
RAPPORT

Ballstad fiskerihavn

OPPDRAKSGIVER

Kystverket

EMNE

Grunnundersøkelse. Orienterende geoteknisk vurdering.

DATO / REVISJON: 25. mai 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 713385-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	Ballstad fiskerihavn	DOKUMENTKODE	713385-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelse. Orienterende geoteknisk vurdering.	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Sunniva Lorås
KONTAKTPERSON	Atle Rønning	UTARBEIDET AV	Sunniva Lorås
KOORDINATER	SONE: 33 ØST: 439025 NORD: 7551442	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	/ Vestvågøy		

SAMMENDRAG

Kystverket planlegger å utdype Ballstad fiskerihavn til kote minus 8 i indre og midtre del av havna, i ytre del av Hattvika samt muligens Kræmmarvika. Det er også gjennomført boringer for et mulig deponi lengst sør i havna.

Generelt er sjøbunnen slak på kote minus 5. Bergoverflaten varierer mye. Grunnen består generelt av et topplag av antatte sandmasser med innslag av et svakere lag som består av leirig organisk silt, med vanninnhold opptil 55%. Over berg er et lag med høy sonderingsmotstand, antatt morene.

I midtre og indre deler av havna samt i Kræmmarvika må det stedvis sprenges i berg for å komme ned til kote minus 8. For øvrig vil mudringen foregå i løst lagret leirig silt og fast morene. Det anbefales benyttet kraftig hydraulisk gravemaskin. Mudringskapasiteten i den faste morenen vil være lav, antagelig mindre enn 10%. Mudringsutbyttet kan økes ved at morenen løsgjøres med sprengning.

Det må ikke mudres nærmere strandsonen enn 12 m. I midtre del av havna må det holdes en avstand på 25 m, for at eksisterende molo/kai ikke skal påvirkes.

Dersom det ønskes å benytte mulig deponi helt sør i havna, bør det etableres omfatningsmolo for å holde massene på plass.

00	25.05.2016		SUL	DIR	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	Morenehorisont	6
4.	Sikkerhetsprinsipper	7
4.1	Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander	7
5.	Geoteknisk vurdering	7
5.1	Områdestabilitet	7
5.2	Lokalstabilitet	7
5.2.1	Mudring midtre havn	7
5.2.2	Mudring Hattvika	8
5.2.3	Mudring Kræmmarvika	8
5.2.4	Deponi	8

Tegninger

713385-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan nord
	-002	Borplan sør
	-010	Prøveserie, bp. 24
	-060	Korngradering, bp. 24
	-100	Profil A og B
	-101	Profil C og D
	-102	Profil E og F
	-103	Profil G og H
	-104	Profil I og J

Vedlegg

Vedlegg 1 Stabilitetsberegning profil D
 Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser
 Koordinatliste

1. Innledning

Kystverket har under utvikling et prosjekt i Ballstad fiskerihavn i Vestvågøy kommune.

Multiconsult 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.

2. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i slutten av uke 16 år 2016.

Boringene ble utført med vår borebåt MK Borebas.

Det er foretatt 24 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 til Sjøkartnull.

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. 713385-RIG-TEG-001 og -002. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 713385-RIG-TEG-100 tom. -104.

3.2 Områdebeskrivelse

Området som er undersøkt er avgrenset til Ballstad havn, og har en total lengde på ca. 1 km.

Dypeste punkt i havna er i starten av innseiling og er på 18 meter. For øvrig ligger dybden på ca. 5 meter med lokalt grunnere partier.

Bunnhelningen er generelt slakere enn 1:10. Med unntak av der det er kaier eller fyllinger i sjøen stiger terrenget ca. 1:4 opp mot strandlinjen.

Ortofoto av området er vist i figur 1.



Figur 1 – Undersøkt område

3.3 Løsmasser

Samtlige sonderinger er avsluttet i berg. Bergoverflaten i borpunktene ser ut til å være svært varierende innenfor korte avstander noe som indikerer bratte fjellpartier. Påviste bergnivåer er mellom kote minus 18 og minus 3.

Løsmassetykkelsen varierer mellom 0 og 7 m.

Grunnen er svært varierende og består av ett til tre lag. Stedvis er der et 0-3 m tykt topplag med middels sonderingsmotstand. Derunder et lag med lav til middels sonderingsmotstand i en tykkelse på 1-5 m. Over berg er et inntil 3 m tykt lag med høy sonderingsmotstand.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 24. Det vises til tegning nr. 713385-RIG-TEG-010.

Prøveserien er avsluttet ca. 2,5 m under sjøbunn. Denne viser at det bløte laget her er leirig, organisk silt med vanninnhold mellom 30 og 55%. Udrenert skjærstyrke er målt fra 15 økende til 25 kPa med dybden. Omrørt skjærstyrke er 4 kPa, med sensitivitet mellom 4 og 7.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 713385-RIG-TEG-060.

3.3.1 Morenehorisont

Lengst nord ligger overflaten av det antatte morenelaget på kote minus 9 og 11. Litt lenger sør sammenfaller morenehorisonten med sjøbunnen på kote minus 3 til minus 6, før morenehorisonten synker ned til kote minus 11 midt i havna. For øvrig varierer morenehorisonten. I Hattvika ligger morenehorisonten på kote minus 10 og 18, mens den i Kræmmarvika sammenfaller med sjøbunnen på kote minus 2. Morenelaget forventes å være steinholdig.

4. Sikkerhetsprinsipper

4.1 Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt:

Geoteknisk kategori:	2
Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC):	2
Grunntype seismisk påvirkning:	E
Tiltaksklasse iht. PBL:	2
Kontrollklasse for prosjektering og utførelse:	«Normal»

5. Geoteknisk vurdering

Det skal mudres ned til kote minus 8 i midtre og indre del av havn, i ytre del av Hattvika og muligens i Kremmarvika.

5.1 Områdestabilitet

Flyfoto over området viser berg i dagen i strandsonen, der det ikke tidligere er fylt ut.

Det er ikke påtruffet sprøbruddmateriale, og det er derfor ingen fare for omseggripende leirskred verken som følge av aktivitet på land eller som følge av mudring.

5.2 Lokalstabilitet

5.2.1 Mudring midtre havn

Det er utført stabilitetsberegninger av mudring i indre deler av havna, med hensyn til stabilitet av kai. I henhold til NS-EN 1997:2004+NA:2008 Eurocode 7 Tabell A.2 kreves det $\gamma_m \geq 1,25$ ved effektivspenningsanalyse, og $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse.

Beregninger er utført med ytre vannstand på kote 0 LAT som tilsvarer kote minus 1,69 i NN1954. Det er brukt en nyttelast på 10 kPa, med sikkerhetsfaktor 1,3, $q=13$ kPa.

Materialparameterne er presentert i tabell 1.

Tabell 1 - Materialparametere

Material	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Drenerte styrkeparametere	Udrenerte styrkeparametere (aktiv)
Fyllmasser	19	$\varphi_k=45^\circ$, $a=0$	
Topplag av ant. sand	19	$\varphi_k=35^\circ$, $a=0$	
Leirig silt	18	$\varphi_k=26^\circ$, $a=0$	$Su_0=23$ kPa $Su_1=41$ kPa
Morene	19	$\varphi_k=43^\circ$, $a=0$	

Beregningene presentert i vedlegg 1. I totalspenningsanalysen har eksisterende fylling fra land en stabilitet på $F=1,17$. For at mudring ned til kote minus 8 ikke skal redusere stabiliteten ytterligere bør mudring til kote minus 8 ikke komme nærmere 25 m unna kaifront/molofront.

