
Rapport_415836

Skaun kommune

OPPDRAK

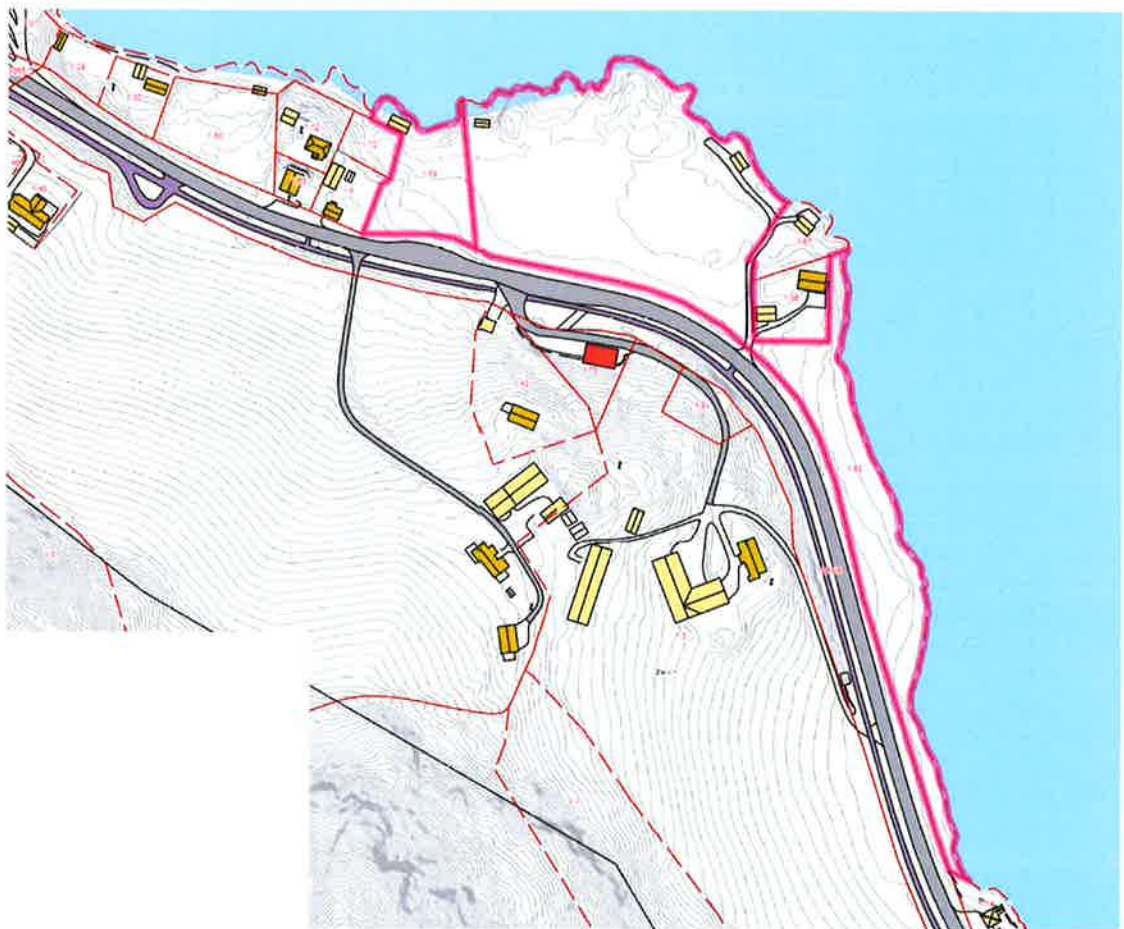
Ølsholmen

EMNE

Grunnundersøkelser, datarapport og
geoteknisk vurdering

DOKUMENTKODE

415836-RIG-RAP-001-rev01



Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

RAPPORT

OPPDRAG	Ølsholmen	DOKUMENTKODE	415836-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser, datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Skaun kommune	ANSVARLIG ENHET	3012 Trondheim Geoteknikk
KONTAKTPERSON	Yoshihito Tsujimoto		

SAMMENDRAG

Skaun kommune planlegger omregulering av Ølsholmen til friområde. Multiconsult har i den forbindelse utført grunnundersøkelser på området, slik at mulig utnyttelse kan vurderes. Skaun kommune ønsker også å utføre noe oppfylling av området for å forenkle utnyttelsen.

