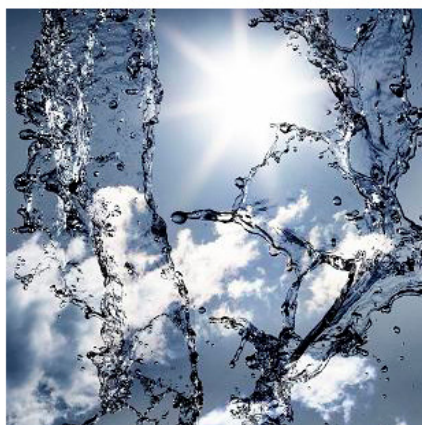
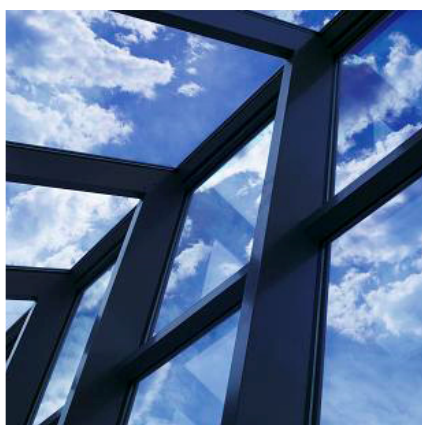

RAPPORT

Holstneset

OPPDRAKSGIVER
Kristian Holst AS

EMNE
Grunnundersøkelser - Orienterende
geoteknisk vurdering

DATO / REVISJON: 4. november 2014 / 01
DOKUMENTKODE: 712244-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	Holstneset	DOKUMENTKODE	712244-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser - Orienterende geoteknisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kristian Holst AS	OPPDRAGSLEDER	Tore Braaten
KONTAKTPERSON	Kristian Holst	UTARBEIDET AV	Tristan Mennessier
KOORDINATER	SONE: EUREF UTM 33 ØST: 562400 NORD: 7633600	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
KOMMUNE	Harstad		

SAMMENDRAG

Kristian Holst AS planlegger utfylling i havna i Harstad.

I nord varierer løsmassemektigheten mellom 0,2 og 3,5 m. Øverst er det et løst til middelsfast lag, antatt sand/korallsilt. Derunder er det stedvis et meget fast lag, antatt morene.

Inne i havna varierer løsmassemektigheten mellom 0,8 og 5,0 m.

Øverst er det et løst til middelsfast lag, antatt sand/korallsilt. Derunder er det stedvis et bløtt leirlag på inntil 2,5 m.

Det er planlagt utfylling i sjøen til ca. kote 3,1. Dette medfører en fyllingshøyde inntil 17 m.

Stabiliteten av fyllingene er tilfredsstillende i permanenttilstanden med skråningshelning 1:1,4 eller slakere. Fyllinger i sjøen anbefales etablert i faser der første lag avsluttes i flomålet.

Fyllingen må detaljprosjekteres.

01	4.11.2014	Justering fyllingshøyde	Trim	Erbk	Erbk
00	28.5.2014		Trim	Erbk	Erbk
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Utførte undersøkelser.....	5
3	Grunnforhold.....	5
3.1	Henvisninger	5
3.2	Områdebeskrivelse	5
3.3	Løsmasser	6
3.3.1	I nord.....	6
3.3.2	I hamna	6
4	Orienterende geoteknisk vurdering	7
4.1	Sikkerhetsprinsipper	7
4.2	Stabilitet av fyllingen	7

Tegninger

712244-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-10	Geotekniske data, borhull.8
	-60	Korngradering, borhull 8
	-100	Profil A og B
	-101	Profil C, D, E og F
	-500_rev01	Situasjonsplan

Vedlegg

Geoteknisk bilag, felt- og laboratorieundersøkelser

1 Innledning

Kristian Holst AS planlegger utfylling i havna i Harstad.

Multiconsult AS har utført grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen samt en orienterende geoteknisk vurdering av prosjektet.

2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 8 i 2014.

Boringene ble utført med vår borebåt.

Det er foretatt 11 totalsonderinger.

Totalsondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som de har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

I tillegg er det tatt opp 1 prøveserie med 54 mm prøvetakingsutstyr. Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt i vårt laboratorium i Tromsø.

Alle høyder i rapportens tekst og tegning refererer seg NN1954 høydesystem. Borpunktene er innmålt med Trimble DGPS med nøyaktighet i xyz ± 10 cm.

Det vises for øvrig til rapportens geoteknisk bilag for beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser.

3 Grunnforhold

3.1 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 712244-RIG-TEG-001. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 712244-RIG-TEG-100 og -101.

3.2 Områdebeskrivelse

Området ligger ved Harstadhamna og er ca. 260 m langt.

Området på land er blitt fylt ut i sjøen tidligere og fyllingshelning er på ca. 1:1,4.

Sjøbunnen i hamna faller med helning 1:14-1:16 mot nordøst ned til kote minus 12 og faller videre med gjennomsnittlig helning 1:4.

Ute på neset i nord viser fyllingsfronten helning 1:1,3 ned til kote minus 7 - minus 12. Videre faller sjøbunnen med gjennomsnittlig helning 1:3.

Området er vist i ortofoto på neste side.



Figur 1 - Området

3.3 Løsmasser

3.3.1 I nord

Alle sonderinger er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 9,7 og kote minus 23,0. Berghorizonten følger antageligvis sjøbunnen.

