



# Geoteknikk

Sjødeponi Kråkøya, geoteknikk  
Regulerings- og byggeplan

Roan kommune

Ressursavdelingen

Ud580B-GEOT-R05





**Statens vegvesen**



# Oppdragsrapport

Nr. Ud580B-GEOT-R05

Labsysnr. 4190001

## Geoteknikk

Sjødeponi Kråkøya, geoteknikk  
Regulerings- og byggeplan

Deponering av tunnelmasser i Kråkøya hvor fyllinga etableres i sjø.

### Region midt

Ressursavdelingen

Berg- og geoteknikkseksjonen

Postadr. Postboks 2525

6404 MOLDE

Telefon 22073000

[www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	264429 - 7122457	Fosenvegene v/ Olaf Rovik	11
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
5019	Roan	2019-03-15	12
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Lars Andreas Solås	4
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
406312		Per Olav Berg	gundjup
Sammendrag			

Etter oppdrag fra Fosenvegene v/ Olaf Rovik har Berg- og geoteknikkseksjonen i Region midt utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for ett sjødeponi ved Kråkøya.

Terrenget i sjøen ligger gunstig til med slak helning og bergblotninger på flere kanter av deponiet. Det var opprinnelig planlagt ett deponi 55 meter lenger ut, men dette ble innsnevret pga. bløt leire med relativt stor mektighet utover i sundet.

Deponiet er nå plassert mer gunstig, for at stabiliteten skal være god nok er det krav til hva som skal utføres. Dette er beskrevet på side 8.

Det gjøres oppmerksom på at det skal installeres piezometer for overvåkning av poretrykk under oppbygging. Det er i første omgang tillatt å fylle til kote +1, samt helning 1:3 der fyllinga ligger på løsmasser.


Tiltaket er definert som et steindeponi og for etterbruk til næringsareal må det gjøres en geoteknisk vurdering tilpasset brukstypen/byggeplaner. Statens vegvesen har ingen ansvar for utvidet bruk av deponiet.

Emneord

Sjødeponi, bløt leire, tunnelmasser, steinfot

**GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENNS-/PÅLITELIGHETSKLASSE**

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/pålitelighetsklasse	Konsekvens-klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1 ←	CC1/RC1 <input type="checkbox"/>	CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, og <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2 ←	CC2/RC2 <input checked="" type="checkbox"/>	CC2	<b>Middels</b> stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3 ←	CC3/RC3 ev RC4 <input type="checkbox"/>	CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller <b>svært store</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Lars Andreas Solås 		2019-03-15
Oppdragsgiver	Fosenvegene v/ Olaf Rovik		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse
<p>I utgangspunktet ett konvensjonelt tiltak med bruk av sprengt- og storstein.</p> <p>Det er gjort både sjøbunnskartlegging, lettseismikk og sonderinger samt tatt prøver. Det gir ett godt grunnlag for vurderinger.</p> <p>Terrenget under sjø heller veldig slakt, samt at der deponiet plasseres er det liten mektighet av løsmasser over berg. Det er i tillegg berg på begge sider av deponiet som er fordelaktig. Det er derfor valgt geoteknisk kategori 2 og CC2/RC2.</p>

**PROSJEKTERINGSKONTROLL**

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll (B)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Lars Andreas Solås 	Lars A. Solås  <small>Digitalt signert av Lars A. Solås Dato: 2019.03.15 11:09:57 +01'00'</small>	2019-03-15
Kollegakontroll (N)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Gunnar Øvrelid Djup	Gunnar Øvrelid Djup  <small>Digitalt signert av Gunnar Øvrelid Djup Dato: 2019.04.01 09:04:59 +02'00'</small>	
Utvidet kollega-kontroll (U)			
Uavhengig kontroll (U)			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunnleggende kontroll	Kollega-kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B (begrenset)	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N (normal)	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U (utvidet)	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

## INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE .....	3
VEDLEGGSOVERSIKT .....	3
1 INNLEDNING/ORIENTERING .....	4
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	4
3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	4
4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD .....	5
4.1 Geoteknisk kategori .....	5
4.2 Deponi Kråkøysundet .....	6
4.2.1 Grunnforhold .....	6
4.2.2 Valg av geotekniske parametere .....	6
4.2.3 Stabilitetsforhold .....	7
4.2.4 Setningsforhold .....	9
5 VIDERE ARBEIDER .....	10
6 HMS - FORHOLD .....	10
7 REFERANSER .....	11

## VEDLEGGSOVERSIKT

<b>Bilag</b>	
1A	Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)
2	Oversiktskart 1:50 000
3	Borpunktoversikt
4	Resultater fra rutineundersøkelser
5	Teknisk beregning
6	CPTU tolket
7	SHANSEP-beregninger
8	Treaks og ødometer tolket
9	Stabilitetsberegninger
10	Setningsberegninger
11	Tidevann og vannstand (Kartverket)
12	Vanddypsmåling og lettseismiske målinger (GeoSubSea)

<b>Tegning</b>	<b>Målestokk</b>	
V01	Plankart	1:1000
V02	Tverrprofil profil A	1:250
V03	Tverrprofil profil B	1:200
V04	Enkeltsonderinger samlet	



## 1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra Fosenvegene v/ Olaf Rovik har Berg- og geoteknikkseksjonen i Region midt utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for ett sjødeponi ved Kråkøya i Roan kommune.

Det var opprinnelig planlagt ett deponi 55 meter lenger ut enn det som vises i plankartet. Dette har blitt innsnevret pga. bløt leire med relativt stor mektighet utover i sundet.

Deponiet er nå, geoteknisk sett, plassert mer gunstig, med bare 2-3 m løsmasser over berg, samt bart berg på «sidene».

Bilag 2 viser et oversiktskart i målestokk 1:50 000 for området.

En oppsummering av, og forutsetning for valgte jordparameter finnes i bilag 5 teknisk beregning.

Som grunnlag er det utført sjøbunnskartlegging og lettseismikk av GeoSubSea, se bilag 12.

For vannstand ligger sjødata fra Kartverket til grunn, se bilag 11.

## 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er fra tidligere ikke utført noen kjente grunnundersøkelser i området.

## 3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelsene omfatter i alt 21 totalsonderinger og 6 trykksonderinger (CPTU) samt opptak av 10 uforstyrrede prøveserier. Undersøkelsene er utført av Multiconsult med deres borebåt i perioden mellom 07.01 og 08.01.2019.

Alle borer er innmålt med DGPS som normalt gir nøyaktigheter for xyz-koordinatene innenfor  $\pm 10$  cm. Koordinatene er oppgitt i NTM-sone 10 og høydesystem NN2000.

En samlet oversikt over plassering, bordybder og data for identifisering av de forskjellige boringene framgår av bilag 3.

Plasseringen av alle borpunkt er vist på plankart i tegning V01.

De opptatte prøveseriene er analysert ved Vegvesenets laboratorium på Rosten i Trondheim med hensyn til korngradering og vanninnhold for alle, samt styrkeegenskaper for de uforstyrrede prøvene.

Resultatene fra totalsonderingene og laboratorieanalysene av prøveseriene framgår av de aktuelle tverrprofilene i tegning V02 til V03, samt en samletegning med enkeltsonderinger benevnt V04.

I tillegg er også resultatene fra de rutinemessige laboratorieanalysene av prøveseriene vist i tabellformat i bilag 4.

Resultatene fra tolkningene av CPTU og bl.a. skjærstyrkeverdier ut fra spissmotstand og poreovertrykk er framlagt i bilag 6.

## 4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD

### 4.1 Geoteknisk kategori

I henhold til *NS-EN 1990:2002+AI:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner* er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2.

I henhold til *NS-EN 1997-1:2004+AI:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Almenne regler og Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging* skal det benyttes geoteknisk kategori 2 for prosjektet.

Sjødeponi skal ifølge HbN200 plasseres i geoteknisk kategori 3, men kan også havne i geoteknisk kategori 2 om det er spesielt gunstige forhold. Her er sjøbunnen kartlagt som veldig slakt hellende, samt at der deponiet plasseres er det liten mektighet av løsmasser over berg. Det er i tillegg berg på begge sider av deponiet som er fordelaktig. Det bemerkes at det er veldig viktig at oppbyggingen, samt oppfølging under byggearbeidene gjøres riktig. Det er derfor ett absolutt krav og en forutsetning at geotekniker skal følge opp anleggsarbeidet.

Kontrollklasse er satt til kollegakontroll (PKK2).

Skjema for valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse er vist på side 2 i rapporten.

Ut fra konsekvensklasse og bruddmekanisme (nøytralt brudd) er nødvendig materialkoeffisient  $\gamma_m$  satt til 1,4 for både totalspenningsanalyse ( $s_u$ ) og effektivspenningsanalyse ( $a\phi$ ).

Omfang av kontroll i de forskjellige fasene er i utgangspunktet definert etter valgt geoteknisk kategori og følgende tabell:

Kontroll av	Geoteknisk kategori		
	1	2	3
<b>Utførelse</b>	Inspeksjon, enkle kvalitetskontroller, kvalitativ bedømmelse	Grunnens egenskaper, arbeidsrekkefølge, konstruksjonens oppførsel	Tilleggsmålinger der det er aktuelt: - grunn og grunnvann - arbeidsrekkefølgen - materialenes kvalitet - tegninger - avvik fra prosjektering - resultat av målinger - observasjon av miljøforhold - uforutsette hendelser
<b>Grunnforhold</b>	Befaring, registrering av jord og berg som avdekkes ved graving	Kontroll av egenskap til jord og berg i fundamentnivå	Ekstra undersøkelser av jord og berg som kan være viktige for konstruksjonen
<b>Grunnvann</b>	Dokumentert erfaring	Observasjoner/målinger	
<b>Byggeplass</b>	Ikke krav til tidsplan	Utførelsesrekkefølge angis i prosjekteringsrapport	
<b>Overvåkning</b>	Enkel, kvalitativ kontroll	Måling av bevegelser på utvalgte punkter	Måling av bevegelser og analyser av konstruksjon

## 4.2 Deponi Kråkøysundet

Oversiktskart: V01  
Tverrprofil: V02, V03  
Enkeltsone: V04

Deponiområdet ligger i en «trakt» med fjell på hver side og sjø midt i. Der deponiet plasseres heller terrenget med 1:19. Utenom deponiet er terrenget mot (sør)vest tilnærmet flatt med omkringliggende fjell, mens mot sør heller terrenget 1:28.

### 4.2.1 Grunnforhold

Fra kvartærgeologisk kart (NGU) kan det avleses strandavsetninger. Grunnundersøkelsene viser ett grusig sandlag med mektighet 0,5-2 meter over bløt siltig leire med mektighet på 1,5 til 11 før det går over i fjell.

Fjelldybden varierer, og det er avdekket bart fjell både øst og vest for deponiet. Like i underkant foten, samt like i front av deponiet er det ca. 2-3 meter til fjell før det blir dypere til fjell (mot sør). Helt mot sør går det over i fast fjell igjen, slik at løsmassene utenfor deponiet ligger i ett sund omgitt av berg på tre kanter, bortsett fra mot sør-øst.

Kornfordelingsprøver viser at siltig leirlag inneholder ca. 15-30% sand og 5-10% grus. Densiteten er i snitt 20,2 kN/m<sup>3</sup>. Typisk målt vanninnhold er fra like underkant 24% til oppimot 30%. Uomrørt skjærstyrke fra konus og enaks varierer en god del, med resultater alt fra 4,5 til 22,6 kPa. Enaks-prøver har stor bruddtøyning, noe som tyder på at de er forstyrret.

Leira er lite sensitiv med målinger fra 3 til 5, og en omrørt skjærstyrke fra 2,1-4,6. Av 10 omrørt konus, er det en prøve i bp. 144 som viser under 2 i omrørt, men den er vurdert som unntaket og ses bort fra.

Leira er middels plastisk med en snittplastisitet,  $I_p$ , på 11,5%, og flytegrense på 25-30%.

### 4.2.2 Valg av geotekniske parametere

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Tyngdetetthet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Udrenert skjærstyrke $s_{uA}$ (kPa)	Attraksjon $a$ (kPa)	Friksjons- vinkel $\phi$ (°)	Merknad
Steinfylling	19	-	10	42	Antatt erfaringsverdi, HbV220
Steinfot	19	-	10	42	-----
Grusig sand	17	-	0	36	-----
Siltig leire	20	10 - 25	7,5	22	C-profil, økning i skjærstyrke 2,8 kPa per meter
Grus	19	-	6,5	37	Antatt erfaringsverdi, HbV220

Grunnvannstanden er antatt å ligge i høyde med sjøoverflaten. Til beregninger av stabilitet er det benyttet laveste astronomiske tidevann (LAT) på -156 cm (NN2000).

### 4.2.3 Stabilitetsforhold

Det er utført beregninger for profil A som er vurdert til å være kritisk for vårt tilfelle. Beregningen er utført både med Geosuite Stability og Plaxis 2D, og resultatene er oppsummert i tabellen under.

