

NOTAT

OPPDRAG	Wingejordet 9 - 11 Sande kommune	DOKUMENTKODE	813799-RIG-NOT-01
EMNE	Geotekniske vurderinger vedrørende fundamentering av byggene	TILGJENGELIGHET	Begrenset
OPPDRAGSGIVER	Sandvin Eiendom A/S	ANSVARLIG ENHET	2011 Sør Drammen Bygg og Geoteknikk
KONTAKTPERSON	Ole J Lofsberg		
KOPI			

SAMMENDRAG

Multiconsult AS er engasjert av Sandvin Eiendom AS ved Ole J Lofsberg som geotekniske konsulenter (RIG) i forbindelse med et byggeprosjekt (Wingejordet 9 og 11) i Sande kommune i Vestfold. Det er planer for etablering av boligbebyggelser i 2 – 4 etasjer over bakken med 1 kjellernivå. Disse to eiendommene har et samlet areal på ca. 2876 m².

Kort beskrivelse av topografi og grunnforhold basert på tidligere grunnundersøkelser:

Terrenget ved eiendommene er generelt flatt med mindre høyde variasjoner fra vest mot øst. Terrenget faller kraftig videre mot Sandeelva. Resultater fra tidligere grunnundersøkelser indikerer et topplag på 1,5 -2 m tørrskorpeleire/fyllmasser over bløt siltig leire til antatt berg.

Det er ikke boret i berg. Begge sonderingene i nærheten av det aktuelle området er avsluttet ved 22 – 25 m uten registrering av berg.



00	11.06.2013		RR	SVT	SVT
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Geotekniske vurderinger vedrørende fundamentering av byggene

1 Innhold

1	Innhold.....	2
2	Innledning.....	3
3	Tidligere grunnundersøkelser	4
4	Topografi og grunnforhold	5
5	Grave- og fundamenteringsarbeider	6
6	Lokal og globalstabilitet mot Sandeelva, basert på foreliggende undersøkelser	7
7	Forslag til videre arbeider	7
8	Konklusjon.....	7

Vedlegg

Geoteknisk bilag

1. Oversikt over metodestandarder – felt og lab	2 s.
2. Feltundersøkelser	2 s.
3. Laboratorieundersøkelser	2 s.

Fra datarapport av NGI

- Borplan
- Gamle sonderinger

2 Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Sandvin Eiendom som geotekniske konsulenter (RIG) i forbindelse med et byggeprosjekt (Wingejordet 9 og 11) i Sande kommune i Vestfold. Det er planer for etablering av boligbebyggelse i 2 – 4 etasjer over bakkeplan med 1 kjellernivå. Disse to eiendommene har en samlet areal på ca. 2876 m².

Foreliggende notat omfatter geotekniske vurderinger vedrørende fundamentering av byggene.

Figur 1 viser illustrasjonskart over fremtidige planer for planlagt boligbebyggelse.



Figur 1 Situasjonsplan, planlagt boligbebyggelse

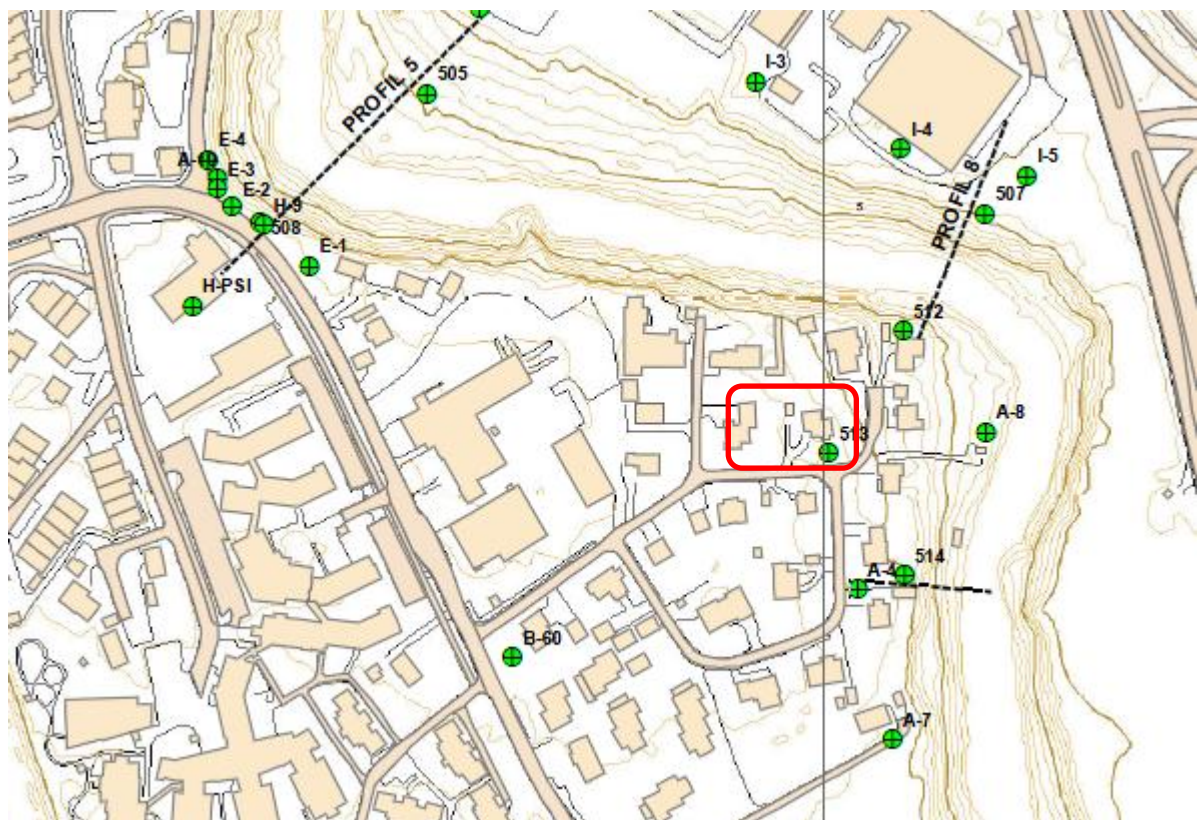
3 Tidligere grunnundersøkelser

Det er utført omfattende grunnundersøkelser i nærheten av det aktuelle området bla. i forbindelse med utredning av kvikkleiresone 502 Gunnstad utarbeidet av NGI. Relevant for dette prosjektet er følgende sonderinger:

- B-60
- 513, 512, 507
- I-5
- A-8

Disse er vedlagt i foreliggende notat.

De fleste av grunnundersøkelsene er foretatt på østsiden av det aktuelle området i nærheten av Sandeelva, kfr. figur 2.



