
RAPPORT

Grunnundersøkelser Hvalstad stasjon

OPPDRAKSGIVER
ROM Eiendom AS

EMNE
Geoteknisk datarapport

DATO / REVISJON: 27. oktober 2015 / 01
DOKUMENTKODE: 128086-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Hvalstad stasjon	DOKUMENTKODE	128086-RIG-RAP-001
EMNE	Geoteknisk datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	ROM Eiendom AS	OPPDRAAGSLEDER	Truls Martens Pedersen
KONTAKTPERSON	Kristine Lileng Holene	UTARBEIDET AV	Ragnhild Håøy Grue
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5819 NORD: 66366	ANSVARLIG ENHET	1012 Oslo Geoteknikk Bygg & Infrastruktur
GNR./BNR./SNR.	34/14/Asker		

SAMMENDRAG

Multiconsult ASA er engasjert av ROM Eiendom AS for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med arbeid med reguleringsplan ved Hvalstad stasjon, Asker.

Den aktuelle tomten er relativt flat, og ligger på ca. kote +64. I nord heller terrenget fra ca. kote +63 på tomta ned mot Hvalstad skole til ca. kote +45. Sør på tomta er det en slak helning ned mot Solstadlia, fra kote ca. +64 til kote ca. +61.

Totalsonderingene som er utført indikerer at det er masser med varierende sonderingsmotstand ned til ca. 4 m dybde under terreng. Mot nord og sørøst indikerer sonderingene at det er et noe bløtere lag under topplaget.

Dybde til antatt berg varierer mellom 1 - 14 m under dagens terreng. Midt på tomta er dybdene 1,0 – 3,1 m, mens det i nord og sør er større dybder til berg.

01	27.10.2015	Endret skråningshøyde	Ragnhild Håøy Grue	Truls Martens Pedersen	Truls Martens Pedersen
00	20.10.2015	Geoteknisk datarapport	Ragnhild Håøy Grue	Truls Martens Pedersen	Truls Martens Pedersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
1.1	Generelt	5
1.2	Myndighetskrav	5
2	Områdebeskrivelse	6
3	Utførte undersøkelser	7
3.1	Feltundersøkelser	7
3.2	Laboratorieundersøkelser	7
3.3	Henvisninger	7
3.4	Tidligere utførte grunnundersøkelser	8
4	Topografi og grunnforhold	9
4.1	Topografi	9
4.2	Løsmasser	9

TEGNINGER

Tegningsnummer	Tittel	Målestokk
00	Oversiktskart	-
01	Borplan	-
10-11	Prøveserier ved borpunkt 2 og 6	-
20-26	Totalsonderinger	1:200
60	Korngraderinger	-

BILAG

Bilagsnummer	Tittel
1	Geotekniske bilag - feltundersøkelser
2	Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser
3	Metodestandarder og retningslinjer – feltundersøkelser
4	Metodestandarder og retningslinjer laboratorieundersøkelser
5	Koordinater for borpunkter

1 Bakgrunn

1.1 Generelt

Multiconsult ASA er engasjert av ROM Eiendom AS for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med arbeid med reguleringsplan på Hvalstad stasjon i Asker kommune, gård/bruksnr. 31/14.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultatene fra utførte geotekniske grunnundersøkelser.

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. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver 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 3 og 4 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Områdebeskrivelse

Tomten til det planlagte prosjektet ligger ved Hvalstad stasjon i Asker kommune. Plasseringen er vist i Figur 2-1. Tomten er avgrenset av jernbanelinjen i vest, Johs. Hartmanns vei i øst og Solstadlia i sør. Det ligger boliger øst for tomten, og en skole mot nordøst. Tomten ligger under marin grense, og ifølge NGUs kvartærgeologiske kart består løsmassene av fyllmasser i vest, tynn havavsetning på de østlige delene av tomta, og et lite område med marin strandavsetning nord på tomta, se Figur 2-2.



Figur 2-1: Beliggenhet av prosjektet Hvalstad stasjon. (Kilde: kart.finn.no)



Figur 2-2: Utsnitt fra NGUs kvartærgeologiske kart. (Kilde: www.ngu.no)

3 Utførte undersøkelser

3.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult i uke 40, 2015. Feltundersøkelsene omfattet følgende metoder og mengder:

- 7 totalsonderinger for informasjon om løsmassenes relative sonderingsmotstand
- Opptak av én prøveserie med 54 mm prøvesylindere
- Skovling i ett punkt for opptak av poseprøver

Borpunktene er innmålt av ScanSurvey AS i koordinatsystem Euref 89 UTM. Alle kotehøyder refererer til NN2000. Koordinatliste ligger vedlagt i bilag 5.

3.2 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelser og rutineundersøkelser ble utført i Multiconsults geotekniske laboratorium i uke 41, 2015. Prøvene er analysert etter standard analyseprogram som omfatter geoteknisk klassifisering og beskrivelse med måling av vanninnhold og romvekt samt udrenert og omrørt skjærstyrke i massene. I tillegg er det utført korngraderingsanalyse på tre prøver.

