

---

RAPPORT

# Gjerdsvika

---

OPPDRAGSGIVER

Kystverket

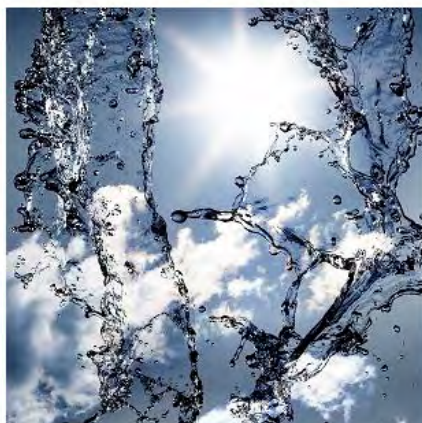
EMNE

Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering

DATO / REVISJON: 10. november 2014

DOKUMENTKODE: 712495-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>Gjerdsvika</b>	DOKUMENTKODE	712495-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Kystverket</b>	OPPDRAGSLEDER	Erlend Berg Kristiansen
KONTAKTPERSON	Catherina Taylor Grebstad	UTARBEIDET AV	Ida Mari Bueide
KOORDINATER	SONE: 33    ØST: 11252    NORD: 6938906	ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	Sande kommune		

## SAMMENDRAG

Kystverket planlegger utdyping av eksisterende havnebasseng og to fyllinger innenfor eksisterende moloer i Gjerdsvika på vestsiden av Gursken i Sande kommune.

Løsmassemekktigheten i det undersøkte området varierer mellom 0,2 og 17,3 m og bergoverflaten ligger på mellom kote minus 2,36 og 20,11. Grunnen består i hovedsak av 2 lag, et øvre lag med middels sonderingsmotstand og et lag over berg med høy sonderingsmotstand.

Deler av det undersøkte området skal utdypes til kote minus 6. Det antas at mudringskråninger over tid vil slakes ned til en gjennomsnittlig helning på 1:3. En mudring til koten minus 6 innebærer derfor mudring til ca. 2 – 3 m under molofot. Det anses at stabiliteten ikke blir påvirket av mudringen så lenge mudringsfeltet på kote minus 6 ikke kommer nærmere enn henholdsvis 7 – 10 m fra molofot.

Det skal fylles ut to områder innenfor den eksisterende moloen, et i sør og et i nord. Utfyllingen antas utført med en omfatningsmolo av sprengstein og tilfeldige fyllmasser bak. Det er videre antatt en omfatningsmolo med 4 m bredde i toppen og en helning på 1:1,4. Moloen anbefales utlagt i to lag, der første lag fylles til kote 1. Andre lag kan fylles direkte etter at første lag er avsluttet.

	10.11.2014		lmb	Erbk	erbk
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>7</b>
4.1	Geoteknisk parametere .....	7
4.2	Stabilitet.....	7
4.3	Mudring .....	7
4.4	Fylling.....	7

## Tegninger

712495-RIG-TEG	-0	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-10	Geotekniske data, borhull 12
	-60	Korngradering, borhull 12
	-100	Profil A, B og C
	-101	Profil D, E og F
	-102	Profil H, I og K
	-103	Profil L, M og N
	-104	Profil O, P, R og S
	-500	Situasjonsplan
	-501	Stabilitet - Profil 1
	-502	Stabilitet - Profil 2
	-503	Stabilitet - Profil 3

## Vedlegg

1. Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser
2. Koordinatliste
3. Brosjyre, MS Bore Cat
4. Vannstands nivå, nivåskisse for Gjerdsvika

## 1 Innledning

Kystverket planlegger utdyping og deponi i Gjerdsvika i Sande kommune.

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

Multiconsult AS har tidligere utført undersøkelser i dette området. Det vises til rapport nr. 710996 (2010).

## 2 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 33, 34 og 35 år 2014.

Boringene ble utført med vår MS Bore Cat. Det er foretatt 35 totalsonderinger og 1 trykksondering (CPT).

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

Trykksondering (CPT) gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet, lagringsforhold, lagdeling og jordartstype samt en indikasjon på poretrykk og materialparametrer. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i faste masser og kan ikke 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  $z_0 = 1,23$  ved omregning av høyder til sjøkartnull. For mer info om vannstand vises det til vedlegg 4.

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

Bunnkotekartet er mottatt fra Kystverket

## 3 Grunnforhold

### 3.1 Henvisninger

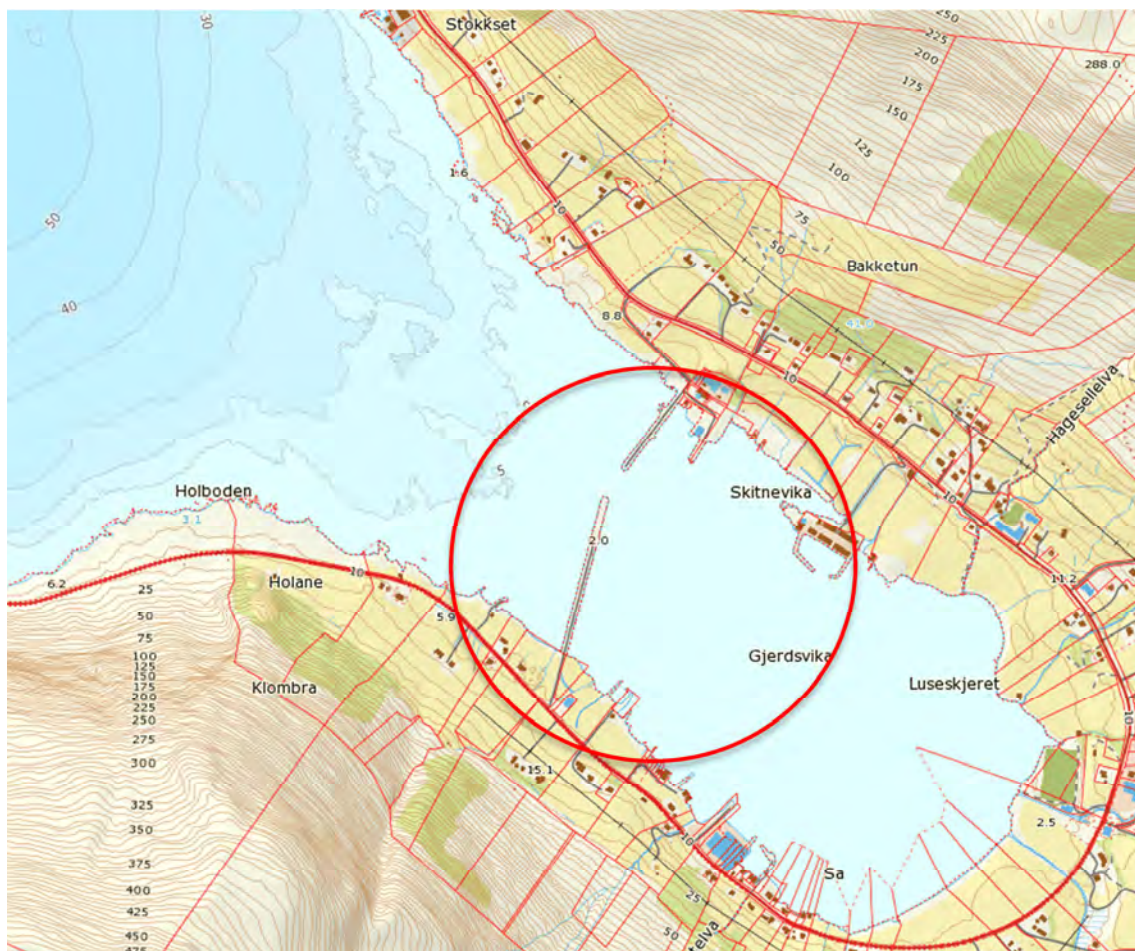
Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 712495-RIG-TEG-001. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 712495-RIG-TEG-100, -101, -102, -103 og -104.

### 3.2 Områdebeskrivelse

Området ligger i Gjerdsvika i Sande kommune, havnebassenget er avskjernet fra sjøen i vest av to moloer. Det er utført undersøkelser både øst og vest for moloene og det undersøkte området er omtrent  $800 \times 600$  m<sup>2</sup> stort.

Sjøbunnen er grunn og ligger på rundt kote minus 2 - 7.

Området er vist i figur 1.



Figur 1: Kart over området (kilde: norgeskart.no)

### 3.3 Løsmasser

I hovedsak er alle sonderinger avsluttet i berg, i et borpunkt ble ikke bergoverflaten nådd. Bergoverflaten i borpunktene varierer mellom kote 2,36 og kote 20,11. Berghorizonten ligger i hovedsak dypere innenfor moloen.

Løsmassemektigheten varierer mellom 0,20 – 17,30 m.

Grunnen består i hovedsak av 2 lag. I øvre lag er sonderingsmotstanden middels, med noe innslag av høyere sonderingsmotstand, antatt grus/stein. Laget har en tykkelse på mellom 0,1 – 11,5 m. Over berg er et lag med meget høy sonderingsmotstand med tykkelse mellom 0,2 - 16,7 m.

Det er tatt opp prøveserie ved borhull 12. Det vises til tegning nr. 712495-RIG-TEG-10. Prøveserien er avsluttet ca. 1,3 m under sjøbunn. Den består av sand med målt vanninnhold på 30 – 36 %.

Korngraderingskurve er vist på tegning nr. 712495-RIG-TEG-60.



## 4 Orienterende geoteknisk vurdering

Det er planlagt utdyping av fiskerihavna i Gjerdsvika i Sande kommune. Nødvendig avstand mellom den eksisterende moloen og mudringskanten samt vurdering av helningen på skråningen som skal mudres er vurdert. Det planlegges også strandkantdeponier/steinsjeteer i havnebassenget, stabilitet og nødvendig avstand mellom fyllingsfot og mudringstopp er vurdert.