Figur 2: Foreliggende grunnundersøkelser, NGI rapportnr. 20110177-00-7-R

Dette er grunnlaget for de orienterende geotekniske vurderingene beskrevet i foreliggende notat.

4 Topografi og grunnforhold

Terrenget ved eiendommene er generelt flatt med mindre høydevariasjoner fra vest mot øst.

Terrenget faller kraftig fra østre eiendomsgrense videre mot Sandeelva. Resultater fra tidligere grunnundersøkelser indikerer et topplag på 1,5 -2 m tørrskorpeleire/fyllmasser over bløt siltig leire til antatt berg.

Det er ikke boret i berg. Begge sonderingene i nærheten av det aktuelle området er avsluttet ved 22 – 25 m uten registrering av berg.

Resultater fra vingeboring nr. 512 ved østre eiendomsgrense indikerer skjærfasthet mellom 30 – 45 kPa fra 3 – 16 i den siltige leiren.

Det er ikke installert grunnvannsmålere i det aktuelle området. Grunnvannstanden er dermed ukjent.

Det er kun utført 1 stk. dreietrykkssondering innenfor det markerte området, kfr. figur 2. De fleste av sonderingene er utført på toppen av skråningen mot sandeelva i forbindelse med forbedring av skråningsstabiliteten i området. Det er derfor veldig begrenset datagrunnlag som vi besitter for det aktuelle området.

I denne fasen er resultatene brukt som en veiledning av type grunnforhold som kan forventes innenfor det aktuelle området. Dette må suppleres med nye grunnundersøkelser for detaljert kartlegging av de stedlige massene.

Det er ikke registrert kvikkleire i det aktuelle området, men det er registrert kvikkleire både nord og sør for området. Vi kan derfor ikke utelukke forekomsten av kvikkleire i området før supplerende grunnundersøkelser er utført.

5 Grave- og fundamenteringsarbeider

Det er planlagt parkeringskjeller i et nivå under eksisterende terreng under hele bygget.

Utgraving for et kjellernivå innebærer ca. 3 m utgraving. Det er mulig at byggene kan betraktes som kompensert fundamentering da 4 etasjer motsvarer ca. 40 kPa (4x10) og 3 m utgraving motsvarer ca. 60 kPa ($z \cdot \gamma_m = 3 \cdot 20$). Setningsproblematikken er dermed redusert. Det er normalt ikke behov for fundamentering på peler. Behov for fundamentering på peler bør vurderes nærmere i senere faser i prosjektet. Store konsentrerte laster kan medføre differansesetninger.

Konseptet for kompensert fundamentering er at en avlaster like mye last som en påfører, slik at lastsituasjonen forblir uendret. Bygningen gir da ikke noen netto tilleggslast på undergrunnen, sammenlignet med tilstanden før byggestart. Dette krever en solid såle av armert betong under bygget for å sikre en god lastfordeling.

Det kan være mulig å utføre utgravingene med graveskråninger. Men dette stiller krav til relativ god skjærfasthet i massene og areal/plass for graveskråninger. Graveskråninger i løsmassene bør ikke utføres med brattere helning enn 1:1,5. Dette må kontrolleres med beregninger i senere faser i prosjektet. Graveskråninger skal tildekkes under perioder med mye nedbør. Dette på grunn av at de registrerte massene er meget lett eroderbare og kan skape lokale utglidninger.

Hvis massene viser seg ikke egnet for graveskråning eller det ikke finnes plass for en slik løsning vil det være behov for sikring av gropa med spunt. Utkraget spunt (uten forankring) eller forankret spunt med innvendig avstivning kan vurderes.

Det må tas forbehold for endringer i senere faser i prosjektet da dette er vurderinger i en tidlig fase uten tilstrekkelig grunnundersøkelse data i området. Da løsmassenes skjærfasthetsegenskaper er relativt ukjente, innenfor det aktuelle området, er det vanskelig å vurdere omfanget av sikringstiltak i så pass tidlig fase.

6 Lokal og globalstabilitet mot Sandeelva, basert på foreliggende undersøkelser

Elveskråningen faller meget bratt fra kote 14 til 9 – 10 og ligger i innersving av elva kfr. vedlagt borplan.

Elva har erodert inn i skråningen som svekker stabiliteten over tid. Stabilitetsberegninger for «Kvikkleiresone 502 Gunnestad og elveskråningene langs Sandeelva gjennom Sande sentrum» utført av NGI viser lav lokalstabilitet dvs. materialfaktor $\gamma_m < 1,4$. Områdestabiliteten i samme beregningsprofil viser tilfredsstillende sikkerhet dvs. materialfaktor $\gamma_m > 1,4$.

7 Forslag til videre arbeider

Det er begrenset grunnlag for å kunne vurdere endelige fundamenteringsløsninger. Usikkerheter omkring dybder til fjell, massenes skjærfasthet og setningsegenskaper bør kartlegges nærmere. Vi anbefaler supplerende grunnundersøkelser i området for å finne en økonomisk/teknisk mest hensiktsmessig løsning.

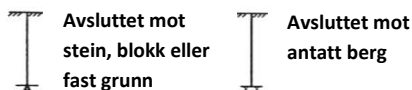
Forekomst av kvikkleire i området øker sannsynligheten for skred betydelig og fører til omfattende/kostnadskrevende tiltak. I tillegg er kravene til prosjekteringskontroll og uavhengigkontroll mye strengere i områder med kvikkleire. Dette må undersøkes nærmere ved supplerende grunnboringer og lab. analyser.

Vi anbefaler i alt 8 – 10 stk. totalsonderinger, 1 – 2 stk. trykksonderinger (CPTU), opptak av 1 – 2 uforstyrret materialprøve samt installering av 1 stk. piezometre.

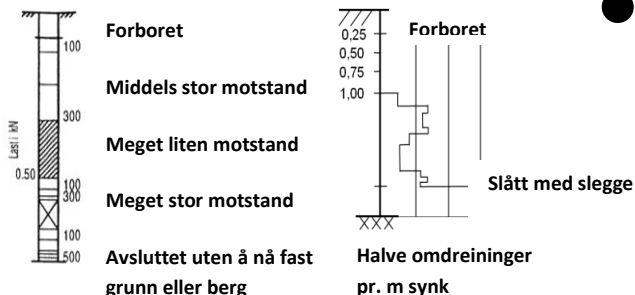
Vi anbefaler supplerende stabilitetsberegninger med reviderte materialparametere i 3 nye beregningsprofiler mot nord og vest for det aktuelle området som kan dokumentere både lokal- og globalstabilitet. Tidligere stabilitetsberegninger utført av NGI viser lav lokalstabilitet mot Sandeelva.