Grunnforholdsmessig deles området i to. På områdene øst for eiendommen GNR/BNR 1/36 består grunnen av til dels bløt og sensitiv leire. På områdene vest for nevnte eiendom består grunnen av fastere og lite sensitiv leire. For utnyttelse av de østlige områdene må det utføres nærmere stabilitetsvurderinger og beregninger før eventuell utnyttelse av områdene. Den vestligste delen av området kan utnyttes til oppfylling og senere friluftsmål på eksisterende geotekniske grunnlag.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	24.05.2013	Justert forsidebildet	Amund Growen	Sigbjørn Rønning	Olav Årbogen
00	10.05.2013	Datarapport	Amund Growen	Sigbjørn Rønning	Olav Årbogen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1#	Innledning	5#
1.1#	Bakgrunn.....	5#
1.2#	Myndighetskrav	5#
2#	Grunnundersøkelser	6#
2.1#	Feltundersøkelser	6#
2.2#	Laboratorieundersøkelser.....	6#
3#	Terreng og grunnforhold.....	7#
3.1#	Topografi.....	7#
3.2#	Grunnforhold	7#
4#	Geoteknisk vurdering.....	8#
5#	Referanser	9#

TEGNINGER

415837-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data PR.2
	-011	Geotekniske data PR.3
	-012	Geotekniske data PR.4
	-150	Sondering bp.1
	-151	Sondering bp.2 og prøve PR-2
	-152	Sondering bp.3 og prøve PR-3
	-153	Sondering bp.4 og prøve PR-4

BILAG

1. Geotekniske bilag - feltundersøkelser
2. Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser
3. Metodestandarder og retningslinjer – feltundersøkelser
4. Metodestandarder og retningslinjer - laboratorieundersøkelser

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Multiconsult har gjennomført grunnundersøkelser for Skaun kommune i forbindelse med regulering av friluftsområde på Ølsholmen ved Buvika.

1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 [1].

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 og 4 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Grunnundersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidet ble utført 7. og 8.3.2013. Undersøkelsene ble ledet av borleder Olav Bakken assistert av Bjørn Solem. Boringene er utført med Geotech 605 beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- Totalsonderinger i 4 borpunkter.
- Opptak av 54mm sylinderprøver i ett punkt.
- Opptak av skovlprøver i to punkt.

Borpunktene er satt ut, og senere innmålt, av feltkoordinator med GPS. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på +/-0,02m i horisontalplanet, og noe dårligere i høyde. Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 415836-RIG-TEG-001.

Boreresultatene er opptegnet på tegning nr. 415836-RIG-TEG-150. Boringenes utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser for VA-anlegg i området. Disse undersøkelsene har vært utført på begge sider av planområdet, se rapport nr 412500-1, datert 24.09.2008, og rapport nr 412500-3, datert 03.04.2009.

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Resultat fra rutineundersøkelsen er presentert som geotekniske data i tegning nr. 415836-RIG-TEG-010 t.o.m. -012.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Topografi

Området som er undersøkt ligger mellom fylkesvegen og strandkanten. Det undersøkte området deles i 2 av bart fjell ved eiendommen GNR/BNR 1/36:

- Delområde 1: Arealer øst for GNR/BNR 1/36
- Delområde 2: Arealer vest for GNR/BNR 1/36

På delområde 1 faller terrenget fra vege mot sjøen med gjennomsnittlig helning ca. 1:7. På motsatt side av vege er det stedvis bart fjell.

På delområde 2 er terrenget tilnærmet flatt. Mot sjøen er det flere steder observert bart fjell. Sør for vege stiger terrenget bratt opp flere 10-talls meter. I dette området er det til dels bart fjell.

3.2 Grunnforhold

Delområde 1:

På delområde 1 har vi utført 2 sonderinger og tatt opp en prøveserie, se tegning nr 415837-RIG-TEG-001, -010, -150 og -151. Her består grunnen av et tynt lag av matjord/sand over bløt leire. Leira er til dels sensitiv. Vanninnholdet i leira er 26-33 %. Udrenert skjærstyrken i leira i borpunkt 2 varierer i området 22-35 kN/m².

Dybden til berg er registrert til 1,1 m og 12,6 m i borpunktene.

Grunnvannstanden er ikke registrert på området, men antas å ligge 1-2m under terreng.

Delområde 2:

På delområde 2 har vi utført 2 totalsonderinger og tatt opp representative prøver i 2 punkt, se tegning nr 415837-RIG-TEG-001, -011, -012, -152 og -153. I borpunkt 3 og 4, består grunnen av et tynt matjordlag over leire. Leira i dette området har lavt vanninnhold og ser ut til å være lite til middels sensitiv. Resultater fra undersøkelser i forbindelse med ledningsanlegg indikerer samme type grunn lengder vest.

Dybden til berg er registrert til 3,3 og 9,9 meter i borpunkt nr 3 og 4. Det er observert bart berg langs strandkanten på flere steder, som mer eller mindre omkranser delområdet.

Grunnvannstanden er ikke registrert på området, men antas å ligge 0-1m under terreng.