Dersom nærmere mudring skal vurderes må det enten gjennomføres stabiliserende tiltak eller gjøres supplerende grunnundersøkelse tett inn mot aktuelle konstruksjoner for å påvise at grunnforholdene her er bedre enn det en kan anta ut fra foreliggende grunnundersøkelser.

Generelt i indre og midtre del av havna viser sonderingene en svært variert sjøbunn. Der det er påvist harde masser kan mudringsutbyttet økes ved at de faste massene løsgjøres med sprengning.

Da mudringen vil veksle mellom mudring av utsprengt berg, meget fast morene og bløte siltmasser bør mudringen gjennomføres med en kraftig hydraulisk gravemaskin.

5.2.2 *Mudring Hattvika*

Massene viser middels sonderingsmotstand, og antas å bestå av siltig sandig materiale.

Ekisterende sjøbunn ligger på kote minus 5 innerst i havna, og synker med helning 1:10 ned til kote minus 10, og 1:7 videre ned til kote minus 15 før sjøbunnen slakes ut.

Mudringskråninger vil kunne slakes ut til 1:4 over tid, og mudringsfeltet bør derfor ikke legges nærmere landfyllinger enn 12 m.

5.2.3 *Mudring Kremmarvika*

Sonderingene viser en løsmassetykkelse fra 0,5 til 2 m, som består av fast morene over berg.

Mudringskapasiteten i den faste morenen vil være lav, antagelig mindre enn 10%.

Mudringsutbyttet kan økes ved at morenen løsgjøres med sprengning.

Sjøbunnen ligger på ca. kote minus 2, som kan medføre sprengning opptil 6 m for å komme ned til kote minus 8.

Mudringskråninger i den faste morenen kan stå tilnærmet vertikalt i kortere tid. De bør imidlertid slakes ned til 1:2 eller slakere.

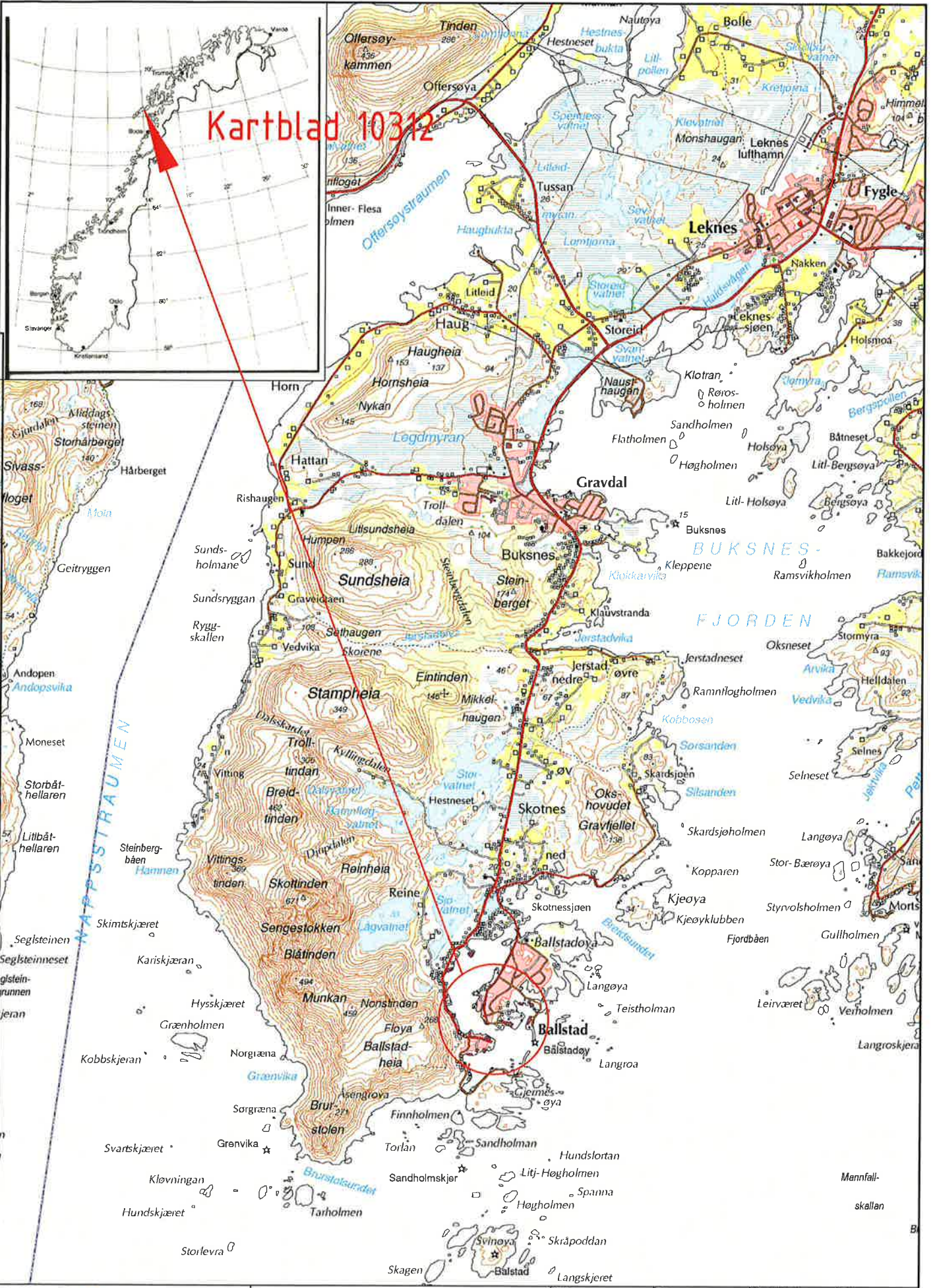
5.2.4 *Deponi*

Løsmassetykkelsen i mulig deponi er mellom 1,7 og 2,7 m, og viser middels til stor sonderingsmotstand. Bratteste helning ut mot dypeste punkt i havna er 1:7. Eventuell deponering i dette området vil høyst sannsynlig føre til at massene glir ut og ned til dypeste punkt i havna. Tiltak vil være å etablere omfatningsmolo. Stabilitet av denne ser ut til å være tilfredsstillende, men må detaljberegnes av geotekniker før utførelse.

Siltige mudringsmasser må forventes å ha dårlig bæreevne dersom de anbringes i fylling innenfor omfatningsmolo. For at de skal kunne trafikkeres kort tid etter at de er lagt ut må det påregnes et ca. 1 m tykt lag med sprengstein.

Setninger må påregnes og det antas at de vil utvikles over mer enn 1 år.