8 Konklusjon

Vi konkluderer med at geoteknisk sett er det mulig og gjennomførbart å bygge her. Det forutsettes at supplerende grunnundersøkelser utføres i tilstrekkelig omfang for å verifisere lokal og global stabilitet mot Sandeelva som må kontrolleres med nye beregninger for å vurdere eventuelle behov for sikringstiltak. Dersom det viser seg at det er kvikkleire på eller ved eiendommen vil kravene til stabilitet og dokumentasjon samt kontroll av disse øke. Sikringstiltak kan være erosjonssikring/plastring av elva.



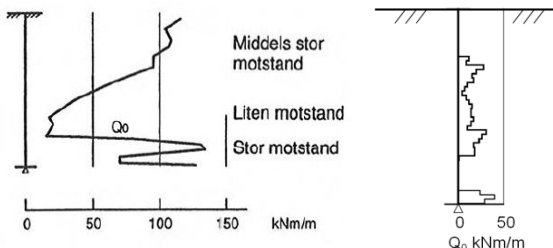
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

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

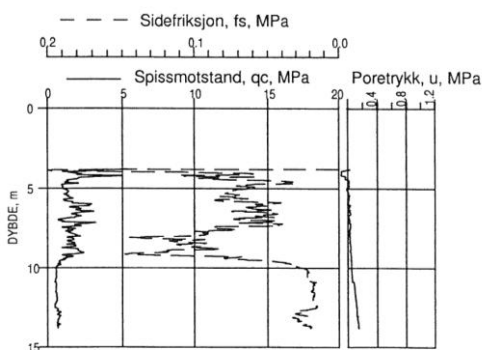


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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

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

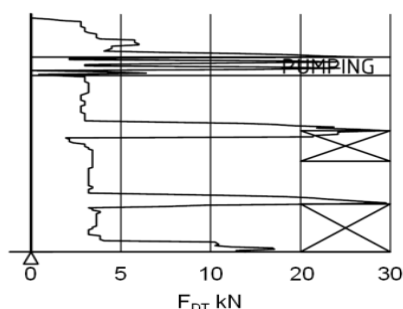
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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

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

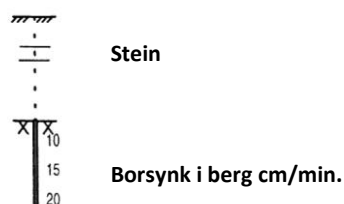


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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

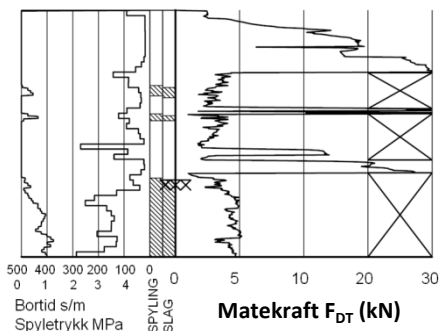
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



BERGKONTROLLBORING

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



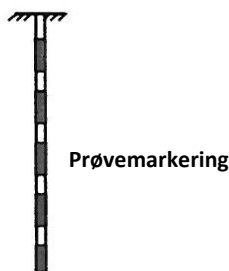
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykkssondering 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

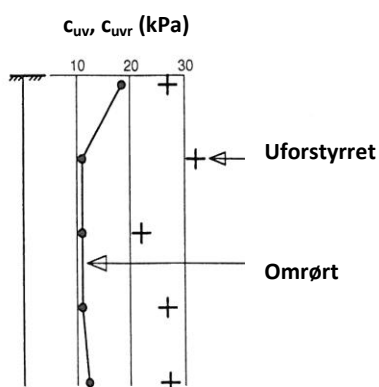
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det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



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

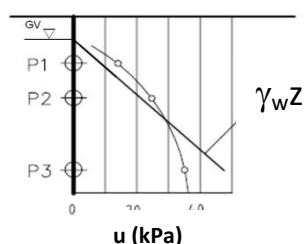
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På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



⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør 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.

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 ϕ) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

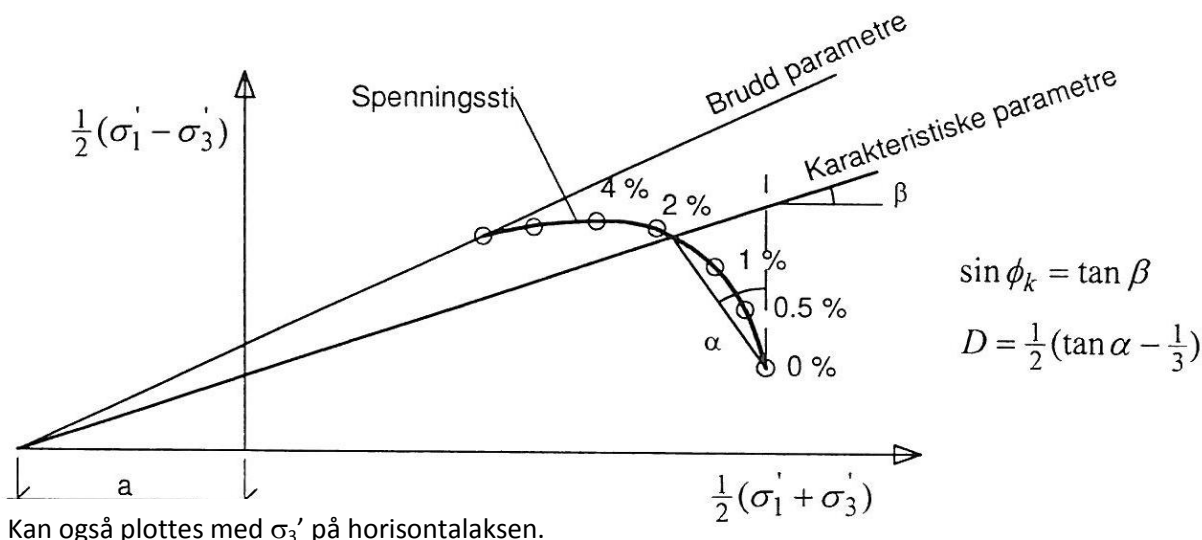
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), tan ϕ (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 poretrykksparementrene 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 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.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_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 $d > 0,063$ 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	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, 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 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).