En situasjonsplan er vist i tegning 712495-RIG-TEG-500.

### 4.1 Geoteknisk parametere

De geotekniske materialparameterne er valgt fra Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging. Parameterne som er benyttet er valgt for å simulere det minst gunstige tilfelle da CPTU og prøveserier forsøkt tatt i området ikke ble vellykket på grunn av faste masser.

### 4.2 Stabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger for skisserte tilfeller av mudring og fyllinger. En situasjonsplan er vist i tegning 712495-RIG-TEG-500.

Material	Materialparameter	Tyngdetetthet
Fyllmasser	$\varphi_k = 38^\circ, a = 0$	18 kN/m <sup>3</sup>
Sand/Silt	$\varphi_k = 33-36^\circ, a = 0$	18 kN/m <sup>3</sup>
Leire	$S_u = 20$ kPa	18 kN/m <sup>3</sup>

Krav til sikkerhet vurderes til  $F \geq 1,25$ .

#### 4.2.1 Mudring

Deler av det undersøkte området skal utdypes til kote minus 6. Det antas at mudringskråninger over tid vil slakes ned til en gjennomsnittlig helning på 1:3. En mudring til koten minus 6 innebærer derfor mudring til ca. 2 – 3 m under molofot. Det anses at stabiliteten ikke blir påvirket av mudringen så lenge mudringsfeltet på kote minus 6 ikke kommer nærmere enn henholdsvis 7 – 10 m fra molofot.

Gravingen på sjøbunnsnivå kan gjennomføres med normalt mudringsutstyr. Det kan stedvis være kraftig redusert kapasitet selv med bakgraver (5-15 % fylte skuffer), grunnet faste masser i underliggende lag. Sprengning kan bli aktuelt for å øke mudringskapasiteten. Vest for moloen ligger berget på mellom kote minus 2,9 og minus 7,2 m. Her kan det bli nødvendig med sprengning for å oppnå utdyping ned til ønsket dybde.

Beregnet sikkerhetsfaktor er 1,67, som er tilfredsstillende. Beregningene er utført med programmet «GeoSuite Stability». Stabilitetsberegningen er vist i tegning nr. 712495-RIG-TEG-501.

#### 4.2.2 Fylling

Det skal fylles ut to områder innenfor den eksisterende moloen, et i sør og et i nord. Utfyllingen antas utført med en omfatningsmolo av sprengstein og tilfeldige fyllmasser bak.

Det er videre antatt en omfatningsmolo med 4 m bredde i toppen og en helning på 1:1,4. Moloen anbefales utlagt i to lag, der første lag fylles til kote 1. Andre lag kan fylles direkte etter at første lag er avsluttet. Det er videre antatt en belastning på fyllingen på 13 kN/m<sup>2</sup>.

Beregnet sikkerhetsfaktor er 1,35 og 2,10 for henholdsvis den nordlige og sørlige fyllingen, som er tilfredsstillende. Beregningene er utført med programmet «GeoSuite Stability».

Stabilitetsberegningene er vist i tegning nr. 712495-RIG-TEG-502 og -503.



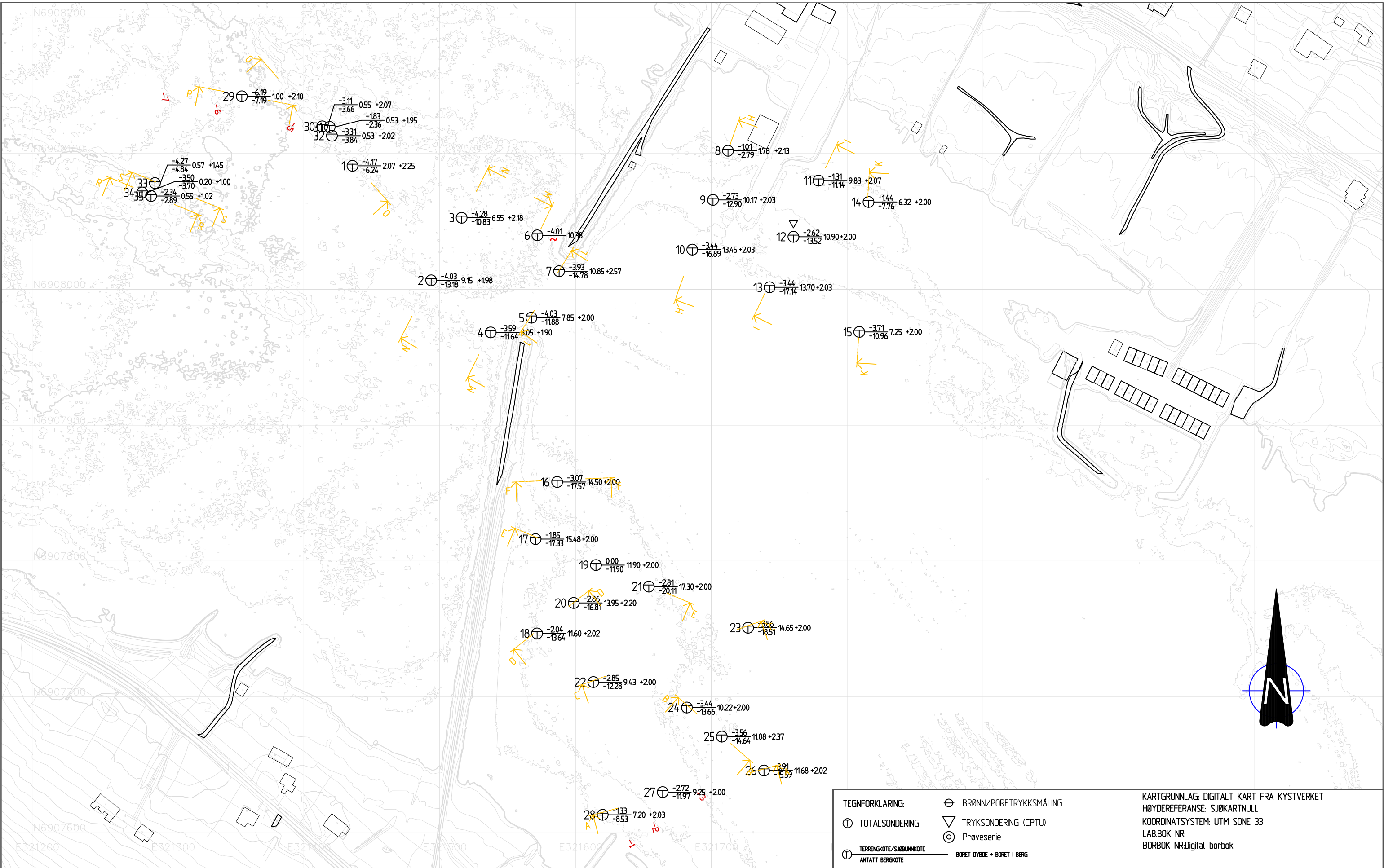
Z:\0712\7124-95\7124-95-01 RIG\7124-95-05 MODELLER\7124-95-05 RIG-TEG-0.dwg. - Layout: (A4. Sfrående skjema); - Plottet av: idmb. Dato: 2014.11.10 kl 15:30



 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	Kystverket	Status	Fag	Original format	Dato
	Gjerdsvika	Konstr./Tegnet	Geoteknikk	A4	10.11.2014
	Oversiktskart	imb	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		712495	RIG-TEG-0		



Z:\0712\712495-03 ARBEIDSONRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-001.dwg, - Layout: (Borplan forenklet), - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 16:09



TEGNFORKLARING:	⊕ BRØNN/PORETRYKSMÅLING	KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KYSTVERKET
⊙ TOTALSONDERING	▽ TRYKSONDERING (CPTU)	HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL
⊖ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE	⊙ Prøveserie	KOORDINATSYSTEM: UTM SONE 33
⊖ ANTATT BERGKOTE	— BØRET DYBDE • BØRET I BERG	LAB.BOK NR:
		BORBOK NR: Digital borbok

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Kystverket  
Gjerdsvika  
Borplan

Status	Fag	Original format	Dato
Konstr./Tegnet imb	Geoteknikk	A3	10.11.2014
Oppdragsnr. 712495	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:2500
	Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev.

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 kt. -3.11 skjellrester		K						1.84										
10																			
15																			
20																			

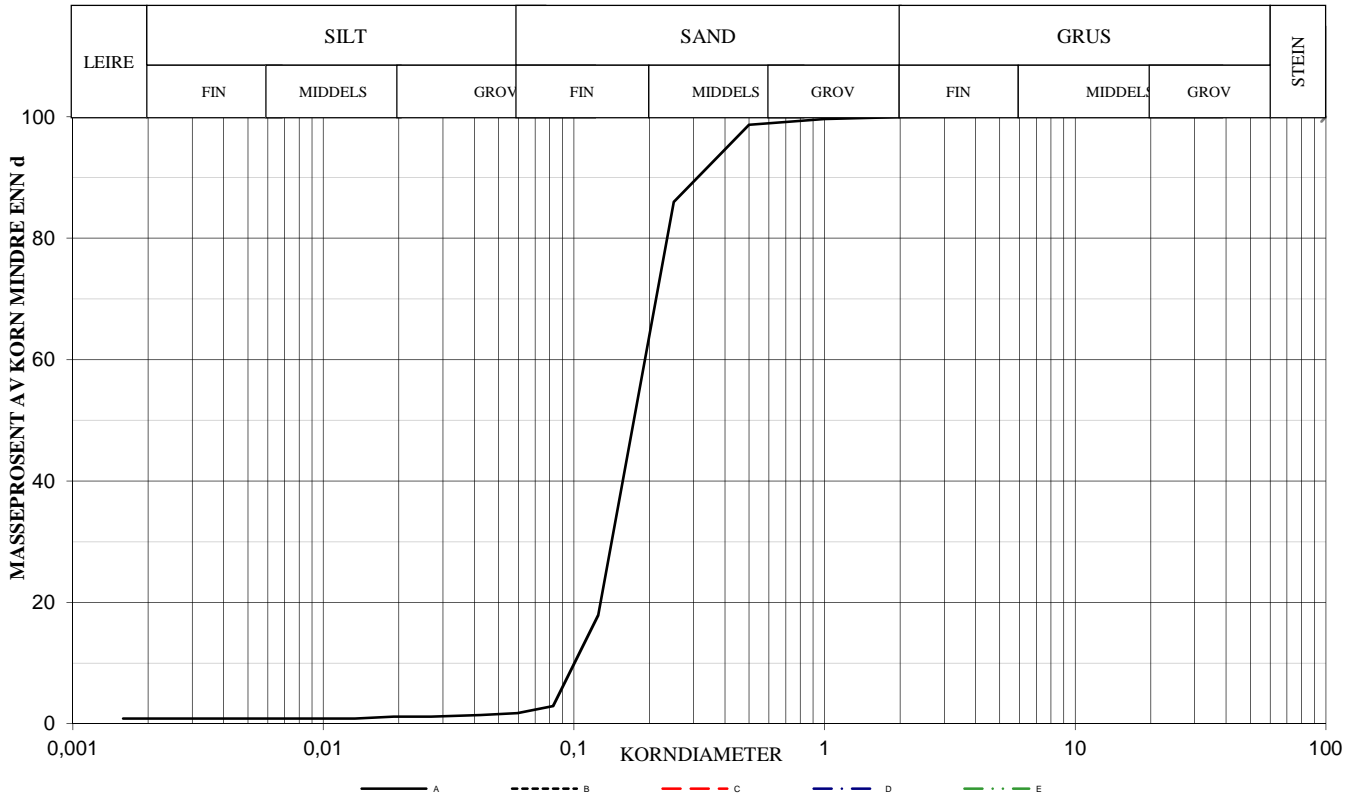
**Symboler**

	Vanninnhold		Omrørt konus	$\rho$ = Densitet	T = Treaksialforsøk	$\rho_s$ : 2.75 g/cm <sup>3</sup>
	Plastisitetsindeks, $I_p$		Uomrørt konus	$S_t$ = Sensitivitet	$\emptyset$ = Ødometerforsøk	Borbok: 2247
				NP= Non plastisk	K = Korngradering	Lab-bok: 2247

Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

<b>PRØVESERIE</b>		Tegningens filnavn:	
Kystverket		Tegnet: <b>HANNEK</b>	
Gjerdsvika		Kontrollert: <b>RAGS</b>	
<b>Multiconsult</b>	Dato: 2014-09-26	Borhull: 12	Godkjent: <b>BRJ</b>
	Oppdragsnummer: 712495	Tegningsnr.: RIG-TEG-10	Rev nr.:

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	12	0,5-1,3 m	SAND	Skjellrester	X	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

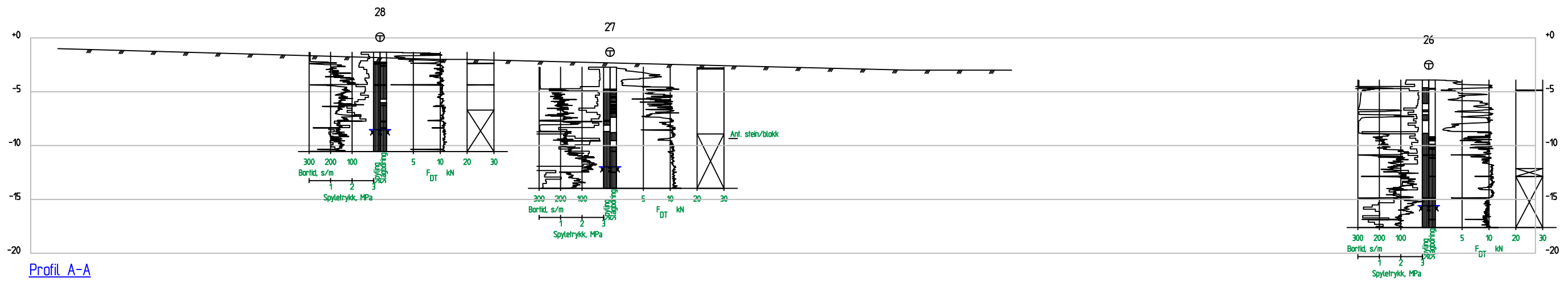
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

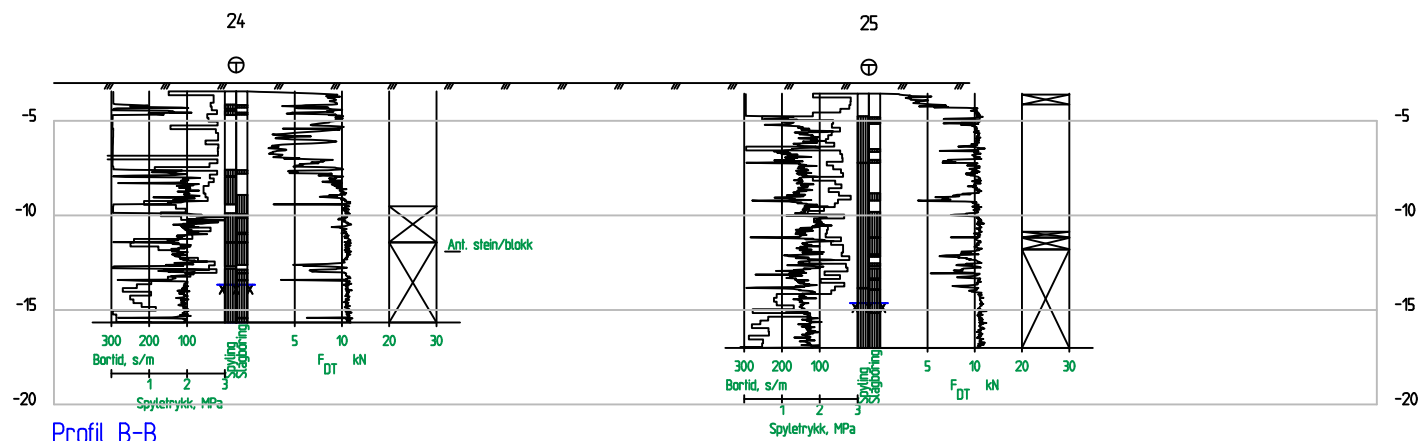
SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	$C_z$	$C_u$	$D_{10}$ mm	$D_{30}$ mm	$D_{50}$ mm	$D_{60}$ mm
A	31,3	T1		1,0		2,0	0,097	0,147	0,177	0,198
B										
C										
D										
E										

<b>KORNGRADERING</b>				
Kystverket Gjerdsvika	Kontrollert	Godkjent	Multiconsult	
	Dato	10.11.2014		
<b>MULTICONSULT AS</b> Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41	Oppdragsnummer	712495	Tegnings nr.	60
			Rev.	

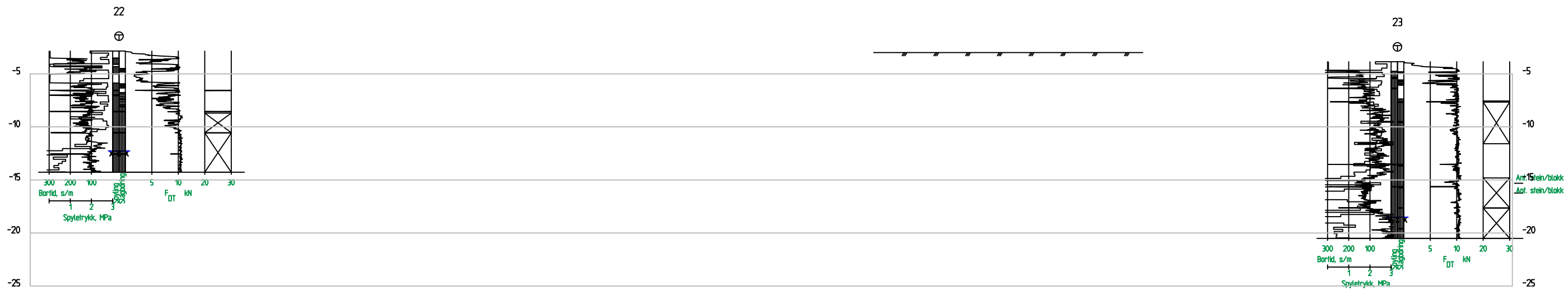
Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-100.dwg, - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 15:31



Profil A-A



Profil B-B



Profil C-C

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

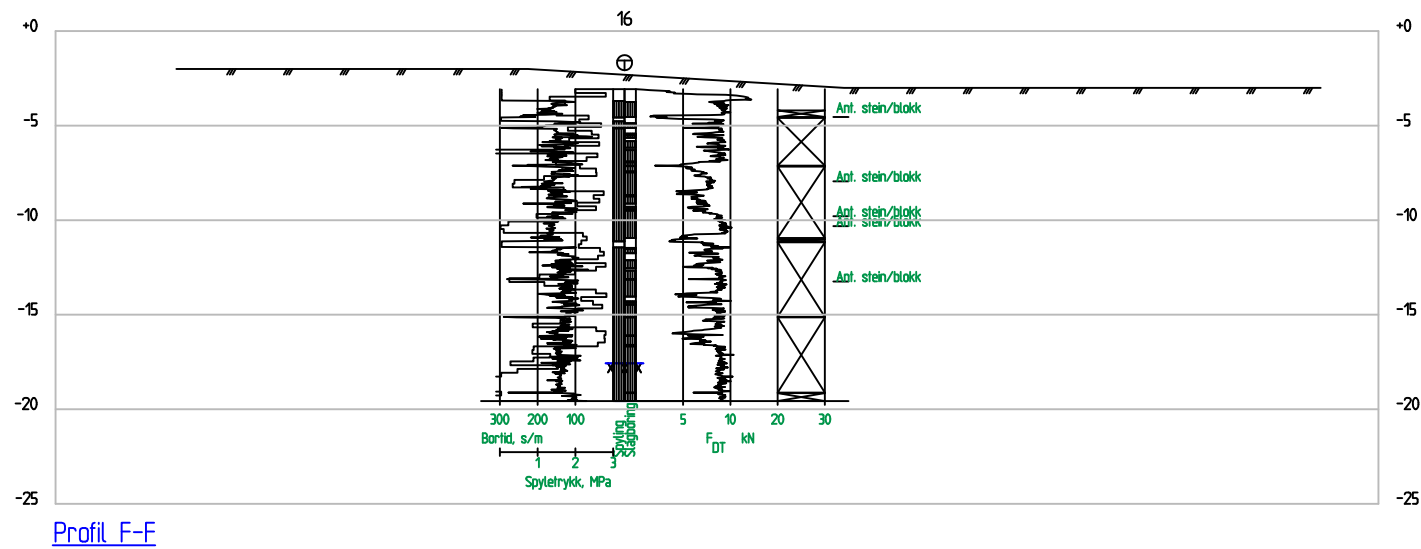
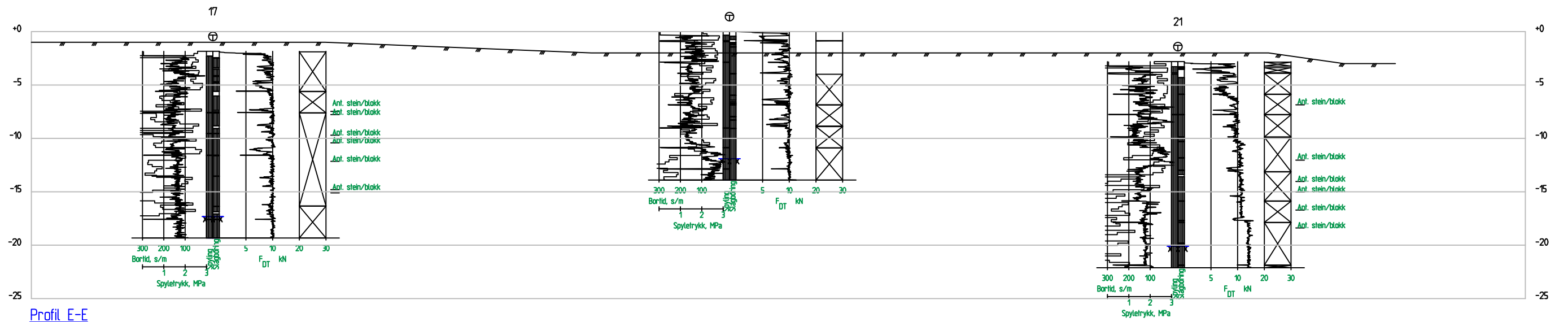
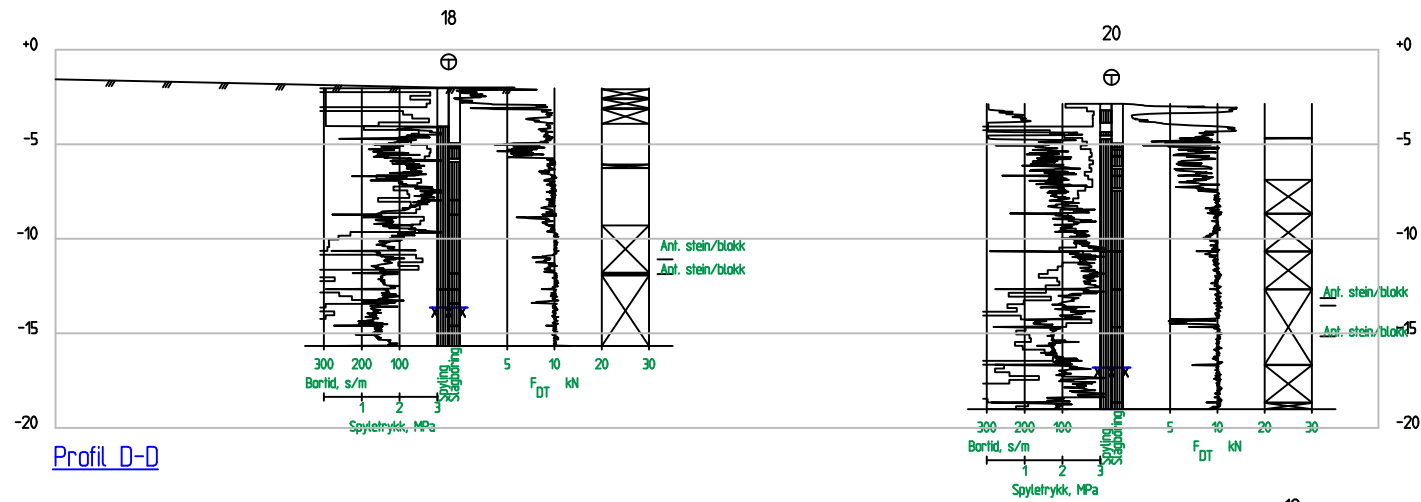
Kystverket

Gjerdsvika

Profil A, B og C

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-100	Rev.	

Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-100.dwg, - Layout: (A3 skjema (2)), - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 15:12



Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Kystverket

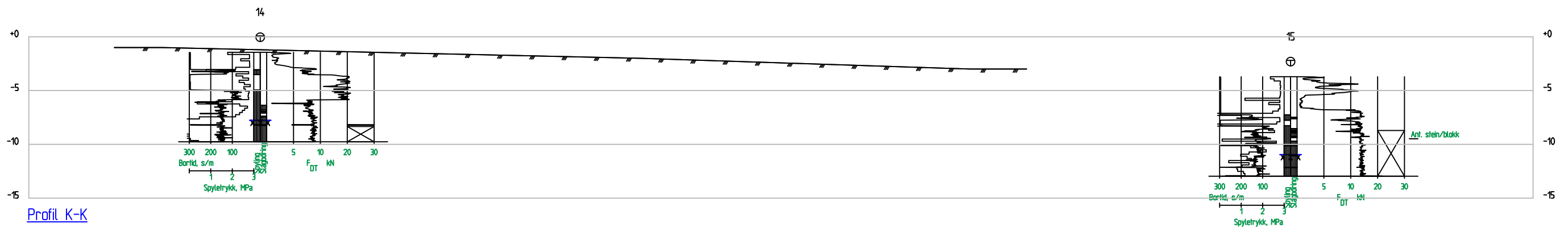
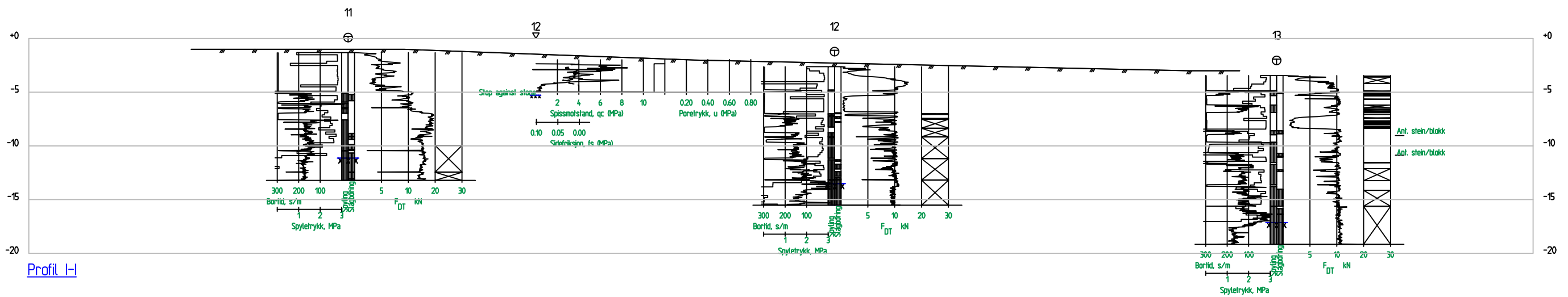
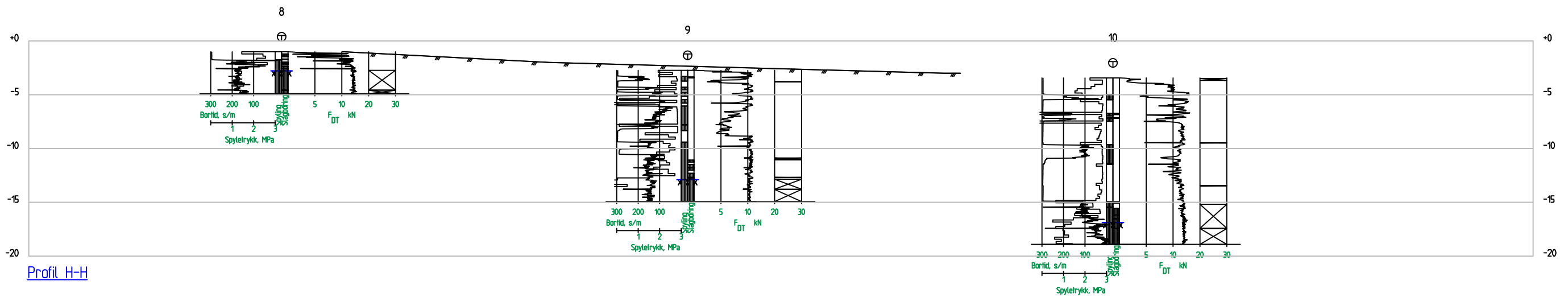
Gjerdsvika

Profil D, E og F

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-101	Rev.	



Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-100.dwg, - Layout: (A3 skjema (3)), - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 15:13



Rev.	Beskrivelse	Endr. liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

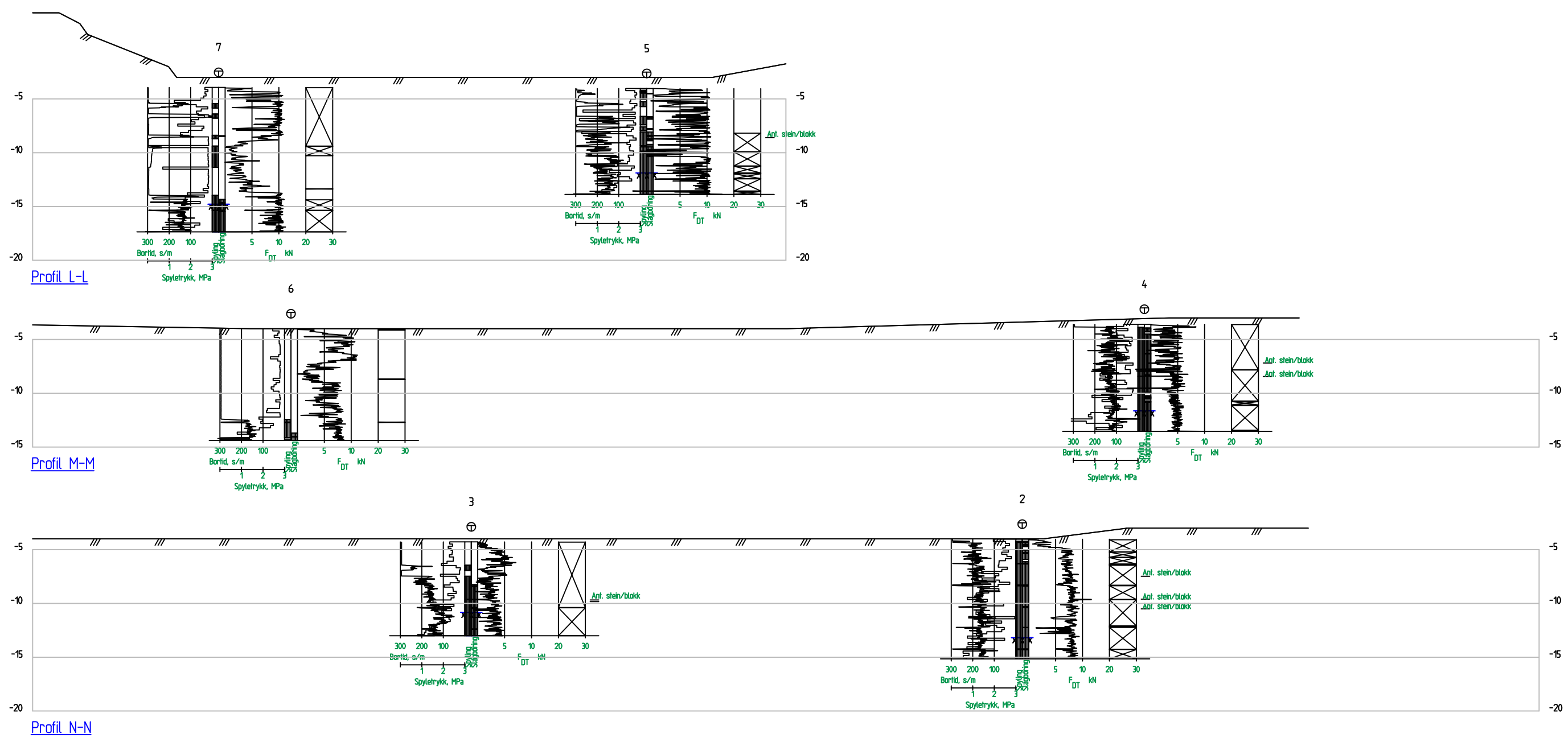
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Kystverket  
Gjerdsвика  
Profil H, I og K

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-102	Rev.	



Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-100.dwg, - Layout: (A3 skjema (4)), - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 15:13



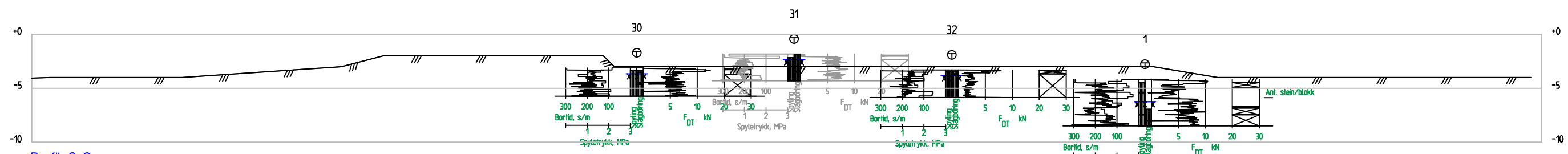
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

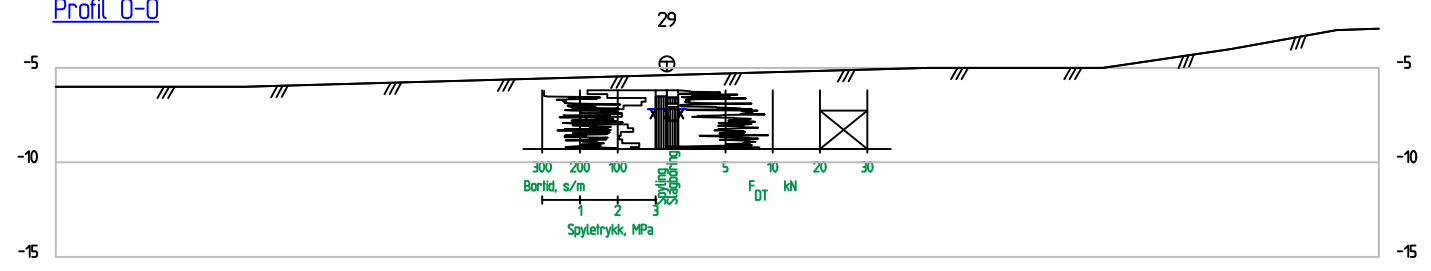
Kystverket  
Gjerdsvika  
Profil L, M og N

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-103	Rev.	

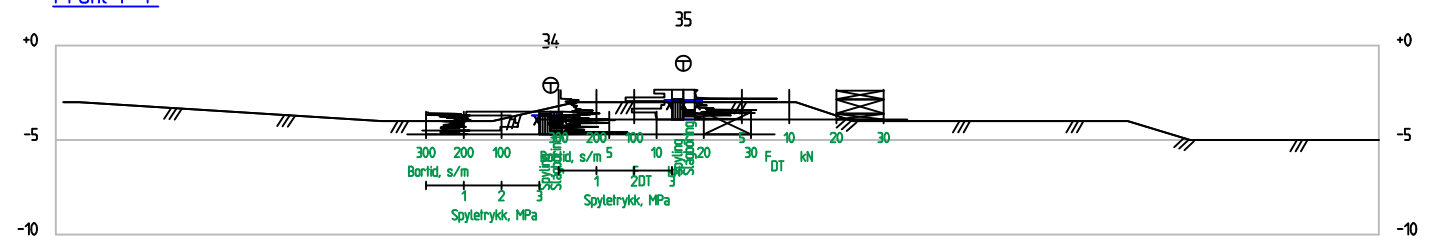
Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-100.dwg, - Layout: (A3 skjema (5)); - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 15:14



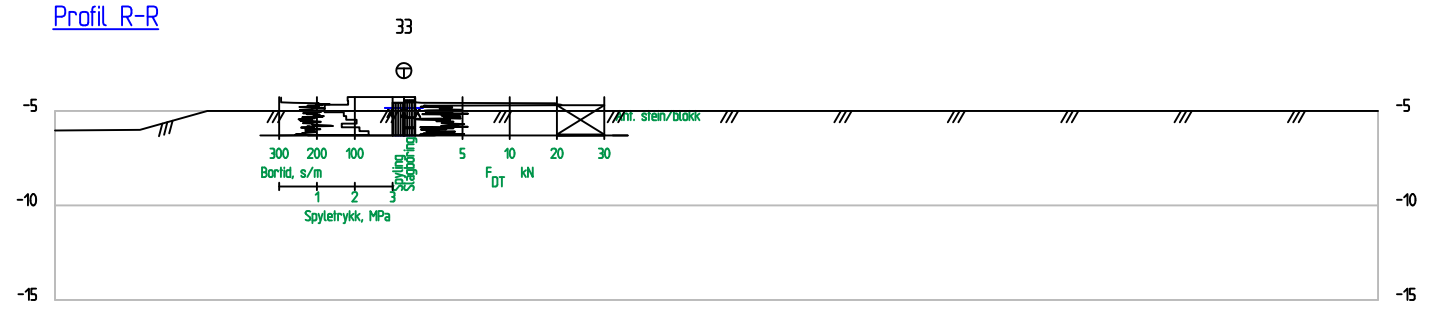
Profil O-O



Profil P-P



Profil R-R



Profil S-S

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

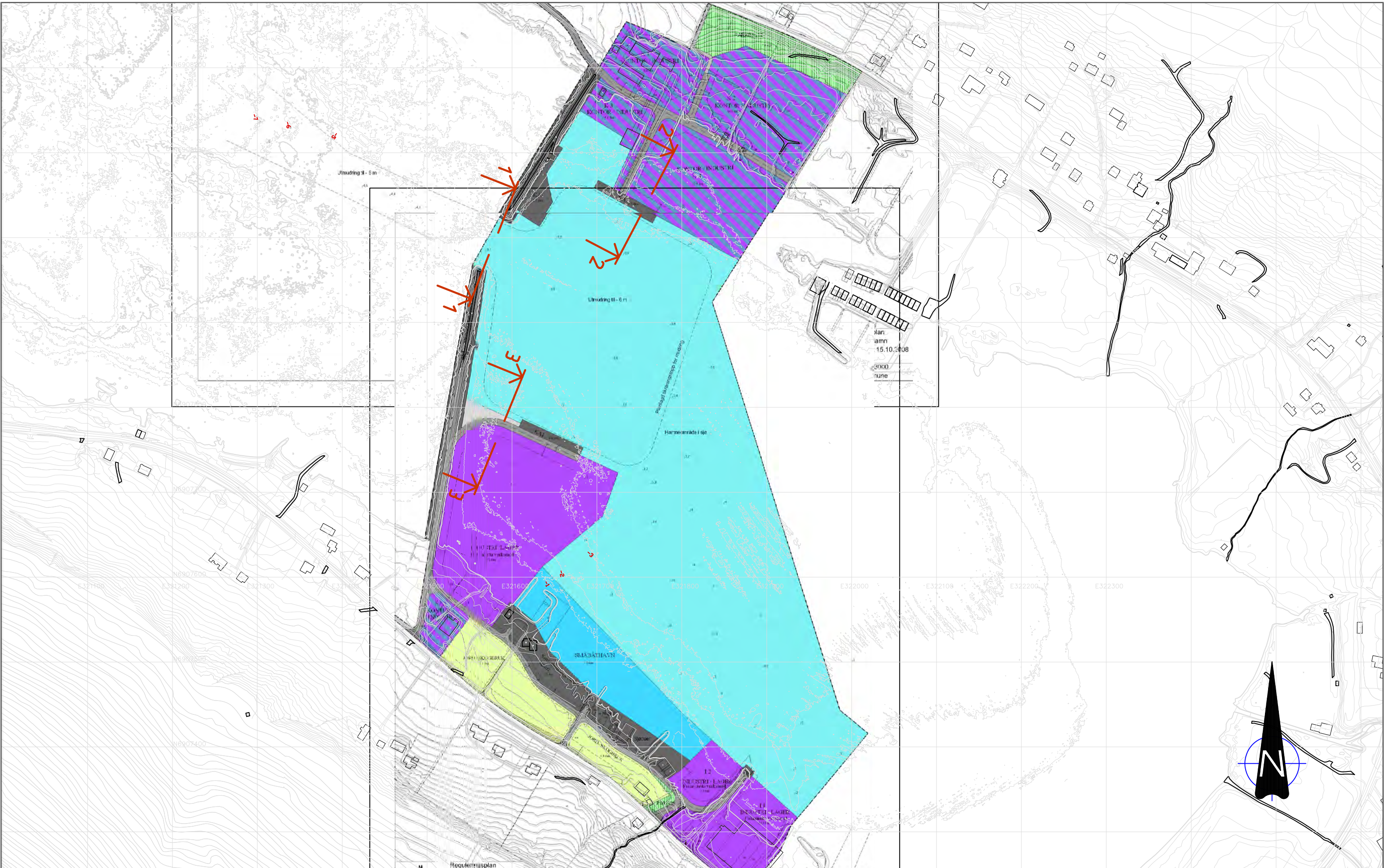
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Kystverket  
Gjerdsvika  
Profil O, P, R og S

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-104	Rev.	



Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-500.dwg. - Plottet av: idmb. Dato: 2014.11.10 kl 15:15



Rev.	xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.

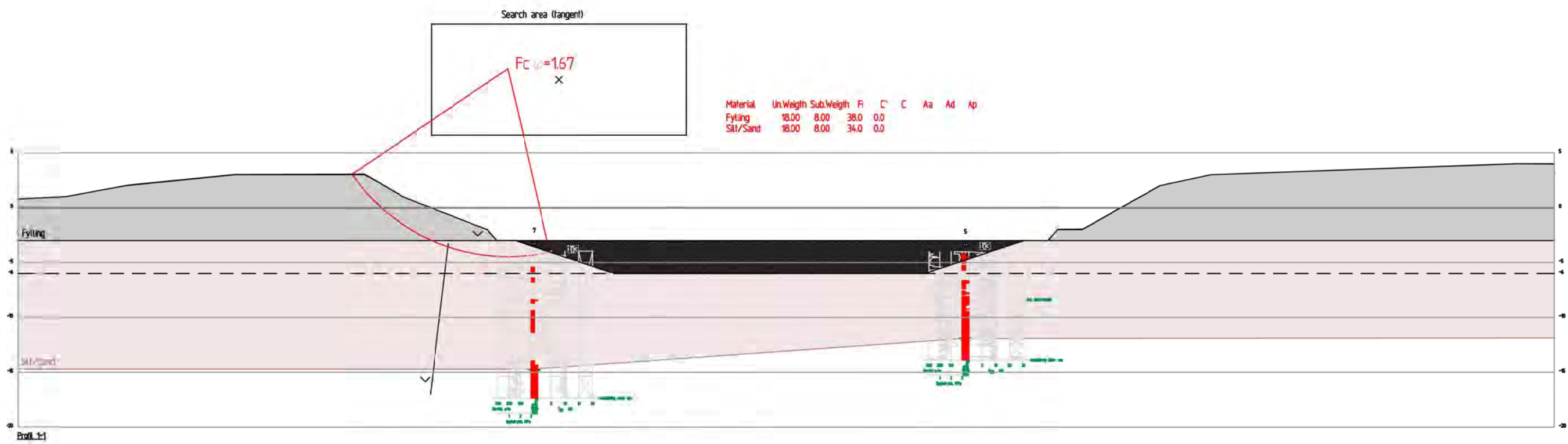
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Kystverket  
Gjerdsvika  
Situasjonsplan

Status	Fag	Original format	Dato
Konstr./Tegnet imb	Geoteknikk	A3	10.11.2014
Oppdragsnr.	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
712495	erbk	erbk	1:4000
	Tegningsnr.	Rev.	
	RIG-TEG-500		



Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONMRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-501.dwg, - Layout: (A3 skjema), - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl. 14:43



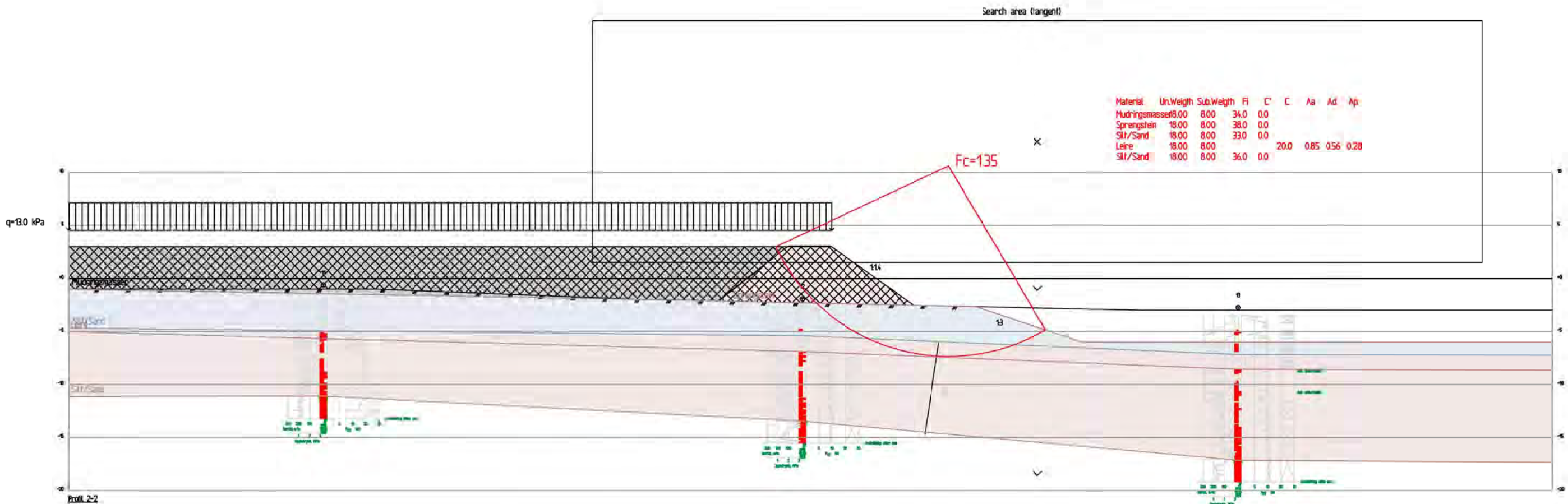
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Kystverket  
Gjerdsvika  
Stabilitet - Profil 1

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-501	Rev.	

Z:\0712\712495-03 ARBEIDSONRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-501.dwg, - Layout: (A3 skjema (3)); - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 14:54



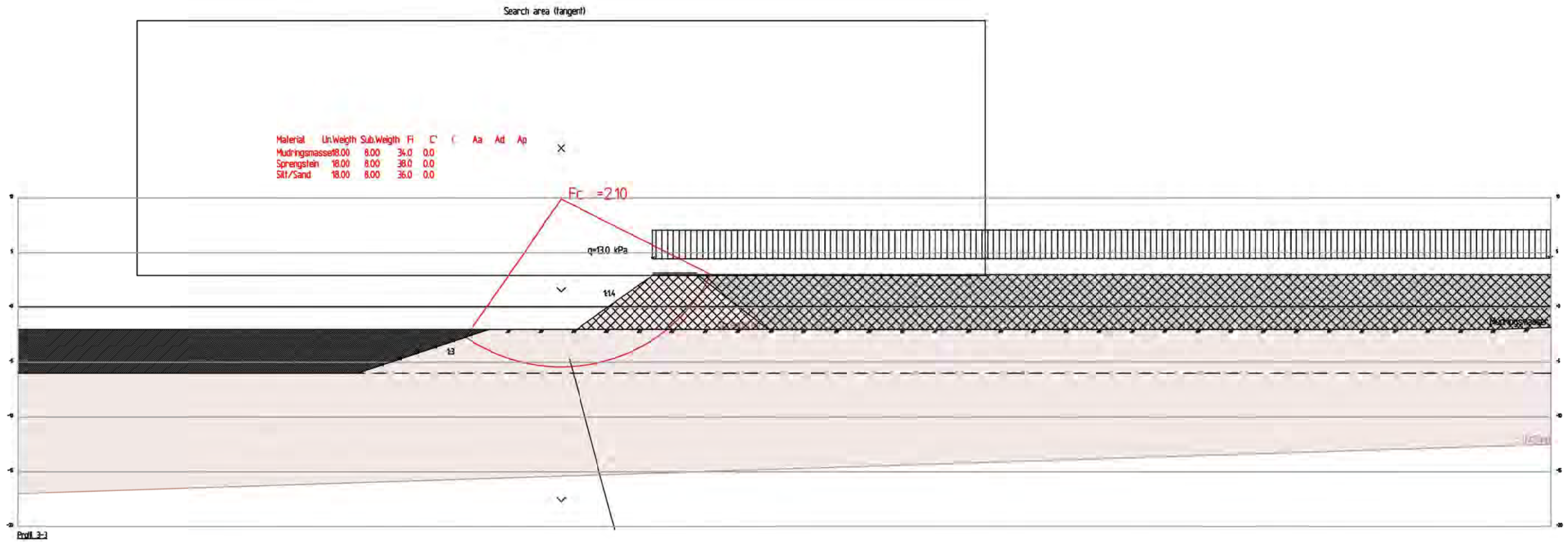
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx



Kystverket  
Gjerdsvika  
Stabilitet - Profil 2

Status	Fag Geoteknikk	Original format A3	Dato 10.11.2014
Konstr./Tegnet imb	Kontrollert erbk	Godkjent erbk	Målestokk 1:400
Oppdragsnr. 712495	Tegningsnr. RIG-TEG-502	Rev.	

Z:\0712\712495\712495-03 ARBEIDSONRÅDE\712495-01 RIG\712495-05 MODELLER\712495-RIG-TEG-501.dwg, - Layout: (A3 skjema (2)); - Plottet av: idmb, Dato: 2014.11.10 kl 14:55



Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x		xxx,xxx,xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx

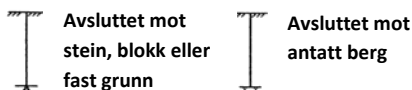
**Multiconsult**

www.multiconsult.no

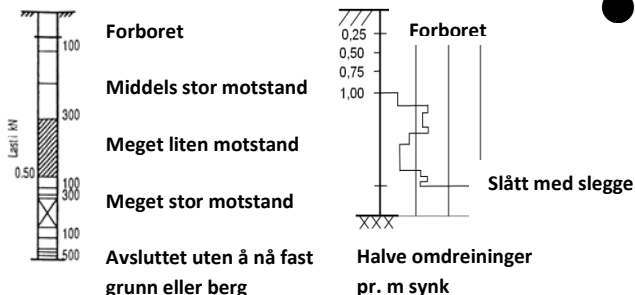
Kystverket  
Gjerdsvika  
Stabilitet - Profil 3

Status	Fag: Geoteknikk	Original format: A3	Dato: 10.11.2014
Konstr./Tegnet: imb	Kontrollert: erbk	Godkjent: erbk	Målestokk: 1:400
Oppdragsnr: 712495	Tegningene: RIG-TEG-503		Rev.

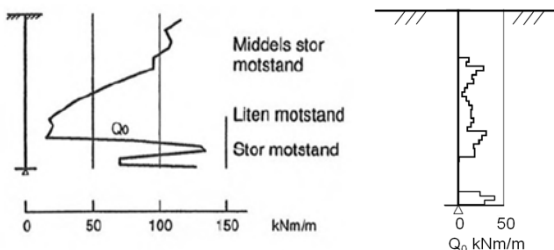




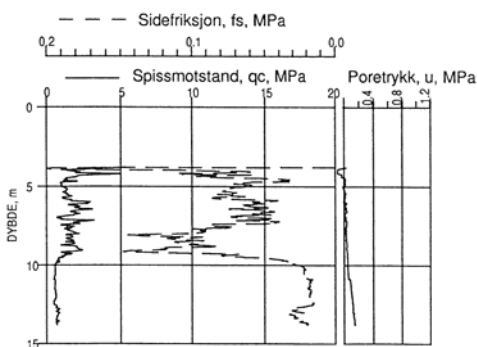
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



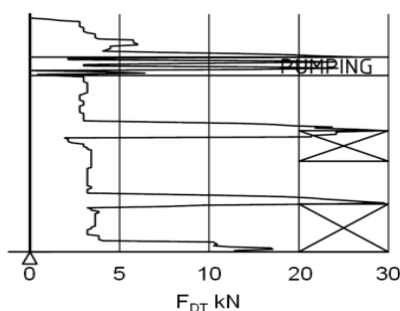
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
 Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall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



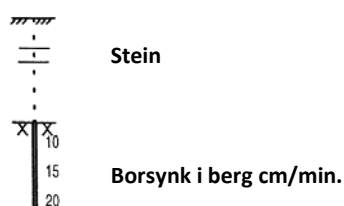
**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
 Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



**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 sidedfriksjon  $f_s$  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).

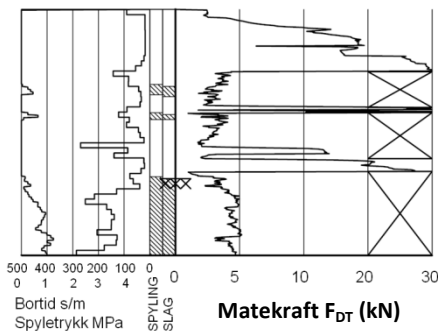


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**  
 Utføres med glatte skjøtbare  $\phi 36$  mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. 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.

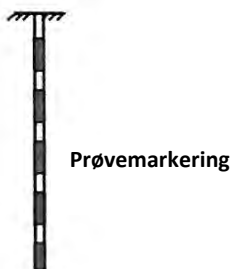




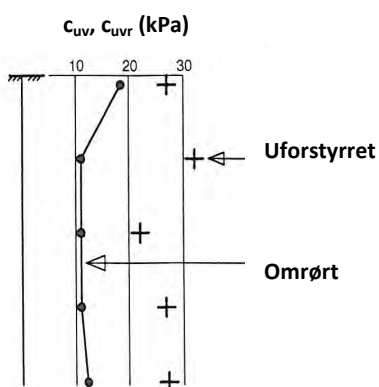
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant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



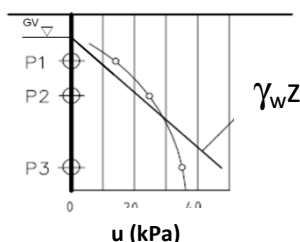
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet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



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



**+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)**  
Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  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  $S_t = c_{uv}/c_{ur}$  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 stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

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

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

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

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

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

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

Benevnelse	Beskrivelse
<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).

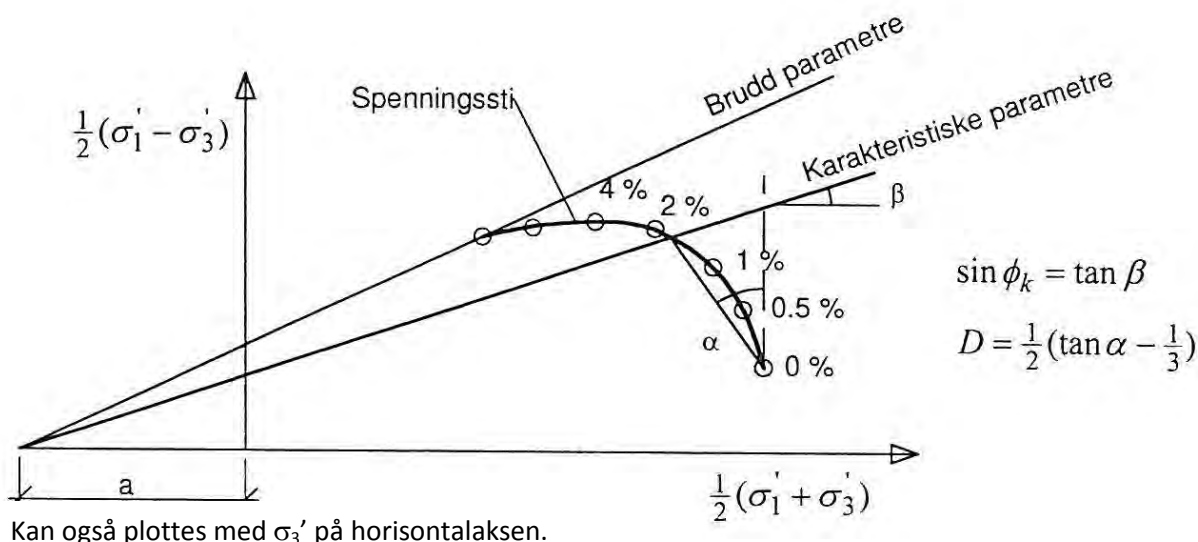
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

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 ( $c_{ukr}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) ( $c_{ucptu}$ ) eller vingebor ( $c_{uv}$ ,  $c_{ur}$ ).



### SENSITIVITET $S_t$ (-)

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

### VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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

### KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w<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)

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

### TYNGDETETHETER

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

**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

### KORNFORDDELINGSANALYSER (NS 8005)

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

### DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) 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.

## Koordinatliste

Oppdrag 712495 Gjerdsvika  
koordinatsystem EUREF UTM 33  
Høydereferanse Sjøkartverkets høydesystem

Borpunkt	Nord	Øst	Dybde
1	6908090,938	321435,826	-4,17
2	6908006,655	321493,770	-4,03
3	6908052,716	321516,159	-4,28
4	6907968,319	321537,566	-3,59
5	6907979,197	321567,568	-4,03
6	6908039,801	321571,925	-4,01
7	6908013,385	321587,937	-3,93
8	6908102,035	321712,267	-1,01
9	6908065,865	321701,204	-2,73
10	6908029,271	321685,971	-3,44
11	6908080,075	321778,902	-1,31
12	6908038,718	321760,432	-2,62
13	6908001,523	321742,847	-3,44
14	6908064,342	321815,698	-1,44
15	6907968,684	321808,91	-3,71
16	6907858,213	321586,488	-3,07
17	6907816,164	321570,582	-1,85
18	6907746,701	321571,727	-2,04
19	6907797,037	321615,058	1,23
20	6907769,140	321598,705	-2,86
21	6907781,179	321653,972	-2,81
22	6907710,901	321613,115	-2,85
23	6907750,881	321727,055	-3,86
24	6907692,156	321681,976	-3,44
25	6907670,730	321707,718	-3,56
26	6907645,777	321738,81	-3,91
27	6907629,879	321664,203	-2,72
28	6907613,181	321620,012	-1,33
29	6908142,131	321354,339	-6,19
30	6908120,018	321413,546	-3,11
31	6908119,560	321419,033	-1,83
32	6908113,117	321420,684	-3,31
33	6908078,262	321290,366	-4,27
34	6908071,291	321280,988	-3,50
35	6908068,699	321287,511	-2,34

# Geoteknikk – grunnboring sjø\_

## Bore Cat

Bore Cat er spesialbygd for geotekniske grunnundersøkelser på sjø:

- Grunnundersøkelser: Dreietrykksondering, totalsondering, CPTU og prøveserier.
- Miljøundersøkelser: Havbunnsprøver med grabb eller prøvesylindre og vannprøver.
- Bunnkartlegging: Posisjonering, dybdemåling med enkeltstråle ekkolodd.
- Instrumentering: Installering av poretrykkmålere i sjøbunn

Flere av oppdragene har inkludert boringer på store vanddyp opp mot 60 m med mye strøm som ikke har vært mulig å gjennomføre på tradisjonelt vis med borerigg på flåte og lettboat.

Bore Cat kan operere i strandlinjen helt inn mot land på grunn av dreibar vannjet. Bore Cat har utført kompliserte boreoppdrag langs hele kysten.



Bore Cat | Foto: Multiconsult

### REFERANSER

- Statens vegvesen
- Kystverket
- Tromsø havn
- Shell/Nyhamna
- Statoil/JOSEPP

### NØKKELDATA

- Båtens navn: BORE CAT
- Byggeår/Verft: 2013 Grovfjord Mekaniske Verksted
- Hjemmehavn: Tromsø
- Lengde/Bredde: 14,99 m/6,8 m
- Dypgående: 0,9 m
- Motor: 2 stk Scania DS16 à 900 HK
- Fremdrift: 2 stk Hamilton 461 vannjet
- Hastighetsområde: 0-22 knop
- Posisjonering: Trimble SPS 855/555H
- Forankring: 4 hydrauliske vinsjer
- Kran: PL 6500 – 6,5 t/m

### KONTAKT

tore.braaten@multiconsult.no  
www.multiconsult.no/



### Grunnundersøkelser

Båten er utstyrt med 4 anker som strammes inn med hydrauliske vinsjer. Vinsjene brukes sammen med DGPS-systemet til å manøvre båten frem til undersøkelsespunktet. Dette gir sikker posisjonering og rask forflytning.

Bore Cat kan utføre undersøkelser fra strandsonen og helt til 60 m vanddyb. Båtens stabilitet og tyngdepunkt bl.a. ved opptak gjør at undersøkelsene får god kvalitet. Det er også god nedregningsevne ved sondering gjennom faste masser med stor mektighet.

Ved miljøundersøkelser brukes vanligvis grabbutstyr med rekkevidde ned til 0,2 m sedimentdybde. Ved bruk av prøvesylindrer kan det tas prøver fra dypere lag.

Vi utfører oppdrag hele året også i krevende værforhold.

Vi har erfaring med:

- Kystnær utbygging/utfylling
- Fergeleier
- Molo
- Kai
- Landanlegg



Utstyr om bord | Foto: Multiconsult

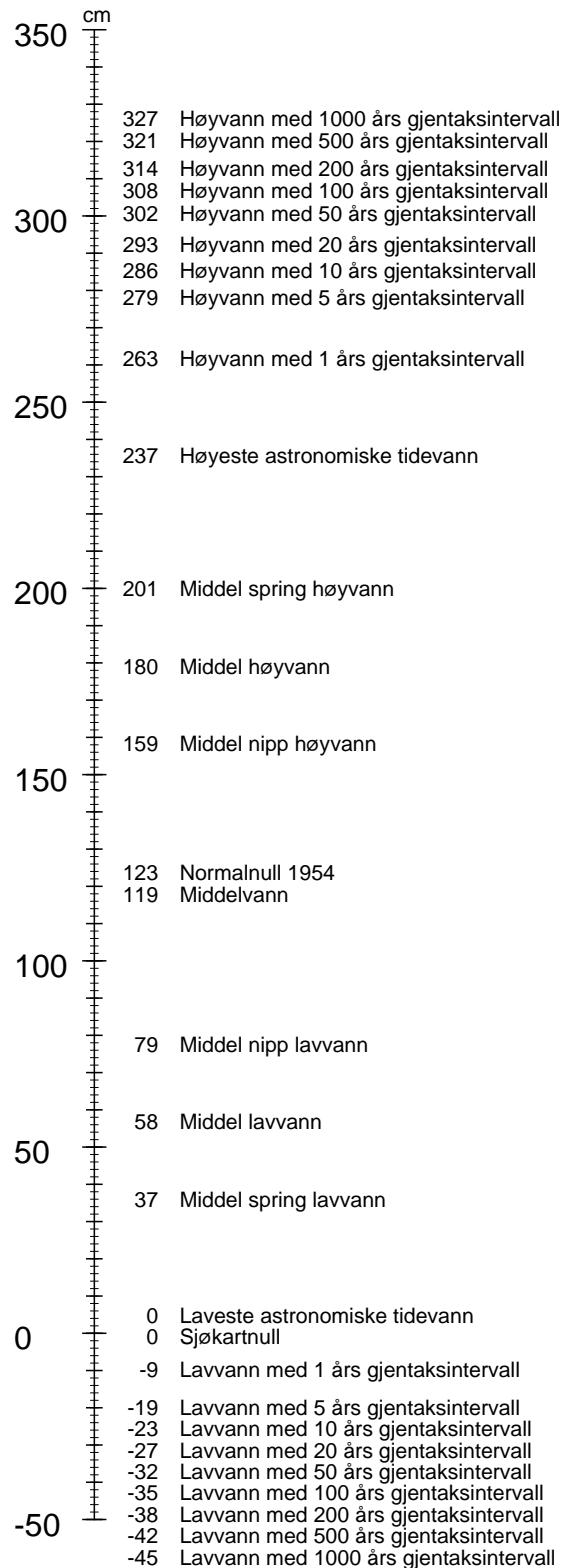


Bore Cat ved kai | Foto: Multiconsult



Borleder i arbeid | Foto: Multiconsult

Landheving er 2,2 mm pr år. Nivå er hentet fra Ålesund og justert med faktor 0,99.





### Høyvann med 1000 års gjentakintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt høyvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt oppnår høyvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt høyvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

### Høyeste astronomiske tidevann

Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

### Middel spring høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann enn ellers.

### Middel høyvann

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

### Middel nipp høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til lavere høyvann enn ellers.

### Normalnull 1954

Nullnivå i og navn på det nasjonale høydesystemet fra 1954 som fortsatt er i bruk i Norge. Normalnull 1954 (NN1954) er også fysisk knyttet til et bestemt fastmerke ved Tregde vannstandsmåler (nær Mandal). Høyden på dette fastmerket er basert på en utjevning fra 1954 av middelvannstandsberegningene for vannstandsmålerne i Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø. NN1954 avløses innen år 2015 av Normalnull 2000 (NN2000).

### Middelvann

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1979 til 1997.

### Middel nipp lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til høyere lavvann enn ellers.

### Middel lavvann

Gjennomsnittet av alle observerte lavvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann minus amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

### Middel spring lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til lavere lavvann enn ellers.

### Laveste astronomiske tidevann

Laveste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes LAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det laveste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

### Sjøkartnull

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevannstabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbakundet).

### Lavvann med 1 års gjentakintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.