

# Rapport

Oppdragsgiver: **Arkitektkontoret Erling Haugen AS**

Oppdrag: **SVV Leikanger H801 Prosjektering**

Emne: **Grunnundersøkelser**

Dato: **14. desember 2012**

Rev. - Dato: **Rev. 1 - 10. april 2013**

Oppdrag- / Rapportnr.: **614299 - 01**

Oppdragsleder: **Arne Stordal**

Sign.: *Arne Stordal*

Saksbehandler: **Anne Birgitte Roe**

Sign.: *Anne Birgitte Roe*

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Erling Haugen**

## Sammendrag:

Statsbygg planlegger nytt tilbygg til Statens vegvesen sitt bygg i Leikanger. Multiconsult AS er engasjert til å utføre grunnundersøkelser.

Undersøkelsene viser at massene øverst består av fyllmasser som hovedsakelig består av fast lagret humusholdig grusig sand. Under er det registrert fast til svært fast lagret materiale av antatt sand, grus og stein.

1.	Innledning.....	3
2.	Lokalitet.....	3
3.	Utførte undersøkelser .....	3
4.	Grunnforhold .....	4
4.1	Resultater fra feltarbeid.....	4
4.2	Resultater fra laboratoriearbeid.....	4
4.3	Lagdeling og geotekniske parametre .....	4
5.	Overordnet vurdering av fundamentering .....	5

- 614299 - G0    Oversiktskart
- G1    Borplan
- G10   Geoteknisk data PR I
- G60   Korngradering PR I
- G100 Profil A-A
- G101 Profil B-B
- G102 Profil C-C
- G103 Profil D-D
- G104 Profil E-E
- G105 Profil F-F
- G106 Profil G-G

Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser

Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser

## 1. Innledning

Statsbygg planlegger tilbygg til Statens vegvesen sitt bygg i Leikanger. Multiconsult AS er engasjert til å utføre grunnundersøkelser. Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte grunnundersøkelser og gir overordnede råd om fundamentering.

## 2. Lokalitet

Statens vegvesen sitt bygg er lokalisert i dalbunnen i Leikanger. I noe avstand fra bygget er det både mot NV og SØ er det terrasser på høyere nivå, se bilde 1. Området er av NGU kartlagt som en elveavsetning ref. /1/. Like NV for tomten renner Njøsaelvi.



Bilde 1: Bilde viser Statens vegvesen sitt eksisterende bygg i Leikanger (bilde kopiert fra google map)

## 3. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i tiden 20. og 21. november 2012 under ledelse av vår borformann Odd Martin Slåtten. Grunnundersøkelsene ble utført med en geoteknisk borrhigg av typen GM 100 GTT. Riggeren er utstyrt med en elektronisk registreringsenhet for automatisk logging og opptegning av sonderingsdata. Innmåling av borpunkter og terrenghøyder ble utført med GPS-utrustning av typen Leica RX 125 XC.

Følgende geotekniske feltprogram ble gjennomført:

- 10 totalsonderinger
- 1 prøveserie

Totalsondering er en kombinasjon av fjellkontrollboring og modifisert dreietrykkssondering. Metoden gir normalt god nedtreningsvevne ved at det kan kobles inn vannspyling og slag under sonderingen. Metoden gir relativ sikker påvisning av bergnivå ved at det normalt blir avsluttet etter boring i antatt berg.



Prøveserien ble tatt med naverboring som gir omrørte, men representative prøver. Prøveserien av poseprøver ble åpnet i vårt laboratorium for rutineundersøkelser, og på utvalgt prøve ble det i tillegg tatt korngraderingsanalyser.

For nærmere forklaring av bormetoder og tolkning av resultater vises det til rapportens geotekniske bilag feltundersøkelser. For nærmere forklaring av geotekniske definisjoner og laboratoriedata vises det til rapportens geotekniske bilag laboratorieundersøkelser.

#### 4. Grunnforhold

Borpunktene plassering er vist i plan på rapportens tegning nr. G1 og resultatene er tegnet opp i profiler på rapportens tegninger nr. G100 til G106.

Resultater fra laboratorieforsøkene er presentert på tegning G10 som geotekniske data og nr. G60 som korngradering.

##### 4.1 Resultater fra feltarbeid

Terrenghøyden i sonderingene varierer fra kote 6,6 til kote 10,1.

Det er boret til dybder på opptil 23,7 m uten at berg er påvist.

Resultater fra totalsonderingene viser at massene hovedsakelig består av fast til svært fast lagret materiale. Unntaket er mellom 1 og 3 m dybde der det i enkelte borpunkt er registrert lag med løst lagret materiale. Tykkelsen på laget er om lag 0,5 m og er registrert i borpunktene 2, 4, 5, 6, 8 og 9.

Materialet er tolket til å bestå av fyllmasser av humusholdig grusig sand over stedlig materiale av sand, grus og stein. Ut i fra totalsonderingene er det ikke noen klar overgang mellom fyllmasser og stedlig materiale.

Forsøk på måling av grunnvannstand i forbindelse av totalsonderingene, viser at vannstanden stod lavere enn 2 m under terrengnivå i borpunkt 7, dvs lavere enn kote 5,7. Videre har vi målt vannstanden i Njøsaelvi til kote 3,8. Løsmassene i området er drenerende, slik at vi antar at grunnvannstanden vil stå om lag i samme nivå som vannstanden i denne elven.

##### 4.2 Resultater fra laboratoriearbeid

Resultat fra analysing av prøveserien PR I ved borpunkt 7 viser at fast lagret materiale fra 1,0 til 2,0 m dybde består av humusholdig grusig sand med et glødetap på  $O_g=1,9\%$ .

##### 4.3 Lagdeling og geotekniske parametre

Grunnundersøkelsene viser at massene øverst består av fyllmasser som hovedsakelig kan klassifiseres som fast lagret humusholdig grusig sand. Under dette laget er det registrert fast til svært fast lagret materiale av antatt sand, grus og stein.

Valg av karakteristiske jordparametre er vist i tabell 1. Vi har her ikke tatt med parametre for laget med løst lagret materiale.

Grunnundersøkelsene viser at materialet i grunnen består av friksjonsmasser. I følge Eurocode 7 ref. /2/ kan en partialfaktor på  $\gamma_m=1,25$  brukes på denne typen materiale.



Tabell 1: Valg av karakteristiske jordparametre

Lag	Tyngdetetthet, $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	Neddykket tyngdetetthet, $\gamma'$ , kN/m <sup>3</sup>	Friksjon, $\tan \phi$	Attraksjon, $a$ , kN/m <sup>2</sup>	Modultall, $m$	Regnemodell for setning
Ny sprengsteinsfylling	18	11	0,9	10	900	EE
Eksisterende fyllmasser	19	10	0,73	0	200-300	EP
Stedlige masser	19	10	0,78	0	400-600	EP

## 5. Overordnet vurdering av fundamentering

For overslagsberegninger av bæreevnen til grunnen kan følgende formel benyttes:

$$q = 439 \cdot d + 141 \cdot B \quad [\text{kN/m}^2]$$

der  $q$  er jevnt fordelt grunntrykk,  $d$  er minste fundamentdybde og  $B$  er fundamentbredde.

Formelen forutsetter at grunnvannstanden er under fundamentnivå. Ved høyere vannstand reduseres bæreevnen. Også ved overføring av horisontallaster til grunnen vil bæreevnen bli vesentlig redusert.

Vi forutsetter at laget med løst lagret materiale blir masseutskiftet med sprengsteinsmasser. Laget er registrert ned til om lag 3,0 m dybde, denne dybden må kontrolleres i anleggsperioden og om nødvendig må det masseutskiftes til større dybde. Sprengsteinsmassene skal legges ut og komprimeres lagvis.