Kartblad 10312

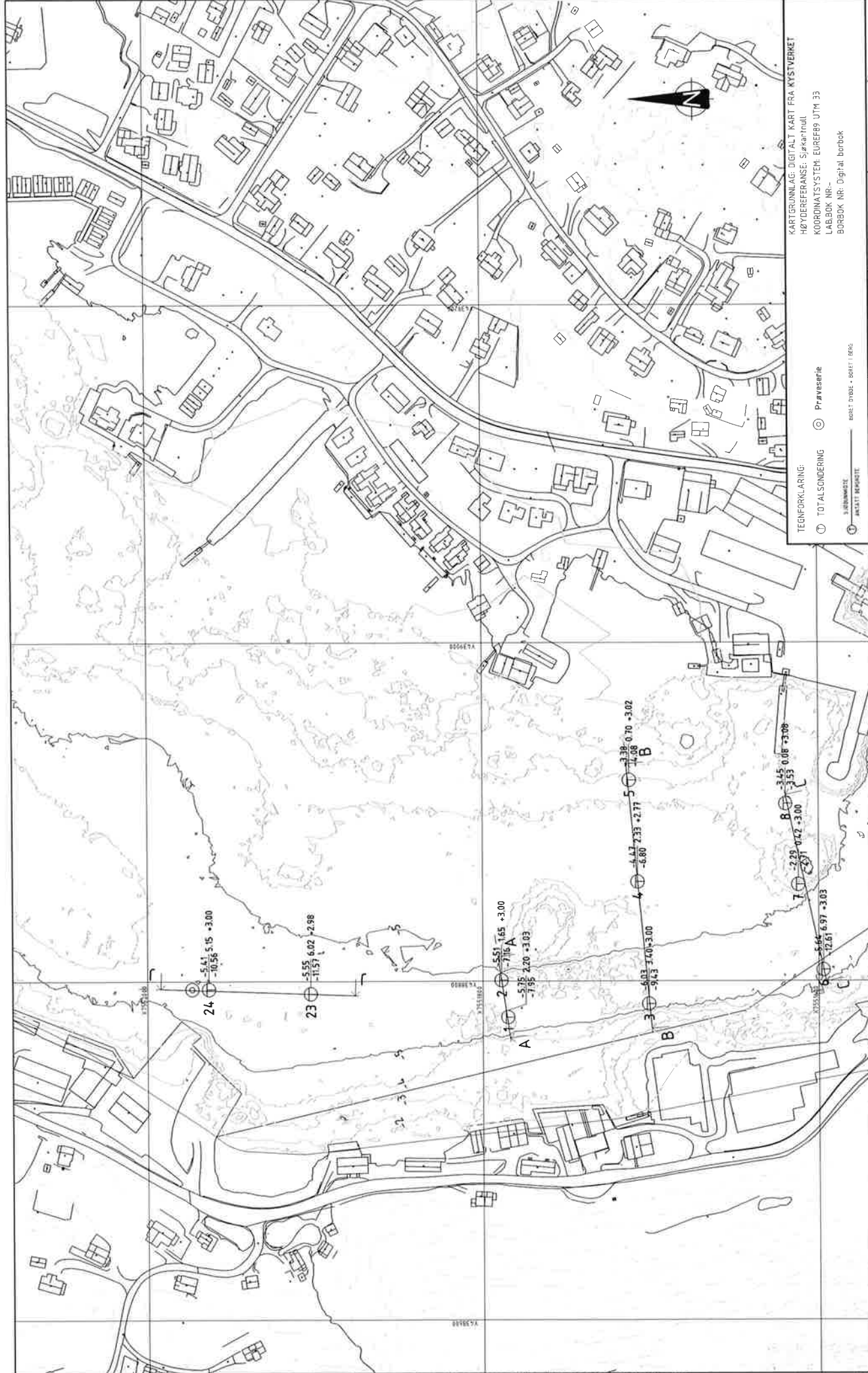


Z:\0713385\713385-03 ARBEIDSOBRÅDE\713385-01 RIG\713385-05 MODELLER\713385-RIG-TEG-000.dwg - Layout: [A4 Stående skjema (2)] - Plottet av: sul, Dato: 2016.05.25 kl 13:55

Multiconsult
www.multiconsult.no

KYSTVERKET
Ballstad fiskerihavn
Grunnundersøkelse
Oversiktskart

Status	Fag	Original format	Dato
Konstr./Tegnet sul	Geoteknikk	Godkjent erbk	25.05.2016
Operasjon:	Kontrollert	Godkjent erbk	Målestokk 1:25000
713385	Tegningsnr.		Rev.
	RIG-TEG-000		



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KÅRT FRA KYSTVERKET
 HØYDEREFERANSE: SJØKANTMÅL
 KOORDINATSYSTEM: EUREFER99 UTM 33
 LAGBOK NR.:
 BOKBOK NR.: Digital bokbok

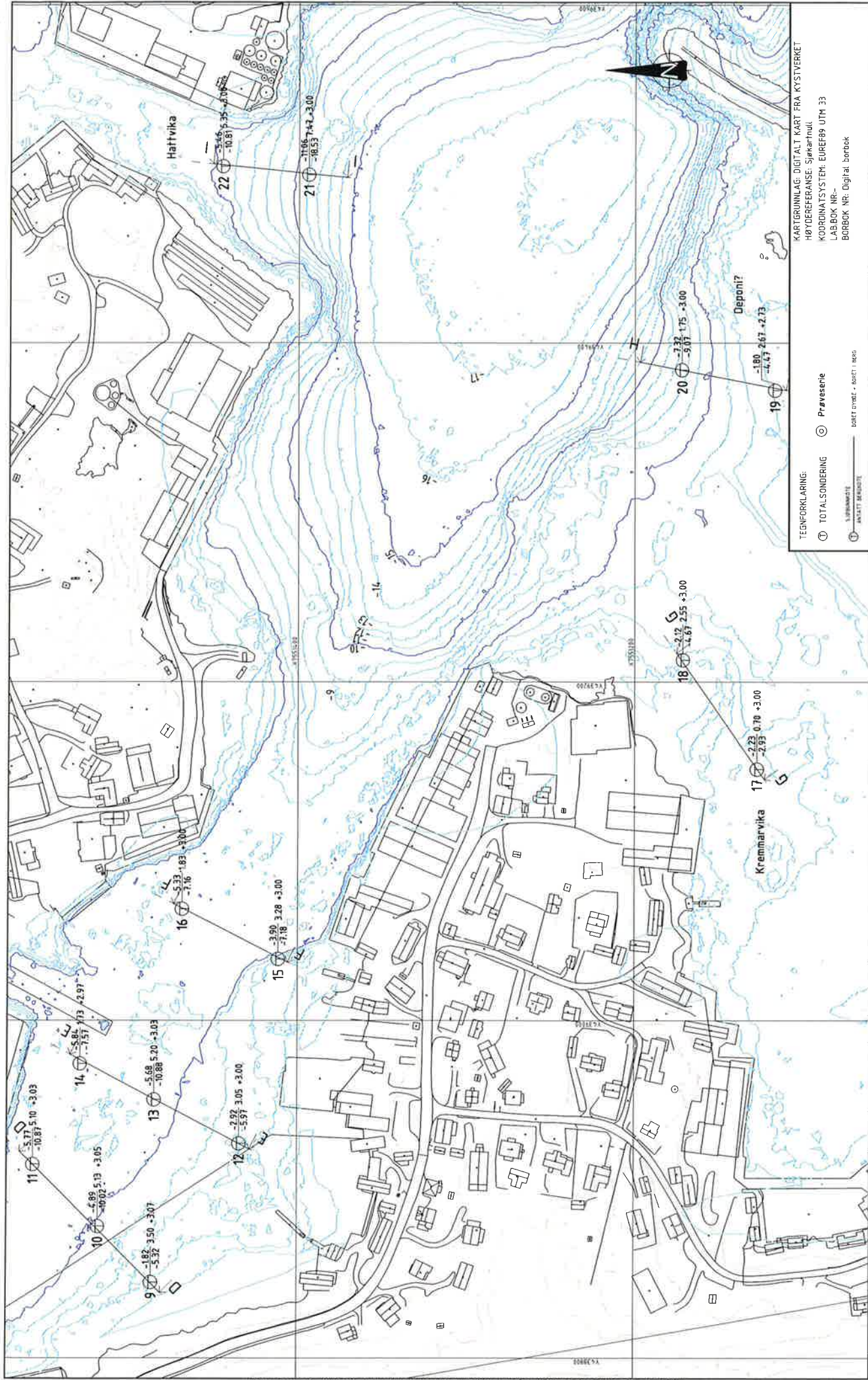
TEGNFORKLARING:
 ○ TOTALSONDERING ⊙ Prøveserie
 ⊕ SIBENMÅTET ⊖ BOKET PÅBOK - BOKET I BOK
 ⊕ AKTIVT BEGRÆNSET