Løsmassemektigheten varierer mellom 0,2 og 3,5 m.

Grunnen består av inntil 2 lag.

Topplaget på 0,2-1,7 m viser lav til middels sonderingsmotstand. Derunder er det stedvis et lag på maks 2,0 m som har stor sonderingsmotstand.

3.3.2 I hamna

Alle sonderinger er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote minus 4,5 og kote minus 13,1.

Løsmassemektigheten varierer mellom 0,8 og 5,0 m.

Grunnen består i hovedsak av 2 lag.

Topplaget på 0,5-3,5 m viser lav til middels sonderingsmotstand. Derunder er det et lag på inntil 2,5 med lav sonderingsmotstand. Dette laget er størst i den indre delen av havna.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 8. Det vises til tegning nr. 712244-RIG-TEG-10. Prøveserien er avsluttet ca. 4 m under sjøbunn. Den viser silt/sand i de to første meterne, med vanninnhold 30-64 %. Derunder er det leire (siltig/sandig) med vanninnhold 22-44 %. Udrenert skjærfasthet er 16 kPa og omrørt skjærfasthet er 2,5-4kPa. Leira klassifiseres som bløt. Prøven i leira er trolig forstyrret.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 712244-RIG-TEG-60.

4 Orienterende geoteknisk vurdering

Det er planlagt utfylling i sjøen til ca. kote 3,1. Dette medfører en fyllingshøyde inntil 17 m.

Fyllingen er vist på situasjonsplan tegning nr. 712244-RIG-TEG-500.

4.1 Sikkerhetsprinsipper

Etter *NS-EN 1990:2002+NA:2008, Eurokode 0*, vurderes konsekvensklassen til *CC2* og pålitelighetsklassen til *RC2*, dvs. at svikt eller brudd medfører middels konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser. Bruddmekanismen vurderes som nøytralt i og med at det ikke er påvist sprøbruddmaterial i området.

Det er gode geotekniske samt at prosjektet omfatter konvensjonelle konstruksjoner. Prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2.

4.2 Stabilitet av fyllingen

Det er ikke påvist sprøbruddmaterial i området og prosjektet medfører ingen risiko for kvikkleireskred.

Det er utført stabilitetsberegninger av sprengsteinsfylling. Beregningene er utført på $a\phi$ -basis ved drenerte masser og ADP-basis i leire.

Tabell 1 - materialparametere

Material	Materialparametre	Tyngdetetthet
Sprengsteinsfylling	$\phi_k=42^\circ$, $a=3$	19,0 kN/m ³
Silt/sand	$\phi_k=33^\circ$, $a=0$	18,0 kN/m ³
Leire	$\phi_k=24^\circ$, $a=0$ $S_{uD}=17$ kPa	18,0 kN/m ³
Faste masser (morene)	$\phi_k=42^\circ$, $a=0$	18,0 kN/m ³

Stabiliteten av fyllingene er tilfredsstillende i permanenttilstanden med skråningshelning 1:1,4 eller slakere.

Fyllinger i sjøen anbefales etablert i faser der første lag avsluttes i flomålet.

Utlekkingen i fylling skal skje ved gravemaskin. Fyllingen må detaljprosjekteres.

Z:\0712\712244\712244-03 ARBEIDSSOMRÅDE\712244-01 RIG\712244-04 TEGNINGER\71188-RIG-TEG-000.dwg, - Layout: [RIG-TEG-000], - Plottet av: trim, Dato: 2014.05.16 kl 9:17