Ved våre beregninger for profil A har vi oppnådd følgende materialfaktorer,  $\gamma_m$ :

Tiltak	Bilag	Beregningsprogram	Beregningsmetode	Materialfaktor $\gamma_m$	Merknad
Deponi, fyllingshøyde kote +2,25	9.1	Geosuite Stability	<i>Beast, ADP</i>	1,54 1,40 1,55	Tolket udrenert skjærstyrke fra CPTU v/ Karlsrud et al.
			Rtan		
			Plane optimize Plane optimize lang glideflate		
Deponi, fyllingshøyde kote +2,25	9.4	Plaxis 2D	<i>Mohr-Coulomb c-phi reduksjon</i>	1,35  1,45  1,93	*Maksimalt tillatt poretrykk for hhv. midt i, og i bunn av leirlaget for å ivareta krav til sikkerhet.
			Maks Poreovertrykk		
			Poreovertrykk 62/76 kPa*  Avtatt poreovertrykk		
Deponi, fyllingshøyde kote +3,25	9.2	Geosuite Stability	<i>Beast, aphi</i>	1,93	Tolket udrenert skjærstyrke fra SHANSEP* gitt fyllingshøyde +2,25
			Rtan		
			<i>Beast, ADP</i> Rtan Plane optimize	1,50 1,35	
Deponi, fyllingshøyde kote +3,25	9.3	Geosuite Stability	<i>Beast, ADP</i>	1,50 1,40	Tolket udrenert skjærstyrke fra SHANSEP* gitt fyllingshøyde +3,25
			Rtan Plane optimize		
Deponi, fyllingshøyde kote +3,25	9.4	Plaxis 2D	<i>Mohr-Coulomb c-phi reduksjon</i>	1,15  1,4  1,82	*Maksimalt tillatt poretrykk for hhv. midt i, og i bunn av leirlaget for å ivareta krav til sikkerhet.
			Maks poreovertrykk		
			Poreovertrykk 75/82 kPa*  Avtatt poreovertrykk		

\*SHANSEP er beregnet i bilag 7.

Resultatene viser at krav til materialfaktor er ivare tatt for alle faser, gitt at poretrykket kontrolleres. I tillegg vil det være en viss innspenningseffekt, siden utløpssonen for en eventuell utglidning ligger med fjell på begge sidene. Denne er ganske liten, så den er ikke tatt med i beregninger – men vil gi ett ekstra bidrag til den sikre siden.

Beregning av drenert ferdigtilstand gir noe ulikt resultat for GeoSuite og Plaxis, men det er ikke helt samme bruddflate – samt at begge har mer enn god nok sikkerhet slik at det er ok. Det gjøres oppmerksom på at for å få god nok stabilitet med full fyllingshøyde (opptil kote +3,25) er SHANSEP lagt til grunn. Dette er en empirisk sammenheng hvor den nye spenningssituasjon tas inn ved økt last og derav økning i OCR. Se beregning i bilag 7.

Følgende skal ligge til grunne og følges opp i anleggsfasen:

1) Det kan i første omgang fylles opptil kote +1, og før det kan fylles videre må poreovertrykket i leirlaget kontrolleres og godkjennes av geotekniker. Dette overvåkes med piezometer og avlesning av poretrykk i leirlaget. Neste nivå for oppfylling for godkjenning er kote +2,25.

Selve oppbyggingen starter med å etablere en steinfot med bredde på 6 meter. Den vil da være en fot for fyllinga som sikrer god nok stabilitet. Det skal da brukes storstein som presses gjennom leira og ned på veldig faste masser/berg. Sandlaget graves bort og hives i bakkant/på siden av gravemaskin. Gravemaskin skal alltid stå på fast grunn/steinfoten. Altså arbeides det framover. Fyllinga skal aldri ligge brattere enn 1:3 der den står på eksisterende løsmasser. Det er viktig at det etableres erosjonssikring med storstein der bølger og havstrømmer kan ta tak. Minste sidekant på stein skal da være 0,6 meter og skal dekke utsatte områder.

Det er viktig at det på beste måte verifiseres at steinlaget er i kontakt med veldig fast grunn/fjell. Det skal derfor legges følgende til grunn for arbeidene:

- 1) Gravemaskinfører starter alltid med å grave vekk sanda.
- 2) Deretter sjekkes dybde ned til fast grunn. Denne noteres fortløpende ned. I tillegg er det en fordel at leira lokalt er omrørt når det skal presses stein ned.
- 3) Gravemaskinfører gjør systematisk stikk kontroll av at stein når riktig dybde (høyde over fast grunn stemmer med størrelse på stein). Data fra stikk kontroll følges fortløpende opp underveis av byggherre som skal holde tett kontakt med gravemaskinfører.
- 4) Det sjekkes at mengden stein inn omtrentlig tilsvarer det volumet bløt grunn som fortrenses.

For samtlige faser er det viktig at geotekniker holdes løpende orientert!

Siden sjøbunn utenfor deponiet ligger veldig slakt er dagens områdestabilitet bra. Når det i tillegg er grunt til berg like utenfor deponiet (sett mor sørvest) er det ikke noen fare for områdestabiliteten når det massefortrenses for etablering av steinfoten.

#### 4.2.4 Setningsforhold

Det er utført setningsberegninger med Geosuite Setninger og Plaxis 2D. Beregningsresultatene er tilnærmet like og finnes oppsummert i tabellen under, samt i bilag 10. Der finnes også valgte input til materialparameter.

Situasjon	Setninger (cm)	Tidsforløp (måneder)	Kommentar
<i>Deponi, total fyllingshøyde 7 meter</i>	13-18	Størsteparten av setninger innen tre måneder*	Beregnet der fyllingshøyde er maksimal. Tykkelse av leirlag på 1,5 meter, men mektigheten avtar trolig mot land slik at setningene avtar.
<i>Deponi, total fyllingshøyde 3 meter</i>	7-10 cm	Størsteparten av setninger innen tre måneder*	Tykkelse av leirlag på 1,5 meter.

\*Beregnet med en drensvei oppad i sandlaget. Om det dreneres likt ned i det faste gruslaget (tynt lag i overkant fjell) skal det i teorien gå fire ganger så fort.

Etablering av piezometer gir kontroll på poretrykket og derav når primærsetningene er over. Med ulik høyde på steinfyllinga samt at leirlaget vil ha varierende tykkelse over området, vil setningene bli ujevne. Det er derfor anbefalt å vente med/ha en siste avretting etter primærsetninger er unnagjort. Dette gjøres i samråd med geotekniker

Det er i tillegg beregnet horisontal forskyvning på oppimot 6 cm (i retning ut fra fylling).

## 5 VIDERE ARBEIDER

-Byggherres geotekniker skal følge oppbyggingen under anleggsperioden. Geotekniker skal i tillegg være med på entreprenørens SJA og gjennomgang før arbeidene setter i gang.

-Som grunnlag for overvåking av poretrykk skal det etableres piezometer igjennom fyllinga. Dette skal tidligst mulig ut for å få en nullavlesning samt at en får avlest under hele fyllingsforløpet.

-Denne rapporten gjelder for både regulerings- og byggeplan, men det skal skrives en ny revisjon når ytterligere undersøkelser foreligger og eventuell godkjenning for fylling til kote +3,25.

## 6 HMS - FORHOLD

I henhold til byggherreforskriftene skal det for dette arbeidet lages byggherrens HMS-plan. Dette kapittelet gjelder risiko i forbindelse geotekniske arbeider ved oppbygging av deponi i sjø.

I byggefasen skal entreprenøren, for de kritiske arbeidsoperasjonene som oppbygging og fylling av deponi i sjø lage risikovurdering (sikker jobbanalyse). Krav om dette skal fremgå av byggherrens SHA-plan.



## 7 REFERANSER

**GeoSubSea** (2018): Vanddypsmåling og lettseismiske målinger i Kråkæysundet, Roan kommune, Trøndelag.

**Kartverket** (2019): Vannstands nivå og ekstremverdier, Berfjorden

**Standard Norge** (2016): NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

**Standard Norge** (2016): NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler

**Standard Norge** (2008): NS-EN 1997-2:2007+NA:2008: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver

**Plaxis bv** (2014) Plaxis 2D Anniversary Edition

**Statens vegvesen** (2014): Håndbok N200 Vegbygging

**Statens vegvesen** (2005): Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser

**Statens vegvesen** (1997): Håndbok R211 Feltundersøkelser

**Statens vegvesen** (2010): Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging

**Statens vegvesen** (2012): Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger

**Statens vegvesen** (2010): Håndbok V222 Geoteknisk felthåndbok – Råd og metodebeskrivelser

**Statens vegvesen** (1992): Håndbok V223 Geoteknisk opptegning

**Vianova GeoSuite AB** (2013): Novapoint GeoSuite Settlement. Version 2.0

**Vianova GeoSuite AB** (2014): Novapoint GeoSuite Stability. Version 5.0

**NGI** (2010): En kort oppsummering av NGI's bruk av CPTU i praktisk prosjektering. CPTU-seminar Vegdirektoratet 26. April 2010. Utarbeidet av Kjell Karlsrud

**12<sup>th</sup> Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering** (2003): Recommended Practice for Soft Ground Site Characterization (SHANSEP). Av Charles C. Ladd og Don, J. DeGroot, 10. april 2003.

Opptegning i plan / på oversiktskart.

**TEGNINGSSYMBOLER**

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellements punkt.
◎	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	2413 Poretrykkmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	●	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
◊	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	∩	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. $Q_0$ registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

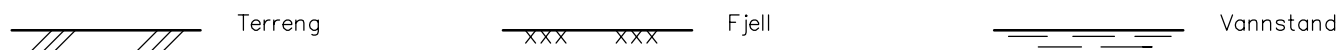
**NIVÅER OG DYBDER (i meter)**

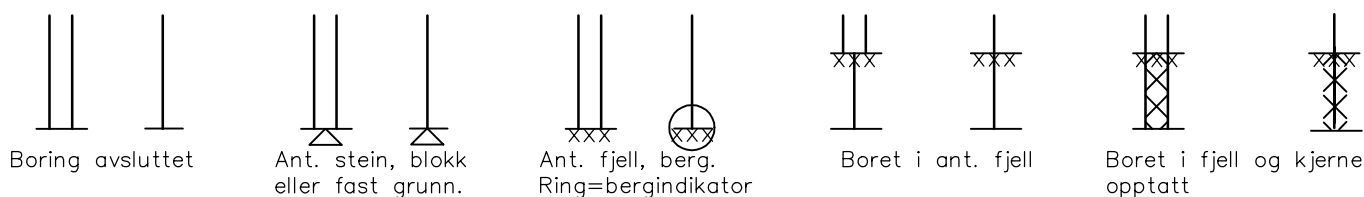
$$\star \frac{12,8}{-5,7} 18,5+3,0$$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).  
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).  
 Under linjen : sikker fjellkote.

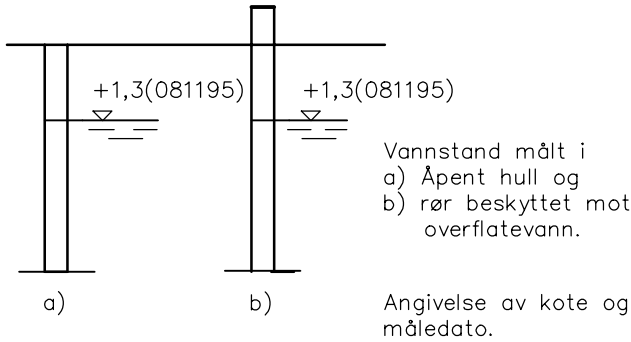
**OPPTEGNING I PROFIL**

Generelt

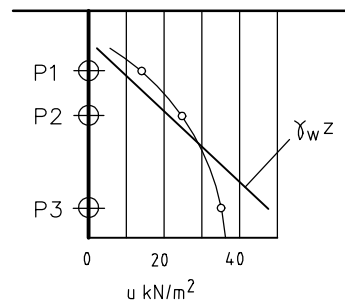

**FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)**

**AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)**


## GRUNNVANNSTAND



## ⊖ PORETRYKK

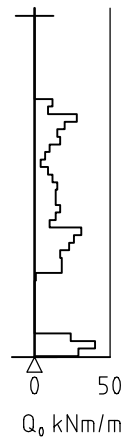


Poretrykk,  $u$ , fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling  $\gamma_w z$  kan vises.

## VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste reguleerte vannstand
LRV	Laveste reguleerte vannstand
HHV	Høyeste høyyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

## ▼ RAMSONDERING

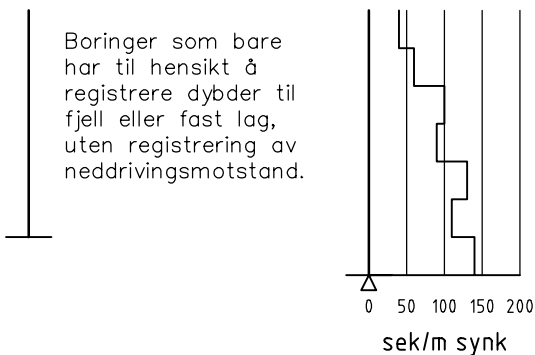


Rammemotstanden  $Q_0$  angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der  $W$  = Tyngde av lodd (kN)  
 $H$  = Fallhøyde (m)  
 $s$  = Synk i m pr. slag

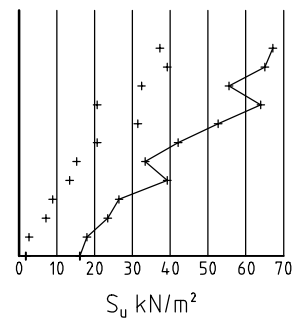
## ○ ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

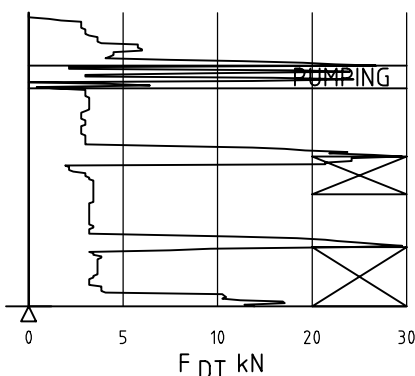
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

## + VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjørstyrken  $s_u$  og  $s'_u$  angis i kN/m<sup>2</sup> med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjørstyrke.