For vurdering av setninger må det gjøres beregninger når lastene fra bygget er klare. Grunnforholdene er relativt ensartet for tomten, så vi regner ikke med skeivsetninger som følge av grunnforholdene. Men varierende laster på fundamentene kan gi skeivsetninger på bygget. I tillegg må eventuelle skeivsetninger mellom eksisterende bygg og ny bygg vurderes. Grunnforholdene består av drenerende masser, følgelig vil deler av setningsforløpet bli unnagjort i anleggsperioden.

Når det gjelder tillatt grunntrykk antar vi at det er omfanget av setninger som blir dimensjonerende. Følgelig er det ikke grunnens bæreevne og formelen gitt ovenfor, som blir bestemmende.

Under forutsetning av at setningsberegningene gir akseptable setninger, forventer vi at bygget kan direktefundamenteres på stedlige masser.

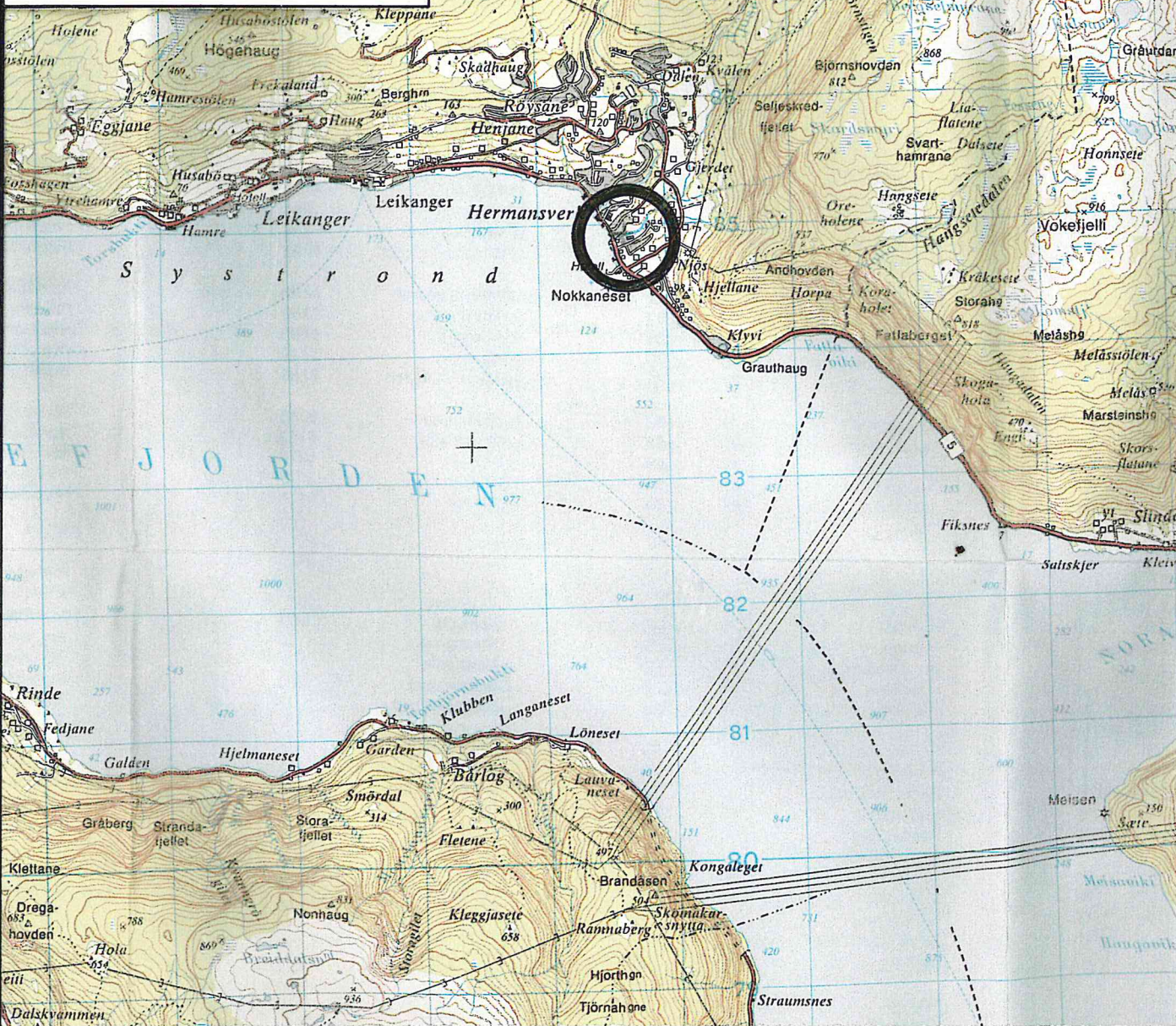
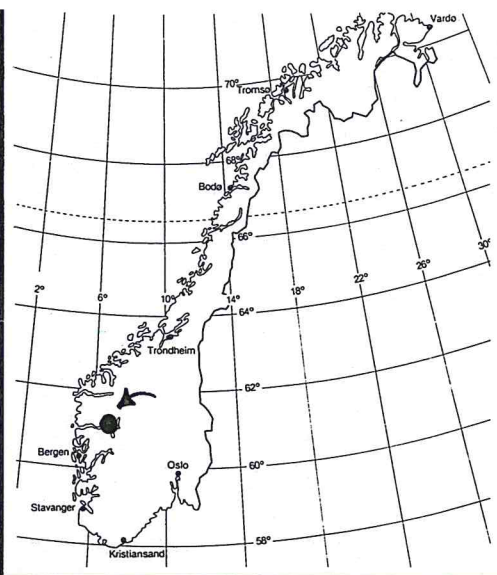
Ved masseutskifting inntil eksisterende bygg må bæreevnen til bygget vurderes.

Ved borpunkt 11 og 12 vil veg- og parkeringsplasser bli noe endret slik at det blir behov for ny tørrmur. Grunnundersøkelsene i dette området viser at grunnforholdene består av fast til svært fast lagret materiale, som er gode fundamenteringsforhold for tørrmurer.

## Referanser

- /1/ <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- /2/ Norsk standard (2008) Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler. NS-EN 1997-1:2004-NA2008. Standard Norge.





# ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

OVERSIKTSKART



**MULTICONSULT**

Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato

28.11.12

Oppdragsnr.

614299

Tegningens filnavn

Målestokk

1:50000

Original format

A4

Tegningsnr.