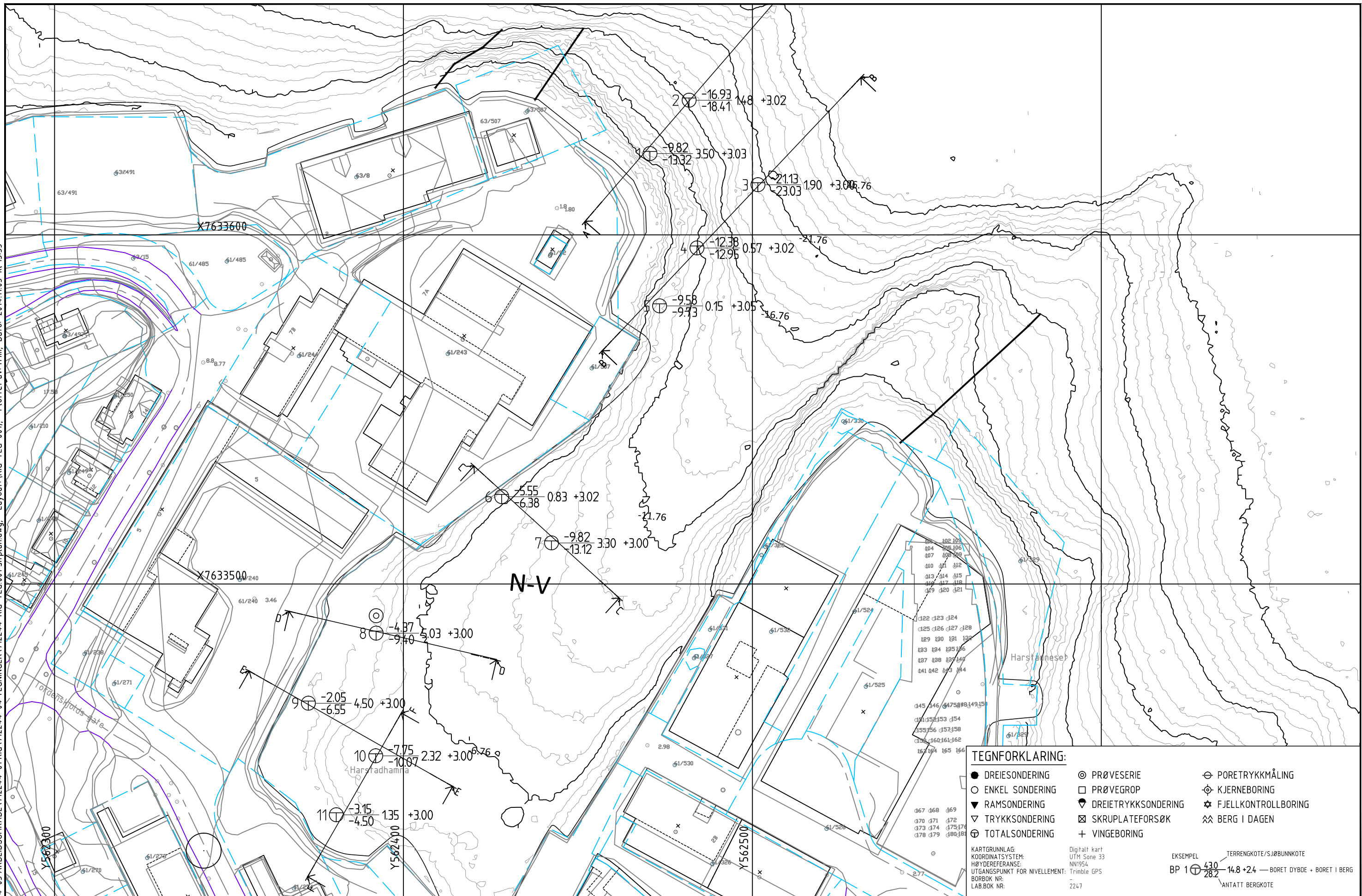
Multiconsult
www.multiconsult.no

KRISTIAN HOLST AS
HOLSTNESET
Situasjonskart

Status	-	Fag	GEO	Original format	A4	Dato	14.05.2014
Konstr./Tegnet	trim	Kontrollert	erbk	Godkjent	dir	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	712244	Tegningsnr.	RIG-TEG-000			Rev.	

Prosjekt: Etapp: Fag: Oppgavesnr: Type tegn: Løper:

Z:\0712\712244\712244-03 ARBEIDSRÅDE\712244-01 RIG\712244-04 TEGNINGER\712244-RIG-TEG-001 sitiplan.dwg. - Layout: (RIG-TEG-001). - Plottet av: trim. Dato: 2014.11.03 kl.13:53



104	105	106
107	108	109
110	111	112
113	114	115
116	117	118
119	120	121
122	123	124
125	126	127
128	129	130
131	132	133
134	135	136
137	138	139
140	141	142
143	144	145
146	147	148
149	150	151
152	153	154
155	156	157
158	159	160
161	162	163
164	165	166

TEGNFORKLARING:

● DREISONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊖ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊕ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	◆ DREIETRYKKSONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPATEFORSØK	⊞ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN1954
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: Trimble GPS
 BORBOK NR: -
 LABBOK NR: 2247

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\begin{matrix} 430 \\ 282 \end{matrix}$ 14.8 +24 — BORET DYBDE • BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

01	Endret høydesystem	3.11.2014	TRIM	ERBK	ERBK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tagg	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
 www.multiconsult.no

KRISTIAN HOLST AS
 HOLSTNESET
 Borplan

Status UTSENDT	Fag GEO	Original format A3	Dato 28.03.14
Konstr./Tegnet MHM	Kontrollert TRIM	Godkjent TOB	Målestokk 1:1000
Oppdragsnr. 712244	Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 01

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SAND, grusig _____ skjellrester og koraller		K						64								
	SILT, sandig _____ skjellrester og koraller																
	LEIRE, siltig _____ skjellrester		K						1.91			▼					
	LEIRE, siltig, sandig, grusig _____ skjellrester											▼	○				
10																	
15																	
20																	

Symboler



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2.75 g/cm³



Plastisitetsindeks, I_p



Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand:

K = Korngradering

Lab-bok: 2247

PRØVESERIE

Tegningens filnavn:

Z:\01212244\2244-03\ARBEIDSGRANNE\071224-01 RIG\2244-07 FELT_00_LABREGISTRER\KEM\071224-RIG-TEG-10.ppt

Kristian Holst AS

Holstneset

Tegnet: **HANNEK**

Kontrollert: **RAGS**

Multiconsult

Dato: 2014-05-16

Borhull: 8

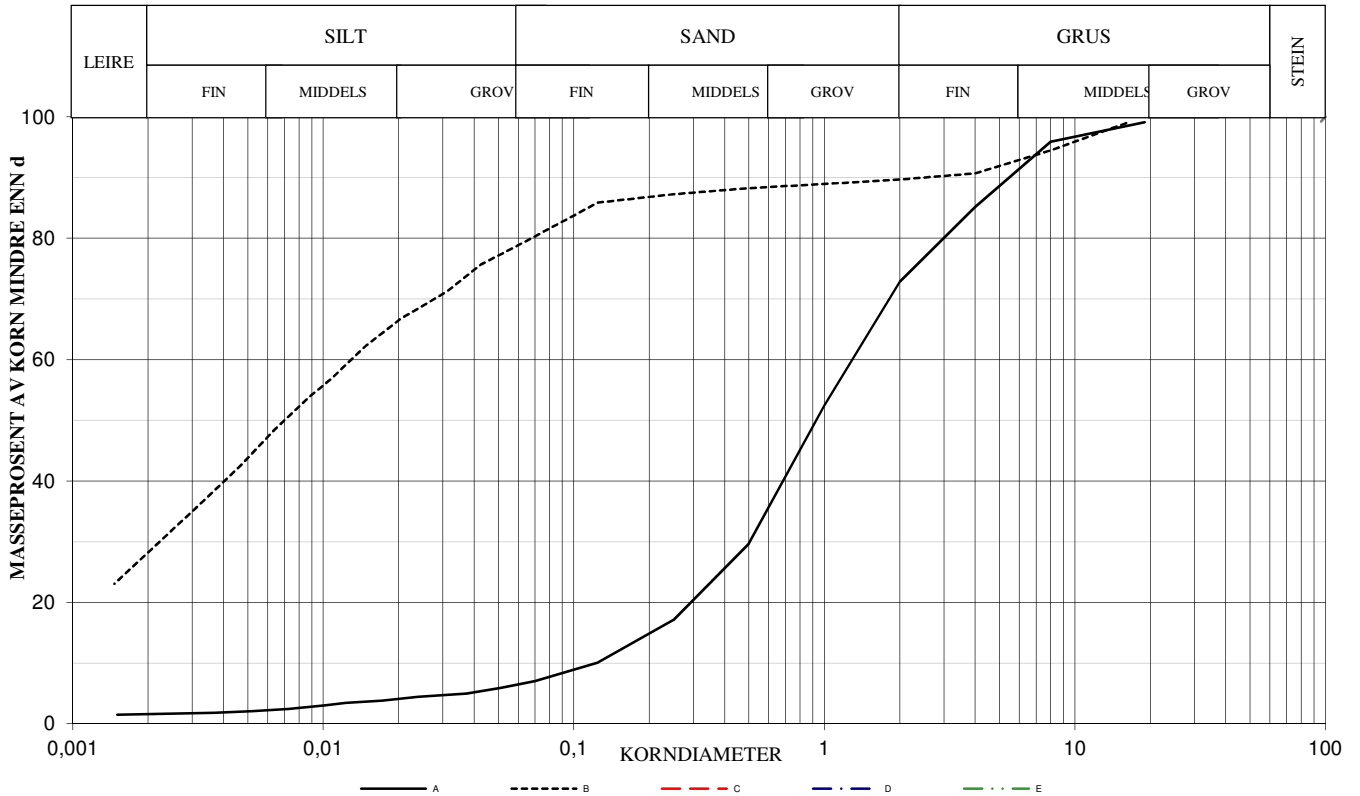
Godkjent: **TOB**

Oppdragsnummer: 712244

Tegningsnr.: **RIG-TEG-10**

Rev nr.:

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	8	0,0-0,8m	SAND, grusig	Inneholder skjellfragment	X	X	X
B	8	2,0-2,8m	LEIRE, siltig	Inneholder skjellfragment	X	X	X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{2,30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

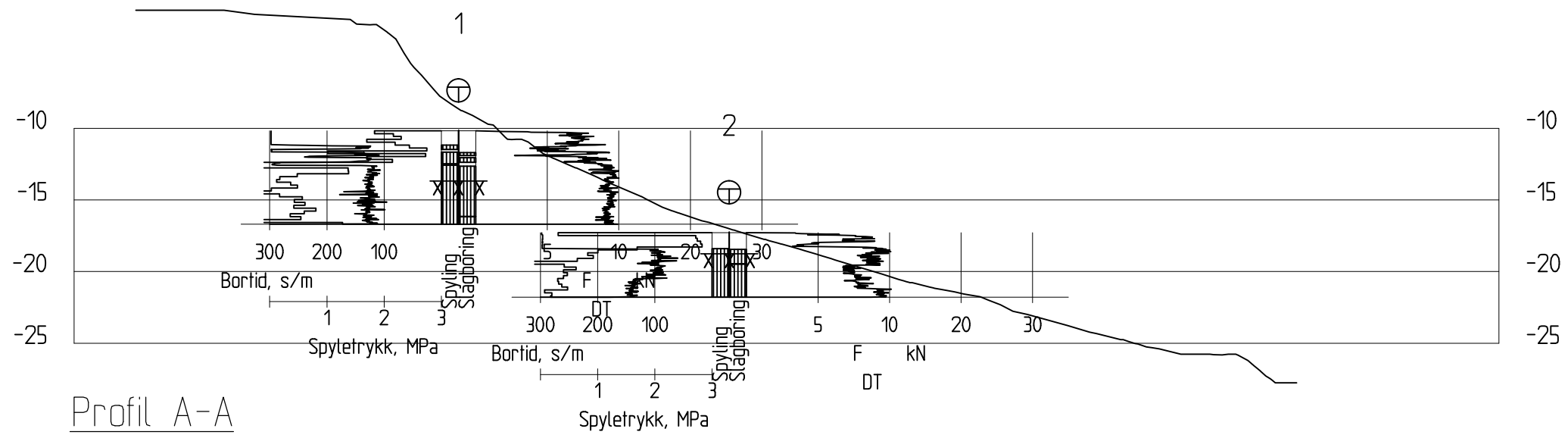
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

