

---

RAPPORT

# Tana leirpollen

---

OPPDRAKSGIVER

Kystverket

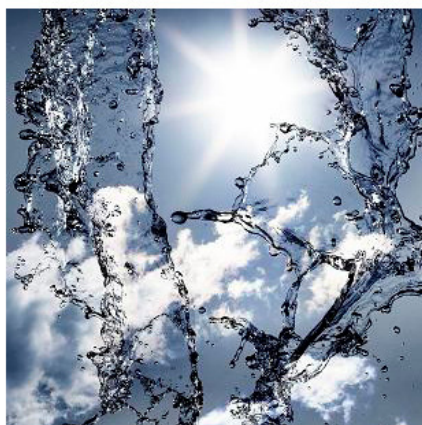
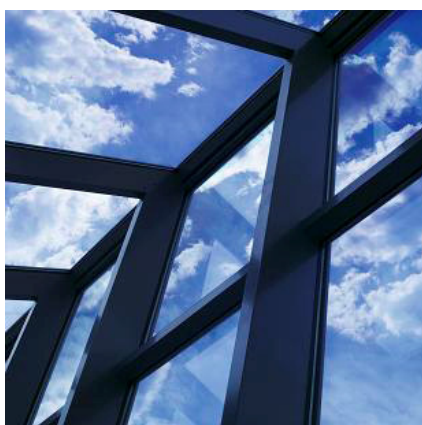
EMNE

Grunnundersøkelser – Orienterende  
geoteknisk vurdering

DATO / REVISJON: 3. APRIL 2014 / 00

DOKUMENTKODE: 711856-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>Tana leirpollen</b>	DOKUMENTKODE	711856-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Kystverket</b>	OPPDRAGSLEDER	Tore Braaten
KONTAKTPERSON	Arnt Edmund Ofstad	UTARBEIDET AV	Tristan Mennessier
KOORDINATER	SONE: UTM SONE 35 ØST: 553000   NORD: 7825800	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
KOMMUNE	Deatnu Tana		

## SAMMENDRAG

Kystverket planlegger utdypning i Leirpollen i Tana kommune.

Sjøbunnen i renna varierer mellom kote minus 8 og minus 15 og er generelt under kote minus 10. Grunnen består i hovedsak av et lag med økende sonderingsmotstand med dybden.

Løsmassene bestående av sand er lett mudderbart med de fleste typer av godt mudringsutstyr.

	3.4.2014		TRIM	DIR	TOB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Utførte undersøkelser.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Grunnforhold.....</b>	<b>5</b>
3.1	Henvisninger .....	5
3.2	Områdebeskrivelse .....	5
3.3	Løsmasser .....	6
<b>4</b>	<b>Orienterende geoteknisk vurdering .....</b>	<b>6</b>

### Tegninger

711856-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-1	} Borplaner
	-2	
	-3	
	-4	
	-10	Geotekniske data, borhull 11
	-60	Korngradering, borhull 11
	-100	Sonderinger

### Vedlegg

Geoteknisk bilag, felt- og laboratorieundersøkelser

## 1 Innledning

Kystverket planlegger utdypning i Leirpollen i Tana kommune.

Multiconsult AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen samt en orienterende geoteknisk vurdering av prosjektet.

## 2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 48 og 49 i 2013.

Boringene ble utført med vår borebåt MK Bore Cat.

Det er foretatt 22 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.

Borpunktene er innmålt med Trimble DGPS med nøyaktighet i xyz  $\pm 10$  cm.

Alle høyder i rapportens tekst og tegning refererer seg til Sjøkartverkets høydesystem. GPS i Bore Cat utfører høydemålinger i NN1954, og det er benyttet  $z_0=1,75$  ved omregning av høyder til sjøkartnull.

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. 711856-RIG-TEG-1 t.o.m. 4. Resultat av boringene er vist på tegning nr. 711856-RIG-TEG-100.

### 3.2 Områdebeskrivelse

Området er en renne mellom Leirpollen og Tanafjorden og er ca. 4500\*150 m<sup>2</sup>.

Sjøbunnen i renna varierer mellom kote minus 8 og minus 15 og er generelt under kote minus 10.

Sjøbunnen faller fra land med helning 1:5 eller slakere.



Figur 1 - Område

### 3.3 Løsmasser

Alle sonderinger er avsluttet 12 til 16,6 m under sjøbunnen uten å treffe på berg.

Sonderingsmotstanden i løsmassene øker med dybden fra liten til stor.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 11. Det vises til tegning nr. 711856-RIG-TEG-10. Prøveserien er avsluttet ca. 2 m under sjøbunn og består av ensgradert middels sand.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 711856-RIG-TEG-60.