G0

Godkjent

ABR

Kontrollert

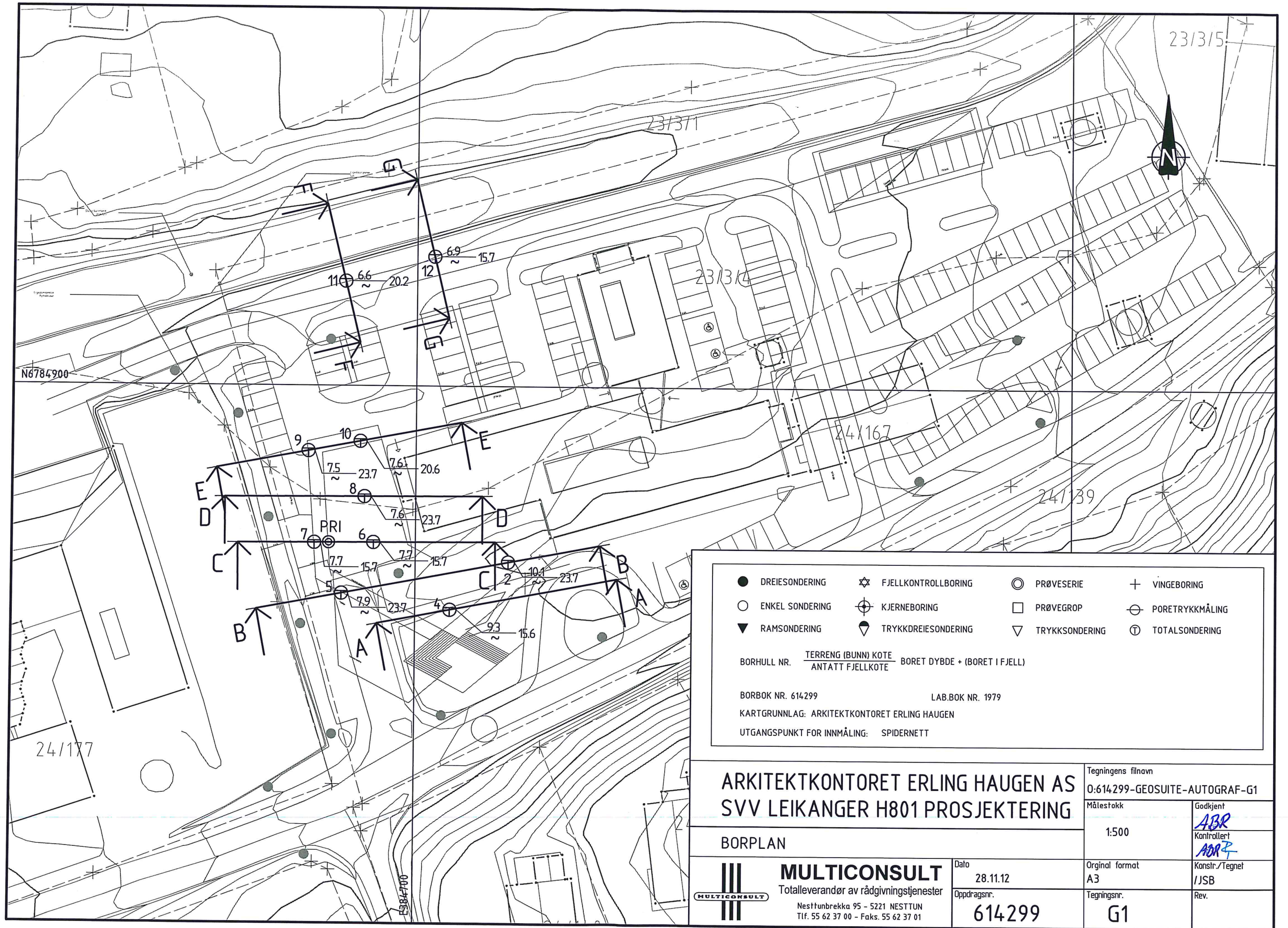
ABR

Konstr./Tegnet

/JSB

Rev.





- |                   |                       |                  |                   |
|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| ● DREIESONDERING  | ☆ FJELLKONTROLLBORING | ◎ PRØVESERIE     | + VINGEBORING     |
| ○ ENKEL SONDERING | ⊕ KJERNEBORING        | □ PRØVEGROP      | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ▼ RAMSONDERING    | ⬇ TRYKKDREIESONDERING | ▽ TRYKKSONDERING | Ⓢ TOTALSONDERING  |

BORHULL NR.     $\frac{\text{TERRENG (BUNN) KOTE}}{\text{ANTATT FJELLKOTE}}$     BORET DYBDE + (BORET I FJELL)

BORBOK NR. 614299    LAB.BOK NR. 1979

KARTGRUNNLAG: ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN

UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: SPIDERNETT

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

BORPLAN



**MULTICONCONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester  
Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.

614299

Tegningens filnavn

O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G1

Målestokk

1:500

Original format

A3

Tegningsnr.

G1

Godkjent

ABR  
Kontrollert  
ADR

Konstr./Tegnet

/JSB

Rev.



TERRENGKOTE BUNNKOTE	7,7 <div></div>	DYBDE I PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %											n	O <sub>91</sub>	γ	SKJÆKSTYRKE Su (kN/m <sup>2</sup> )										S <sub>t</sub>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			20	30	40	50	%	%	m <sup>3</sup>	10	20	30	40	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
HUMUSHOLDIG GRUSIG SAND	K	5	8,8	←							1,9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGROP  
VB = VINGEBORING  
LAB.BOK 1979  
BORBOK 24205

○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
W<sub>F</sub> — KONUSMETODE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>91</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>91</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-5 DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

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

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

GEOTEKNISKE DATA PRI

**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Oppdragsnr.

614299

Borpunkt nr.  
PRI

Borplan nr.  
614299

Boret dato

Tegningsnr.

G10

Tegnet  
JSB

Kontr.  
Z

Dato  
14.12.12

Rev.

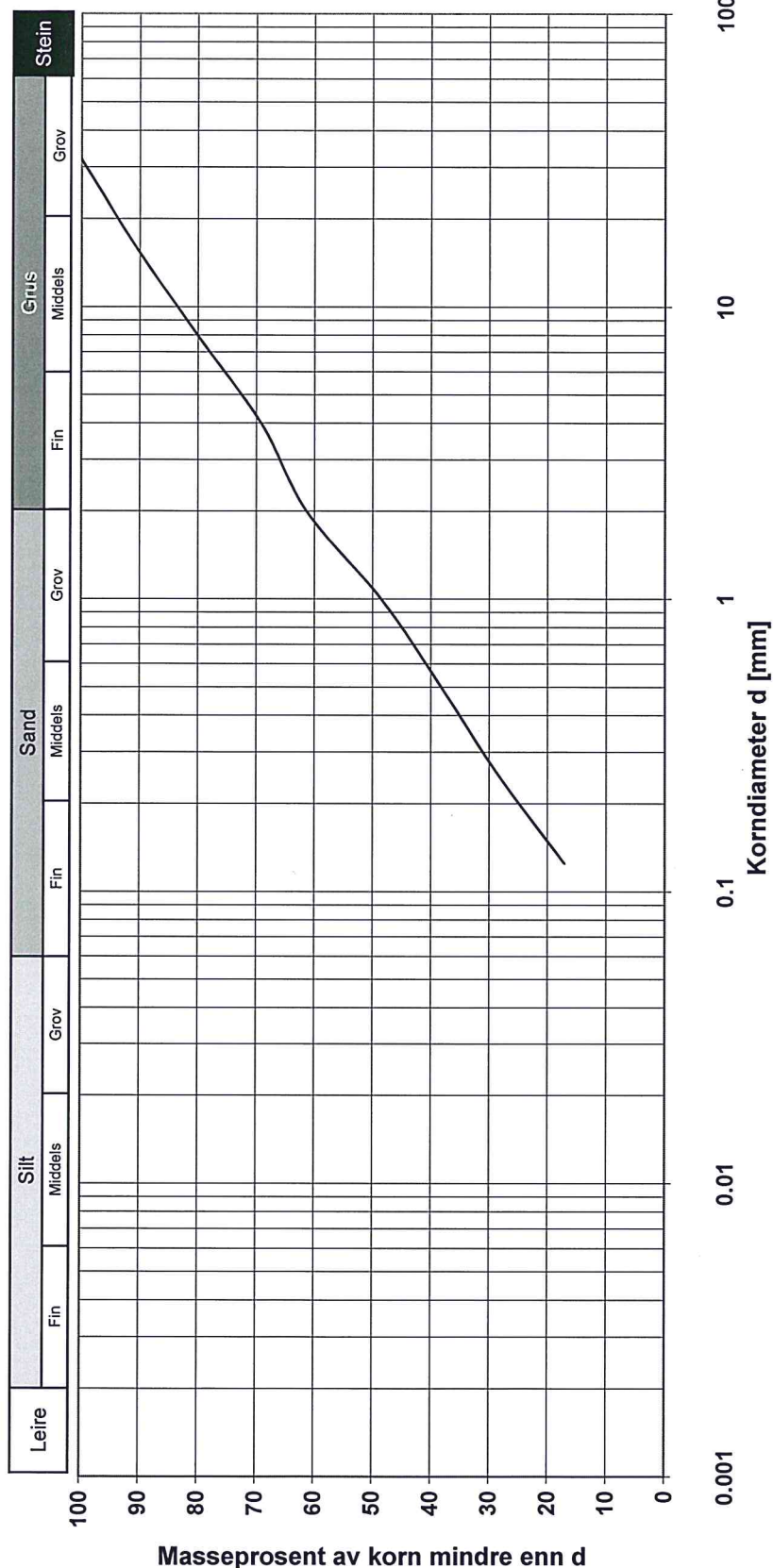
Kontr.

ABR



Side

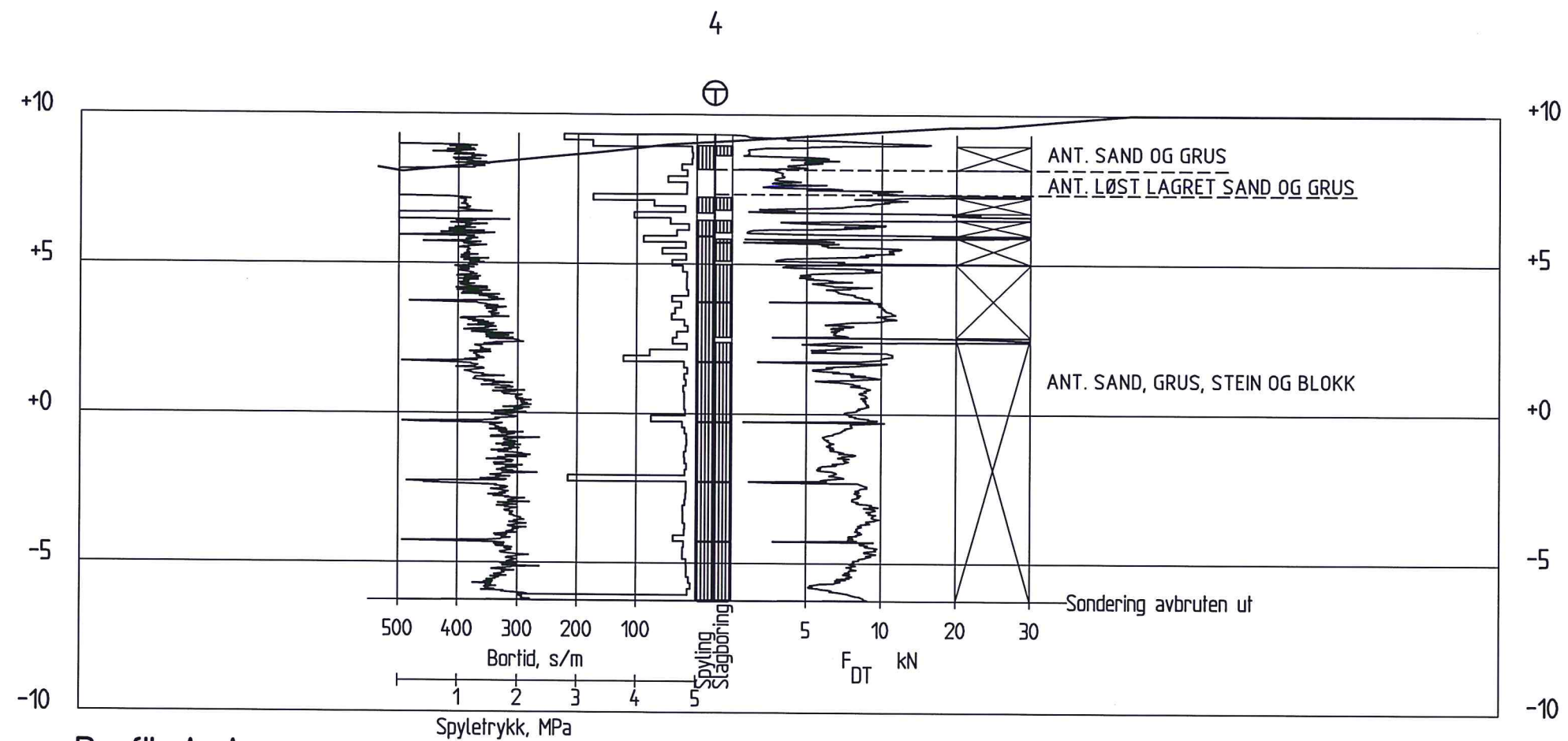
# KORNGRADERINGSKURVE



SYM-BOL	PRØVE-SERIE NR.:	DYBDE m (KOTE)	JORDARTSBETEGNELSE	w [%]	O <sub>cl</sub> [%]	ANMERKNING	METODE		
							TØRR-SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT+TØRR SIKT
—	PR I	1,0-2,0	Grusig sand	8.8	1.9		X		

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING		Boring nr. PR I	Tegningens filnavn 614299-G60.xls	
		Borplan nr. 614299-G1		
KORNGRADERING		Borbok/Lab.bok 24205/1979		
<b>MULTICONSULT AS</b> Nesttunbrekka 95 5221 BERGEN Tlf.: 55 62 37 00 Faks: 55 62 37 01	Dato 10.12.2012	Tegnet HN	Kontrollert 	Godkjent 
	Oppdrag nr. <b>614299</b>	Tegning nr. <b>G60</b>	Rev.	





**Profil A-A**  
1 : 200

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

PROFIL A-A



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester  
Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.  
**614299**

Tegningens filnavn  
O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G100

Målestokk  
1:200

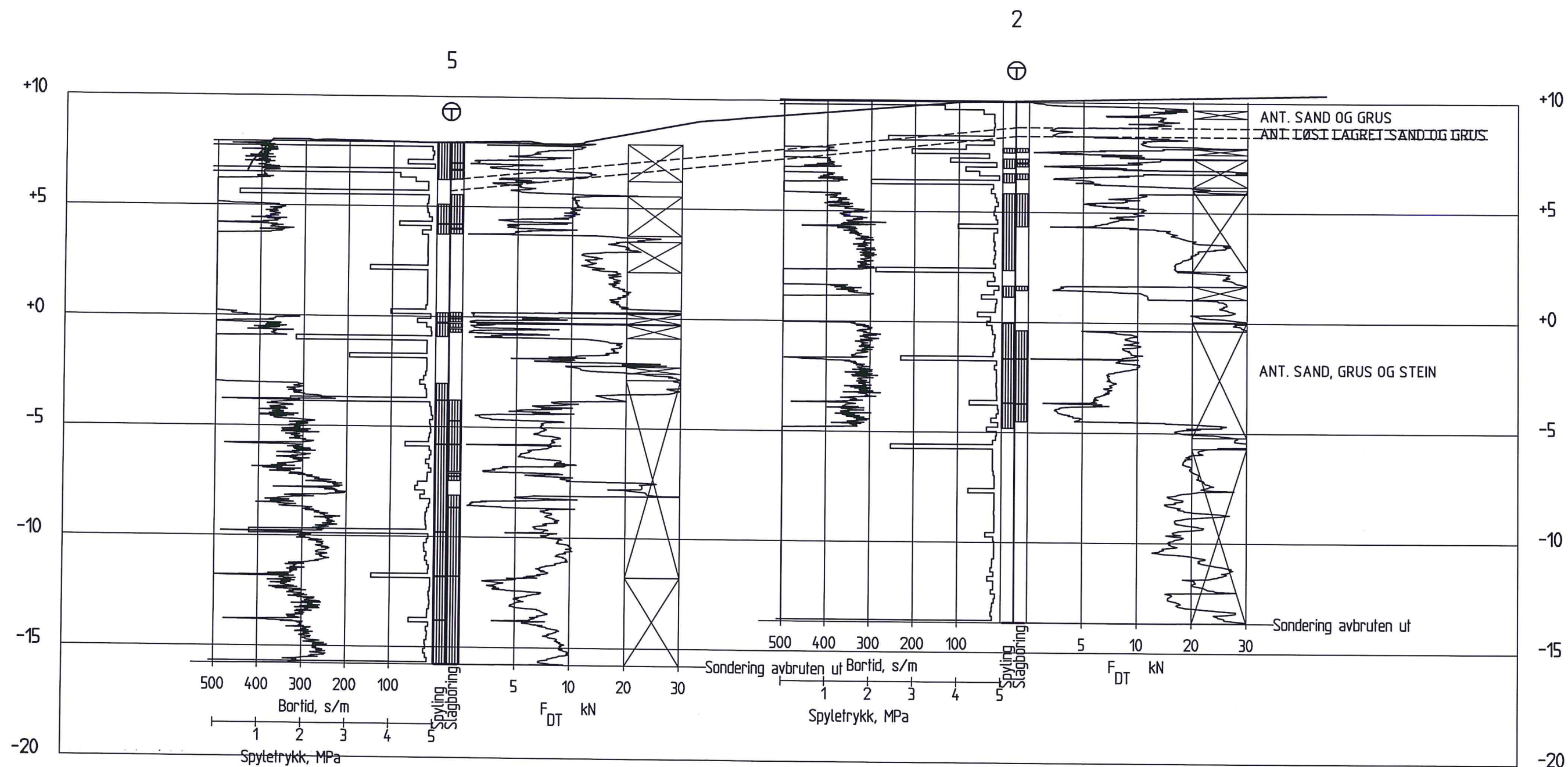
Original format  
A3

Tegningsnr.  
**G100**

Godkjent  
*ABR*  
Kontrollert  
*ABR*

Konstr./Tegnet  
/JSB

Rev.



Profil B-B  
1 : 200

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

PROFIL B-B



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester  
Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.

614299

Tegningens filnavn

O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G101

Målestokk

1:200

Original format  
A3

Tegningsnr.

G101

Godkjent

ABR

Kontrollert

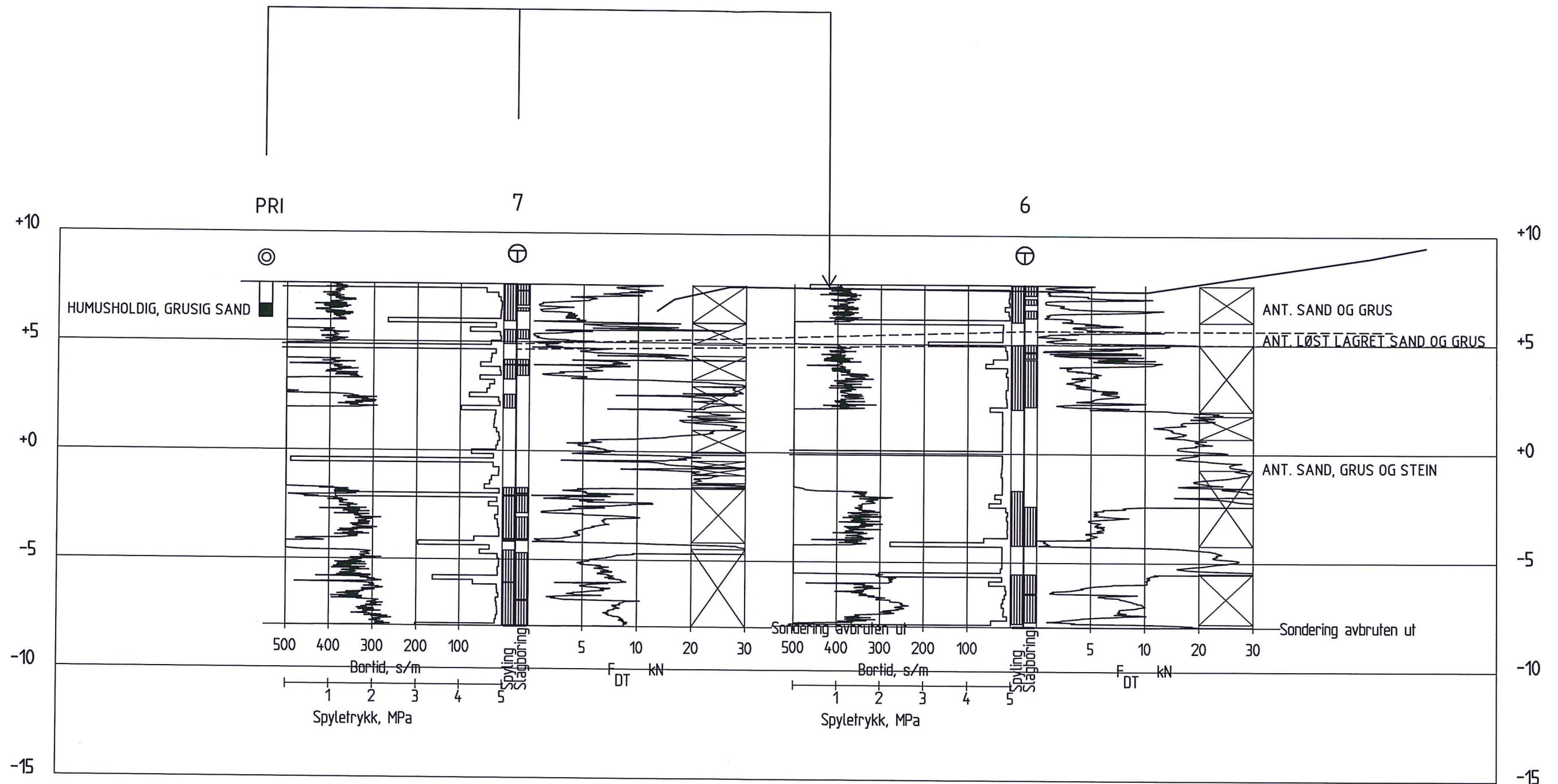
ABR

Konstr./Tegnet

/JSB

Rev.





**Profil C-C**  
1 : 200

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

PROFIL C-C



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.

614299

Tegningens filnavn

O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G102

Målestokk

1:200

Original format  
A3

Tegningsnr.

