

Rapport

Oppdrag: **Aker Solutions Strandvegen**
 Emne: **Grunnundersøkelser**
 Rapport: **Orienterende geoteknisk vurdering**
 Oppdragsgiver: **Norconsult AS**
 Dato: **23. oktober 2012**
 Oppdrag- / Rapportnr. **711544 / 1**
 Tilgjengelighet Begrenset

Utarbeidet av:	Bjørn Bonthron	Fag/Fagområde:	Geoteknikk
Kontrollert av:	Tore Braaten	Ansvarlig enhet:	Tromsø
Godkjent av:	Dag Inge Roti	Emneord:	

Sammendrag:
 Norconsult AS planlegger et næringsbygg på 3 etasjer pluss kjeller i Tromsø, sentrum.

Området er omtrent 10 000 m² og ligger på nedsiden av Strandvegen. Området ligger delvis innenfor opprinnelig strandlinje og delvis på fyllmasser. Grunnen består for det meste av sand og grus med innslag av silt.

Ved graving under tidevannsnivå må det forventes vannulemper.

Bygget kan fundamenteres direkte i grunnen, men det forventes noe skjevsetninger.

	23.10.2012		5	<i>BB</i>	<i>Tore</i> <i>Roti</i>
Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av Godkj.av

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Utførte undersøkelser.....	3
3.	Grunnforhold.....	3
3.1	Henvisninger.....	3
3.2	Områdebeskrivelse.....	3
3.3	Løsmasser.....	3
3.4	Jordskjelv.....	4
4.	Geoteknisk vurdering.....	4
4.1	Geoteknisk kategori.....	4
4.2	Graving.....	4
4.3	Fundamentering.....	5

Tegninger

711544-0	Oversiktskart
-1	Borplan
-10	Geotekniske data, BP.2
-11	Geoteknisk data, BP.5
-60	Korngradering, BP.2 og BP.5
-100	Profil A-A, B-B
-101	Profil C-C
-500	Prinsippskisse masseutskiftning uk fundament

Vedlegg

Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser

1. Innledning

Norconsult AS planlegger på vegne av Aker Solutions et næringsbygg på 3 etasjer pluss kjeller i Tromsø kommune.

Multiconsult AS er engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk for prosjektet, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen samt en orienterende geoteknisk vurdering av prosjektet.

Multiconsult AS har tidligere utført undersøkelser i dette området. Det vises til rapport nr. 200308-1 (2002). Resultater fra disse undersøkelsene er delvis innarbeidet i foreliggende rapport.

2. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 40 år 2012.

Boringene ble utført med helhydraulisk borerigg av typen GEONOR GM8.

Det er foretatt 9 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 2 prøveserier ved hjelp av skovelprøvetaker. Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt i vårt laboratorium i Tromsø.

Alle høyder i rapportens tekst og tegninger refererer seg til NGO's høydesystem. Borpunktene er innmålt med presisjons GPS.

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. 711544-1. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 711544-100 og -101.

3.2 Områdebeskrivelse

Området er ca 10 000 m² stort og ligger på sørøstre delen av Tromsøya og avgrenses av Strandvegen i nordvest og Hjalmar Johansens gate i sørøst.

Området er relativt flatt og varierer mellom kote 2,3 til kote 4,5.

Tomten ligger delvis på oppfylt område og delvis innenfor opprinnelig strandlinje.

Opprinnelig strandlinje gikk like nedenfor Strandvegen. Deler av området har tidligere vært en søppelfylling.

3.3 Løsmasser

Alle sonderinger er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote 1,45 og kote minus 5,1. Berghorisonten faller noe mot sørøst med gjennomsnittlige helning ca. 1:10.

Løsmasseykkelsen varierer mellom 3,0 og 7,9 m og øker generelt mot sjøen.

Grunnen består i hovedsak av 3 lag men overgangen er utydelig.

Øvre laget består av fyllmasser og har lav til middels sonderingsmotstand. Derunder er det opprinnelige masser som består av et sandlag over morene.

Overgang mellom løsmasser og berg er vanskelig å tolke på grunn av faste masser over berg. Det antas at det er oppsprukket berg og det er stedvis 1 – 2 m fra antatt bergnivå ned til fast berg.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 2 og 5. Det vises til tegning nr. 711544-10 og -11. Prøveseriene er avsluttet ca. 2,0 – 3,5 m under terreng.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 711544-60.

Massene er litt telefarlige.

3.4 Jordskjelv

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes det aktuelle området å ligge i klasse Grunntype A.

4. Geoteknisk vurdering

Bygget skal være på 3 etasjer pluss kjeller.

4.1 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Det velges krav til prosjektering i henhold til geoteknisk kategori 2.

4.2 Graving

Fyllmassene antas å være åpne og grunnvannstanden antas derfor å variere med tidevannsnivået. Ved graving lavere enn tidevannsnivået må det påregnes vannulemper. Eventuelt kan utgravinger gjøres innenfor spunt. Denne må i så fall avstives og muligens tettes ved foten. Graden av vannulemper avhenger av generelt gravenivå og fundamentnivå.

Det må sørges for at eksisterende fundament på nabotomtene ikke undergraves. Midlertidige graveskråning bør være 1:1,5 eller slakere.

4.3 Fundamentering

Setningsfrie bygg må fundamenteres på berg.

Ved direktefundamentering kommer vestre delen av bygget på berg, østre delen kommer på løsmasser. Dette medfører skjevsetninger. Da bygget skal ha kjeller vil vekten av bygget bli delvis kompensert av gravemassene og setninger forventes derfor å bli små.

Grunntrykk for 1 m brede stripefundament på sprengstein og morene i 1 m dybde og sikkerhet $F = 1,5$ er 300 kN/m^2 . Grunntrykk for fundament på sand er 100 kN/m^2 .

Dersom opprinnelig sand utskiftes med sprengstein 0,5 m dybde under fundamentene vil grunntrykket bli 300 kN/m^2 . Det vises til prinsippskisse tegning 711544-500.

Andre dimensjoner på fundament vil forandre grunntrykket.

Grunntrykket forutsetter:

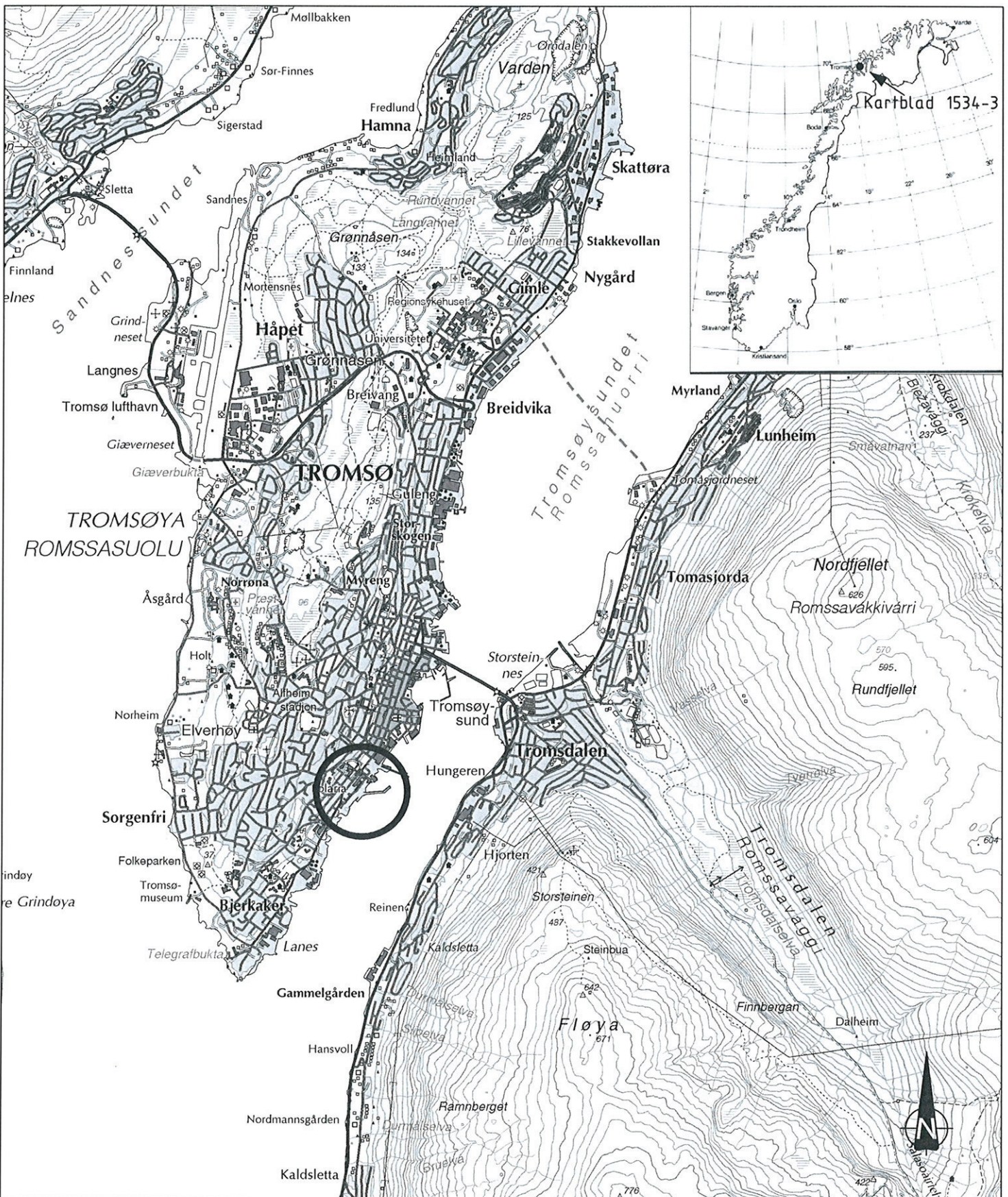
- Alle horisontalkrefter overføres til grunnen langs fundamentsålene eller til gulv på grunnen.
- Vertikallasten kommer sentrisk ned på fundament. Eventuelle horisontalkrefter på tvers av sålefundamenter reduserer dimensjonerende grunntrykk vesentlig.

Fundament på berg anbefales undersprenges med 0,5 m.

Grunntrykket er beregnet ut fra materialparametere listet i tabell 1.

Tabell 1: Materialparametere

Material	Friksjonsvinkel, ϕ	Attraksjon, a	Tyngdetetthet, γ
Sand (opprinnelige masser)	35°	0 kPa	$18,0 \text{ kN/m}^3$
Faste masser/undersprengt berg (opprinnelige masser)	40°	10 kPa	$18,0 \text{ kN/m}^3$
Sprengstein (fyllmasser)	45°	0 kPa	$18,0 \text{ kN/m}^3$



OVERSIKTSKART

Norconsult AS
Aker Solutions Strandvegen
Tromsø

MULTICONSULT AS

Fiolveien 13, 9016 TROMSØ
Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41

Dato 16.10.2012
Oppdragsnr. 711544

Tegnet bjob
Tegningsnr. 0

Kontrollert
Rev.

Tegningens filnavn
711544-RIG-TEG-0

Målestokk
1:50000



Godkjent
Rev.

TERRENGKOTE 2,74 BP.5	DYBDE (m) PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER %					n %	O _{Na} %	γ kN/m ³	SKJÆRSTYRKE Su (kN ² /m)					S _t	
		10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
sandig, grusig materiale	k	o														
		o														
sandig, grusig materiale	k	o														
		o														
Avsluttet prøveserie	D=3,5m															
	5															
	10															
	15															

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

o NATURLIG VANNINNHOLD
— W_L FLYTEGRENSE
— W_f — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETTETHET

▼ KONUSFORSØK
▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
o TRYKKFORSØK
15-0-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

LAB.BOK NR.: 002248

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

GEOTEKNISKE DATA

Norconsult AS
Aker Solutions Strandvegen
Tromsø

Boring nr.
BP.5

Tegningens filnavn
711544-RIG-TEG-010

Borplan nr.
001

Boret dato:
05.10.2012



MULTICONSULT AS

Dato 16.10.2012

Tegnet
b.job

Kontrollert

Godkjent

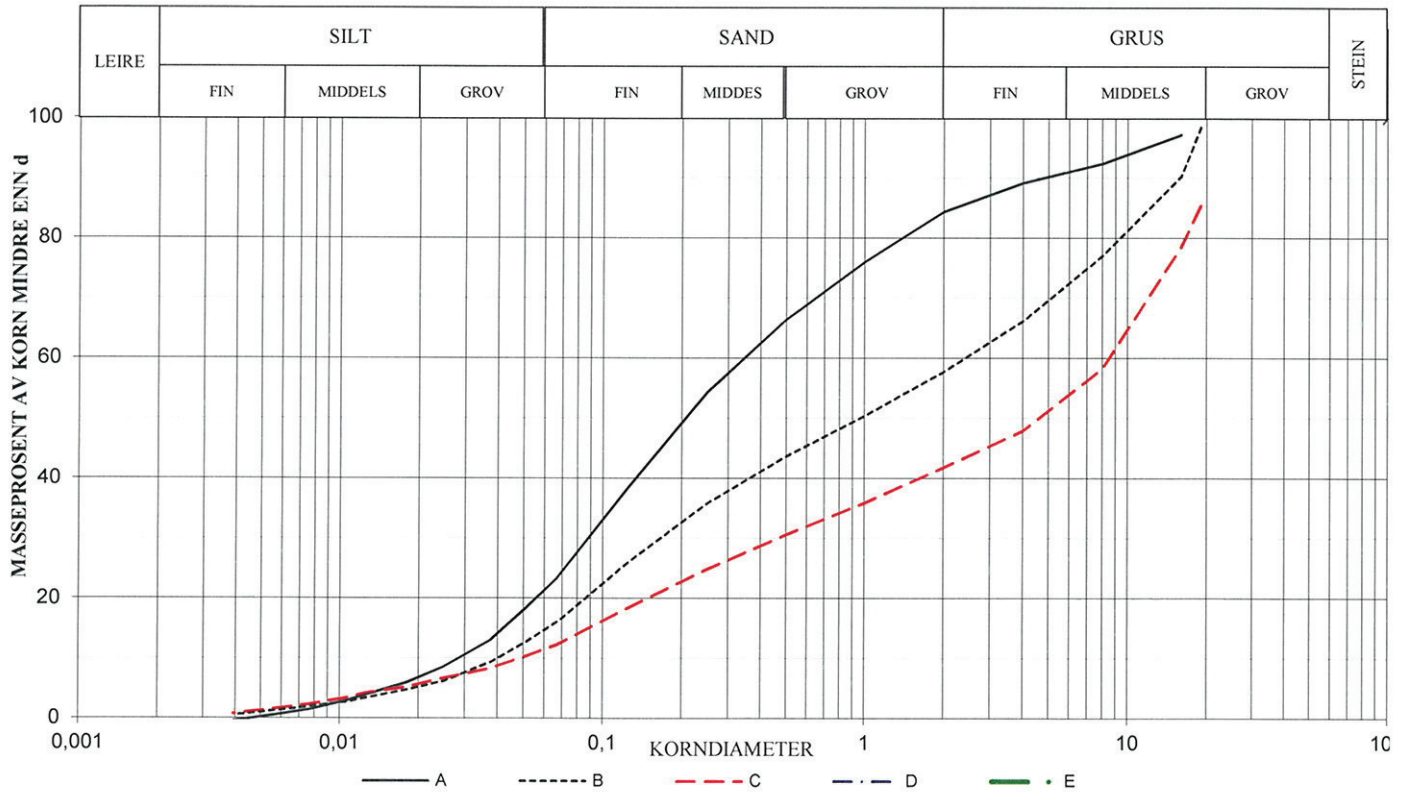
Oppdragsnr.
711544

Tegningsnr.

11

Rev.

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	BP.2	1,0-2,0 m	SAND, siltig		X	X	X
B	BP.5	0,0-1,0 m	sandig, grusig materiale		X	X	X
C	BP.5	3,0-3,5 m	sandig, grusig materiale		X	X	X
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

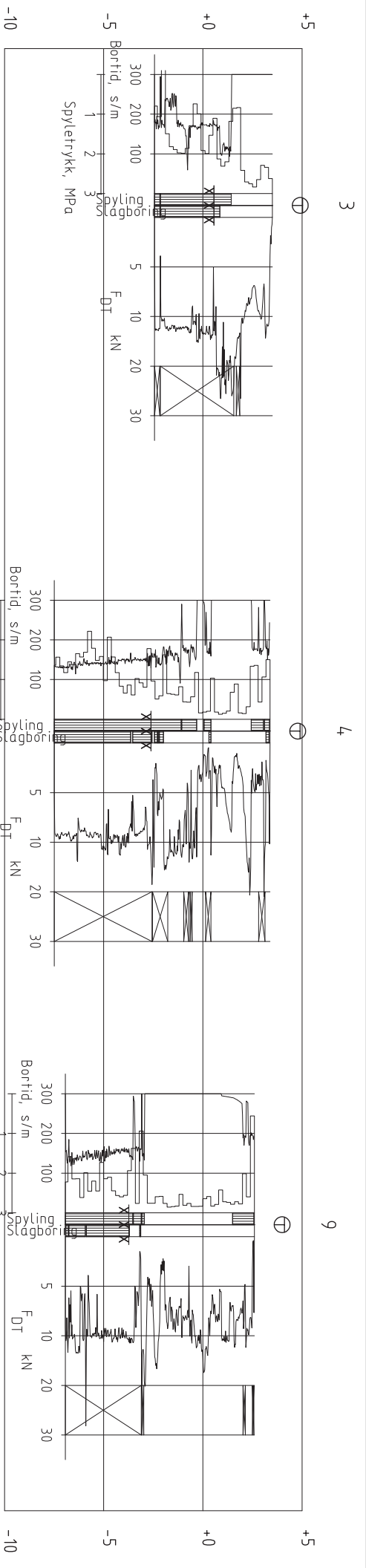
TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

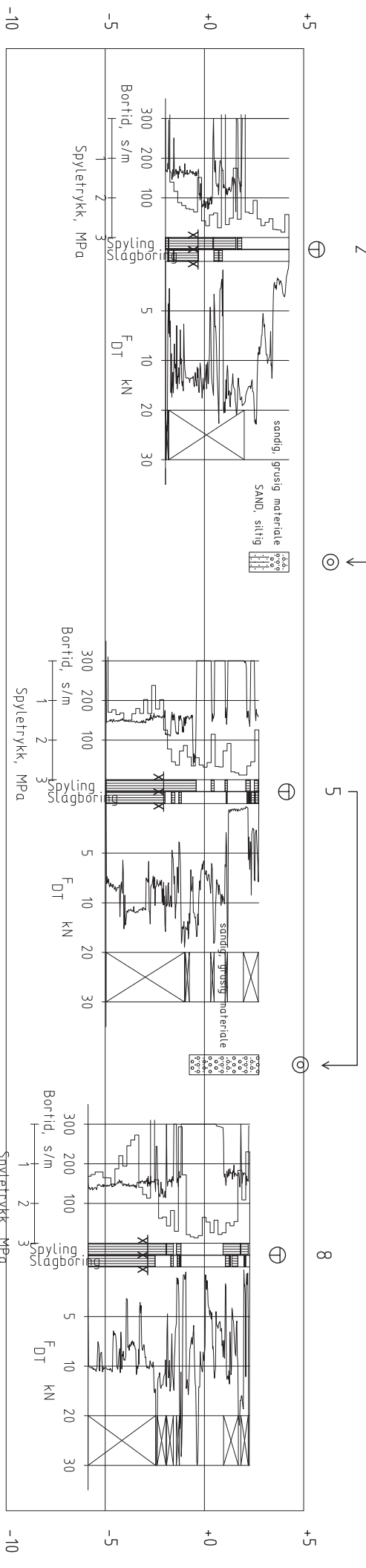
SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	13,3	T2		6,7	12,6		0,029	0,093	0,224	0,367
B	6,6	T2		5,1	63,2		0,040	0,176	0,972	2,540
C	10,3	T2		5,7	179,6		0,048	0,471	4,780	8,680
D										
E										

KORNGRADERING			
Norconsult AS Aker Solutions Strandvegen Tromsø		Kontrollert	Godkjent <i>JIR</i>
		Dato 22.10.2012	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer 711544	Tegnings nr. 60
		Rev.	



Profil A-A

1 : 200



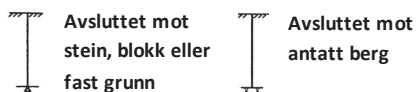
Profil B-B

1 : 200

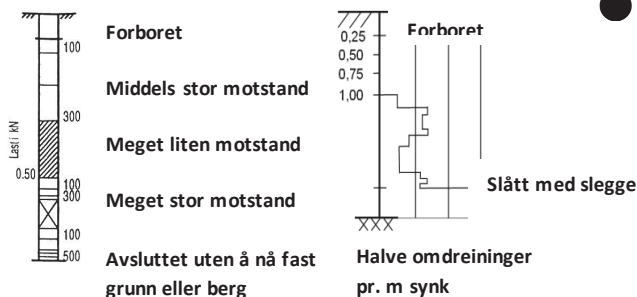
TEKNISKE FORKLARING		PRØVESERIE	
⊕ TOTALSØNDING		⊙ PRØVESERIE	
HØJDEREFERANSE: NCG			
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godk.
	Norconsult AS		A.S.
	Aker Solutions Strandvegen	Tegningens filnavn	GEOTEKNIKK
	Tromsø	Z:\0711\...711544-RIG-TEG-100	
		Undersøgt av	

PROFIL A & B		1 : 200	
MULTICONSULT AS		Kontrollert	
Fakøien 13, 9016 TRONDHØM		Godkjent dir	
Tlf.: 77 89 89 40 – Fax: 77 89 89 41		Rev.	
Dato	15.10.2012	Kontrollert	100
Oppdrag nr.	711544	bDD	
		Tegning nr.	





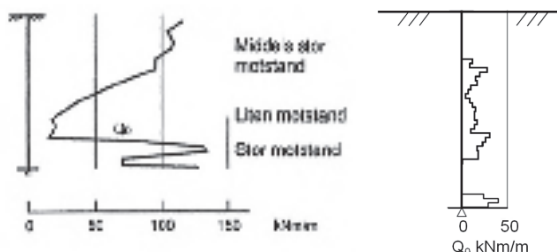
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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 $\frac{1}{2}$ -omdreinger pr. 0,2 m synk registreres.

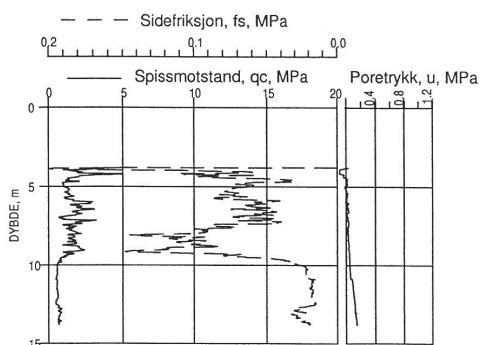
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstreke for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreinger. Skravur angir synk uten dreieing, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

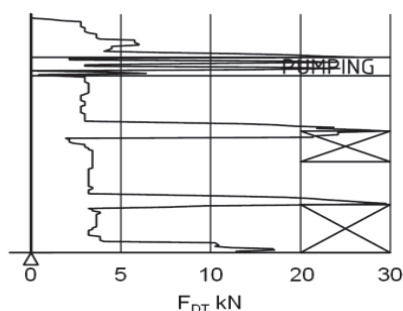
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

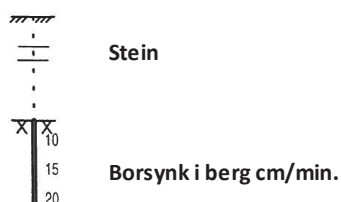


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreinger/min.

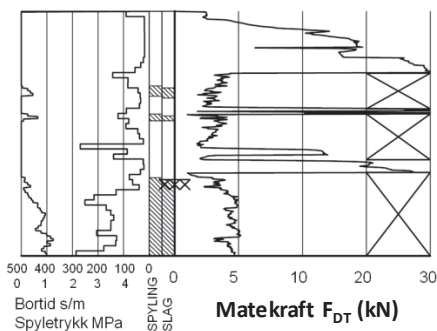
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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

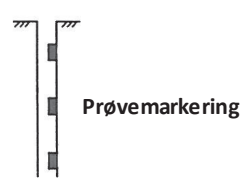


BERGKONTROLLBORING

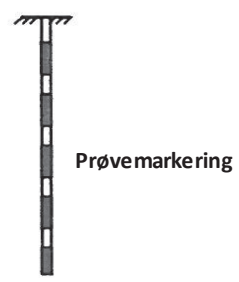
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering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



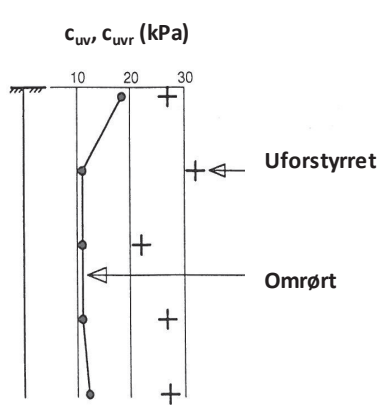
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
 Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette 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.



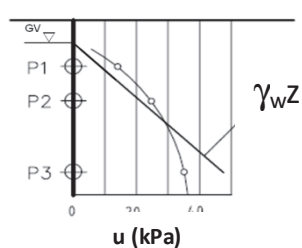
⊙ MASKINELL NAVERBORING
 Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom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



⊙ 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. Prøvesylindere kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindere 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 piezometerør 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 borhullet.

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

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, $\sigma' > \sigma'_c$
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_r . 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.

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

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

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnsvis 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