Rev.	00	Rev.	00
Oppdragsnr.	713385	Tegningsnr.	RIG-TEG-001
Konstr./Tegner	SUL	Kontrolleret	ERBK
Status		Fag	Geoteknikk
Oppdragsnr.	713385	Original format	A3
Konstr./Tegner	SUL	Målestokk	1:2000
Status		Dato	25.05.2016

KYSTVERKET
 Ballstad fiskerihavn
 Grunundersøkelse
 Borplan nord

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.	Godkj.
x			xxx	xxx	xxx
			xxx	xxx	xxx








TEGNFORKLARING:
 ① TOTALSONDERING ② Prøveseriet
 ③ SUPPLERINGSKILT ④ BORET DYBDE - BORET I RING
 ⑤ ANVISTE MÅLEPOST

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KYSTVERKET
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNØD
 KOORDINATSYSTEM: EUR6989 UTM 33
 LABBOK NR.:
 BORRBOK NR.: Digitalt borrbok

Rev.	Bestrirelse	Endr. liste	Dato	xxx	xxx	xxx	xxx
x				Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Multiconsult www.multiconsult.no				KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunndersøkelse Borplan sør			
Status Konstr./Tegnet Oppdrag nr.				Fag Geoteknikk Kontrollert Godkjent Tegningsnr.	Original format A3 Målestokk ERBK ERBK 1:2000	Dato 25.05.2016	Rev. 00
				713385	RIG-TEG-002		00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udreneret skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SILT, leirig, organisk	skjellrester	K						1.83	52						5	
									1.71	59						4	
									1.86							6	
10																	
15																	
20																	

Symboler

 Vanninnhold
 Plastisitetsindeks, I_p
 Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)
 Omrørt konus
 Uomrørt konus
 ρ = Densitet
 S_t = Sensitivitet
 NP= Non plastisk
 T = Treaksialforsøk
 \emptyset = Ødometerforsøk
 K = Korngradering
 ρ_s = 2.75 g/cm³
 Borbok:
 Lab-bok: 3097

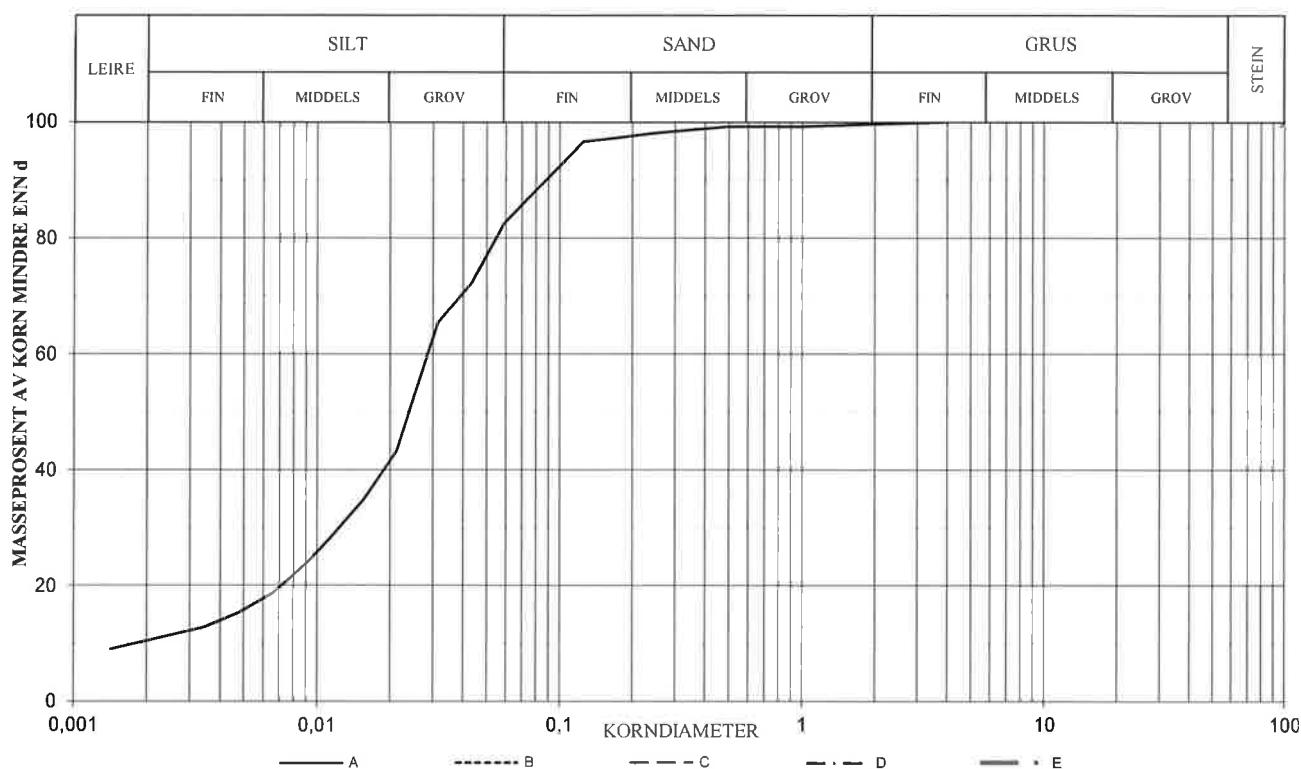
PRØVESERIE

Kystverket
Ballstad fiskerihavn

Multiconsult

Tegningens filnavn:	
Dato: 2016-05-19	Borhull: 24
Oppdragsnummer: 713385	Tegningsnr.: RIG-TEG-010
Tegnet: HANNEK	
Kontrollert: RAGS	
Godkjent: SUL	
Rev nr.:	

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	24	1,0-1,8 m	SILT, leirig	Skjellrester	X	X	X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

