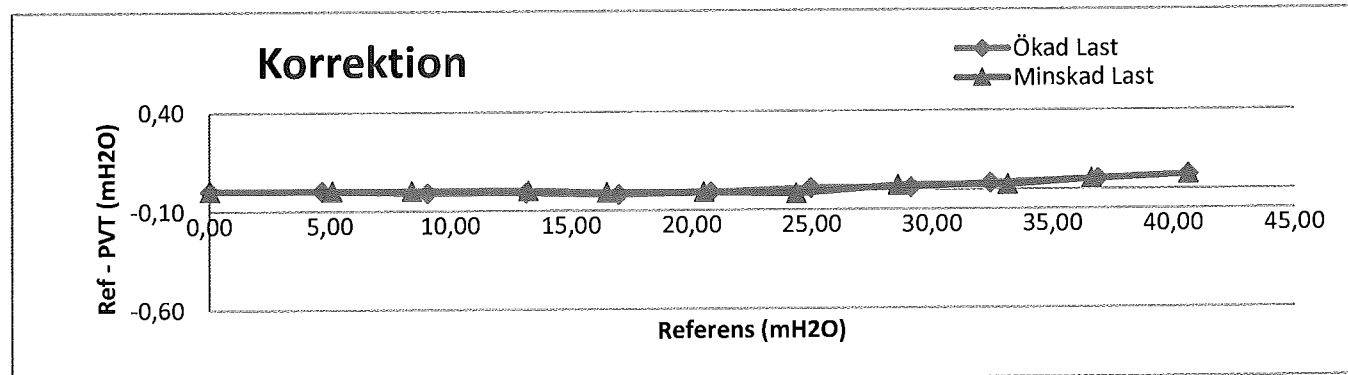
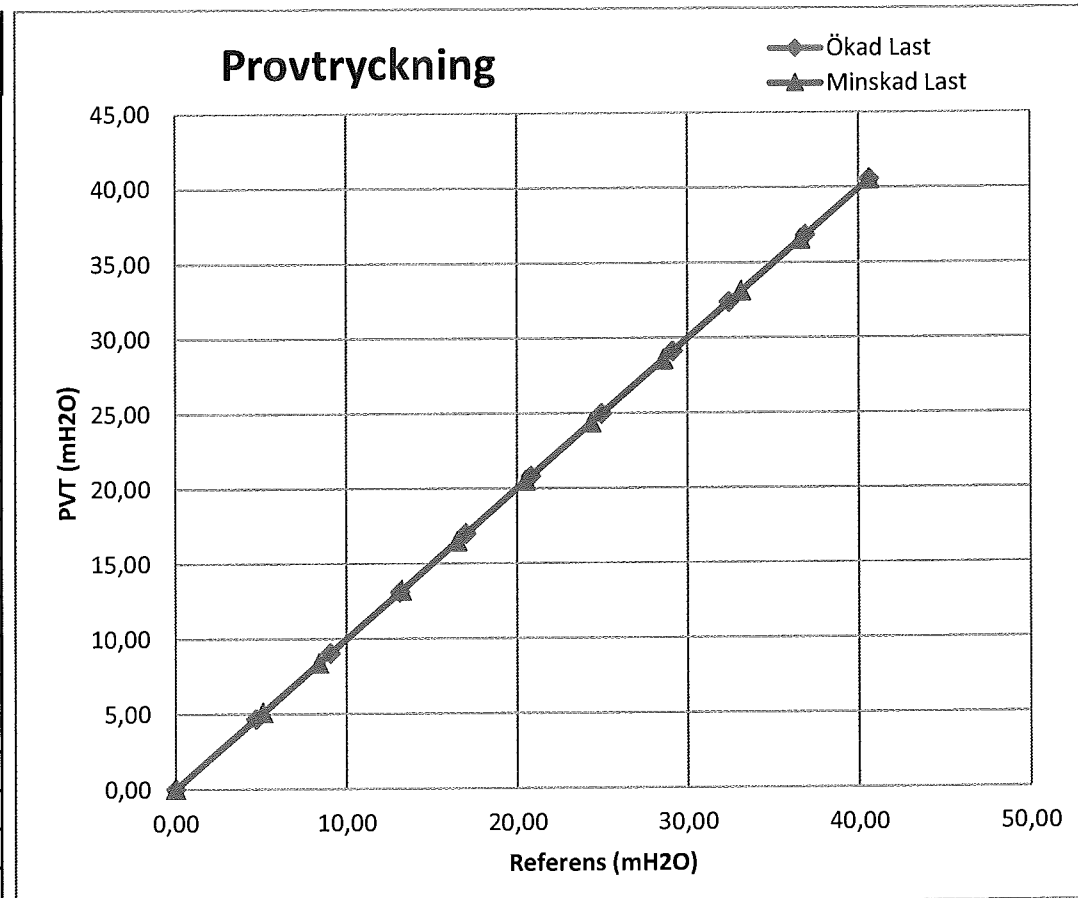
Kalibreringsdag: 20171117

