

# Rapport

Oppdragsgiver: **Vindafjord kommune**

Oppdrag: **Ølen sentrum**

Emne: **Grunnundersøkingar  
Kartlegging for å avdekke eventuell kvikkleire**

Dato: **22. mars 2013**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **614507 - 01**

Oppdragsleder: **Anne Birgitte Roe**

Sign.: *Anne Birgitte Roe*

Saksbehandler: **Anne Birgitte Roe**

Sign.: *Anne Birgitte Roe*

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Ingrid Johannessen**

## Sammendrag:

Vindafjord kommune held på med reguleringsplan for Ølen sentrum og ønskjer i samband med risiko- og sårbarheitsanalysar i planarbeidet, å få kartlagt om det er kvikkleire i området.

Grunnundersøkingane syner at massane hovudsakleg består av antatt sandig, grusig materiale med stein ned til om lag 20 m djupne. Frå 20-22 m djupne er det registrert eit lag med middels fast lagra materiale, beståande av leirig, siltig, sandig materiale. Laboratorieanalysar syner at laget ikkje har ein kvikk bruddmekanisme.

Vår konklusjon er at grunnundersøkingar ikkje har avdekt førekomst av kvikkleire i Ølen sentrum

## Innholdsfortegnelse

1.	Innleiing .....	3
2.	Utførte grunnundersøkingar .....	3
3.	Lokalitet .....	3
4.	Grunnforhold .....	4
4.1	Resultat frå feltarbeid.....	4
4.2	Resultat frå laboratoriearbeid.....	4
4.3	Lagdeling .....	4
5.	Konklusjon .....	5

## Tegninger

614507	- G0	Oversiktskart
	- G1	Borplan
	- G10	Geotekniske data
	- G60	Korngradering
	- G100	Borpunkt 101
	- G101	Borpunkt 102
	- G102	Borpunkt 103

## Vedlegg

Geotekniske bilag – Feltundersøkelser

Geotekniske bilag – Laboratorieundersøkelser

## 1. Innleiing

I kommuneplanen er Ølen sentrum avsett som faresone på bakgrunn av at det i NGU sitt lausmassekart er forekomst av breelvavsetningar. Under breelvavsetninger kan det være finkorning materiale som silt og leire. Vindafjord kommune held nå på med reguleringsplan for området og ønskjer i samband med risiko- og sårbarheitsanalysar i planarbeidet, å få kartlagt om det er kvikkleire i området.

Multiconsult AS er engasjert til å utføre grunnundersøkingar, beskrive grunnforholda og rapportere desse.

## 2. Utførte grunnundersøkingar

Feltarbeidet vart utført 6.-7. februar 2013 under leing av våre borformenn Odd Martin Slåtten og Frank Dyrkolbotn. Grunnundersøkingane vart utført med ein geoteknisk borerigg av typen GM 100 GTT. Riggeren er utstyrt med ein elektronisk registreringseining for automatisk logging og oppteikning av sonderingsdata. Innmåling av borpunkta vart utført av Vindafjord kommune ved Marianne Rørtveit.

Følgjande geotekniske feltprogram vart gjennomført:

- 3 totalsonderinger
- 1 prøveserie

Borprogrammet er i samsvar med NGI sitt forslag til undersøkingsprogram ref. /1/, med unntak av at borpunkt 102 er flytta noko mot nordvest. Borpunktet er flytta pga at vi har tidlegare undersøkingar like ved opprinneleg borpunkt 102.

Totalsondering er ein kombinasjon av fjellkontrollboring og modifisert dreietrykksondering. Metoden gjev normalt god informasjon om lausmassane sin lagdeling og relative fastleik, og den har i tillegg stor nedtrengingsevne ved at det kan koblast inn vasspyling og slag under sonderinga. Metoden gjev relativ sikker påvising av bergnivå ved at det normalt vert avslutta etter boring i antatt berg.

Prøveserien ble tatt med naverboring som gjev omrørte, men representative prøvar. På utvalte prøvar vart det utført korngradering i tillegg til rutineundersøkingar.

For nærmare forklaring av boremetodar og tolking av resultat syner vi til rapportens geotekniske Feltundersøkelser. For nærmare forklaring av geotekniske definisjonar og laboratoriedata syner vi til rapportens geotekniske bilag Laboratoriundersøkelser.

## 3. Lokalitet

Det undersøkte området er i dag utbygd, busetnaden består av bustadhus med hagar, næringsbygg og lokale vegar. Terrenget har en svak helling ned mot Ølensjøen i nord.

Kvartærgeologisk kart viser at topplaget av løsmassene i området hovudsakleg består av elve-, bekke- og breelvavsetningar. Eit unntak er den vestlege delen, som er tolka som morene ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

#### 4. Grunnforhold

Borpunkt si plassering er synt på teikning nr. -G1, og resultatata er teikna på teikningane nr. -G100 til -G102.

Resultata frå laboratorieforsøka er presenterte på teikning nr. -G10 som geotekniske data og nr. -G 60 som korngradering.

##### 4.1 Resultat frå feltarbeid

Terrenget i sonderingspunkta varierer mellom + 3,4 og kote + 8,5.

Berg er påvist i alle totalsonderingane varierende frå kote -14,3 til -19,3.

Tjukna på lausmassane i sonderingspunkta varierer frå 22,7 til 24,4 m.

