

RAPPORT

Innseiling Moss

OPPDRAKSGIVER

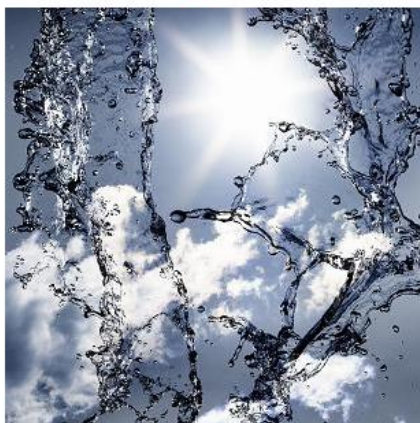
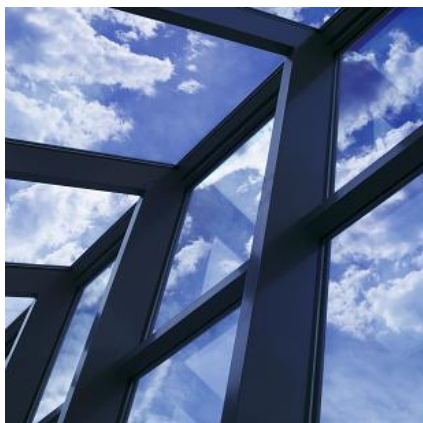
Kystverket

EMNE

Datarapport

DATO / REVISJON: 19. april 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 713150-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	Innseiling Moss	DOKUMENTKODE	713150-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Elin Kramvik
KONTAKTPERSON	Jan Arild Jenssen	UTARBEIDET AV	Tristan Mennessier
KOORDINATER	SONE: EUREF89 SONE 32 ØST: 592900 NORD: 6587700	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
KOMMUNE	Moss		

SAMMENDRAG

Kystverket planlegger utdypning i innseilingen til Moss havn. Det er undersøkt to grunner som stiger over kote minus 15 som ligger 1,5-3,2 km sørvest for havna.

Grunnen består i hovedsak av ett lag hvor sonderingsmotstanden øker fra liten til middels med dybden.

Ved enkelte punkt er det registrert berg mellom kote minus 20 og kote minus 27,5.

	19.4.2016	Originalt dokument	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	5

Tegninger

713150-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan del 1
	-002	Borplan del 2
	-10	Geotekniske data, borhull 2
	-60	Korngradering, borhull 2
	-100	Profil A, B, C, D, E og borhull 13

Vedlegg

Geoteknisk bilag, felt- og laboratorieundersøkelser
Koordinatliste

1 Innledning

Kystverket planlegger utdypning i innseilingen til Moss havn.

Multiconsult ASA er engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk for prosjektet, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen.

GeoPhysix er blitt engasjert av Multiconsult for å utføre refraksjonsseismiske undersøkelser. Det vises til prosjekt nr. 16002. Dataene er delvis innarbeidet i foreliggende rapport.

2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 7 i 2016.

Boringene ble utført med vår borebåt MK Borecat.

Det er foretatt 16 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 Sjøkartverkets høydesystem. GPS i båten utfører høydemålinger i NN1954 med Trimble DGPS med nøyaktighet i xy ± 10 cm. Dybden er målt med måleband. Det er benyttet $z_0=0,67$ ved omregning av høyder til sjøkartnull.

Målingen stemmer i hovedsak bra med kartunderlaget, bortsett fra i den sørligste delen av området.

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. 713150-RIG-TEG-001 og -002. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 713150-RIG-TEG-100.

3.2 Områdebeskrivelse

Området består av 2 grunner som stiger over kote minus 15. Den nordligste grunnen ligger ca. 1,5 km sørvest for havna og er omtrent 1000×300 m². Den sørligste grunnen ligger ca. 3,2 km sørvest for havna og er omtrent 120×130 m².