## ◆ DREIETRYKKSONDERING

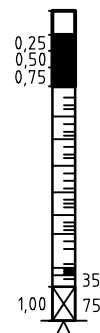


Vanlig boring med 25 omdr./min.  
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek.  
Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

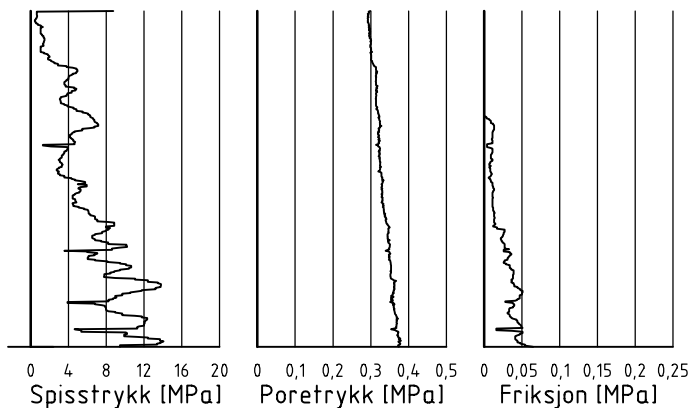
## ● DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

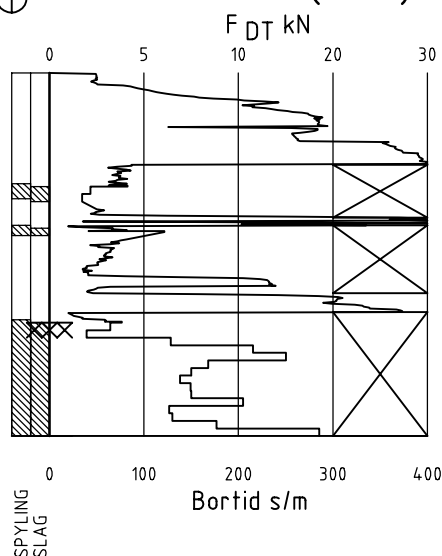
Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halv-omdreining. Mindre enn 100 halv-omdreining vises ved å skrive ant. halv-omdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverstr.

## ▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

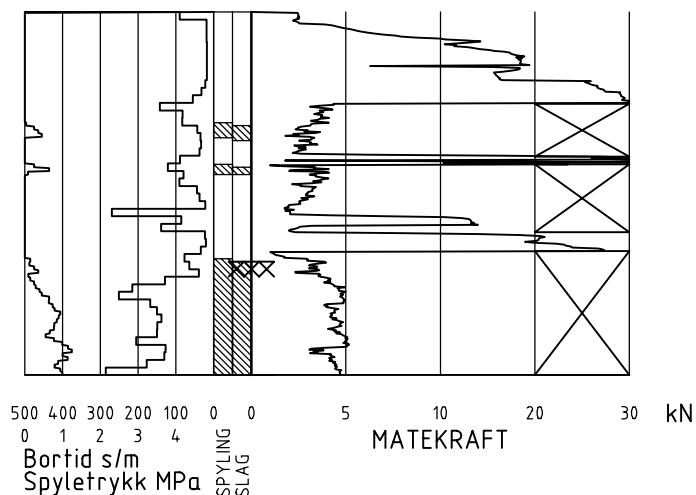
## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skraver. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

## KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

### GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

### ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

### FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

### BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørreskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

### STOPPKODER

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter
- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

### MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

⊙ PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)

Anmerkning



Fjell



Stein og blokk



Grus

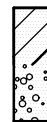


Sand

T = tørrskorpe  
Leire: R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.  
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene



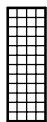
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



Trerester  
Sagflis



Matjord



Torv  
Planterester



Gytje, dy  
(vannavsatt)

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

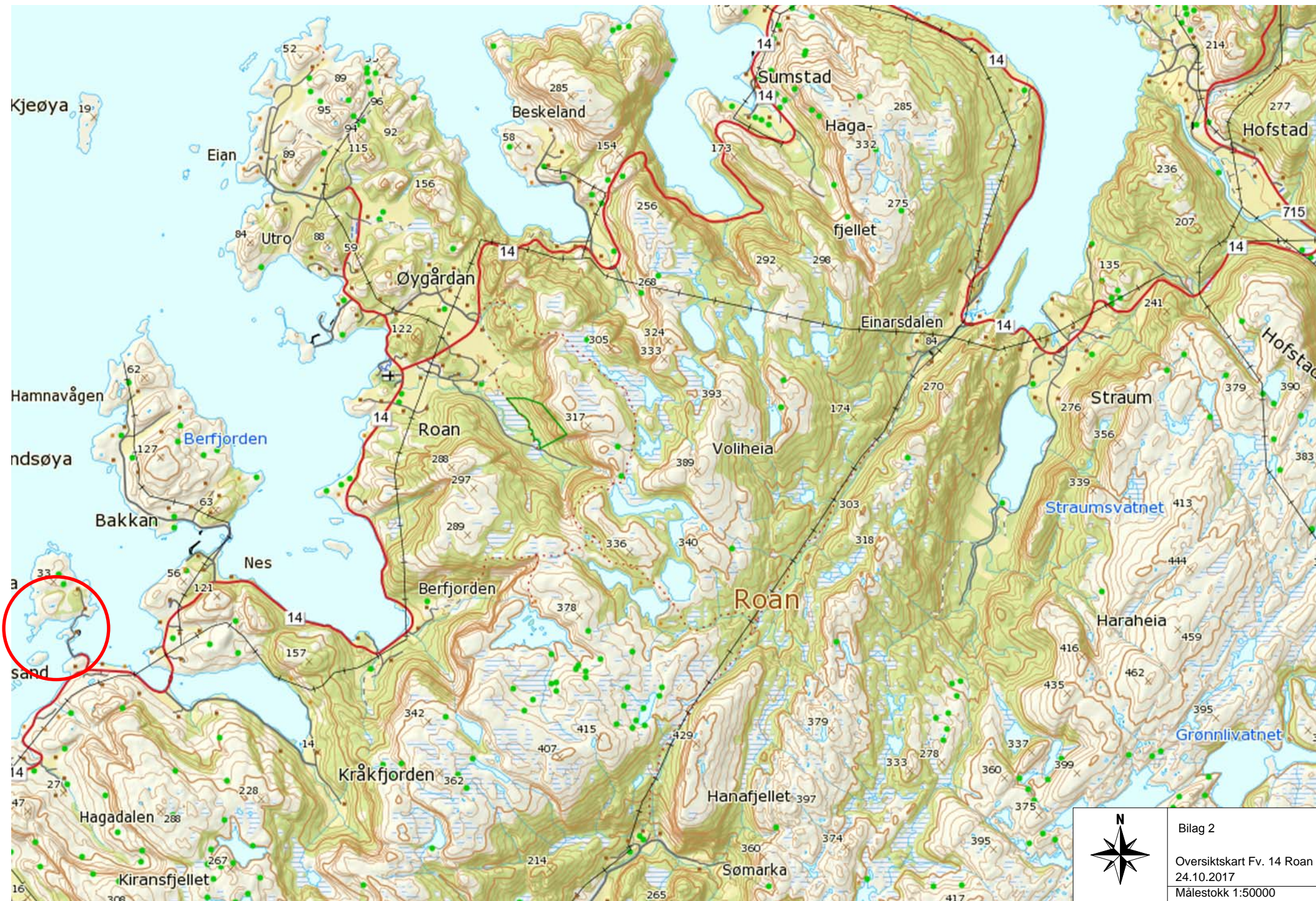
Ca = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurlulle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W <sub>P</sub> W <sub>L</sub> W <sub>F</sub>	• ┌───┐ ├───┤ └───┘	Angis i masseprosent av tørrstoff.  Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ <sub>d</sub> ρ <sub>s</sub>		Tyngdetetthet kN/m <sup>3</sup> . Densitet t/m <sup>3</sup> . γ (kN/m <sup>3</sup> )
Porøsitet Poretall	n e		
Skjørstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	S <sub>uk</sub> S <sub>u'k</sub> S <sub>ut</sub>	▼ ▼ ∞	Symbolet settes i ( ) hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε <sub>f</sub> ) angis i % slik: $\frac{15-0-5\%}{10}$
Sensitivitet	S <sub>t</sub>		Metode bør angis.
Organisk materiale  Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O <sub>c</sub> O <sub>gl</sub> O <sub>Na</sub> vP		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk.  Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H <sub>1</sub> –H <sub>10</sub>

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.





	Bilag 2
	Oversiktskart Fv. 14 Roan 24.10.2017
	Målestokk 1:50000



## BORPUNKTER Ud580B Deponi Kråkøya

Hullnr.	x-koordinat	y- koordinat	z- koordinat	Bormetode	Stopp- kode	Løsmasse	Fjell	Profil	Avsett	Merknad
1	1589046,017	84319,751	68,53	Total	93	1,55	0			
2	1589006,518	84338,812	67,37	Total	93	6,9	0			
3	1588976,709	84332,729	68,46	Total	93	9,32	0			
4	1589009,782	84360,223	58,15	Total	93	10,43	0			
5	1589141,331	84339,251	48,25	Total	93	0,95	0			
6	1589182,808	84341,362	48,95	Total	93	5,95	0			
7	1589162,739	84375,27	26,64	Total	93	15,13	0			
8	1589164,813	84338,54	46,17	Total	93	3,83	0			
2_1	1589006,518	84338,812	67,37	Prøve	90	4,8				
3_1	1588976,709	84332,729	68,46	Prøve	90	6,8				
4_1	1589009,782	84360,223	58,15	Prøve	90	8,8				
6_1	1589182,808	84341,362	48,95	Prøve	90	4,8				
7_1	1589162,739	84375,27	26,64	Prøve	90	6,8				
3240_B	1588186,471	84418,825	85,7	Total	90	7,8				
3070	1588057,859	84425,859	86,2	Total	90	8,2				
3720	1588666,954	84362,158	83,2	Total Prøve	90	25,5				
2940	1587953,824	84431,039	83,6	Total	90	3,7				



# Bilag 4 - Resultater fra rutineundersøkelser



Statens vegvesen

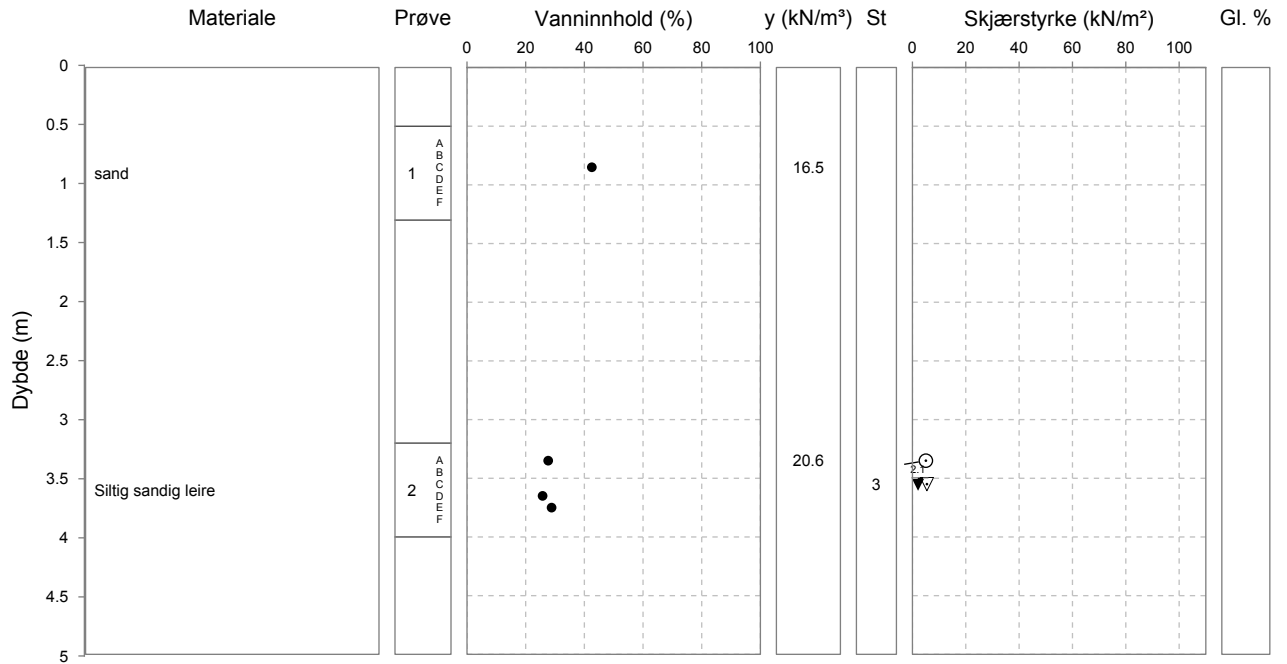
Region Midt

## Borprofil

Laboratorium: Sentrallaboratoriet Trondheim - I henhold til H014 labprosess: 14.425, R210.211, R210.216, R210.217, R210.218, R210.221, R210.222