Undersøkingane syner at massane hovudsakleg består av middels fast til svært fast lagra materiale. Eit unntak er borpunkt 102 frå 5-6,5 m djupne og i djupna 5,8-6,2 i borpunkt 103, der materialet er laust lagra.

Ved boring i fast lagra materiale kan friksjon på borstengene førekomme, noko som fører til at registrert matekraft vert høgare enn reell matekraft. I følgje våre borleiarar, er dette tilfelle i borpunkt 103 frå 20-21 m djupne.

Over berg er det registrert eit lag med svært fast lagra materiale, tolka som morene. I borpunkt 102 er det registrert moglege slepper i berget.

##### 4.2 Resultat frå laboratoriearbeid

Resultat frå analyseringer av PR I (ved borpunkt 103) syner at materialet frå 0-1,0 m består av humushaldig sandig, grusig materiale med eit vassinnhald på  $w = 6\%$ . Frå 2-10 m består massane av sandig, grusig materiale med eit låg innhald av humus  $O_{Na} = 0,6\%$ .

Frå 20,5-21 m djupne er det registrert leirig, siltig, sandig materiale med eit vassinnhald på  $w = 28\%$  og eit lågt innhald av humus  $O_{Na} = 0,4\%$ . Vi prøvde å røre i materialet for å vurdere omrørt udrenert skjerstyrke,  $s'_{uk}$ , men etter omrøring var massane framleis faste. Vi kan derfor utelukke at dette materialet har ein kvikk bruddmekansime.

Det vart gjorde eit forsøk på å få opp prøver frå 5-6,5 m djupne i borpunkt 102, utan å lukkast.

##### 4.3 Lagdeling

Undersøkingane syner at massane øvst består av 2-4m med antatt stein, grus og sand. I borpunkt 101 består topplaget på 0,6 m, av antatt fyllmasse av stein og grus.

Deretter er det registrert antatt sandig, grusig materiale ned til 10 m djupne. Frå 10 m til om lag 20 m djupne er massane tolka som lag med varierende innhald av sand og grus med stein.

Deretter er det registrert eit lag med leirig, siltig, sandig materiale i borpunkt 103. Dette laget kan vi finne igjen, men noko mindre tydeleg, ved 20-22 m djupne i borpunkt 101 og 102.

Laget med laust lagra materiale registrert frå 5-6,5m i borpunkt 102, har vi tolka som sand og silt.

Over berg er det registrert eit lag med svært fast lagra materiale, tolka som morene.

## 5. Konklusjon

Formålet med undersøkingane var å kartleggje eventuell førekomst av kvikkleire i Ølen sentrum.

Vi har utført grunnundersøkingar ned til berg på 23-24 m djupne. Undersøkingane syner at det er store mektigheiter med sand- og grus avsetningar i området. Denne typen materiale er karakteristisk for elve- og breelvavsetningar, noko som samsvarer med NGU si kvartærgeologiske kartlegging av området.

Marine avsetning er avsett på større vassdjupne enn elveavsetningar. Vår vurdering er derfor at laget frå 5-6,5 m djupne ikkje kan bestå av marint materiale. Materiale kan derimot vere siltholdige ved at dei kan vere strandavsetningar eller avsett i ein del av elvedeltaet med relativt låg vassgjennomstrømming.

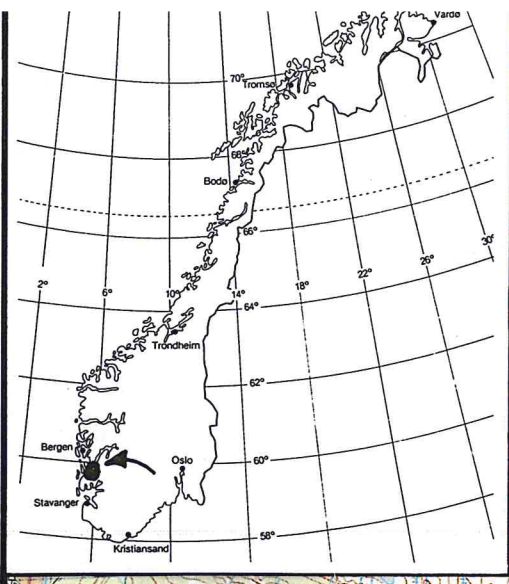
Når det gjeld laget med laust til middels fast lagra leirig, siltig, sandig materiale på om lag 20-22 m djupne, syner laboratorieanalysar at dette materialet ikkje har ein kvikk bruddmekanisme.

Vi kan følgje konkludere med at våre undersøkingar ikkje har avdekt førekomst av kvikkleire i Ølen sentrum. Dette er i samsvar med resultatata frå tidlegare undersøkingar i Osen-Roa området ref. /2/.

## Referanse

/1/ NGI notat 20120811-01-TN, datert 19.11.2012. Beskrivelse av grunnforhold og forslag til undersøkellesprogram.

/2/ Multiconsult 23.5.2012, rapport nr. 611481 Bustadområde Ølen, Roa.