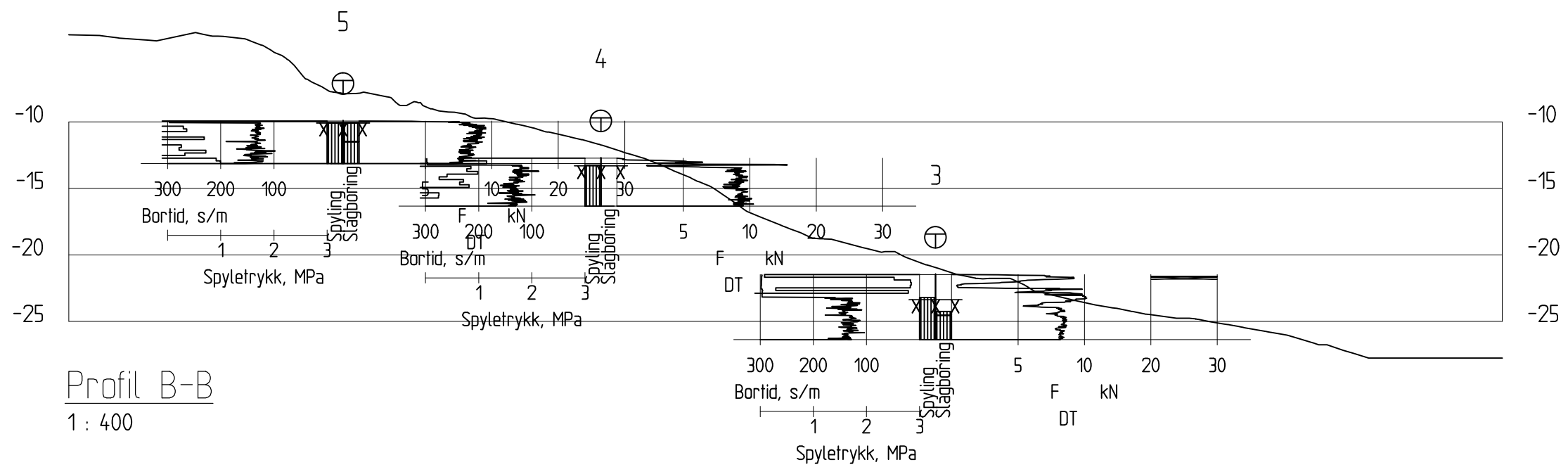
SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	30,8	T2		4,1		11,1	0,123	0,508	0,947	1,371
B	44,0	T4		66,5				0,002	0,007	0,013
C										
D										
E										

KORNGRADERING				
Kristian Holst AS Holstneset		Kontrollert	Godkjent	Multiconsult
		Dato		
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer	Tegnings nr.	Rev.
		712244	60	

Z:\0712\712244\712244-03 ARBEIDSONDRÅDE\712244-01 RIG\712244-04 TEGNINGER\712244-RIG-TEG-100 profiler.dwg. - Layout: (RIG-TEG-100); - Plottet av: trim, Dato: 2014.11.03 kl 13:57