4 Geoteknisk vurdering

Skaun kommune ønsker å benytte området som friluftsområde. Før området tas i bruk ønskes det benyttet som massedeponi.

For delområde 1 (øst for GNR/BNR 1/36) består grunnen av bløt og til dels sensitiv leire. De utførte undersøkelsene gir ikke grunnlag for stabilitetsanalyser for området ved oppfylling, men indikerer at fyllingsarbeider her vil være krevende stabilitetsmessig.

For delområde 2 (vest for GNR/BNR 1/36) består grunnen av middels faste og faste grunnforhold. Det kan ikke utelukkes at det kan finnes bløtere partier, men oppfylling av området med 2-4 m høyde vil normalt ikke innebære stabilitetsproblemer. For å redusere risikoen for lokale glidninger ved oppfylling anbefaler vi at fylling legges ut med lagtykkelse 1,0 – 1,5m. Ved ytterkant av fylling legges fyllingsskråning med inntil 4m høyde ut med maksimal helning 1:2. Høyere fylling må vurderes nærmere av geotekniker.

Fylling ut mot sjøen er ikke dekket av denne vurderingen, og må vurderes spesielt av geotekniker dersom det er aktuelt.

Detaljerte fyllingsplaner forelegges geotekniker for kommentar.

5 Referanser

[1] NS-EN ISO 9001:2008. *Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008)*.
November 2008.

[2] Eurokode 7: *Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004+NA2008.

[3] Eurokode 7: *Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver*. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.



OVERSIKTSKART

Skaun kommune
Ølsholmen

MULTICONSULT AS

7486 Trondheim
Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70

Borplan nr.
-001

Målestokk
150 000



Dato
15.04.2013

Tegnet
AMG

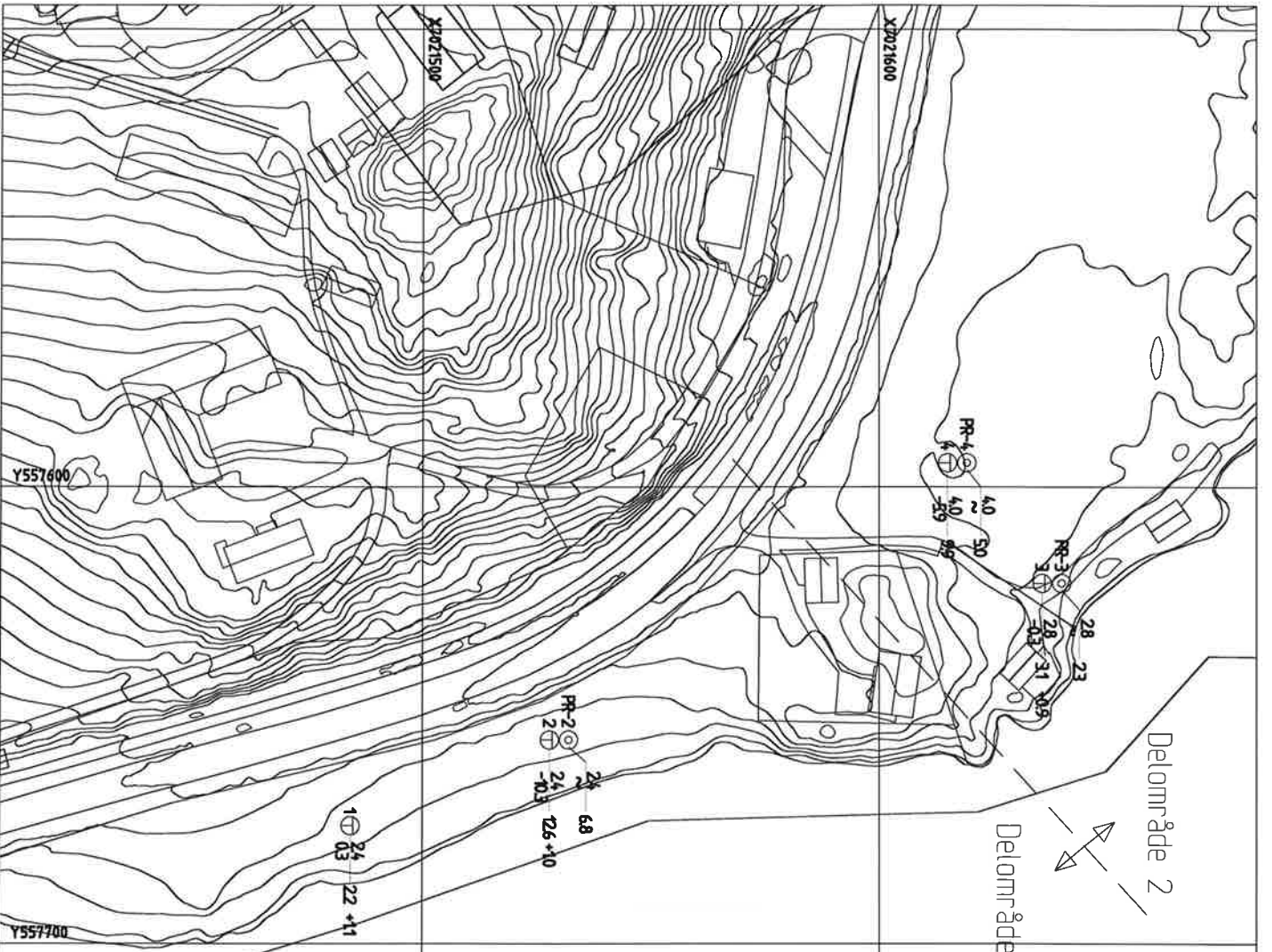
Kontrollert
SR

Godkjent
OAA

Oppdragsnr.
415836

Tegningsnr.
RIG-TEG-000

Rev.



Delområde 2

Delområde 1



Y557800

TEGNFORKLARING

- DREESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊛ FJELDKONTROLLBORING
- ⊙ KJERNEBORING
- ⊕ DRETRYKSONDERING
- ⊗ SKJUPALITFORSØK
- ⊕ PRØVESERIE
- PRØVEGRIP
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TERNKONTROLLSERIE
- ⊕ ANVITT FJELLSKOTE
- + VINGEBORING
- ⊕ PURETRUKKALING
- ∧∧ FJELL I DAGEN
- ⊕ ROBERT DYRRE KÅBERG 1 FJELL

KARTGRUNNLAG: KART FRA SKAUN KOMMUNE
 KOORDINATSYSTEM: EUREF 89 SONE 32V
 HØYDEREFERANSE: NN1954

BORGOK NR: 22080
 LAB BOK NR: 2206

Rev.	Beskrivelse	Dato	Ugnafermat	Tegn.	Kont.	Godf.

Skaun kommune
 Ølsholmen
 Grunnundersøkelser

Borplan

1:1000

Utdragsfilnavn: 415836-RIG-TEG-001-Borplan.dwg
 Underlagsfilnavn: 415836_kartgrunnlag.dwg
 Midstestokk

MULTICONSULT AS

7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30 70

Borte	15.04.2013	Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SR	Godkjent	OAA
Oppdrag nr.	415836	Tegning nr.	RIG-TEG-001	Rev.			

TERRENGKOTE	+2.8	DYBDE m	PRØVE	VANNINHOLD OG KONSISTENSGRENSE %				n %	O _g %	ρ _d g/cm ³	SKJÆRFASTHET S _u (kN/m ²)					S _t	
				20	30	40	50				10	20	30	40	50		
GRUS, sandig			○ 4.2%														
LEIRE			○														62 ▼
		5															
		10															
		15															

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

BORBOK NR.: 22080
LAB.BOK NR.: 2206

○ NATURLIG VANNINHOLD
— w_L FLYTEGRENSE
— w_F — " — KONUSMETODE
— w_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ ØMRØRT SKJÆRFASTHET
○ TRYKKFORSØK
⊕ 5% DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

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

GEOTEKNISKE DATA

Skaun Kommune
Ølsholmen
Grunnundersøkelser

Boring nr.

3

Tegningens titelnavn

415836-RIG-TEG-011-H3.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

08.03.2013



MULTICONSULT AS

Dato 07.05.2013

Tegner
AMG

Kontrollert
SR

Godkjent

OAA

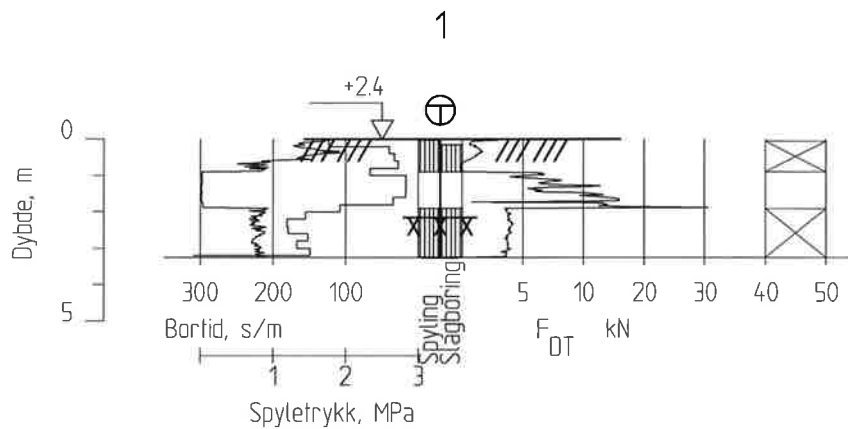
7486 TRØNDEHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70