# VINDAFJORD KOMMUNE ØLEN SENTRUM

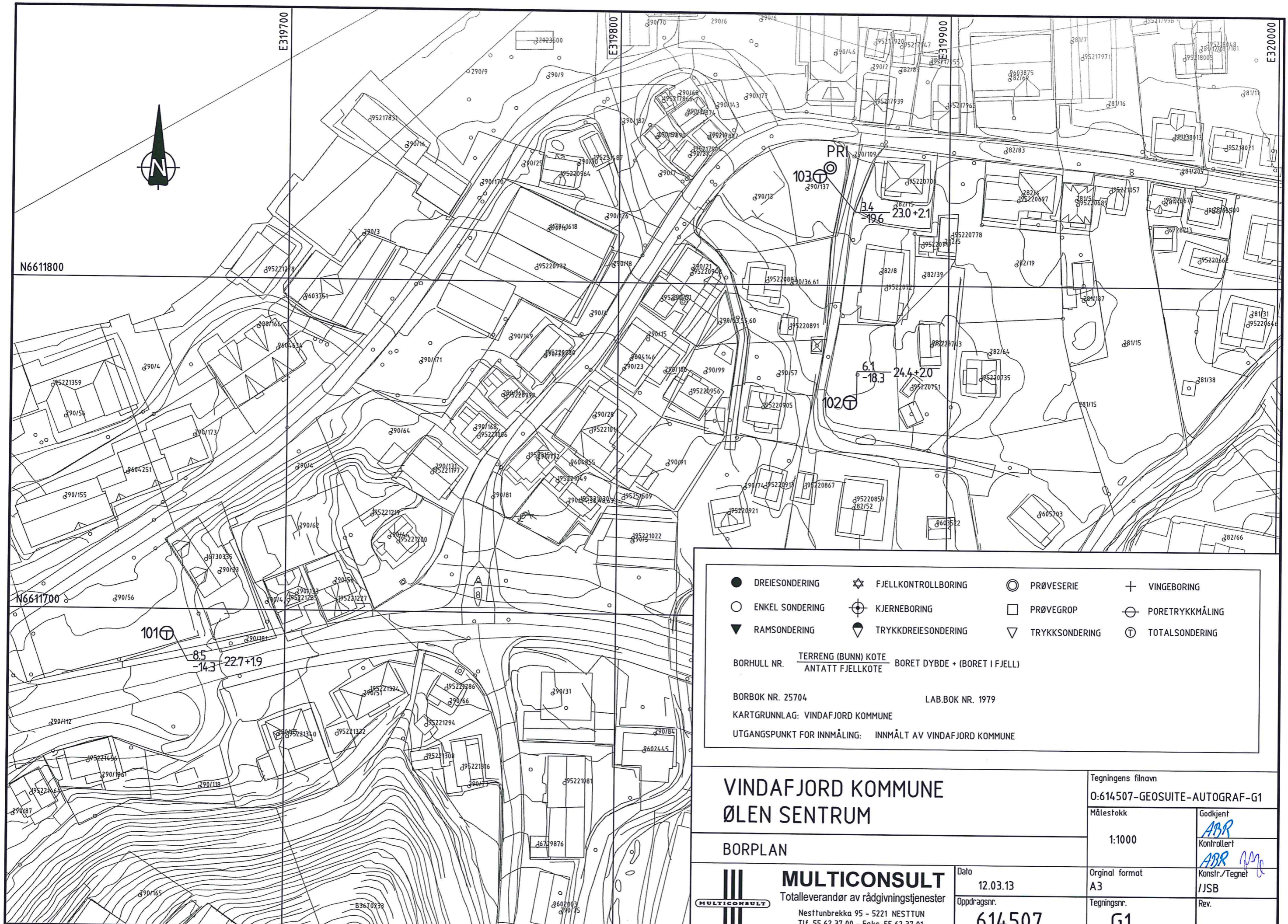
OVERSIKTSKART



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

Dato  
12.03.13  
Oppdragsnr.  
**614507**

Tegningens filnavn	
Målestokk	Godkjent
1:50000	
	Kontrollert
	<b>ABR</b>
Original format	Konstr./Tegnet
A4	IJSB
Tegningsnr.	Rev.
<b>G0</b>	




● 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. 25704    LAB.BOK NR. 1979

KARTGRUNNLAG: VINDAFJORD KOMMUNE

UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING:    INNMÅLT AV VINDAFJORD KOMMUNE

<b>VINDAFJORD KOMMUNE</b> <b>ØLEN SENTRUM</b>		Tegningens filnavn	
		O:614507-GEOSUITE-AUTOGRAF-G1	
<b>BORPLAN</b>		Målestokk	Godkjent
		1:1000	ABR Kontrollert
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01		Dato	Konstr./Tegnet
		12.03.13	/JSB
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.
614507		G1	

TERRENGKOTE BUNNKOTE	3,4	DYBDE m PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	Q <sub>ho</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>			
			10	20	30	40				10	20	30	40	50				
HUMUSHOLDIG, SANDIG, GRUSIG MATERIALE			o															
SANDIG, GRUSIG MATERIALE		K	o					0,6										
		5																
SANDIG, GRUSIG MATERIALE			o															
SANDIG, GRUSIG MATERIALE			o															
SANDIG, GRUSIG MATERIALE		10	o															
		20																
LEIRIG, SILTIG, SANDIG MATERIALE		K		o				0,4										

PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGROP  
VB = VINGEBORING  
LAB.BOK /1979  
BORBOK /25704

o NATURLIG VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
W<sub>f</sub> —>— KONUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
Q<sub>ho</sub> = HUMUSINNHOOLD  
Q<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-1-5 DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø=ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITETSFORSØK K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK M=KJEMISK ANALYSE