G102

Godkjent

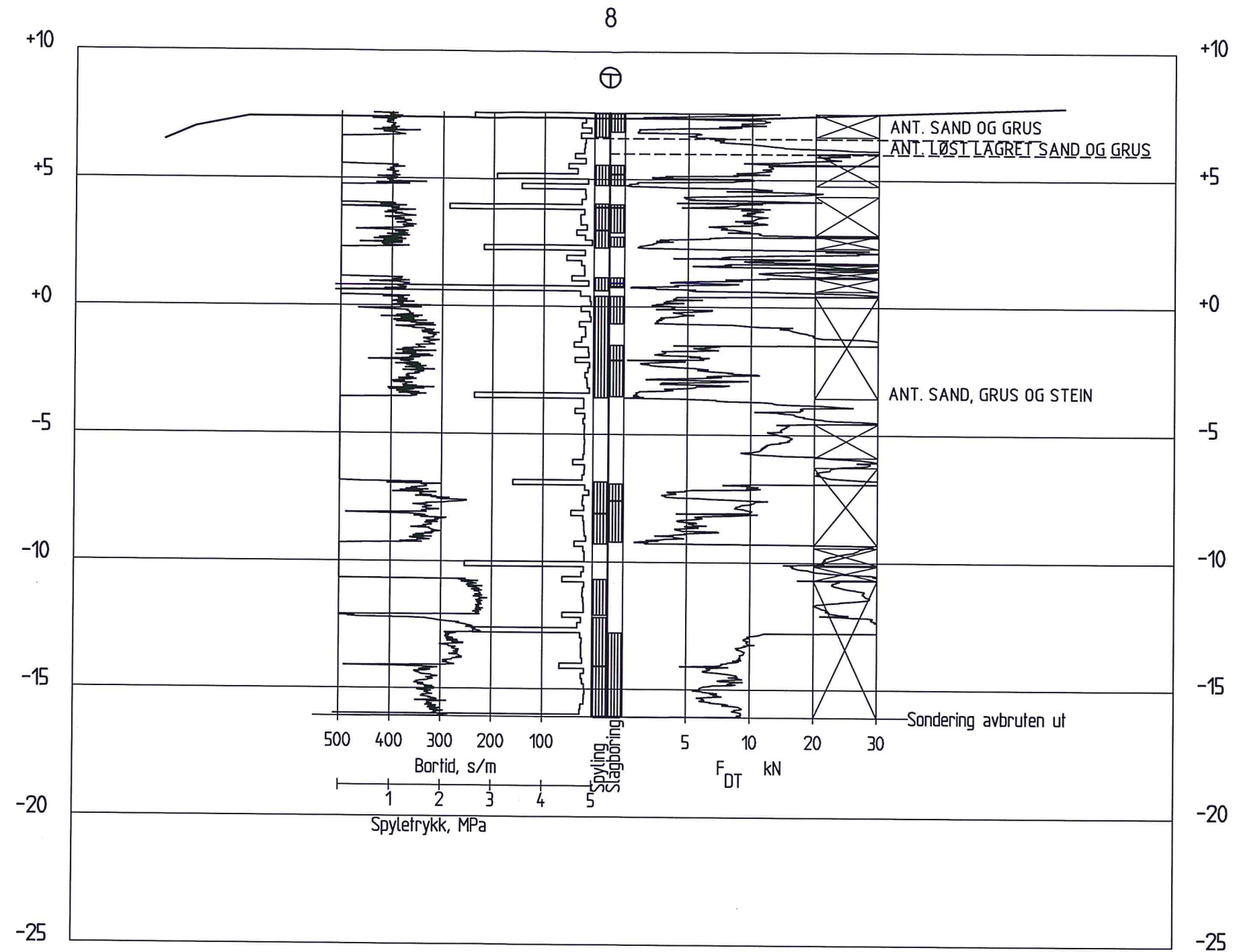
ABR  
Kontrollert

ABR  
Konstr./Tegnet

/JSB

Rev.





**Profil D-D**  
1 : 200

**ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS**  
**SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING**

PROFIL D-D



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester  
Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.

**614299**

Tegningens filnavn

O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G103

Målestokk

1:200

Godkjent

ABR

Kontrollert

ABR

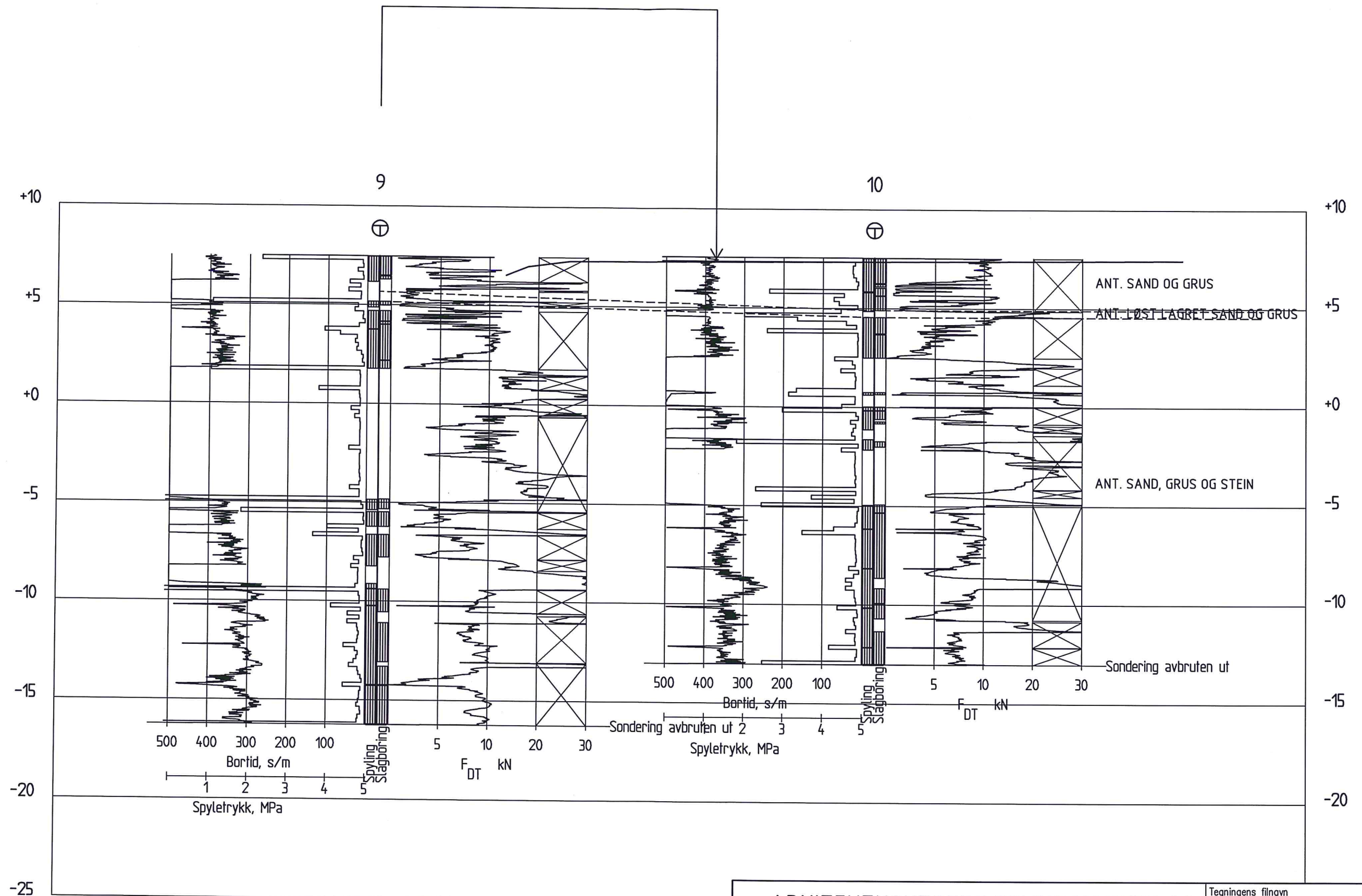
Original format  
A3

Tegningsnr.

**G103**

Konstr./Tegnet  
IJSB

Rev.



Profil E-E

1 : 200

ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS  
SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING

PROFIL E-E



**MULTICONSULT**

Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
28.11.12

Oppdragsnr.

614299

Tegningens filnavn  
O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G104

Målestokk

1:200

Godkjent

ABR

Kontrollert

ABR

Konstr./Tegnet

/JSB

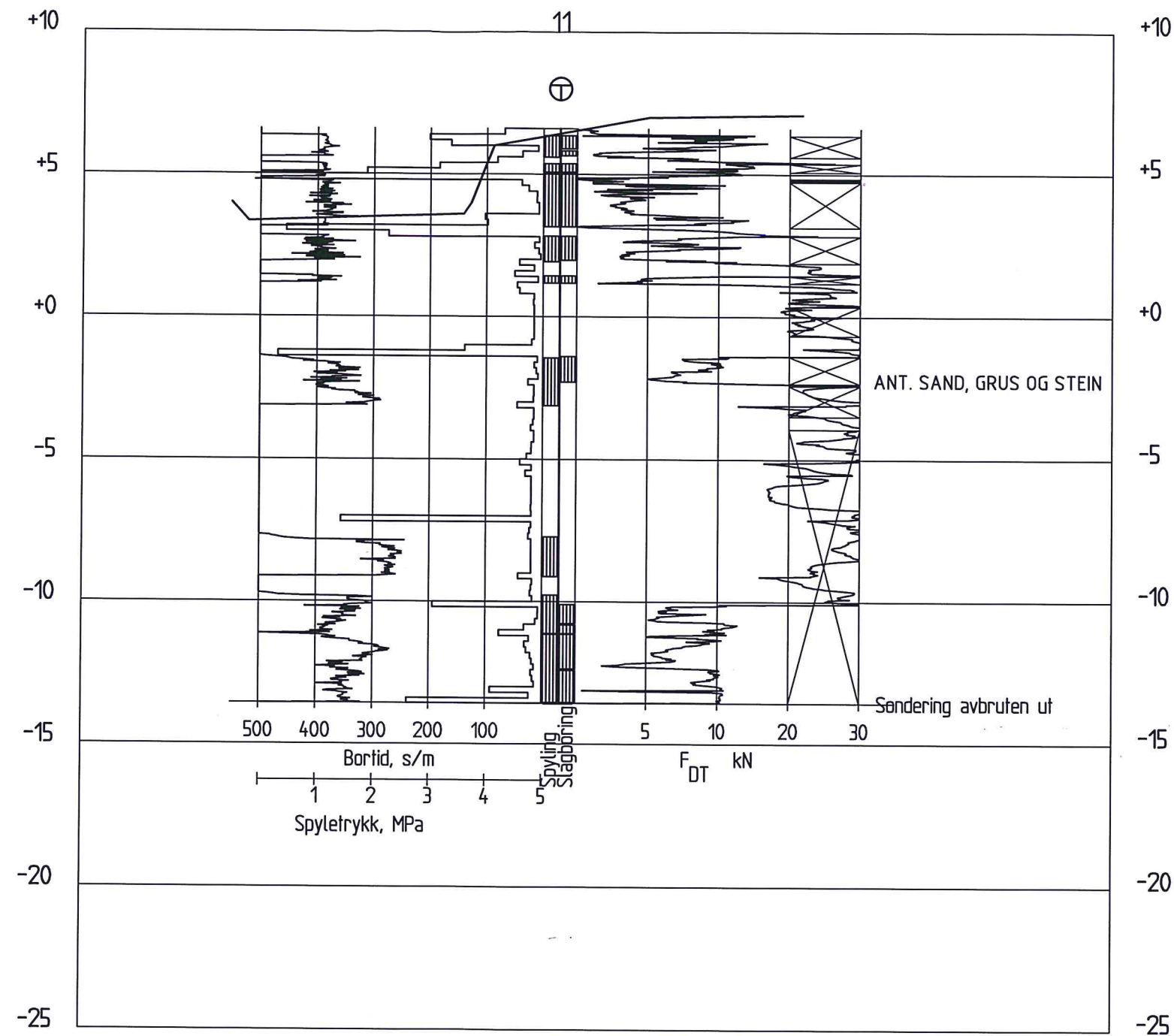
Rev.

Original format  
A3


Tegningsnr.

G104

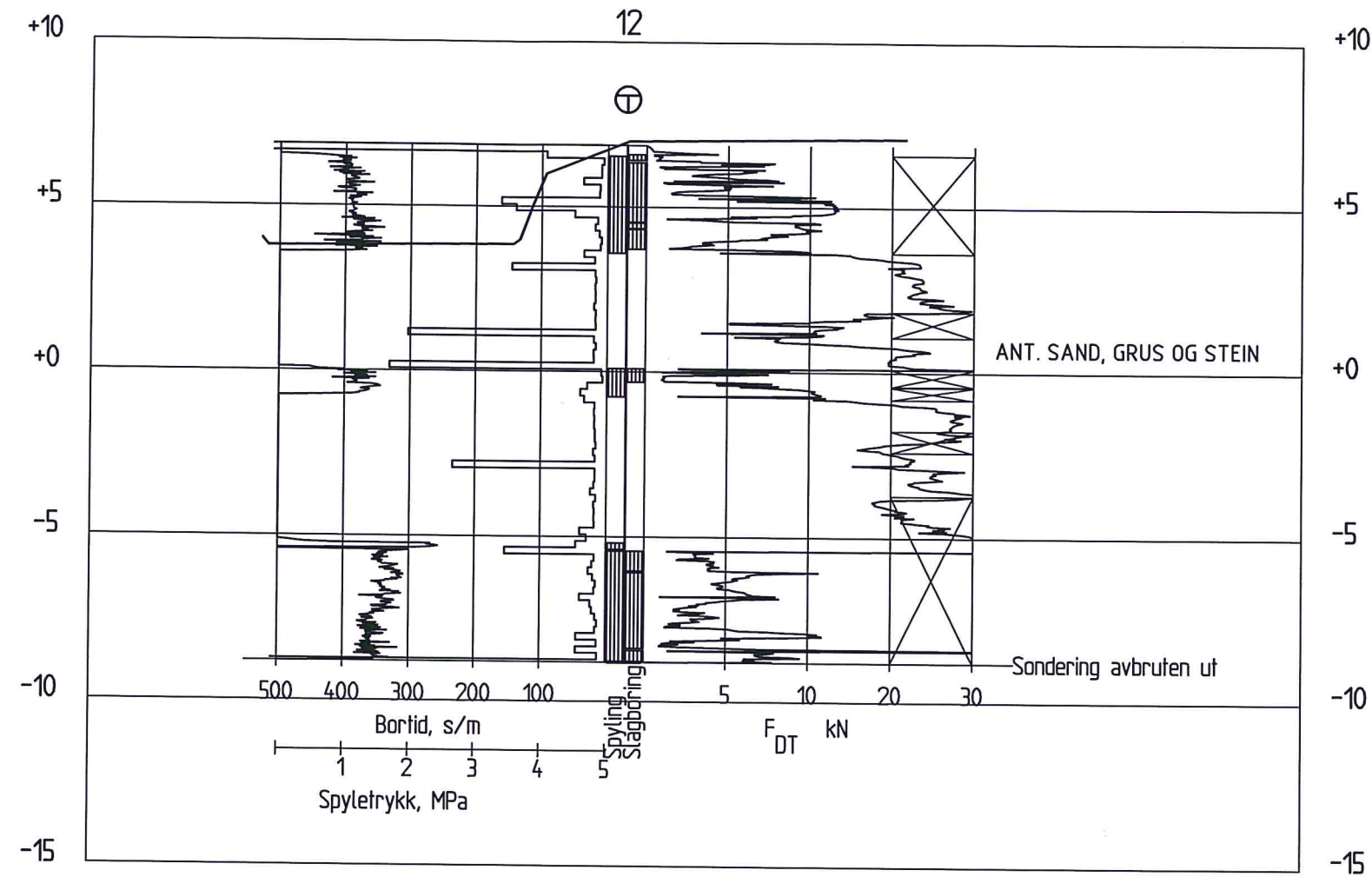




**Profil F-F**  
1 : 200

<b>ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS</b> <b>SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING</b>		Tegningens filnavn O:614299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G105	
		Målestokk 1:200	Godkjent ABR Kontrollert ABR
PROFIL F-F		Dato 28.11.12	Konstr./Tegnet /JSB
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01	Oppdragsnr. <b>614299</b>	Original format A3	Rev.
		Tegningsnr. <b>G105</b>	





**Profil G-G**

1 : 200

**ARKITEKTKONTORET ERLING HAUGEN AS**  
**SVV LEIKANGER H801 PROSJEKTERING**

PROFIL G-G



**MULTICONSULT**

Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
 Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato  
 28.11.12

Oppdragsnr.

**614 299**

Tegningens filnavn

O:614.299-GEOSUITE-AUTOGRAF-G106

Målestokk

1:200

Godkjent

*ABR*

Kontrollert

*ABR*

Original format

A3

Konstr./Tegnet

/JSB

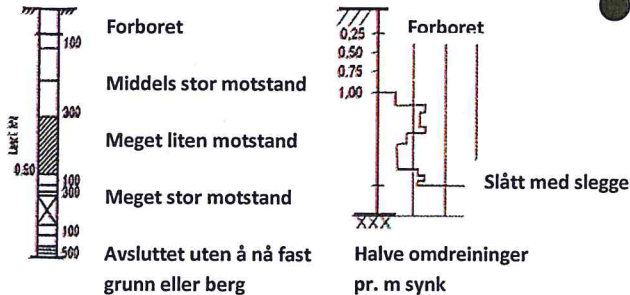
Tegningsnr.

**G106**

Rev.



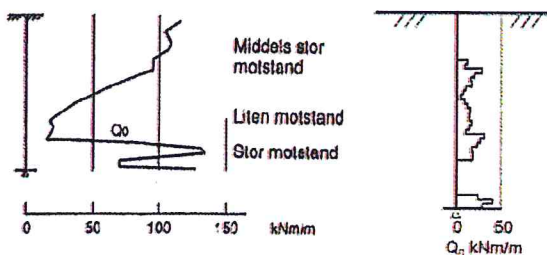
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



### 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.

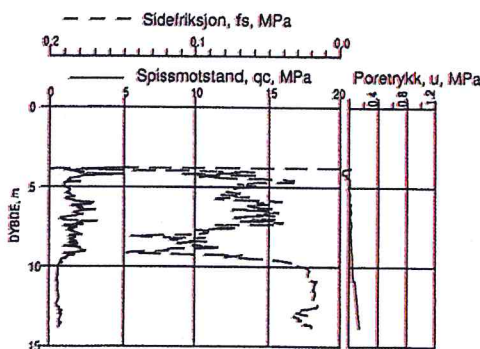
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100  $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



### 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  $Q_o$  pr. m nedramming.

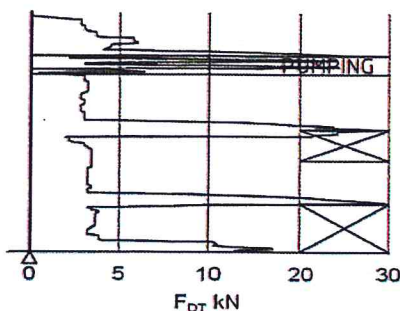
$Q_o$  = loddets tyngde \* fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



### 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).

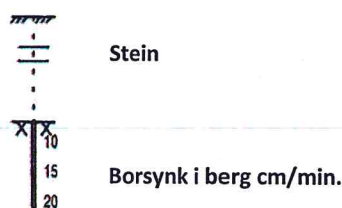


### DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

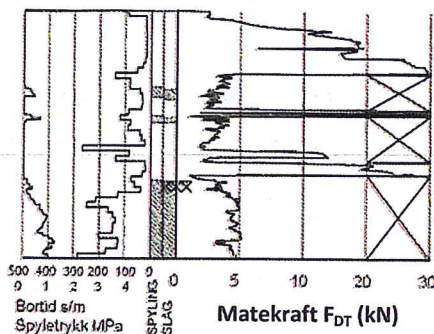
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



### 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.





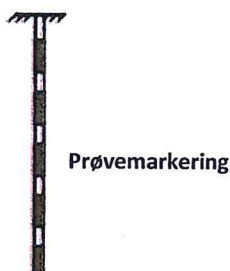
### TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes 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

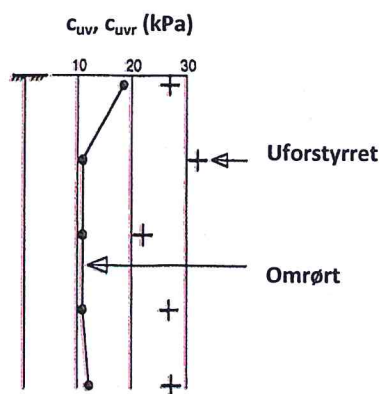
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagingsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er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



### PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

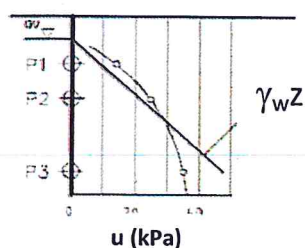
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På 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 overlagringstrykk 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 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
<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.
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  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (effektivspenningsanalyse) eller  $c_u$  ( $c_{uA}$ ,  $c_{uD}$ ,  $c_{uP}$ ) (totalspenningsanalyse).

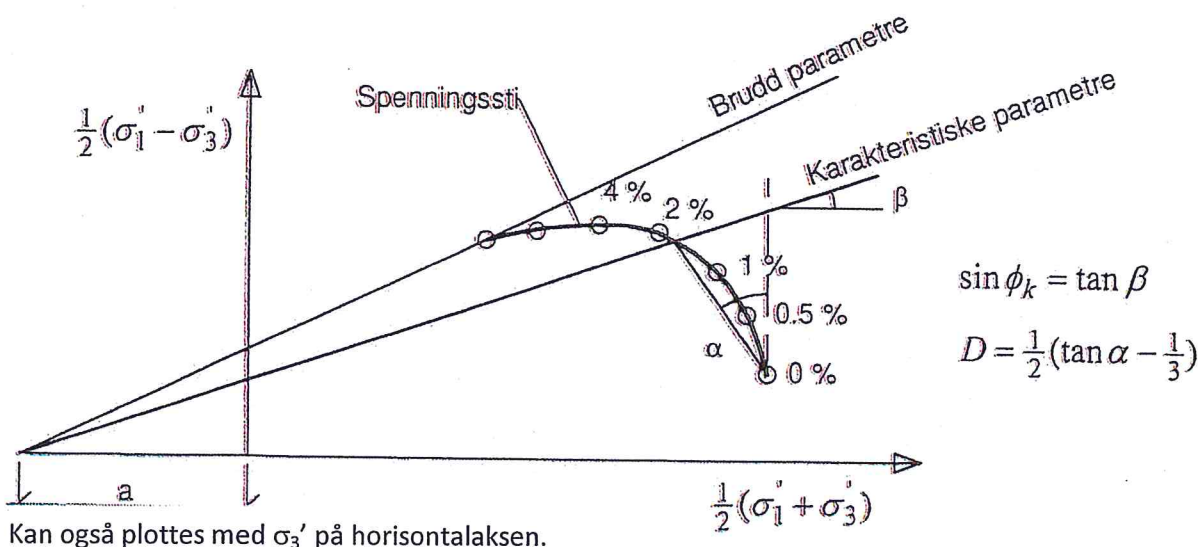
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

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 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 ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ( $c_{uPTU}$ ) 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  $110^{\circ}\text{C}$  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 ( $\rho$ , $\text{g/cm}^3$ )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet ( $\rho_s$ , $\text{g/cm}^3$ )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet ( $\rho_d$ , $\text{g/cm}^3$ )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

### TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet ( $\gamma$ , $\text{kN/m}^3$ )	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 ( $\gamma_s$ , $\text{kN/m}^3$ )	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
Tørr tyngdetetthet ( $\gamma_d$ , $\text{kN/m}^3$ )	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  $\epsilon$ ) 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, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolsk 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:  $q = k i A$ , 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 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 spesifisering 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 stegehøyde 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.

## Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Sang, grus		
Land/Fylke:	Sogn og Fjordane	Kartblad:	
Kommune:	Leikanger	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Leikanger	Øst: 0384710	Nord: 6784870

## Distribusjon:

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
☐ Intern  
☐ Fri

## Dokumentkontroll:

		Dokument 14. desember 2012		Revisjon 1 10. april 2013		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	14/12-13	ABR	10/4-13	ABR				
	Kontrollert	14/12-13	ADS	10/4-13	Φ				
Grunnlagsdata	Utarbeidet	14/12-13	ABR	10/4-13	ABR				
	Kontrollert	14/12-13	ADS	10/4-13	Φ				
Teknisk innhold	Utarbeidet	14/12-13	ABR	10/4-13	ABR				
	Kontrollert	14/12-13	ADS	10/4-13	Φ				
Format	Utarbeidet	14/12-13	ABR	10/4-13	ABR				
	Kontrollert	14/12-13	ADS	10/4-13	Φ				
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato:	Sign.:			
					10.04.2013	[Signature]			