Kalibrerad av:  .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,66	4,66	0,00
9,04	9,05	-0,01
13,10	13,11	-0,01
16,97	16,99	-0,02
20,79	20,80	-0,01
24,95	24,94	0,01
29,11	29,10	0,01
32,39	32,36	0,03
36,86	36,81	0,05
40,61	40,54	0,07
36,60	36,55	0,05
33,12	33,10	0,02
28,57	28,55	0,02
24,34	24,36	-0,02
20,50	20,51	-0,01
16,48	16,49	-0,01
13,21	13,21	0,00
8,38	8,38	0,00
5,08	5,08	0,00
0,00	0,00	0,00



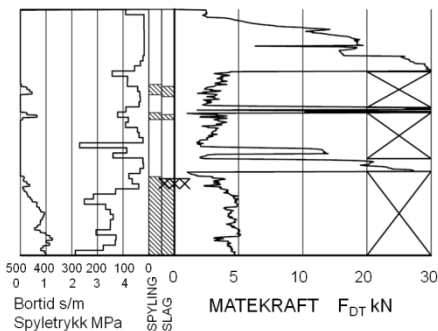
## BILAG 1

### **Geotekniske bilag - feltundersøkelser**

(2 sider)



<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
<p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	<p>Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p><b>DREIESONDERING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 22</math> 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 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
<p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 <math>Q_0</math> kNm/m</p>	<p><b>RAMSONDERING</b> Boringen utføres med skjøtbare <math>\phi 32</math> 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 <math>Q_0</math> pr. m nedramming. <math>Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}</math></p>
<p>CPT2 +18,5 5 10 15 Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p><b>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</b> 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 <math>q_c</math> og sidefriksjon <math>f_s</math> kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket <math>u</math> 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).</p>	
<p>0 5 10 20 30 <math>F_{DT}</math> kN</p>	<p><b>DREIETRYKKSONDERING</b> Utføres med glatte skjøtbare <math>\phi 36</math> 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 (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften <math>F_{DT}</math> (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.</p>	
<p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p><b>BERGKONTROLLBORING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 45</math> 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.</p>	



**TOTALSONDERING**

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk 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.



Prøvemarkering



**PRØVETAKING**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

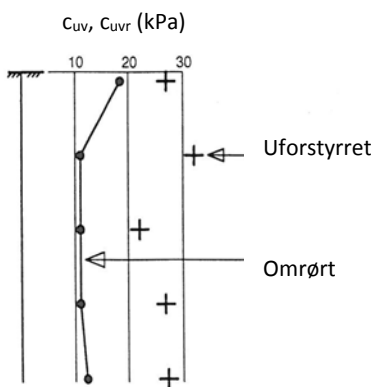
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhjull 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.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

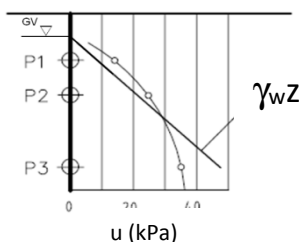
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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.



**VINGEBORING**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  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**

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.

## BILAG 2

### **Geotekniske bilag - laboratorieforsøk**

(4 sider)

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

## MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene 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). Leirinholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

## ORGANISKE JORDARTER

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrig torv</li> </ul>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> <li>Delvis fibrig torv, mellomtorv</li> </ul>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> <li>Amorf torv, svarttorv</li> </ul>	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 omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

## KORNFORDELINGSANALYSER

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.

## VANNINNHOOLD

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

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. Plastisitetsindeksen  $I_p = w_f - w_p$  (%) 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).

## HUMUSINNHOOLD

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

**DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET**

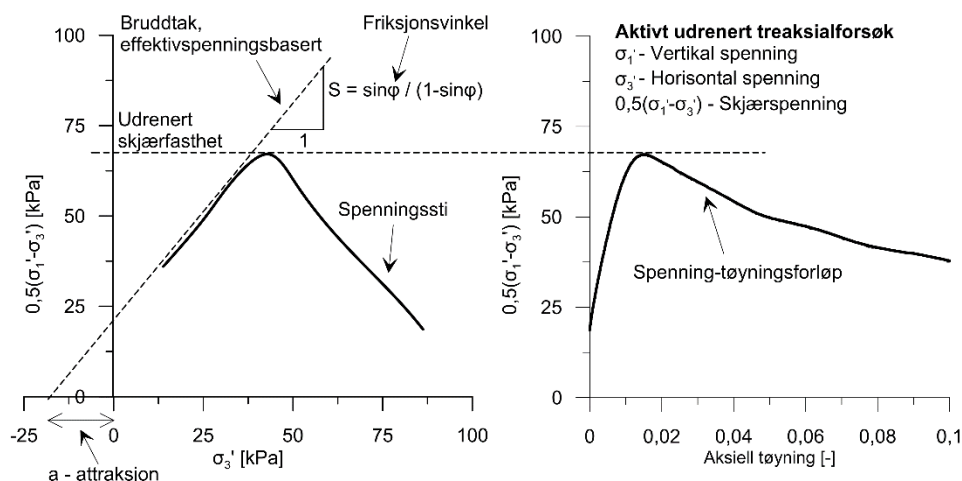
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	$g/cm^3$	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	$g/cm^3$	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	$g/cm^3$	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	$\gamma$	$kN/m^3$	Tyngde av prøve per volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g$ er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	$\gamma_s$	$kN/m^3$	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
Tørr tyngdetetthet	$\gamma_d$	$kN/m^3$	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )
Poretall	$e$	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ( $e = n/(1-n)$ , $n$ som desimaltall)
Porøsitet	$n$	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ( $n = e/(1+e)$ )