VINDAFJORD KOMMUNE  
ØLEN SENTRUM

Borpunkt nr.  
PR I

Tegnet  
TN

Borplan nr.  
-G1

Kontr.  
ABR



GEOTEKNISKE DATA

Boret dato

Dato  
19.03.13

**MULTICONSULT AS**

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

Oppdragsnr.  
**614507**

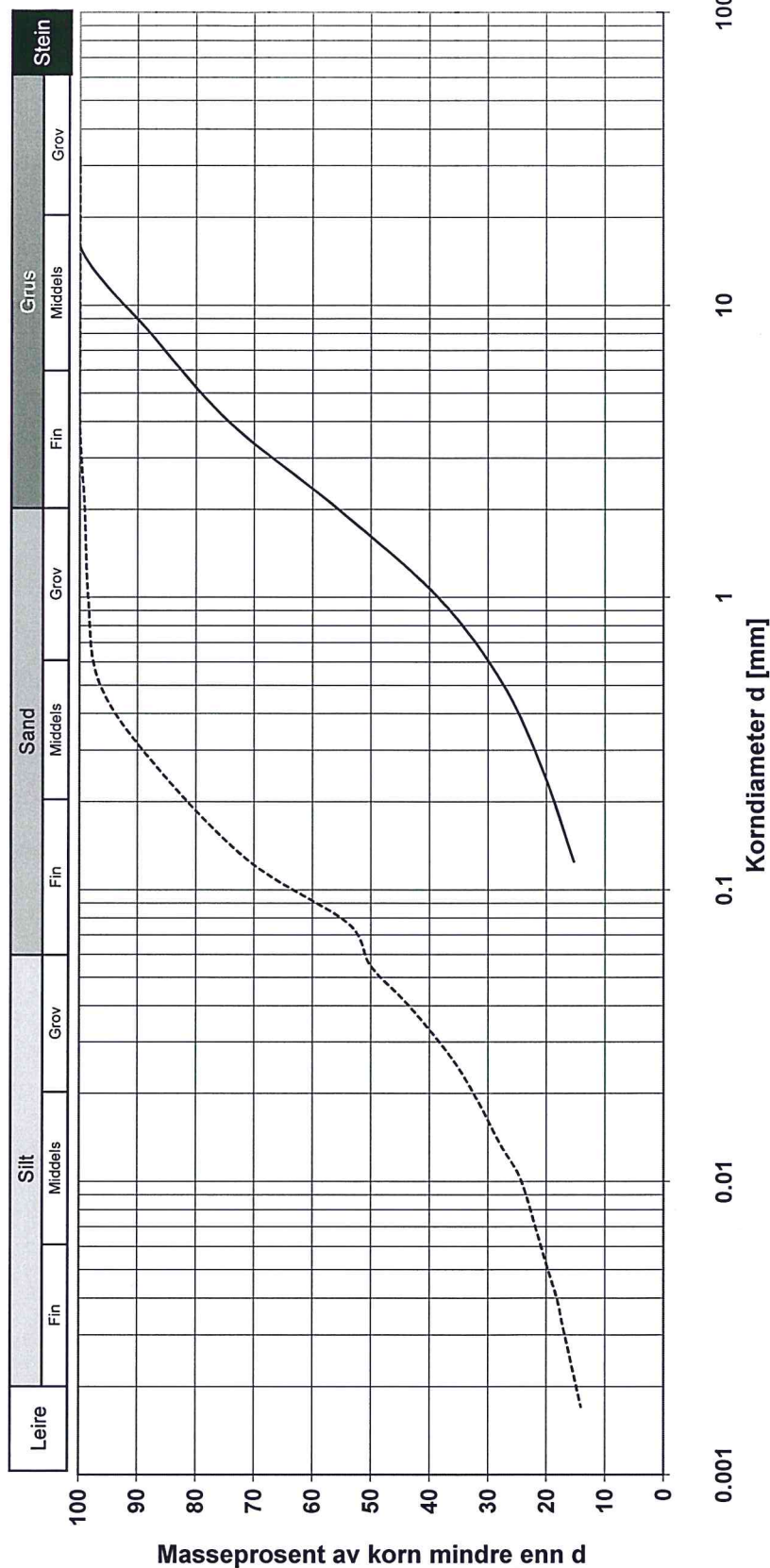
Tegningsnr.  
**G10**

Rev.

Side



# KORNGRADERINGSKURVE



SYM-BOL	PRØVE-SERIE NR.:	DYBDE m (KOTE)	JORDARTSBETEGNELSE	w [%]	Ona [%]	ANMERKNING	METODE	
							TØRR-SIKT	HYDR. F.DROP
—	PR I	3.0	Sandig, grusig materiale	7.9	0.6		X	
- - -	PR I	20.9	Leing, siltig, sandig materiale	26.7	0.4		X	