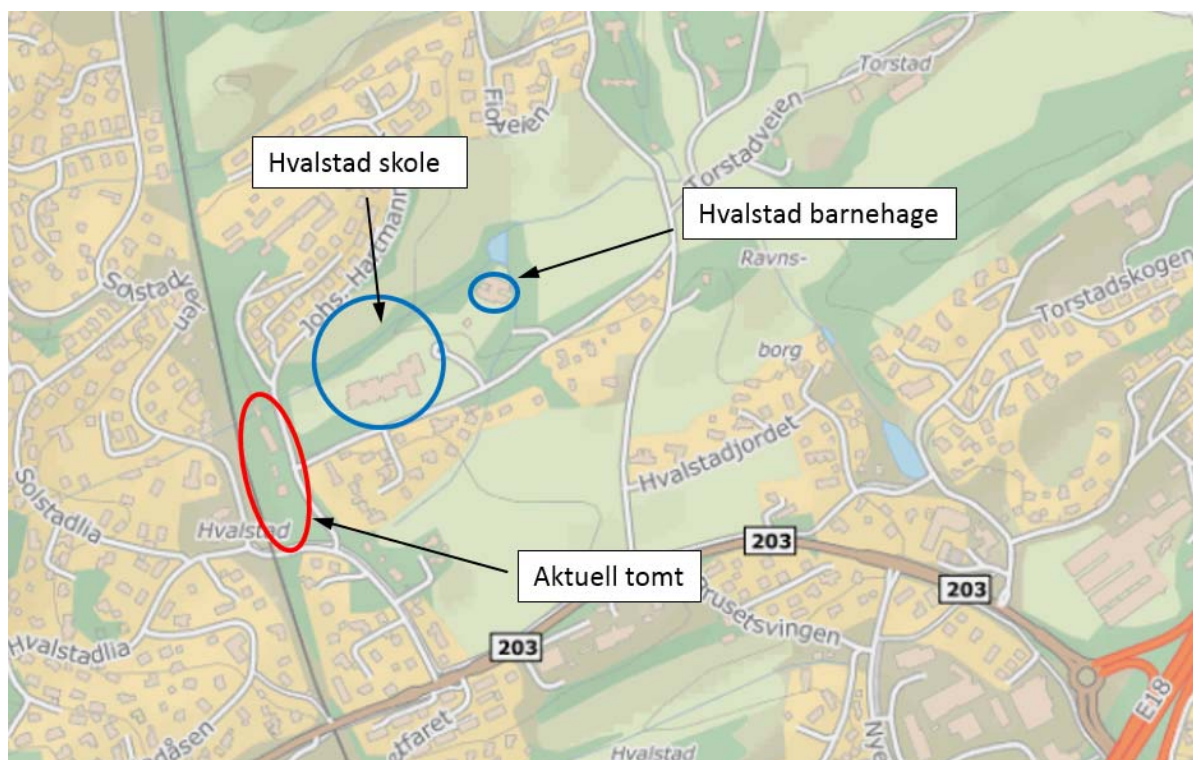
3.3 Henvisninger

- Plassering av borpunkter er vist på borplan, tegning 01.
- Geotekniske data for prøveseriene er vist på tegning 10 tom. 11.
- Sonderingsprofiler fra totalsonderinger er vist på tegning 20 tom. 26.
- Korngraderingskurver for løsmasser på tomten er vist på tegning 60.

Det vises for øvrig til rapportens generelle geotekniske bilag 1 til 4 for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske begrep.

3.4 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av Hvalstad skole [1] og Hvalstad barnehage [2]. Figur 3-1 viser beliggenheten til de tidligere grunnundersøkelsene.



Figur 3-1: Blå ringer viser beliggenhet av tidligere utførte grunnundersøkelser. Rød ring viser beliggenhet av aktuell tomt. (Kilde: kart.finn.no)

Grunnundersøkelsene ved Hvalstad skole ligger nærmest den aktuelle tomten. Undersøkelsene viser at grunnforholdene i området er preget av store variasjoner i dybde til berg og av løsmasseavsetninger med middels til bløt fasthet.

Grunnundersøkelsene ved Hvalstad barnehage viser at det er 1 - 2,5 m fast tørrskorpeleire over berg.

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi

Den aktuelle tomten er relativt flat, og ligger på ca. kote +64. I nord heller terrenget fra ca. kote +63 på tomta ned mot Hvalstad skole til ca. kote +45. Sør på tomta er det en slak helning ned mot Solstadlia, fra kote ca. +64 til kote ca. +61.

4.2 Løsmasser

Dybde til antatt berg varierer mellom 1 - 14 m under dagens terreng. Midt på tomta er dybdene 1,0 – 3,1 m, mens det i nord og sør er større dybder til berg.

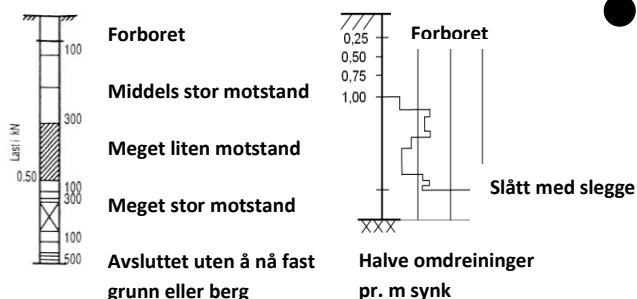
Totalsonderingene som er utført indikerer at løsmassene sør på tomten består av masser med varierende sonderingsmotstand ned til ca. 4 m dybde under terreng og deretter er det indikert masser med høy relativ sonderingsmotstand ned til berg. Nord og sørøst på tomten indikerer sonderingene at det ligger et tynt lag med lav sonderingsmotstand under topplaget.

Korngraderingene som er utført på poseprøver viser at det i de øvre lagene i borhull 6 består av sandig, siltig materiale, og har vanninnhold på ca. 15 %. Prøveserien fra borhull 2 viser at det bløtere laget består av sandig, grusig leire med vanninnhold på ca. 40 %.

Det er ikke registrert grunnvannstand på tomten.



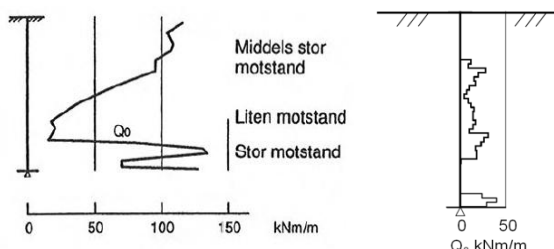
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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 vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

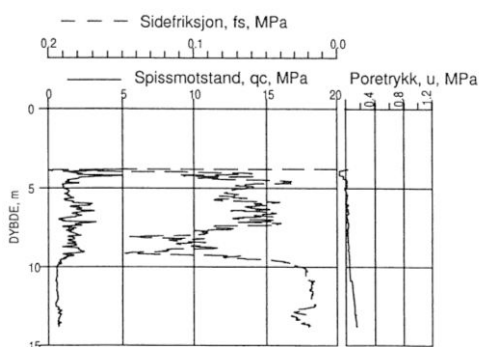


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

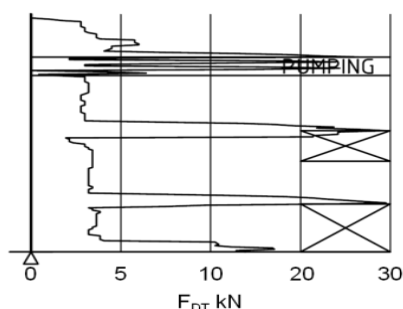
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

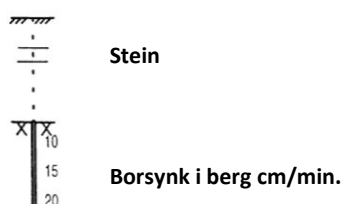


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

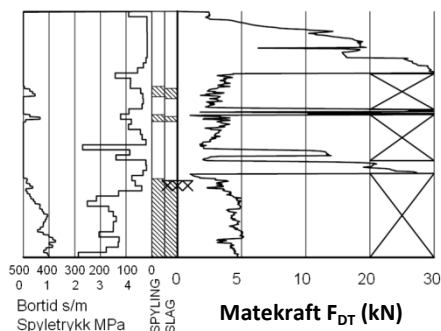
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



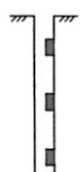
BERGKONTROLLBORING

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 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.



Prøvemarkering

○ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveis et 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.

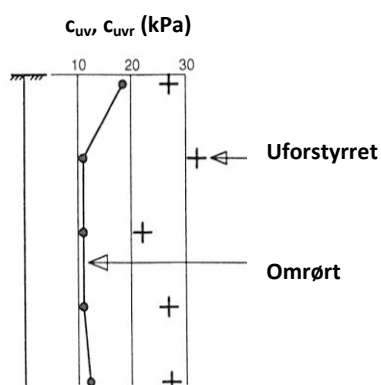


Prøvemarkering

○ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

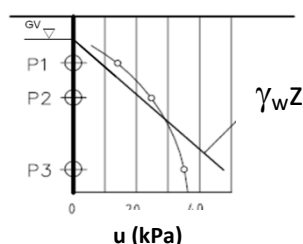
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På 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.



⊖ PORETRYKKSÅLING (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 borchullet.

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).

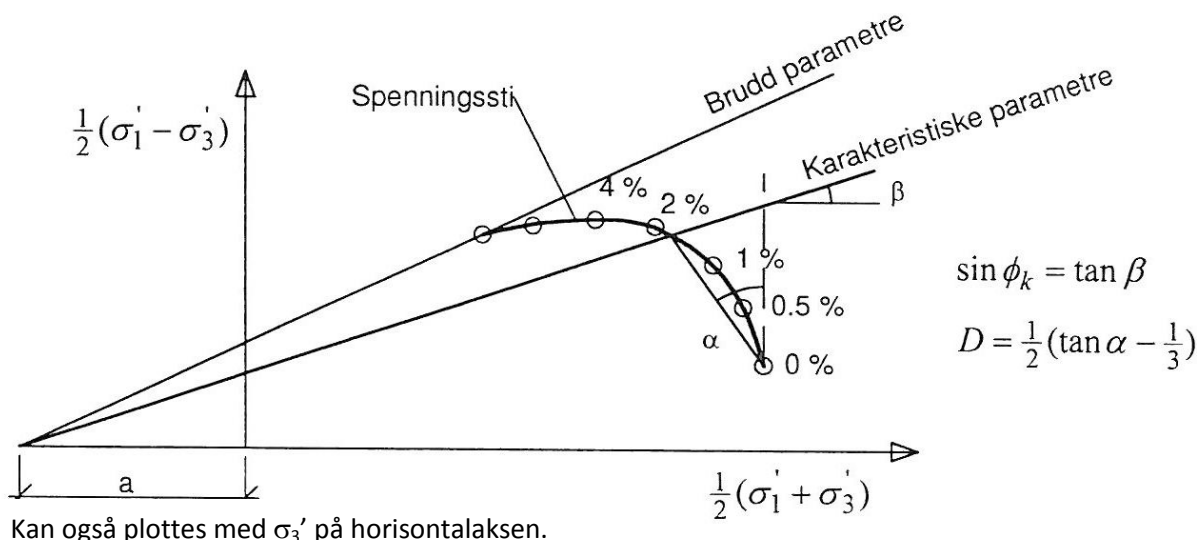
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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

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

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

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

TYNGDETETHETER

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, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = mV(\sigma'\sigma_a)$	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 mineral Kornene. 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 spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

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

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.

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)	Vinge boring
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



Multiconsult AS

Hvalstad stasjon
Hvalstad
Asker



Malerhaugveien 25
0661 Oslo
Tel.: 22 08 68 00
www.scansurvey.no

Borpunkter

NE: Euref89 UTM32
H: NN2000

1:1100
Dato: 07.10.2015

Sign: ASJ

Tegn: 4502-BP-20151007



OVERSIKTSKART

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RHG

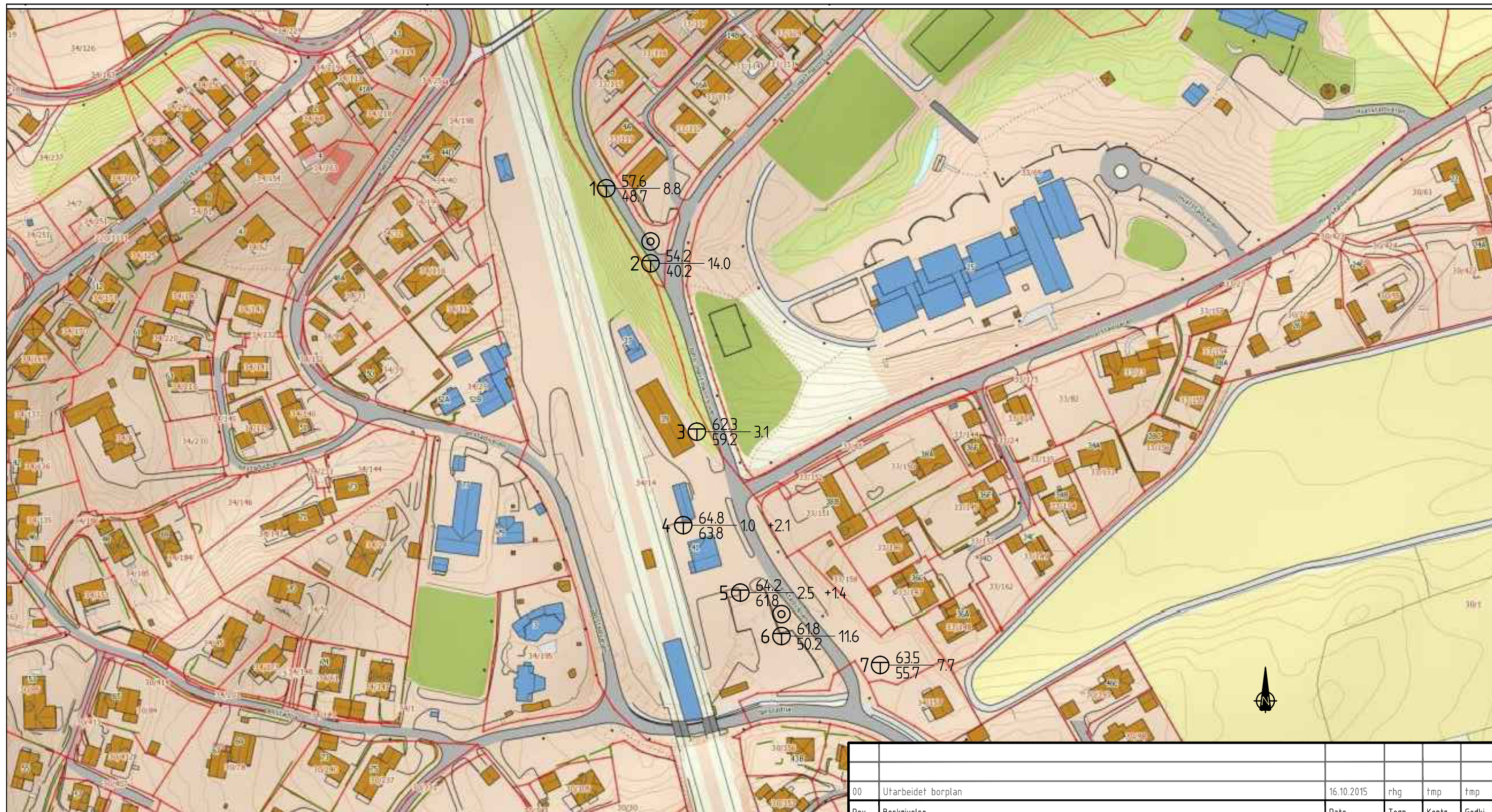
Kontrollert
TMP

Godkjent
TMP

Oppdragsnr.
128086

Tegningsnr.
00

Rev.
00



TEGNFORKLARING:

- | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| ● DREIESONDERING | ⊙ PRØVESERIE | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ○ ENKEL SONDERING | □ PRØVEGROP | ⊕ KJERNEBORING |
| ▼ RAMSONDERING | ◆ DREIETRYKKSONDERING | ★ FJELLKONTROLLBORING |
| ▽ TRYKKSONDERING | ☒ SKRUPLATEFORSØK | ⚡ BERG I DAGEN |
| ⊕ TOTALSONDERING | + VINGEBORING | |

KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMET:
BORBOK NR:
LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra xx
UTM Sone 32V
NN 2000
GPS GLONAS CPOS
Digital
XXX

EKSEMPEL
BP 1 ⊕ 430/28.2 — 14.8 +24 — BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

00	Utarbeidet borplan	16.10.2015	rhg	tmp	tmp
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
ROM Eiendom AS			Fag	Format	
Hvalstad Stasjon			Geoteknikk	A3	
BORPLAN			Dato	16.10.2015	
Planen viser riktig plassering av borpunkter, men den er ikke i målestokk.			Format/Målestokk:	-	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	rhg	tmp	tmp
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
128086		01		00	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE	K							1,88	51							3
	noe forvitret, mest i øvre del																6
	LEIRE, sandig, grusig								1,87	52							2
	forstyrret. sd=45mm																3
	LEIRE, siltig, med sand og grusige lag																3
10	forstyrret																
15	SILT/SAND. Silt i øvre halvdel								2,14	37							18
	overgang til sand fin med et par sandlag								2,09	38							
	SAND fin, siltig med sandlag								2,12	36							
20									2,14	36							

Symboler

○	Vanninnhold	15-5	Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)	T = Treaksialforsøk	ρ_s :	2.75 g/cm ³
▼	Omrørt konus	10		Ø = Ødometerforsøk	Grunnvannstand:	m
—	Plastisitetsindeks, I _p	▽	Uomrørt konus	K = Korngradering	Borbok:	27211
					Lab-bok:	DLB

PRØVESERIE

Borhull:

2

ROM EIENDOM

Dato:

2015-10-10

Hvalstad stasjon

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

UT

Kontrollert:

GEO

Godkjent:

TMP

Oppdragsnummer:

128086

Tegningsnr.:

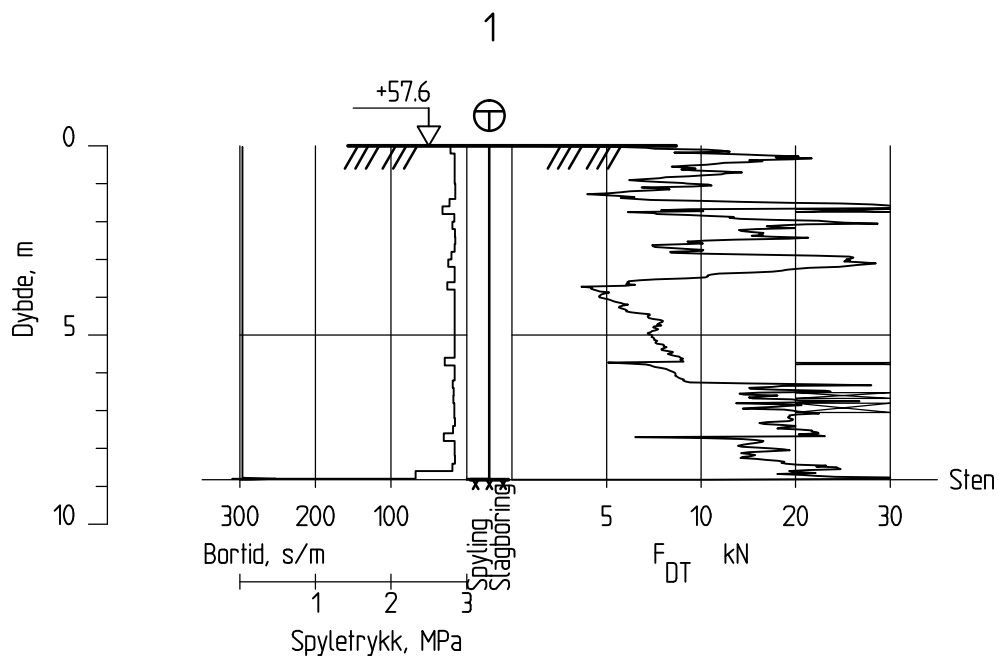
10

Rev nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	MATERIALE, sandig, siltig, grusig. fyllmasse, noe forvitret		K		○												
	MATERIALE, sandig, siltig. enkelte gruskorn		K		○												
	SILT, sandig med enkelte gruskorn				○												
10																	
15																	
20																	

Symboler		Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)	ρ_s : 2.75 g/cm ³ Grunnvannstand: m Borbok: 27211 Lab-bok: DLB
○ Vanninnhold	▼ Omrørt konus	ρ = Densitet	T = Treaksialforsøk
— Plastisitetsindeks, I _p	▽ Uomrørt konus	S _t = Sensitivitet	Ø = Ødometerforsøk
			K = Korngradering
PRØVESERIE		Borhull: 6	
ROM EIENDOM		Dato: 2015-10-10	
Hvalstad stasjon			
 www.multiconsult.no		Konstr./Tegnet: UT	Godkjent: TMP
		Oppdragsnummer: 128086	Tegningsnr.: 11
			Rev nr.: 00



Dato boref :01.10.2015

Posisjon: X 6636776.27 Y 581857.75

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

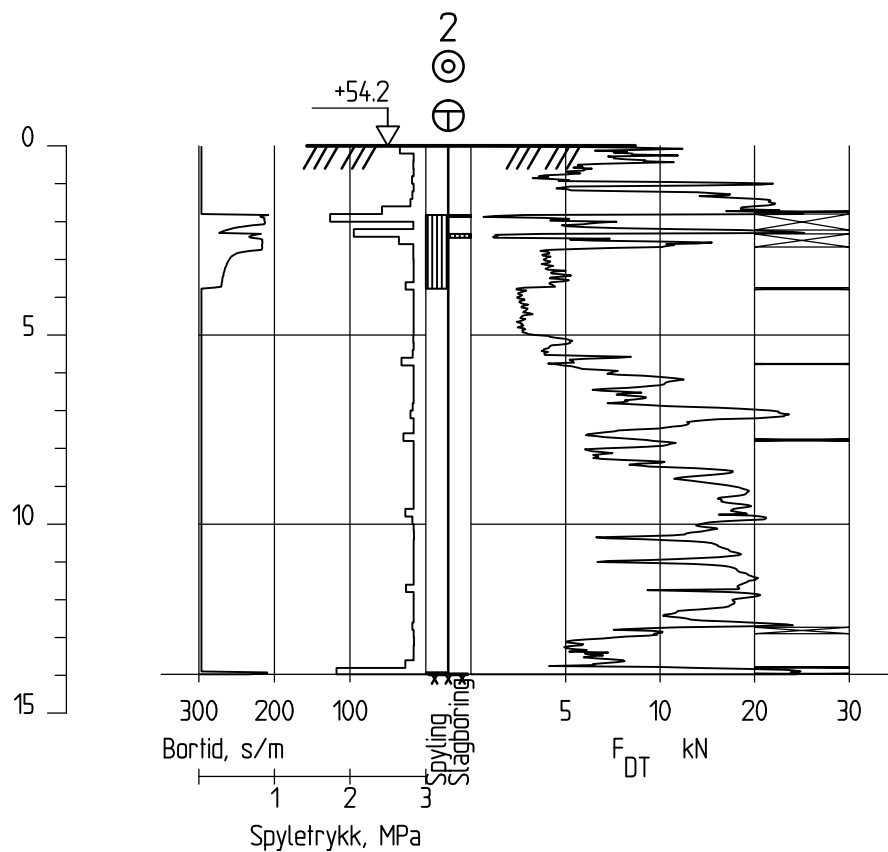
Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK
Oppdragsnr.
128086

Konstr./Tegnet
RHG
Tegningsnr.

Kontrollert
TMP
20

Godkjent
TMP
Rev.
00



Dato boref :01.10.2015

Posisjon: X 6636741.88 Y 581878.09

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

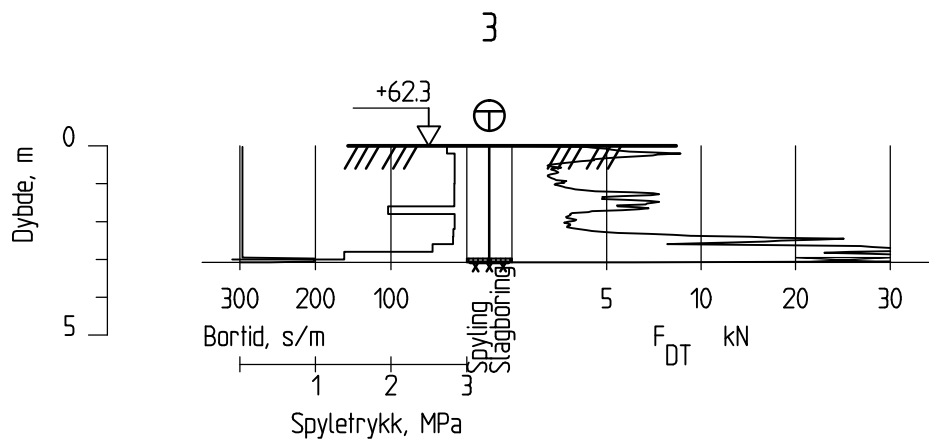
Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK
Oppdragsnr.
128086

Konstr./Tegnet
RHG
Tegningsnr.

Kontrollert
TMP
21

Godkjent
TMP
Rev.
00



Dato boref :01.10.2015

Posisjon: X 6636664.61 Y 581899.35

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RHG

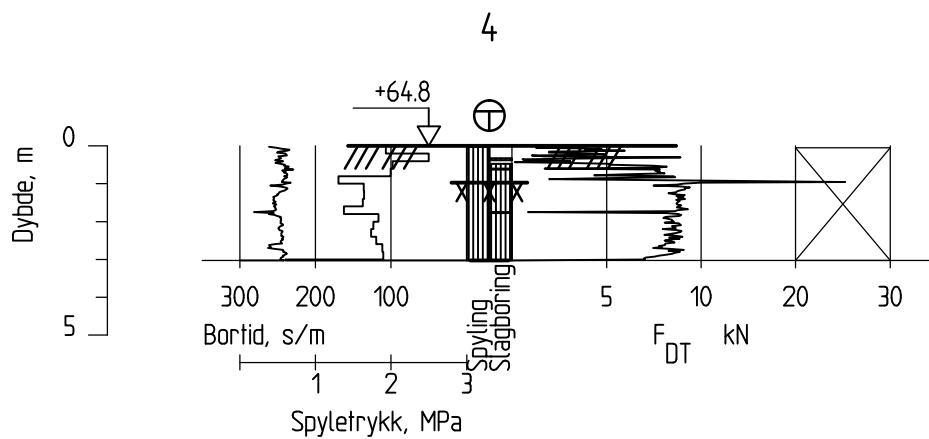
Kontrollert
TMP

Godkjent
TMP

Oppdragsnr.
128086

Tegningsnr.
22

Rev.
00



Dato boreet :01.10.2015

Posisjon: X 6636621.63 Y 581893.06

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

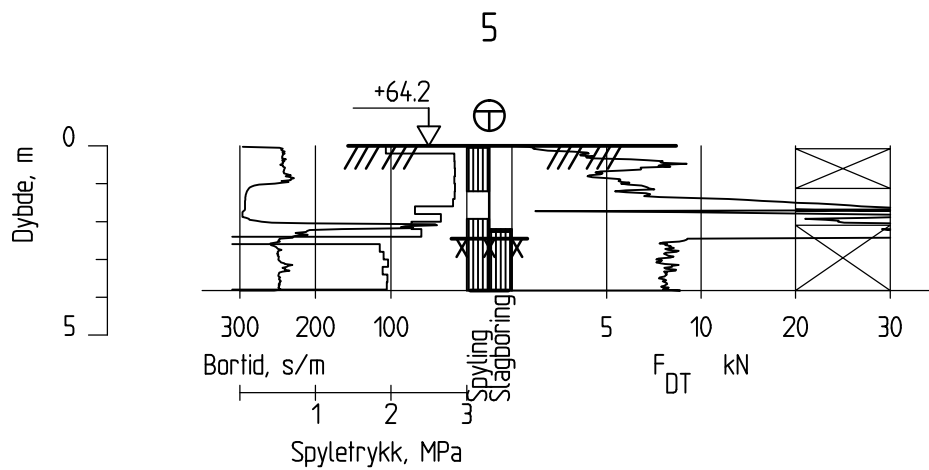
Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK
Oppdragsnr.
128086

Konstr./Tegnet
RHG
Tegningsnr.

Kontrollert
TMP
23

Godkjent
TMP
Rev.
00



Dato boref :01.10.2015

Posisjon: X 6636590.69 Y 581919.26

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

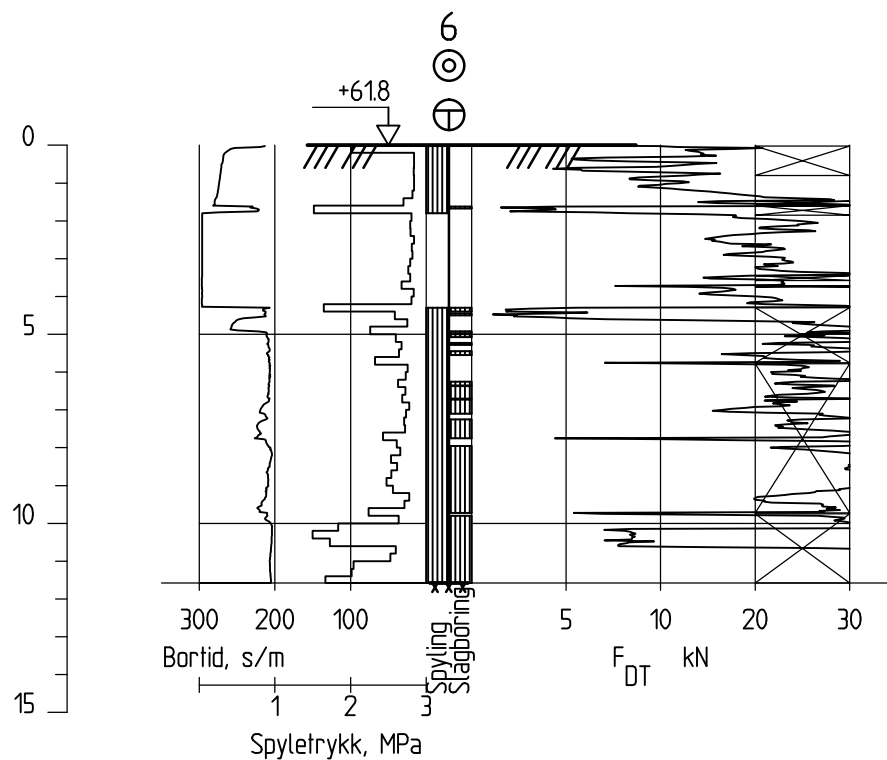
Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK
Oppdragsnr.
128086

Konstr./Tegnet
RHG
Tegningsnr.

Kontrollert
TMP
24

Godkjent
TMP
Rev.
00



Dato boret :30.09.2015

Posisjon: X 6636570.79 Y 581938.16

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RHG

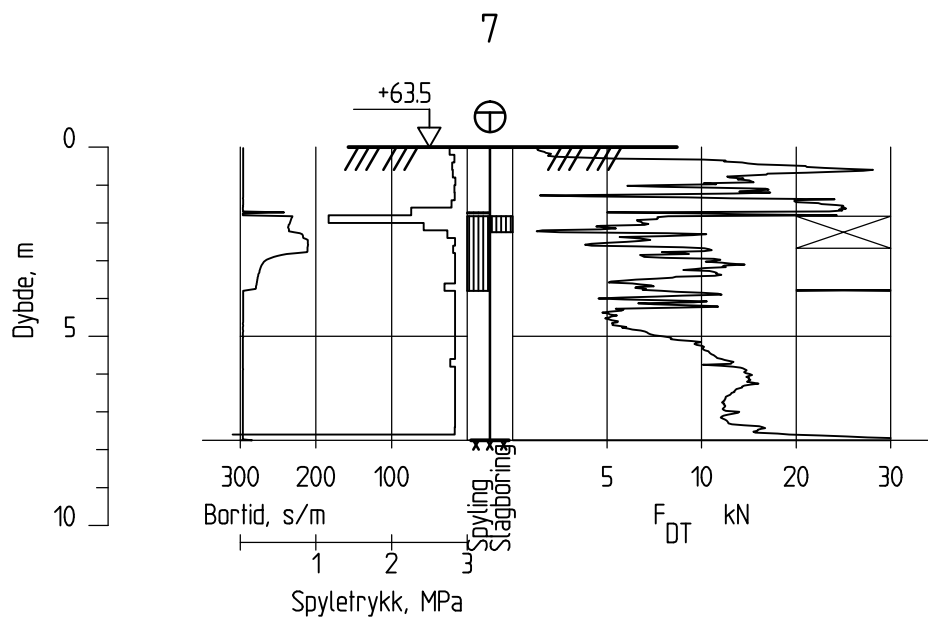
Kontrollert
TMP

Godkjent
TMP

Oppdragsnr.
128086

Tegningsnr.
25

Rev.
00



Dato boret :30.09.2015

Posisjon: X 6636557.48 Y 581983.51

TOTALSONDERING

Dato
14.10.2015

ROM Eiendom AS
Hvalstad Stasjon

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RHG

Kontrollert
TMP

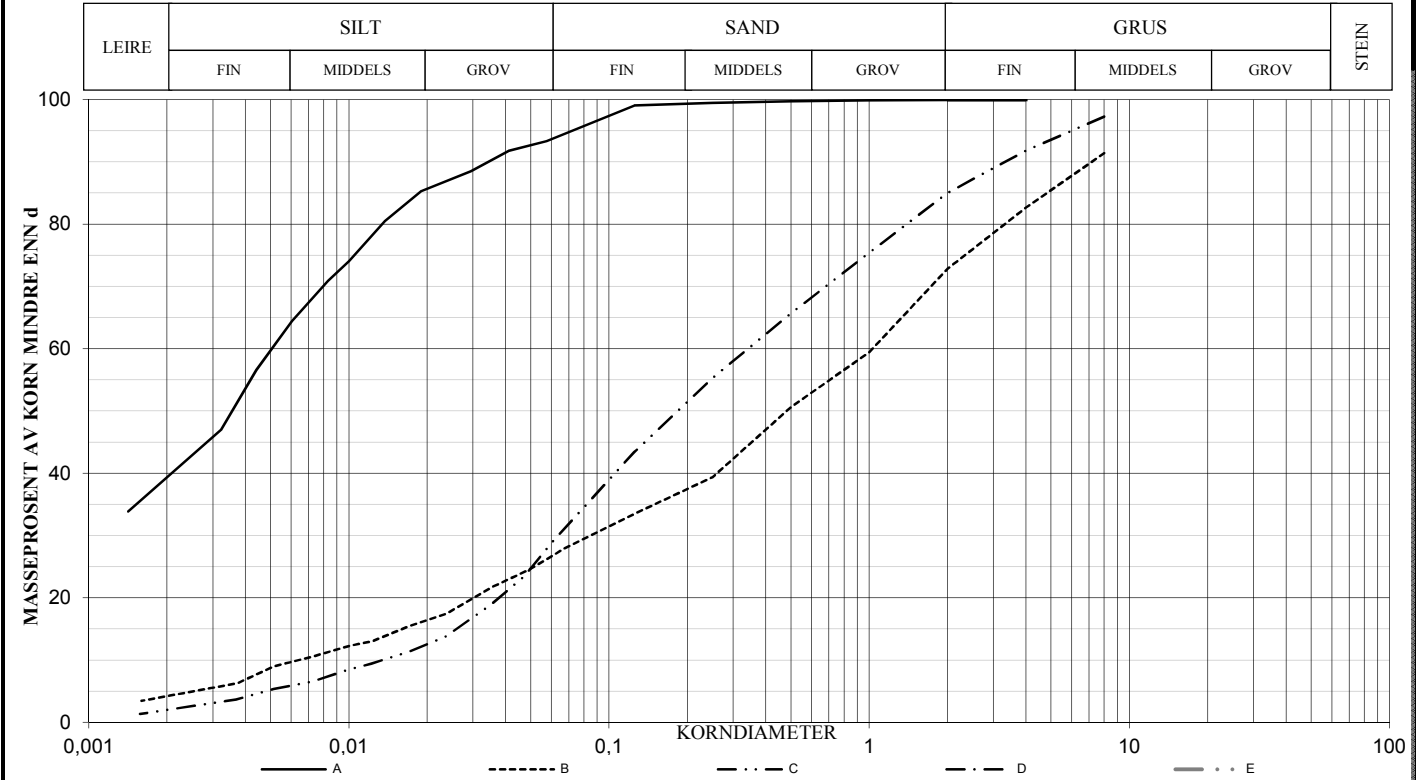
Godkjent
TMP

Oppdragsnr.
128086

Tegningsnr.
26

Rev.
00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	3,2-4,0	LEIRE			X	X
B	6	0,0-1,0	MATERIALE, sandig, siltig, grusig		X		X
C	6	1,0-2,0	MATERIALE, sandig, siltig		X		X
D							
E							



SYMBOL:
 Ogl. = Glødetap (%)
 Ona. = Humusinnhold (%)
 Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:
 TS = Tørr sikt
 VS = Våt sikt
 HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m2	Su r kN/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m3	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A												0,0036	0,0051
B										0,0065	0,0889	0,4863	1,0416
C										0,0136	0,065	0,2115	0,3623
D													
E													

KORNGRADERING

ROM EIENDOM Hvalstad stasjon						Konstr./Tegnet UT	Kontrollert GEO
						Godkjent TMP	Dato 09.10.15
Multiconsult www.multiconsult.no			OPPDRAK NR. 128086		TEGN.NR. 60		REV. 00