HUMUSINNHOLD

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

PUBLIKASJONER OG STANDARDER – FELTUNDERSØKELSER

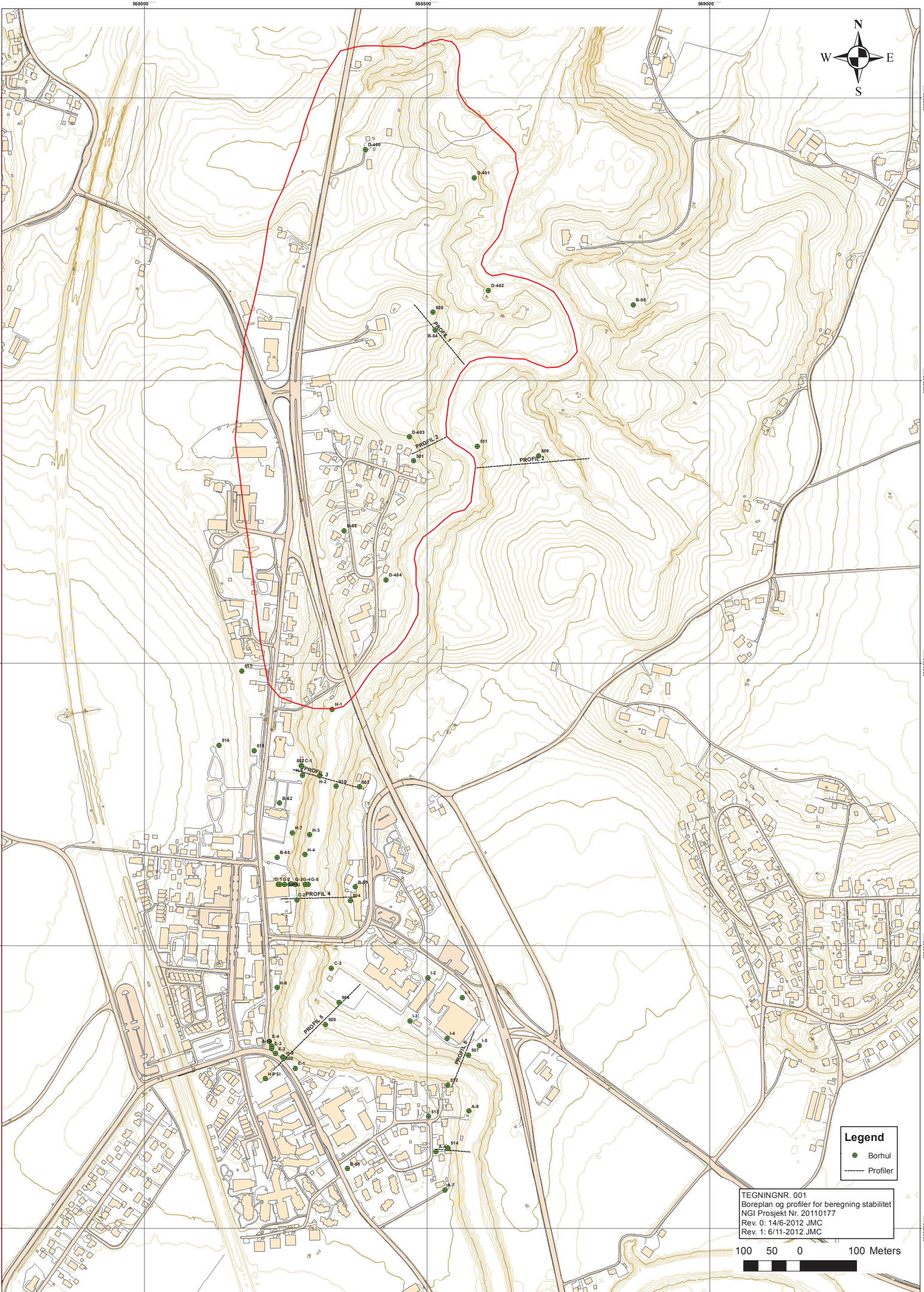
Feltundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende NGF meldinger, norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Melding/NS standard	Tema
NGF 1	SI Enheter
NGF 2, rev.1	Symboler og terminologi
NGF 3	Dreiesondering
NGF 4	Poretrykks- og grunnvannsmåling
NGF 5, rev.3	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6	Vingeboring
NGF 7	Dreietrykksondering
NGF 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9	Totalsondering
NGF 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen håndbok 014	Feltundersøkelser

PUBLIKASJONER OG STANDARDER - LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

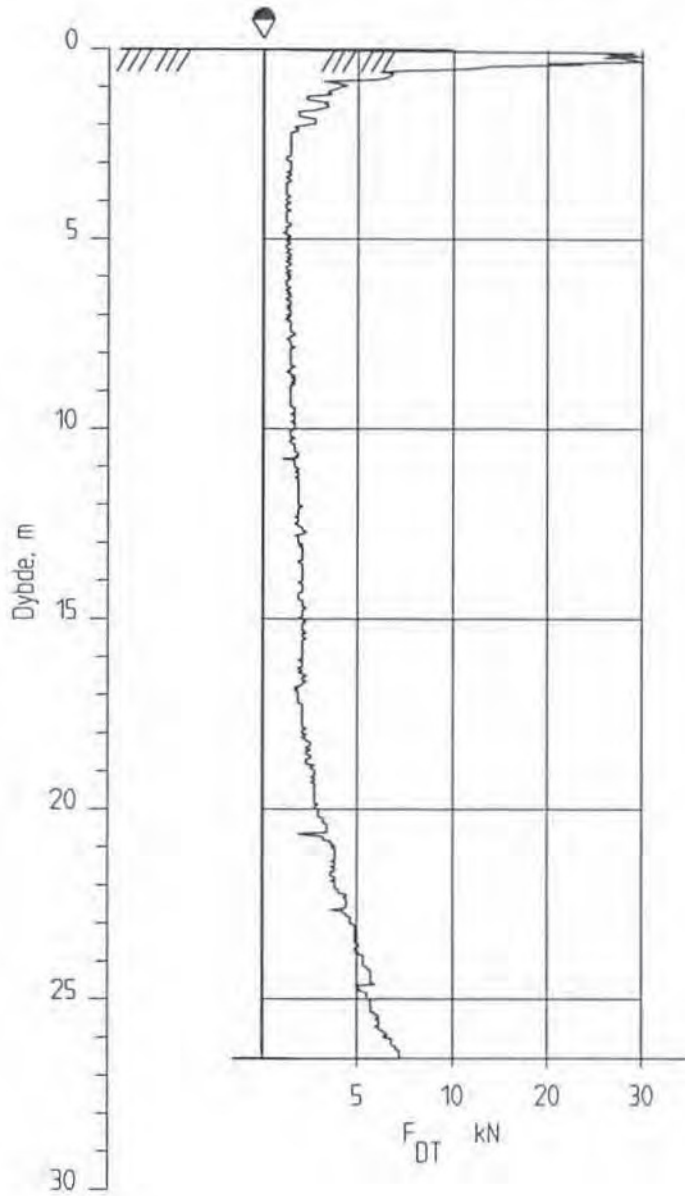
NS Standard	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005	Kornfordelingsanalyse
NS8010	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011	Densitet
NS8012	Korndensitet
NS8013	Vanninnhold
NS8014	Poretall,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