Oppdragsnr.
415836

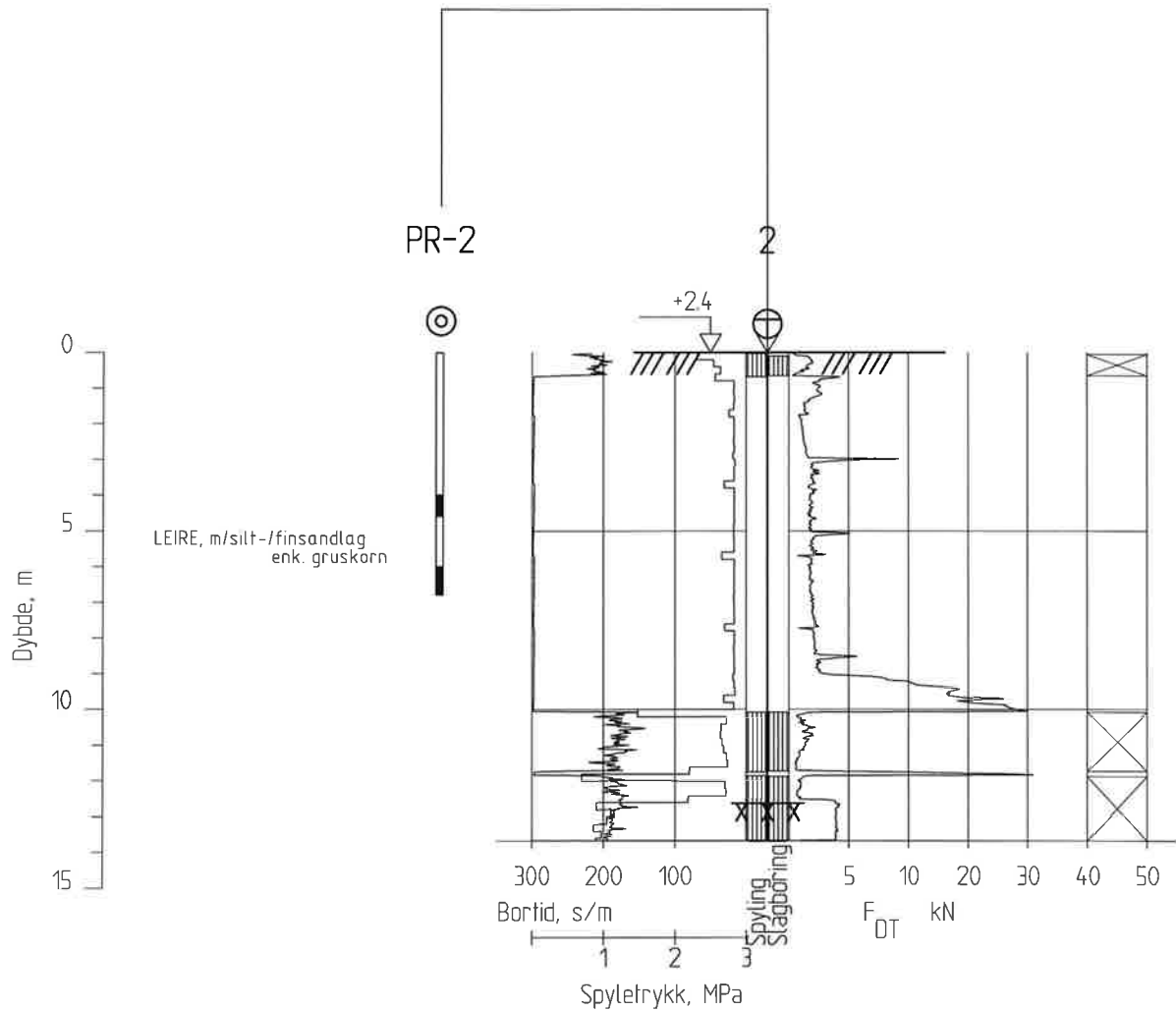
Tegningsnr.
RIG-TEG-011


Rev.

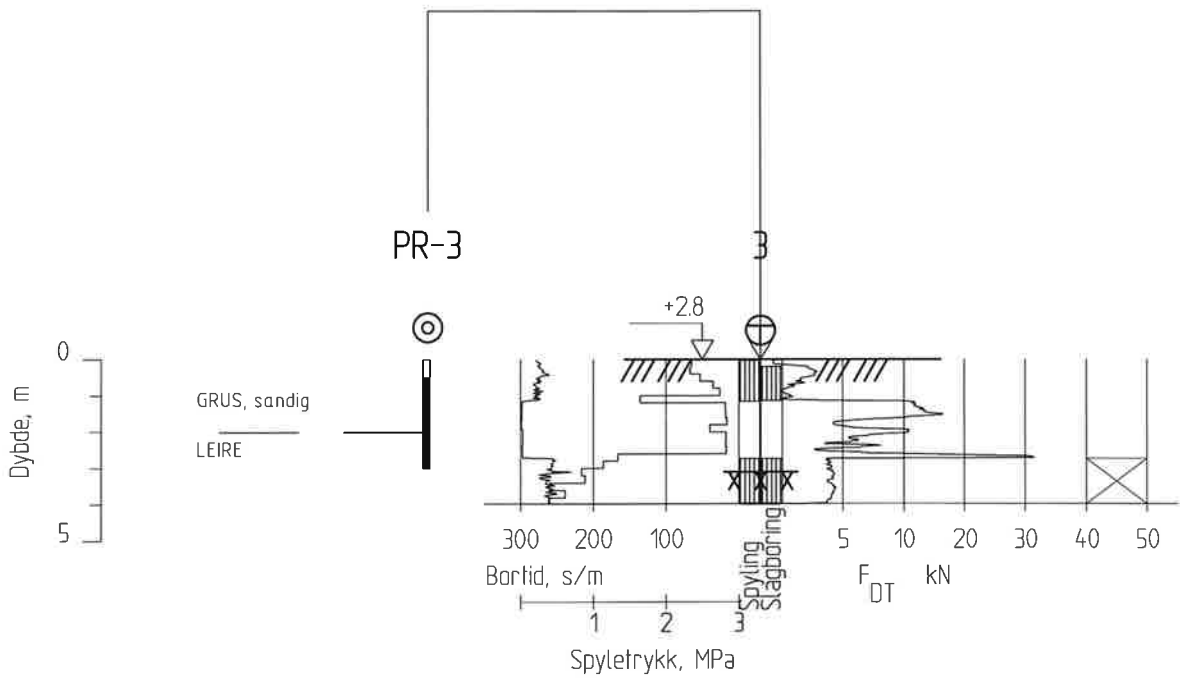
00




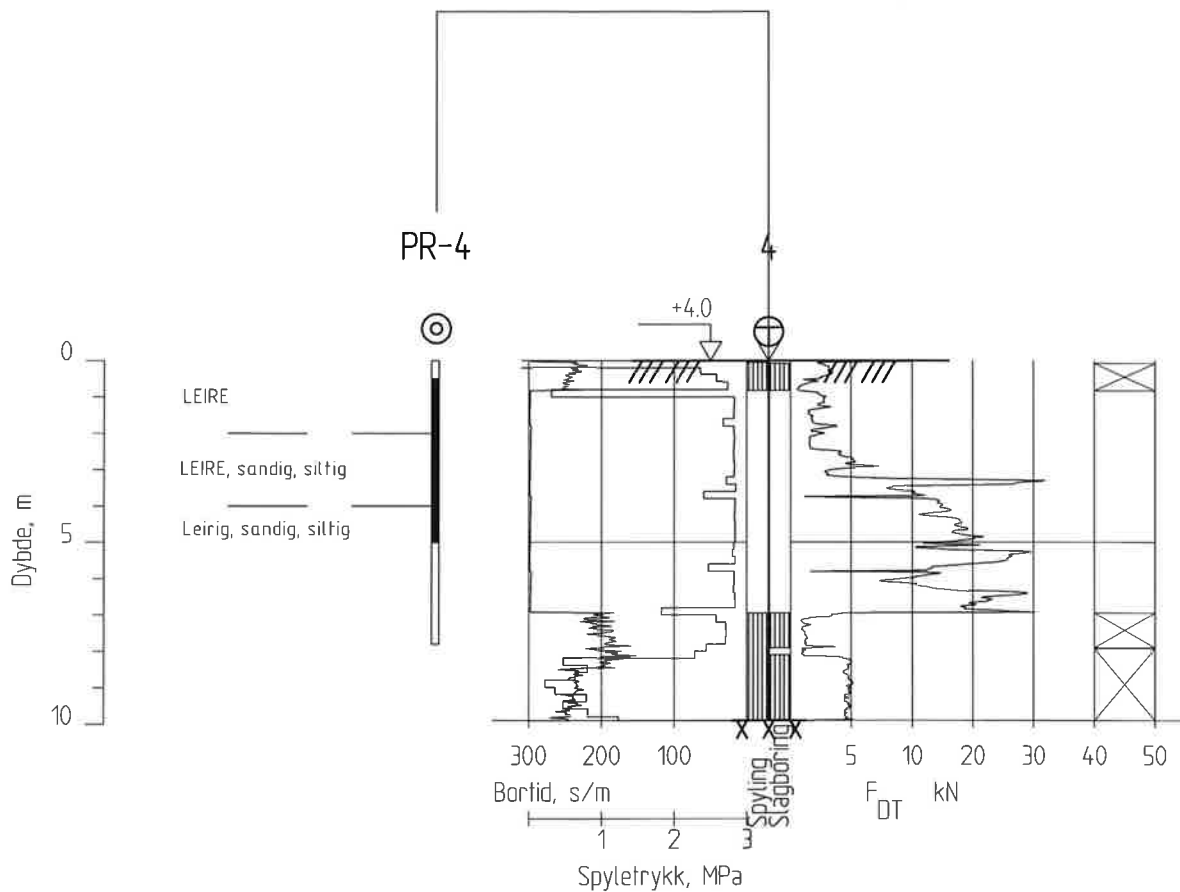
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Skaun kommune Ølsholmen Grunnundersøkelser	Original format A4	Fag Geoteknikk		
		Tegningens filnavn 415836-RIG-TEG-150-Sonderinger.dwg			
		Underlagets filnavn 415836_kartgrunnlag.dwg			
	Bp.1	Målestokk 1:200			
MULTICONSULT AS		Dato 15.04.2013	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert SR	Godkjent OAA
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415836	Tegningsnr. RIG-TEG-150	Rev.	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Skaun kommune Ølsholmen Grunnundersøkelser	Original format A4	Fag Geoteknikk		
		Tegningens filnavn 415836-RIG-TEG-150-Sonderinger.dwg			
		Underlagets filnavn 415836_kartgrunnlag.dwg			
	Bp.2 og PR-2	Målestokk 1:200			
MULTICONSULT AS		Dato 15.04.2013	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert SR	Godkjent OAA
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415836	Tegningsnr. RIG-TEG-151		Rev.



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Skaun kommune Ølsholmen Grunnundersøkelser	Original format A4	Fag Geoteknikk		
	Bp.3 og PR-3	Tegningens filnavn 415836-RIG-TEG-150-Sonderinger.dwg			
		Underlagets filnavn 415836_kartgrunnlag.dwg			
		Målestokk 1:200			
MULTICONSULT AS		Dato 15.04.2013	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert SR	Godkjent OAA
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415836	Tegningsnr. RIG-TEG-152	Rev.	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Skaun kommune Ølsholmen Grunnundersøkelser	Original format A4	Fag Geoteknikk		
		Tegningens filnavn 415836-RIG-TEG-150-Sonderinger.dwg			
		Underlagets filnavn 415836_kartgrunnlag.dwg			
	Bp.4 og PR-4	Målestokk 1:200			
MULTICONSULT AS		Dato 15.04.2013	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert SR	Godkjent OAA
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415836	Tegningsnr. RIG-TEG-153	Rev.	

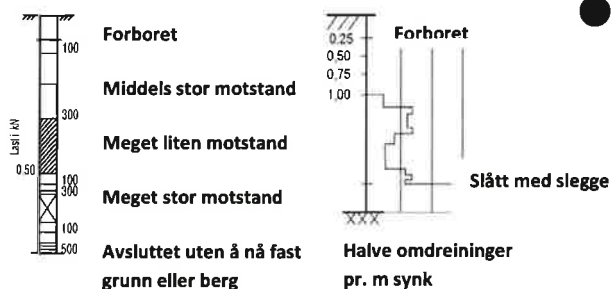
BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)



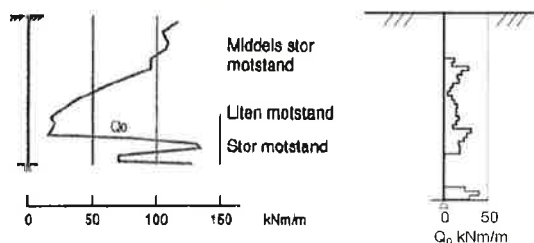
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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 1/2-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

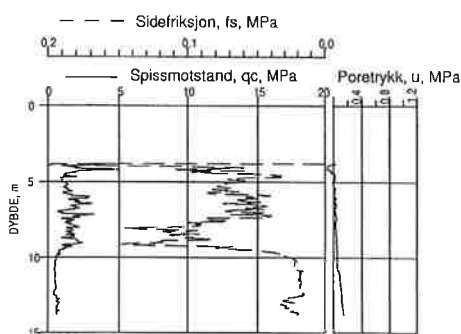
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 1/2-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

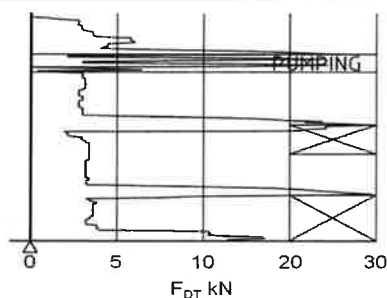
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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