**SKJÆRFASTHET**

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon) og  $\tan \phi$  (friksjon) 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 tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet  $c_u$  (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ), konusforsøk (uforstyrret  $c_{ufc}$ , omrørt  $c_{urfc}$ ), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv  $c_{uA}$ , avlastning/passiv  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ( $c_{u\text{CPTU}}$ ) eller vingebor (uforstyrret  $c_{uv}$ , omrørt  $c_{uvr}$ ).

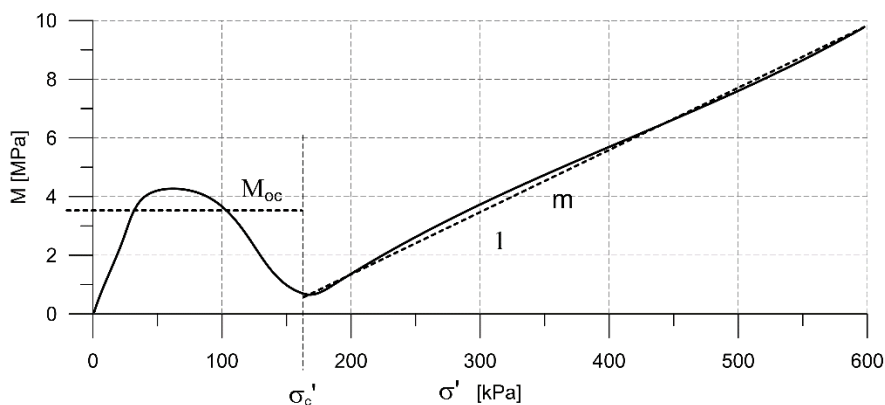


**SENSITIVITET**

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

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER**

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning ( $\sigma'$ ). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen ( $\sigma'_c$ ). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under  $\sigma'_c$  representeres ved en konstant stivhetsmodul  $M_{oc}$ . For spenningsnivåer over  $\sigma'_c$  vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet  $m$ .

**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) etter SVV Håndbok N200.

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

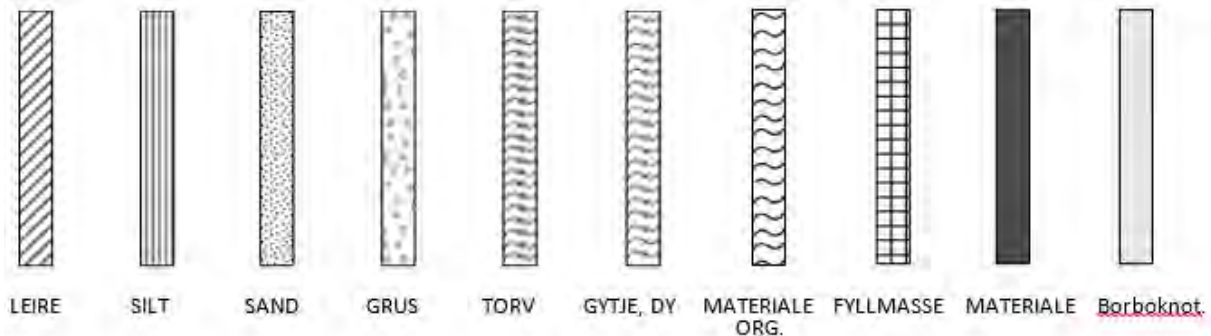
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

**PERMEABILITET**

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 samt ødometerforsøk.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



**NB:** Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %

**SILT:** Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**SAND:** Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**GRUS:** Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**MATERIALE:** Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester

**GYTJE/DY:** Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

**Borboknotat:** Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold $w$		Plastisitetsgrense $w_p$	
		Flytegrense $w_f$	

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus $c_{urfc}$		Omrørt konus $c_{urfc}$	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	

## BILAG 3

### **Oversikt over metodestandarder og retningslinjer**

(2 sider)



### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

#### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser