

Rapport

Oppdragsgiver: **STATSBYGG**

Oppdrag: **11697 Arkeologisk museum i Stavanger
Nytt formidlingsbygg**

Emne: **K001 Grunnundersøkelser
Totalsonderinger. Resultater**

Dato: **5. mars 2013**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **216658 - RIG-RAP-001_rev00**

Oppdragsleder: **Atle Christophersen**

Sign.: 

Saksbehandler:

Sign.:

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Peter Moltke-Hansen**

Sammendrag:

I borpunktene nr. 1-7 langs Cort Adelers gate og Peder Klows gate ligger terrenget på kote pluss 29.2-30.3. Antatt fjell er påtruffet i dybder på 0.5-3.4 m, tilsvarende en fjelloverflate på fra kote pluss 29.8 (i borpunkt nr. 7) til kote pluss 25.9 (i borpunktene nr. 1 og 4).

I borpunktene nr. 8-15 langs/utenfor eksisterende museums nordre vegg ligger terrenget på kote pluss 29.7-30.3. Antatt fjell er påtruffet i dybder på 0.5-4.5 m, tilsvarende en fjelloverflate på fra kote pluss 29.8 (i borpunkt nr. 14) til kote pluss 25.4 (i borpunkt nr. 11).

Innholdsfortegnelse

1.	Generelt	3
2.	Utførte undersøkelser	3
3.	Resultater.....	3

Tegninger

216658	-G01	Borplan
	-G101	
t.o.m.	-G115	Totalsonderinger i detalj

Vedlegg

Koordinatliste med borresultater
Geotekniske bilag

1. Generelt

Statsbygg planlegger bygging av et nytt formidlingsbygg ved UiS Arkeologisk museum i Stavanger, mellom bestående bygg og Peder Klows gate.

Multiconsult AS er engasjert til å utføre grunnundersøkelser for prosjektet.

Denne rapporten presenterer resultatene fra de utførte undersøkelsene.

2. Utførte undersøkelser

Undersøkelsene skulle i utgangspunktet omfatte både prøvegravinger og fjellkontrollboringer. På grunn av frost i grunnen, med tilhørende risiko for å skade omgivelsene unødig mye, er det i stedet utført totalsonderinger i det området hvor prøvegravningene var tenkt utført.

Undersøkelsene har etter avtale omfattet 15 stk. totalsonderinger for bestemmelse av antatte dybder til fjell.

Totalsonderingene gir opplysninger om massenes relative fasthet, klare lagdelinger og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Utstyret presses og dreies ned samtidig som motstanden mot nedtrengning registreres elektronisk automatisk. Utstyret kan bore gjennom stein og faste masser ved at slaghammer kobles inn. Fjelloverflaten påvises ved at det normalt bores minimum ca. 3 m ned i antatt fjell.

Punktene plassering er omtrentlig angitt av Statsbygg og utstukket av oss. Plasseringene er justert etter beliggenheten av eksisterende kabler og ledninger. Borpunkter plassering er innmålt av Geomatikk AS.

En nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetodene og opptegningen av resultatene fremgår av vedlagte geotekniske bilag.

3. Resultater

Borpunktene plassering fremgår av borplanen, tegning nr. -G01, hvor også terrengnivå og antatt fjellkote, samt boret dybde i løsmasser og i antatt fjell er vist for hvert enkelt borpunkt.

Resultatene av totalsonderingene er vist i enkeltprofiler på tegningene nr. -G101 t.o.m. -G115.

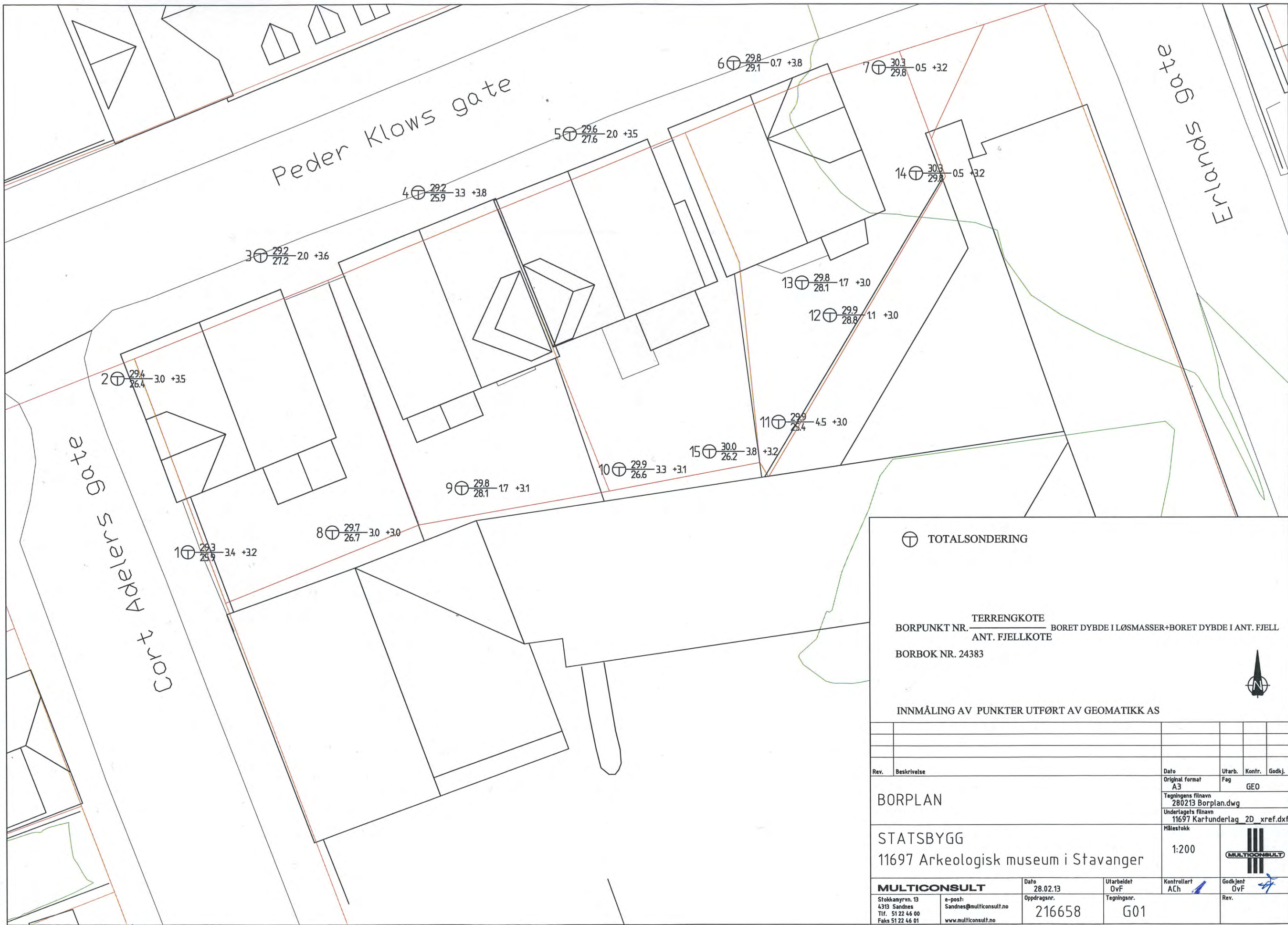
En sammenstilling av resultatene er gitt i vedlagte Koordinatliste med borresultater.

I borpunktene nr. 1-7 langs Cort Adellers gate og Peder Klows gate ligger terrenget på kote pluss 29.2-30.3. Antatt fjell er påtruffet i dybder på 0.5-3.4 m, tilsvarende en fjelloverflate på fra kote pluss 29.8 (i borpunkt nr. 7) til kote pluss 25.9 (i borpunktene nr. 1 og 4).

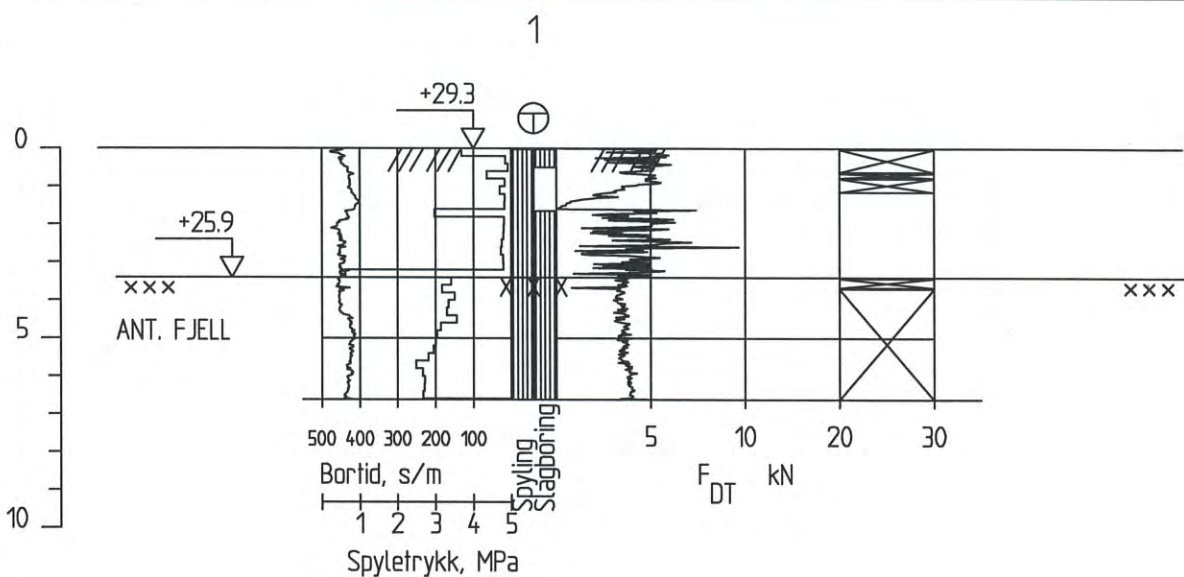
I borpunktene nr. 8-15 langs/utenfor eksisterende museums nordre vegg ligger terrenget på kote pluss 29.7-30.3. Antatt fjell er påtruffet i dybder på 0.5-4.5 m, tilsvarende en fjelloverflate på fra kote pluss 29.8 (i borpunkt nr. 14) til kote pluss 25.4 (i borpunkt nr. 11).

I borpunkt nr. 15 er overgangen mellom faste masser og antatt fjell usikker. Det kan være at de nedre 1.8 m av hva vi har tolket til å være løsmasser, kan være forvitret fjell.

D:\216658\216658-03 ARBEIDSDOMRADE\216658-01 RIG\216658-04 TEGNINGER\280213 Borplan.dwg - Last saved 05.03.2013 12:21:46 by Marns



Dybde, m



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540577.09 Y 311945.92

Totalsondering

Tegningens filnavn
26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert

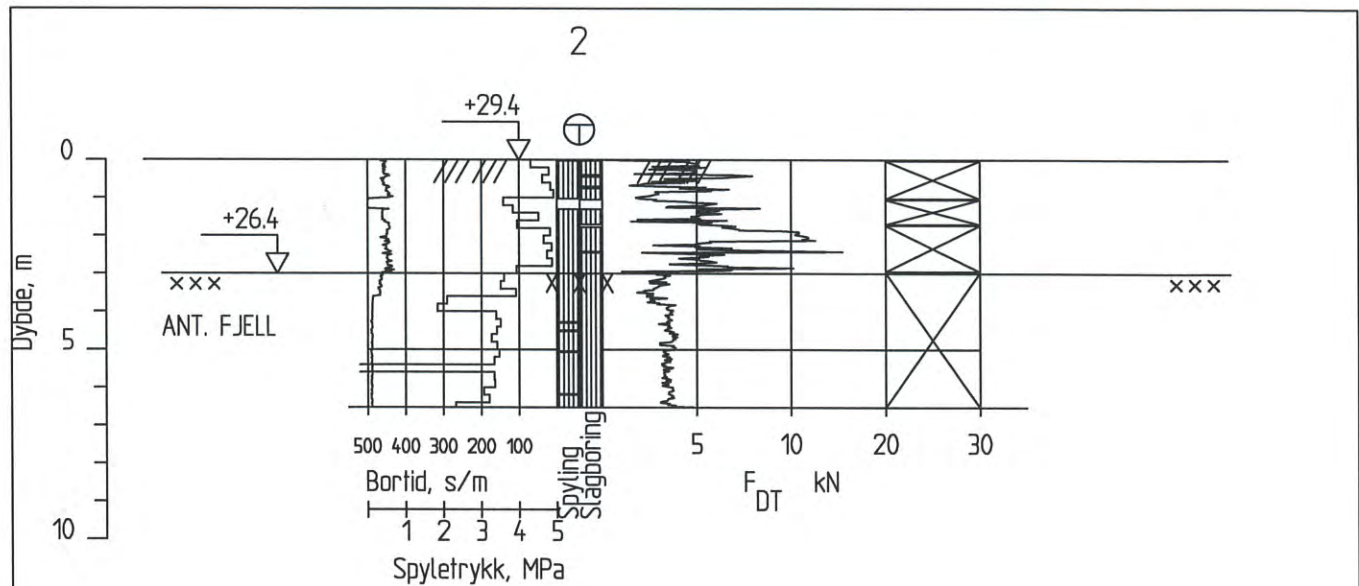


MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4
Tegningsnr.
G101

Konstr./Tegnet
OvF
Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540587.55 Y 311941.75