VINDAFJORD KOMMUNE  
ØLEN SENTRUM

Boring nr.  
PR I

Tegningens filnavn  
614507-G60.xls

Borplan nr.  
614507-G1

Borbok/Lab.bok  
/1979

MULTICONSULT

## KORNGRADERING

**MULTICONSULT AS**

Nesitunbrekka 95  
5221 BERGEN  
Tlf.: 55 62 37 00  
Faks: 55 62 37 01

Dato  
19.03.2013

Tegnet  
HN

Kontrollert  
*ABR*

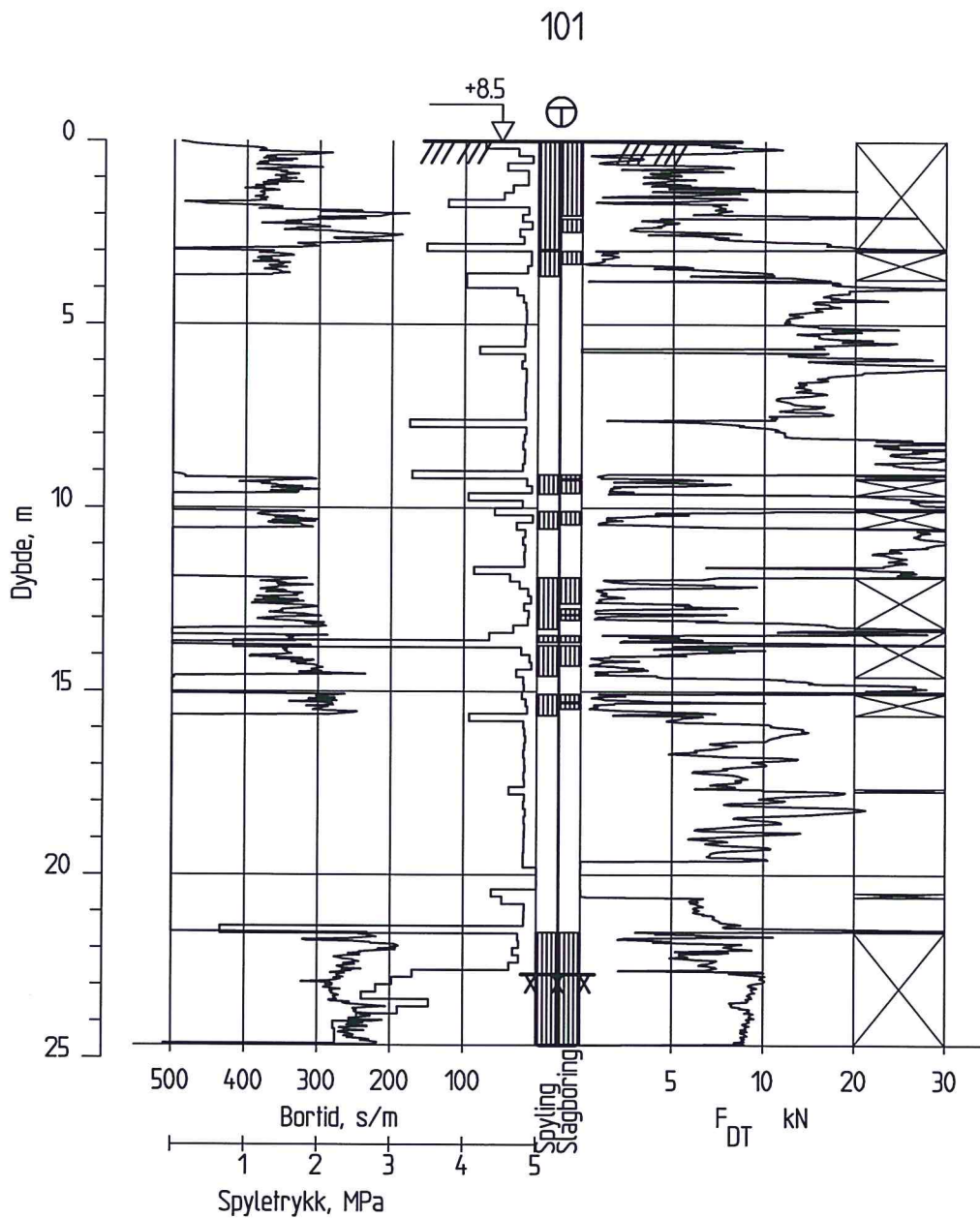
Godkjent


*ABR*

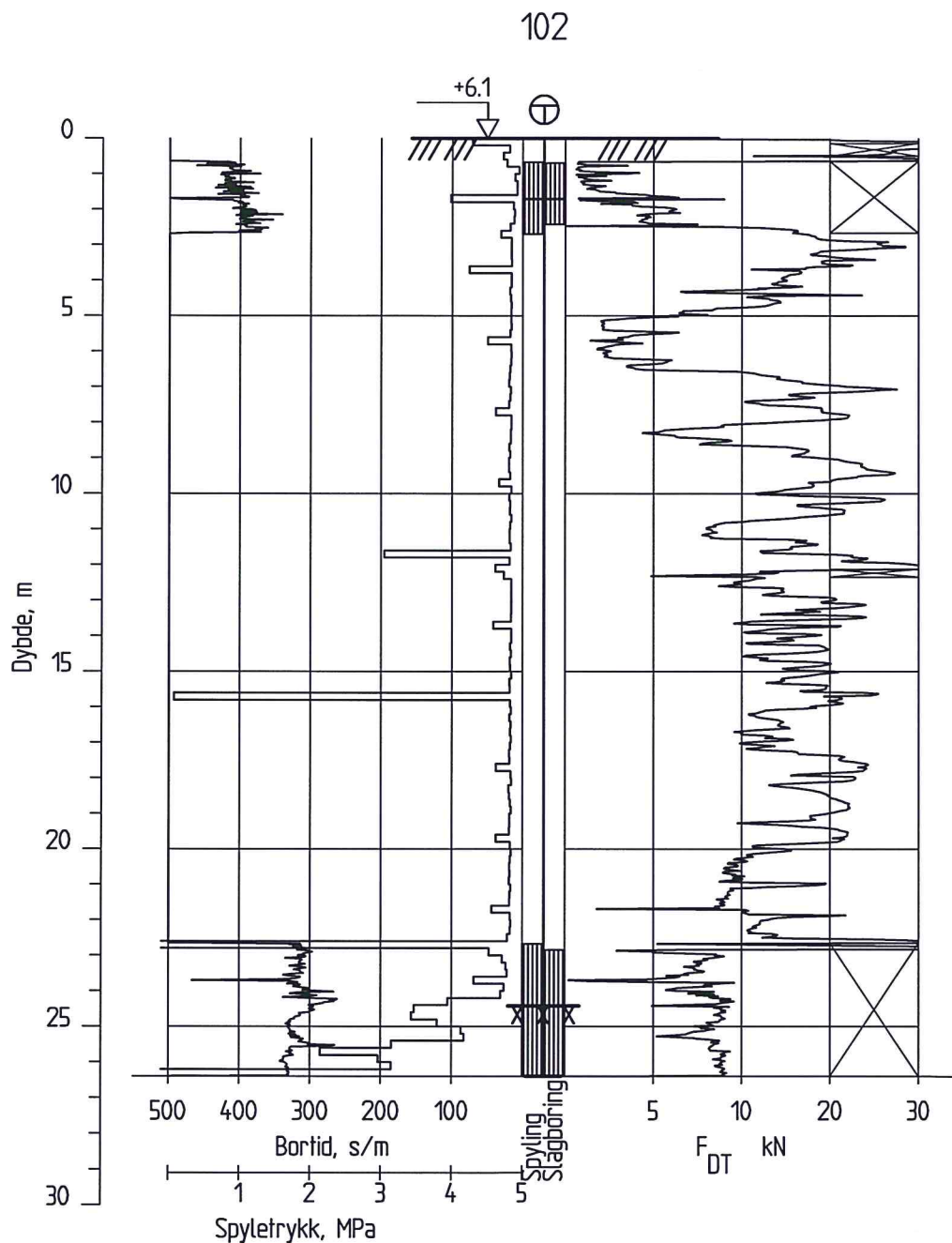
Oppdrag nr.  
**614507**


Tegning nr.  
**G60**

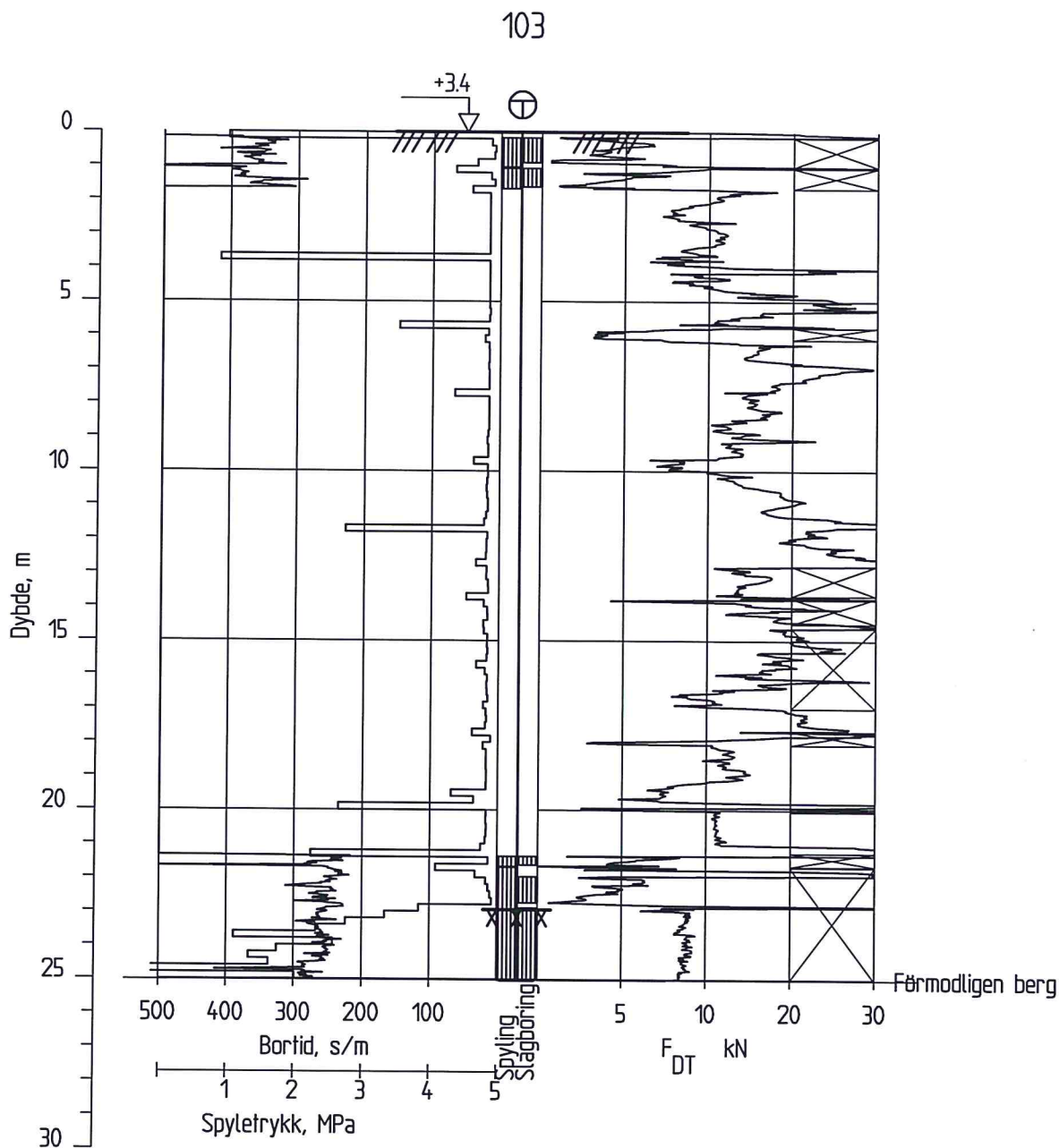
Rev.