Legend
● Borhul
--- Profiler

TEGNINGNR. 001
Boreplan og profiler for beregning stabilitet
NGI Prosjekt Nr. 20110177
Rev. 0: 14/6-2012 JMC
Rev. 1: 6/11-2012 JMC





KARTLEGGING AV KVIKLEIREOMRÅDER

Kartblad 1814-3, Drammen
 Dreietrykksøndering
 M = 1 : 200
 Borhull nr. : 60

Dato boret :931215

Rapport nr.
920027-2

Figur nr.
59

Tegner
TSa

Dato:
15.02.94

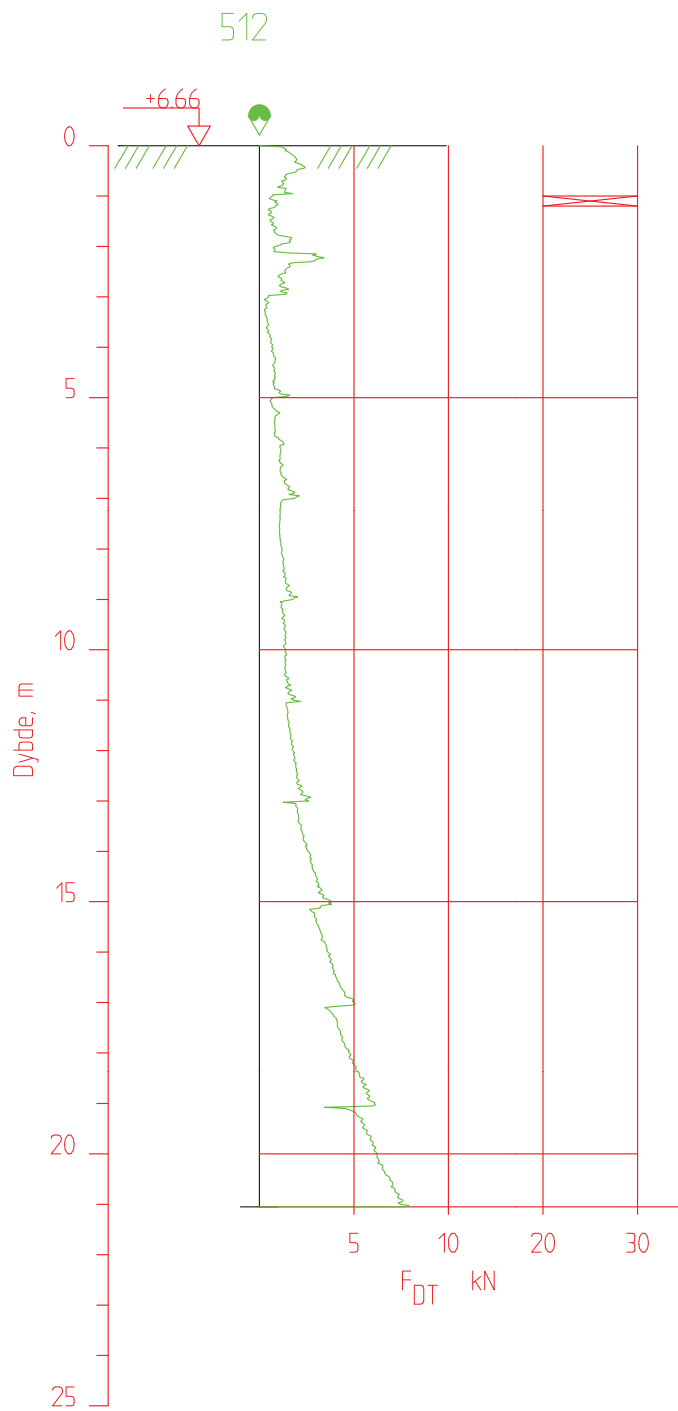
Kontrollert

J

Godkjent

J





SANDE KOMMUNE - GEOT.UTREDN.KVIKK

Rapport nr.
20110177

Figur nr.

Dreietrykksondering
M = 1 : 150

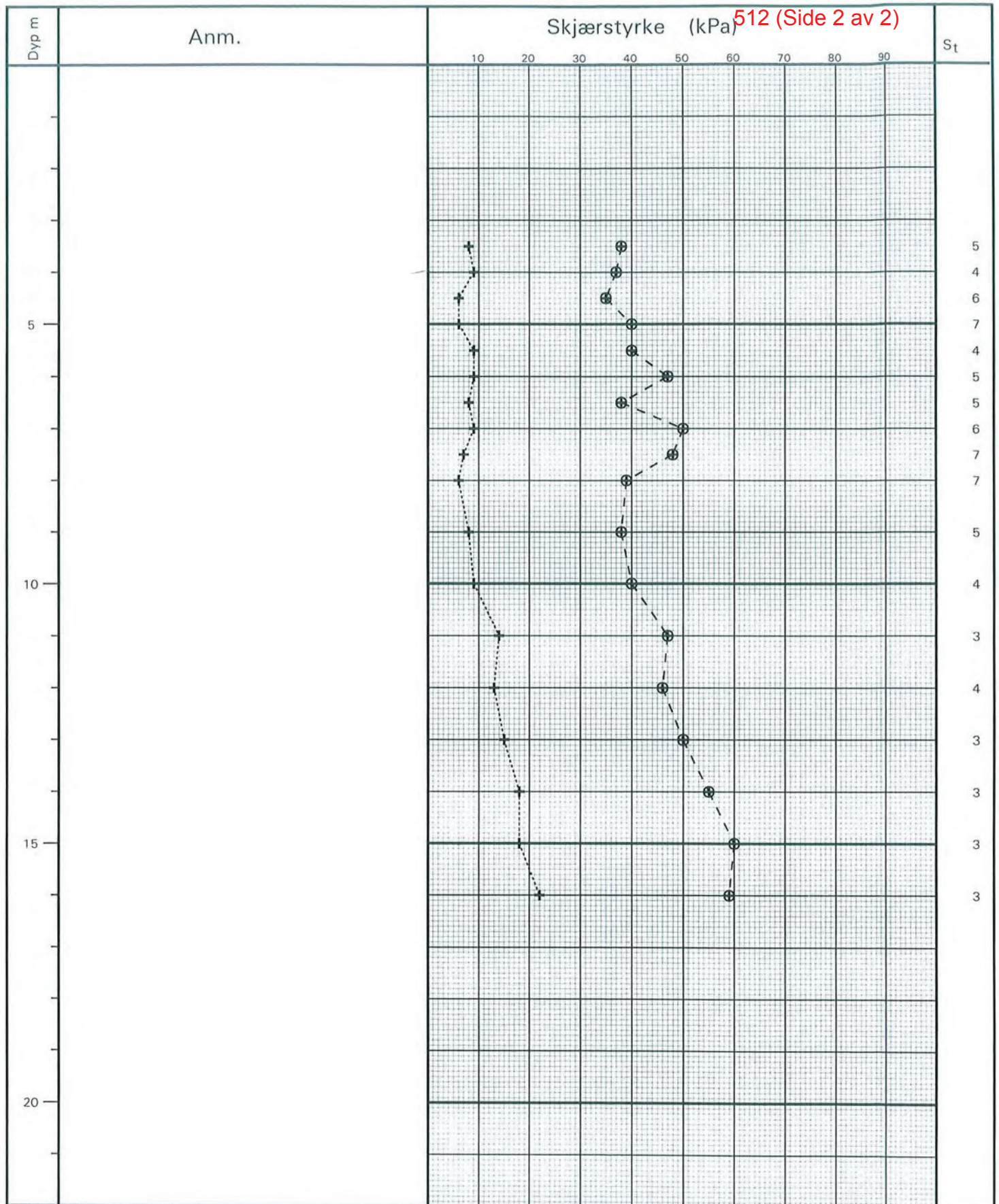
Tegner

Dato:

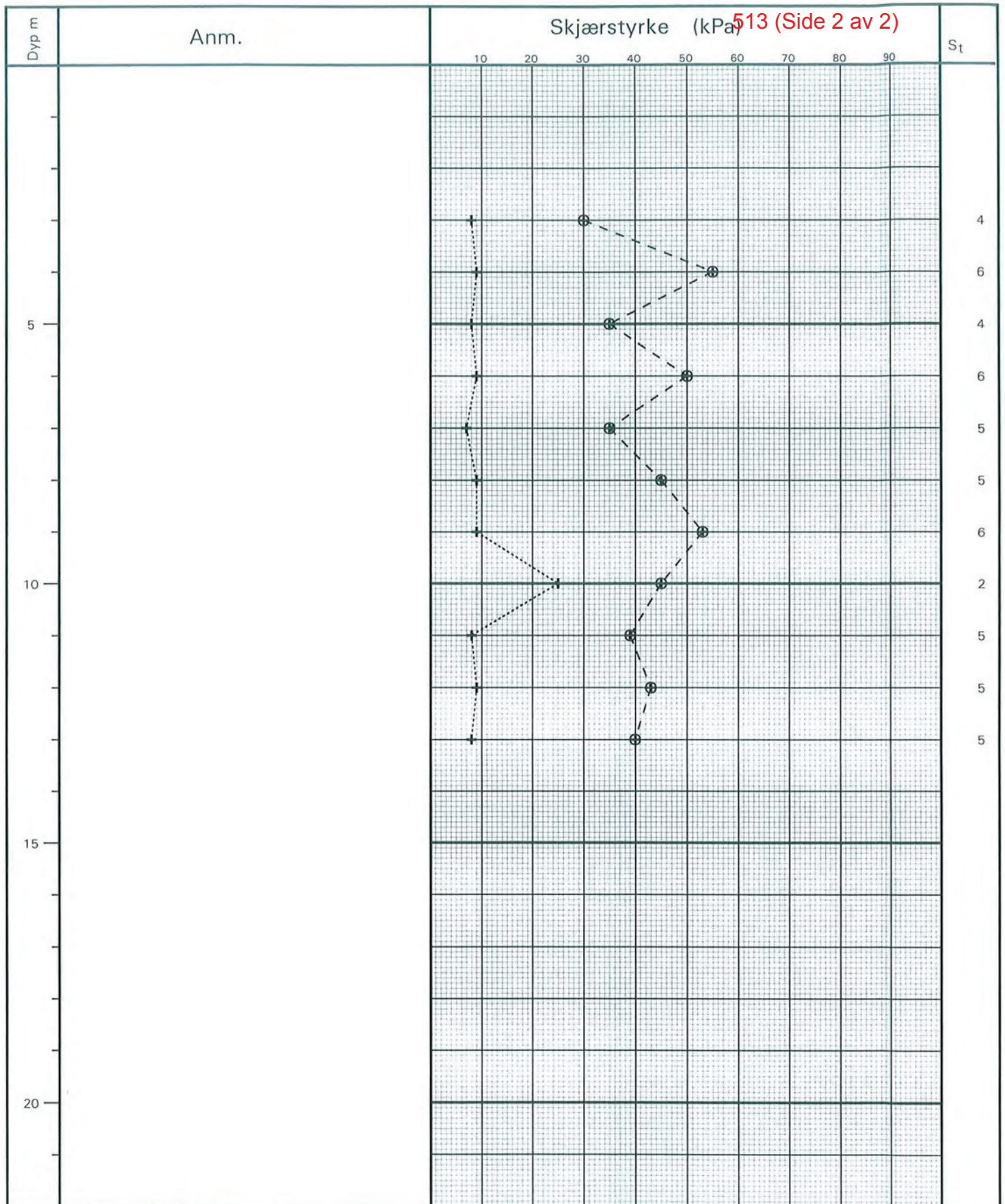
Borhull 512
Posisjon: X 6605755.67 Y 56534.86
Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Boret :11.06.2012

Kontrollert

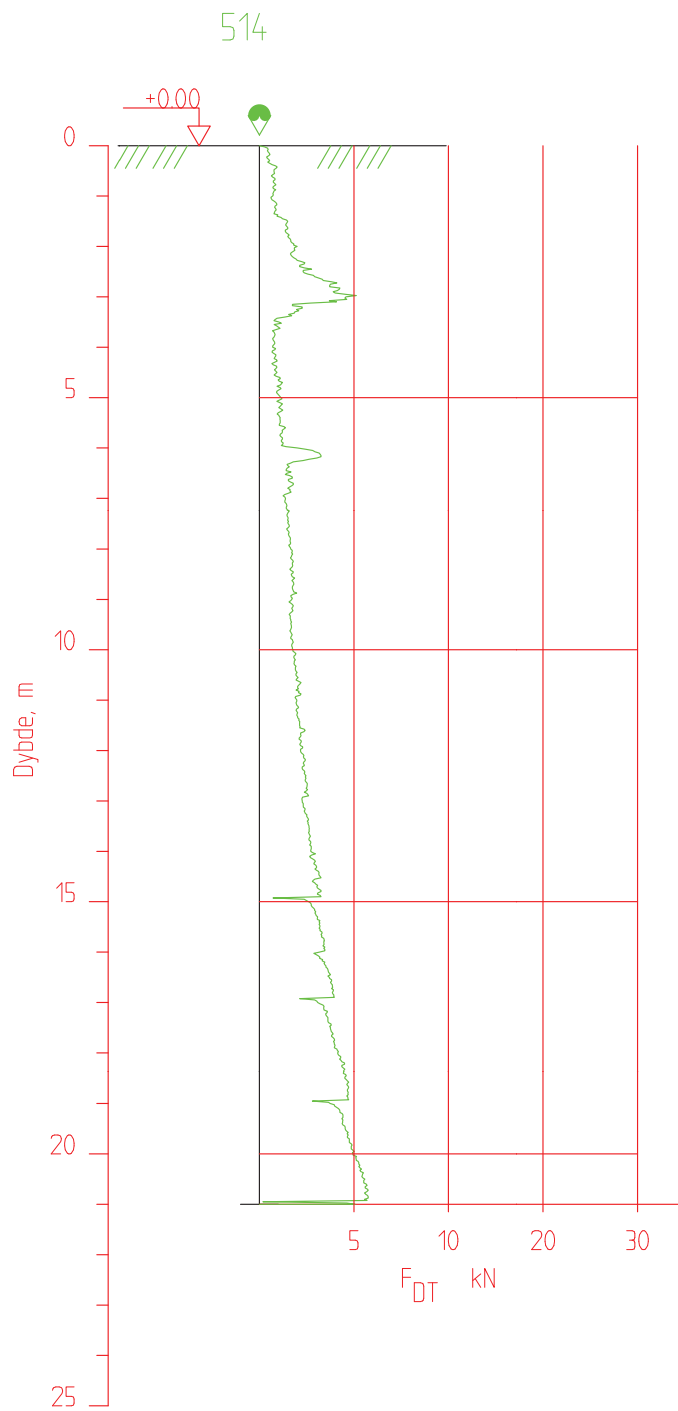
Godkjent



VINGEBORFORSØK	Hull	X-koord	Y-koord
	v/punkt 512		
NVE SANDE	Terreng	Grv. st.	Ving
	Borplan	Felt.	55/110
GeoStrøm	Prosjekt	FIGUR:	
	600		
	Tegn.Dato		
	14.8.12		



VINGEBORFORSØK	Hull v/punkt 513	X-koord	Y-koord
NVE SANDE	Terrang	Grv.st.	Ving 55/110
GeoStrøm	Borplan	Felt.	Kontr.
	Prosjekt 600	FIGUR:	
	Tegn.Dato 14.8.12		



SANDE KOMMUNE - GEOT.UTREDN.KVIKK

Rapport nr.

20110177

Figur nr.

Dreietrykksondering
M = 1 : 150

Tegner

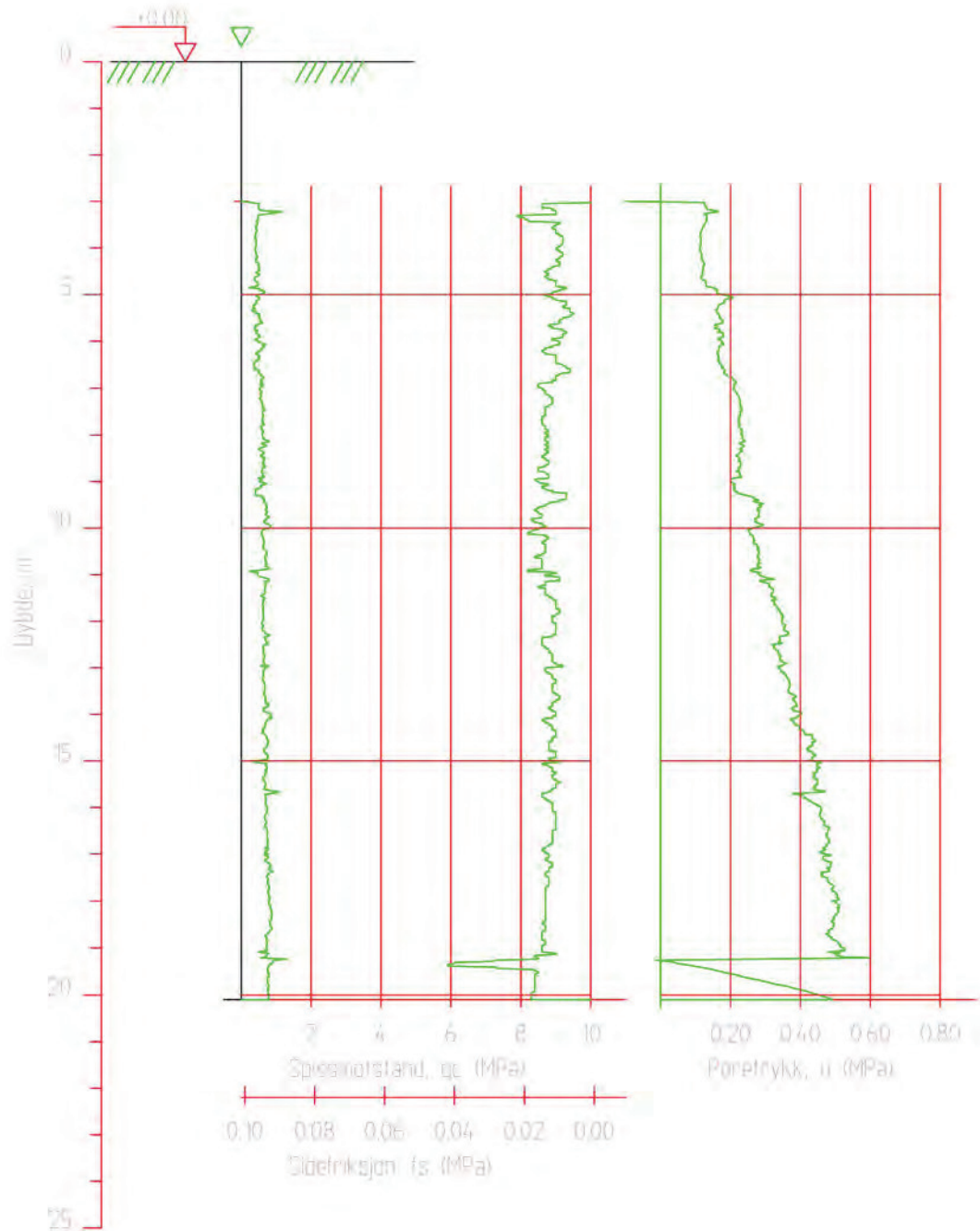
Dato:

Borhull 514
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :18.06.2012

Kontrollert

Godkjent



SANDE KOMMUNE - GEOT.UTREDN.KVIKK

20110117

Figure no:

CPT-sondering
M = 1 : 150

Borhull 507
Posisjon: X 0,00 Y 0,00

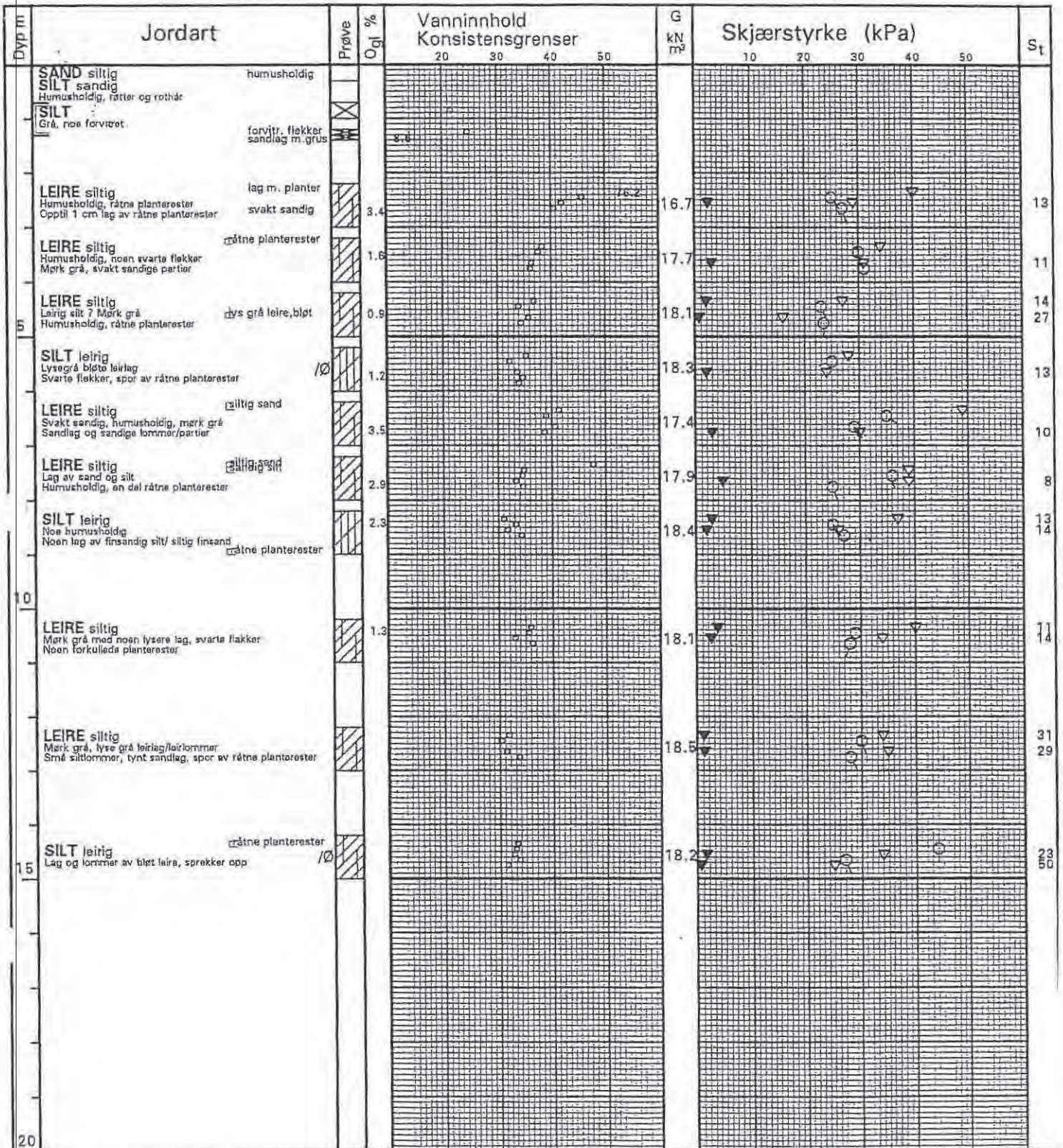
Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :05.06.2011




Tegner





Dato:





Kontrollert

Godkjent



 VANNINNHOOLD/KONSISTENSGRENSER
 ROMVEKT
 TRYKKFORSØK/BRUDDEFORMASJON

 KONUS, UFORSTYRRET
 KONUS, OMRØRT
 TREAKS, AKTIV
 TREAKS, PASSIV

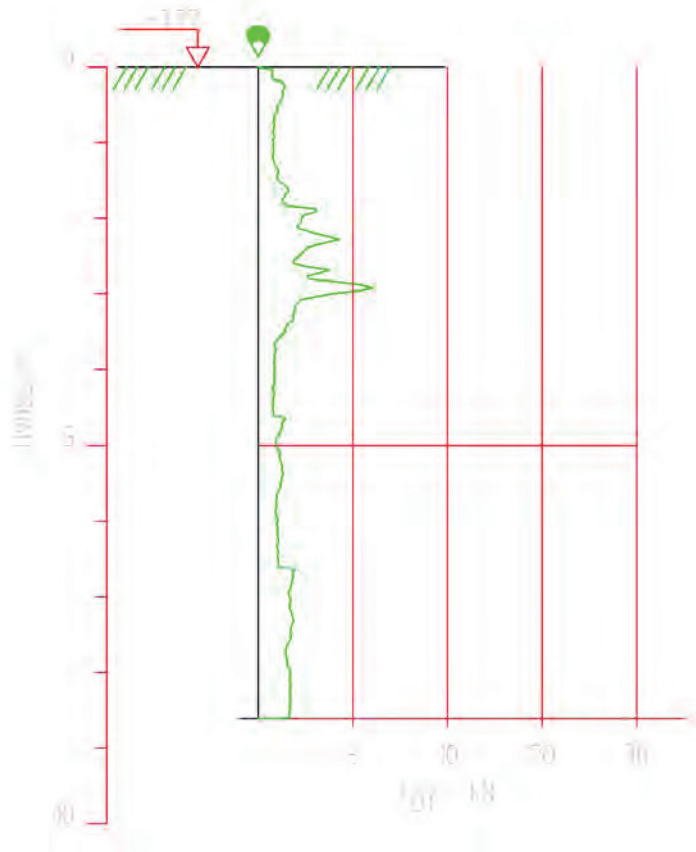
 GLØDETAP
 SENSITIVITET
 ØDOMETERFORSØK
 KORNFORDELING

BORPROFIL

Haga u.skole, Sande
Prøveserie i punkt 5

Hull	X-koordinat	Y-koordinat
5	-	-
Terrang	Grv.st	Opptak
-	-	FE,05.03.02
Borplan	Lab	Kontr.
-	FE,08.03.02	15.04.02 150
J.nr.	TEGN. NR.	
02027		
Tegn.Dato		
10.04.02	02027-09	

NVK TERRAPLAN AS



SANDE KOMMUNE - GEOT.UTREDN.KVIKK

20140117

Figur nr.

Dreietrykkssondering
M = 1 : 100

Legger

Forb.

Borhull 8

Forsök nr. :

Kontroller

Sonde nr. :

Posisjon: X 6605707.47 Y 568573.92 Boret :20011113

Skjema nr.