



Rapport / Report

Esval – utvidelse av deponi

Geoteknisk datarapport

20140105-01-R
24. april 2014
Rev. nr.: 0

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.

Prosjekt

Prosjekt: Esval – utvidelse av deponi
Dokumenttittel: Geoteknisk datarapport
Dokumentnr.: 20140105-01-R
Dato: 24. april 2014
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Esval Miljøpark
Kontaktperson: Jonny Eriksen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 20.02.2014

For NGI

Prosjektleder: Bjørn Kalsnes
Utarbeidet av: Laura Henderson
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

Sammendrag

Norges Geoteknisk Institutt (NGI) har på oppdrag fra Esval Miljøpark utført supplerende grunnundersøkelser på Esval fyllplass i Nes kommune. Arbeidene er utført i forbindelse med en stabilitetsvurdering av en planlagt utvidelse av deponiet.

I felt ble det utført 3 dreietrykkssonderinger, 4 trykksonderinger (CPTU), poretrykksmåling på 2 dybder på én lokasjon, samt prøvetaking på 2 lokasjoner. Det er utført rutineundersøkelser av alle prøvene i NGIs laboratorium, samt treaksialforsøk på to utvalgte prøver og ødometerforsøk på én prøve.

Denne rapporten presenterer alle resultatene fra undersøkelsene.

Innhold

1	Innledning	5
2	Feltundersøkelser	5
2.1	Generelt	5
2.2	Sonderinger	5
2.3	Poretrykksmålinger	6
2.4	Prøvetaking	6
3	Laboratorieundersøkelser	6
3.1	Klassifiseringsforsøk	6
3.2	Treaksforsøk	6
3.3	Ødometerforsøk	7
4	Referanser	7

Standardbilag

- Bilag 1 Grunnundersøkelser - Tegnforklaring plan- og profiltegninger
- Bilag 2 Grunnundersøkelser - Feltundersøkelser - Boremetoder
- Bilag 3 Grunnundersøkelser - Laboratoriemetoder
- Bilag 4 Grunnundersøkelser – Jordartsklassifisering

Tegninger

Tegning nr 001	Oversiktskart	M= 1:50 000
Tegning nr 010	Borplan	M= 1: 2 000

Vedlegg

Vedlegg A	Dreietrykksonderinger
Vedlegg B	Trykksonderinger (CPTU)
Vedlegg C	Poretrykksmålinger
Vedlegg D	Borprofiler (rutineundersøkelser)
Vedlegg E	Treaksialforsøk
Vedlegg F	Ødometerforsøk
Vedlegg G	Kalibreringsskjema CPTU-sonde

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geoteknisk Institutt (NGI) har på oppdrag fra Esval Miljøpark utført supplerende grunnundersøkelser på Esval fyllplass i Nes kommune. Arbeidene er utført i forbindelse med en stabilitetsvurdering av en planlagt utvidelse av deponiet.

Det er tidligere gjennomført grunnundersøkelser på Esval fyllplass, se ref. /1/-/4/. Et oversiktskart av området er presentert på tegning 001.

2 Feltundersøkelser

2.1 Generelt

De nye grunnundersøkelsene ble gjennomført på 25. og 26. februar 2014, og boreleder var Tor Overskeid. Boringene ble utført med en beltegående borerigg av typen GM 100. Boreriggen er utstyrt med digitalt feltminne (D-MON) for registrering av boredata.

Borplan er utarbeidet av NGI. Koordinatene er gitt i UTM/Euref 89 sone 32N, se Tabell 1. Det ble utført 3 dreietrykksonderinger, 4 trykksonderinger (CPTU), prøvetaking på 2 lokasjoner, samt poretrykksmåling på 2 dybder på én lokasjon. Plasseringen av de enkelte borpunktene med symbol for type undersøkelser er presentert på borplan, se tegning 010. Tegning 010 viser også grunnundersøkelser som tidligere er gjennomført i området.

Tabell 1: Oversikt borpunkter

Borhull	Koordinater			Metode			
	X	Y	Z	DrT 1)	CPTU 2)	PZ 3)	PR 4)
1/2014	632853.250	6674767.510	161.159		24,12		
2/2014	632820.990	6674669.380	136.809	12,56	11,84		6,2-6,5 7,1-7,55 8,2-8,5
3/2014	632916.460	6674572.180	146.179	9,80	9,5	6,0 11,0	5,15-5,4 6,2-6,6
4/2014	6674508.560	633036.600	154.199	17,59	16,1		

1) DrT = dreietrykksondering, kolonne viser boret dybde (m)

2) CPTU = trykksondering med poretrykksmåling, kolonne viser max testet dybde (m)

3) PZ = elektrisk piezometer (med automatisk logging), kolonne viser spissdybde (m)

4) PR = prøveserie. Kolonne viser topp/bunn av prøver (m). Cylinderprøver er Ø72 mm.

2.2 Sonderinger

2.2.1 Dreietrykksoderinger

Det er gjennomført dreietrykksondering på 3 lokasjoner for å kartlegge grunnens relative fasthet og lagdeling, og dybde til faste masser.

Resultatene fra dreietrykksonderingen er vist som enkeltboringer i vedlegg A.

2.2.2 CPTU-sonderinger

Det er utført 4 CPTU-sonderinger. De ble forboret gjennom de faste massene på toppen. Formålet med CPTU-sonderingene er i første rekke å gi grunnlag for bestemmelse av geotekniske jordartparametre, spesielt leiras skjærstyrke.

Resultatene fra CPTU-sonderingene er vist som en enkeltboringer i vedlegg B.

2.3 Poretrykksmålinger

Elektriske piezometre er installert på lokasjon 2/2014 på to dybder. Piezometrene logger data kontinuerlig, og er satt opp til å logge poretrykket hver time. Målte poretrykk fra installasjonstidspunktet og fram til 06.03.2014 er vist i Figur C2, i vedlegg C. Etter innledende poretrykksdissipasjon i 2-3 dager etter installasjon viser målerne stabile poretrykksverdier. Målte poretrykk 06.03.2014 er opptegnet i dybdeprofil i figur C1.

2.4 Prøvetaking

Det er gjennomført prøvetaking på lokasjon 2/2014 og lokasjon 3/2014. Til sammen er det tatt opp 5 uforstyrrede Ø72 mm prøvesylindrene. Prøvesylindrene i 2/2014 er fra dybder 6,2-6,5 m, 7,1-7,55 m og 8,2-8,5. Prøvesylindrene i 3/2014 er fra dybder 5,15-5,4 m og 6,2-6,6 m.

3 Laboratorieundersøkelser

Alle de 5 uforstyrrede Ø72 mm prøvesylindrene ble analysert i NGIs laboratorium.

3.1 Klassifiseringsforsøk

Rutineundersøkelser av uforstyrrede Ø72 mm omfatter prøveåpning, materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold(w), plastisitets- (w_p) og flytegrense (w_l), bestemmelse av romvekt (γ), og bestemmelse av udrenert skjærstyrke (s_u) ved konus (for intakt og omrørt prøve) og enaksiale trykkforsøk.

Resultatene fra rutineundersøkelsene er vist i vedlegg D.

3.2 Treksforsøk

To anisotrope konsoliderte aktive treksialforsøker (CAUA) er utført på prøver fra dybde 7,4 m i borhull 2/2014 og dybde 5,5 m i borhull 3/2014. Forsøkene er gjennomført for å måle intakt udrenert styrke på leira under dagens forhold. Resultater er vist i vedlegg E.

3.3 Ødometerforsøk

Ett CRSC (Constant Rate of Strain Consolidation) ødometerforsøk er utført fra dybde 7,3m i borhull 2/2014. Forsøket er utført for å kunne bestemme deformasjonsegenskapene til materialet, nærmere bestemt deformasjonsmodul M_{oc} , modultallet m , prekonsolideringsspenning p_c' , samt konsolideringskoeffisient c_v . Resultatene fra ødometerforsøket er presentert i vedlegg F.

4 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (1992)
Esval Fyllplass, Nes kommune. "Stabilitet ved utvidelse av eksisterende fyllplass" Brev til Jordforsk, datert 11. mai 1992.
- /2/ Norges Geotekniske Institutt (2002)
Esval fyllplass, Nes kommune. "Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger" NGI rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003.
- /3/ Norges Geotekniske Institutt (2009)
Lokalisering av biogassanlegg, grunnundersøkelser – Esval.
"Datarapport – grunnundersøkelser"
NGI rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009.
- /4/ Norges Geotekniske Institutt (2010)
Biogassanlegg på Esval, supplerende grunnundersøkelser og vurderinger.
Grunnundersøkelser. Datarapport.
NGI rapport 20100576-00-2-R, datert 9. august 2010.

Plantegninger

Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊕	Poretrykksmåling
◐	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▢	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

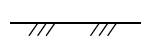
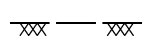
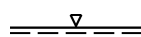
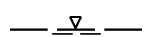
Nivåer og dybder (m)

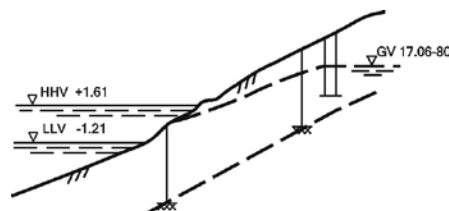
118 ☆ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

Foran symbol: Punkt nr. (118)
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

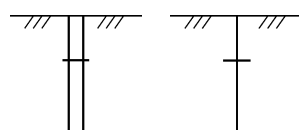
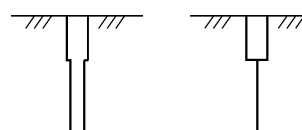
Profiltegninger

Konturlinjer

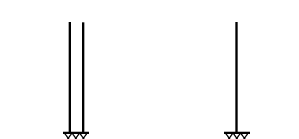
 Terreng  Berg
 Vannstand  Grunnvannsspeil



Forboring

 Forboret  Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring

 Boring avsluttet (årsak ikke angitt)  Antatt stein, blokk eller fast grunn
 Antatt berg  Boret i berg

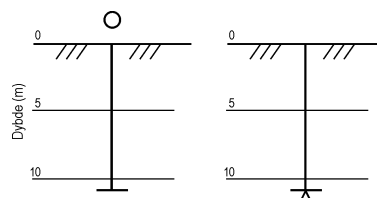
Sonderinger

Gir oversikt over grunnens relative lagringsfasthet, grov identifisering av jordart og dybder til antatt berg eller fast grunn. Benyttes ofte som innledende undersøkelse.

Enkel sondering

Boringer uten registrering av motstand, for eksempel slagboring (håndholdt maskin eller borerigg) eller spyleboring, som bare har til hensikt å registrere dybder til fast grunn eller antatt berg.

Avslutning av boring markeres på diagrammet.

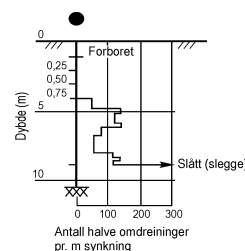


Dreiesondering

Utføres med Ø 22 mm skjøtbare borstenger med Ø 25 mm 200 mm lang pyramideformet skruespiss.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Nedsynkning registreres. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies med hånd- eller motorkraft. Antall halve omdreininger pr. 0,2 m synkning registreres.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr. meter synkning. Belastningen på utstyret angis i kN til venstre



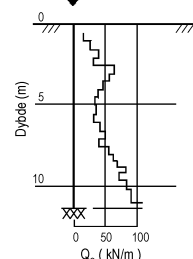
Ramsondering

Utføres med Ø 32 mm skjøtbare borstenger med Ø 38 mm spiss (6-kantet).

Boret rammes ned i grunnen med et 0,635 kN fallodd og fallhøyde 0,6 m. Antall slag pr. 0,5 m synkning registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet (Q_0) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$



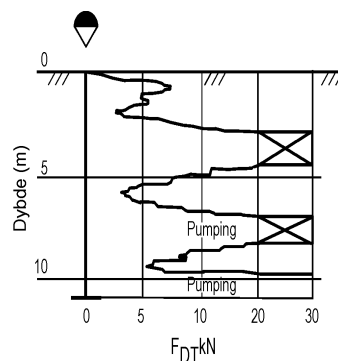
Dreietrykkssondering

Utføres med Ø 36 mm skjøtbare borstenger med en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveisert en 5 mm høye skrueformet sveiselarve. Det benyttes hydraulisk borerigg med minimum 30 kN mothold.

Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og angis i kN. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av nødvendig nedpressingskraft (kN) for å opprettholde normert nedtrengningshastighet. Økt rotasjon markeres med kryss i diagrammet.

Metoden gir ikke sikker påvisning av berg.



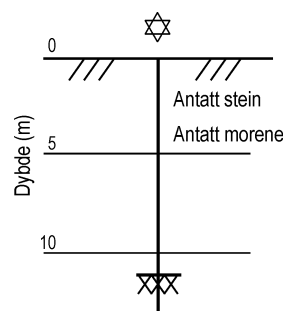
Fjellkontrollboring

Utføres med Ø 45 mm skjøtbare borstenger med en Ø 57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling.

Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, med registrering av borsynk (cm/min) for sikker påvisning.

Boret dybde og registreringer markeres i diagrammet.

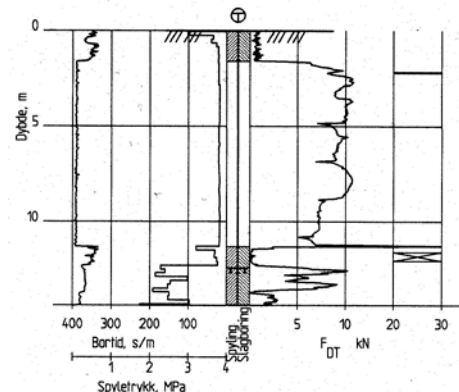


Totalsondering

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Utføres med Ø 45 mm skjøtbare borstenger med en Ø 57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk drevet borerigg.

Ved boring gjennom bløte lag følges prosedyre for dreietrykkssondering og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min, og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Når faste lag påtreffes, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk, går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, for sikker påvisning.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, rotasjonshastighet, spyletrykk) registreres elektronisk datalogger. Nedpressingskraft vises på diagrammets høyre side, mens bortid og evt spyletrykk vises på venstre side.



Feltmålinger

Benyttes enten for direkte måling av jordartsegenskaper i felten; skjærstyrke av leire, grunnvannstand- og poretrykk eller indirekte måling av parametere for videre bearbeiding og tolking.

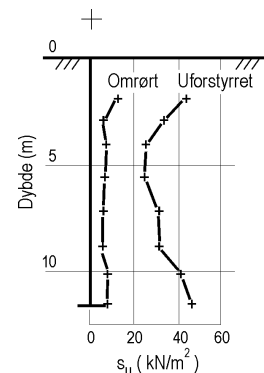
Vingeboring

Brukes for å bestemme in-situ skjærstyrke (s_u) av leire

Utstyret består av et vingekors (55 x 110 mm eller 65 x 130 mm) som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmomentet ved omdreining til brudd. Måling gjøres to ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring. Målt torsjonsmoment gir grunnlag for beregning av skjærstyrke i uforstyrret (s_{ur}) og omrørt (s_{ur}) tilstand. Forholdet mellom disse kalles sensitiviteten (S_t)

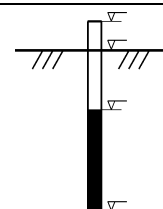
Inspeksjonsvingebor (Lommevingebor) er et forenklet utstyr for måling av skjærstyrke i grøfter og mindre utgravinger. Måledybde er begrenset til 3 m.

Målte verdier av skjærstyrke i uforstyrret (s_{ur}) og omrørt (s_{ur}) tilstand samt sensitivitet, fremstilles i diagram.



Grunnvannstand-/poretrykksmålinger

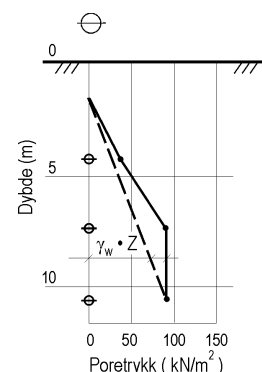
Grunnvannstand (GV) kan måles i hull fra prøvetaking eller med vannstandsør med filtespiss. Det siste er mest brukt i grove jordarter. Utstyret består av en 8 – kantet spiss med et Ø43,5 mm 740 mm langt perforert rør med filter som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør (5/4" vannrør), etter eventuell forboring. GV måles direkte i røret og fremstilles som vannstandsør med angivelse av kotehøyder.



Poretrykket i ulike dybde i bakken måles med en poretrykksmåler (pietzometer). Utstyret består av et Ø 32 mm 300 mm langt porøst filter (bronse eller epoxy) som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør, etter eventuell forboring. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand (stige høyde) i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoplest systemet ved overtrykk.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket mot en fleksibel membran via kabler opp til terreng.

Målte verdier fremstilles i diagram. Til sammenligning vises ofte hydrostatisk trykkfordeling fra GV-stand.



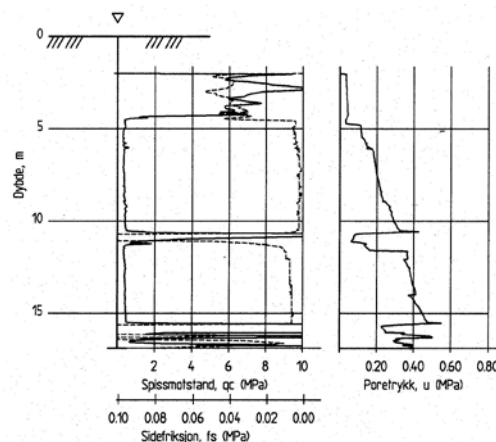
Trykksondering (CPTU)

Utføres ved at en Ø36 mm og 200 mm lang sylindrisk sonde med konspiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Det benyttes hydraulisk borerigg.

Under nedpressingen måles trykket (q_c) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (f_s) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen. I tillegg måles poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene over målte verdier med dybden fremstilles i diagram.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).



Prøvetaking

Utføres for nærmere undersøkelser av grunnens geotekniske egenskaper i laboratoriet. Det skilles mellom representative prøver (omrørte prøver) og uforstyrrede prøver (inntakt struktur).

Uforstyrrede prøver

Sylinderprøver

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget Ø54 mm stål- eller plast sylinder (80 cm lang) med innvendig stempel.

I ønsket dybde blir sylindren presset ned uten at stampelet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Ved spesielle forhold, for eksempel bløt siltig leire og ekstra krav til prøve kvalitet, benyttes Ø75 mm stempelprøvetaker med tynnveggede stålsylindrer.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

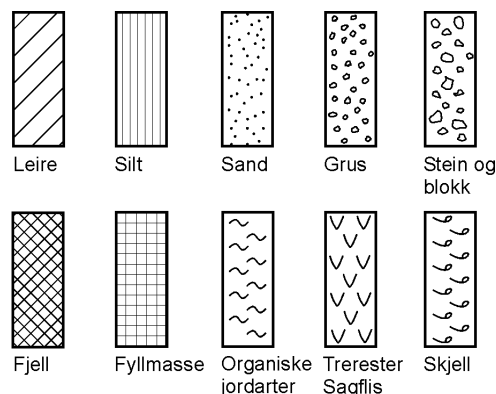
Resultater fra eventuelle laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Blokkprøver

I helt spesielle tilfeller med ekstraordinære krav til prøve kvalitet benyttes Ø250 mm blokkprøvetaker ("Sherbrooke block sampler").

Det forbores med Ø500 mm naver ned til overkant av nivå for prøvetaking med etterfølgende rensing og stabilisering av borhullet med vann.

Detter foretas utskjæring av en sylindrisk Ø250 mm "blokkprøve", prøve høyde ca 300 – 350 mm. Prøvene merkes, vokses og pakkes inn før transport til laboratoriet.



Anmerkning

- Leire

T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.

Representative prøver

Naverprøvetaking

Utføres med hul borstang påsveiset en spiral (auger), vanligvis Ø76 – 203 mm (3" – 8"). Naveren skrues ned i massene med maskinelt utstyr til ønsket dybde. Rotasjonen stoppes og boret trekkes opp til overflaten. Prøver tas fra mellomrommet mellom skrueflatene og samles i poser.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Med hydraulisk borrhigg kan det bores til 5 – 15 m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Skovling kan også utføres med enklere håndholdt utstyr (skovlbor), vanligvis Ø102 – 152 mm (4" – 6").

Ramprøvetaking

Utføres ved prøvetaking i fast lagrede masser. Det finnes både stempelprøvetakere, vanligvis Ø30 mm og åpne prøvetakere, Ø54 og Ø97 mm som benyttes sammen med Odexutstyr.

Prøvetakeren rammes ned i massene slik av prøvemateriale blir presset inn i sylindere. Maksimal prøvelengde er normalt 60 cm.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Sjaktning (Prøvegrop)

Utføres med gravemaskin. Dybde normalt begrenset til 3 – 4 m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Lagdelling beskrives i sjaktveggen. Det kan tas representative prøver fra forskjellige dyp.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Klassifiseringsforsøk (indeksforsøk)

Utføres for å kunne klassifisere og identifisere jordarten. I tillegg utføres enkle forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper. Resultatene fremstilles i borprofil.

Prøveåpning og materialbeskrivelse

Ved åpning av prøvene beskrives og klassifiseres jordarten, lagdeling osv. Sylinderprøver deles opp i 10 cm lange deler som betegnes, A, B, C ... Det besluttes hvilke undersøkelser som skal utføres på de ulike bitene.

Romvekt (γ)

Romvekt (kN/m^3) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven. Bestemmes både på hel prøve og utskåret del iht. NS.

Vanninnhold (w)

Angir i prosent (%) forholdet mellom masse av porevann og masse korn etter uttørring ved 110°C iht. NS.

Plastisitet

Flytegrense (w_L)

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

Plastisitetsgrense (w_p)

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

Plastisitetsindeksen (I_p i %)

Er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense. $I_p = w_L - w_p$.

Udrenert skjærstyrke (s_u i kN/m^2)

Av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med $\varnothing 54$ mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

Sensitiviteten (S_t)

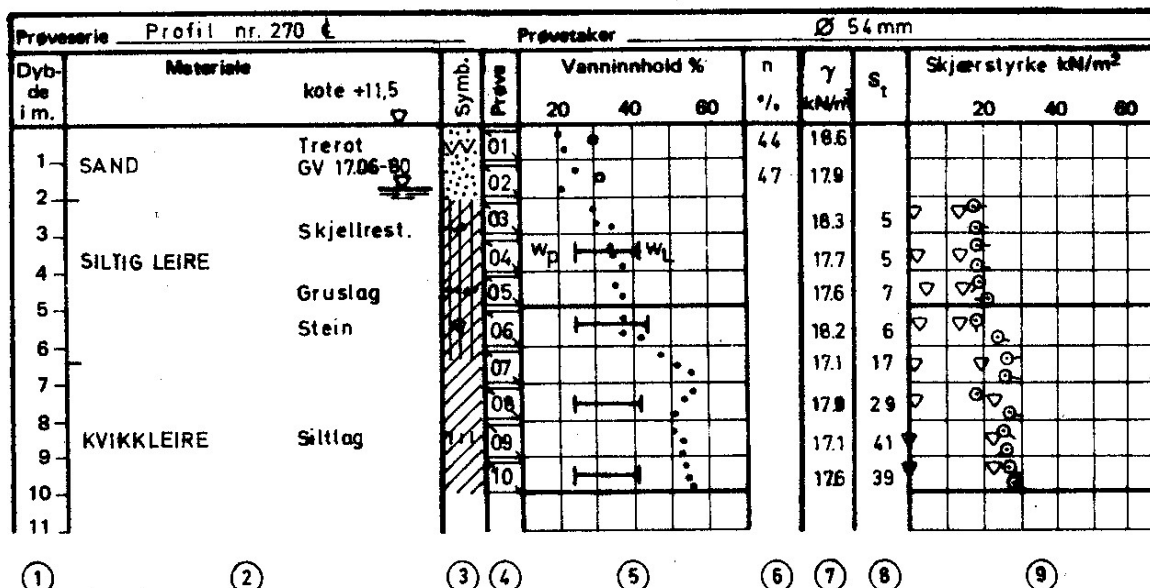
Er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke $< 0,5 \text{ kN/m}^2$.

Humusinnhold (%)

Bestemmes ved en kolorimetrisk naturlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Gløding og andre metoder kan også brukes.

Saltinnhold (i g/l)

Bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.



- ① Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn, eller sjøbunn.
- ② Jordartsbeskrivelse. Grunnvannstanden kan angis.
- ③ Materialsymboler.
- ④ Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, eventuelt påføres prøvenummer.
- ⑤ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil. I sand kan angis både feltverdier og beregnede verdier tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑥ I sand og grovsilt bør porøsitet n bestemmes.
- ⑦ Tyngdetetthet γ i kN/m³, alternativt densitet ρ i t/m³. Eventuelt kan i sand også angis beregnet verdi tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑧ Sensitivitet angis i hele tall.
- ⑨ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil.

Kolonner for andre materialegenskaper kan inngå.

Korngradering

Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stokes lov. En viss mengde tørket materiale slennes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.

Skjærstyrkeegenskaper

Treksialforsøk

Skjærstyrke

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning – poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre (a , Φ og D eller S_{ua} , S_{up})

Effektiv spenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre (a , Φ og D)

Disse bestemmes ved treksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av ho-

vedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke (S_u [kN/m²])

Gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk (S_{uk}), udrenerte treaksialforsøk (S_{ua} , S_{up}), direkte skjærforsøk (S_{ua}) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU)).

Direkte skjærforsøk

Setningsegenskaper

Ødometerforsøk

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen M = spenningsendring/deformasjonsendring. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter m (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi (M), eller som spenningsavhengig med modultall, m_{OC} ($M = m_{OC} \cdot \sigma'$).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall, m_{NC} ($M = m_{NC} \cdot \sigma'$).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall m_S ($M = \rho_a \cdot m_S \cdot \sqrt{\sigma' \rho_a}$), hvor ρ_a er atmosfærisk trykk ($\rho_a = 100$ kN/m²).

Strømningsegenskaper

Permeabilitetsforsøk

Permeabiliteten (k cm/s eller m/år)

Bestemmer den vannmengde q som vil strømme gjennom jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også) $q = k \cdot A \cdot i$

hvor A = bruttoareal normal strømrøtning
 i = gradient i strømrøtningen

Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s)

Er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten

ten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

Komprimeringsegenskaper

En jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk)

Utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet ρ_{dopt} og tilsvarende vanninnhold w_{opt} bestemmes.

Fraksjonsinndeling

Fraksjon		Kornstørrelse (mm)
Grovinndeling	Fininndeling	
Blokk	-	> 600
Stein	-	600 – 60
Grus	Grov	60 – 20
	Middels	20 – 6
	Fin	6 – 2
Sand	Grov	2 – 0,6
	Middels	0,6 – 0,2
	Fin	0,2 – 0,06
Silt	Grov	0,06 – 0,02
	Middels	0,02 – 0,006
	Fin	0,006 – 0,002
Leire	-	< 0,002

JORDARTEN

Benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15 %. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leire til blokk.

Gradering

$C_u = d_{60}/d_{10}$	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 – 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

Lagringstetthet

$$D_m = \frac{n_{maks} - n}{n_{maks} - n_{min}} \quad \text{Porøsitet } n = \frac{\text{Volum av porer}}{\text{Totalt volum}}$$

Lagringstetthet	D_m og D_{re}
Løs	< 0,3
Middels	0,3 – 0,8
Fast	> 0,8

Plastisitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av plastisitet	Plastisitet I_p (%)
Litt plastisk	Lav	< 10
Middels plastisk	Middels høy	8 – 30
Meget plastisk	Høy	> 30

Sensitivitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet, S_t
Litt sensitiv	Lav	< 8
Middels sensitiv	Middels høy	8 – 30
Meget sensitiv	Høy	> 30

Udrenert skjærstyrke

Betegnelse av leire	Skjærstyrke	S_u kN/m ²
Bløt	Lav	< 25
Middels bløt	Middels	25 – 50
Fast	Høy	> 50

Med kvikkleire forstås en leir som i omrørt tilstand er flytende, d.v.s. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Telefarlighet

Benevnelse	Telegrupper	Masseproducent (av matr. < 19,0 mm) < 0,02 mm 0,02 mm		Eksempler på jordart
Ikke telefarlig	T 1	< 3%		Sand, Grus, Torv, Myrjord
Litt telefarlig	T 2	3 -12%		Sand, Grus Morene (sandig, grusig)
Middels telefarlig	T 3	> 12%	< 50%	Sand, Morene (leirig) Leire med mer enn 40% < 0,002 mm
Meget telefarlig	T 4	> 12%	50%	Leire med mindre enn 40% < 0,002 mm Silt Morene (siltig)

Organiske jordarter

Torv	Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).
Gytje, dy	Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester.
Mold	Organisk materiale med løs struktur.
Matjord	Det øvre, moldholdige jordlag.



Esva - utvidelse av deponi

Oversiktskart
Målestokk 1:50 000

Status

Original format A-4

Tegningens filnavn

Målestokk

1:50 000



NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0808 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato 14.04.2014

Oppdragsnr.
20140105

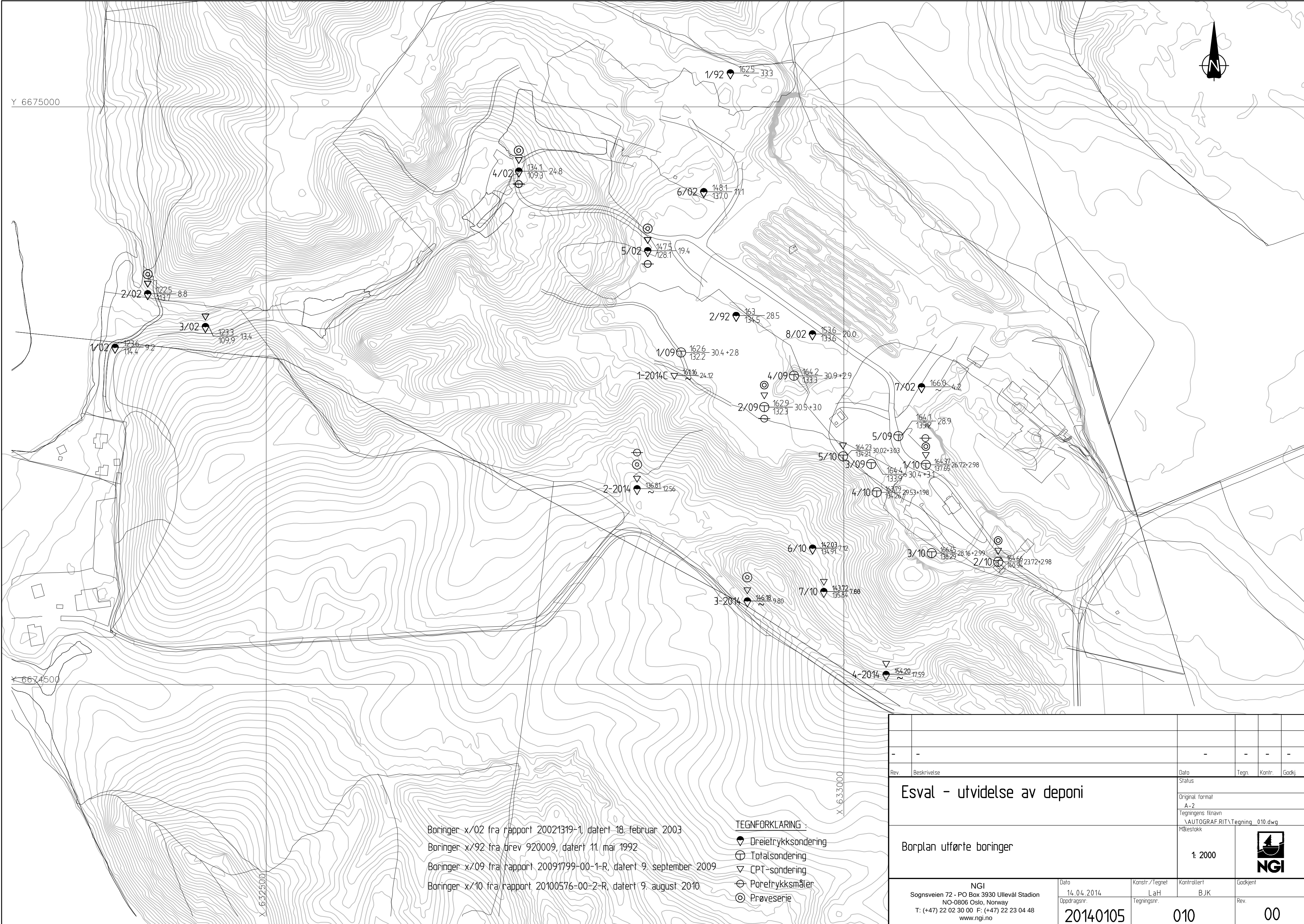
Konstr./Tegnet
LaH

Tegningsnr.
001

Kontrollert
BGK

Godkjent

Rev.
00



Boringer x/02 fra rapport 20021319-1, datert 18. februar 2003
Boringer x/92 fra brev 920009, datert 11. mai 1992
Boringer x/09 fra rapport 20091799-00-1-R, datert 9. september 2009
Boringer x/10 fra rapport 20100576-00-2-R, datert 9. august 2010

TEGNFORKLARING :

- Dreieitrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ▽ CPT-sondering
- ⊖ Poreitrykksmåler
- ⊙ Prøveserie

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Esval - utvidelse av deponi		Status	Original format A-2 Tegningens filnavn \\AUTOGRAF.RIT\Tegning_010.dwg		
Borplan utførte boringer		Målestokk	1: 2000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 14.04.2014 Oppdragsnr. 20140105	Konstr./Tegnet LaH Tegningsnr. 010	Kontrollert BJK	Godkjent Rev. 00

Vedlegg A - Dreietrykksonderinger

Innhold

A1 Metode	2
A2 Resultater	2
A3 Referanser	2

Figurer

Figur A1 Dreietrykksondering, lokasjon 2/2014

Figur A2 Dreietrykksondering, lokasjon 3/2014

Figur A3 Dreietrykksondering, lokasjon 4/2014

1 Metode

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Metoden gir ikke sikker påvisning av fjell. Metoden er også egnet for å vurdere sensitivitet i leire, og således gi indikasjon på eventuell funn av leire med sprøbruddsoppførsel.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

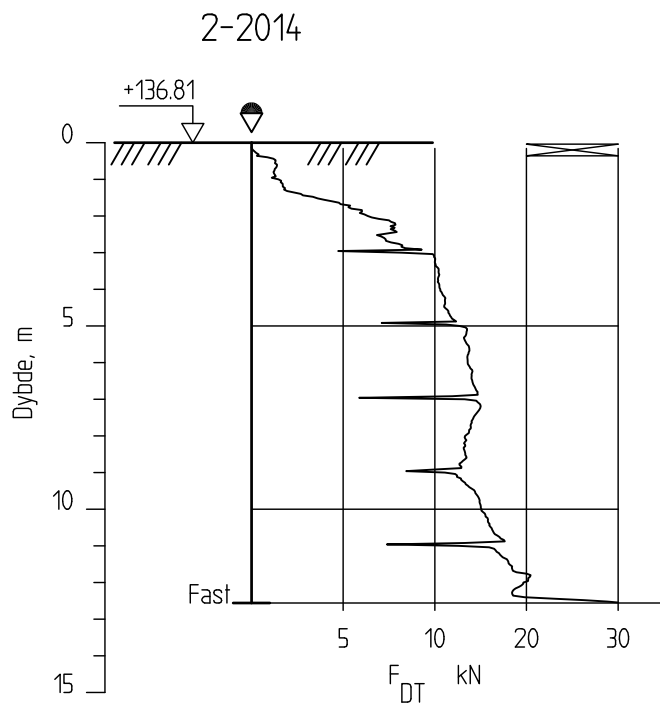
2 Resultater

Resultatene er vist som enkeltboringer på Figur A1 – A3.

3 Referanser

/A1/ Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Veiledning for utførelse av dreietrykksondering. Melding nr. 7, rev. nr. 1, 1989.

/A2/ Statens vegvesen, 1997. Håndbok 015. Feltundersøkelser.



Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
A1

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

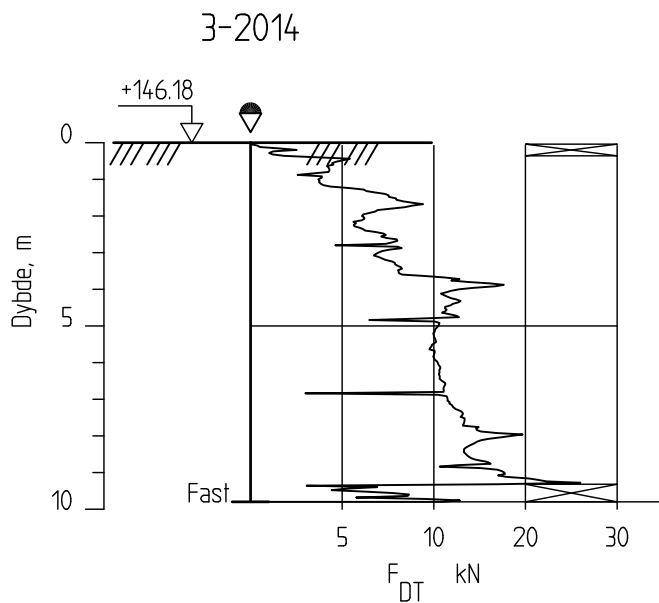
Dato:
14.04.14

Borhull 2-2014
Posisjon: X 6674669.38 Y 632820.99

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :26.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent





Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
A2

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

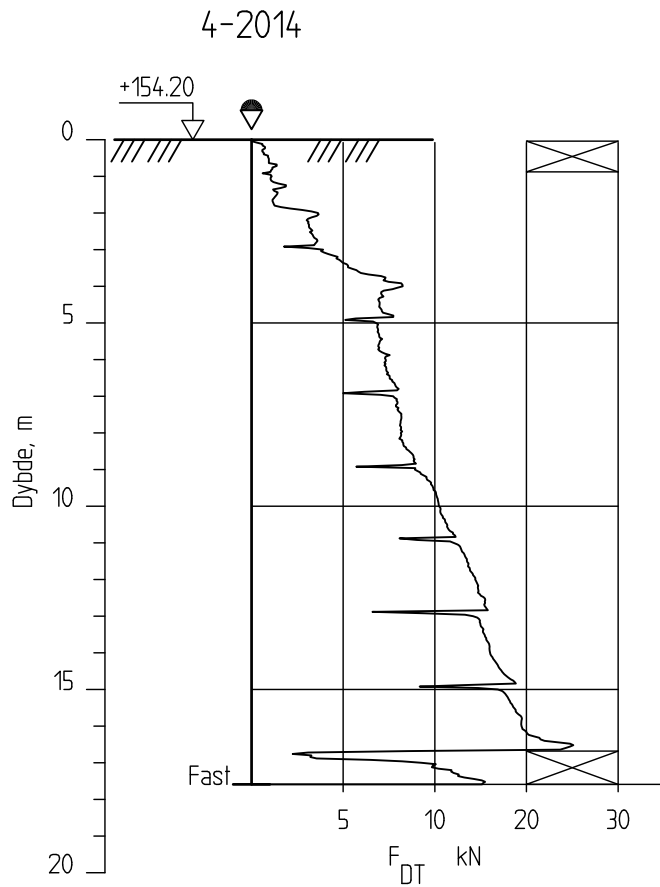
Dato:
14.04.14

Borhull 3-2014
Posisjon: X 6674572.18 Y 632916.46

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :25.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent





Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
A3

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

Dato:
14.04.14

Borhull 4-2014
Posisjon: X 6674508.56 Y 633036.60

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :25.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent



Vedlegg B - CPTU – sonderinger

Innhold

B1 Metode	2
B2 Resultater	2
B3 Referanser	2

Figurer

Figur B1	Trykksonderinger, lokasjon 1/2014
Figur B2	Trykksonderinger, lokasjon 2/2014
Figur B3	Trykksonderinger, lokasjon 3/2014
Figur B4	Trykksonderinger, lokasjon 4/2014

1 Metode

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens styrkeegenskaper.

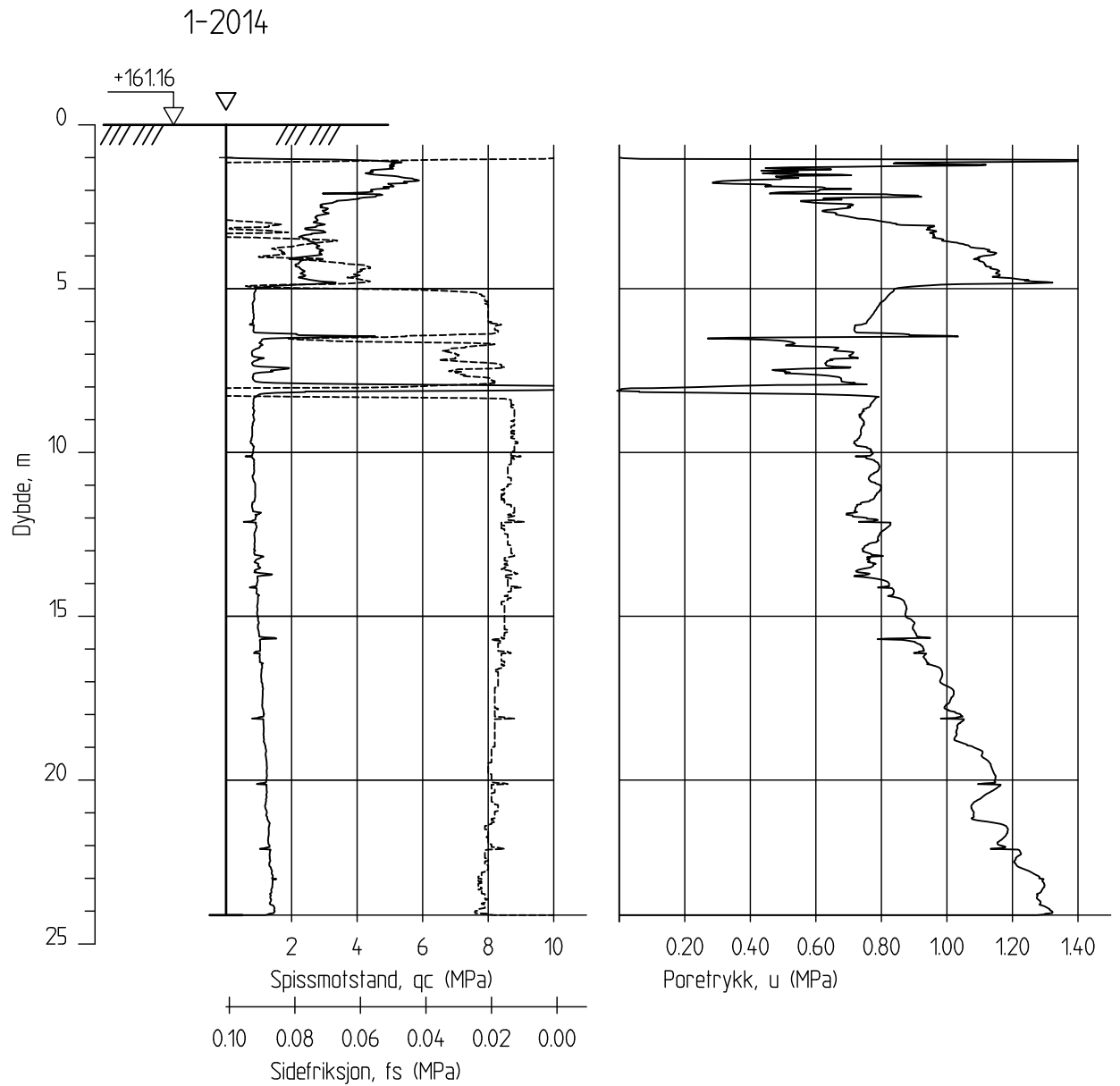
Under nedpressingen måles trykket (q_c) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (f_s) mot friksjonshylsen. I tillegg måles poretrykket (u) på ett eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

2 Resultater

Resultatene er vist som enkeltboringer på Figur B1 – B4.

3 Referanser

- /B1/ Norsk Geoteknisk Forening, 2010. Veiledning for utførelse av trykksondering. Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Rev. nr. 3, 2010.
- /B2/ Statens vegvesen, 1997. Håndbok 015. Feltundersøkelser. Statens vegvesen, august 1997.



Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
B1

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

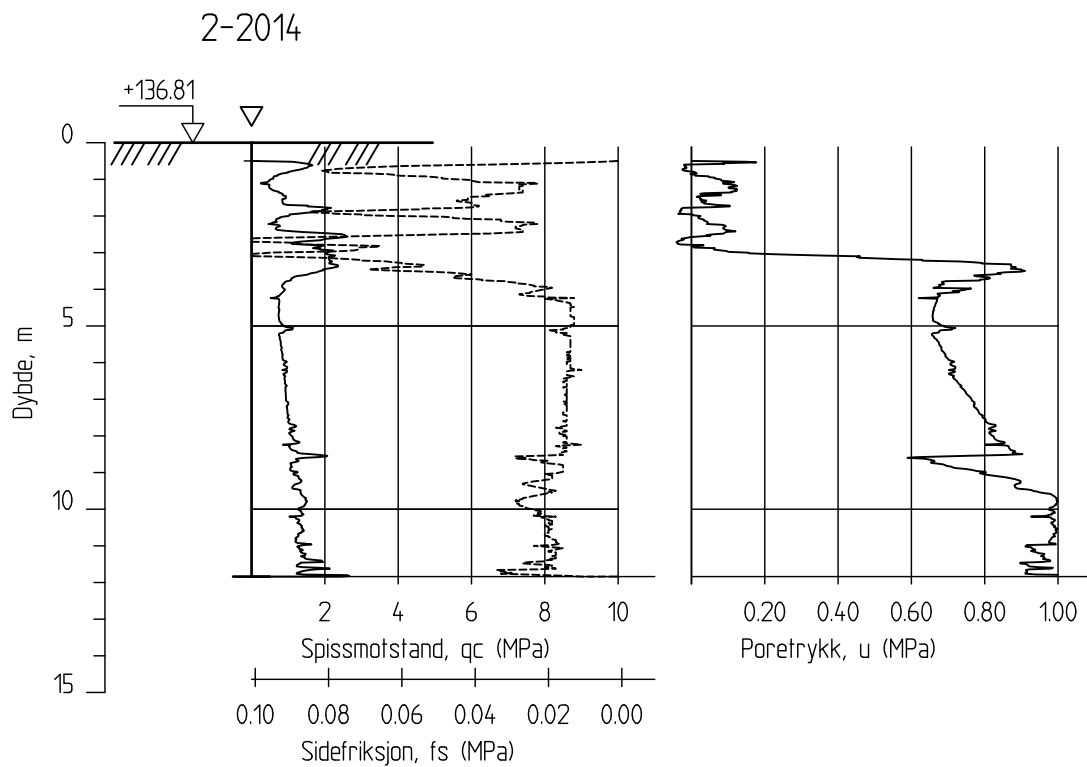
Dato:
14.04.14

Borhull 1-2014
Posisjon: X 6674767.51 Y 632853.25

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :26.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent





Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
B2

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

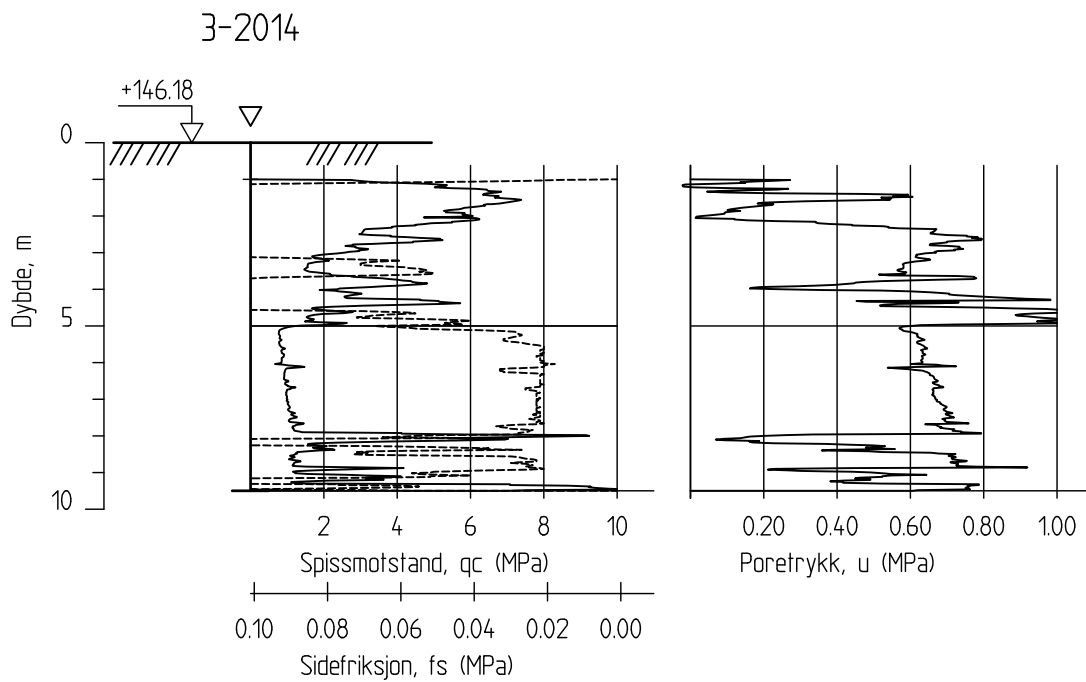
Dato:
14.04.14

Borhull 2-2014
Posisjon: X 6674669.38 Y 632820.99

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :26.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent





Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
B3

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

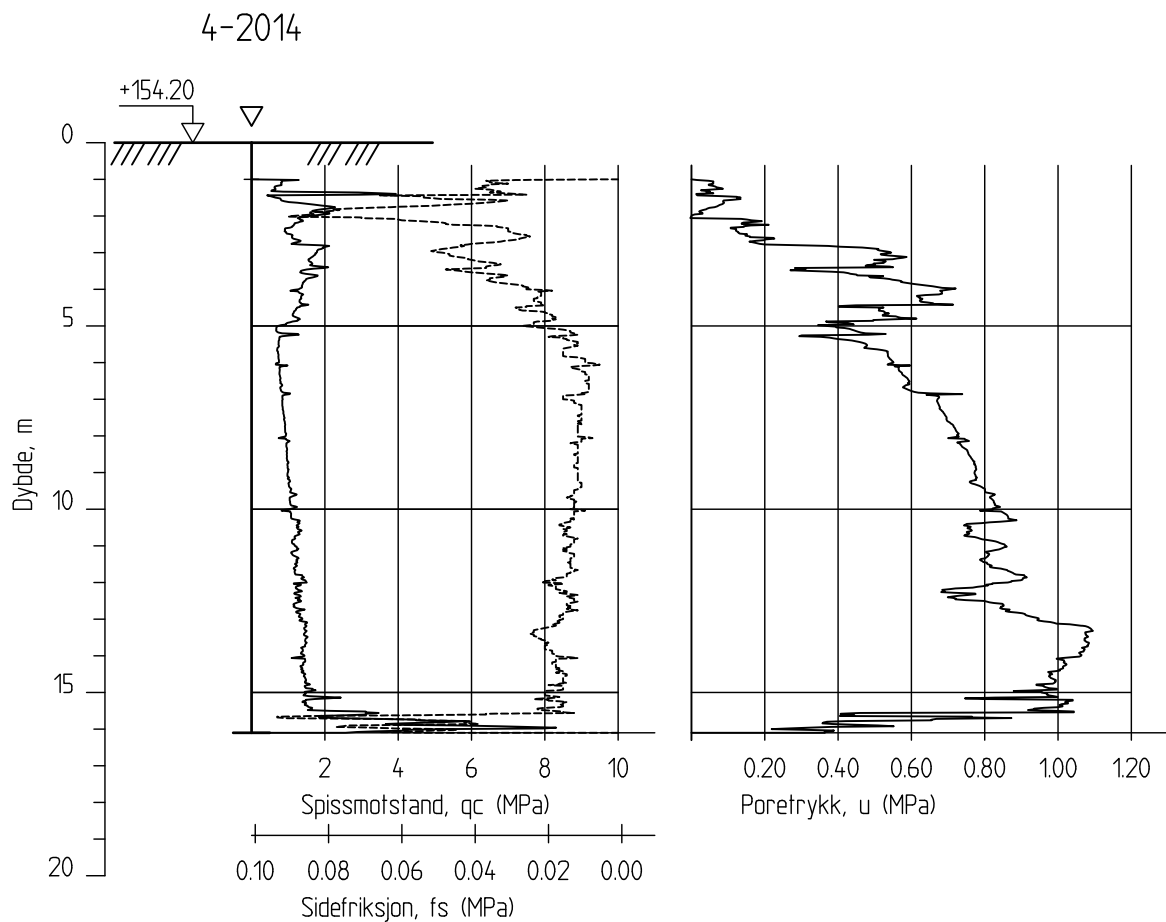
Dato:
14.04.14

Borhull 3-2014
Posisjon: X 6674572.18 Y 632916.46

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :25.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent





Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
B4

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner
LaH

Dato:
14.04.14

Borhull 4-2014
Posisjon: X 6674508.56 Y 633036.60

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :25.02.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent



Vedlegg C - Poretrykksmålinger

Innhold

1	Metode	2
2	Utstyr	2
3	Resultater	2
4	Referanser	2

Figurer

Figur C1 Poretrykksmåling, lokasjon 2/2014

Figur C2 Poretrykksmåling, lokasjon 2/2014

1 Metode

Metoden brukes for å bestemme grunnvannstanden (GV) og kartlegge poretrykket i dybden.

2 Utstyr

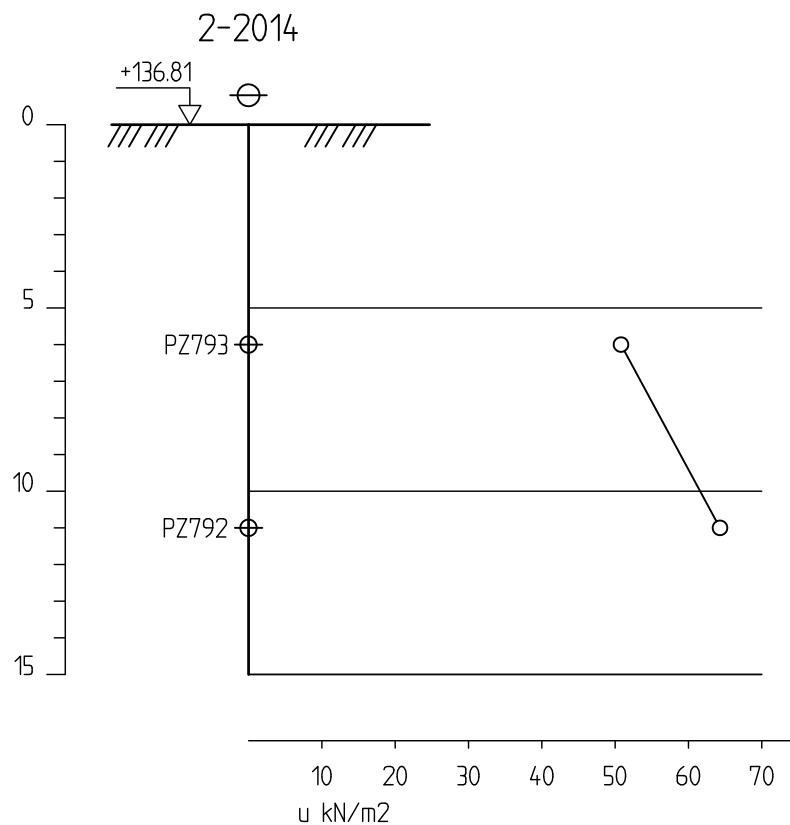
Det er brukt elektrisk poretrykkmåler fra Geotech. Piezometrene logger data kontinuerlig, og er satt opp til å logge poretrykket hver time.

3 Resultater

Målinger fra dybder 6.0 m og 11.0 m fra lokasjon 2/2014 foretatt mellom 27.02.2014 og 06.03.2014 er vist i figur C2. Målte poretrykk 06.03.2014 er opptegnet i dybdeprofil i figur C1.

4 Referanser

/C1/ Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk
Melding nr 6, Norsk geoteknisk forening, 1982
Rev. nr. 1, 1989



Esval - utvidelse av deponi

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
C1

Poretrykksmåling
M = 1 : 200

Tegner
LaH

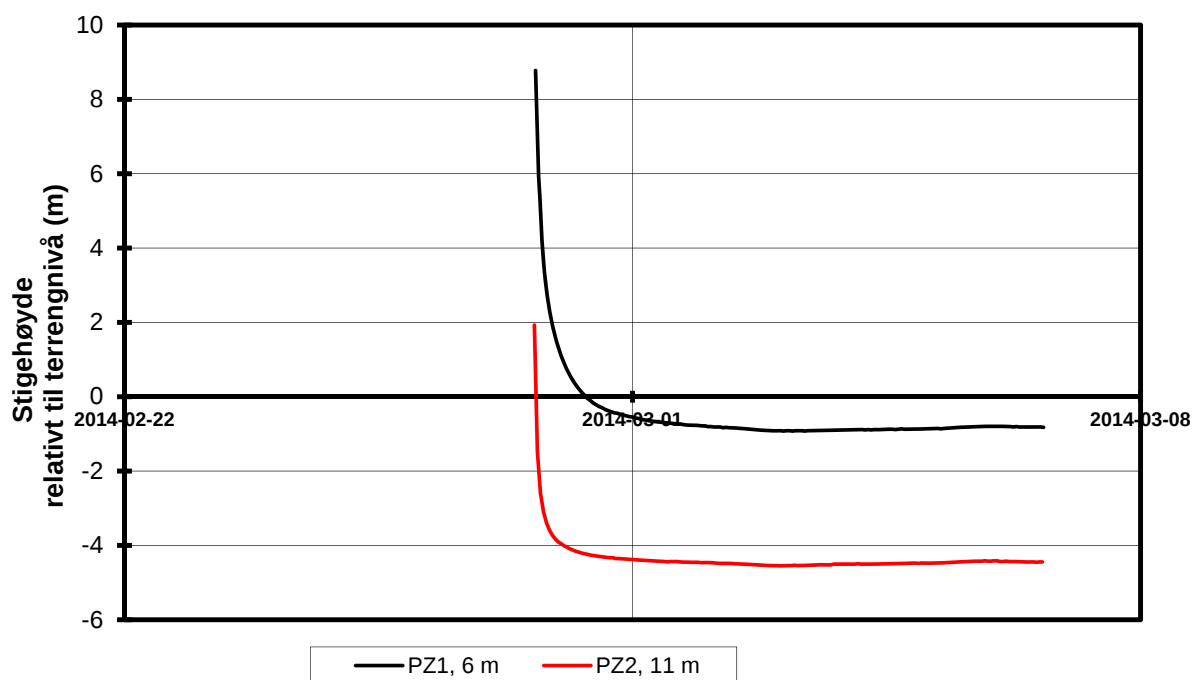
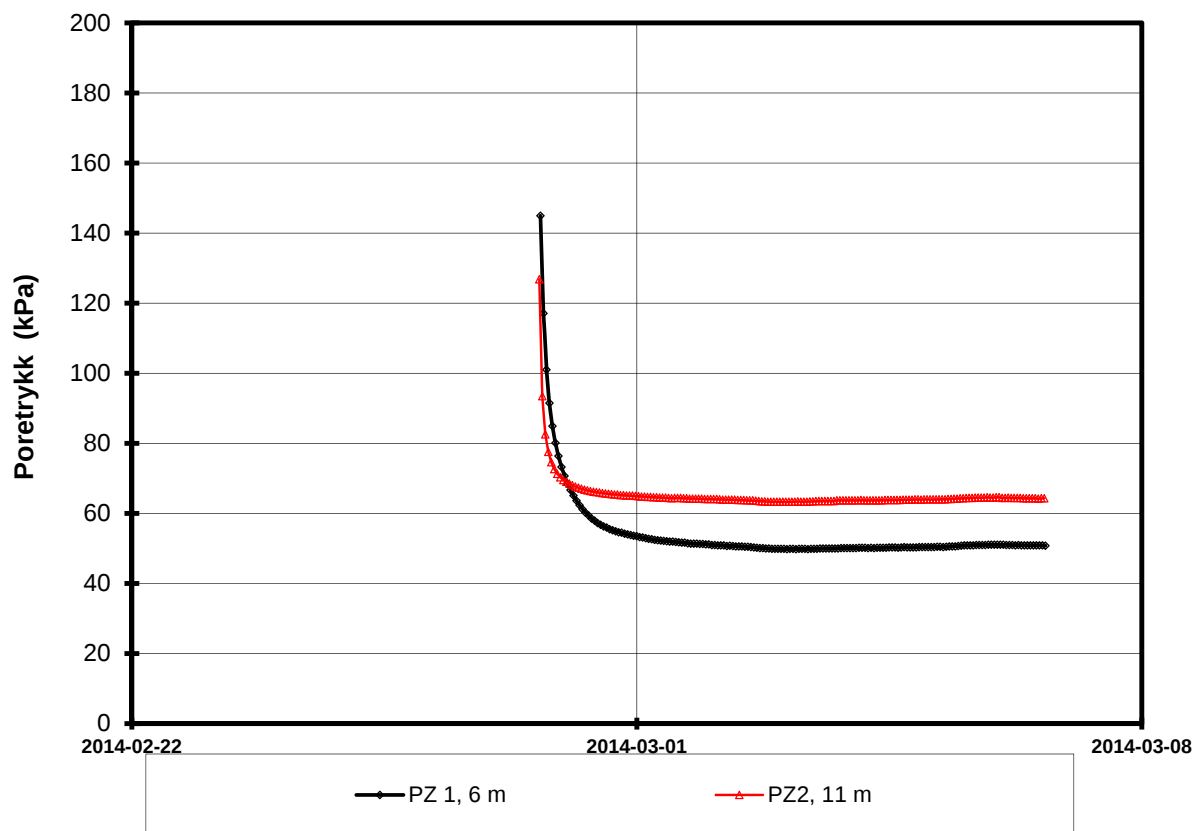
Dato:
14.04.14

Borhull 2-2014
Posisjon: X 6674669.38 Y 632820.99 Dato målt :11.03.2014

Kontrollert
BGK

Godkjent





P:\2014\01\20140105\Feltarbeid\Poretrykk 2-2014.xlsx\Borpunkt 2 - 2014

Esval- utvidelse av deponi

Resultater fra elektriske poretrykksmålere i borpunkt 2 - 2014
Terrengkote målere: 136,81 m

Rapport nr.
20140105

Figur nr.
C2

Tegner
KrK

Dato
06.03.2014

Kontrollert
BGK
Godkjent



Vedlegg D - Rutine laboratorieundersøkelser

Innhold

1	Prøveåpning og materialbeskrivelse	2
2	Vanninnhold	2
3	Tyngdetetthet	2
4	Udrenert og omrørt skjærfasthet (cu) ved konusprøving	2
5	Udrenert skjærfasthet (cu) ved enaksialt trykkforsøk	2
6	Flyte- (wL) og utrullingsgrense (wP)	2
7	Resultater	3
8	Referanser	3

Figurer

Figur D1	Borprofil, lokasjon 2/2014
Figur D2	Borprofil, lokasjon 3/2014

1 Prøveåpning og materialbeskrivelse

Alle prøver registreres, åpnes og det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av materialtype.

Resultatene er vist i Figurer D1 og D2.

2 Vanninnhold

Fra hver prøvesylinder tas det ut to prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold (w). Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS 8013.

Resultatene er vist i Figurer D1 og D2.

3 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt- γ) bestemmes som gjennomsnitt for hele sylindren. Romvekt bestemmes i henhold til NS 8011.

Resultatene er vist i Figurer D1 og D2.

4 Udrenert og omrørt skjærfasthet (c_u) ved konusprøving

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert (s_u) og omrørt (s_r) skjærstyrke ved konusprøving. Sensitivitet (S_t) er forholdet mellom disse. Konusprøving utføres i henhold til NS 8015.

Resultatene er vist i Figurer D1 og D2.

5 Udrenert skjærfasthet (c_u) ved enaksialt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut en prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke (s_u) ved enakset trykkforsøk. Etter utført trykkforsøk bestemmes også vanninnholdet til den samme prøven.

Enakset trykkforsøk utføres i henhold til NS 8016.

Resultatene er vist i Figurer D1 og D2.

6 Flyte- (w_L) og utrullingsgrense (w_P)

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut prøve for bestemmelsene av flyte- og utrullingsgrense. Plastisitetsindeks bestemmes ved $I_p = w_L - w_P$.

Bestemmelsen gjøres i henhold til NS8002 og NS8003.

7 Resultater

Borprofiler for analyserte prøveserier er vist i Figur D1 og D2.

8 Referanser

/D1/ Statens vegvesen. Håndbok 014. Laboratorieundersøkelser. 2005.

H:\LABDATA\2014\20140105\Index\Borprofil\Borprofil_2-2014.grf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%)							Tyngdetetthet (kN/m³)					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²)										S _t Konus		
				10	20	30	40	50	60	70	18	19	20	21	22			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
2	LEIRE LEIRE LEIRE noen finsandlag, tett med tynne siltlag mørk grå	1 2 Ø 3	T Ø																											
4																														
6																														
8																														
10																														

TEGNFORKLARING:

—○—	Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense	Ø = Ødometer forsøk
15-○-5 10	Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd	P = Permeabilitetsforsøk
▽	Konus forsøk, uforstyrret	K = Korngraderingsanalyse
▼	Konus forsøk, omrørt	T = Treksial forsøk
+	Vingeboring	K/S = Kalk-/Sement stabilisering
●	Treksial forsøk, aktiv	
●	Treksial forsøk, passiv	
⊞	Direkte skjærforsøk	
S _t	Sensitivitet	

Esval - utvidelse av deponi

Borprofil
Borpunkt nr.: 2/2014

Prøvetype: 72mm
Terrengkote: 136,81 moh
Grunnvannst. dybde: - m
Dato boret: 2014-02-26

Dato/Rev. 2012-06-13/2

Dokumentnr.
20140105

Dato
2014-03-19

Figurnr.

D1

Tegner

ThV



Vedlegg E - Treaksialforsøk

Innhold

1	Metode	2
2	Innbygging av prøve	2
3	Resultater	2
4	Referanser	2

Tabell

Tabell E1 Sammenstilling av treaksialforsøk

Figurer

Figurer E1-E2 Plott fra treaksialforsøk, lokasjon 2/2014
Figurer E3-E4 Plott fra treaksialforsøk, lokasjon 4/2014

1 Metode

Hensikten med treaksialforsøk er å skaffe seg kunnskap om materialets styrkeegenskaper. I dette prosjektet ble det utført to aktive, anisotrope konsoliderte, udrenerte treaksialforsøk (CAUC), fra dybde 7,4 m i borhull 2/2014 og fra dybde 5,5 m i borhull 3/2014. Forsøkene er gjort etter standard prosedyre for treaksialforsøk ved NGI, beskrevet i ref. /E1/.

2 Innbygging av prøve

Sylinderdiameteren som er brukt for å ta opp prøvene er 72 mm. Dette tilsvarer diameteren på prøven brukt i treaksialforsøk. Høyden på prøven er ca det dobbelte av diameteren.

Prøvene ble før skjæring konsolidert til antatt in situ effektivspenninger. Estimater av horisontal effektivspenning var basert på forholdet mellom s_u/p_o' , I_p , OCR og K_0 som beskrevet i ref. /E1/ og /E2/. Det foreløpige anslaget av s_u var basert på resultater fra CPT.

3 Resultater

Tabell E1 gir en oversikt over jorddataene for treaksialforsøkene som er utført. Resultatene fra forsøkene er presentert i Figurene E1 til E4.

Vurderingen av prøvekvalitet er basert på målinger av tøyninger ved endt konsolidering etter metodikk beskrevet i ref. /4/. For prøven fra hull 2 er prøven vurdert til å være av meget god kvalitet, mens prøven fra hull 3 er vurdert til å være brukbar.

4 Referanser

- /E1/ Andresen, A., Berre, T., Kleven, A. and Lunne, T. (1979)
Procedures used to obtain soil parameters for foundation engineering in the North Sea.
Marine Geotechnology, Vol. 3, No. 3, pp. 201-266
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute, Publication, 129.
- /E2/ Brooker, E.W. and H.O. Ireland (1965)
Earth pressures at rest related to stress history. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 2, No. 1, pp. 1-15.
- /E3/ Berre, T. (1982)
Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.
Geotechnical Testing Journal, Vol 5, No. 1/2 pp. 3-17.

Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute.
Publication, 134, 1981, pp 7-23.

/E4/ Lunne, T., Berre, T., Andersen, K.H., Strandvik, S. and Sjursen, M. (2006)
Effects of sample disturbance and consolidation procedures on measured
shear strength of soft marine Norwegian clays. Can. Geot. J., 43, 726-750.

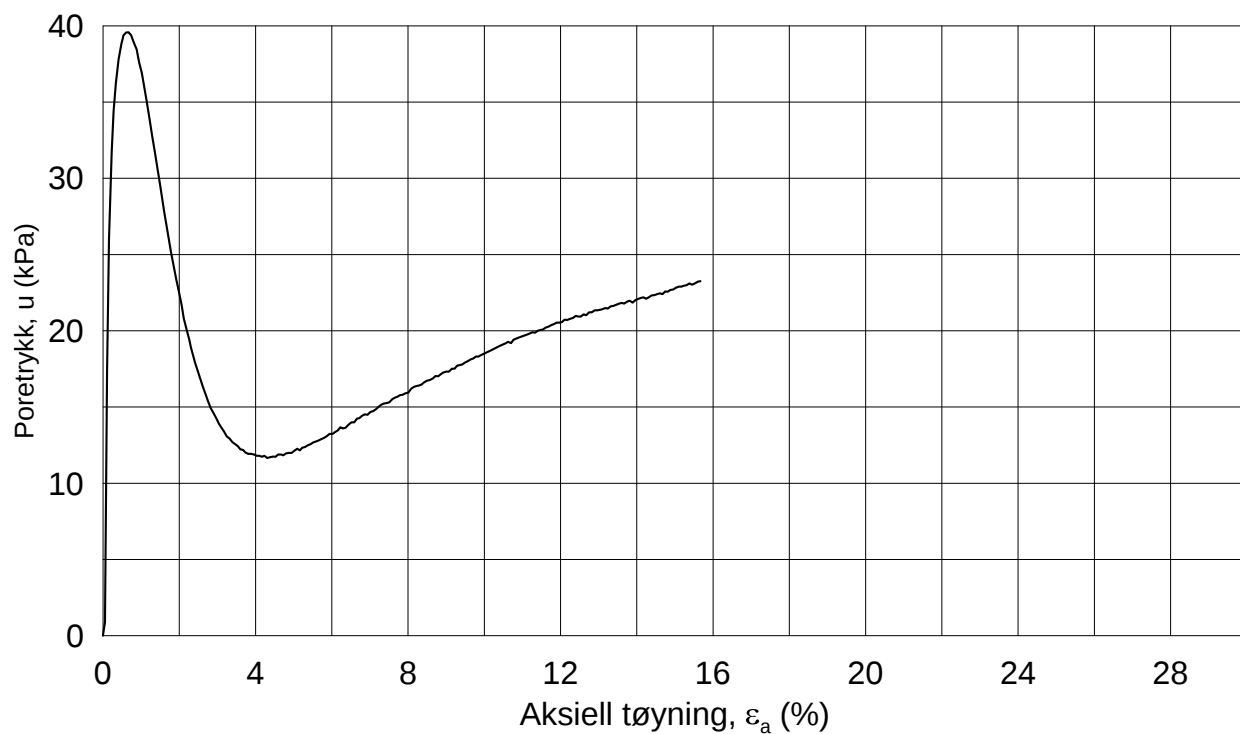
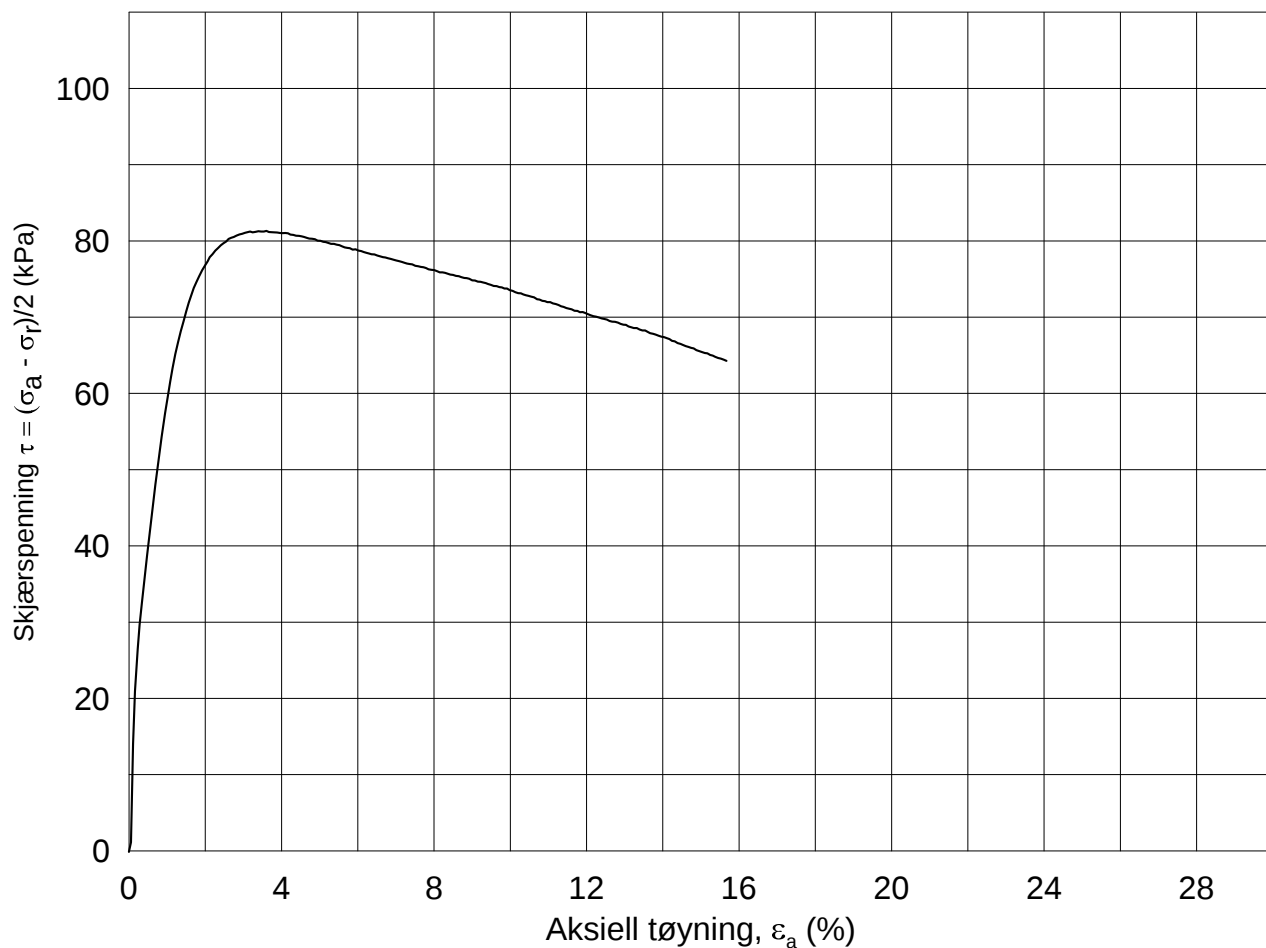
20140105

Esval Miljøpark

TABELL E1 :

SAMMENSTILLING AV TREAKSIAL- FORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING												Figur referanse
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _l	w _p	Ip	Leir Innh.	γ _{tot}	Type forsøk	p' _{0v}	σ' _{ac}	σ' _{rc}	K ₀ '	ε _{vol}	ε _{ac}	w _c	B	Δe/e ₀	Δe/e ₀	Prøve kvalitet	
	mm		m		%	%	%	%	%	kN/m ³		kPa	kPa	kPa		%	%	%	%				
2	72	2-A	7.4	Leire	31.0	38.3	18.5	19.8	-	19.17	CAUA	80	80.0	80.0	1.00	0.64	0.33	30.6	99.0	0.014	0.014	1	E1, E2
3	72	3-A	5.5	Leire	34.6	33.8	18.9	14.9	-	18.88	CAUA	50	50.1	50.0	1.00	1.91	0.42	33.3	99.4	0.039	0.038	2	E3, E4
w _i	In-situ vanninnhold				ε _{vol}	Volumetrisk tøyning ved konsolidering						Prøvekvalitet:		1 Meget god, utmerket									
w _l	Flytegrense				ε _{ac}	Vertikal tøyning ved konsolidering								2 God, brukbar									
w _p	Utrullingsgrense				B	Skemptions poretrykksfaktor, Δu/σ _m								3 Dårlig									
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w _l - w _p				τ _f	Skjærspenning ved brudd								4 Svært dårlig									
p' _{0v}	In-situ vertikal effektivspenning				u _f	Poretrykk i prøven ved brudd																	
σ' _{ac}	Vertikal konsolideringsspenning				ε _f	Vertikal tøyning ved brudd																	
σ' _{rc}	Horisontal konsolideringsspenning				Δe/e ₀	Δe = ε _{vol} (1+e _i) og e _i = 2.75 * w _i																	



Date/Rev.: 2009-11-03/01

Esval - utvidelse av deponi

Dokument nr.

20140105-01-R

Treksial forsøk: **CAUA**

Dato

2014-03-26

Boring: **2**

Dybde = **7.42** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **2**

p_o' = **80.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Figur nr.

E1

Del: **A**

w_i = **31.0** %

σ_{ac}' = - - **80.0**

Tegnet av

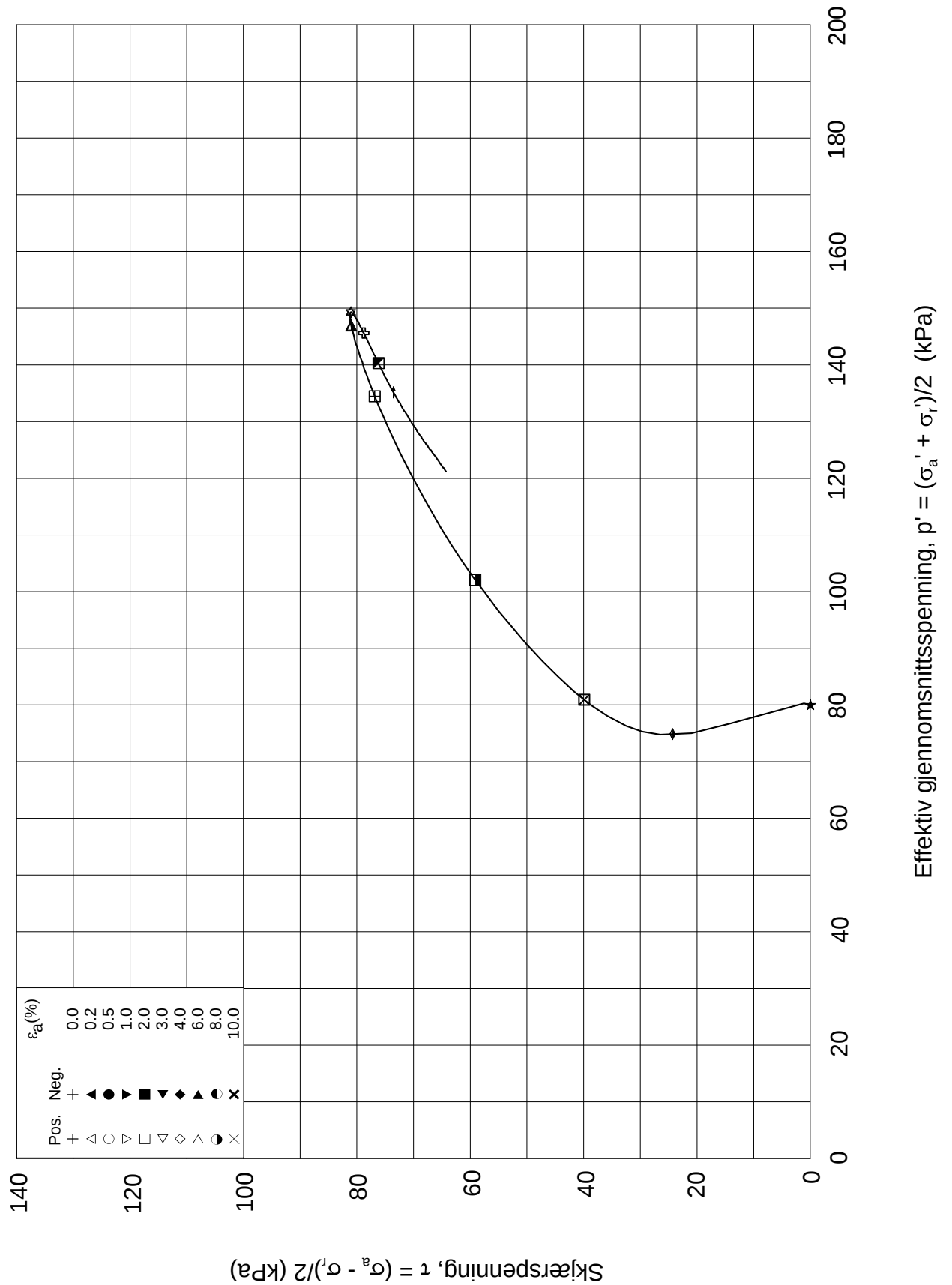
MAS

Test: **1**

w_c = **30.6** %

σ_{rc}' = - - **80.0**





Esval - utvidelse av deponi

Dokument nr.
20140105-01-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Dato
2014-03-26

Boring: **2**

Dybde = **7.42** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **2**

p_o' = **80.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **A**

w_i = **31.0** %

σ_{ac}' = - - **80.0**

Test: **1**

w_c = **30.6** %

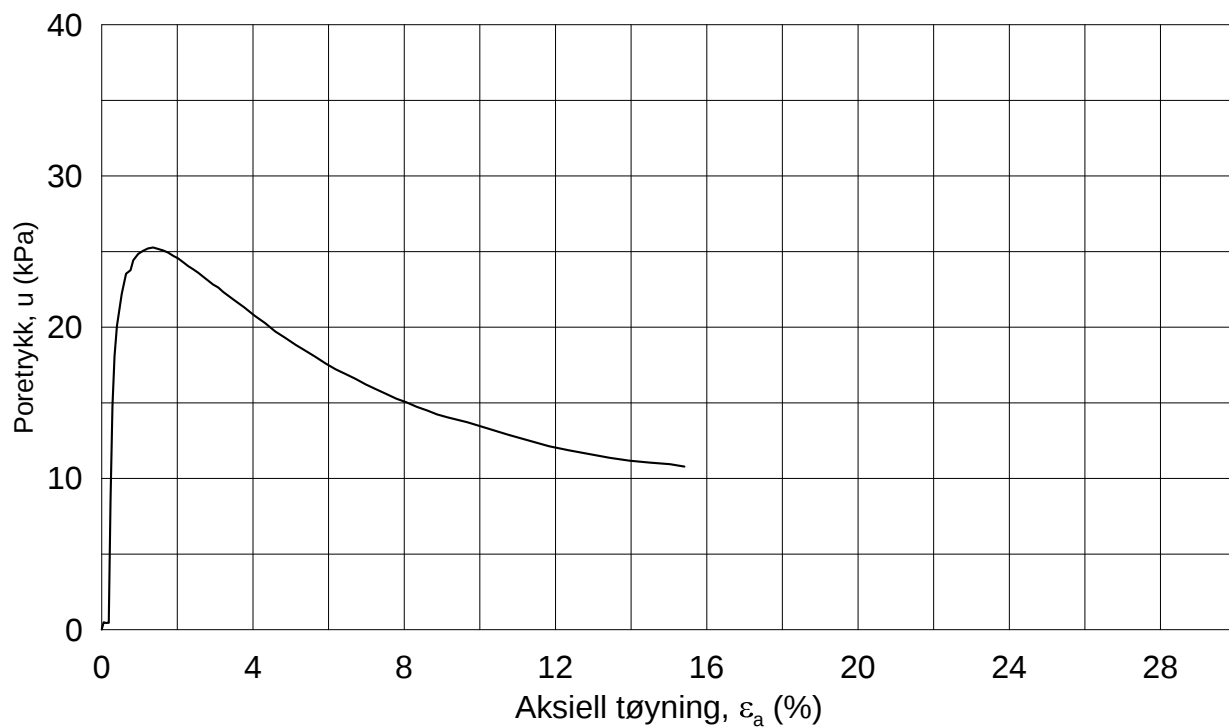
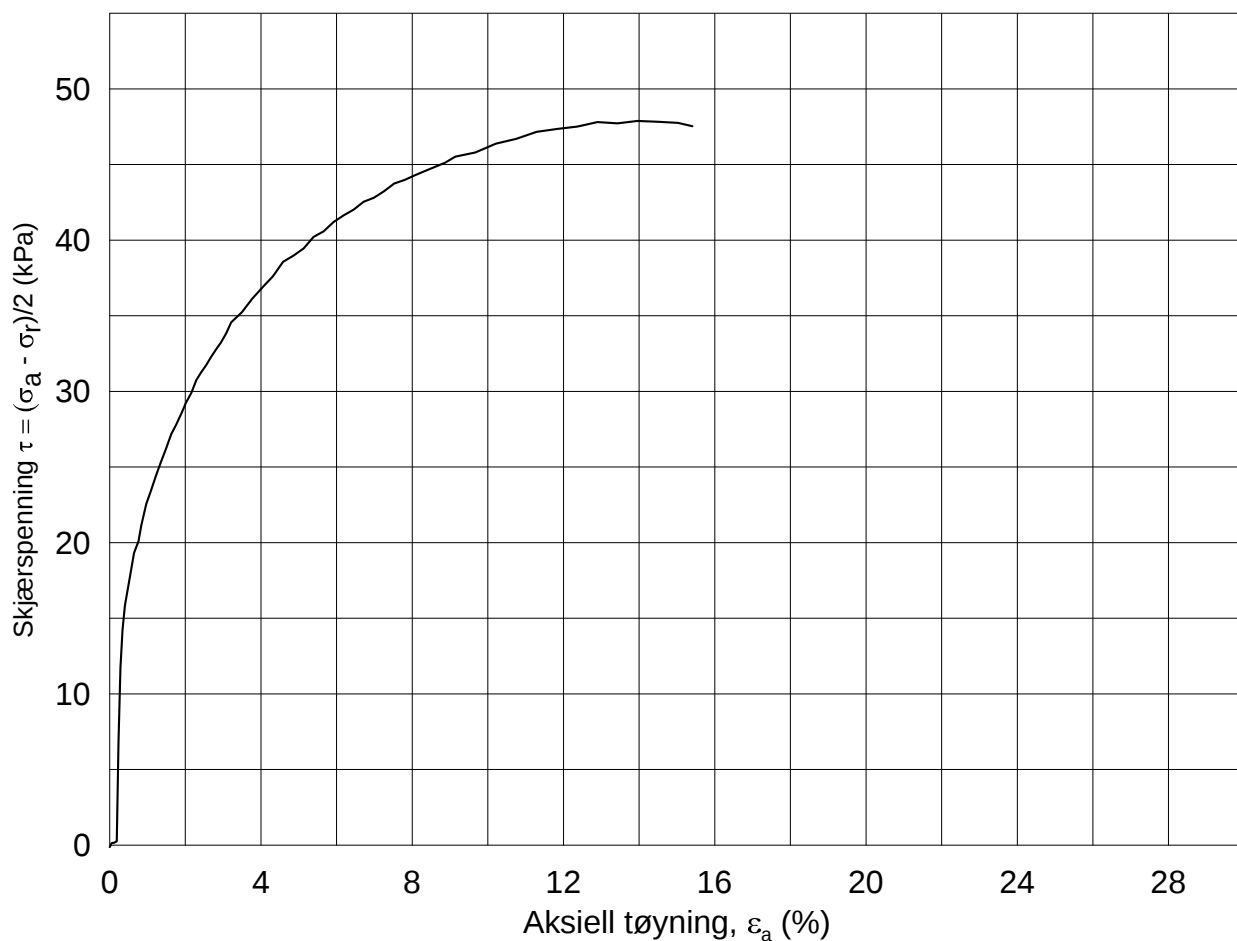
σ_{rc}' = - - **80.0**

Figur nr.

E2

Tegnet av
MAS





Date/Rev.: 2009-11-03/01

Esval - utvidelse av deponi

Dokument nr.
20140105-01-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Dato
2014-03-26

Boring: **3**

Dybde = **5.50** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **3**

$p_{0'}$ = **50.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Figur nr.

E3

Del: **A**

w_i = **34.6** %

σ_{ac}' = - - **50.1**

Tegnet av

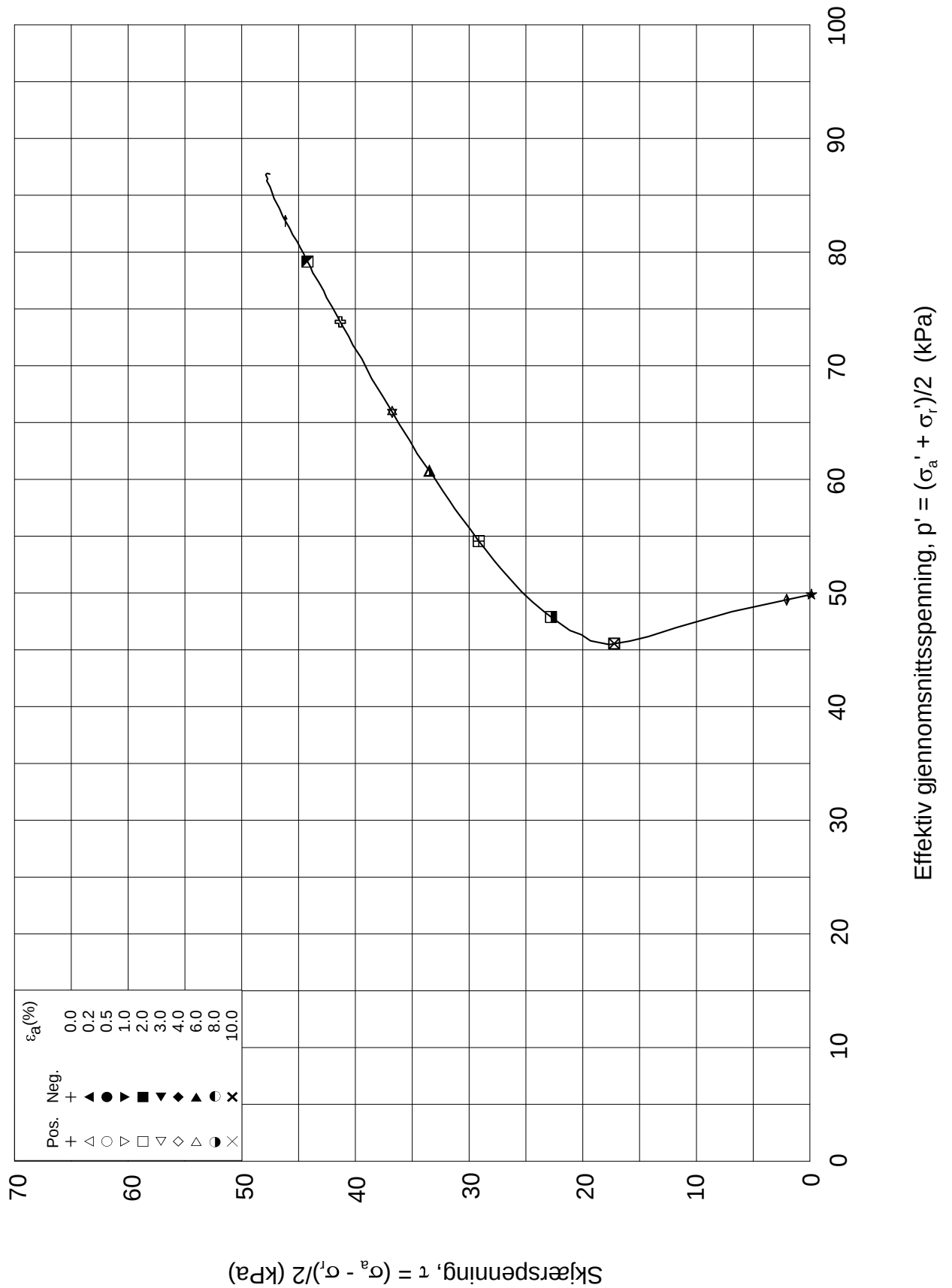
MAS

Test: **1**

w_c = **33.3** %

σ_{rc}' = - - **50.0**





Date/Rev.: 2009-11-03/01

Esval - utvidelse av deponi

Dokument nr.
20140105-01-R

Treaksial forsøk: **CAUA**

Dato
2014-03-26

Boring: **3**

Dybde = **5.50** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **3**

p_o' = **50.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Figur nr.

E4

Del: **A**

w_i = **34.6** %

σ_{ac}' = - - **50.1**

Tegnet av

MAS

Test: **1**

w_c = **33.3** %

σ_{rc}' = - - **50.0**



Vedlegg F - Ødometerforsøk

Innhold

F1 Metode	2
F2 Innbygging av prøve	2
F3 Resultater	2
F4 Referanser	3

Tabeller

Tabell F1	Sammenstilling av ødometerforsøk
-----------	----------------------------------

Figurer

Figur F1-F3	Plott fra ødometerforsøk, lokasjon 2/2014
-------------	---

F1 Metode

Hensikten med ødometerforsøk er å skaffe seg kunnskap om materialets deformasjons- og konsolideringsegenskaper, samt å oppnå et estimat av prekonsolideringsspenning, p_c' . I dette prosjektet ble det utført 1 stk. Constant Rate of Strain (CRSC) - ødometerforsøk, fra dybde 7,3m i borehull 2/2014.

Forsøket er utført etter standard prosedyre for ødometerforsøk ved NGI, beskrevet i ref. /F1/.

F2 Innbygging av prøve

Sylinderdiameteren som er brukt for å ta opp prøvene er 72 mm. Siden dette tilsvarer et større areal enn det er på CRS-cellen, ble prøven trimmet ned til riktig areal.

Prøvene ble bygd inn i 35cm² celle og høyde 20mm. Prøven lastes opp samtidig med at filter og slanger vannmettes når spenningene er høye nok til å unngå svelling.

Prøven kan drenere fritt på toppen, men er tett i bunn. Deformasjonshastigheten velges slik at poretrykket som måles i bunn av prøven ikke overstiger 5 % av spenningen som blir påført. Hastigheten endres dersom poretrykket overstiger 15 % av total påførte spenninger.

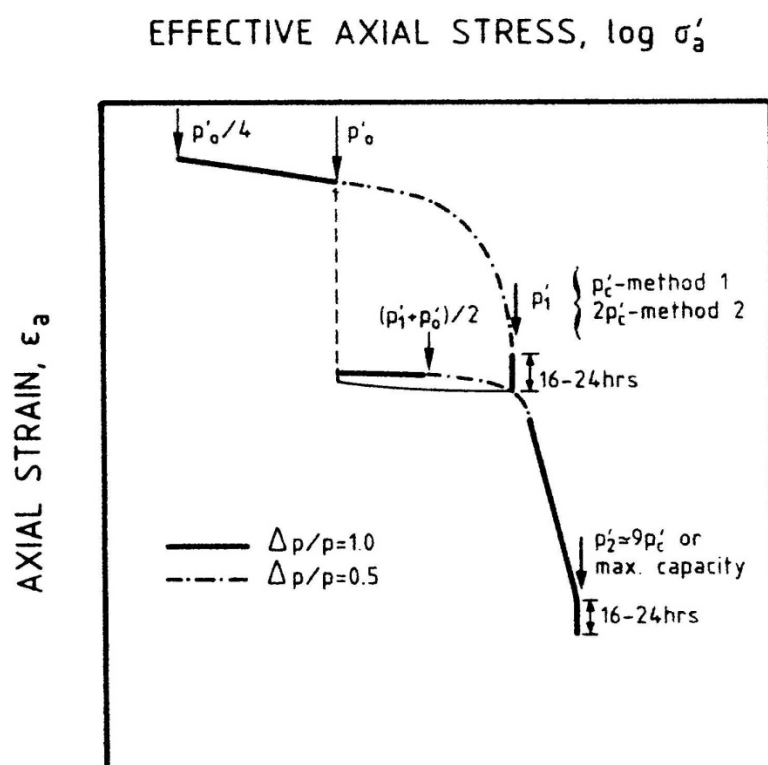
Forsøkene startes som regel fra en spenning lik $p_0'/4$. Forsøket kjøres med en konstant deformasjonshastighet samtidig som last, deformasjon og poretrykk logges kontinuerlig.

Prøven lastes opp til p_1' før den lastes av til $(p_1' + p_0')/2$ og så lastes videre til $p_2' \cong 9 p_c'$. Belastningsprosedyre for CRSC- ødometerforsøk er vist i figur 1 på neste side.

F3 Resultater

Tabell F1 gir en oversikt over jorddataene for ødometerforsøket som er utført. Her er det også gitt en indikator på prøve kvaliteten til den prøven gjennom forholdstallet $\Delta V/V$ og $\Delta e/e_0$ ved p_0' . Ut fra dette forholdstallet klassifiseres prøvene i henhold til inndeling gitt i ref. /F2/. Prøve kvaliteten er klassifisert som veldig bra.

Resultatene fra forsøket er presentert i figurene F1 til F3. De tre diagrammene viser hhv. ett i logaritmisk skala og to i lineær skala, hvorav det ene har bedre oppløsning for tolking av parametere omkring p_c' .



Figur 1 Belastningsprosedyre CRSC - ødometerforsøk

F4 Referanser

- /1/ Sandbækken, G., Berre, T. and Lacasse, S. (1986)
Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute
Consolidation of soils: Testing and evaluation
ASTM STP 892, R.N. Young and F.C. Townsend, Eds., 1986
- /2/ Lunne, T., Berre, T., Andersen, K. H., Strandvik, S., Sjørsen, M. (2006)
Effects of sample disturbance and consolidation procedures on measures
shear strength of soft marine Norwegian clays.
Canadian Geotechnical Journal, 2006, vol. 43, no. 7, pp. 726-750

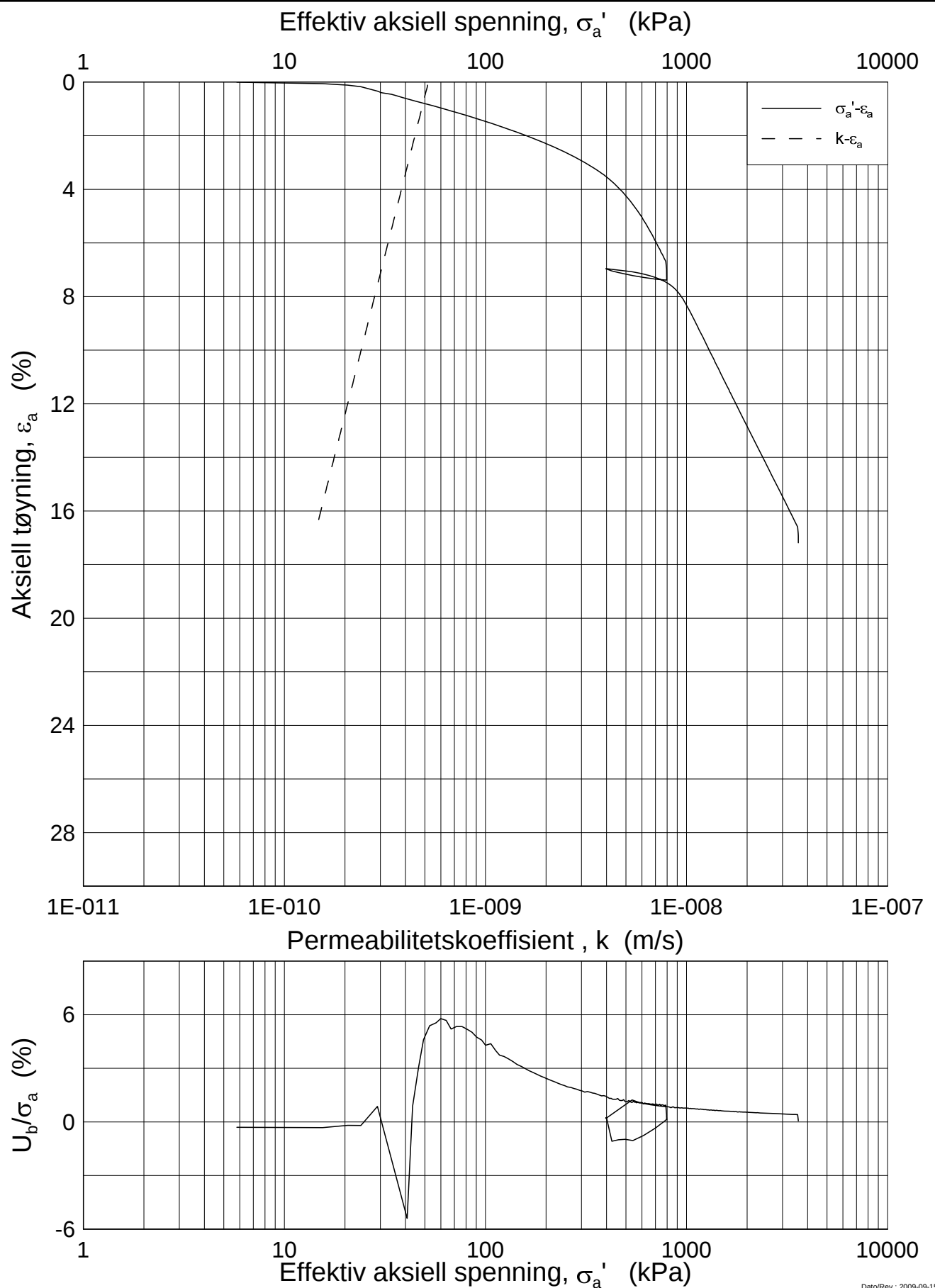
20140105

Esval Miljøpark

TABELL F1 : SAMMENSTILLING AV ØDOMETER- FORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER							DEFORMASJONS - OG KONSOLIDERINGSPAR								Figur referanse							
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _l	w _p	Ip	Leir Innh.	γ _{tot}	Type forsøk	p' _{0v}	Start av- lasting	Start re- lasting	Perme- abilitet	ε _{ac} ved p' _{0v}	Δe/e ₀	Prøve kvalitet									
	mm		m		%	%	%	%	%	kN/m ³		kPa	kPa	kPa	m/s	%											
2	72	2-B	7.3	Leire	32.8	38.3	18.5	19.8	-	18.81	CRS	80	800	400	5*10 ⁻¹⁰	1.50	0.032	1	F1-F3								
w _i	In-situ vanninnhold				Perm	Tatt ut ved 0 tøyning						Prøvekvalitet:		1 Meget god, utmerket													
w _l	Flytegrense				ε _{ac}	Vertikal tøyning ved p' _{0v}								2 God, brukbar													
w _p	Utrullingsgrense				Δe/e ₀	Δe = εac (1+e _i) og e _i = 2.75 * w _i								3 Dårlig													
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w _l - w _p												4 Svært dårlig														
p' _{0v}	In-situ vertikal effektivspenning																										
CRS	Constant Rate of Strain																										

H:\LABDATA\A\2014\20140105\Oedom\2_2014-2-B-1 Log(CRS2543).grf



Dato/Rev.: 2009-09-15/3

Esval - utvidelse av deponi

Dokumentnr.
20140105-01-R

Ødometer test (CRSC)

Dybde = 7.30 m

Dato
2014-04-11

Borhull: 2_2014

Sylinder: 2

p_o' = 80.0 kPa

Figurnr.

F1

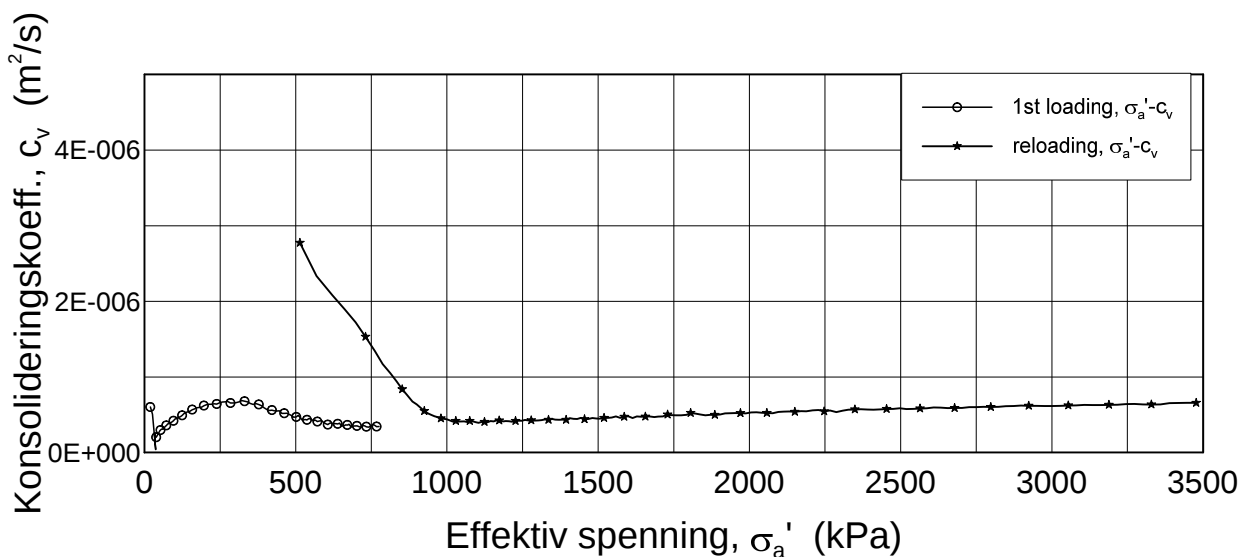
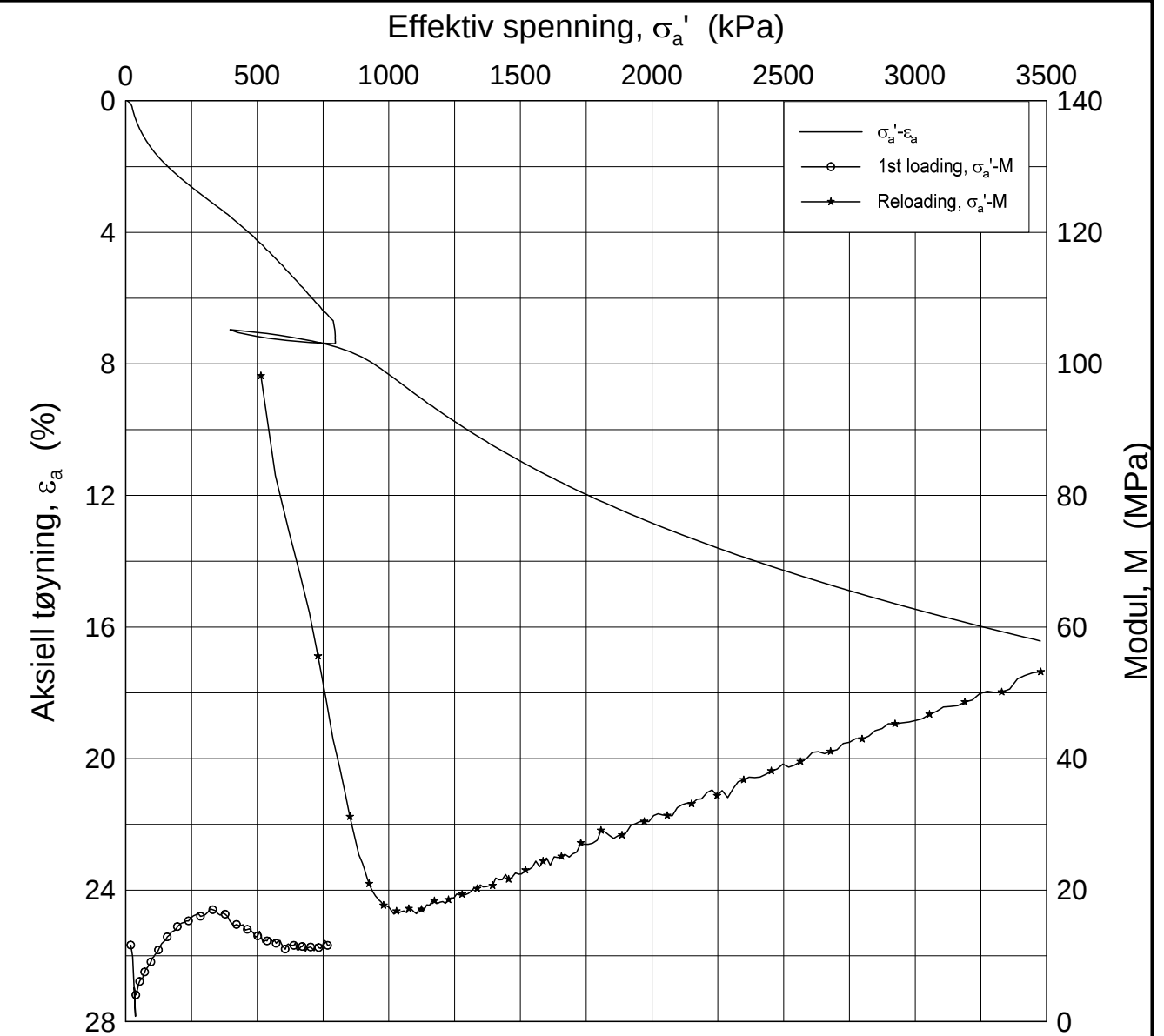
Del: B

Test: 1

w_i = 32.78 %

Tegner
FI/





Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Esval - utvidelse av deponi

Oedometer test (CRSC)

Borhull: 2_2014

Del: B

Sylinder: 2

Test: 1

Dybde = 7.30 m

p_o' = 80.0 kPa

w_i = 32.78 %

Dokumentnr.

20140105-01-R

Dato

2014-04-11

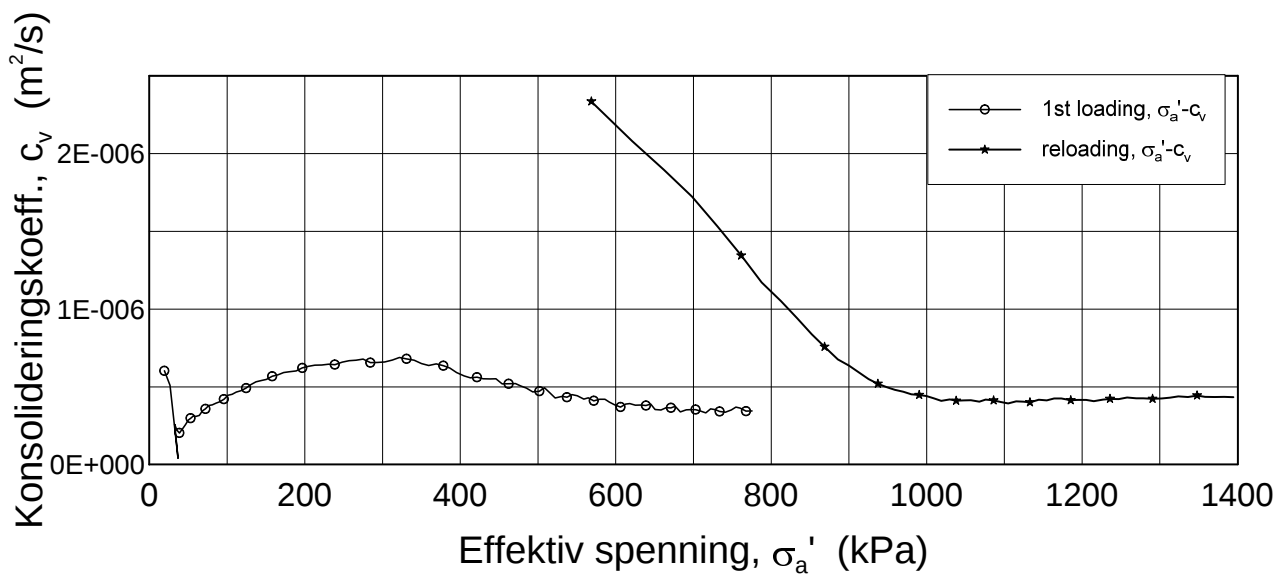
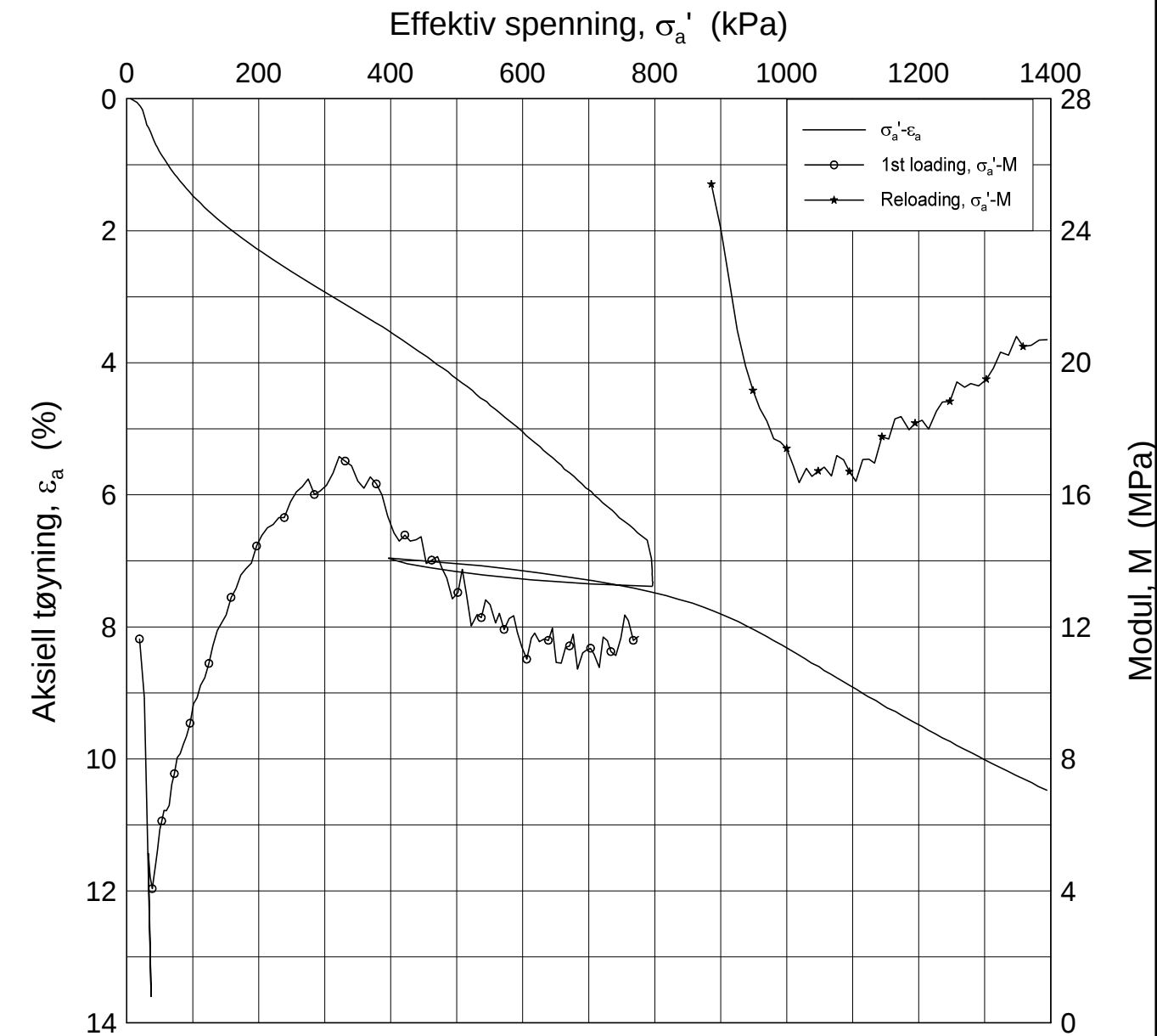
Figurnr.

F2

Tegner

FI/





Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Esval - utvidelse av deponi

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 7.30 m

Borhull: 2_2014

Sylinder: 2

p_o' = 80.0 kPa

Del: B

Test: 1

w_i = 32.78 %

Dokumentnr.

20140105-01-R

Dato

2014-04-11

Figurnr.

F3

Tegner

FI/



Vedlegg G - Kalibreringsskjema CPTU-sonde

Kalibreringsintyg

Environmental Mechanics AB intyggar härmed att CPT sonden av typ Memocone, med det serienummer som anges nedan, har blivit kalibrerad i vårt laboratorium samt passerat vår kvalitetskontroll.

Referensutrustning:

Kraftkalibreringar utförs med en lastcell av typ HBM C1. Den har en noggrannhet på 0.05%, och testas regelbundet hos Statens Provningsanstalt. Som kontrollutrustning används kontrollvägda vikter.

Tryckkalibreringar utförs med en "dead-weight" testapparat av typ WIKA N2. Den har en noggrannhet på 0.05%

Environmental Mechanics AB
Kungegårdsgatan 7
44157 Alingsås
Sverige

Area faktorer	a=0.70 b=0.007
Serienr	20759
Datum	21-Feb-2013
Klassifikation	ISO 22476-1 Klass 1, ASTM D 5778
Ingenjör	Johan Nilsson

Envi 

Environmental Mechanics AB
Kungegårdsgatan 7
S-441 57 Alingsås
SWEDEN


.....

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Geoteknisk datarapport						Dokumentnr./Document No. 20140105-01-R			
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited				Dato/Date 24. april 2014			
						Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0			
Oppdragsgiver/Client Esval Miljøpark									
Emneord/Keywords Grunnundersøkelser, stabilitet									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Akershus						Havområde/Offshore area			
Kommune/Municipality Nes						Feltnavn/Field name			
Sted/Location Esval						Sted/Location			
Kartblad/Map Jessheim 1915 II						Felt, blokknr./Field, Block No.			
UTM-koordinater/UTM-coordinates UTM 32 Euref 89: N6674601, Ø632974									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	LaH		BGK					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 24. april 2014		Sign. Prosjektleder/Project Manager Bjørn Kalsnes					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