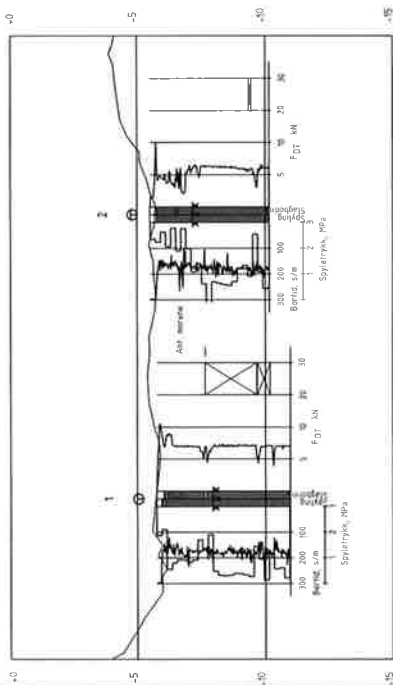
TS = Torr sikt

VS = Våt sikt

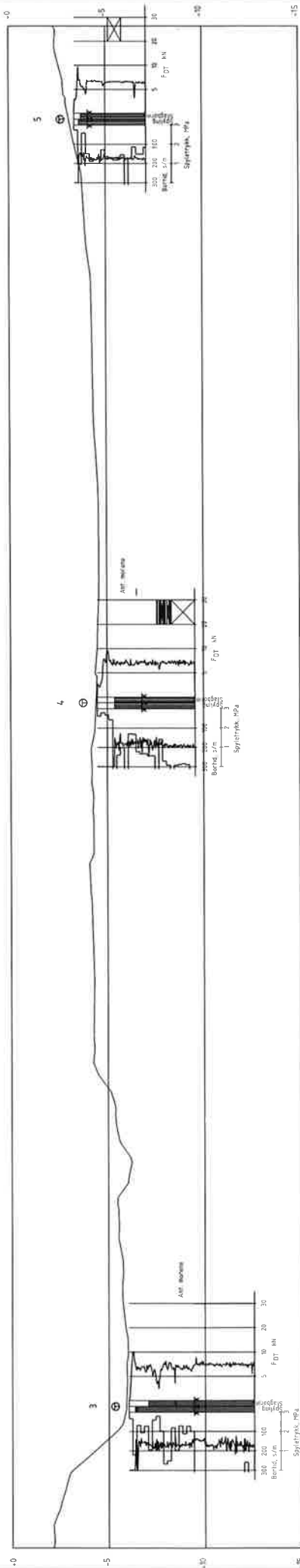
HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	<0,063 mm %	<0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	50,3	T4	82,4	41,4		14,8	0,002	0,013	0,024	0,029
B										
C										
D										
E										

KORNGRADERING		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket		HANNEK	RAGS	
Ballstad fiskerihavn		Dato	Godkjent	
Ballstad		19.05.2016	SUL	
MULTICONSULT AS		Oppdragsnummer	Tegnings nr.	Rev.
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		713385	060	



Profil A-A



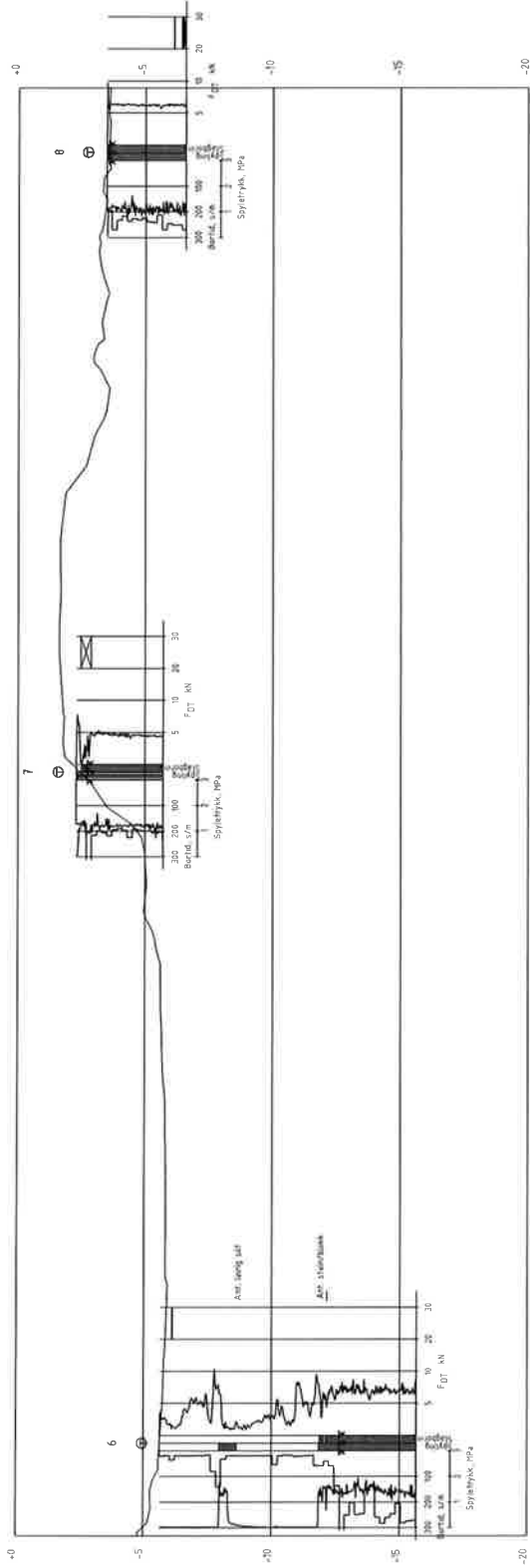
Profil B-B

Rev.	Beskrivelse	Endr./liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
A		XX.XX.XXXX	XXX	XXX	XXX	XXX

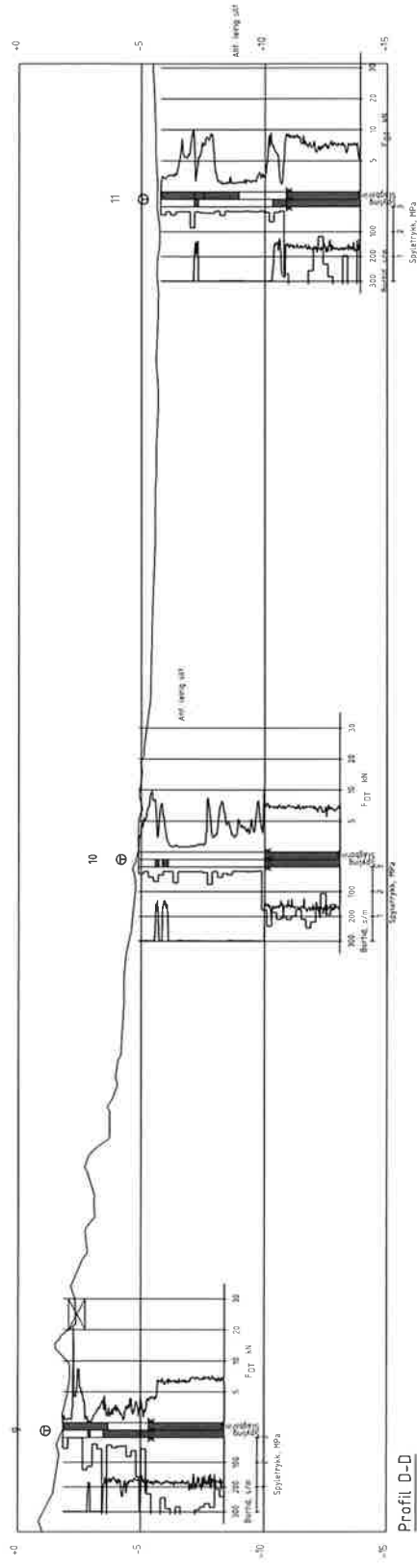
Multiconsult
www.multiconsult.no

KYSTVERKET
Ballstad fiskerihavn
Grunnundersøkelse
Profil A og B

Status	Oppdragsnr.	713385	Original format	A3	Dato	25.05.2016
Konstr./tegnar	SUL		Godgjent	ERBK	Målestokk	1:200
Fag	Geoteknikk	BGJ	Kontrollert			
Tegn.			Tilpassning:	RIG-TEG-100	Rev.	-

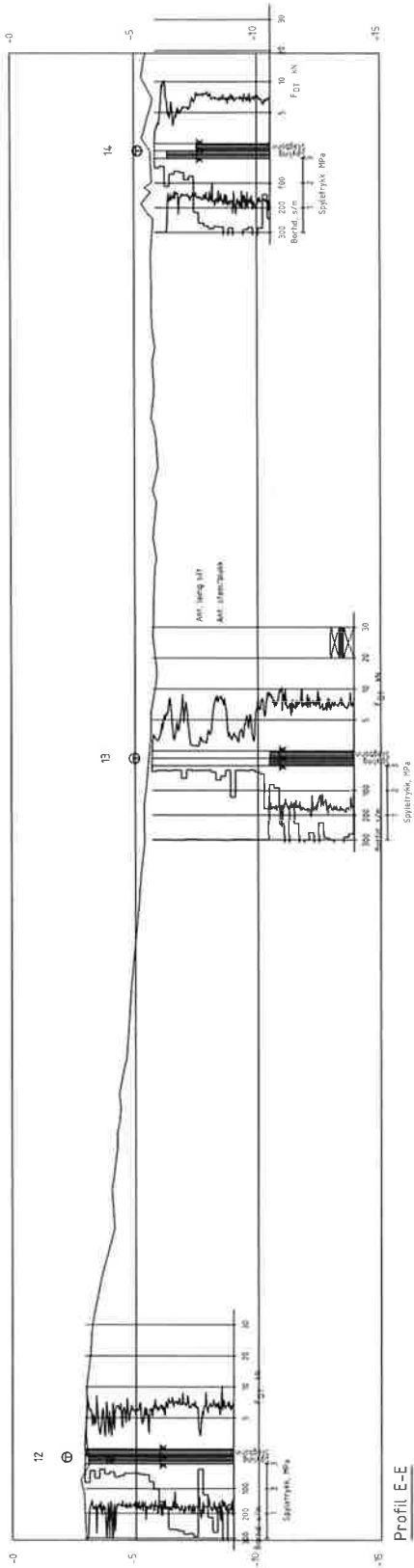


Profil C-C

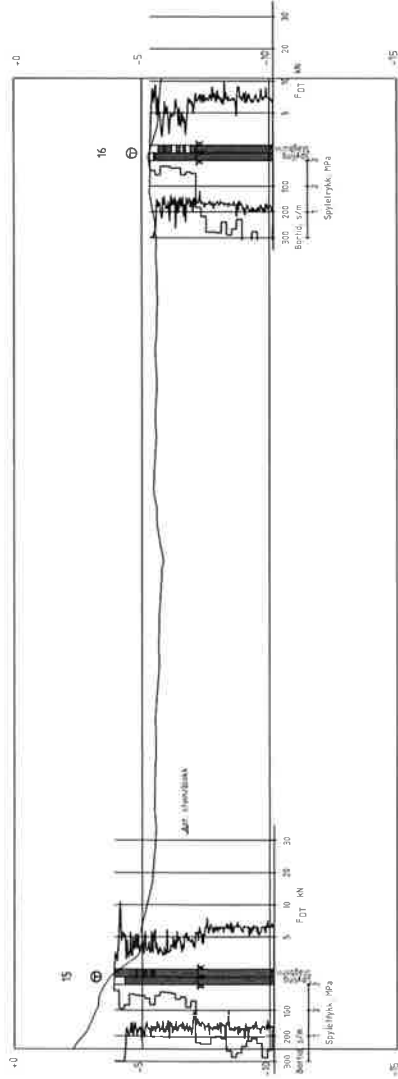


Profil D-D

Rev.	Bestrivelse	Endrliste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Multiconsult www.multiconsult.no			KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunnundersøkelse Profil C og D			Status	Fag	Original format	Dato	
							Multiconsult www.multiconsult.no			KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunnundersøkelse Profil C og D			Konstr./Tegner SUL	Geoteknikk Kontrollert BGJ	A3	25.05.2016	
							Multiconsult www.multiconsult.no			KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunnundersøkelse Profil C og D			Oppdragsgiver 713385	Tegningsser. RIG-TEG-101	ERBK	Målestokk 1:200	
							Multiconsult www.multiconsult.no			KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunnundersøkelse Profil C og D							Rev.
							Multiconsult www.multiconsult.no			KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunnundersøkelse Profil C og D							-

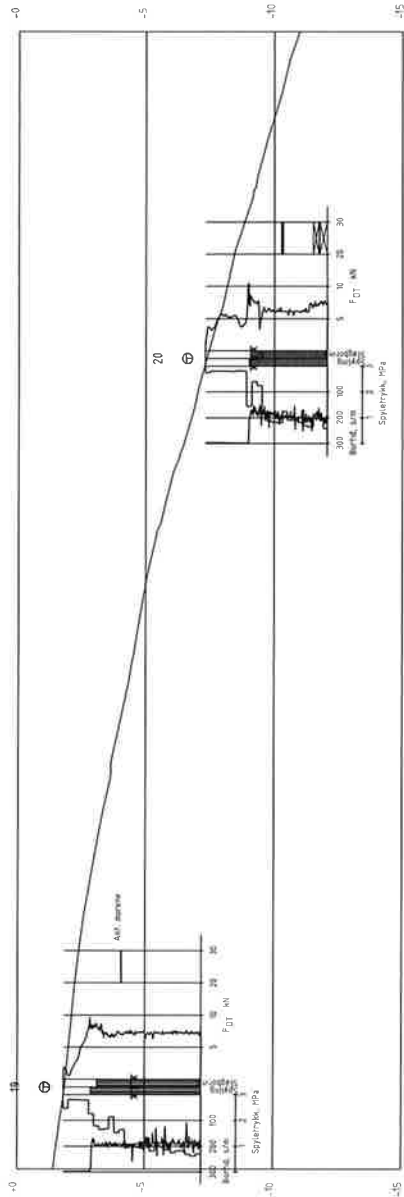
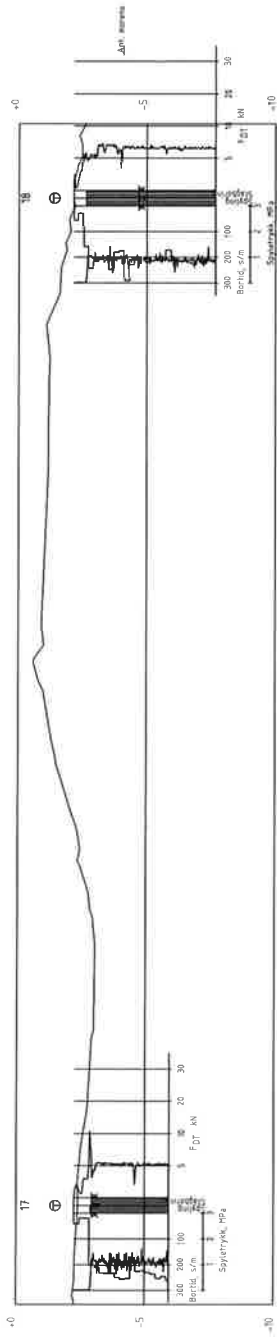


Profil E-E

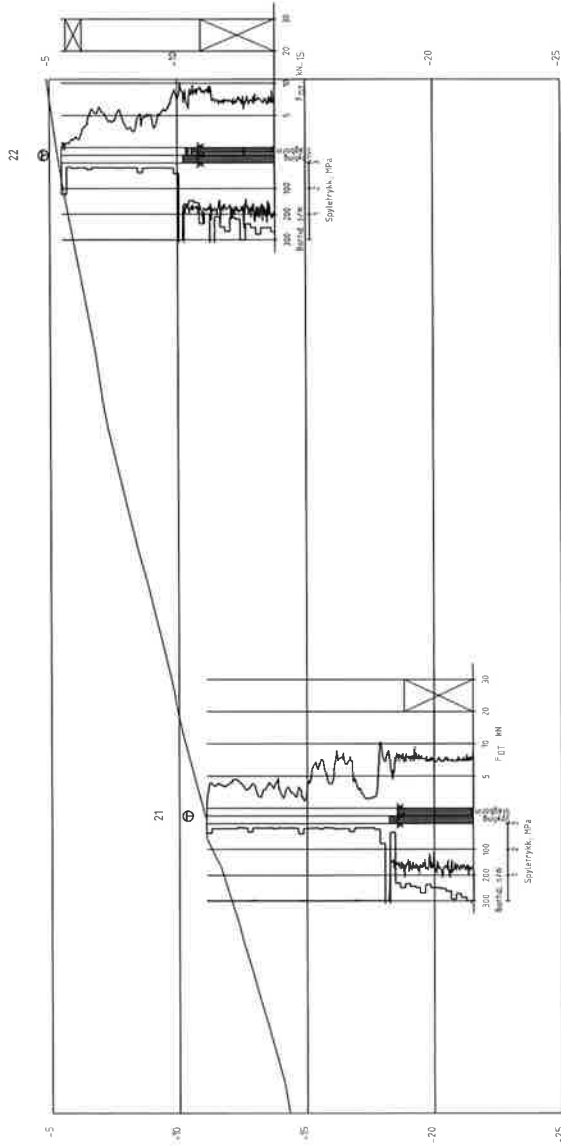


Profil F-F

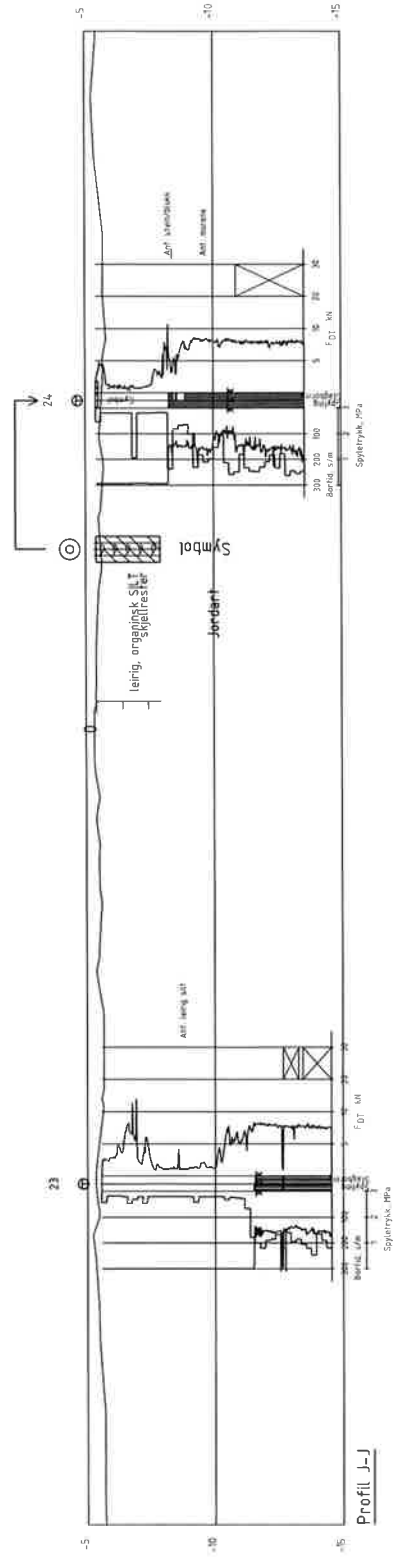
Rev.	Bakrevisje	Endrliste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	www.multiconsult.no	Multiconsult Ballstad fiskerihavn Grunundersøkelse Profil E og F	KYSTVERKET Ballstad fiskerihavn Grunundersøkelse Profil E og F	Status Konstr./Tegner: SUL Oppdragnr.: 713385	Fag: Geoteknikk Kontrollert: BGJ Tegningsnr.: RIG-TEG-102	Original Format: A3 Godkjent: ERBK	Dato: 25.05.2016
		xxxxxxx	xxx	xxx	xxx	Målestokk: 1:200							Rev.:



Rev.	Beskrivelse	Endr./Ikke	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent	Eiendomsnr.	713385	Oppdragsnr.	Konstr./Egnet	SUL	Fag	Geoteknikk	Original fornet	A3	Dato	25.05.2016		
																		Målestokk	1:200
KYSTVERKET								Ballstad fiskerihavn											
Multiconsult								www.multiconsult.no								Grunnundersøkelse		Profil G og H	
RIG-TEG-103																			



Profil I-I



Profil J-J

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tem.	Kont.	Godkj.	KYSTVERKET			Status	Original forsynt	Dato
						Ballstad fiskerihavn			Geoteknikk	A3	25.05.2016
						Grunnundersøkelse			Konstr./Tegnet	Godkjent	Målestokk
						Profil I og J			Kontrollert	ERBK	1:200
									Tegningsnr.		Rev.
									Oppdragsnr.	RIG-TEG-104	-
									Konstr./Tegnet		
									Oppdragsnr.	713385	

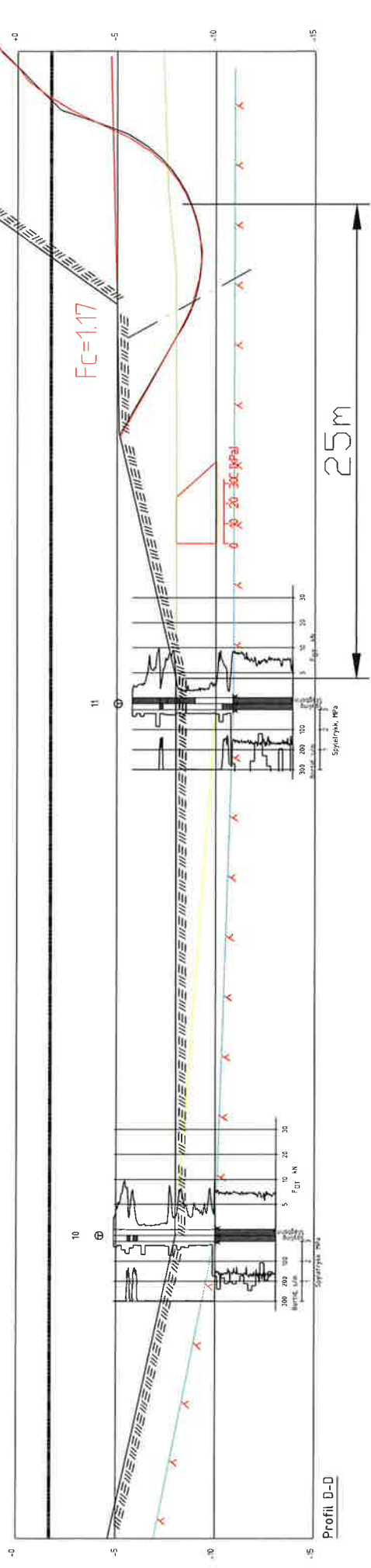
Multiconsult
www.multiconsult.no

Material	Un. Weight	Sub. Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	18,00	8,00	4,30	0,0			
Topplag av sand	8,00	8,00	35,0	0,0			
Leireg silt	18,00	8,00		C-prof	1,00	0,63	0,35
Morene	19,00	9,00	4,20	0,0			



q=13,0 kPa

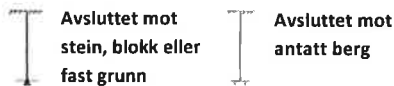
Plane shear surface



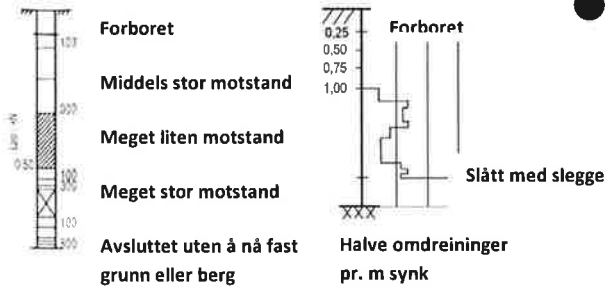
Profil D-D

KYSTVERKET		Status	Fag	Original format	Dato
Ballstad fiskerihavn		Konstr./Egnet	Geoteknikk	A3	25.05.2016
Stabilitetsberegning mudring		Oppgavenr.	Kontrollert	Godgjent	Målestokk
Profil D-D		713385	DIR	ERBK	1:200
Rev.	Beskrivelse	Vedlegg 1			Rev.
x					-

Multiconsult
www.multiconsult.no



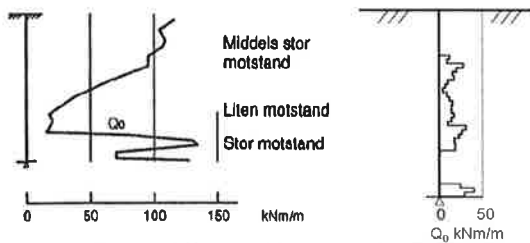
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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.

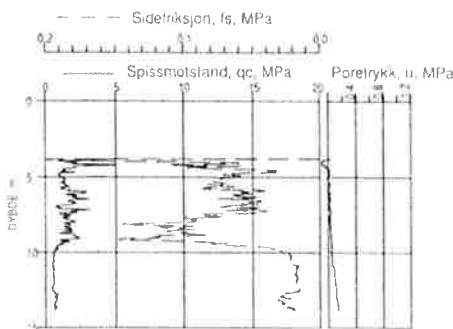
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



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.

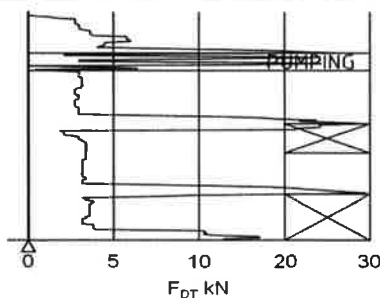
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

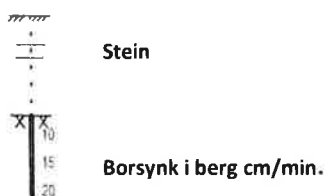


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

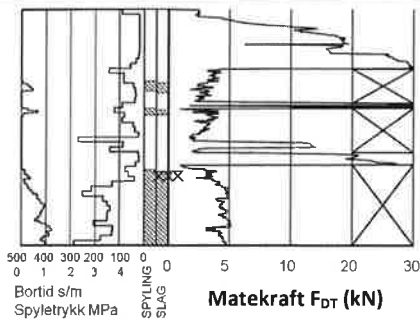
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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 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

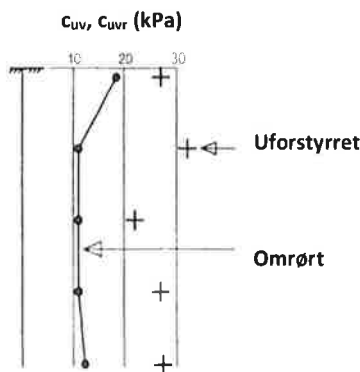
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjull kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er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



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

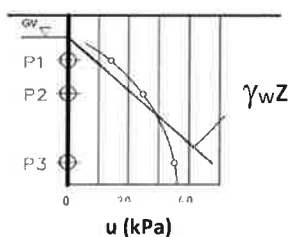
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På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



⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmålere). 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.

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.
• Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• Amorf torv, svarttorv	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).

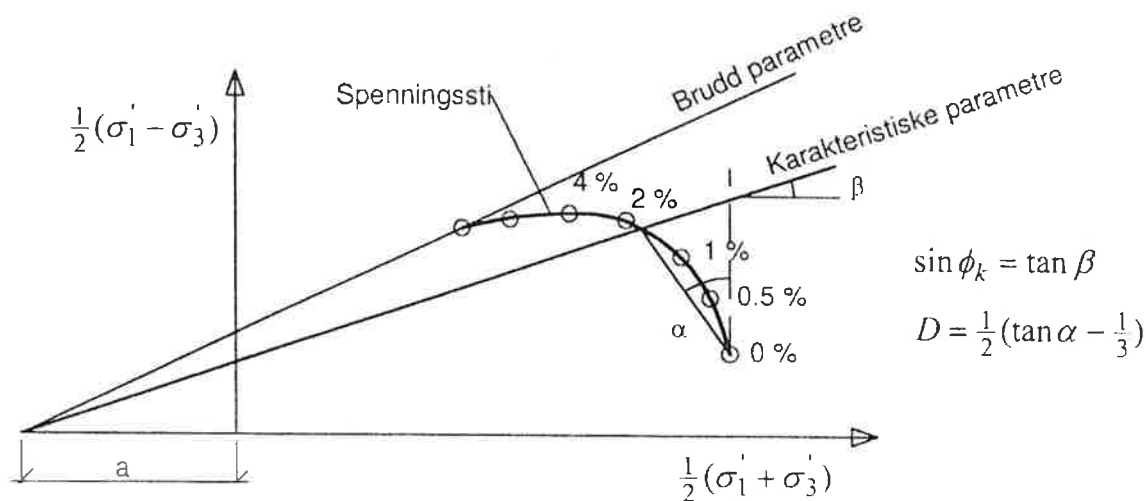
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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_{u1}) (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 trykksoneering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



Kan også plottes med σ_3' på horisontalaksen.

SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c$ 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/cm³) Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm³) Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm³) Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m³) Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10$ m/s²)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m³) Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m³) 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 trinnsvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhørende 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 spenningsstilstander, 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	$M = mv(\sigma'_a)$	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: $q = k i A$, 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 . 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.

Koordinatliste

Oppdrag

713385 Ballstad fiskerhavn

koordinatsystem

EUREF UTM 33

Høydereferanse

Sjøkartverkets høydesystem

Borpunkt	Nord	Øst	Sjøbunn	Bergkote	Løsmasser
1	7551785,03	438778,79	-5,75	-7,95	2,20
2	7551788,92	438800,54	-5,51	-7,16	1,65
3	7551701,02	438786,59	-6,03	-9,43	3,40
4	7551707,65	438858,69	-4,47	-6,80	2,33
5	7551712,43	438918,73	-3,38	-4,08	0,70
6	7551597,40	438806,56	-5,64	-12,61	6,97
7	7551611,98	438856,95	-2,29	-2,72	0,43
8	7551619,47	438904,72	-3,45	-3,53	0,08
9	7551485,76	438845,19	-1,82	-5,32	3,50
10	7551517,72	438878,35	-4,89	-10,02	5,13
11	7551556,32	438915,01	-5,77	-10,87	5,10
12	7551434,35	438927,37	-2,92	-5,97	3,05
13	7551484,31	438953,24	-5,68	-10,88	5,20
14	7551528,52	438974,53	-5,84	-7,57	1,73
15	7551411,43	439036,33	-3,90	-7,18	3,28
16	7551468,23	439065,90	-5,33	-7,16	1,83
17	7551127,05	439148,33	-2,23	-2,93	0,70
18	7551171,21	439212,95	-2,12	-4,67	2,55
19	7551116,60	439372,06	-1,80	-4,47	2,67
20	7551171,95	439384,06	-7,32	-9,07	1,75
21	7551394,21	439499,29	-11,06	-18,53	7,47
22	7551445,40	439504,24	-5,46	-10,81	5,35
23	7551902,56	438792,62	-5,55	-11,57	6,02
24	7551963,46	438795,30	-5,41	-10,56	5,15