Prøveopphav: (B) Bygherre (E) Entreprenør (P) Produsent

Oppdragsnr. 4190001    Navn    Fv6312 Berfjorden    Analyseår 2019    Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 1<sup>(B)</sup>    Hullnummer 131  
 Koordinater





# Borprofil

Oppdragsnr. 4190001

Navn Fv6312 Berfjorden

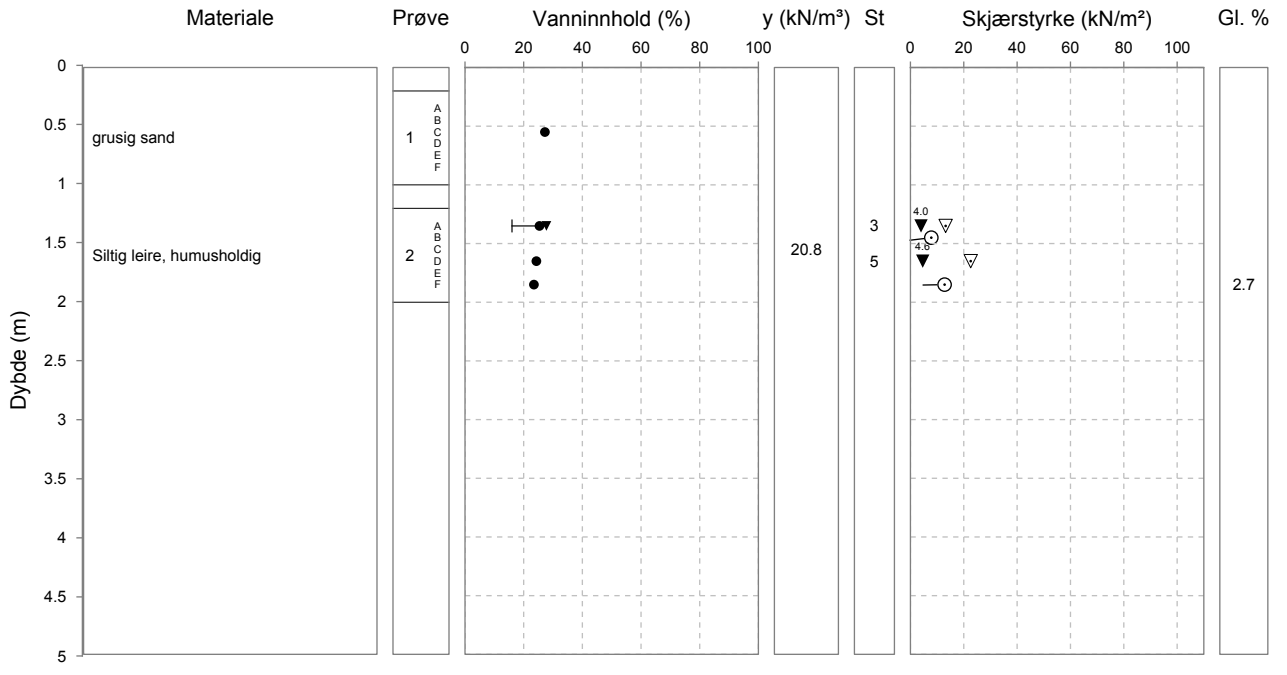
Analyseår 2019

Prøvetype 54mm stål

Serienr. 2(B)

Hullnummer 135

Koordinater



Laboratorium: Sentrallaboratorier Trondheim - I henhold til H014 labprosess: 14.425, R210.211, R210.216, R210.217, R210.218, R210.221, R210.222

Prøveopphav: (B) Bygherre (E) Entreprenør (P) Produsent



# Borprofil

Oppdragsnr. 4190001

Navn

Fv6312 Berfjorden

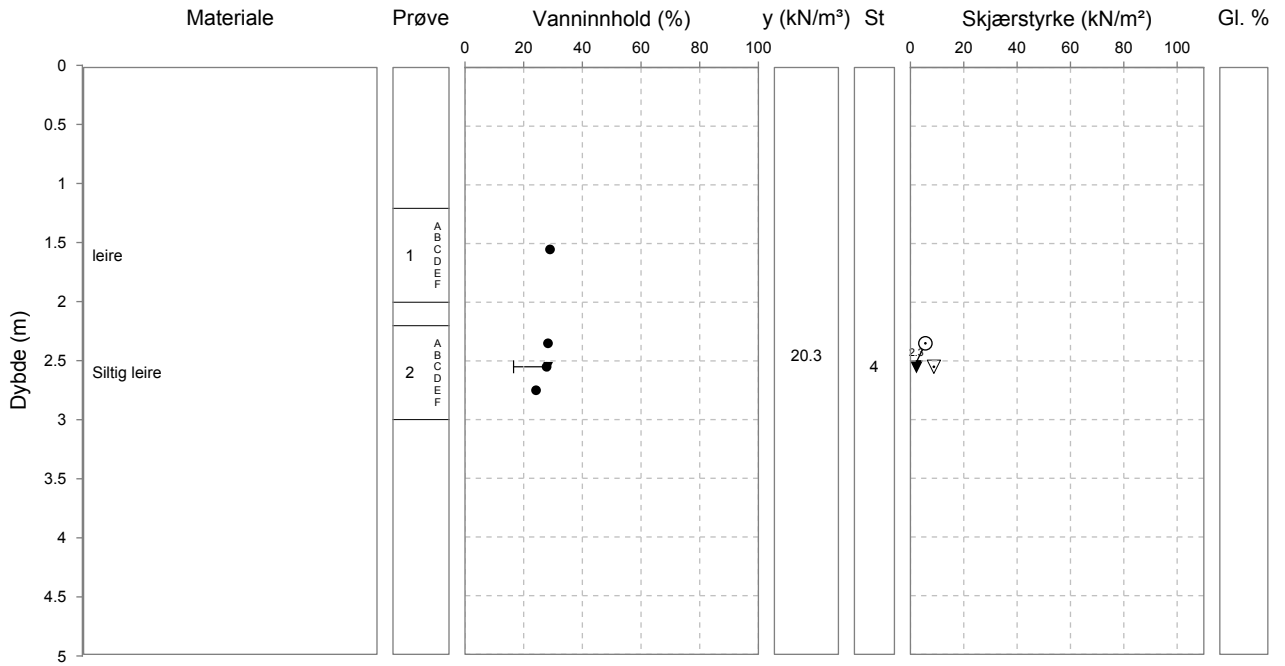
Analyseår 2019

Prøvetype 54mm stål

Serienr. 3<sub>(B)</sub>

Hullnummer 138

Koordinater



Laboratorium: Sentrallaboratorier Trondheim - I-methold til H014 labprosess: 14.425, R210.211, R210.216, R210.217, R210.218, R210.221, R210.222

Prøveopphav: (B) Bygherre (E) Entreprenør (P) Produsent

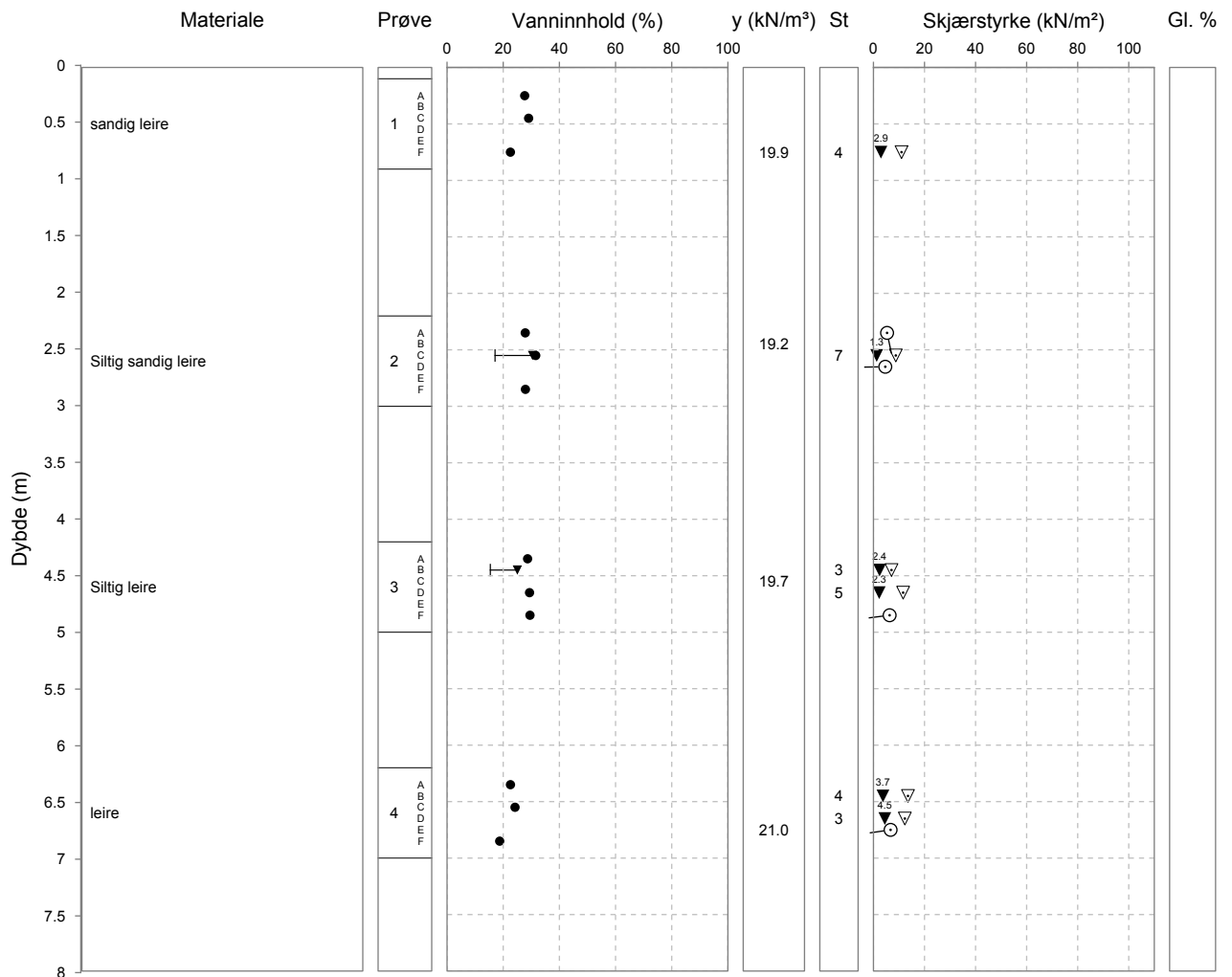


# Borprofil

Laboratorium: Sentrallaboratoriet Trondheim - Innhold til H014 labprosess: 14.425, R210.211, R210.216, R210.217, R210.218, R210.221, R210.222

Prøveopplav: (B) Byggherre (E) Entreprenør (P) Produsent

Oppdragsnr. 4190001    Navn    Fv6312 Berfjorden    Analyseår 2019    Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 4(B)    Hullnummer 144  
 Koordinater





## Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 4190001 Navn Fv6312 Berfjorden Analyseår 2019 Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 1<sup>(B)</sup> Hullnummer 131 Koordinater

Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m <sup>3</sup> ]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense V <sub>L</sub> [%]	Utrullingsgrense W <sub>p</sub> [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Konus, Omrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Sensitivitet, St
									C <sub>uuc</sub> [kPa]	Deformasjon [%]			
1	A	0.65	sand										
1	B	0.75											
1	C	0.85		16.5		42.5							
1	D	0.95											
1	E	1.05											
1	F	1.15											
2	A	3.35		20.6		27.7			5.0	14.5			
2	B	3.45											
2	C	3.55									5.4	2.1	3
2	D	3.65	Siltig sandig leire			25.8							
2	E	3.75				28.8							
2	F	3.85											



## Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 4190001 Navn Fv6312 Berfjorden Analyseår 2019 Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 2<sub>(B)</sub> Hullnummer 135 Koordinater

Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m <sup>3</sup> ]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense V <sub>L</sub> [%]	Utrullingsgrense W <sub>p</sub> [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Konus, Omrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Sensitivitet, St
									C <sub>uuc</sub> [kPa]	Deformasjon [%]			
1	A	0.35	grusig sand										
1	B	0.45											
1	C	0.55				27.2							
1	D	0.65											
1	E	0.75											
1	F	0.85											
2	A	1.35				25.4	28	16			13.2	4.0	3
2	B	1.45							7.8	14.6			
2	C	1.55		20.8									
2	D	1.65				24.3					22.6	4.6	5
2	E	1.75											
2	F	1.85	Siltig leire, humusholdig		2.7	23.5			12.8	14.9			



## Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 4190001 Navn Fv6312 Berfjorden Analyseår 2019 Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 3<sub>(B)</sub> Hullnummer 138 Koordinater

Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m <sup>3</sup> ]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense V <sub>L</sub> [%]	Utrullingsgrense W <sub>p</sub> [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Konus, Omrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Sensitivitet, St
									C <sub>uuc</sub> [kPa]	Deformasjon [%]			
1	A	1.35	leire										
1	B	1.45											
1	C	1.55				29.0							
1	D	1.65											
1	E	1.75											
1	F	1.85											
2	A	2.35				28.3				5.6	11.4		
2	B	2.45		20.3									
2	C	2.55	Siltig leire			27.8	28	17			8.8	2.3	4
2	D	2.65											
2	E	2.75				24.2							
2	F	2.85											





## Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 4190001 Navn Fv6312 Berfjorden Analyseår 2019 Prøvetype 54mm stål  
 Serienr. 4<sub>(B)</sub> Hullnummer 144 Koordinater

Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m <sup>3</sup> ]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense V <sub>L</sub> [%]	Utrullingsgrense V <sub>P</sub> [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Konus, Omørt, C <sub>ufc</sub> [kPa]	Sensitivitet, St
									C <sub>uuc</sub> [kPa]	Deformasjon [%]			
1	A	0.25	sandig leire			27.6							
1	B	0.35											
1	C	0.45				29.0							
1	D	0.55											
1	E	0.65											
1	F	0.75		19.9		22.6					11.0	2.9	4
2	A	2.35				27.8				5.3	9.3		
2	B	2.45		19.2									
2	C	2.55				31.6	30	17			8.8	1.3	7
2	D	2.65								4.6	14.9		
2	E	2.75											
2	F	2.85	Siltig sandig leire			27.9							
3	A	4.35				28.7							
3	B	4.45					25	15			7.1	2.4	3
3	C	4.55		19.7									
3	D	4.65				29.4					11.6	2.3	5
3	E	4.75											
3	F	4.85	Siltig leire			29.5				6.3	14.6		
4	A	6.35	leire			22.6							
4	B	6.45									13.5	3.7	4
4	C	6.55				24.2							
4	D	6.65									12.3	4.5	3
4	E	6.75		21.0						6.7	14.5		
4	F	6.85				18.7							



## Kornkurve

Oppdragsnr. 4190001

Oppdragsnavn Fv6312 Berfjorden

Prosjektnr.

Prosjektnavn

Ansvarsområdenr. 43431

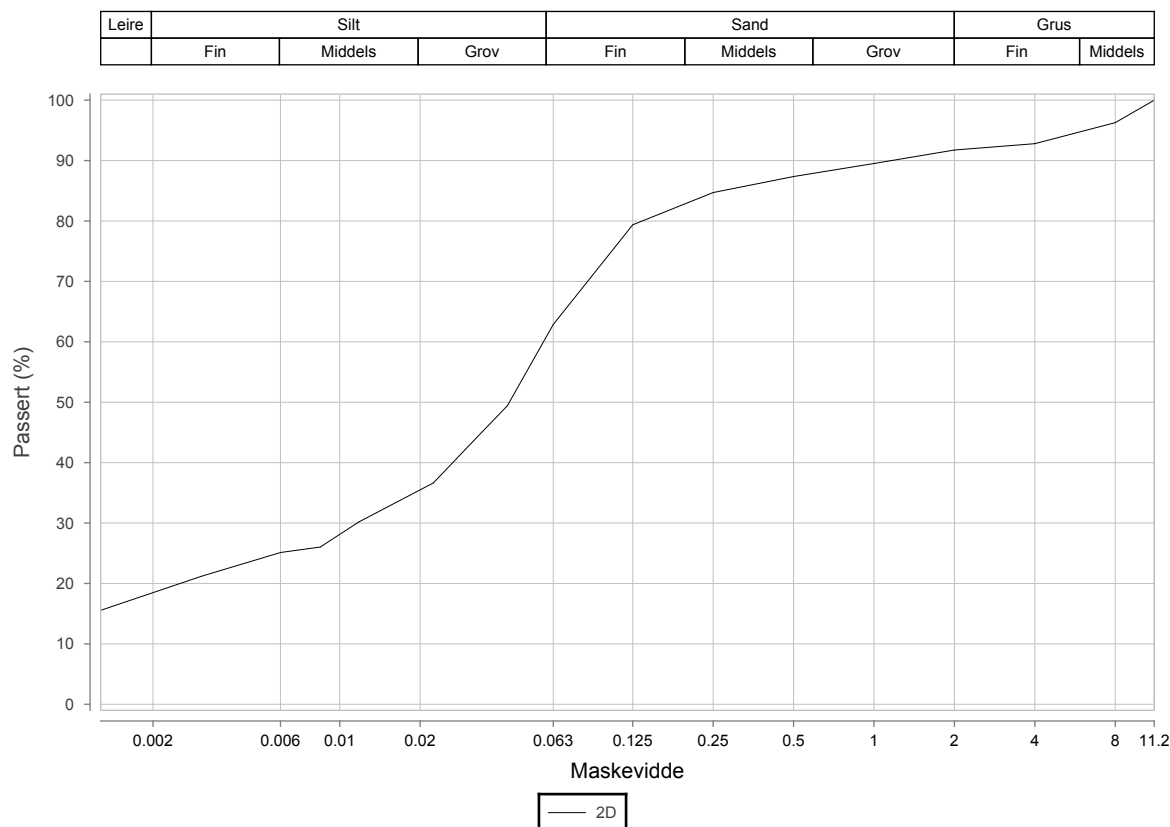
Ansvarsområdenavn Skredsikring Åfjord og Roan

Serienr.: 1<sup>(B)</sup>, Hullnr.: 131, koordinater:

Prøvenr.	2D			
Uttaksdato	09.01.2019			
Analysetype	Våtsikt			
Humus (Glødetap)				
Vanninnhold (%)	25.8			
% <63µm av <delsikt	62.9 (22,4 mm)			
% <20µm av <delsikt	35.5 (22.4 mm)			

## Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm				
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2
2D	62.9	79.4	84.7	87.4	89.5	91.8	92.8	96.3	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
2D	FV6312	3.2 - 4.0	Siltig sandig leire	*17.7	T4

Sted: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Signatur: \_\_\_\_\_



# Kornkurve

Oppdragsnr.	<b>4190001</b>	Oppdragsnavn	<b>Fv6312 Berfjorden</b>
Prosjektnr.		Prosjektnavn	
Ansvarsområdenr.	<b>43431</b>	Ansvarsområdenavn	<b>Skredsikring Åfjord og Roan</b>

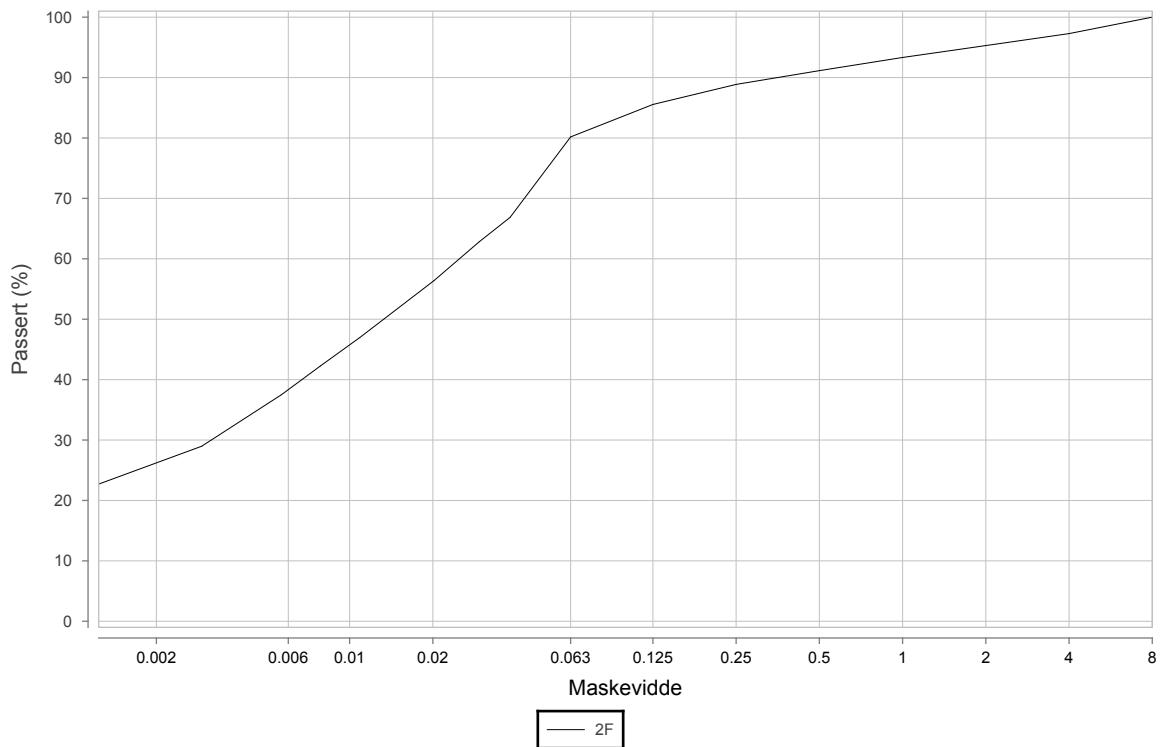
**Serienr.: 2<sup>(B)</sup>, Hullnr.: 135, koordinater:**

Prøvenr.	2F			
Uttaksdato	08.01.2019			
Analysetype	Våtsikt			
Humus (Glødetap)	2.7			
Vanninnhold (%)	23.5			
% <63µm av <delsikt	80.2 (22,4 mm)			
% <20µm av <delsikt	56.2 (22.4 mm)			

**Siktedata - Passert (%)**

Pr.nr.	µm				mm			
	63	125	250	500	1	2	4	8
2F	80.2	85.5	88.9	91.2	93.3	95.3	97.3	100.0

Leire	Silt			Sand			Grus
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
2F	FV6312	1.2 - 2.0	Siltig leire, humusholdig	*30.6	T4

Sted: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Signatur: \_\_\_\_\_



## Kornkurve

Oppdragsnr. 4190001

Oppdragsnavn Fv6312 Berfjorden

Prosjektnr.

Prosjektnavn

Ansvarsområdenr. 43431

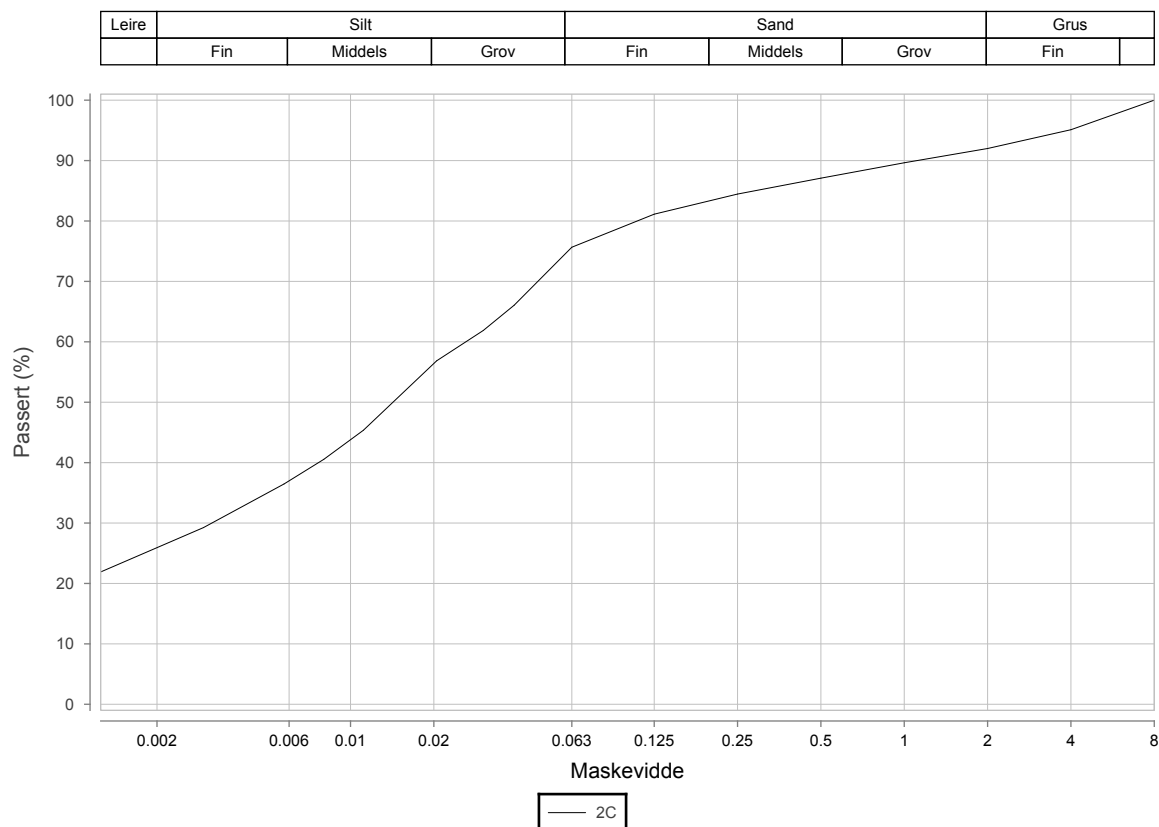
Ansvarsområdenavn Skredsikring Åfjord og Roan

Serienr.: 3<sub>(B)</sub>, Hullnr.: 138, koordinater:

Prøvenr.	2C			
Uttaksdato	08.01.2019			
Analysetype	Våtsikt			
Humus (Glødetap)				
Vanninnhold (%)	27.8			
% <63µm av <delsikt	75.7 (22,4 mm)			
% <20µm av <delsikt	56.4 (22.4 mm)			

## Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm			
	63	125	250	500	1	2	4	8
2C	75.7	81.1	84.5	87.1	89.6	92.0	95.1	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
2C	FV6312	2.2 - 3.0	Siltig leire	*33.9	T4

Sted: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Signatur: \_\_\_\_\_



## Kornkurve

Oppdragsnr. 4190001

Oppdragsnavn Fv6312 Berfjorden

Prosjektnr.

Prosjektnavn

Ansvarsområdenr. 43431

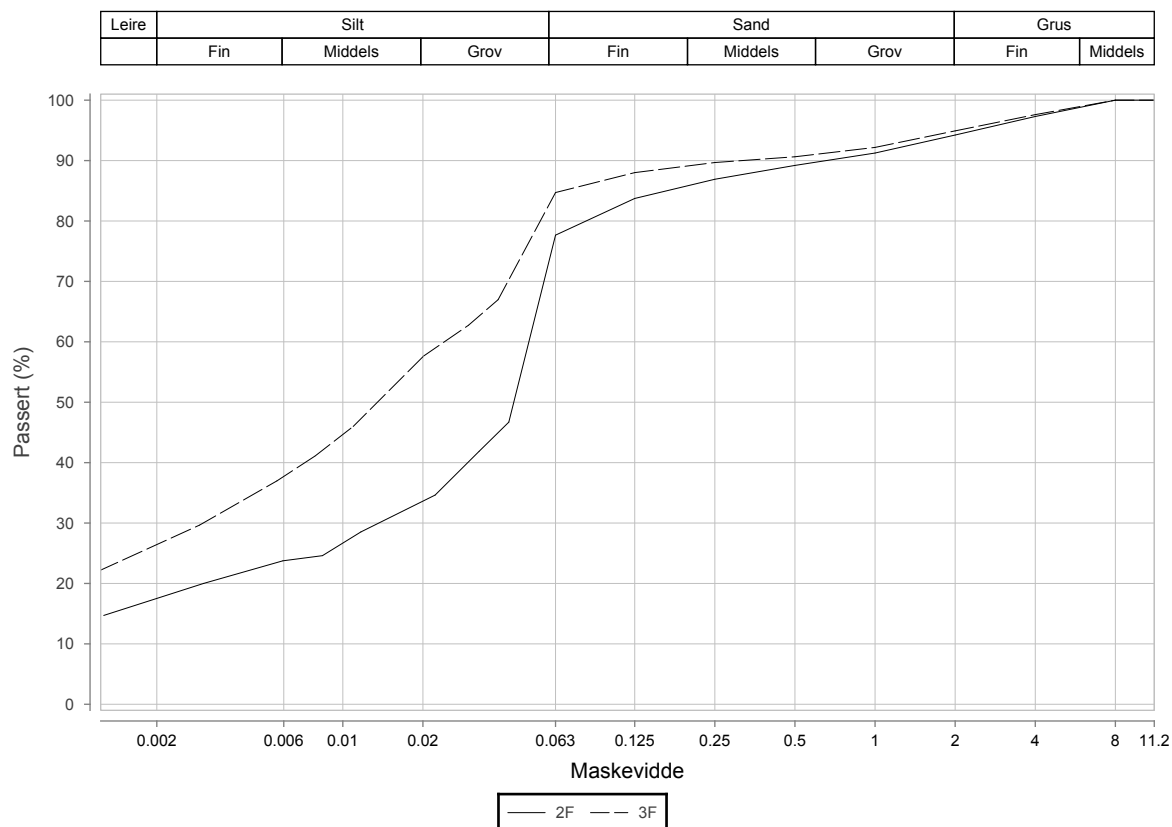
Ansvarsområdenavn Skredsikring Åfjord og Roan

Serienr.: 4<sup>(B)</sup>, Hullnr.: 144, koordinater:

Prøvenr.	2F	3F			
Uttaksdato					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt			
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	27.9	29.5			
% <63µm av <delsikt	77.7 (22,4 mm)	84.7 (22,4 mm)			
% <20µm av <delsikt	33.6 (22.4 mm)	57.5 (22.4 mm)			

## Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm				
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2
2F	77.7	83.7	86.9	89.2	91.3	94.2	97.3	100.0	100.0
3F	84.7	88.0	89.7	90.6	92.2	94.9	97.6	100.0	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
2F	FV6312	2.2 - 3.0	Siltig sandig leire	*7.0	T4
3F	FV6312	4.2 - 5.0	Siltig leire	*28.3	T4

Sted: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Signatur: \_\_\_\_\_

## Bilag 5 – Teknisk beregning

### Innhold

1	Tolkning av beregningsparametere.....	1
1.1	Kvalitet av undersøkelser .....	1
1.2	Ødometerforsøk.....	1
1.3	Treaksialforsøk.....	2
1.4	CPTU.....	2
1.5	Tyngdetetthet .....	3
1.6	Poretrykksforhold.....	3
1.6	Udrenerte skjærfasthetsparametere .....	3
1.8	Anisotropi og sprøbruddreduksjon.....	4
1.9	Effektivspenningsparameter.....	4
2	Stabilitetsberegninger .....	5
2.1	Beregningsprogram .....	5
2.2	Stabilitetsberegninger.....	5
2.2.2	Laster .....	5
2.2.3	Materialparametere .....	5
2.2.4	SHANSEP .....	5

## 1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkningen er utført på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser og opptatte 54mm prøver. Det er også benyttet erfaringsverdier fra Håndbok V220 (SVV, 2014).

### 1.1 Kvalitet av undersøkelser

Leira er siltig, sandig. Andelen sand kan gjøre det utfordrende å få opp gode og intakte uforstyrrede prøver i bløt leire. Prøvene er tatt fra båt noe som er med på å påvirke prøvekvantiteten. I tillegg skal det nevnes at de ble transportert ganske langt i bil, noe som kan ha ført til prøveforstyrrelser.

Alt dette gjenspeiles også i utførte laboratorieforsøk med mye dårlig prøvekvantitet og resultater, og de er benyttet videre etter beste evne. Dvs. at der det er tydelig dårlig er de lite vektlagt / brukt som grunnlag.

Det har derimot vært vellykket med CPTU hvor alle har havnet i klasse 1

### 1.2 Ødometerforsøk

Tabell 1 Ødometerforsøk og prøvekvantitet

Borpunkt	Prøve diameter	Type forsøk	Dybde [m]	OCR	$\Delta e/e_0$	Prøvekvantitet (poretallsendring)
138	54	CRS	1,6	2-3*	0,054	Dårlig

\*Vanskelig å lese pc' fra ødometerkurve. OCR tolket fra CPTU i samme bp.

Tabell 2 Klassifisering av ødometerforsøk fra OCR og poretallsendring

OCR	$\Delta e/e_0$			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4-6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,7	>0,07

### 1.3 Treksialforsøk

Det er utført aktiv treksialforsøk fra to borpunkt i nærhet av området. Prøvekvalitet er vurdert etter poretallsendring i konsolideringsfasen i henhold til NGF melding 11.

Tabell 3 – Treksialforsøk og prøvekvalitet

Borpunkt	Prøve diameter	Type forsøk	Dybde [m]	OCR	$\epsilon_{vol}$ [%]	$\Delta e/e_0$	Prøvekvalitet (poretallsendring)
135	54	CAUA	1,5	2-3	3,13	0,08	Dårlig
138	54	CAUA	2,5	2	6,50	0,16	Veldig dårlig
144	54	CAUA	4,5	1,7	7,26	0,17	Veldig dårlig

Tabell 4 Klassifisering av triksialforsøk fra OCR og poretallsendring

OCR	$\Delta e/e_0$			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4-6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,7	>0,07

### 1.4 CPTU

Når det gjelder trykksonderingen (CPTU) er data for aktiv skjærstyrke tolket etter Lunne et al. (1990) og Karlsrud (2005) metoder, mens friksjonsjordarter er tolket ved Schmertmann (1978), Robertson og Campanella (1983) samt NTNU-metoden (alle jordarter).

N-faktorer er angitt forskjellig for leire med  $S_t < 15$  og  $S_t > 15$  ( $S_t$  = sensitiviteten).

**Aktiv skjærstyrke ut fra spissttrykket tolkes ut fra formel:** 
$$s_{ua} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

$$N_{kt} = 7.8 + 2.5 \log OCR + 0.08 I_p \text{ for } S_t > 15$$

$$= 8.5 + 2.5 \log OCR \text{ for } S_t < 15$$

der  $I_p$  = plastisiteten.

**Aktiv skjærstyrke ut fra poreovertrykk tolkes ut fra formel:** 
$$s_{ua} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

der  $u_2$  = målt poretrykk og  $u_0$  = insitu poretrykk

$$N_{\square} = 6.9 - 4.0 \log OCR + 0.07 I_p \text{ for } S_t < 15$$

$$= 9.8 - 4.5 \log OCR \text{ for } S_t > 15$$

**Aktiv skjærstyrke ut fra poretrykksparemer,  $B_q$  tolkes ut fra formel:**  $s_{ua} = \frac{q_t - u_2}{N_{ke}}$

$$N_{ke} = 11.5-9.0B_q \text{ for } S_t < 15$$

$$= 12.5-11.0B_q \text{ for } S_t > 15$$

der  $B_q = (u_2 - u_0) / (q_t - \sigma_{v0})$

**Tolkning av OCR gjøres helst ut fra spisstrykket etter formlene:**

$$OCR = (Q_t/3)^{1.2} \text{ for } S_t \leq 15$$

$$= (Q_t/2)^{1.11} \text{ for } S_t > 15$$

der  $Q_t = (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$  og  $\sigma'_{v0}$  = effektivspenning

N-faktorene er basert på korrelasjoner mellom CPTU og laboratorieforsøk på blokkprøver.

Tabell 5 - For trykksonderingene ble følgende nullpunktsvariasjoner oppnådd:

Hull nr.	Dato utført	Nullpunktsvariasjon før / etter			Helning [°]	Anvendelseklasse
		Spisstrykk [MPa]	Poretrykk [kPa]	Sidetriksjon [kPa]		
131	19.01.2019	0,0114	1,0	0,3	5,0	1
134	19.01.2019	0,0242	0,2	0,3	4,6	1
137	19.01.2019	0,0612*	0,3	0,8	5,5*	1
138	19.01.2019	0,0093	0,0	0,2	4,0	1
144	19.01.2019	0,0101	0,8	0,1	4,8	1

\*Målt maks helning og temperaturrendring er 66,7° og 49,4°C på to enkeltpunkt og anses som datafeil.

### 1.5 Tyngdetetthet

Labdata fra opptatte prøver er benyttet som grunnlag for tyngdetetthet. Dersom de målte verdiene varierer er gjennomsnittsverdier benyttet. For materiale hvor det ikke er tatt prøver benyttes erfaringsverdier fra Hb V220 (SVV, 2014).

### 1.6 Poretrykksforhold

Det er ikke satt ned noen poretrykksmålere.

Poretrykket varierer med sjøoverflaten. For stabilitetsberegninger er det benyttet Laveste astronomiske tidevann (LAT) som er -156 cm (ref. NN2000). Se bilag 11 for grunnlag.

### 1.6 Udrenerte skjærfasthetsparametere

#### $C_{uD}$ fra enaks og konus

Resultater fra rutineundersøkelser på opptatte 54 mm prøver er betraktet som verdier for direkte skjærfasthet,  $c_{uD}$ .

#### $C_{uA}$ fra treaksialforsøk

Tolkning av karakteristiske verdier for aktiv skjærfasthet ( $C_{uA}$ ) er gjort individuelt for de forskjellige prøvene. Skjærfasthet er tatt ut ved peak-verdi (2 % tøyning).

Tabell 6 Tolkninger av treaksialforsøkene

Borpunkt	Prøve diameter	Type forsøk	Dybde [m]	Jordart	Tøyning [%]	$C_{uA}$ [kPa]	$C_{uD}$ [kPa]
135*	54	CAUA	1,5	Siltig leire	2,0	10	-
138*	54	CAUA	2,5	Siltig leire	2,0	16	-
144*	54	CAUA	4,5	Siltig leire	2,0	18	



\*Det er dårlig og veldig dårlig prøver. Spenningsstien er også deretter. Det er tatt ut en peak-verdi, men det er med forbehold om at den ikke er avgjørende for valg av skjærfasthetsprofil. Det bemerkes at det er 15-20% sand og rundt 5% grus i prøvene som nok er med på å påvirke prøve kvaliteten.

## 1.8 Anisotropi og sprøbruddreduksjon

Anisotropiforhold er vurdert fra NIFS-rapport 14/2014 Omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, det er utført parallelle aktive og passive treksialforsøk. Det ble satt opp flere prøver for plastisitetsindeks, men gikk ikke utføre pga. for grove masser med stor andel silt-/sandkorn.

Tabell 7 ADP-faktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014.

$I_p$	$C_{uD}/C_{uC}$	$C_{uE}/C_{uC}$
$I_p < 10\%$	0,63	0,35
$I_p > 10\%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Der  $I_p$  er plastisitetsindeks.