Totalsondering

Tegningens filnavn
26 02 13 Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13

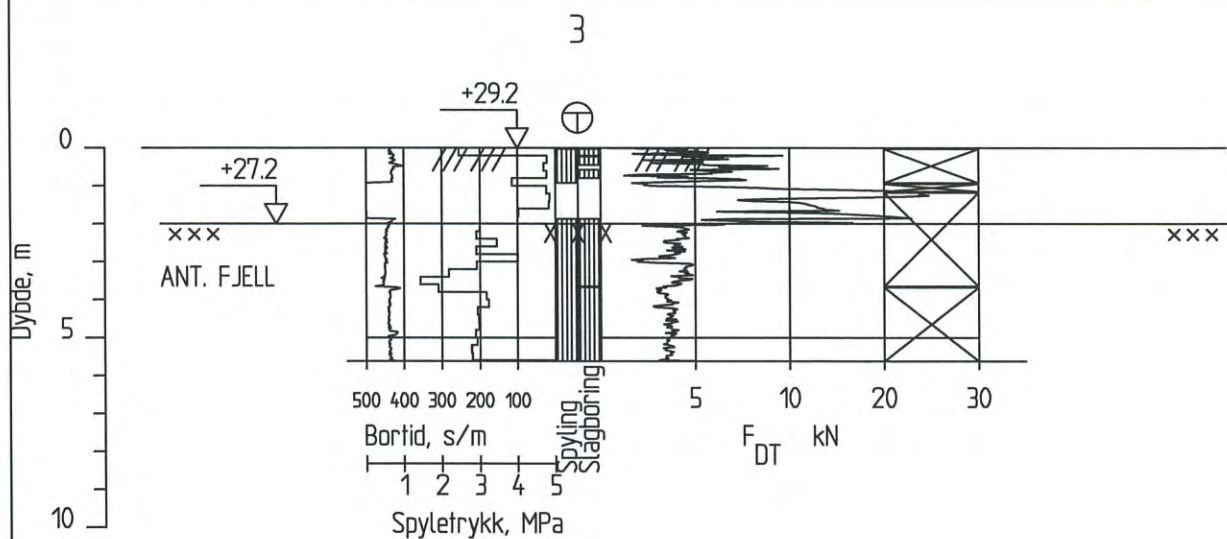
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4

Tegningsnr.
G102

Konstr./Tegnet
OvF

Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540594.94 Y 311950.35

Totalsondering

Tegningens filnavn

26 02 13 Totalsonderinger

STATSBYGG

11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

Tegningsnr.

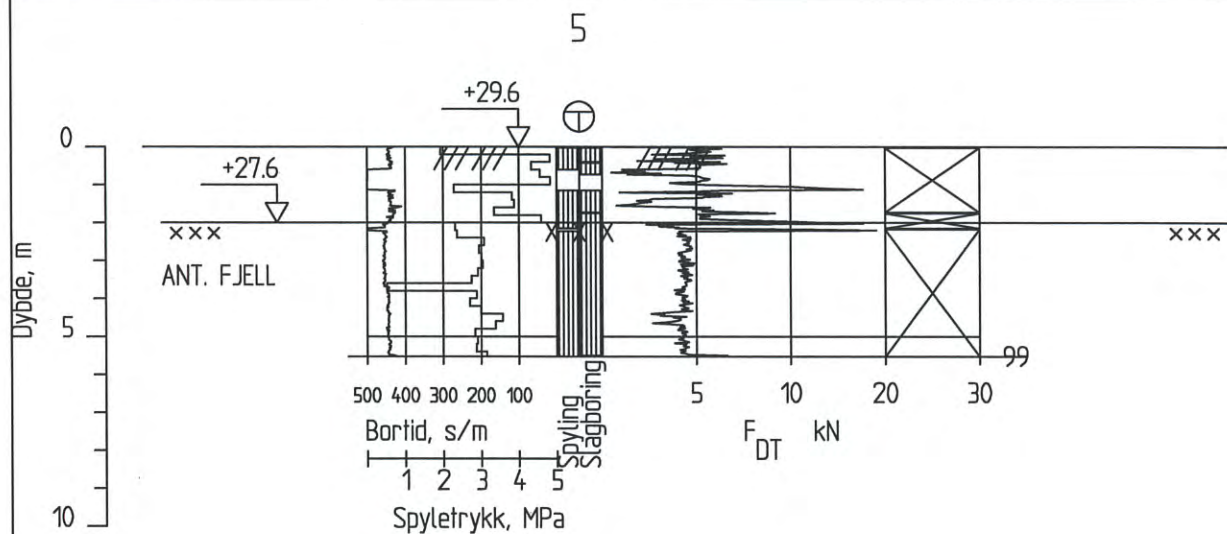
G103

Konstr./Tegnet

OvF

Rev.

Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540602.24 Y 311968.92

Totalsondering

Tegningens filnavn

26 02 13 Totalsonderinger

STATSBYGG

11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

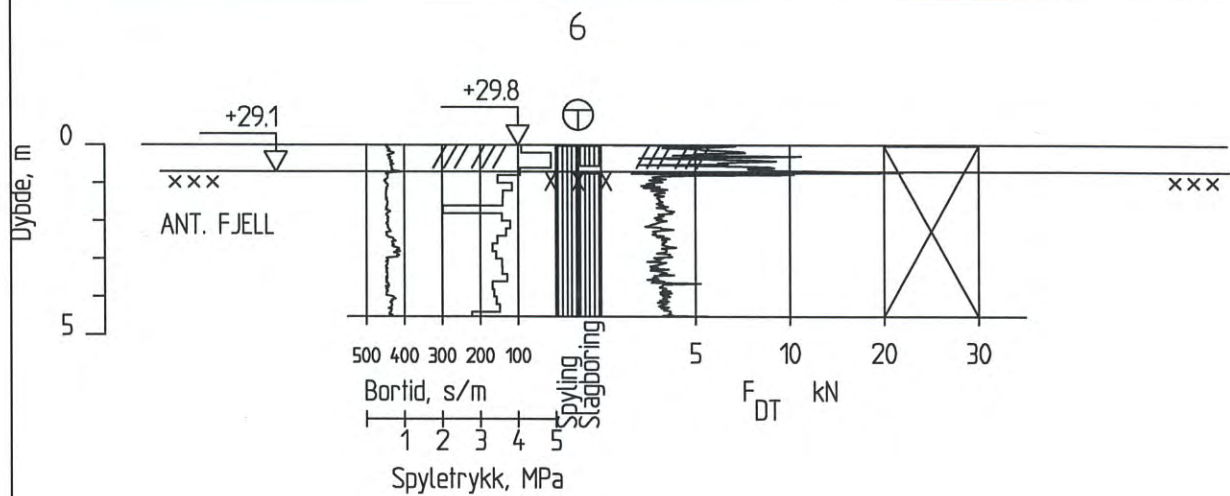
Tegningsnr.

G105

Konstr./Tegnet

OvF

Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540606.47 Y 311978.77

Totalsondering

Tegningens filnavn
26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert

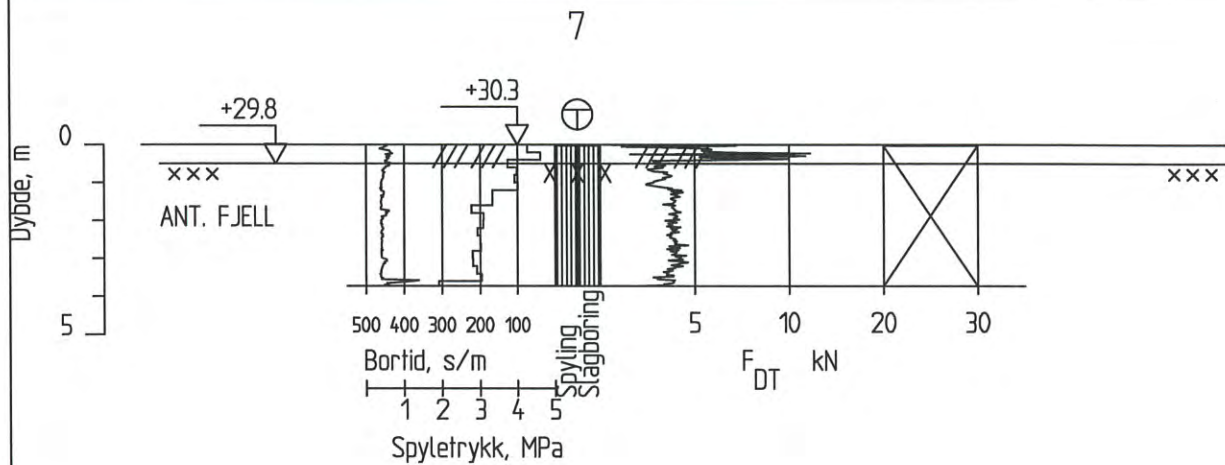


MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4
Tegningsnr.
G106

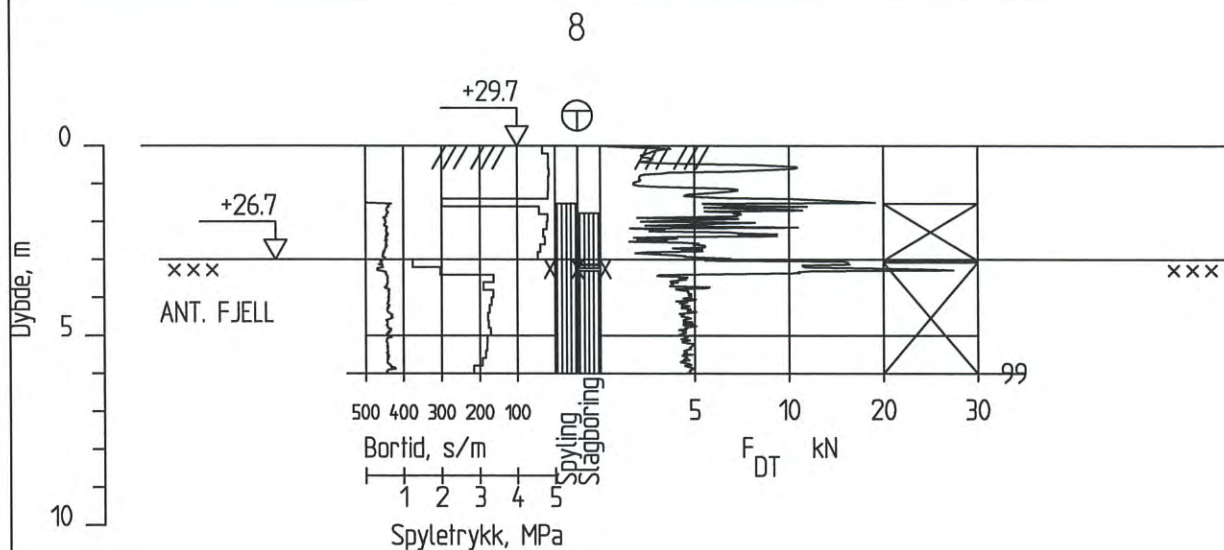
Konstr./Tegnet
OvF
Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540606.18 Y 311987.46

Totalsondering		Tegningens filnavn 26_02_13 Totalsonderinger	
STATSBYGG 11697 Ark. museum i Stavanger		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent Kontrollert
 MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 26.02.13	Original format A4	Konstr./Tegnet OvF
	Oppdragsnr. 216658	Tegningsnr. G107	Rev.



Dato boret :18.02.2013

Posisjon: X 6540578.27 Y 311954.58

Totalsondering

Tegningens filnavn

26_02_13 Totalsonderinger

STATSBYGG

11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

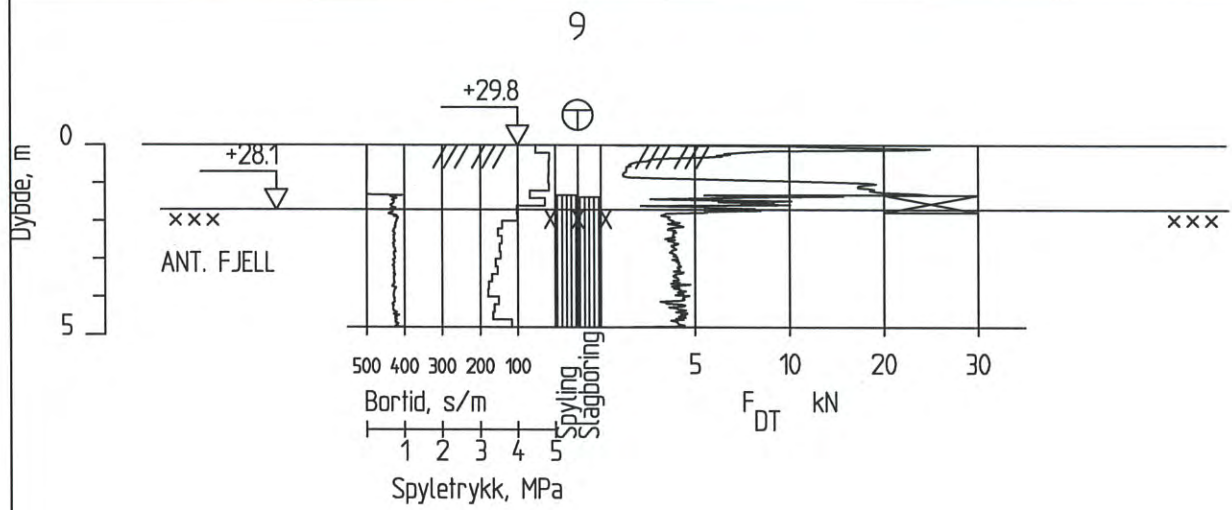
Tegningsnr.

G108

Konstr./Tegnet

OvF

Rev.



Dato boret :18.02.2013

Posisjon: X 6540580.94 Y 311962.37

Totalsondering

Tegningens filnavn

26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert

11697 Ark. museum i Stavanger



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

Tegningsnr.

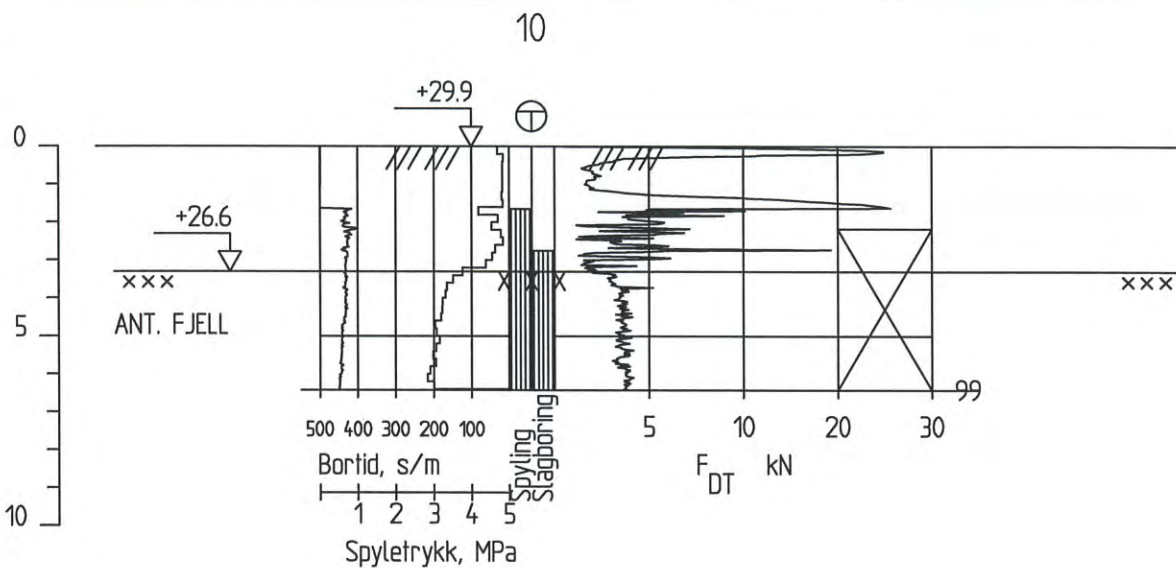
G109

Konstr./Tegnet

OvF

Rev.

Dybde, m



Dato boret :18.02.2013

Posisjon: X 6540582.06 Y 311971.80

Totalsondering

Tegningens filnavn
26_02_13 Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert

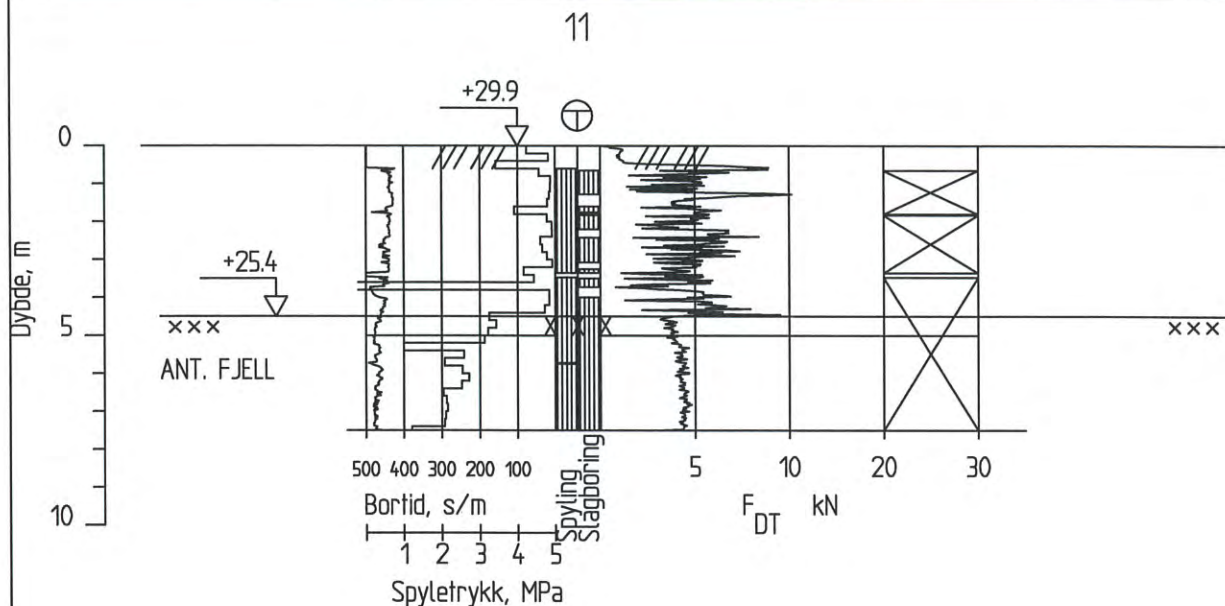


MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4
Tegningsnr.
G110

Konstr./Tegnet
OvF
Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540584.90 Y 311981.38

Totalsondering

Tegningens filnavn

26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG

11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

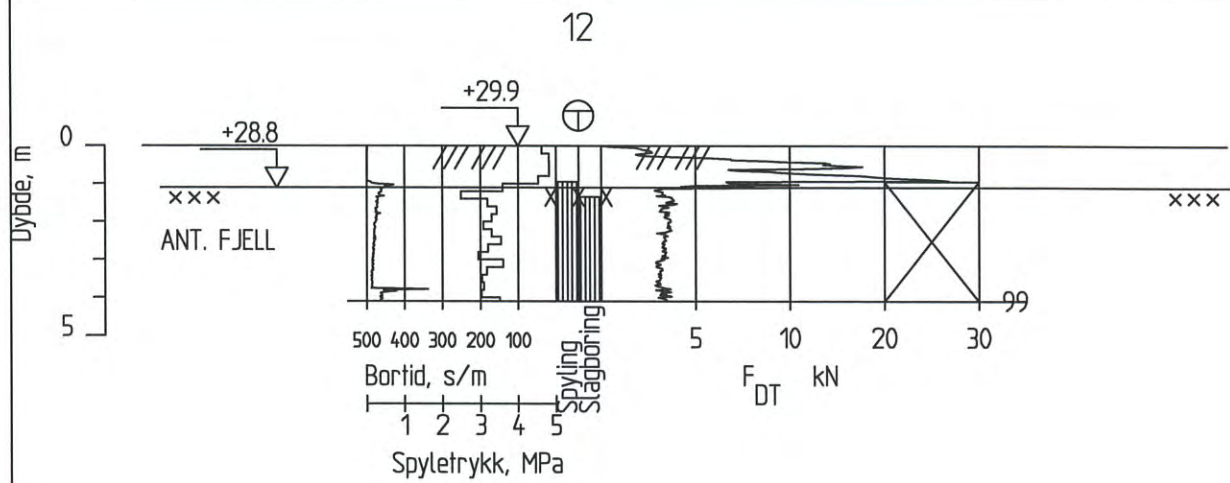
Tegningsnr.

G111

Konstr./Tegnet

OvF

Rev.



Dato boret :18.02.2013

Posisjon: X 6540591.32 Y 311984.47

Totalsondering

Tegningens filnavn
26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert

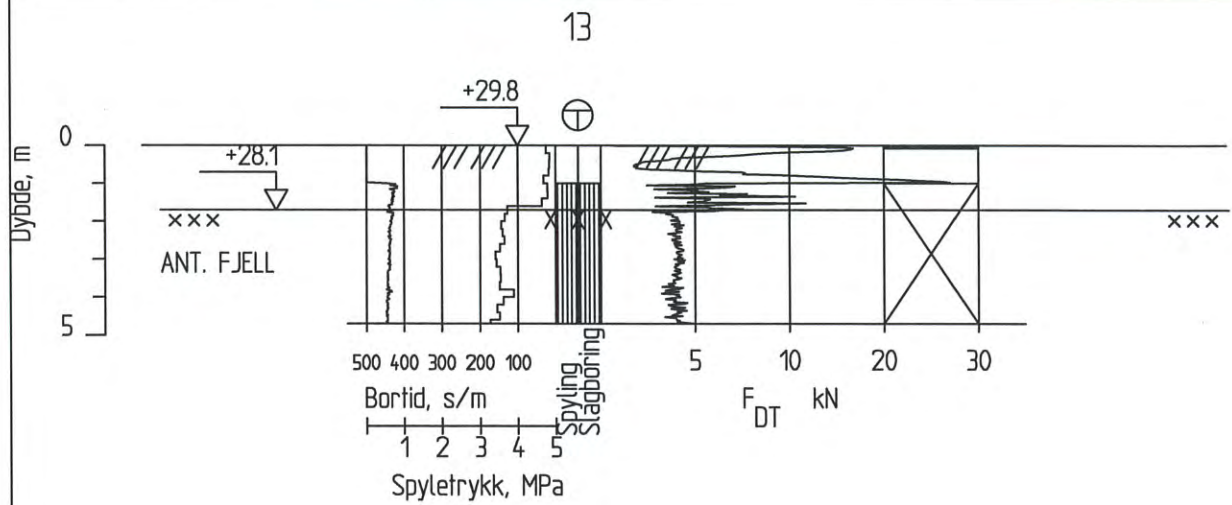


MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4
Tegningsnr.
G112

Konstr./Tegnet
OvF
Rev.



Dato boret :18.02.2013

Posisjon: X 6540593.28 Y 311982.80

Totalsondering

Tegningens filnavn

26_02_13_Totalsonderinger

STATSBYGG

11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

26.02.13

Oppdragsnr.

216658

Original format

A4

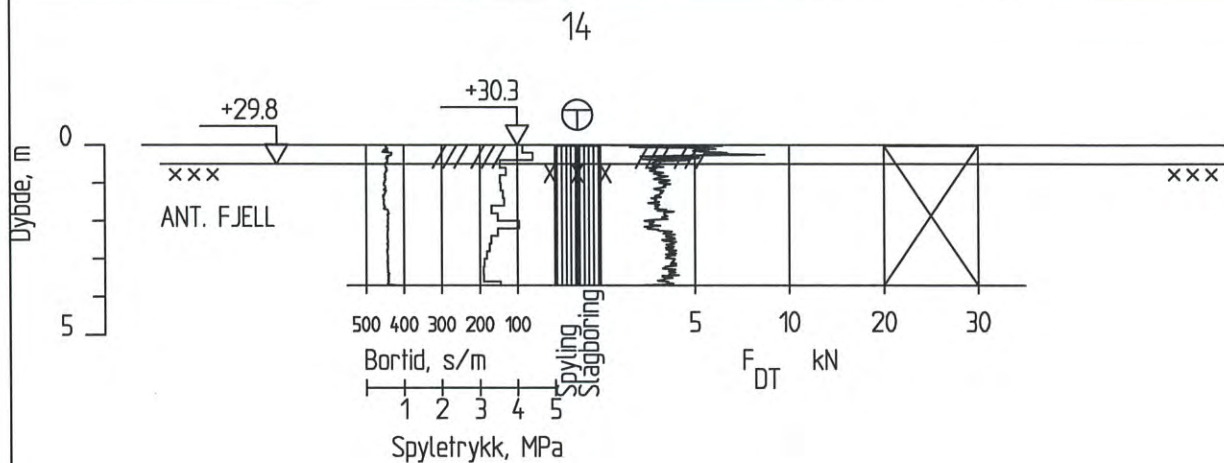
Tegningsnr.

G113

Konstr./Tegnet

OvF

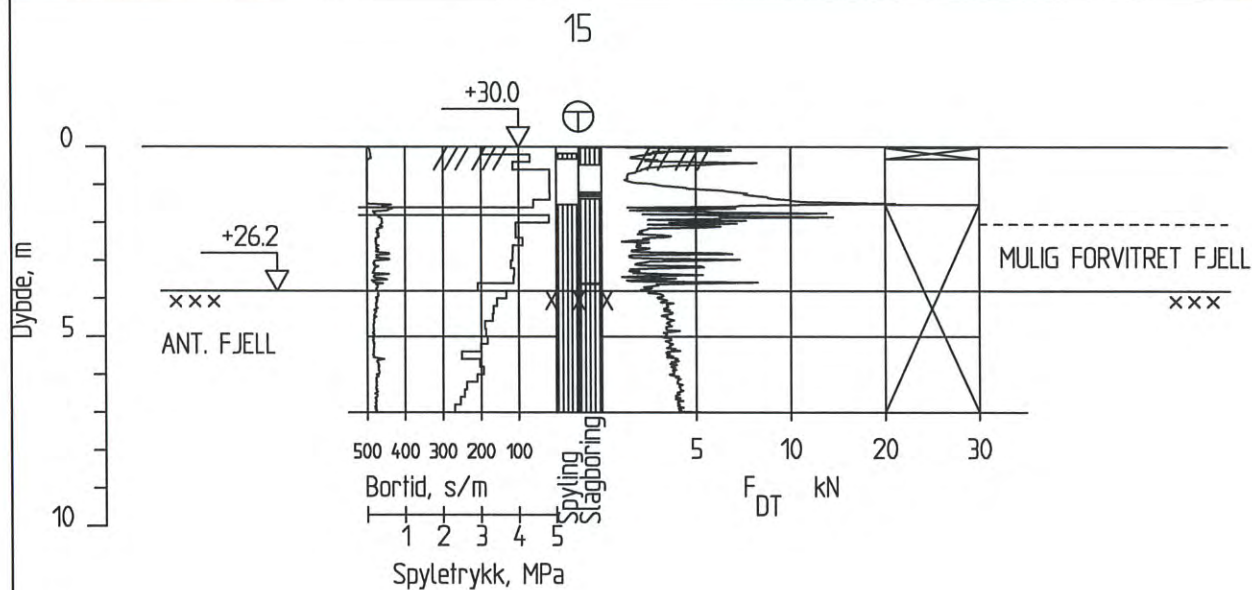
Rev.



Dato boret :21.02.2013

Posisjon: X 6540599.83 Y 311989.67

Totalsondering		Tegningens filnavn 26_02_13_Totalsonderinger	
STATSBYGG		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent 
11697 Ark. museum i Stavanger			Kontrollert 
 MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 26.02.13	Original format A4	Konstr./Tegnet OvF
	Oppdragsnr. 216658	Tegningsnr. G114	Rev.



Dato boret :22.02.2013

Posisjon: X 6540583.13 Y 311977.22

Totalsondering

Tegningens filnavn
26_02_13 Totalsonderinger

STATSBYGG
11697 Ark. museum i Stavanger

Målestokk
M = 1 : 200

Godkjent
Kontrollert



MULTICONSULT
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato
26.02.13
Oppdragsnr.
216658

Original format
A4
Tegningsnr.
G115

Konstr./Tegnet
OvF
Rev.

Koordinatliste med borresultater

Sak nr. 216658

STATSBYGG

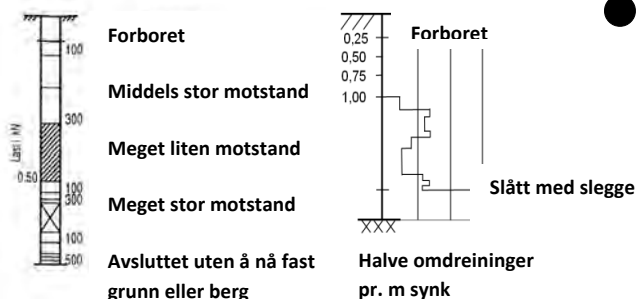
11697 Arkeologisk museum i Stavanger - nytt formidlingsbygg

K001 Grunnundersøkelser

Borpunkt nr	Koordinater			Boret dybde i løsmasser	Antatt fjellkote	Boret dybde i antatt fjell
	X (nord)	Y (øst)	Z (terrengkote)			
1	6540577.095	311945.923	29.318	3.4	25.9	3.2
2	6540587.547	311941.746	29.369	3.0	26.4	3.5
3	6540594.938	311950.353	29.225	2.0	27.2	3.6
4	6540598.707	311959.835	29.207	3.3	25.9	3.8
5	6540602.237	311968.916	29.599	2.0	27.6	3.5
6	6540606.466	311978.769	29.755	0.7	29.1	3.8
7	6540606.177	311987.455	30.270	0.5	29.8	3.2
8	6540578.270	311954.580	29.747	3.0	26.7	3.0
9	6540580.940	311962.370	29.757	1.7	28.1	3.1
10	6540582.060	311971.800	29.901	3.3	26.6	3.1
11	6540584.903	311981.378	29.887	4.5	25.4	3.0
12	6540591.321	311984.473	29.934	1.1	28.8	3.0
13	6540593.282	311982.804	29.833	1.7	28.1	3.0
14	6540599.834	311989.668	30.273	0.5	29.8	3.2
15	6540583.130	311977.221	29.967	3.8	26.2	3.2



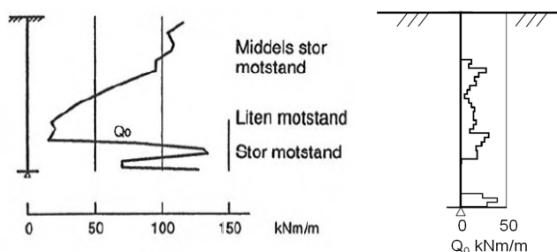
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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 vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

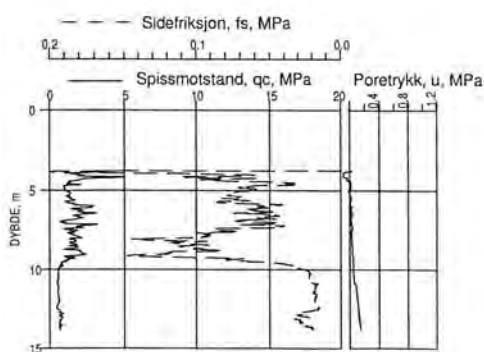


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

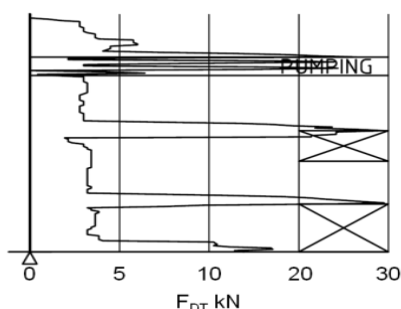
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

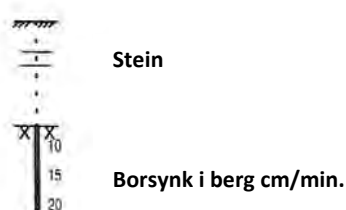


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

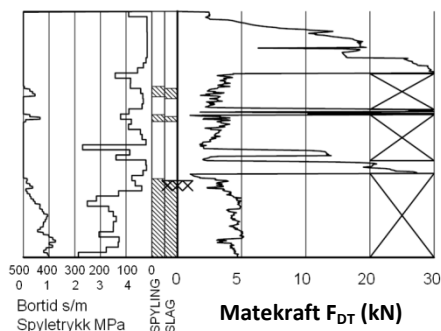
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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 dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykksmodus, 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 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

○ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (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.

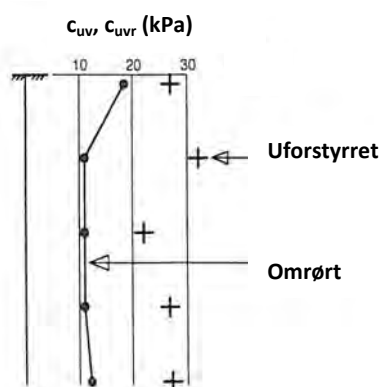


Prøvemarkering

○ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

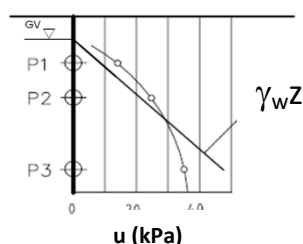
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindren 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.



⊖ PORETRYKKSÅLING (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 stighøyde 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 borchullet.

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).

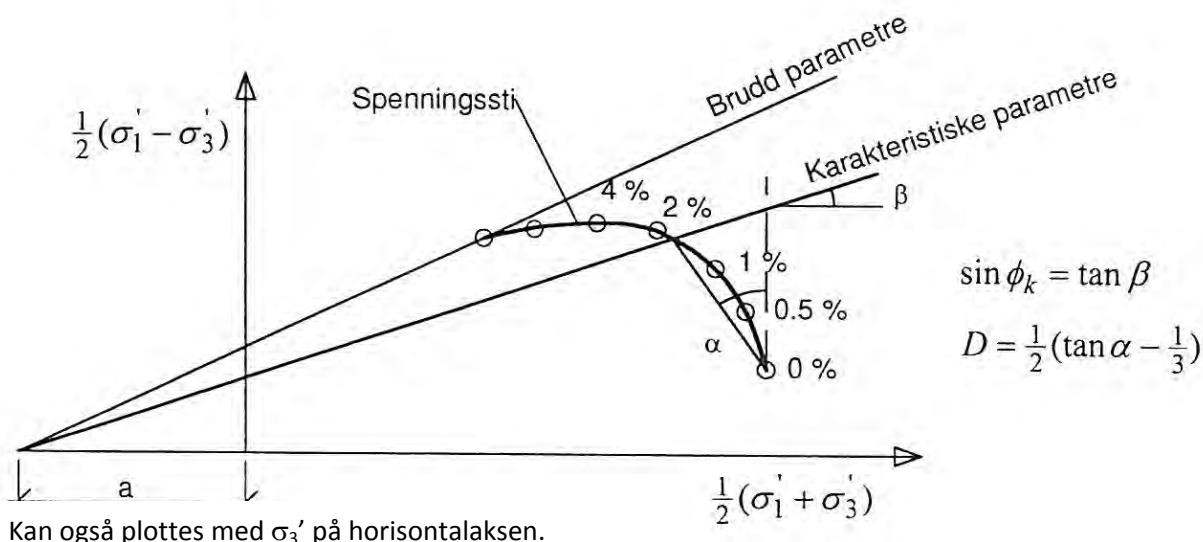
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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 poretrykksparementene 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_{ukr} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (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

TYNGDETETTHETER

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolsk økende modul	$M = mV(\sigma'\sigma_a)$	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 mineral Kornene. 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-oksidasjon 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)	Vinge boring
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









Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Fjelldybder		
Land/Fylke:	Norge/Rogaland	Kartblad:	1212 IV
Kommune:	Stavanger	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Peder Klows gate	Øst: 311970	Nord: 6540590

Distribusjon:

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
☐ Intern
☐ Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 5. mars 2013		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	05.02.13							
	Kontrollert	05.02.13							
Grunnlagsdata	Utarbeidet	04.03.13							
	Kontrollert	05.03.13							
Teknisk innhold	Utarbeidet	04.03.13							
	Kontrollert	05.03.13							
Format	Utarbeidet	04.03.13							
	Kontrollert	05.03.13							
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 05.03.2013		Sign.: 