<b>VINDAFJORD KOMMUNE</b> <b>ØLEN SENTRUM</b>		Tegningens filnavn	
		O:614507-GEOSUITE-AUTOGRAF-G100	
<b>TOTALSONDERING NR. 101</b>		Målestokk	Godkjent
		1:200	<i>ABR</i>
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01		Dato	Konstr./Tegnet
		12.03.13	/JSB
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.
614507		G100	



<b>VINDAFJORD KOMMUNE</b> <b>ØLEN SENTRUM</b>		Tegningens filnavn	
		O:614507-GEOSUITE-AUTOGRAF-G100	
<b>TOTALSONDERING NR. 102</b>		Målestokk	Godkjent
		1:200	<i>ABR</i> Kontrollert
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester Nestfunbrekka 95 - 5221 NESTTUN Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01	Dato	Original format	Konstr./Tegnet
	12.03.13	A4	//JSB
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
	614507	G101	



VINDAFJORD KOMMUNE  
ØLEN SENTRUM

TOTALSONDERING NR. 103



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

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

Dato  
12.03.13

Oppdragsnr.  
**614507**

Tegningens filnavn  
0:614507-GEOSUITE-AUTOGRAF-G100

Målestokk  
1:200

Original format  
A4

Tegningsnr.  
**G102**

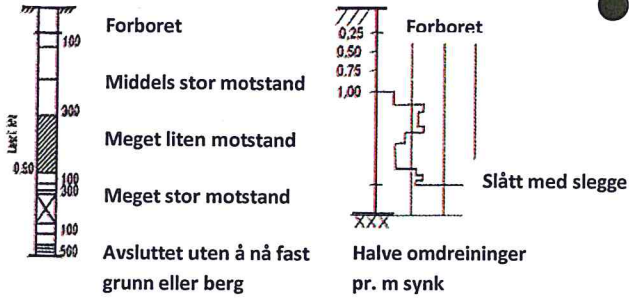
Godkjent  
*ABR*  
Kontrollert  
*PM ABR*

Konstr./Tegnet  
/JSB

Rev.



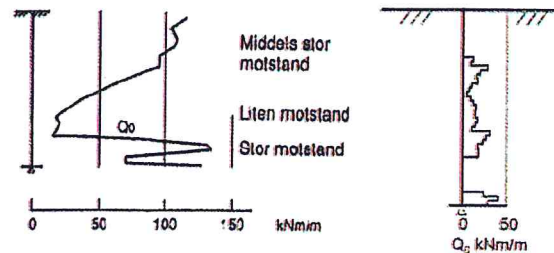
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



**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.

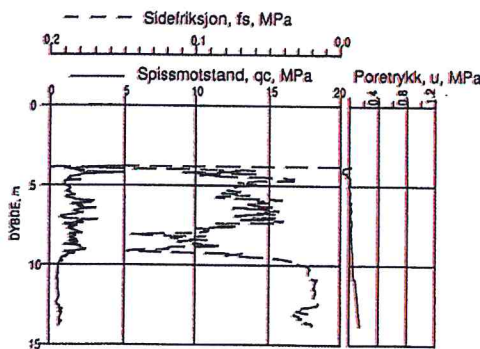
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100  $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



**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.

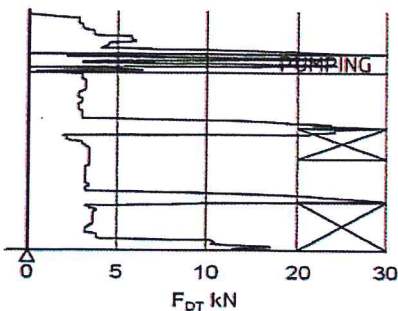
$Q_o = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**

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

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

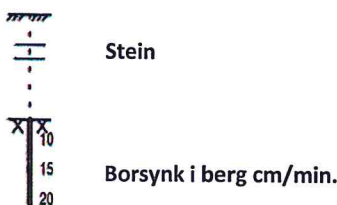


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**

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

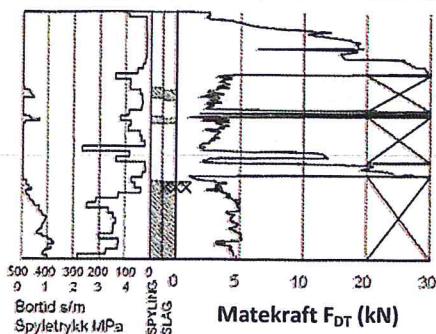
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



**BERGKONTROLLBORING**

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



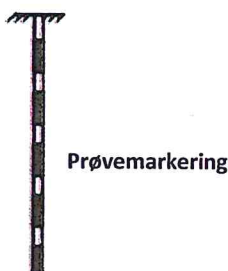
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

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



**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjelp 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.

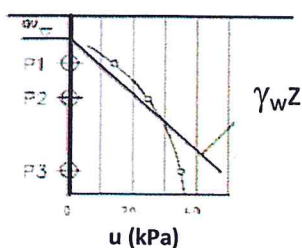
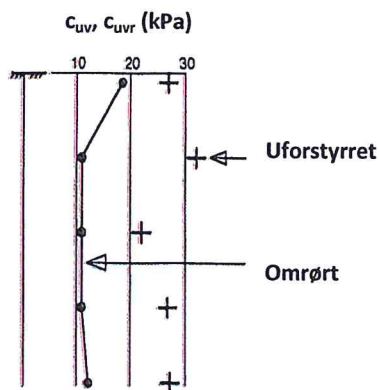


**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

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 stampelet 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.