3.3 Løsmasser

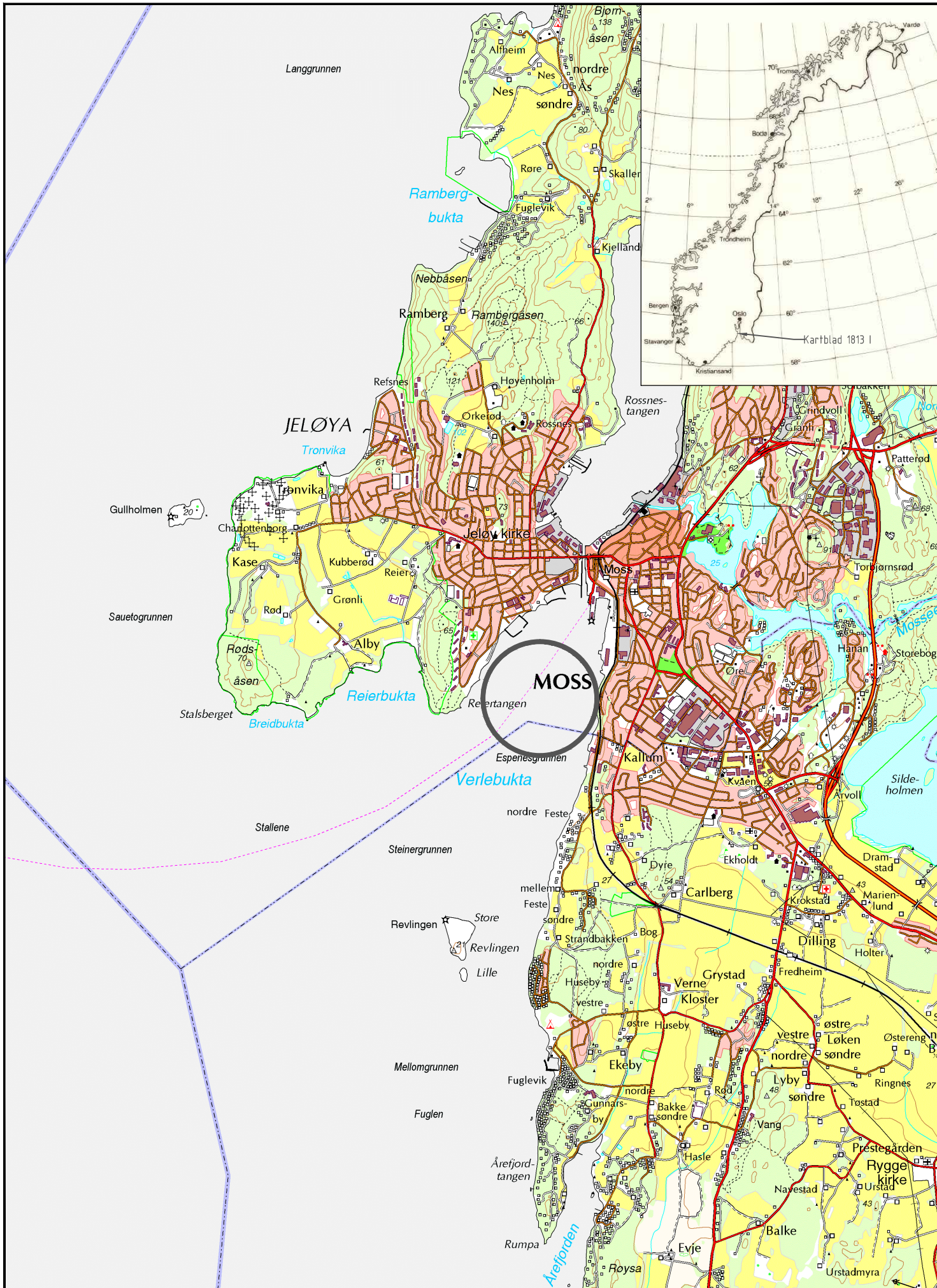
Alle sonderinger er avsluttet ca. 15 m under sjøbunnen. Sonderingene er avsluttet i løsmasser bortsett fra punkt 8 og 10 hvor det er påtruffet berg ca. 12 m under sjøbunnen. Disse målingene stemmer med refraksjonsseismiske undersøkelser.

Grunnen består i hovedsak av 1-2 lag hvor sonderingsmotstanden øker fra liten til middels med dybden.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 2. Det vises til tegning nr. 713150-RIG-TEG-10. Prøveserien er avsluttet ca. 5 m under sjøbunn og viser 1 meter med sandig, siltig, leirig materiale med målt

vanninnhold 15-27 % over 4 meter leire med målt vanninnhold 33-44%. Udrenert skjærfasthet i leire er 7-25 kPa. Omrørt skjærfasthet er 1,2-2,3 kPa.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 713150-RIG-TEG-60.



Multiconsult

www.multiconsult.no

KYSTVERKET

Innseiling Moss
Grunnundersøkelser
Oversiktskart

Status	-	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	18.2.2016
Konstr./Tegnet	frim	Kontrollert	erbk	Godkjent	erbk	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	713150	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Rev.	-		



FORKLARING:

TEGNFORKLARING:

● DRIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬮ DREITRYKSONDERING

⊠ SKRUPLATEFORSØK

⊕ VINGEBORING

⊕ PORETRYKTMÅLING

⊗ KJERNEBORING

⊗ FJELLKONTROLLBORING

⊗ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:

KOORDINATSYSTEM:

HØYDEREFERANSE:

UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:

BØRNBOK NR:

LABBOK NR:

Digitalt kart fra Kystverket

UTM Sone 32

Sjy kartverket

Trimble GPS

3099

Digitalt borrbok

EKSEMPEL

BP 1

430

282

14.8 + 2.4

— BORET DYBDE + BORET I BERG

— ANTATT BERGKOTE

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

00		Rev. 00.00.0000		-		-	
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fas	Formal
KYSTVERKET						Geoteknikk	A1
Innseling Moss						Date	16.02.2016
Grunnundersøkelser						Format/Målestokk:	1:2000
Borplan del 1							
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
www.multiconsult.no		FORELØPIG	trim	erbk	erbk		
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.				
		713150	RIG-TEG-001				

FORKLARING:

TEGNFORKLARING:

- DRIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

◆ DREITRYKKSONDERING

⊠ SKRUPLATEFORSØK

+ VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING

⊕ KJERNEBORING

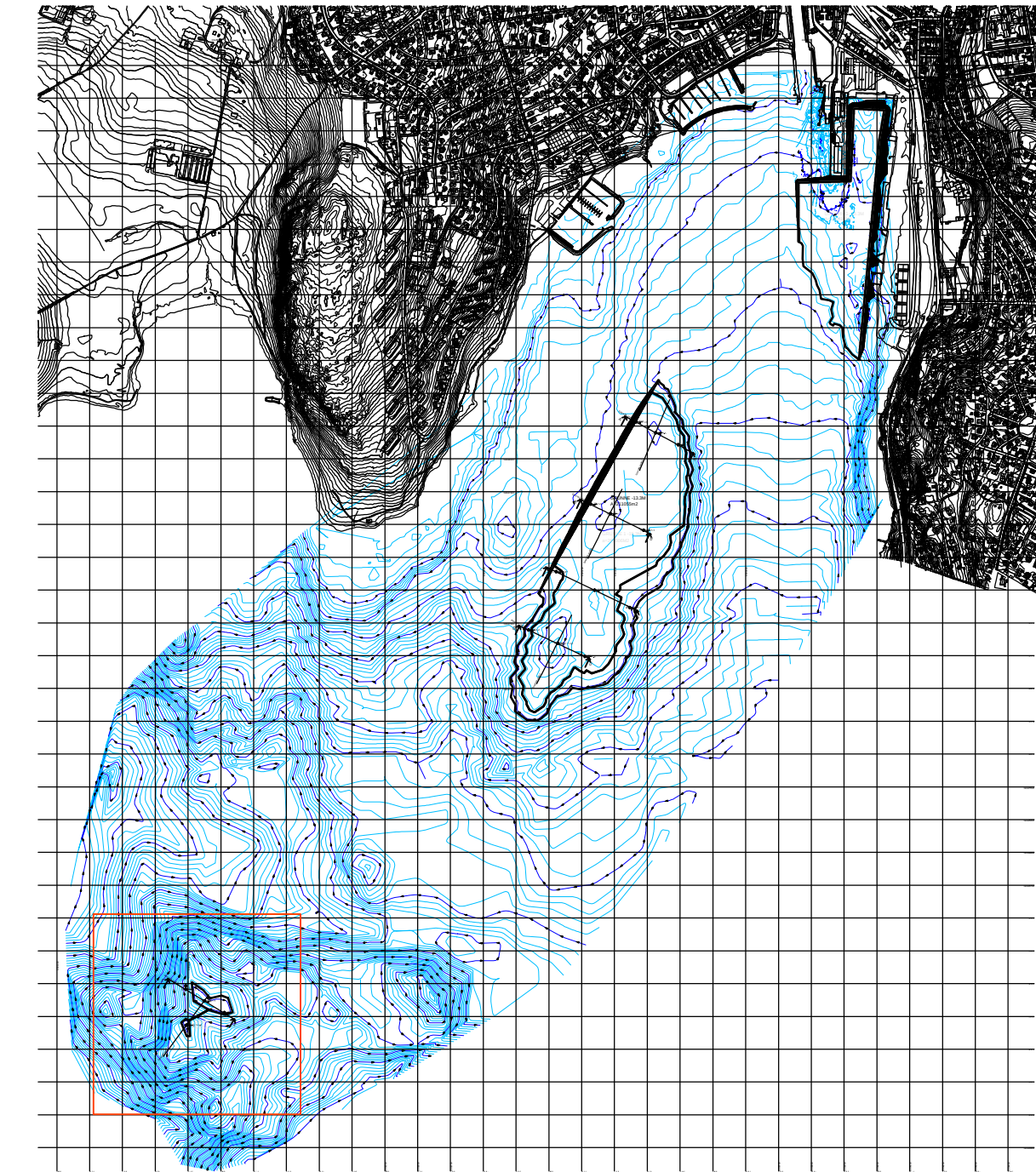
⊠ FJELLKONTROLLBORING

⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMET:
BORBOK NR:
LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra Kystverket
UTM Sone 32
Sjøkartverket
Trimble GPS
3099
Digital borbok

EKSEMPEL
BP 1 ⊕ 43.0
28.2
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE



00	-		XX.XX.XXXX	-	-	
Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	
KYSTVERKET Innseiling Moss				Fag	Forma	
				Geoteknikk	A	
				Dato	16.02.2016	
Grunnundersøkelser Borplan del 2				Format/Målestokk:		
				1:2000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		FORELØPIG	trim	erbk	erbk	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
		713150	RIG-TEG-002	C		

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	kt. -9.9																
	sandig, siltig, leirig, MATERIAL		K														
	noe skjellrester																
	LEIRE								1.83								8
	finsandlag og sjikt																7
																	8
10	sand og gruskorn								1.94	48							13
																	5
	gruskorn		K						1.87	51							10
																	10
																	10
	gruskorn								1.87	51							10
15																	
20																	

Symboler

○	Vanninnhold	15-○-5	Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)	ρ = Densitet	T = Treaksialforsøk	ρ_s = 2.75 g/cm ³
▽	Plastisitetsindeks, I _p	10		S _t = Sensitivitet	Ø = Ødometerforsøk	Borrbok:
—		10		NP = Non plastisk	K = Korngradering	Lab-bok: 3099
▼		10				
▽		10				
—		10				

PRØVESERIE

Kystverket

Innseiling Moss, Moss

Multiconsult

Dato: 2016-04-05

Oppdragsnummer: 713150

Borhull: 2

Tegningsnr.: RIG-TEG-010

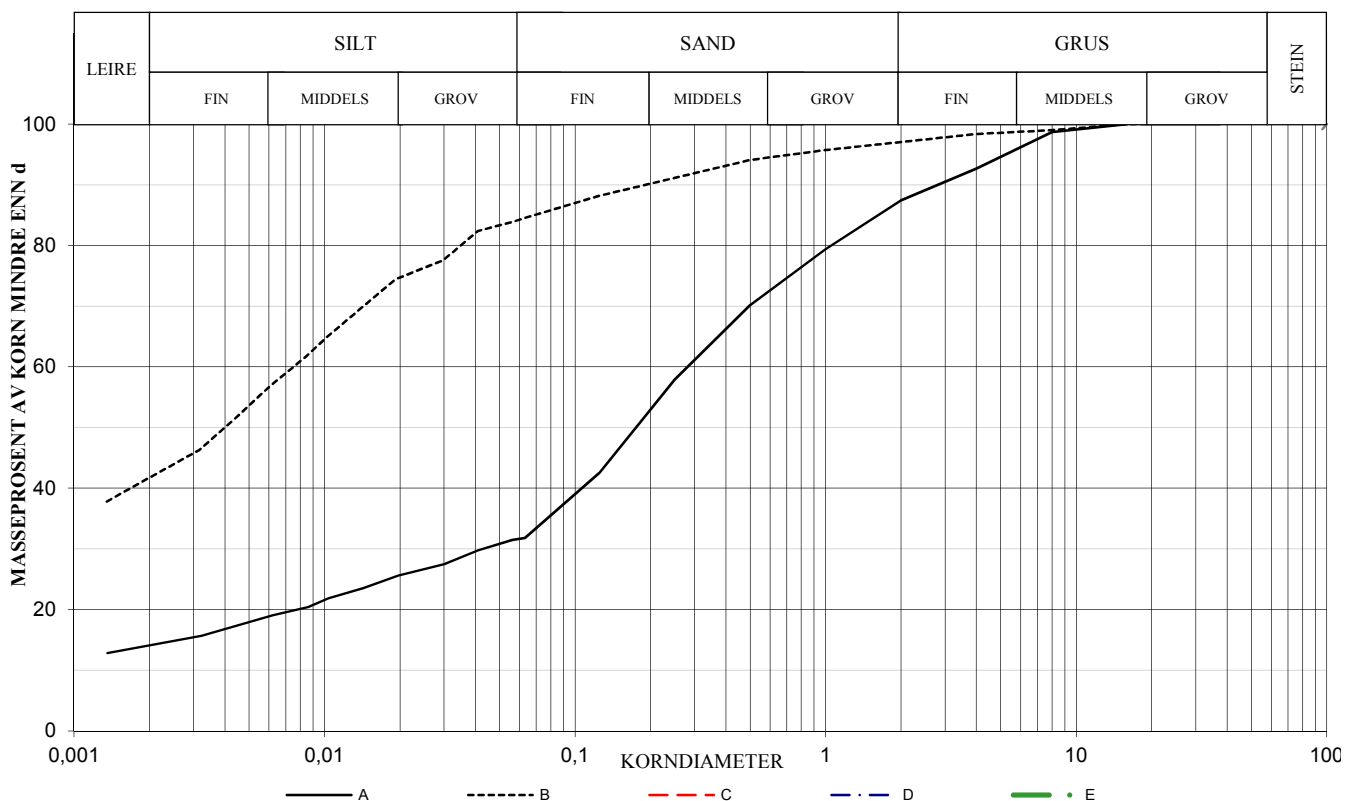
Tegnet: HANNEK

Kontrollert: RAGS

Godkjent: TRIM

Rev nr.:

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	0,2-1,0 m	Sandig, siltig, leirig MATERIAL	Noe skjellrester	X	X	X
B	2	3,2-4,0 m	LEIRE		X	X	X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

METODE:

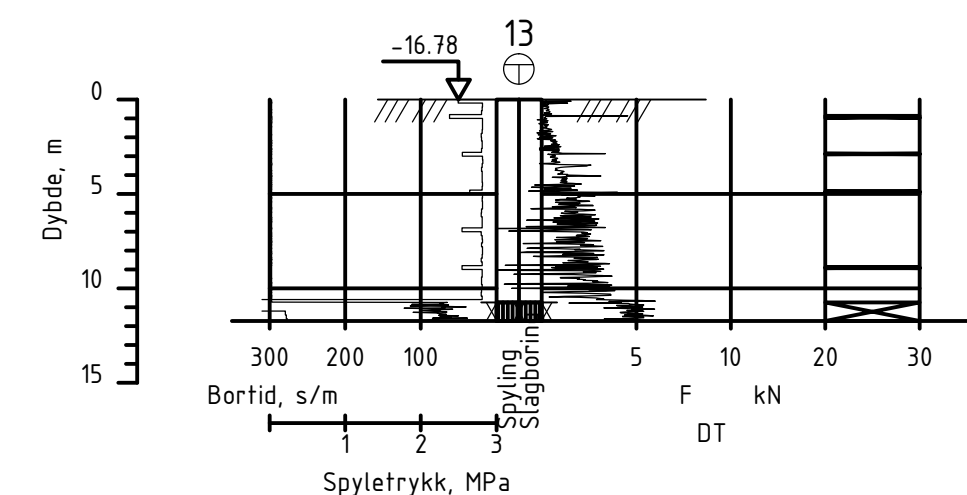
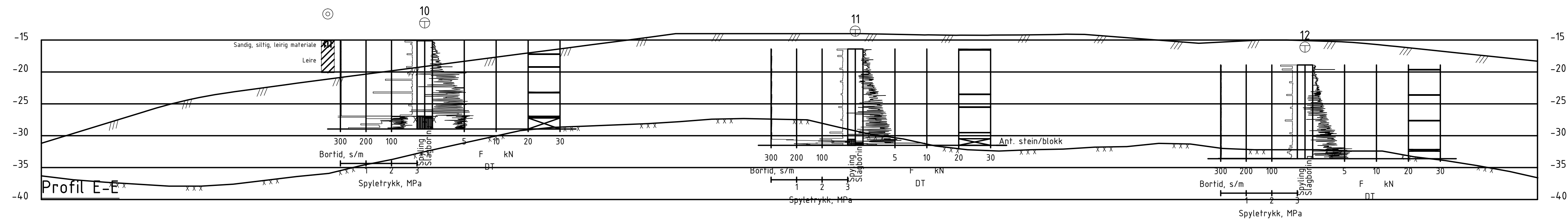
TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	<0,063 mm %	<0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	21,4	T4	31,5	25,7				0,043	0,186	0,292
B	39,2	T3	84,0	74,6					0,004	0,008
C										
D										
E										