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

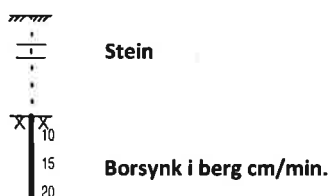


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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

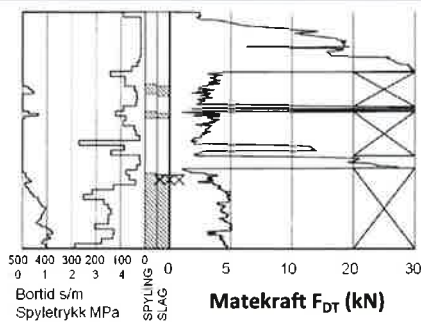
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



BERGKONTROLLBORING

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



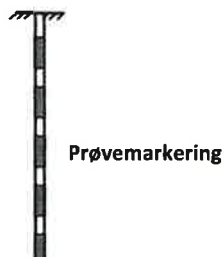
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

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



⊙ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast 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.

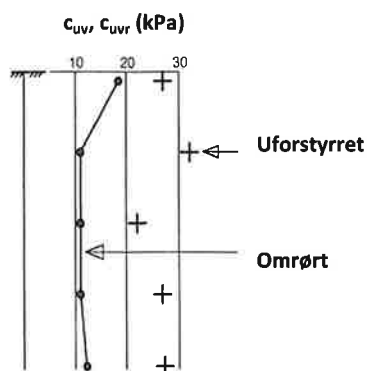


⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

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

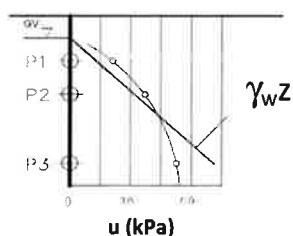
+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_c = c_{uv}/c_{ur}$ 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 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.



BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser

(2 sider)

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

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

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

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

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

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

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

SKJÆRFASHTHET

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

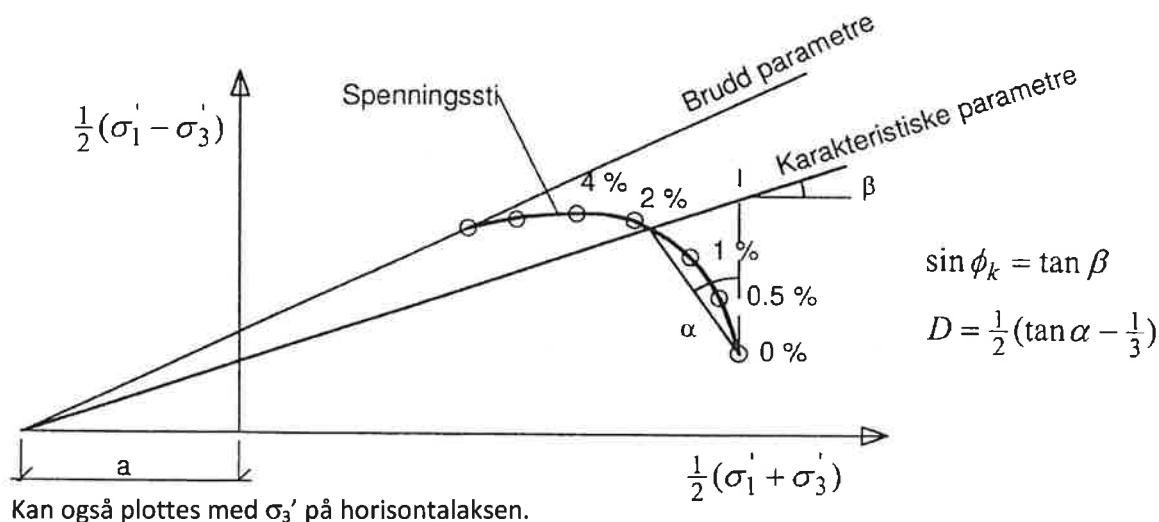
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{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 trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) ($c_{u(CPTU)}$) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_r (-)

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

VANNINNHOOLD (w %) (NS 8013)

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

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

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

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm³) Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm³) Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm³) Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETTETTHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m³) Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m³) Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m³) Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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 e) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan regnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta e$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma'_r)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolsk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'_a}$	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 ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_l . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeidet. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

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

HUMUSINNHOOLD

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

BILAG 3

Metodestandarder og retningslinjer - feltundersøkelser

(1 side)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012)	Prøvetaking
NS-EN ISO 22475-1 (2006)	
Statens vegvesen	Feltundersøkelser
Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	

BILAG 4

Metodestandarder og retningslinjer - laboratorieundersøkelser

(1 side)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske standarder (NS) og referansedokumenter:

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konushlytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinggrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnsvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser