

RAPPORT

Flerbrukshall, Spangereid

OPPDRAAGSGIVER

Lindesnes kommune

EMNE

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

DATO / REVISJON: 25. april 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 313972-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

OPPDAG	Flerbrukshall, Spangereid	DOKUMENTKODE	313972-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser - datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Lindesnes kommune	OPPDRAAGSLEDER	Morten Abrahamsen
KONTAKTPERSON	Espen A S Walther	UTARBEIDET AV	Mikael Öberg
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 389994 NORD: 6435480	ANSVARLIG ENHET	2362 Geofag Sør
GNR./BNR./SNR.	153/12/ - LINDESNES KOMMUNE		

SAMMENDRAG

Lindesnes kommune planlegger å bygge en ny flerbrukshall på Spangereid i Lindesnes kommune. I forbindelse med planarbeidet er Multiconsult ASA engasjert av Lindesnes kommune til å utføre geotekniske undersøkelser på tomten.

Det er i uke 14, 2017 utført totalsonderinger i 4 pkt. og prøveserie i 1 pkt..

Terrenget på tomten varierer mellom ca. kote +5,7 og +7,4 ifølge innmåling av borpunktene.

Antatt berg er registrert mellom ca. 6,8 og 24,2 m dybde under terreng. For å påvise berg er det boret mellom ca. 2,0 og 2,2 m inn i antatt berg.

De utførte undersøkelsene viser grunnforhold hovedsakelig bestående av sand, grus og morenemasser. Det er registrert et bløtere lag av gytig silt i prøvetaking ved pkt. 3.

Grunnvannstanden er målt i prøvehull nr. 3 i ca. 1,2 m under terrengnivå. Grunnvannsnivået vil variere med årstid, drensforhold og nedbørsforhold.

Foreliggende datarapport gir en orienterende presentasjon av grunnforholdene på det aktuelle området.

00	25.04.2017	Utarbeidet	Mikael Öberg	Tracey D. Raen	Morten Abrahamsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Generelt	5
1.2	Myndighetskrav	5
2	Utførte grunnundersøkelser	5
2.1	Feltundersøkelser	5
2.2	Laboratorieundersøkelser	5
2.3	Henvisninger	5
3	Områdebeskrivelse	6
4	Topografi og grunnforhold	7
4.1	Topografi	7
4.2	Kvartærgeologi	7
4.3	Dybde til berg	7
4.4	Løsmasser	7
4.5	Poretrykk/grunnvannstand	8

TEGNINGER

Tegningsnummer	Tittel	Målestokk
00	Oversiktskart	1:50 000
01	Borplan	1:1000
10	Prøveserie ved pkt. 3	-
60	Korngradering ved pkt. 3	-
101-104	Totalsonderinger	1:200

BILAG

Tittel

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser

Metodestandarder og retningslinjer feltundersøkelser

Metodestandarder og retningslinjer laboratorieundersøkelser

VEDLEGG

A Innmålingsdata fra Multiconsult ASA

1 Innledning

1.1 Generelt

Lindesnes kommune planlegger å bygge en ny flerbrukshall på Spangereid i Lindesnes kommune. Beliggenheten av området fremgår av oversiktskartet på tegn. nr. 313972-00.

Multiconsult ASA er engasjert av Lindesnes kommune til å utføre geotekniske undersøkelser på området.

Foreliggende datarapport beskriver utførelse og presenterer resultatene av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene samt innledende geotekniske vurderinger.

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 "Metodestandarder og retningslinjer feltundersøkelser" og "Metodestandarder og retningslinjer laboratorieundersøkelser" for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Utførte grunnundersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene ble utført i uke 14, 2017 og omfattet følgende metoder og mengder:

- Totalsonderinger i 4 pkt. for å kartlegge grunnens art og relative lagringsfasthet samt dybder til antatt berg.
- Prøvetaking i 1 pkt. med opptak av poseprøver ved maskinskovlboring (omrørte prøver).

Borpunktene er målt inn av Multiconsult ASA med referanse til Euref89 UTM sone 32 og høydedata iht. NN 2000.

2.2 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelser ble utført i Multiconsults geotekniske laboratorium i Kristiansand. Prøvene er analysert etter standard analyseprogram, som omfatter geoteknisk klassifisering og beskrivelse med måling av vanninnhold, humusinnhold samt kornfordelingsanalyser for utvalgte prøver.

2.3 Henvisninger

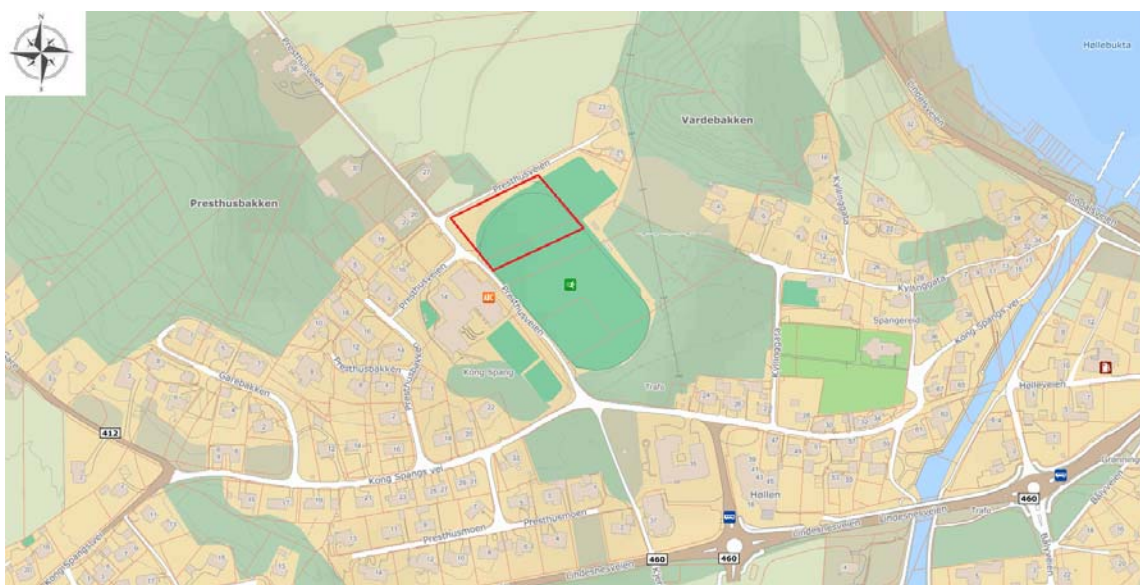
- Plassering av borpunktene er vist på borplanen, tegning nr. -01.
- Geotekniske data for prøveseriene er vist på tegning nr. -10.
- Korngraderinger er vist på tegning nr. -60.
- Sonderingsprofiler fra totalsonderingene er vist på tegningene nr. -101 tom. -104.
- Vedlegg A, Innmålingsdata fra Multiconsult ASA.

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

3 Områdebeskrivelse

Det planlagte prosjektet ligger på Spangereid i Lindesnes kommune. Plasseringen er vist i Figur 3-1 der planområdet fremgår av rødt omriss. En bekk i nordvest av området er tidligere lagt i rør fra nord til sør under hele fotballbanen.

Området rundt planområdet er hovedsakelig bebyggt, bortsett fra jordbruksmark i nord-nordvest og grøntområde i sør-sørøst, jfr. Figur 3-1 og Figur 3-2.



Figur 3-1 Kartutsnitt over området. Undersøkt område markert med rødt omriss [finn.no].



Figur 3-2 Flyfoto over planområdet [finn.no].

4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi

Det undersøkte området ligger med terrengnivå mellom ca. kote +5,7 i sør økende til ca. kote +7,4 i nord ifølge innmålinger av boringene. Terrengnivået i området faller generelt fra omkringliggende veier og ned til fotballbanen hvor terrenget er relativt flatt.

Det er ikke registrert berg i dagen i planområdet av vår borleder.

Det vises for øvrig til borplanen på tegn. nr. -01 for nærmere detaljer mht. topografien i området.

4.2 Kvartærgeologi

I følge NGUs kvartærgeologiske kart ligger området under marin grense. Kartet viser forøvrig at planområdet består av marin strandavsetning, som vist i Figur 4-1. I den østre delen for planområdet består løsmassene av marin strandavsetning, bart fjell og morenematerialer. I den vestre delen for planområdet består løsmassene av marin strandavsetning, morenematerialer og humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn. I den nordre og søndre delen består løsmassene av marin strandavsetning. Det påpekes at kartet kun representer forventede løsmasser i øvre lag, og gir ofte lite eller ingen informasjon om beskaffenheten av løsmassene i dybden.



Figur 4-1 Utsnitt fra NGUs kvartærgeologiske kart over området [nve.atlas.no].

4.3 Dybde til berg

Antatt berg er registrert i mellom ca. 6,8 og 24,2 m dybde under terreng, tilsvarende en bergoverflate beliggende med nivå varierende mellom +0,5 og -16,8. Bergoverflaten faller generelt fra nord mot sydvest. For påvisning av berg er det boret mellom 2,0 og 2,2 m inn i antatt berg.

4.4 Løsmasser

Sonderingsmotstanden viser generelt fastere lag av antatt sand, grus og morenemasser.

4.4.1 Prøveserie PR. v/3

Prøvedata er vist i tegning nr. -10. Prøvetakingen omfatter poseprøver (omrørte prøver) ned til ca. 6,0 m dybde under terreng hvor prøveserien er avsluttet.

Prøveserien, foretatt i den sydvestre delen av området, viser grusig sand (ant. fyllmasser) i toppen ned til 0,3 m dybde under terreng over organisk sand ned til 1,1 m dybde under terreng. Derunder er det grusig sand ned til 4,3 m dybde under terreng. Videre er det gytjig silt ned til 4,9 m dybde over grusig sand (ant. morenemasser) ned til 6,0 m dybde.

Vanninnholdet i sandlagene varierer mellom 8 og 17 %, mens for laget med gytjig silt er vanninnholdet målt til 51 %. Det organiske innholdet i sandlagene er bestemt ved NaOH-metoden, og viser relativt konstant innhold bortsett fra laget med gytjig silt. Variasjonen av humusinnhold for sandlagene er målt mellom 0,4 og 1,2 % og for det gytjige siltlaget >3 %.

Ifølge resultatene av kornfordelingsanalysene er de undersøkte massene ikke telefarlige (T1 materiale).

4.5 Poretrykk/grunnvannstand

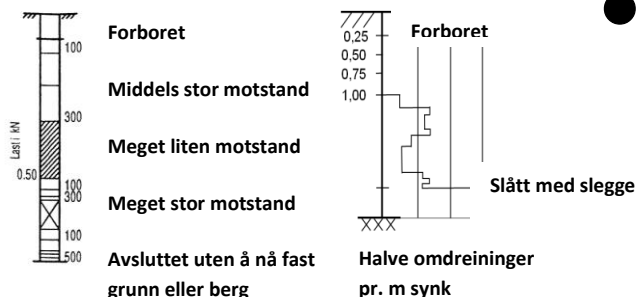
Det har blitt utført målinger av grunnvannstanden i hullet til prøveserien ved pkt. 3.

Grunnvannstanden har blitt målt 1 gang, hvor den utførte målingen 07.03.2017 viste at grunnvannsspeilet lå ved 1,2 m dybde under terreng.

Det bemerkes at grunnvannstanden vil variere med årstider, dreneringsforhold og nedbørsmengder.



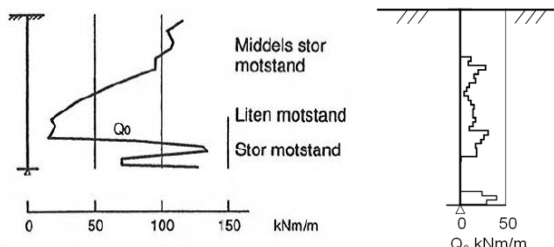
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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.

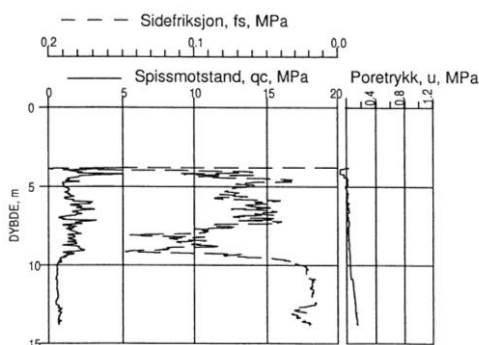


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

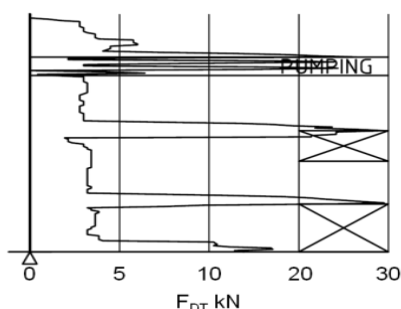
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

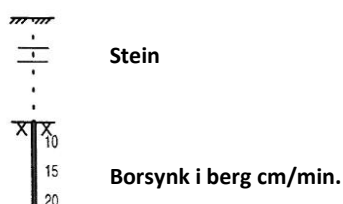


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

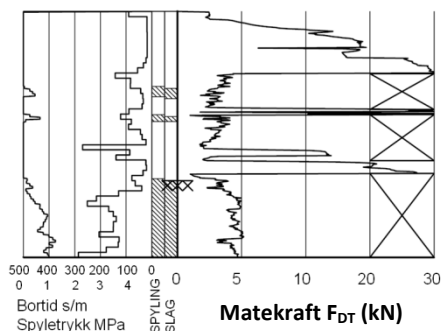
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



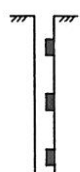
BERGKONTROLLBORING

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.



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.



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.



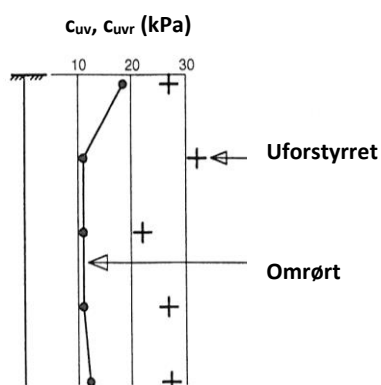
Prøvemarkering



PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

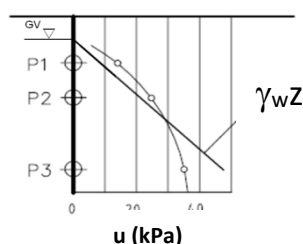
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindere kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På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

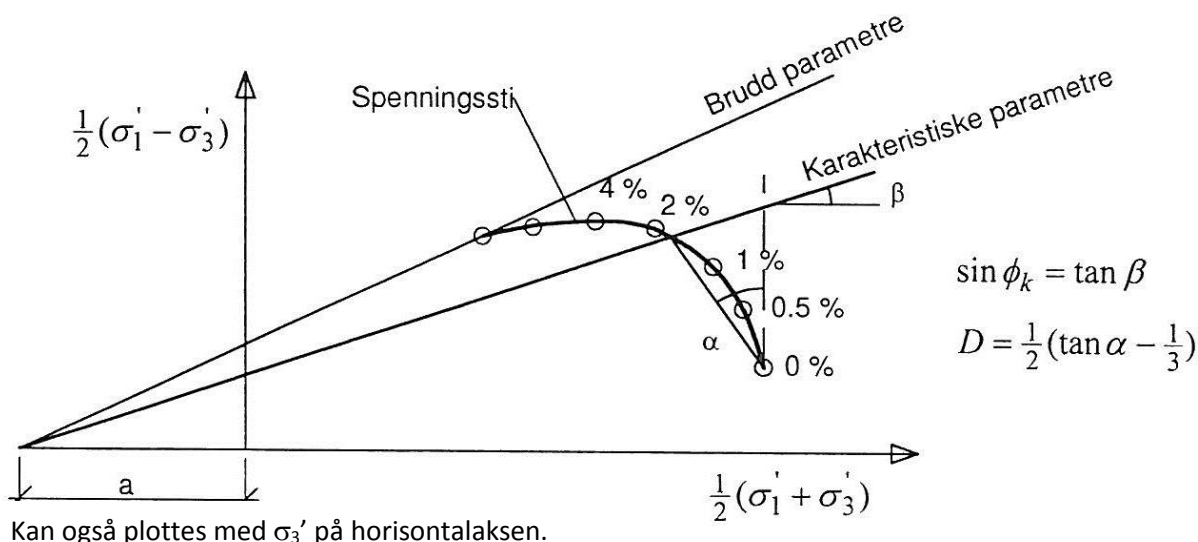
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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_{u1}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med 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_f %) 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 $I_p = w_f - w_p$ (%) 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	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	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 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

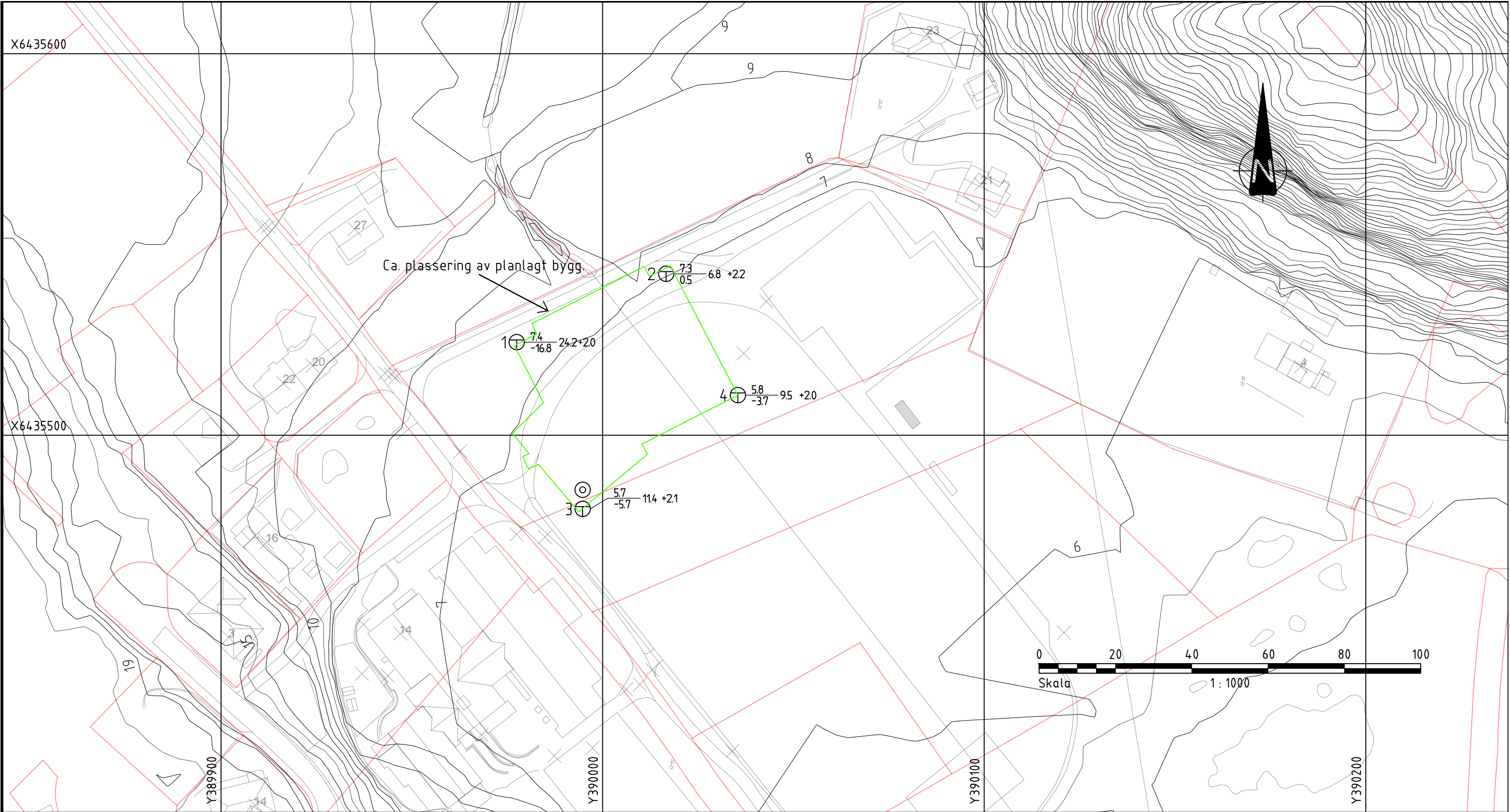
METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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



OVERSIKTSKART					Dato 21.04.2017
LINDESNES KOMMUNE FLERBRUKSHALL, SPANGEREID					Format/Målestokk: 1:50 000
 www.multiconsult.no	Fag GEOTEKNIKK	Konstr./Tegnet MIO	Kontrollert TDR	Godkjent MA	
	Oppdragsnr. 313972	Tegningsnr. 00			Rev. 00



SYMBOLER

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring

◆ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie (PR)/ Naver (SK)

□ Prøvegrop

+ Vinge-boring
- ⊖ Poretrykksmåling

▲ Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Antatt fjellkote

Borboknr. : 027090

Kartgrunnlag : Fra oppdragsgiver

00	UTARBEIDET BORPLAN		21.04.2017	MIO	TDR	MA
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
LINDESNES KOMMUNE			Original format A3	Fag GEO		
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID			Status TIL DATARAPPORT			
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER BORPLAN			Målestokk 1:1000			
Multiconsult www.multiconsult.no		Dato 21.04.2017	Konstr./Tegnet MIO	Kontrollert TDR	Godkjent MA	
		Oppdragsnr. 313972	Tegningsnr. 01		Rev. 00	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
	SAND, grusig (ant. fyllmasser)		K	○								0,4						
1	SAND, org.				○								1,2					
	SAND, grusig		K	○								0,6						
2	SAND, grusig				○								0,4					
	SAND, grusig		K		○							0,4						
3	SAND, grusig				○								0,4					
	SAND, grusig		K		○							0,4						
4	SAND, grusig				○								0,4					
	SILT, gytjig		K						○			>3,0						
5	SILT, gytjig									○			>3,0					
	SAND, grusig (morenemasser)		K		○							0,6						
6	SAND, grusig (morenemasser)				○								0,6					
7																		
8																		
9																		
10																		

Symboler:


Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus

 ρ = Densitet

 S_t = Sensitivitet

 T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering

 ρ_s : 2,75 g/cm³
 Grunnvannstand: 1,2 m
 Borbok: 27090
 Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

SK v 3

LINDESNES KOMMUNE

Dato:

2017-04-20

FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

BW

Kontrollert:

MIO

Godkjent:

TDR

Oppdragsnummer:

313972

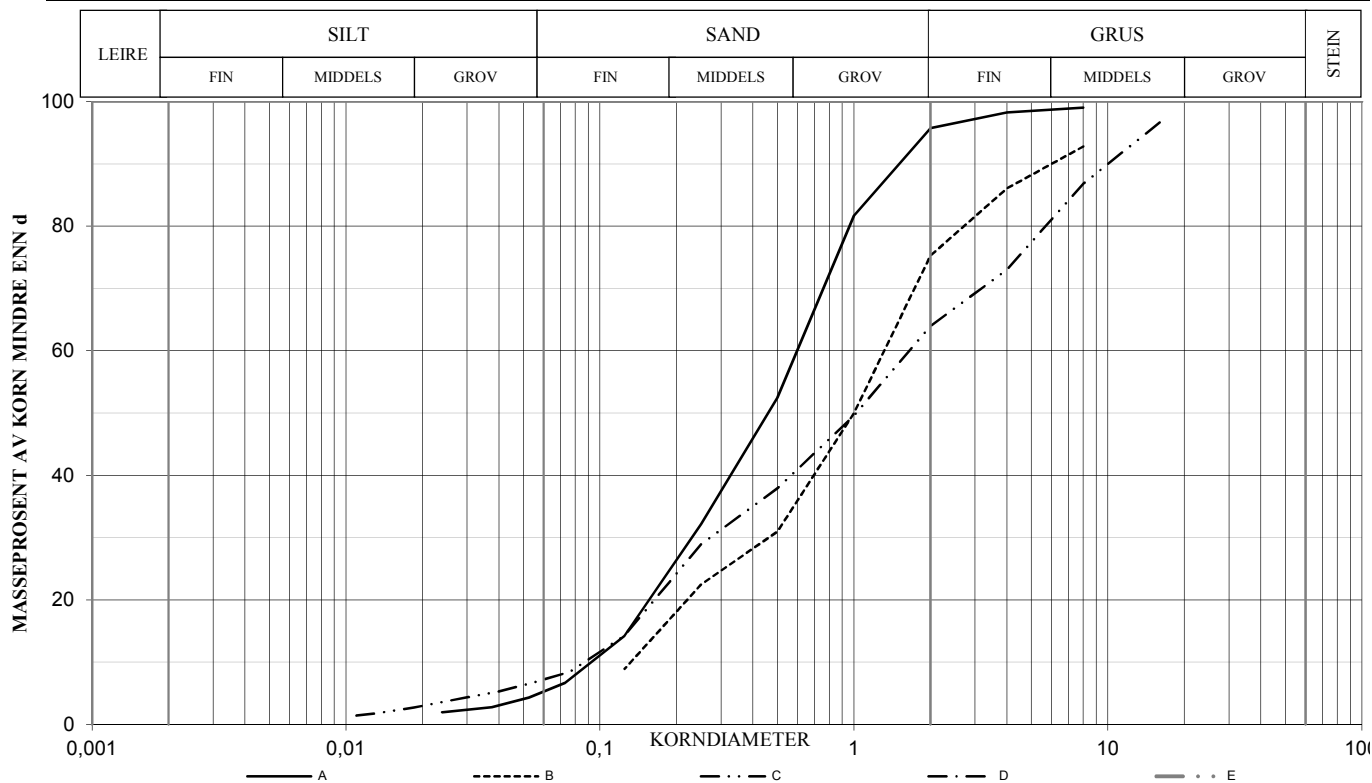
Tegningsnr.:

10

Rev. nr.:

00

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	SK v/ 3	0,3-1,0m	SAND	org.	X		X
B	SK v/ 3	2,0-3,0m	SAND, grusig		X		
C	SK v/ 3	4,9-6,0m	SAND, grusig	morenemasser	X		X
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Humus Ona %	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
					Wf	Wp							
A	T1	16,8					1,2			0,0958	0,2349	0,4693	0,6284
B	T1	13,9					0,4			0,1350	0,4706	0,9996	1,3952
C	T1	16,1					0,6			0,0889	0,280	1,0291	1,7241
D													
E													

KORNGRADERING

LINDESNES KOMMUNE
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Konstr./Tegnet
BW

Kontrollert
MIO

20.04.17

Godkjent
TDR

Multiconsult

Rigedalen 15, 4626 KRISTIANSAND
Tlf.: 37 40 20 00 - Fax.: 37 40 20 99

OPPDRAG NR.

313972

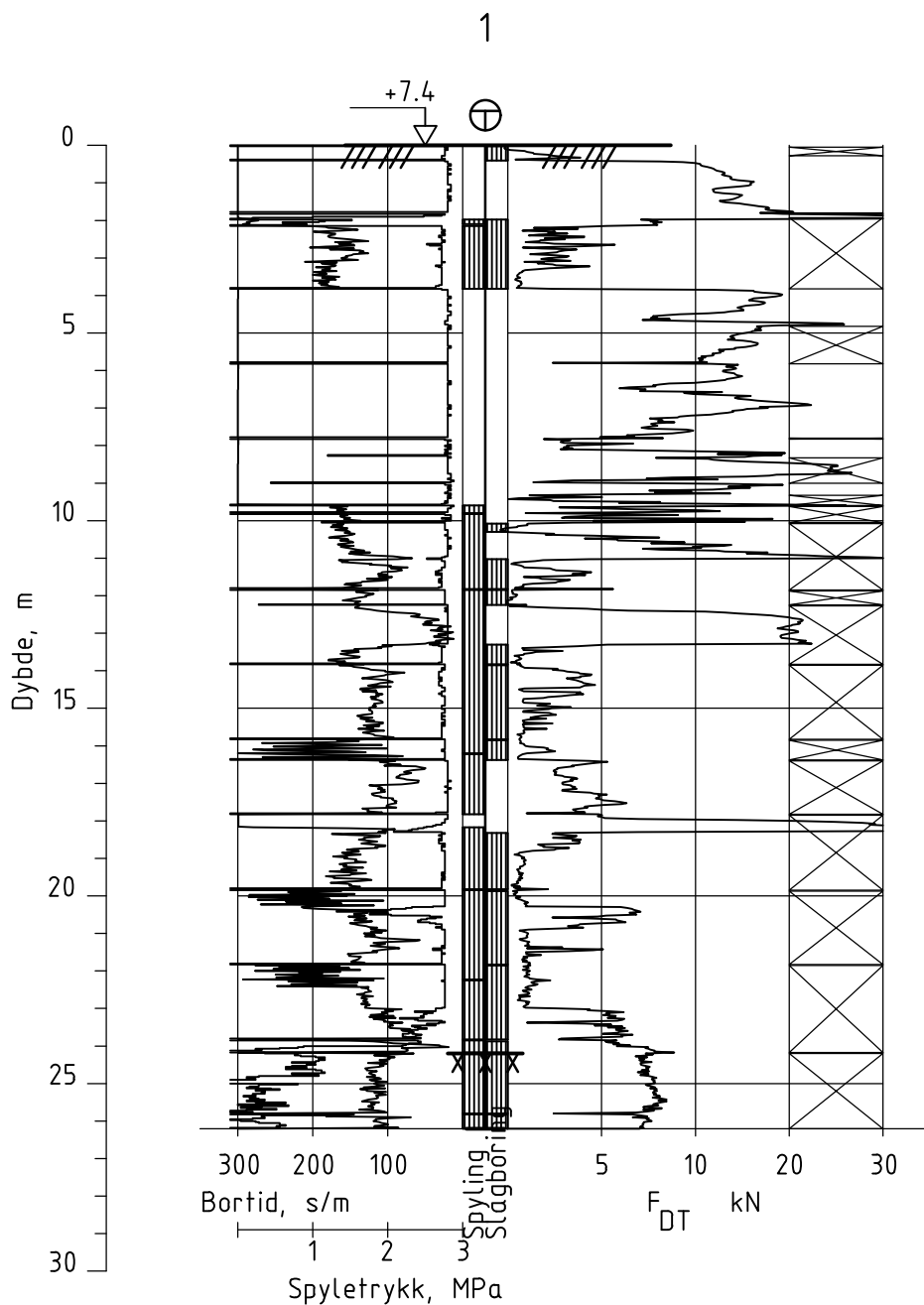
TEGN.NR.

60

REV.

00

\\netapp02\Krisiansand\mia\0313\313972\313972-03 ARBEIDSSOMRÅDE\313972 RIG\313972-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Lay.dwg



Dato boret :06.04.2017

Posisjon: X 6435524.37 Y 389977.48

TOTALSONDERING

Dato
21.04.2017

LINDESNES KOMMUNE
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
MIO

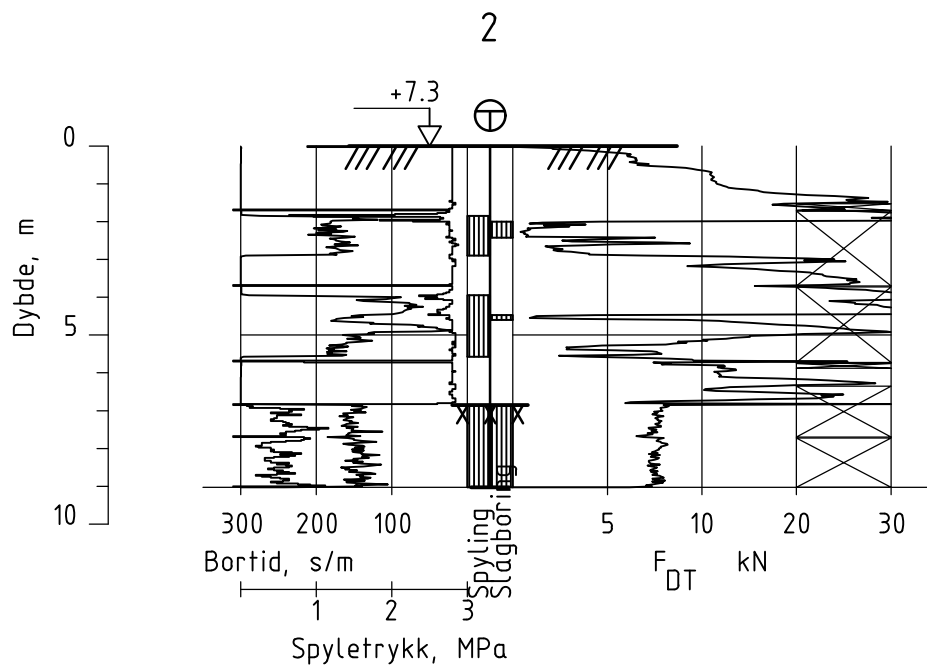
Kontrollert
TDR

Godkjent
MA

Oppdragsnr.
313972

Tegningsnr.
101

Rev.
00



Dato boret :06.04.2017

Posisjon: X 6435542.27 Y 390016.65

TOTALSONDERING

Dato
21.04.2017

LINDESNES KOMMUNE
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult
www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
MIO

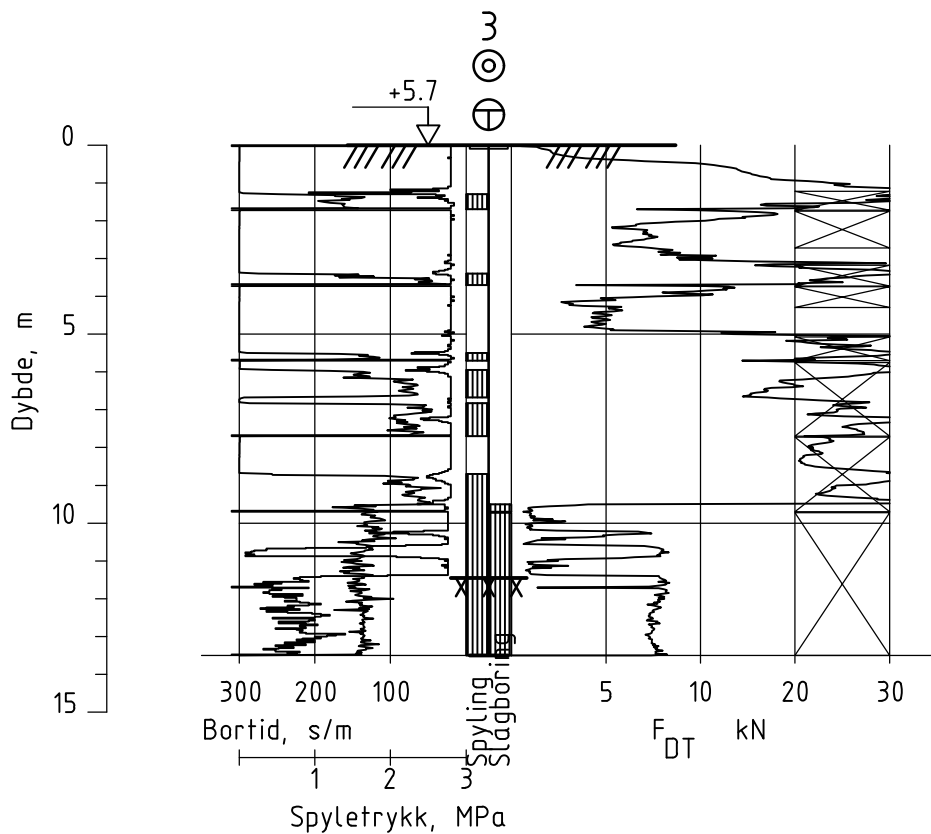
Kontrollert
TDR

Godkjent
MA

Oppdragsnr.
313972

Tegningsnr.
102

Rev.
00



Dato boret :06.04.2017

Posisjon: X 6435480.68 Y 389994.77

TOTALSONDERING

Dato
21.04.2017

LINDESNES KOMMUNE
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Oppdragsnr.
313972

Konstr./Tegnet
MIO

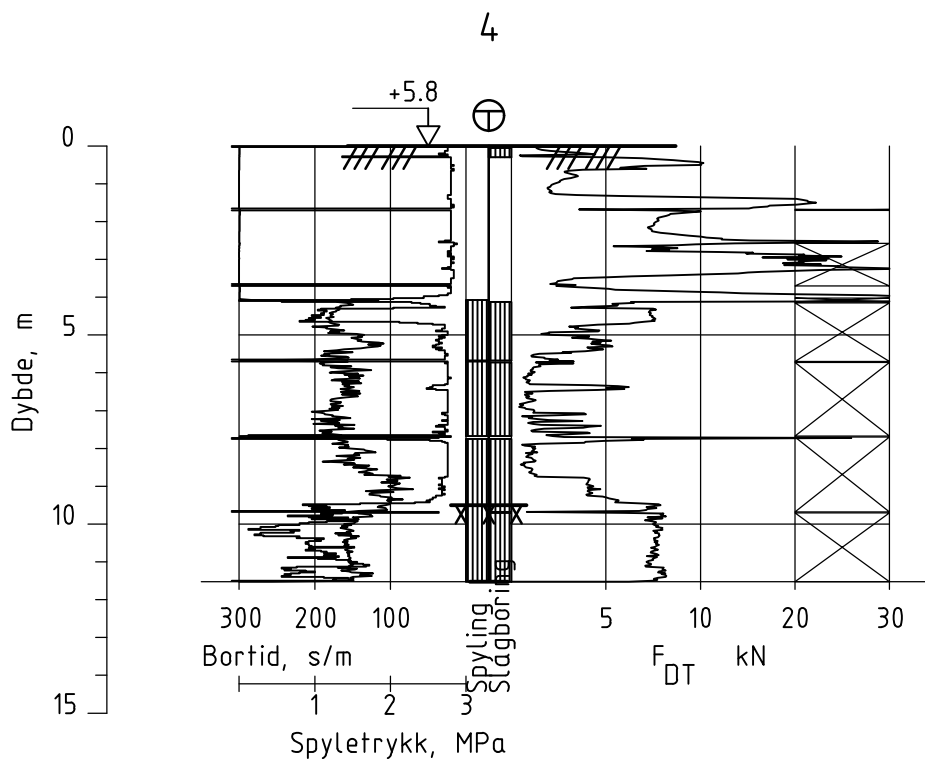
Tegningsnr.

Kontrollert
TDR

103

Godkjent
MA

Rev.
00



Dato boret :06.04.2017

Posisjon: X 6435510.51 Y 390035.46

TOTALSONDERING

Dato
21.04.2017

LINDESNES KOMMUNE
FLERBRUKSHALL, SPANGEREID

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
MIO

Kontrollert
TDR

Godkjent
MA

Oppdragsnr.
313972

Tegningsnr.
104

Rev.
00

Vedlegg A

Innmålingsdata fra Multiconsult ASA

Koordinatliste i Euref 89 og NN2000

Koordinatliste Flerbrukshall, Spangereid

00 COORD-FILE 21.04.2017

00 GeoSuite XYZ

05 1	2430	6435524.370	389977.480	7.440
05 2	2430	6435542.270	390016.650	7.280
05 3	2430	6435480.680	389994.770	5.660
05 4	2430	6435510.510	390035.460	5.850

*
*
*
*
*
*