

Rapport

Oppdragsgiver: **Nordviksentret Eiendom AS**

Oppdrag: **Selforsveien 14**

Emne: **Grunnundersøkelser
Datarapport**

Dato: **23. november 2012**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **415586 - RIG-RAP-001**

Oppdragsleder: **Roger Kristoffersen**

Sign.: 

Saksbehandler: **Martin Holst**

Sign.: 

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Paal Skaalsvik**

Sammendrag:

Multiconsult AS er bedt om å bistå med geotekniske undersøkelser for Nordviksentret Eiendom AS i forbindelse med planlagt utbygging av Selforsveien 14, mellom E6 og Tverråga, i Mo i Rana. Nordviksentret Eiendom AS planlegger å utvide eksisterende næringsbygg på parkeringsplass mot sør.

De geotekniske undersøkelsene omfatter 4 borpunkt fordelt i en L-form på ca 60x10 meter.

- Dreietrykksonderinger i 4 borpunkt
- Opptak av representative pose- og sylindrerprøver (54mm) i 1 punkt til 9 meters dybde under terreng. Prøvene er analysert i Multiconsult AS sitt laboratorium i Trondheim.

Utførte sonderinger og analyser av prøver viser at det undersøkte området består av grusig sand og sandig grus til ca 6 meter under terreng. Videre i dybden er det fast, middels sensitiv leire med enkelte silt og finsandlag til ca 12 meter under terreng. Mellom ca 12 og ca 14 meter er det et fastere lag, trolig sand. Under dette er det siltig (og enkelte steder sandig) leire til ca 33 meter under terreng. Massene mellom ca 33-40 meter er fastere enn massene over og sonderingene er stoppet i faste masser ca 40 meter under terreng.

Påføring av store laster på grunnen vil medføre noe setninger. Det betyr at dersom bygget har store punktlaster og det er ujevn fordeling av disse, vil det være fare for skadelige setninger.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
1.1	Kvalitetssikring og regelverk	3
2.	Grunnundersøkelser.....	4
2.1	Tidligere grunnundersøkelser	4
2.2	Nye grunnundersøkelser	4
2.2.1	Feltundersøkelser	4
2.2.2	Laboratorieundersøkelser.....	4
3.	Terreng- og grunnforhold	5
3.1	Topografi og terrengforhold.....	5
3.2	Grunnforhold.....	5
3.3	Grunnvann og poretrykksforhold.....	6
4.	Spesielle forhold.....	6
4.1	Seismisk grunntype	6
4.2	Kvikkleire	6
4.3	Andre vurderinger	6
5.	Referanser.....	8

Tegninger

415586-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data, PR 3
	-060	Korngradering, d=3-4m og d=6,35m
	-100	Profil A-A
	-101	Borpunkt 1

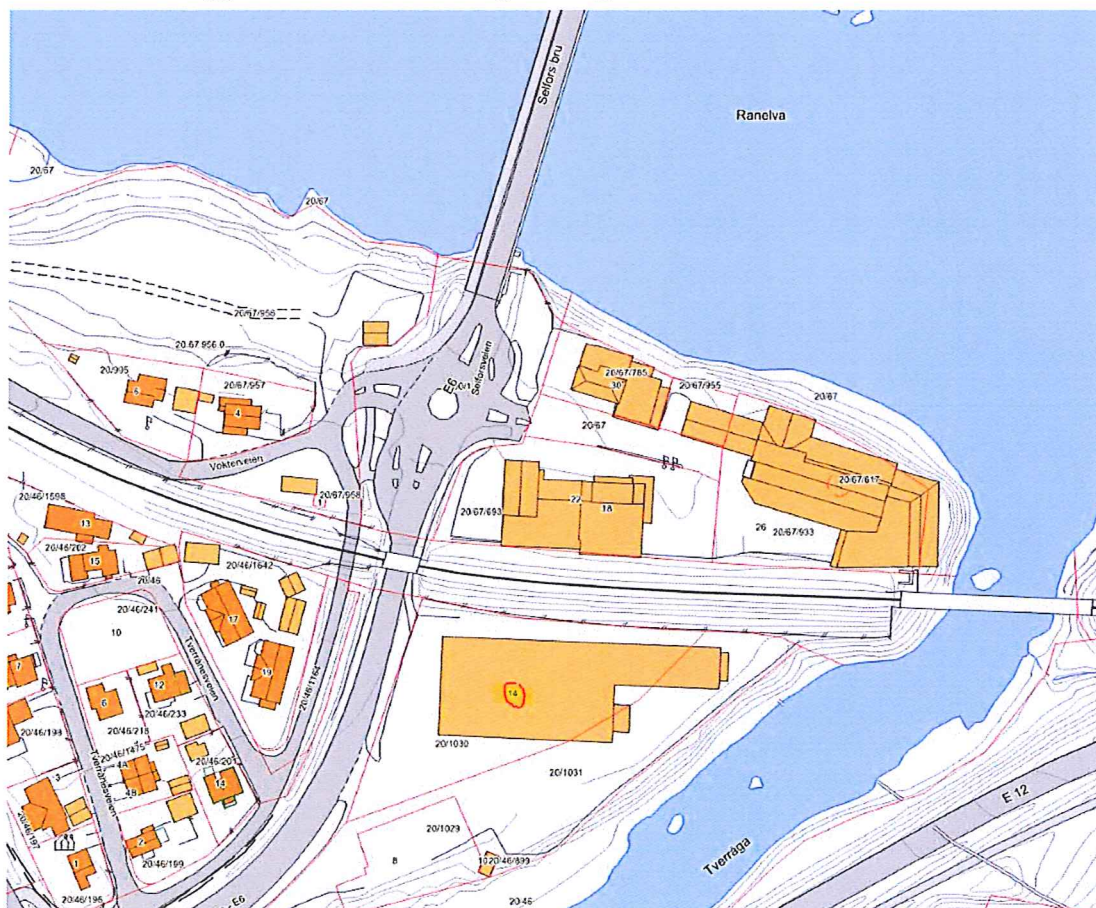
Bilag

Geotekniske bilag:	Feltundersøkelser
Geotekniske bilag:	Laboratorieundersøkelser
Geotekniske bilag:	Oversikt over metodestandarder – felt og lab

1. Innledning

Multiconsult AS er bedt om å bistå med geotekniske undersøkelser for Nordviksentret Eiendom AS i forbindelse med planlagt utbygging av Selforsveien 14, mellom E6 og Tverråga, i Mo i Rana. Nordviksentret Eiendom AS planlegger å utvide eksisterende næringsbygg på parkeringsplass sør for eksisterende bygg.

Området ligger like øst for Europavei 6, sør for Selfors bru og Nordlandsbanen. Øst for området renner Tverråga. Området ligger på tomt med gnr/bnr 20/1030 og 20/1031. Figur 1-1 viser tomtas beliggenhet i forhold til E6 og Tverråga.



2. Grunnundersøkelser

Plassering av borpunktene med høyde, boret dybde og type boring er vist i borplanen, tegning 415586-RIG-TEG-001.

2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult AS har ikke utført relevante grunnundersøkelser på eller i nærheten av området tidligere.

2.2 Nye grunnundersøkelser

De geotekniske undersøkelser ble utført i uke 37 i 2012. Undersøkelsene ble ledet av borleder Vidar Tøndevik. Boringene er utført med borerigg av typen Geotech 605.

2.2.1 Feltundersøkelser

De geotekniske undersøkelsene omfatter 4 borpunkt (BP 1-4), fordelt i en L-form på ca 60x10 meter.

- Dreietrykksonderinger i 4 borpunkt (BP 1-4).
- Opptak av representative pose- og sylinderprøver (54mm) i 1 punkt (BP 3) til 9 meters dybde under terreng. Prøvene er analysert i Multiconsult AS sitt laboratorium i Trondheim.

Dreietrykksonderingene (BP 2-4) og prøveserien (BP 3) er tegnet inn i profil A, 415586-RIG-TEG-100. Terrengoverflaten som er skissert i dette profilet er hentet ved interpolasjon mellom borpunktene. Dreietrykksonderingen i BP 1 er tegnet i 415586-RIG-TEG-101.

Kotehøyden ved borpunktene varierer mellom ca +7.3 og +7.8 og refererer til NN1954 (NGO-null). Borpunktene er utsatt og innmålt med DGPS-utstyr.

Boringens utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag.

2.2.2 Laboratorieundersøkelser

Det ble gjennomført rutinemessige analyser på alle opptatte prøver i vårt geotekniske laboratorium. I tillegg ble det utført kornfordeling (2 stk) på utvalgte prøver.

Geotekniske data fra rutineundersøkelser er vist i tegning 415586-RIG-TEG-010. Kornfordelingskurven er presentert i 415586-RIG-TEG-060.

Laboratorieprosedyrer og tolkning av resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag.