KORNGRADERING				Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Innseiling Moss Moss				HANNEK	RAGS	
				Dato 08.04.2016	Godkjent TRIM	
MULTICONSLT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41			Oppdragsnummer 713150	Tegnings nr. 060		Rev.

[illegible]

Koordinatliste

Oppdrag

713150 Innseiling Moss

Koordinatsystem

EUREF UTM 32

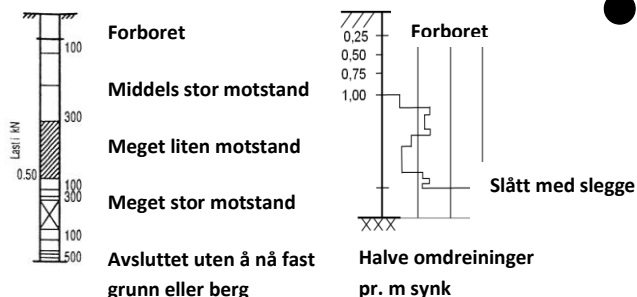
Høydereferanse

Sjøkartnull z0=0,67

Borpunkt	Nord	Øst	Sjøbunnskote	Bergkote
1	6588112,183	593265,367	-10,4	
2	6588079,051	593325,365	-9,86	
3	6588042,756	593394,101	-11,25	
4	6587862,049	593126,636	-10,64	
5	6587832,538	593186,842	-9,51	
6	6587782,375	593288,523	-11,47	
7	6587478,347	592937,419	-14,71	
8	6587437,477	593026,579	-7,78	-20,06
9	6587397,12	593108,763	-12,16	
10	6586382,386	591892,029	-15,12	-26,97
11	6586347,26	591949,633	-16,4	
12	6586311,269	592010,198	-18,91	
13	6586273,169	591894,678	-16,78	-27,53
14	6587655,787	593021,442	-13,11	
15	6587599,489	593139,162	-10,9	
16	6587546,4	593246,068	-14,04	



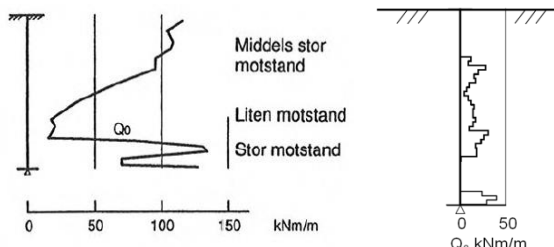
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

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

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

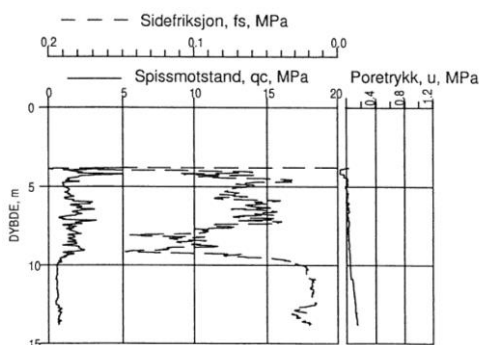


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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

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

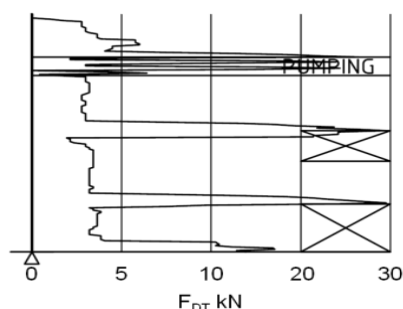
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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

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

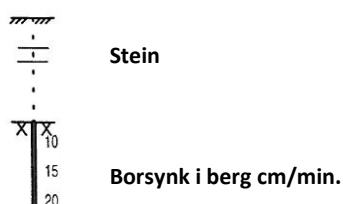


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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

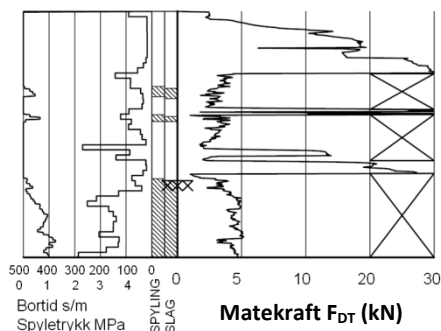
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



BERGKONTROLLBORING

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



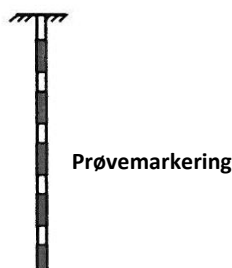
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

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



○ MASKINELL NAVERBORING

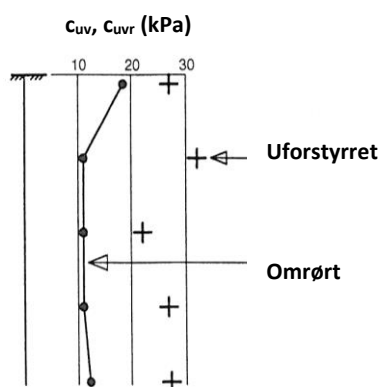
Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også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



○ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

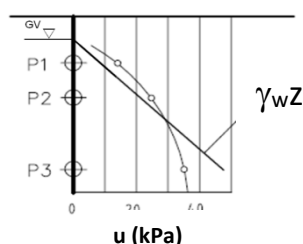
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindere kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På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

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

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

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

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

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

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

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

SKJÆRFASTHET

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

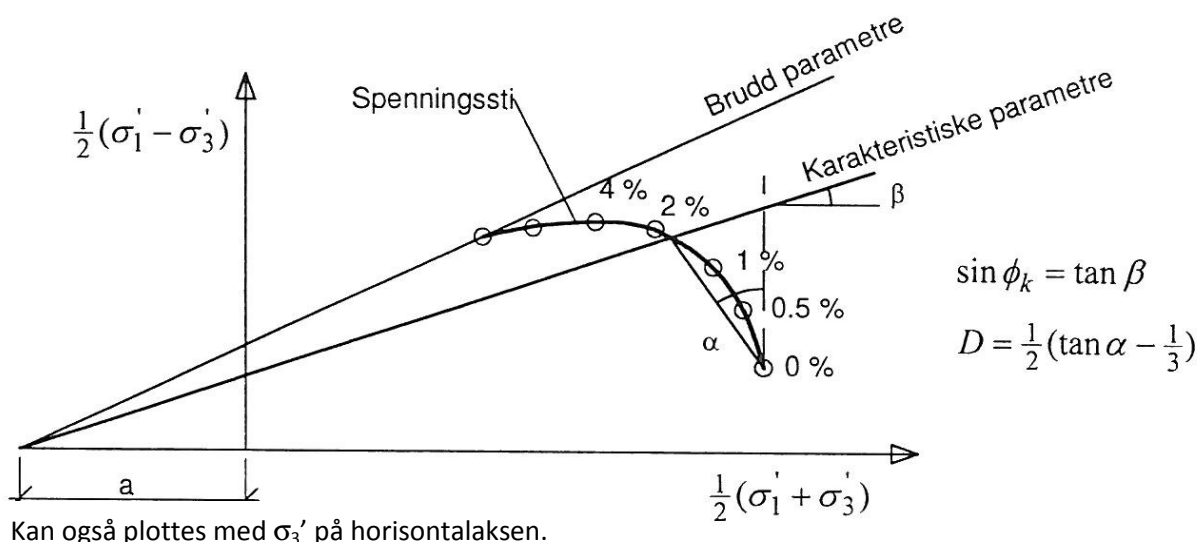
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = \tan\phi$ (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 trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uvr} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

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

VANNINNHOOLD (w %) (NS 8013)

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

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

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

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

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

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 $d > 0,063 \text{ mm}$. 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. 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 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 mineral Kornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

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

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.