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

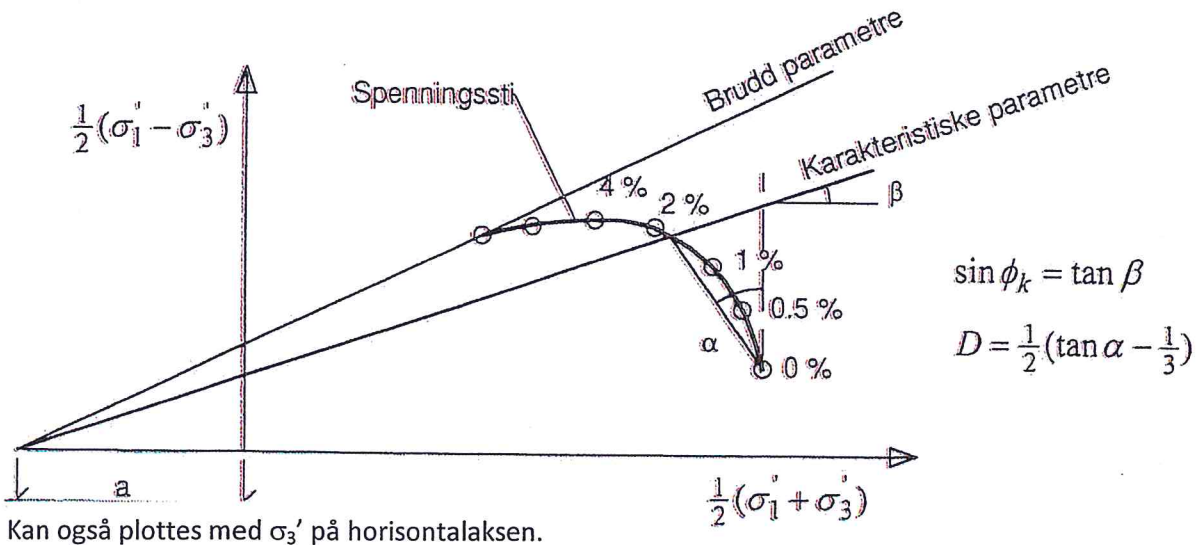
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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

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

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{u1}$ ) (NS8016), konusforsøk ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) ( $c_{uPTU}$ ) eller vingebor ( $c_{uv}$ ,  $c_{ur}$ ).



**SENSITIVITET  $S_t$  (-)**

Sensitiviteten  $S_t = c_u/c$ , uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet  $c_u$ , 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<sub>p</sub> = w<sub>l</sub> – w<sub>p</sub> (%) 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 <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ <sub>s</sub> , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ <sub>d</sub> , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

**TYNGDETTETTHETER**

Tyngdetetthet (γ, kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av prøve pr. volumenhet (γ = ρg = γ <sub>s</sub> (1+w/100)(1-n/100), der g = 10 m/s <sup>2</sup> )
Spesifikk tyngdetetthet (γ <sub>s</sub> , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff (γ <sub>s</sub> = ρ <sub>s</sub> g)
Tørr tyngdetetthet (γ <sub>d</sub> , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet (γ <sub>d</sub> = ρ <sub>D</sub> g = γ <sub>s</sub> (1-n/100))

**PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)**

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff (e = n/(100-n)) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

**KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)**

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

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGGENSKAPER (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 = Δσ'/Δε. 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	Modultrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	M = m <sub>oc</sub> σ <sub>a</sub>	OC leire, σ' < σ' <sub>c</sub> (σ' <sub>c</sub> = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	M = m(σ' ± σ <sub>r</sub> )	Leire, fin silt, σ' > σ' <sub>c</sub>
Parabolisk økende modul	M = mv(σ'σ <sub>a</sub> )	Sand, grov silt, σ' > σ' <sub>c</sub>

**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 laboratorium ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

**KOMPRIMERINGSEGGENSKAPER**

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 ρ<sub>r</sub> som funksjon av innbyggingsvanninnhold w<sub>i</sub>. Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ<sub>dmax</sub>) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w<sub>opt</sub>).

**TELEFARLIGHET**

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

**HUMUSINNHOLD**

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



**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:			
Land/Fylke:	Hordaland	Kartblad:	
Kommune:	Vindafjord	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Ølen	Øst: 319864	Nord: 6611860

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 22. mars 2013		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	22/3-13	ABR						
	Kontrollert	22.03.13	ABR						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	22/3-13	ABR						
	Kontrollert	22.03.13	ABR						
Teknisk innhold	Utarbeidet	22/3-13	ABR						
	Kontrollert	22.03.13	ABR						
Format	Utarbeidet	22/3-13	ABR						
	Kontrollert	22.03.13	ABR						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 22/3-13		Sign.: Anne Birgitte Roe			