Profil A-A
1 : 400



Profil B-B
1 : 400

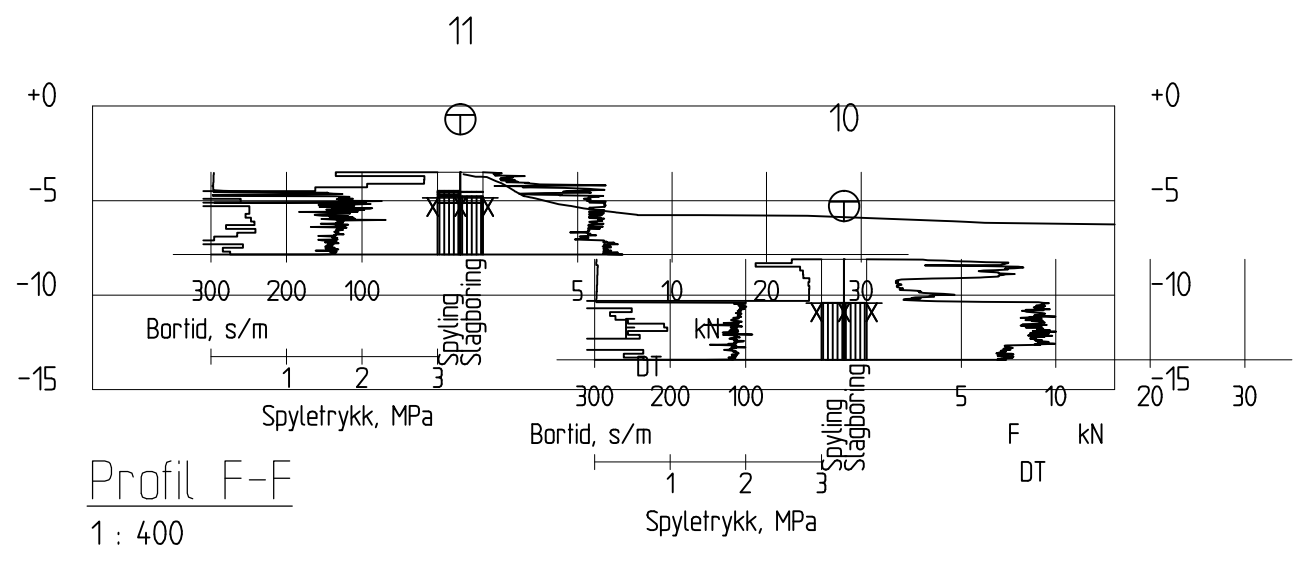
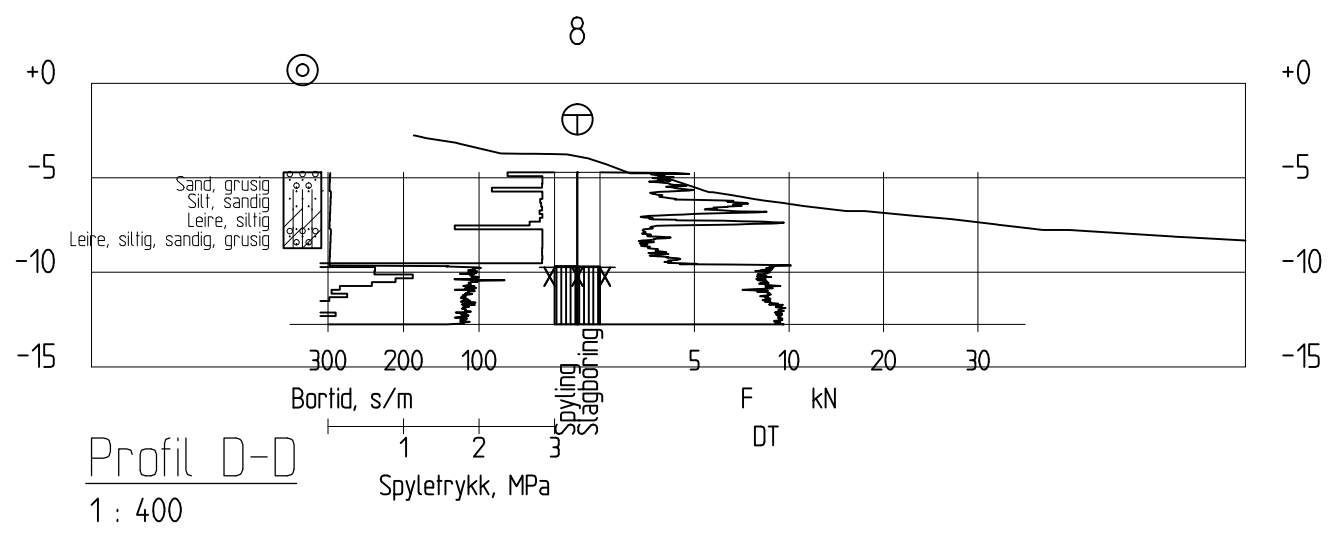
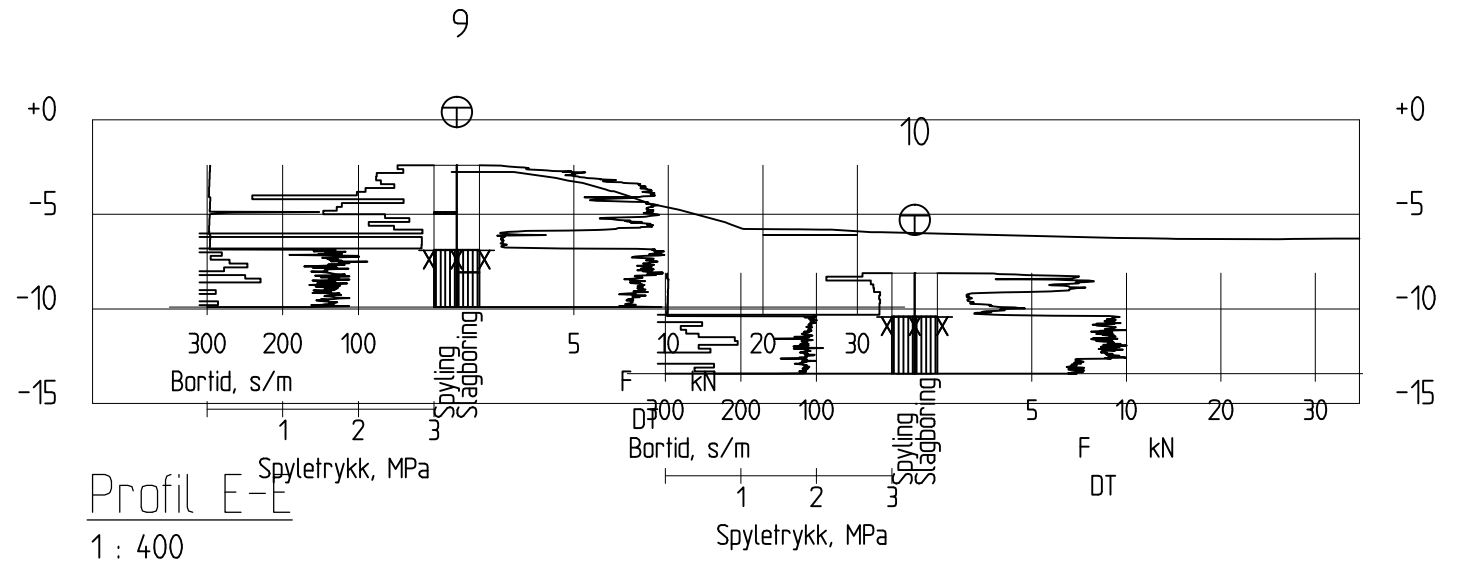
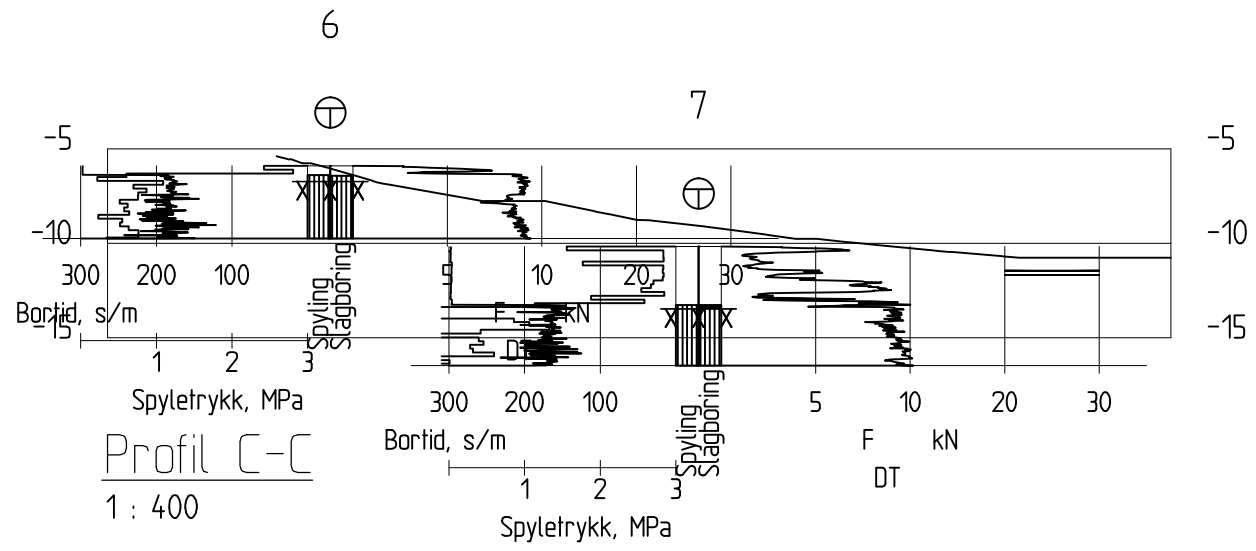
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

KRISTAN HOLST AS
Holstneset
Grunnundersøkelser
Profil A og B

Status UTSENDT	Fag GEO	Original format A3	Dato 09.04.14
Konstr./Tegnet MHM	Kontrollert TONES	Godkjent TONES	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712244	Tegningsnr. RIG-TEG-100		Rev.

Z:\0712\712244\712244-03 ARBEIDSONMRÅDE\712244-01 RIG\712244-04 TEGNINGER\712244-RIG-TEG-100 profiler.dwg. - Layout: (RIG-TEG-101). - Plottet av: trim. Dato: 2014.11.03 kl 13:57



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tege	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

KRISTAN HOLST AS
Holstneset
Grunnundersøkelser
Profil C, D, E og F

Status UTSENDT	Fag GEO	Original format A3	Dato 09.04.14
Konstr./Tegnet MHM	Kontrollert TONES	Godkjent TONES	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712244	Tegningsnr. RIG-TEG-101		Rev.

Z:\0712\712244\712244-03 ARBEIDSONRÅDE\712244-01 RIG\712244-04 TEGNINGER\3d geometri.dwg. - Layout: (RIG-TEG-500). - Plottet av: trim. Dato: 2014.11.03 kl. 14.28



Høydesystem: NN1954

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tag.	Kontr.	Godkj.
01	revidert høydesystem	3.11.2014	TRIM	ERBK	ERBK

Multiconsult

www.multiconsult.no

KRISTIAN HOLST AS

Holstneset
Situasjonsplan

Status
UTSENDT

Konstr./Tegnet
trim

Oppdragsnr.
712244

Fag
GEO

Kontrollert
dir

Tegningsnr.
RIG-TEG-500

Original format
A3

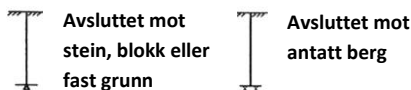
Godkjent
fob

Rev.
01

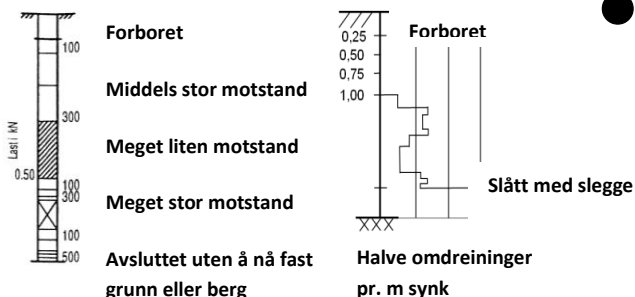
Dato
16.05.2014

Målestokk
1:1000

Rev.
01



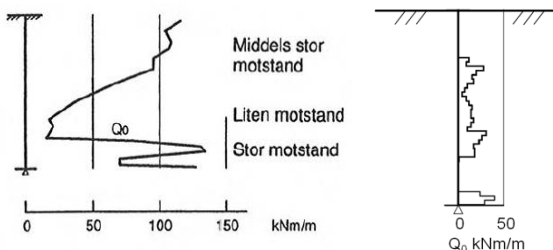
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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.

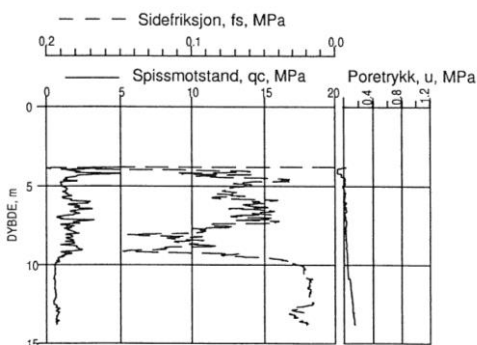


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

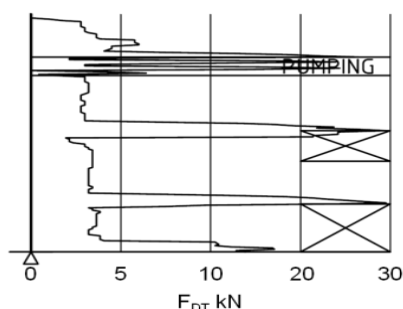
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

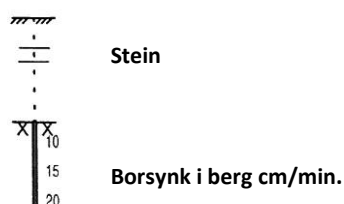


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

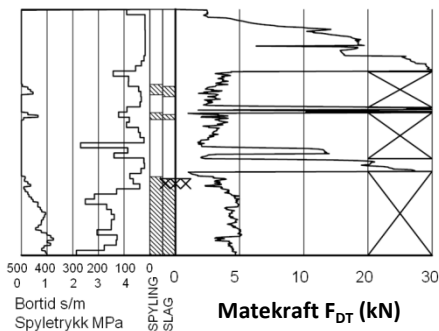
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



BERGKONTROLLBORING

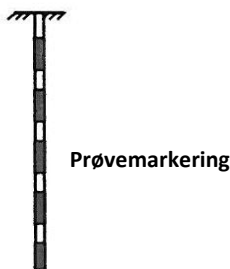
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering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



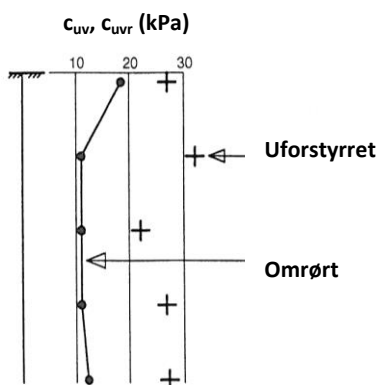
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet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



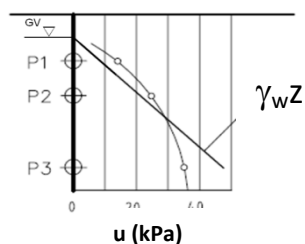
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom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



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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

SKJÆRFASTHET

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

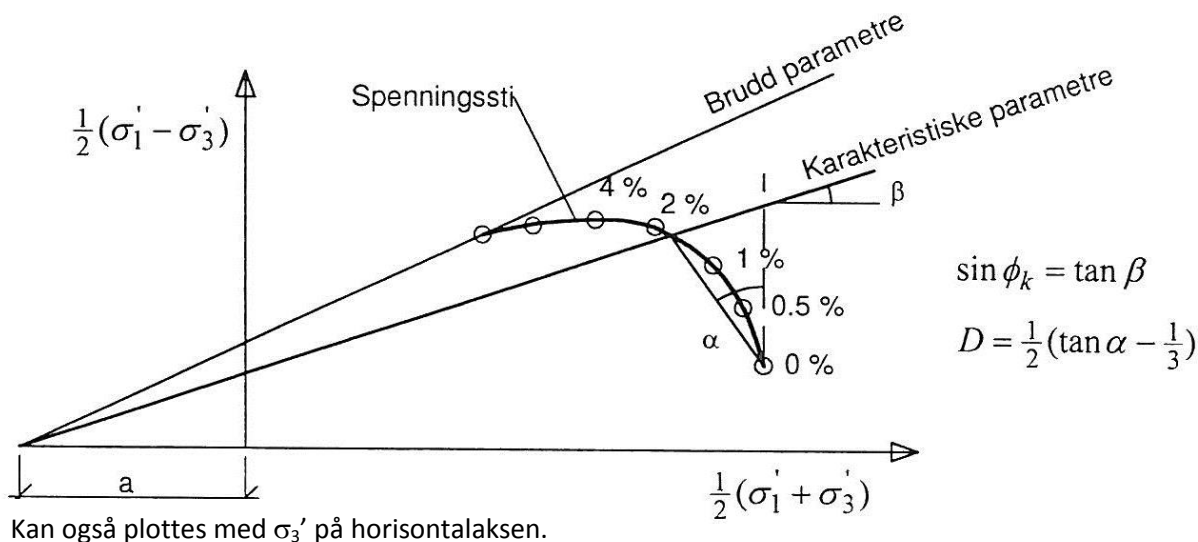
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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

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

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{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 trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

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

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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

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

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

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

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

TYNGDETETHETER

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

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

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

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

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

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

TELEFARLIGHET

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

HUMUSINNHOLD

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.