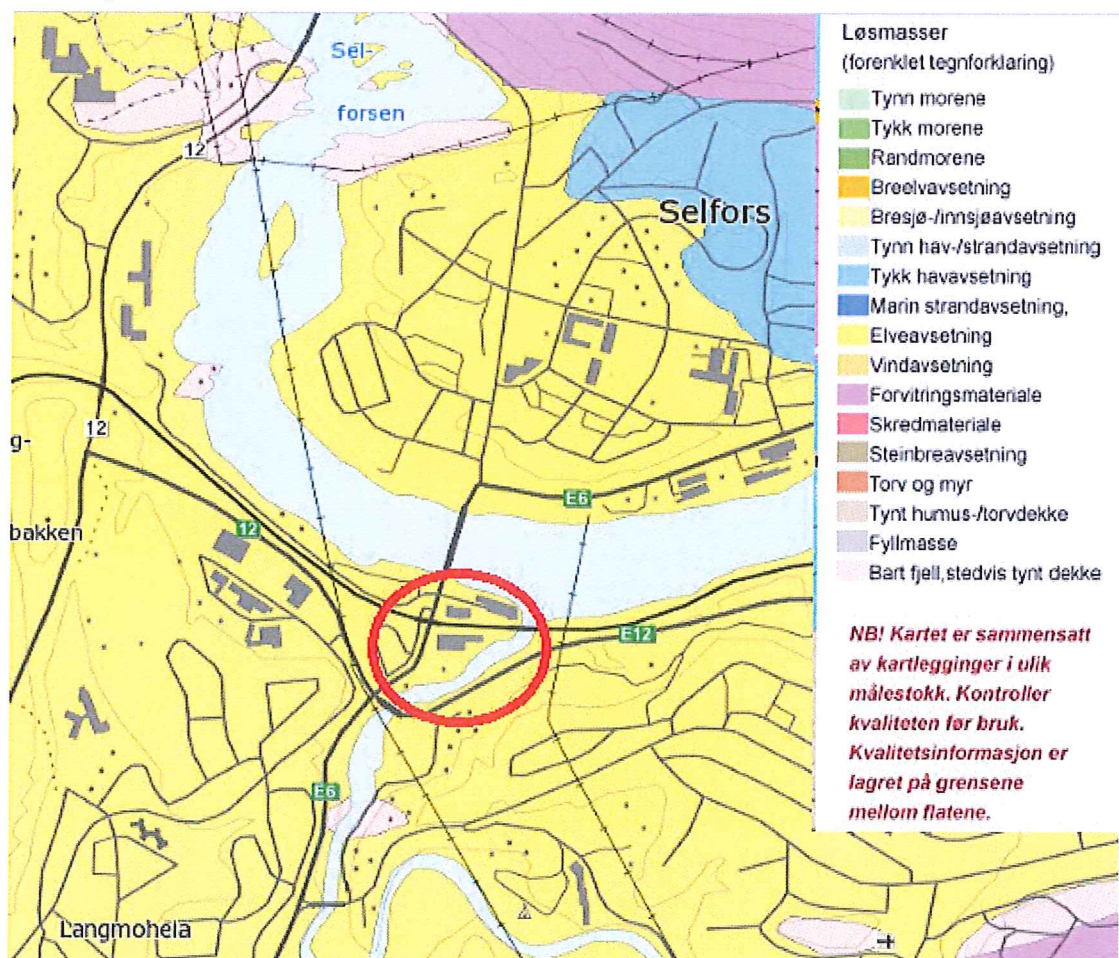
3. Terreng- og grunnforhold

3.1 Topografi og terrengforhold

Grunnundersøkelsene er utført på det som i dag er en asfaltert parkeringsplass. Denne er tilnærmet horisontal. I øst (øst for BP 4) er det en skråning ned mot Tverråga, med en helning på ca 1:2,7

3.2 Grunnforhold

Basert på kvartærgeologisk kart og grunnundersøkelser, gis en kortfattet sammenstilling i dette kapittelet.



Figur 3-1 Kvartærgeologisk kart [5]

Kvartærgeologisk kart indikerer at massene i området består elveavsetning (sand) i øverste lag. Utførte sonderinger og analyser av prøver viser at det undersøkte området består av grusig sand og sandig grus til ca 6 meter under terreng. Videre i dybden er det fast, middels sensitiv leire med enkelte silt og finsandlag til ca 12 meter under terreng. Mellom ca 12 og ca 14 meter er det et fastere lag, trolig sand. Under dette er det siltig (og enkelte steder sandig) leire til ca 33 meter under terreng. Massene mellom ca 33-40 meter er fastere enn massene over og sonderingene er stoppet i faste masser ca 40 meter under terreng.

Opptatte prøver i BP 3 (se tegning 415586-RIG-TEG-010) viser at i leiren har et vanninnhold på ca 25-30 % og en udrenert skjærstyrke på ca 115-240 kN/m². Den omrørte skjærstyrken ligger på ca 8-28 kN/m². Prøven fra ca 6-7 m under terreng er lite sensitiv og har en omrørt udrenert skjærstyrke på 16-27 kN/m². Prøven fra ca 8-9 meter under terreng er lite til middels sensitiv, med en omrørt udrenert skjærstyrke på ca 8-11 kN/m².

3.3 Grunnvann og poretrykksforhold

Det er ikke utført målinger av grunnvannstanden i området, men borleder vurderer under opptak av prøveserie i BP 3(i borbok) at grunnvannsstand ligger ca 5,5m under terreng.

Det bemerkes at grunnvannet kan variere mellom årstidene.

4. Spesielle forhold

4.1 Seismisk grunntype

I henhold til Eurokode 8 [4] skal grunntype for jordskjelvvurderinger angis.

I henhold til Eurokode 8, Nasjonalt tillegg, Tabell NA.3.1. – Grunntyper, klassifiseres massene til grunntype C.

4.2 Kvikkleire

Det er registrert middels sensitiv leire i denne grunnundersøkelsen, men det er ikke registrert sprøbruddsmateriale. Videre er det ingen nærliggende kvikkleiresoner som kan berøre tomte. Området vurderes derfor å ikke være utsatt for kvikkleireskred.

4.3 Andre vurderinger

Basert på sonderinger og prøver er det mulig å bygge ut eksisterende bygg på det undersøkte området. Det er ikke gitt videre informasjon om utformingen av tilbygget enn det som kan hentes ut i fra situasjonsplan, se figur 4-1. Det gis derfor ikke detaljerte anbefalinger om byggets fundamentering.

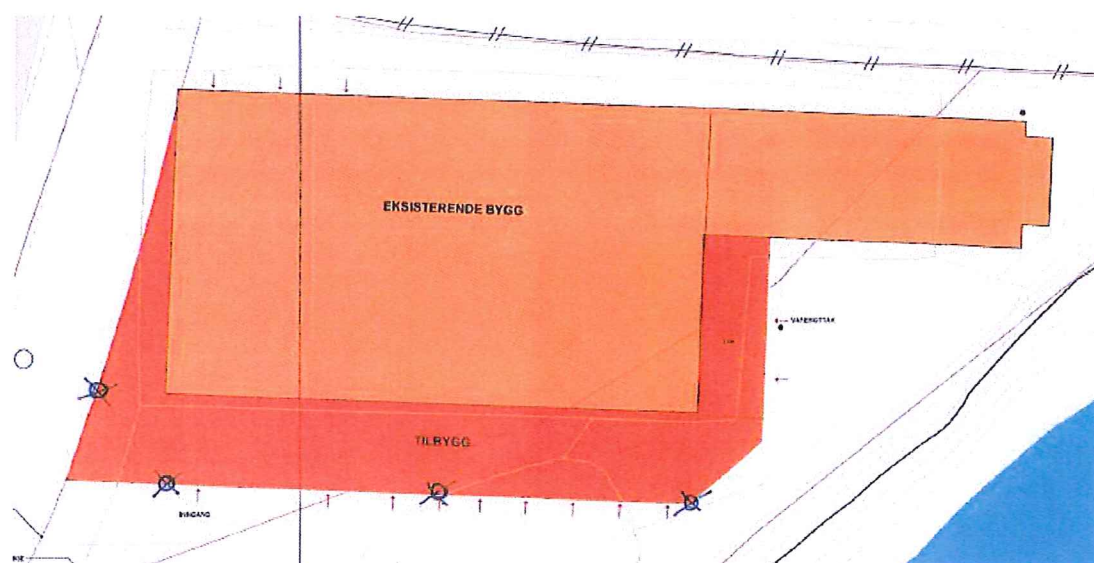
Påføring av store laster på grunnen vil medføre noe setninger. Det betyr at dersom bygget har store punktlaster og det er ujevn fordeling av disse, vil det være fare for skadelige differanse setninger. Vi bemerker og at både bæreevne og setninger bør tas i betraktning ved fastsetting av dimensjonerende fundamenttrykk.

Dersom byggene direktefundamenteres på grunn må eventuelle organiske masser fjernes under fundamenter og gulv på grunn. Dette for å redusere risikoen for setninger som følge av opprætning av humus i disse massene.

Massene er noe telefarlige, slik at det må frostsikres under kalde rom og konstruksjoner. Massene må frostsikres også under byggeperioden.

Under alle gulv på grunn anbefales det at det legges et kapillærbrytende lag av pukk og det foreslås benyttet fiberduk overalt innenfor byggelinjen der det skal legges pukk over original grunn.

Den planlagte utbyggingen krever nærmere geoteknisk prosjektering.



Figur 4-1 Situasjonsplan (Toyota Nordvik) med oppdragsgivers ønskede borpunkt [6]

5. Referanser

- [1] Rana kommune (2012). Kart fra www.polarsirkelportalen.no, hentet 21.11.2012.
- [2] NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetssikring. Krav (ISO 9001:2008). November 2008.
- [3] Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- [4] Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del 1. Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+NA2008.
- [5] NGU (2012) Kvartærgeologisk kart fra www.ngu.no Hentet 12.11.2012
- [6] Arkitektstudio (2012) Toyota Nordvik Mo i Rana. Situasjonsplan. Teg. Nr. 2012063. 03.09.2012

Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Dreietrykksondering, poseprøver, 54mm sylinderprøver, Kornfordeling		
Land/Fylke:	Norge/Nordland	Kartblad:	1927-1
Kommune:	Rana kommune	UTM koordinater, Sone:	33
Sted:	Mo i Rana	Øst: 4630	Nord: 73559

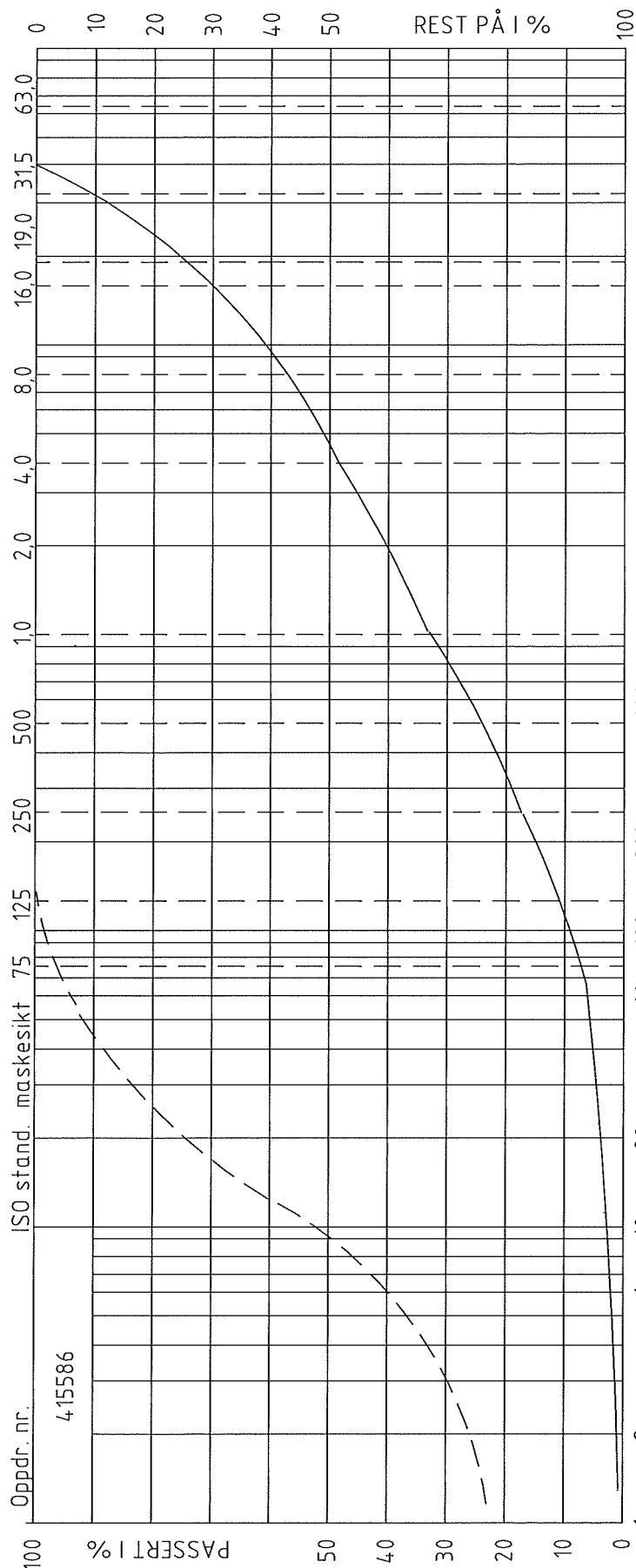
Distribusjon:

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

Dokumentkontroll:

		Dokument 23. november 2012		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	21.11.12	Marth						
	Kontrollert	22.11.12	RK						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	21.11.12	Marth						
	Kontrollert	22.11.12	RK						
Teknisk innhold	Utarbeidet	21.11.12	Marth						
	Kontrollert	22.11.12	RK						
Format	Utarbeidet	21.11.12	Marth						
	Kontrollert	22.11.12	RK						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 23.11.12		Sign.: Signe G. Høyem			

LEIR	SILT		SAND			GRUS			STEIN
	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV



Symb.	PR. serie nr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode		
					Tørssikt	Hydr. F.Drop	Våt + Tør Sikt
	3	3-4m		GRUS, sandig			X
	3	6,35m		LEIRE, siltig	X		

KORNGRADERING

Nordviksenteret Eiendom AS
Selforsveien 14

Boring nr.
3

Borplan nr.
RIG-TEG-001

Boret dato:
25.09.2012



MULTICONSULT AS

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

Dato 21.11.2012

Oppdragsnr.
415586

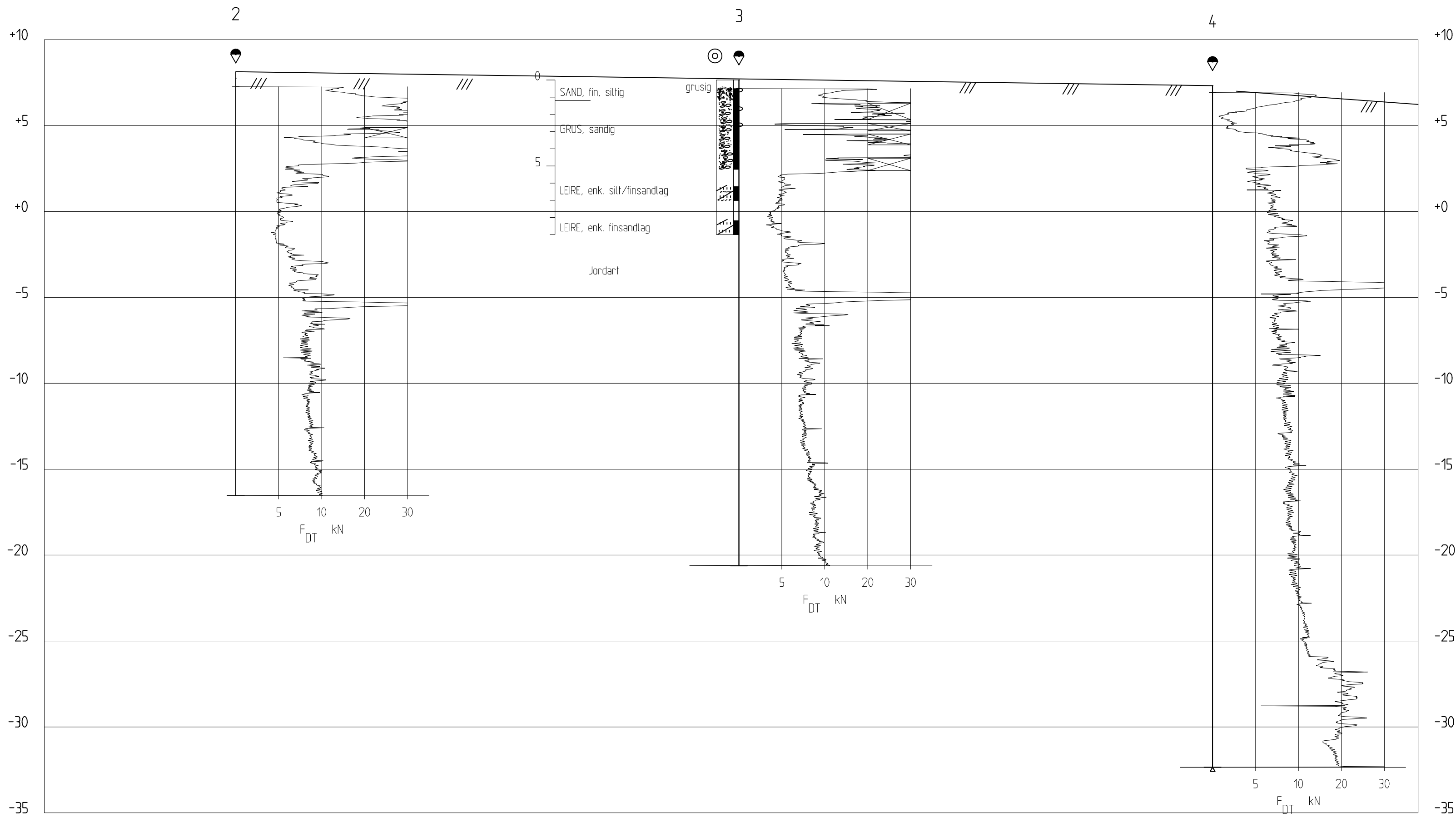
Konstr./Tegnet
kjt

Tegningsnr.
RIG-TEG-60

Kontrollert
RK

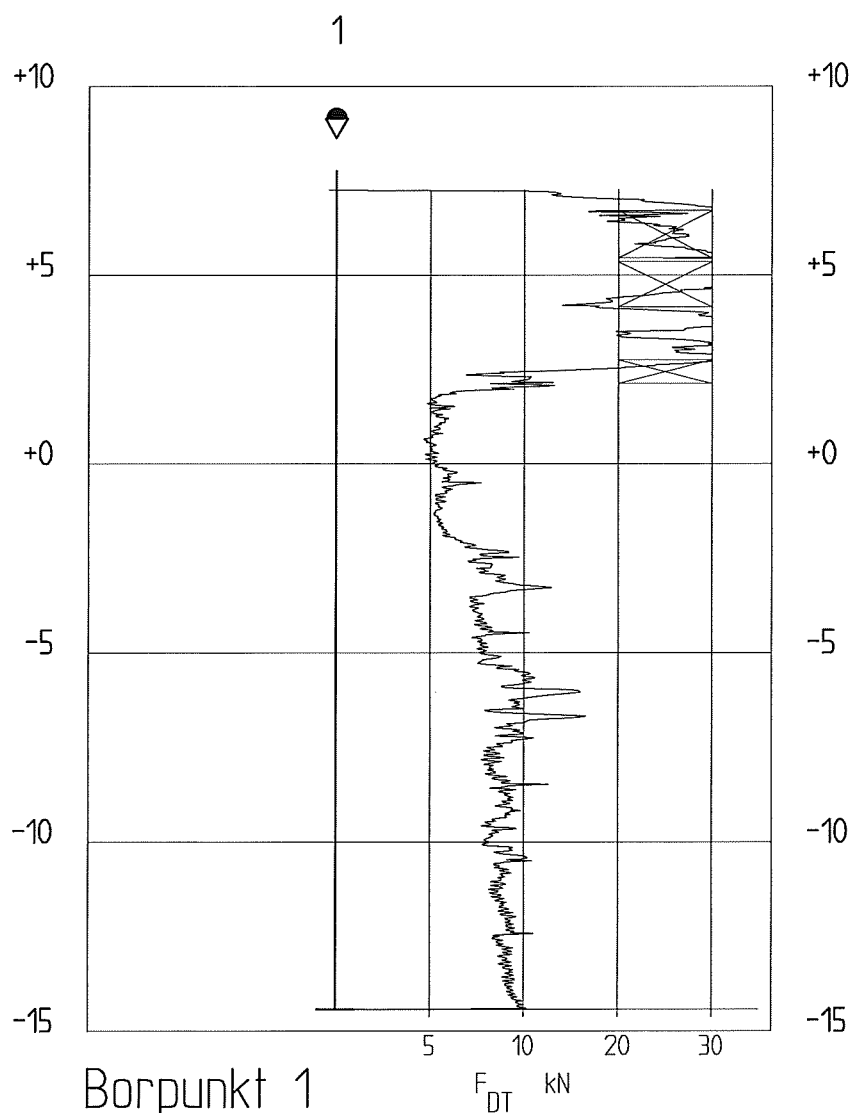
Godkjent
SGH

Rev.
00



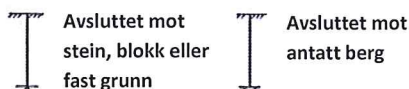
Profil A-A
1 : 200

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Nordviksentret Eiendom AS	Original format	A3 forlenget	Fag	Geoteknikk
	Mo i Rana	Tegningens filnavn	415586-RIG-TEG-100.dwg		
	Selforsveien 14	Underlagets filnavn	415586-RIG-TEG-001.dwg		
	Profil A	Målestokk	1:200		
MULTICONCONSULT AS	Dato 21.11.2012	Konstr./Tegnet Marth	Kontrollert RK	Godkjent SGH	
7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 415586	Tegningsnr. RIG-TEG-100		Rev. 00	

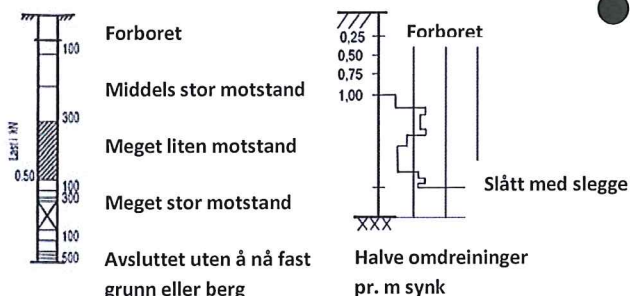


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Nordviksentret Eiendom AS Mo i Rana Selforsveien 14	Original format A4	Fag	Geoteknikk	
		Tegningens filnavn 415586-RIG-TEG-101.dwg			
		Underlagets filnavn 415586-RIG-TEG-001.dwg			
	Borpunkt 1	Målestokk 1:200			
MULTICONCONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Dato 21.11.2012	Konstr./Tegnet Marth	Kontrollert RK	Godkjent SGH
		Oppdragsnr. 415586	Tegningsnr. RIG-TEG-101	Rev. 00	

Bilag



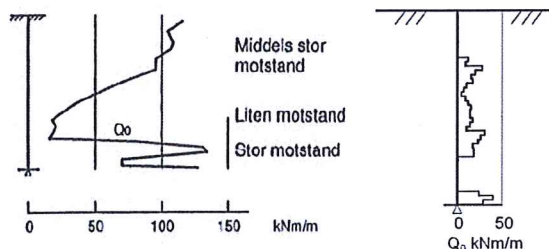
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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

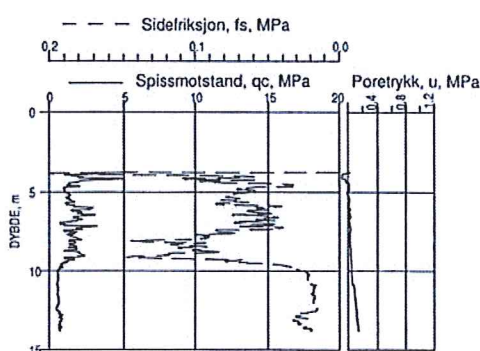


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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

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

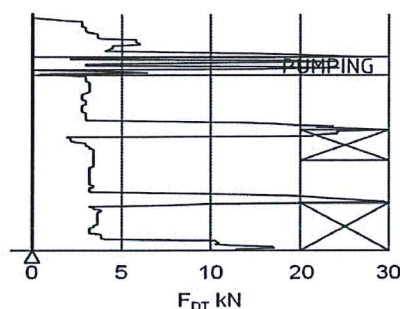
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

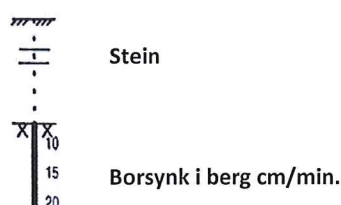


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

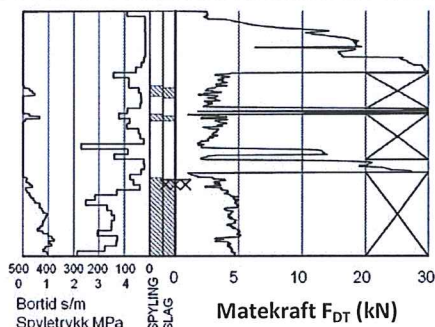
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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.



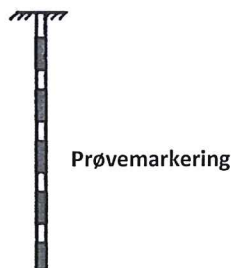
TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

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

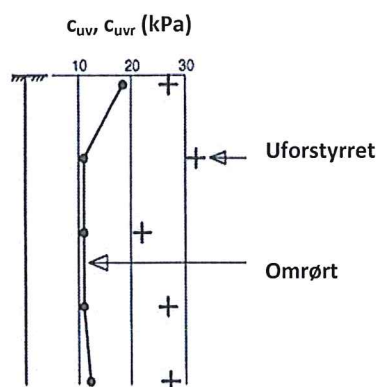
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er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



PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

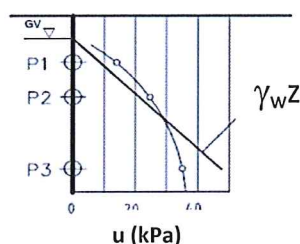
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På 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 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKKS MÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert 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
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
Mold og matjord	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

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

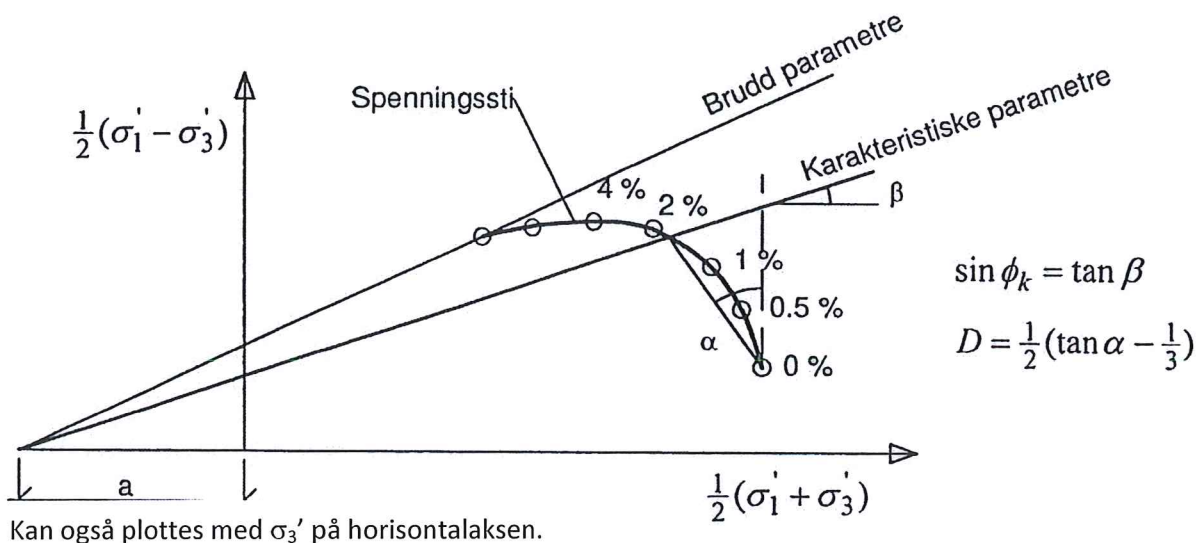
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treksiale 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 treksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{uCPTU}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

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

VANNINNHOOLD (w %) (NS 8013)

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

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

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

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

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

TYNGDETETTHETER

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

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma_r)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolsk økende modul	$M = m\nu(\sigma'\sigma_a)$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{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 stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOOLD

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

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) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

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)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
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, trinnvis 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