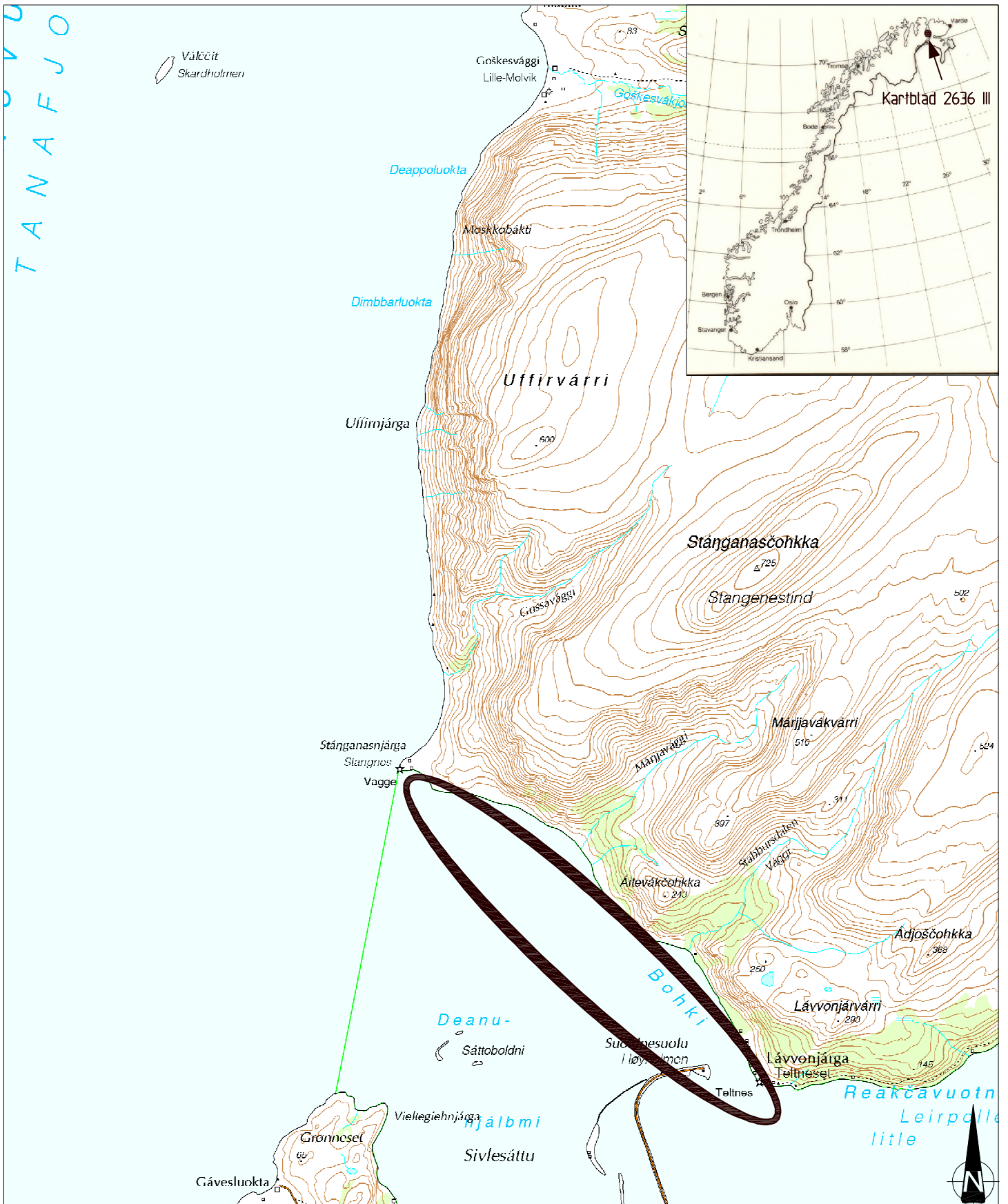
## 4 Orienterende geoteknisk vurdering

Det er planlagt mudring til kote minus 9,3. Alternativt er det tenkt mudring til kote muns 10,3. Renna er allerede blitt mudret før og hoveddelen av den ligger under kote minus 10.

Det er ikke påvist sprøbruddmateriale. Mudringsskråningene kan stå brattere enn 1:2. Over tid ventes denne å bli nedslaket til slakere enn 1:4.

Løsmassene bestående av sand er lett mudderbart med de fleste typer av godt mudringsutstyr.





# OVERSIKTSKART

Kystverket  
Leirpollen  
Tana

**MULTICONSULT AS**

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

Dato  
24.02.2014

Oppdragsnr.  
711856

Tegnet  
trim

Tegningsnr.  
RIG-TEG-000

Kontrollert  
tob

Rev.

Godkjent  
tob

Rev.

Tegningens filnavn

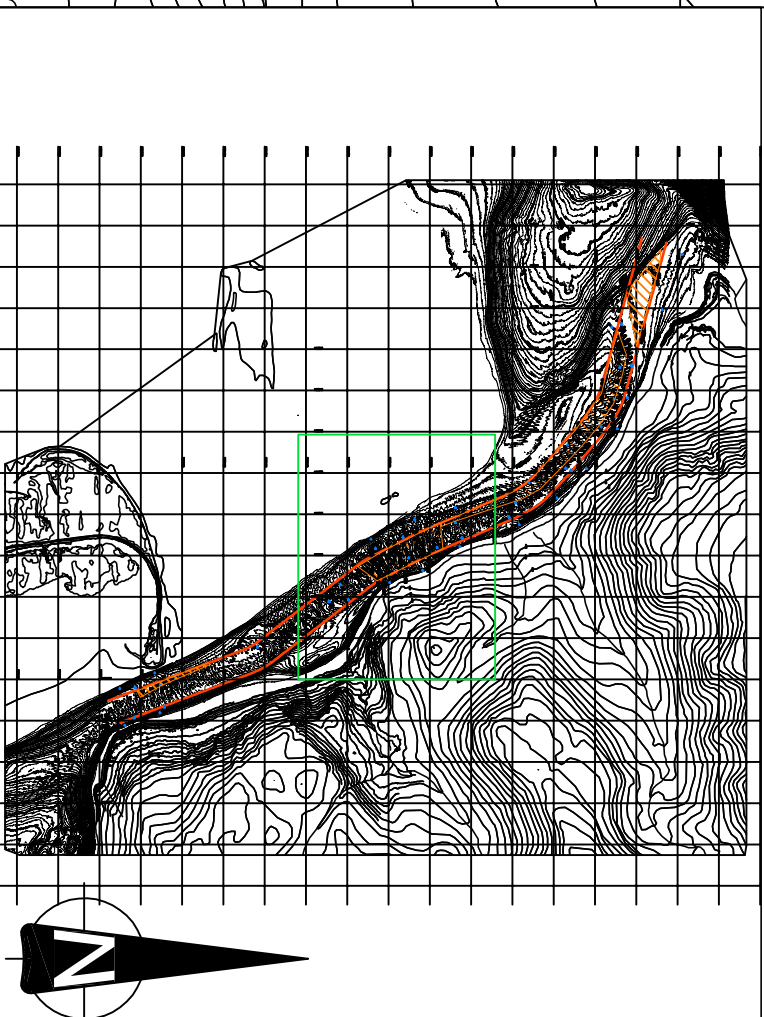
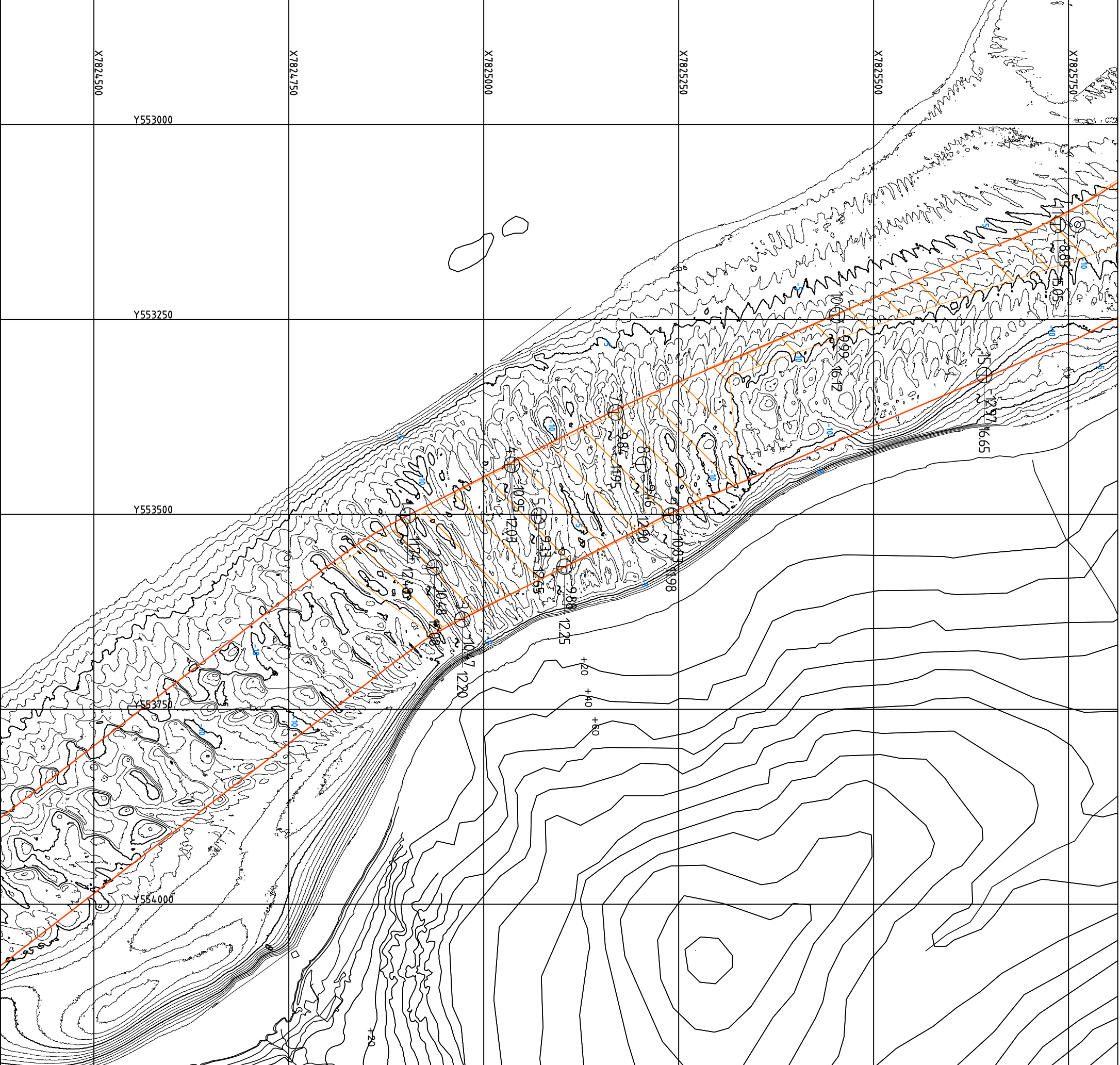
711856-RIG-TEG-000

Målestokk

1:50000

**Multiconsult**

www.multiconsult.no



TEGNFORKLARING: TOTALSONDERING PRØVESERIE ca. området over kote minus 10  
 TERRENGKOTE/SØBUNNKOTE BOKET DYBDE + BOKET I BERG  
 ANSAT BERGKOTE

LAB.BOK NR: 2125  
 KARTGRUNNLAG: digitalt kart fra kunden  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF UTM 35 HØYDEREFERANSE: Sjøkartverkets høydesystem

Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppdragsnr.	Tegningnr.	Rev.
	Kystverket Leirpollen Tand		711856	RIG-TEG-1	

Grunnundersøkelser  
 Borplan

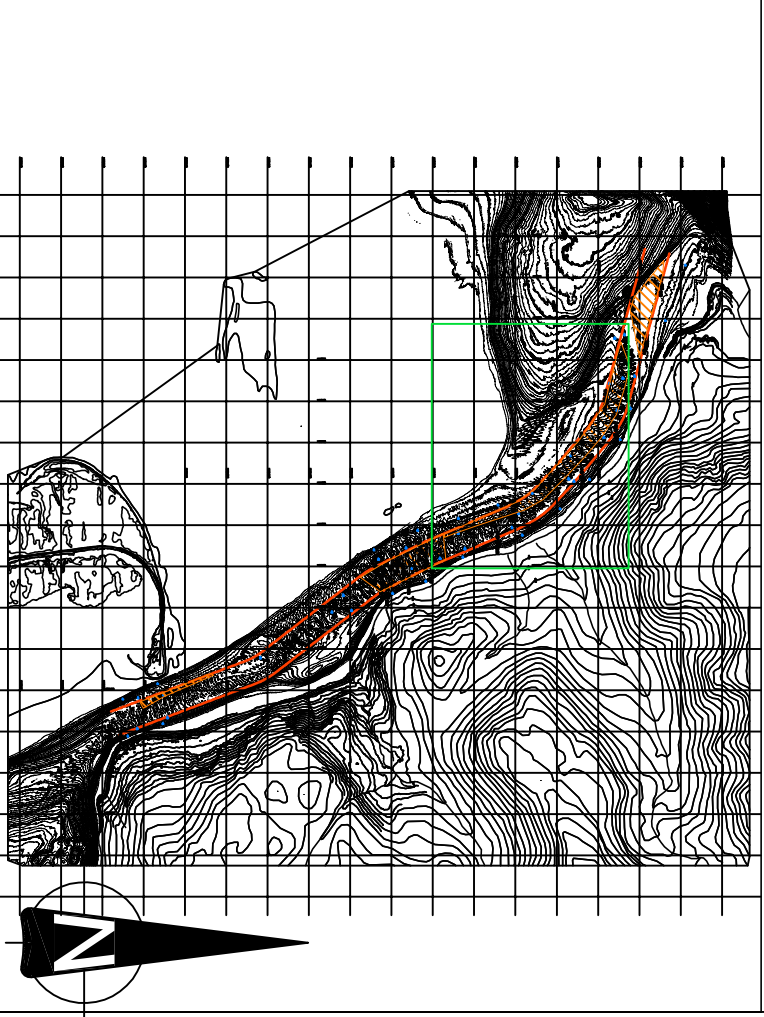
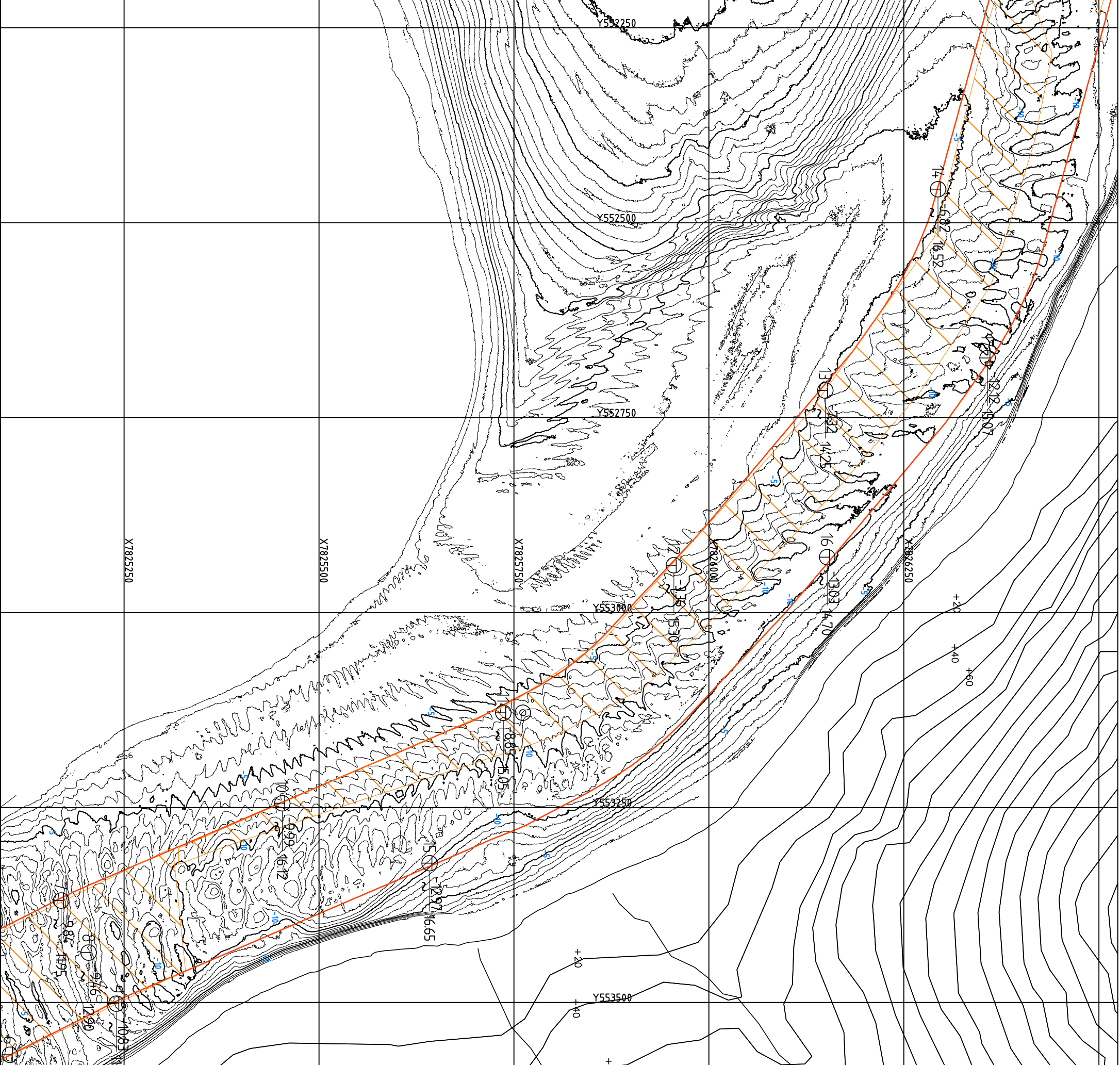
**MULTICONSULT AS**  
 Følveten 13, 9016 TRONHØI  
 Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41

Dato: 25.03.2014  
 Konstr./Tegnet: [Blank]  
 Kontrollert: [Blank]

**1: 5000**

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no





TEGNFORKLARING: TOTALSONDERING PRØVESERIE ca. området over kote minus 10

TERRENGKOTE/SØBUNNKOTE BOKET DYBDE + BOKET I BERG

ANLATT BERGKOTE

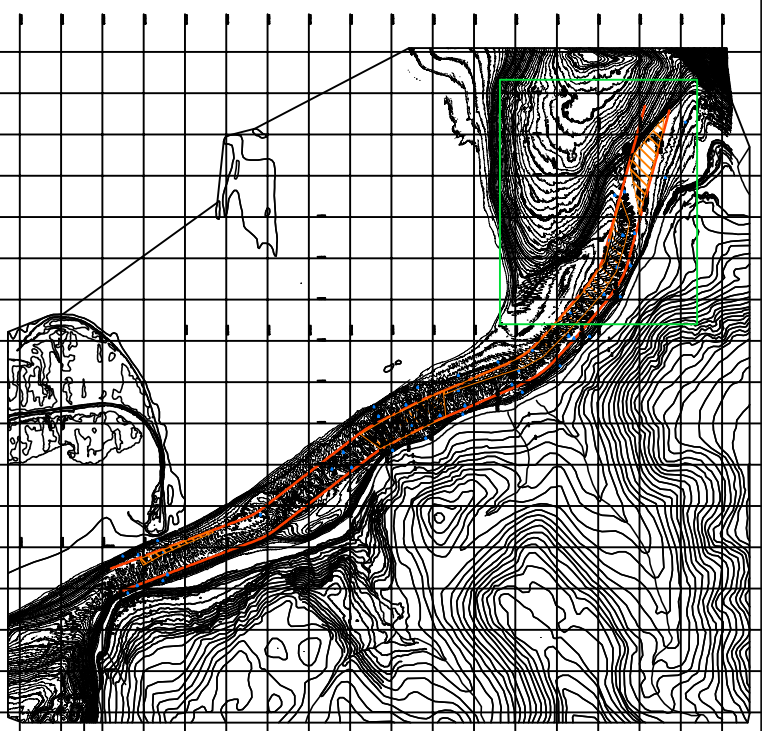
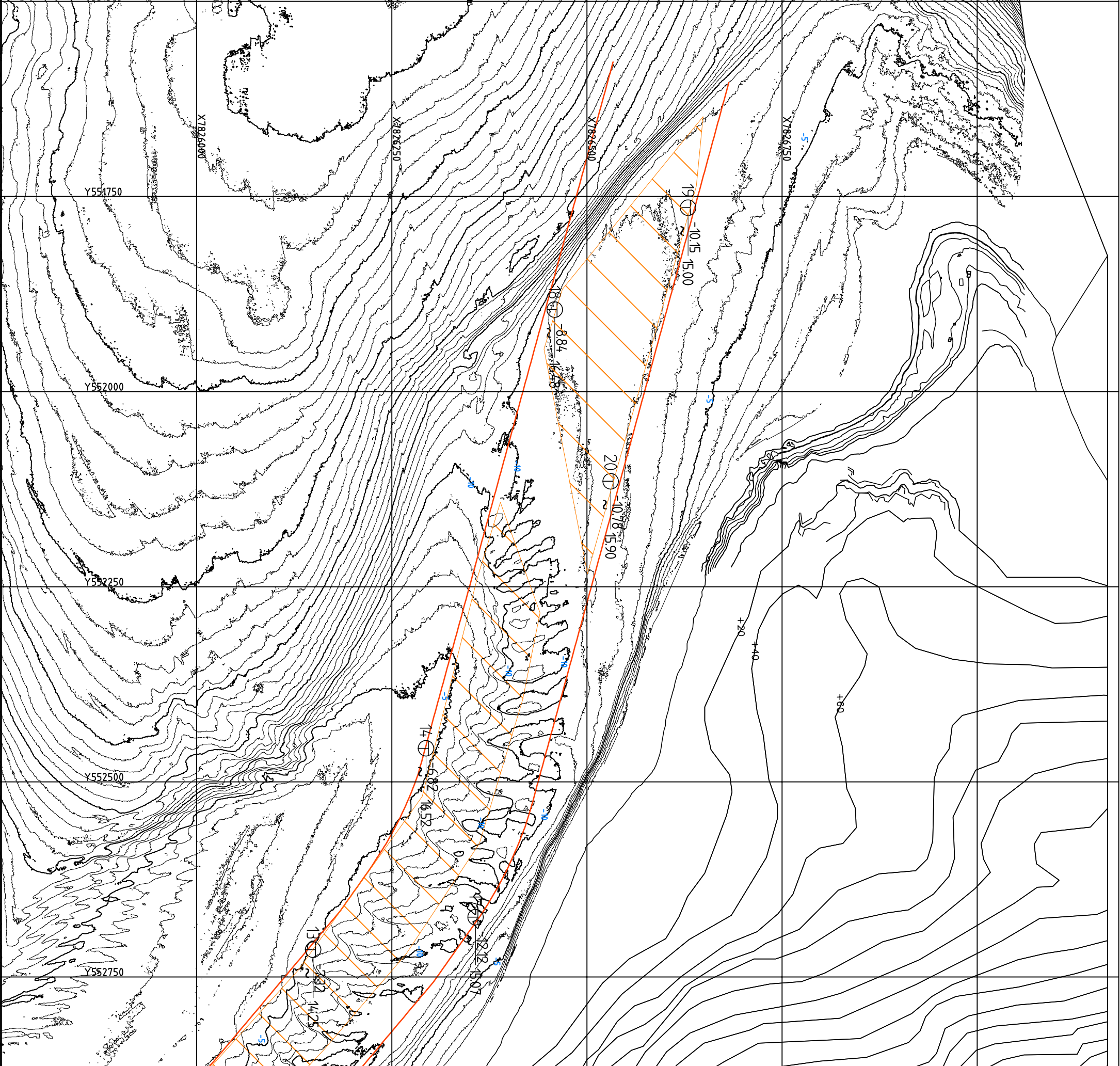
LAB.BOK NR: 2125  
 KARTGRUNNLAG: digitalt kart fra kunden

KOORDINATSYSTEM: EUREF UTM 35 HØYDEREFERANSE: Sjøkartverkets høydesystem

Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppr. formot	Tegn. Kontr. Godk.
	Kystverket Leirpollen Tand		A3	
	Grunnundersøkelser Borplan		Fag Geoteknikk	
	Målestokk		Tegningens filnavn 711856-RIG-TEG-001	
			Underlagets filnavn	

<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
Folvelien 13, 9016 TRONHØI		25.03.2014	TRM	dir		
Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnr.	Tegningnr.			
		711856	RIG-TEG-2			
<b>Multiconsult</b>		1: 5000				
www.multiconsult.no						





TEGNFORKLARING: TOTALSONDERING PRØVESERIE ca. området over kote minus 10

TERRENGKOTE/SØBUNNKOTE BOKET DYBDE + BOKET I BERG ANLÅT BERGKOTE

LAB.BOK NR: 2125

KARTGRUNNLAG: digitalt kart fra kunden

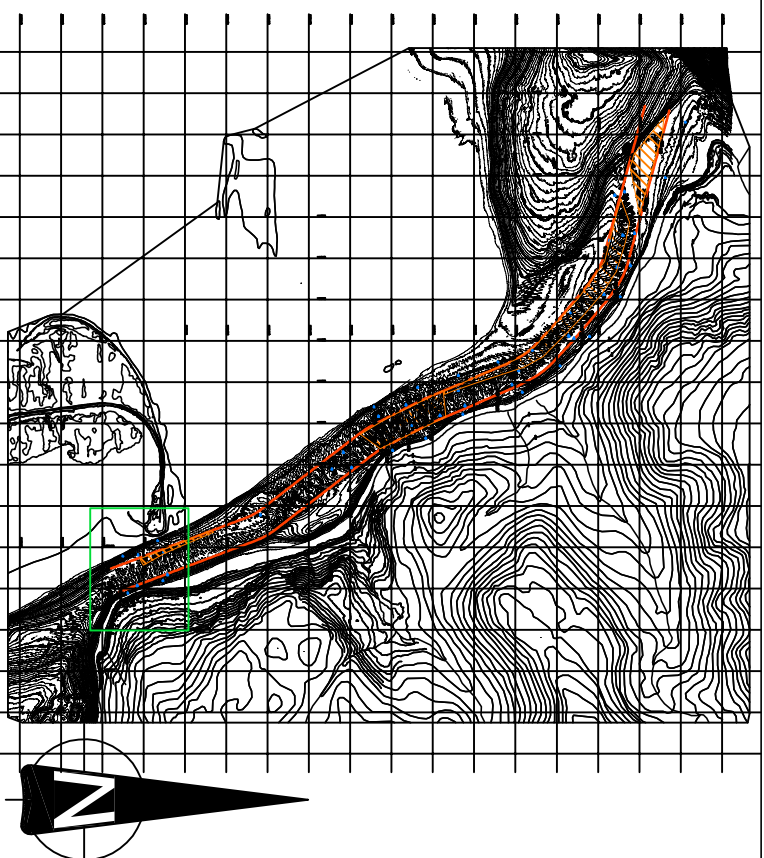
KOORDINATSYSTEM: EUREF UTM 35 HØYDEREFERANSE: Sjøkartverkets høydesystem

Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppr. formet	Tegn. / Kontr. / Godk.
	Kystverket Leirpollen Tand		AS	
	Grunnundersøkelser Borplan			
	Målestokk			

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
25.03.2014	711856		

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
25.03.2014	711856		

<b>MULTICONSULT AS</b>			
Folvelen 13, 9016 TRONHØI			
Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41			
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
25.03.2014	711856		
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no			



TEGNFORKLARING: TOTALSONDERING PRØVESERIE ca. området over kote minus 10  
 TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANLATT BERGKOTE

LAB.BOK NR: 2125  
 KARTGRUNNLAG: digitalt kart fra kunden







KOORDINATSYSTEM: EUREF UTM 35 HØYDEREFERANSE: Sjøkartverkets høydesystem

Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppr. formet	Tegn. Kontr. Godk.
	Kystverket Leirpollen TAND		AS	
	Grunnundersøkelser Borplan		Fag Geoteknikk	
	Målestokk		Underlagets filnavn	

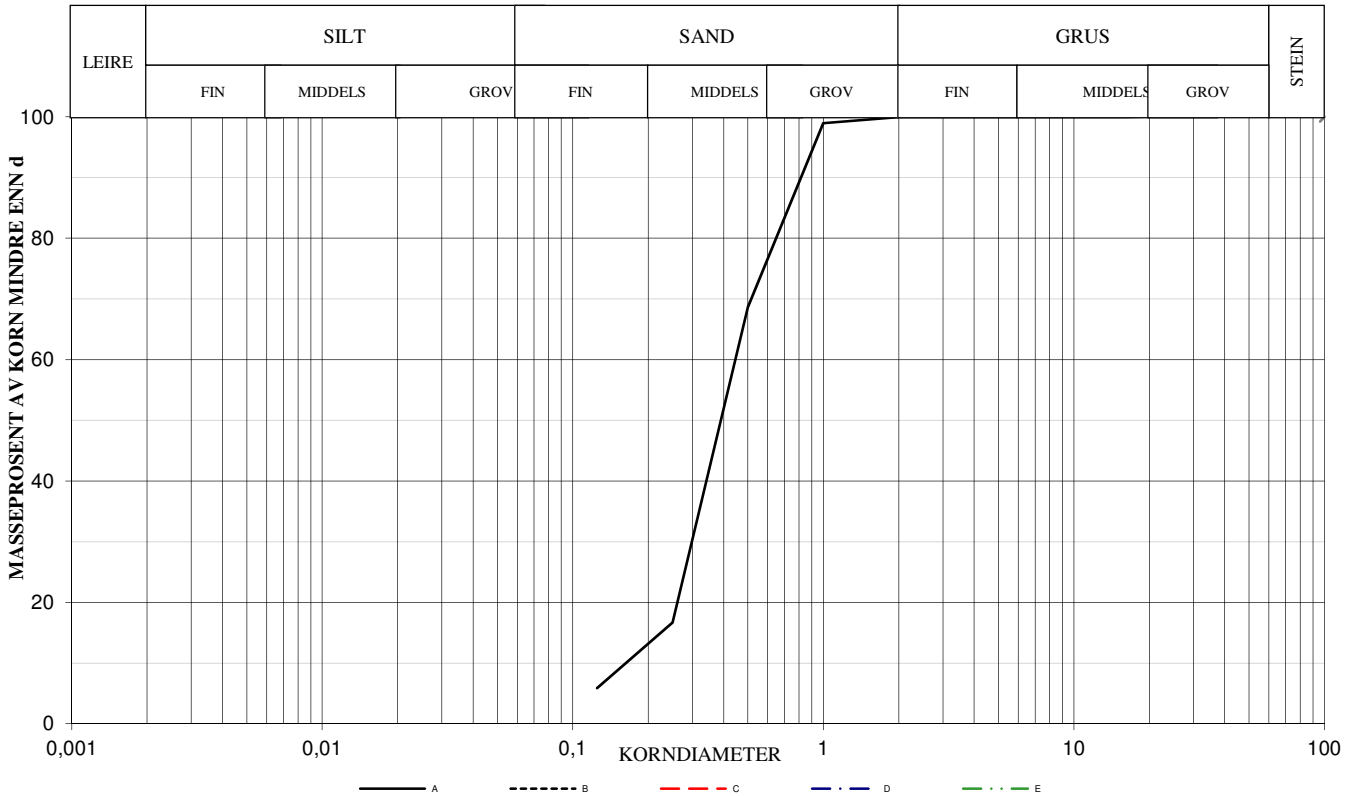
<b>MULTICONSULT AS</b> Følveten 13, 9016 TRONHØI Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Dato 25.03.2024	Konstr./Tegnet TMM	Kontrollert dir	Godkjent Rev.	1: 2000 <b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato 25.03.2024	Konstr./Tegnet TMM	Kontrollert dir	Godkjent Rev.	1: 2000 <b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no
Oppdragsnr. 711856		Tegningnr. RIG-TEG-4				



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					$S_t$ (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SAND, organisk																
	SAND ca. 17cm prøvemateriale		K														
10																	
15																	
20																	

<b>Symboler</b>  Vanninnhold  Plastisitetsindeks, $I_p$		 Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)  Omrørt konus  Uomrørt konus		$\rho$ = Densitet $S_t$ = Sensitivitet		T = Treaksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Korngradering		$\rho_s$ : 2.75 g/cm <sup>3</sup> Grunnvannstand: Borrbok: Lab-bok: 2125			
PRØVESERIE						Tegningens filnavn: <small>Z:\07111856\711856-03\ARBEDSGAR\0711856-01\0711856-07.FLT - 00_LABREGISTER\0711856-RIG-TEG-10.plt</small>					
Kystverket						Tegnet: RAGS					
Tana Leirpollen						Kontrollert: TRIM					
				Dato: 2014-03-25		Borhull: 11		Godkjent: TRIM			
				Oppdragsnummer: 711856		Tegningsnr.: RIG-TEG-10		Rev nr.:			

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	11	1,5-2,0m	Sand		X	X	
B							
C							
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

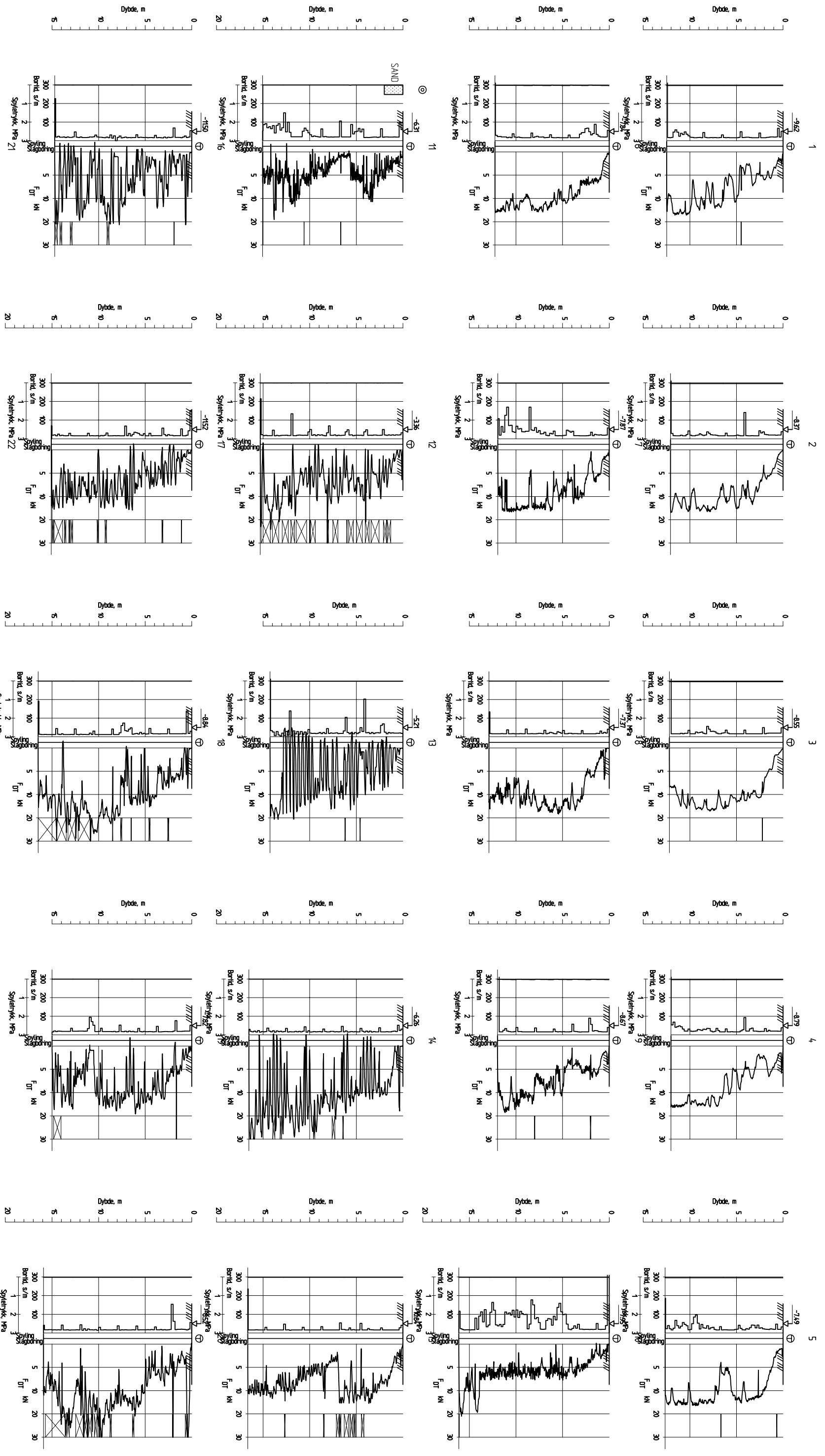
VS = Våt sikt

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	17,2					2,7	0,173	0,314	0,410	0,459
B										
C										
D										
E										

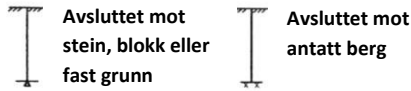
<b>KORNGRADERING</b>			
Kystverket Tana Leirpollen		Kontrollert	Godkjent
		Dato 27.03.2014	Multiconsult
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41	Oppdragsnummer 711856	Tegnings nr. 60	



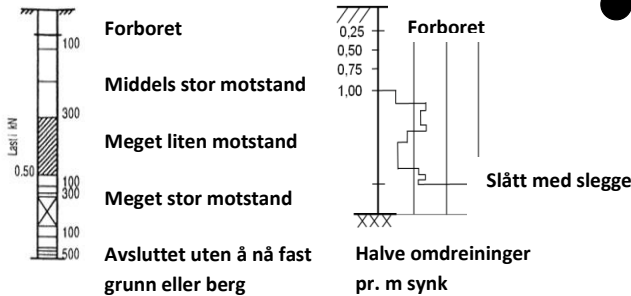


Rev.	Beskrivelse	Dato	Legn. Kontr. Godk.
	Kystverket Leirpollen Tand	Original format	Fog Geoteknikk
	Grunnundersøkelser Sonderinger	Tegningens filnavn 711856-RIG-TEG-001	Underlagets filnavn
	Målestokk	1:400	

<b>MULTICONSULT AS</b> Følveten 13, 9016 TRONHØI Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41			
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
25.03.2014	ERM	dir	lob
Oppdragsnr.	 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>		
711856	RIG-TEG-100		

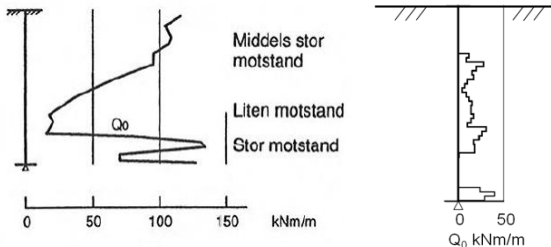


**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

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

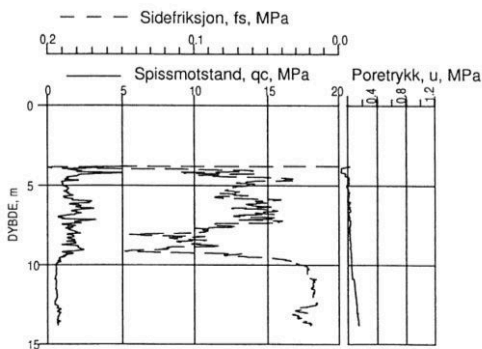


### RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.

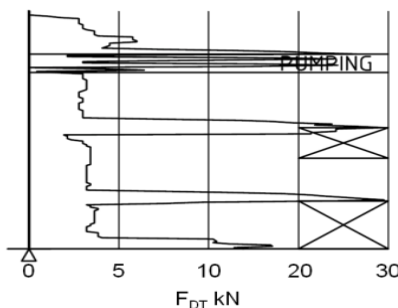
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



### 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).

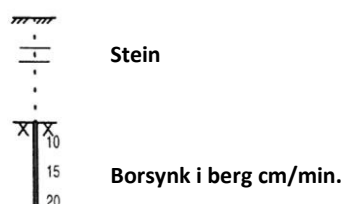


### DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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 omdreininger/min.

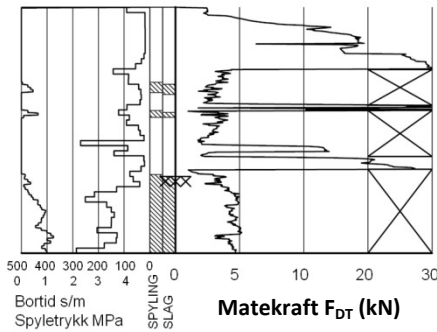
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



### BERGKONTROLLBORING

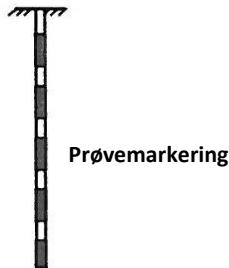
Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering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



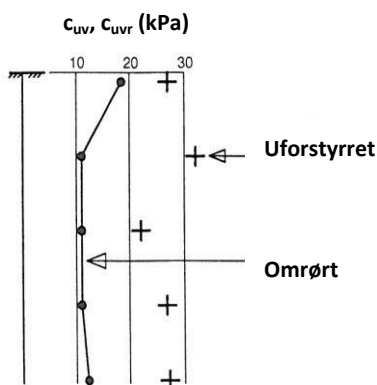
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant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



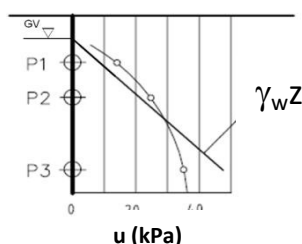
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet 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. 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  $65 \times 130$  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  $S_r = c_{uv}/c_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



**⊖ PORETRYKKS MÅLING (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 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
<b>Torv</b>	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.
<b>Gytje og dy</b>	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
<b>Humus</b>	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
<b>Mold og matjord</b>	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

**SKJÆRFASTHET**

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

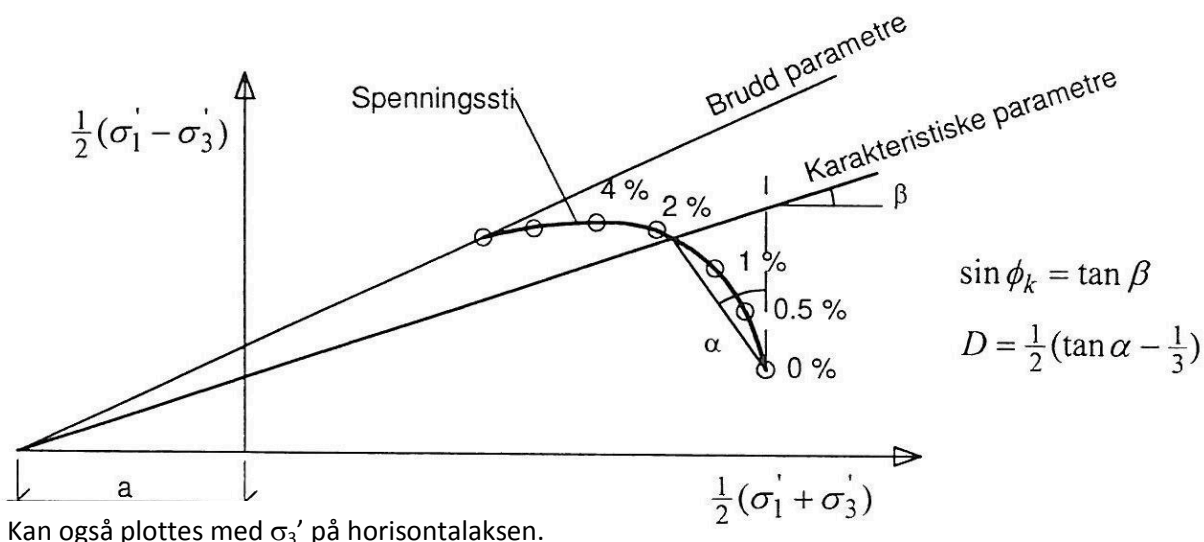
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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 poretrykksparementrene  $A$ ,  $B$  og  $D$  bestemmes fra forsøksresultatene.

**Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet,  $c_u$  (kPa)**

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ) (NS8016), konusforsøk ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering 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<sub>l</sub> %) OG PLASTISITETSGRENSE (w<sub>p</sub> %) (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)

<b>Densitet</b> ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
<b>Korndensitet</b> ( $\rho_s$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
<b>Tørr densitet</b> ( $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

### TYNGDETETHETER

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

### PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

<b>Poretall e</b> (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ( $e = n/(100-n)$ ) der n er porøsitet (%)
<b>Porøsitet n</b> (%)	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  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . 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, $\sigma' < \sigma'_c$ ( $\sigma'_c$ = 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  $\rho_r$  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 ( $w_{opt}$ ).

### 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-oksydasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.