Tabell 8 Plastisitetsindeks fra laboratorieundersøkelser

Borpunkt	Prøve dybde	Jordart	$I_p$ [%]	Gjennomsnitt $I_p$ [%]
135	1,35	Siltig leire, humusholdig	12	4
138	2,55	Siltig leire	11	11
144	2,55	Siltig, sandig leire	13	7
144	4,45	Siltig leire	10	

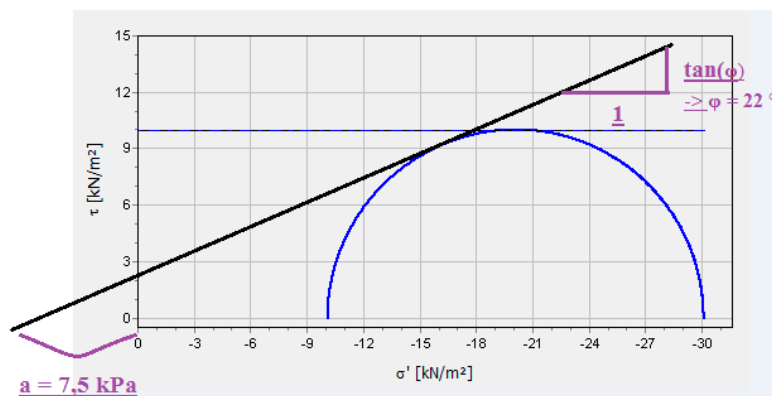
Plastisitetsindeks for prøvene fra området ligger i gjennomsnitt på 11,5%. Derfor er det benyttet anisotropifaktorer for  $I_p > 10\%$  i beregningene.

Tabell 9 Benyttete ADP-faktorer i stabilitetsberegningene.

Lag	$A_a$	$A_d$	$A_p$
Siltig, (sandig) leire	1,0	0,64	0,36

## 1.9 Effektivspenningsparameter

Treksialforsøkene har vært så dårlig at det ikke har vært mulig å tolke effektivspenningsparametere for siltig leirlaget. Det er utført en soil test i Plaxis 2D med utgangspunkt i tolket skjærstyrke og in-situ spenningsstilstand ( $\sigma_{vo}'$  og  $K_0$ ). Det er da tolket attraksjon og friksjonsvinkel utfra bruddlinje i Mohr-Coloumb diagram. Som grunnlag for input i Soil test er det tolket skjærstyrke for en viss dybde, samt  $K_0$ . I dette tilfellet er det fra typisk CPTU, og treaks i bp. 135, tatt dybde lik 1,5 m,  $S_{uA} = 10$  kPa og  $K_0 = 0,65$ . Resultat vises i figur under.



For grusig sand er det valgt friksjonsvinkel lik  $36^\circ$  og attraksjon lik 0. Samtlige CPTU viser høyere friksjonsvinkel, men det følges rimelig å velge noe lavere. Det har uansett lite å se for beregningene.

En samlet vurdering av tolkningene viser:

Siltig, leire:	Grusig sand:
$a=7,5$ kPa	$a=0$ kPa
$\Phi=22^\circ$	$\Phi=36^\circ$

## 2 Stabilitetsberegninger

### 2.1 Beregningsprogram

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet versjon 14.0.5.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden og anvender en versjon som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum eller gir muligheten til å definere egne glideflater.

Stabilitetsberegningene for drenert tilstand med ulike poreovertrykk er utført med beregningsprogrammet PLAXIS 2D versjon 2016. Det er da benyttet materialmodell Mohr-Coulomb og  $c$ - $\phi$  reduksjon. Beregningsmetoden er basert på in-situ spenningsforhold, og ved å redusere attraksjon og friksjonsvinkel likt for bestemte intervall finnes sikkerhetsfaktor for kritisk bruddflate.

### 2.2 Stabilitetsberegninger

#### 2.2.2 Laster

For trafikklast fra anleggsmaskiner er det benyttet jevnt fordelt belastning på 15 kPa over hele deponiets planeringsbredde samt en partialfaktor  $\gamma_Q=1,3$ , altså en trafikklast lik 19,5 kPa i beregningene.

#### 2.2.3 Materialparametere

For drenert tilstand er det gjort egne tolkninger samt brukt erfaringsverdier fra Håndbok V220.

For udrenert tilstand er skjærfasthet til siltig leire tolket med hovedvekt på god data fra CPTU. Det er også lagt inn en tolkning fra lab, men av hensyn til prøvforstyrrelse er disse data ikke vektlagt like høyt. Som grunnlag i underkant fylling er det lagt til grunn en «samletolkning» fra flere CPTU, med en skjærstyrke på en gitt dybde og økning i skjærstyrken mot dybden. Disse er benyttet i beregningsprofil, med en konservativ tolkning av mektighet på leirlaget. Der det er CPTU i tilhørende borpunkt er denne benyttet. Det henvises til bilag 6 for tolkning av samtlige CPTU og tilhørende su-profil.

Tabell 10 – Generelt skjærfasthetsprofil

Dybde fra terreng (m)	SuA (kPa)
1	10
z	$z * 2,8$

Det gjøres oppmerksom på at under anleggsarbeidene er det satt krav til sonderinger, samt prøvetakning som vil gi ett mer konkret grunnlag.

#### 2.2.4 SHANSEP

SHANSEP er benyttet i stabilitetsberegninger for å ta inn økning i spenningen jorda får fra deponiet. Det er gjort beregninger av økt skjærstyrke utfra den økning i OCR som tilkommer fra den økte lasta.

SHANSEP ligger i utgangspunktet noe lavere enn den skjærstyrken som er tolket fra Karsrud et. al og Lunne et. al. Det er derfor vurdert det som ok å bruke SHANSEP som grunnlag til beregningene. Det er lagt opp til ett prøveprogram underveis (det er satt på begrensninger når en kan fylle til maksimal høyde) hvor det skal gjøres treaks-prøver under forhold som simulerer den økte spenninga i jorda. En vil da ha helt håndfast data.

# Bilag 6 – CPTU tolket

## Sonde og utførelse

Sondennummer	4357	Boreleder	GKA
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	8,7
Kalibreringsdato	05.04.2018	Maks helning (°)	5,0
Dato sondering	19.01.2019	Maks avstand målinger (m)	0,02

### Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1310	3755	3742
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5824	0,0102	0,0204
Arealforhold	0,8430	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341	0,67	0,611
Temperaturområde (°C)	40		

### Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7430,6	125,1	302,5
Registrert etter sondering (kPa)	-6,4	0,2	-0,9
Avvik under sondering (kPa)	6,4	0,2	0,9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7,5	0,1	0,1
Maksverdi under sondering (kPa)	7428,5	75,3	291,0


### Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

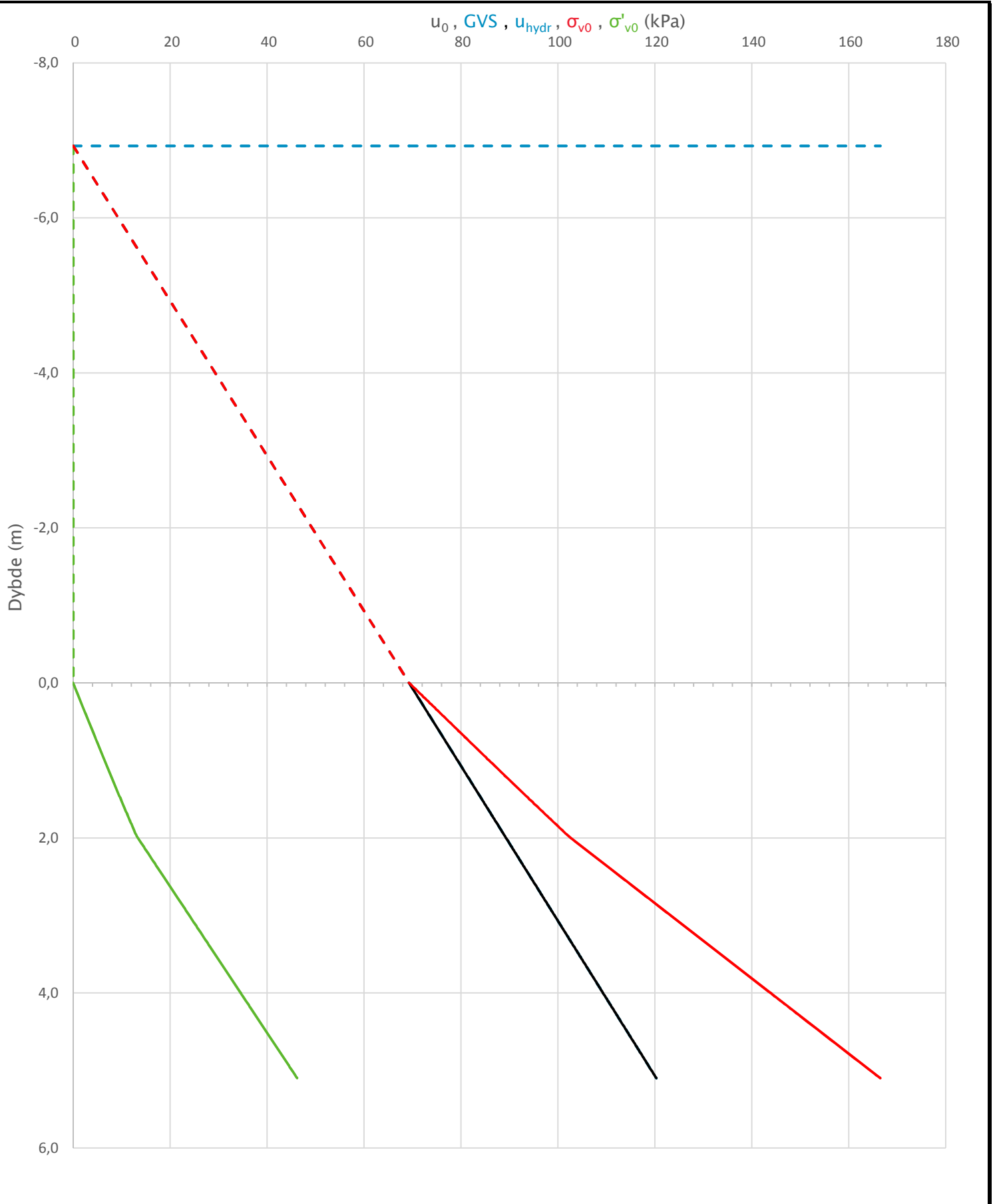
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>14,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					

### Måleverdier under kapasitet/krav

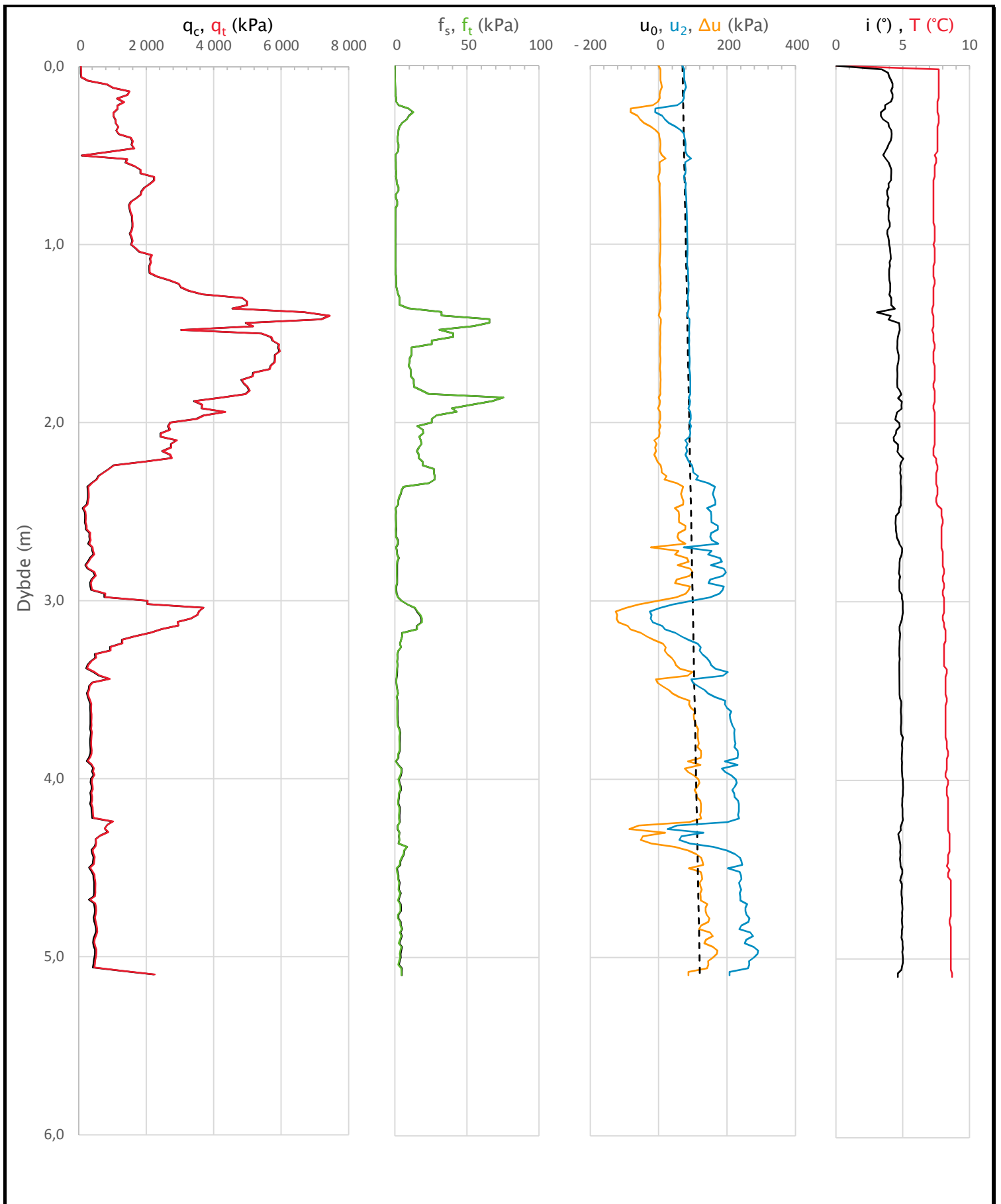
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK


Kommentarer:

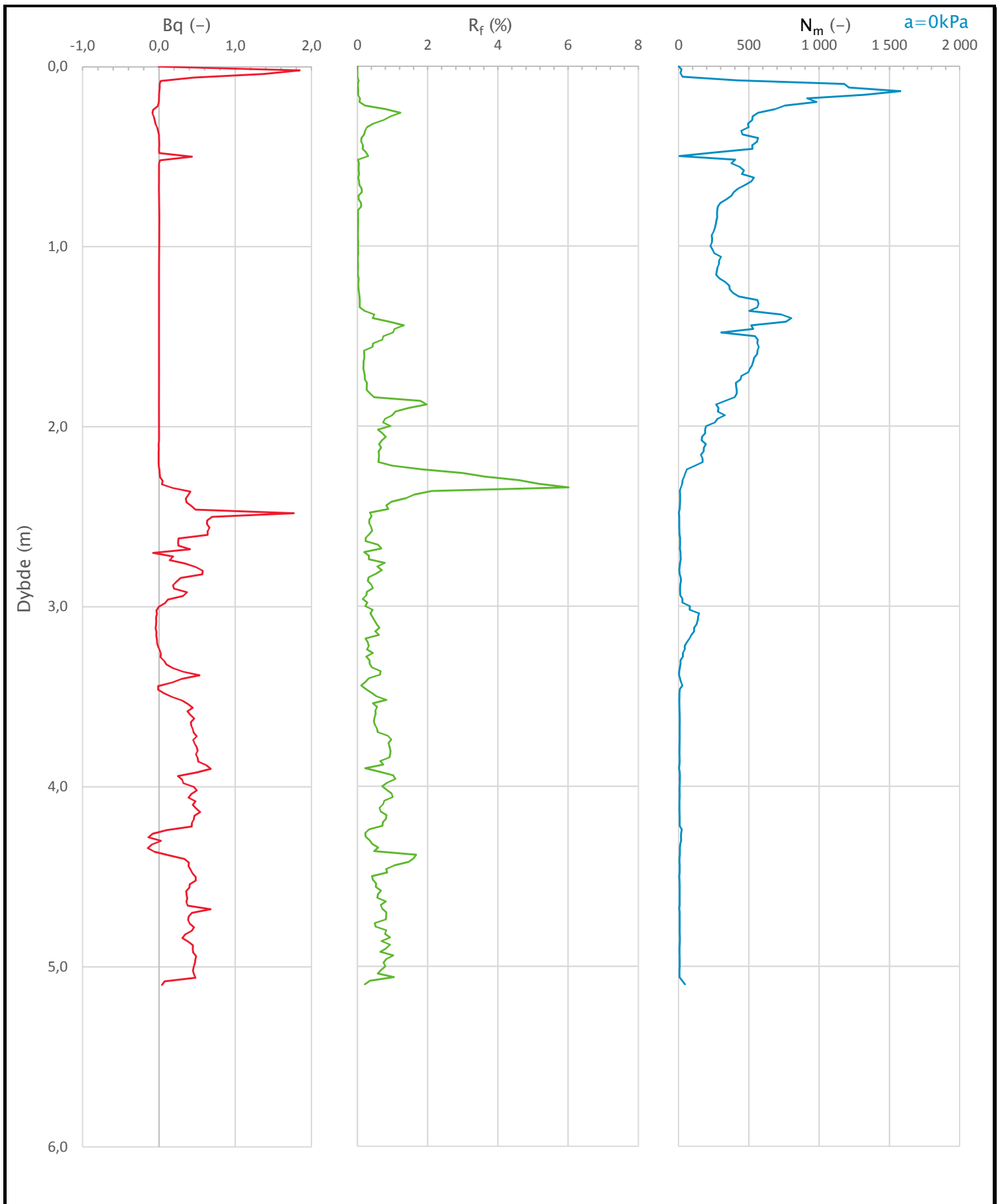
Prosjekt <b>Kråkøya</b>	Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05	Borhull <b>131</b>
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført lasola	Kontrollert lasola
	Region Midt	Dato sondering 19.01.2019
	Godkjent lasola	Anvend.klasse <b>1</b>
	Revisjon	Figur <b>1</b>
	Rev. dato	




Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført lasola	Kontrollert lasola	Godkjent lasola	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region Midt	Dato sondering 19.01.2019	Revisjon Rev. dato	Figur <b>2</b>



Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført lasola	Kontrollert lasola	Godkjent lasola	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region Midt	Dato sondering 19.01.2019	Revisjon Rev. dato	Figur <b>3</b>



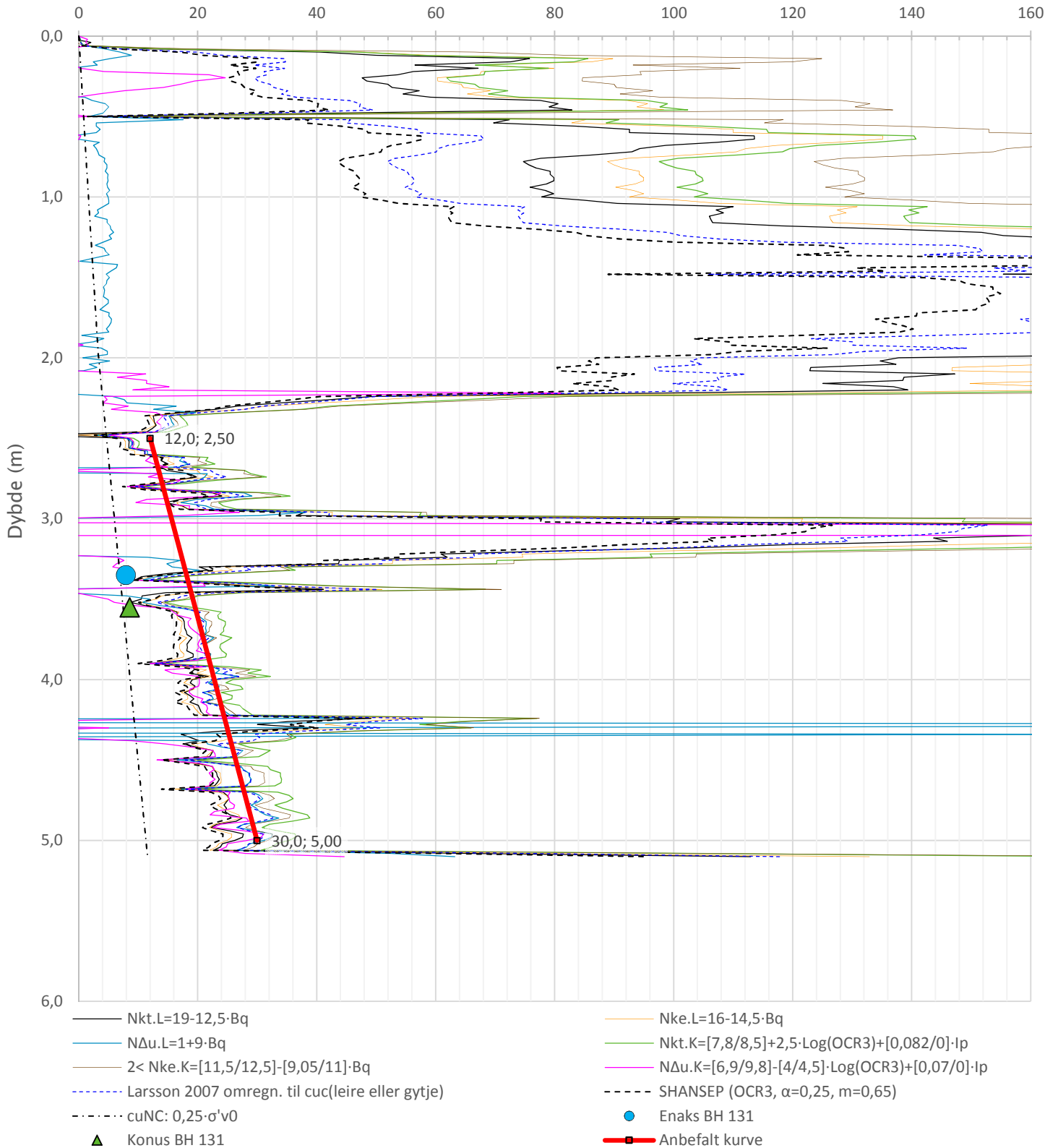
Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>4</b>


Anisotropiforhold i figur:

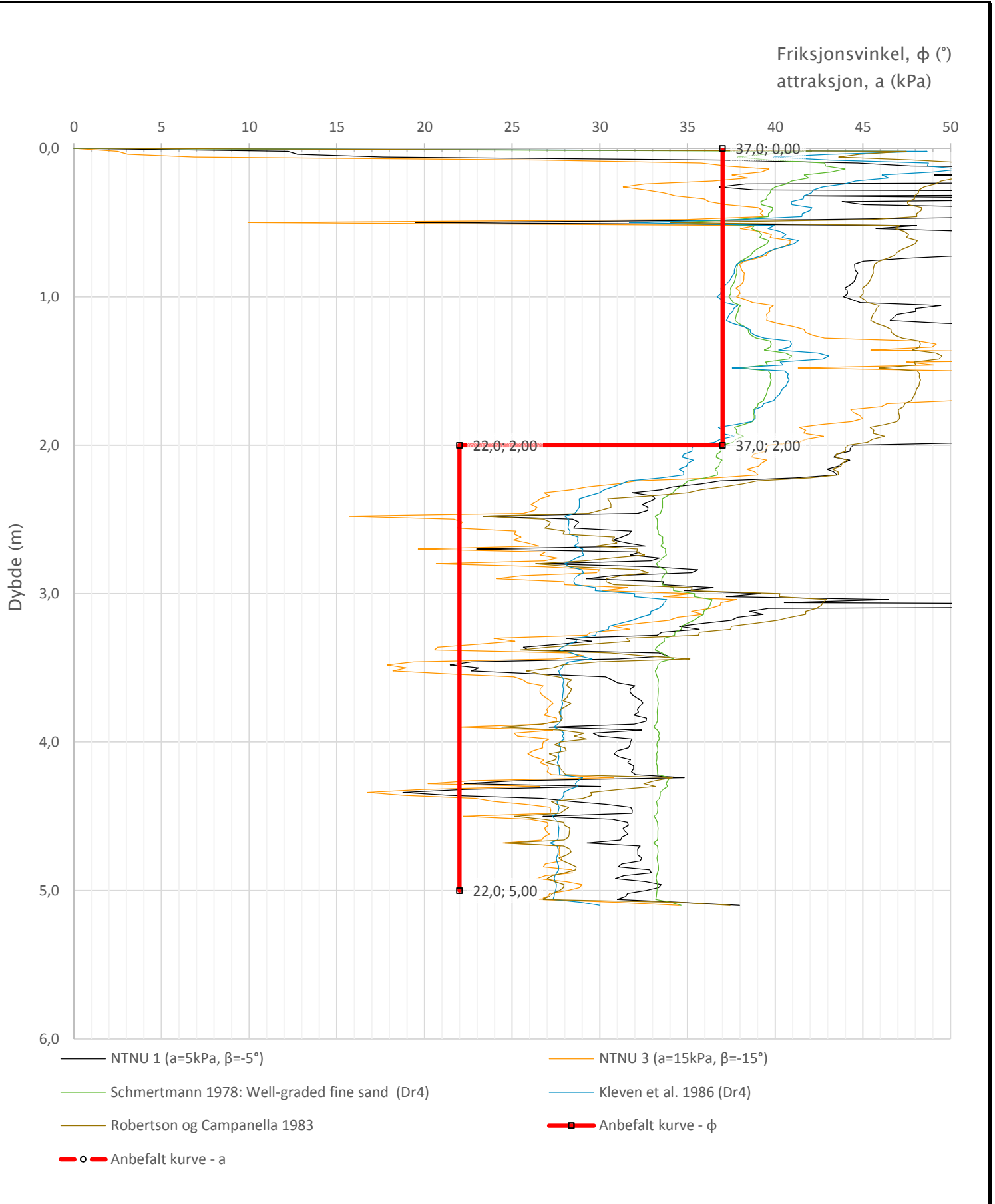
Enaks BH 131:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$


Konus BH 131:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

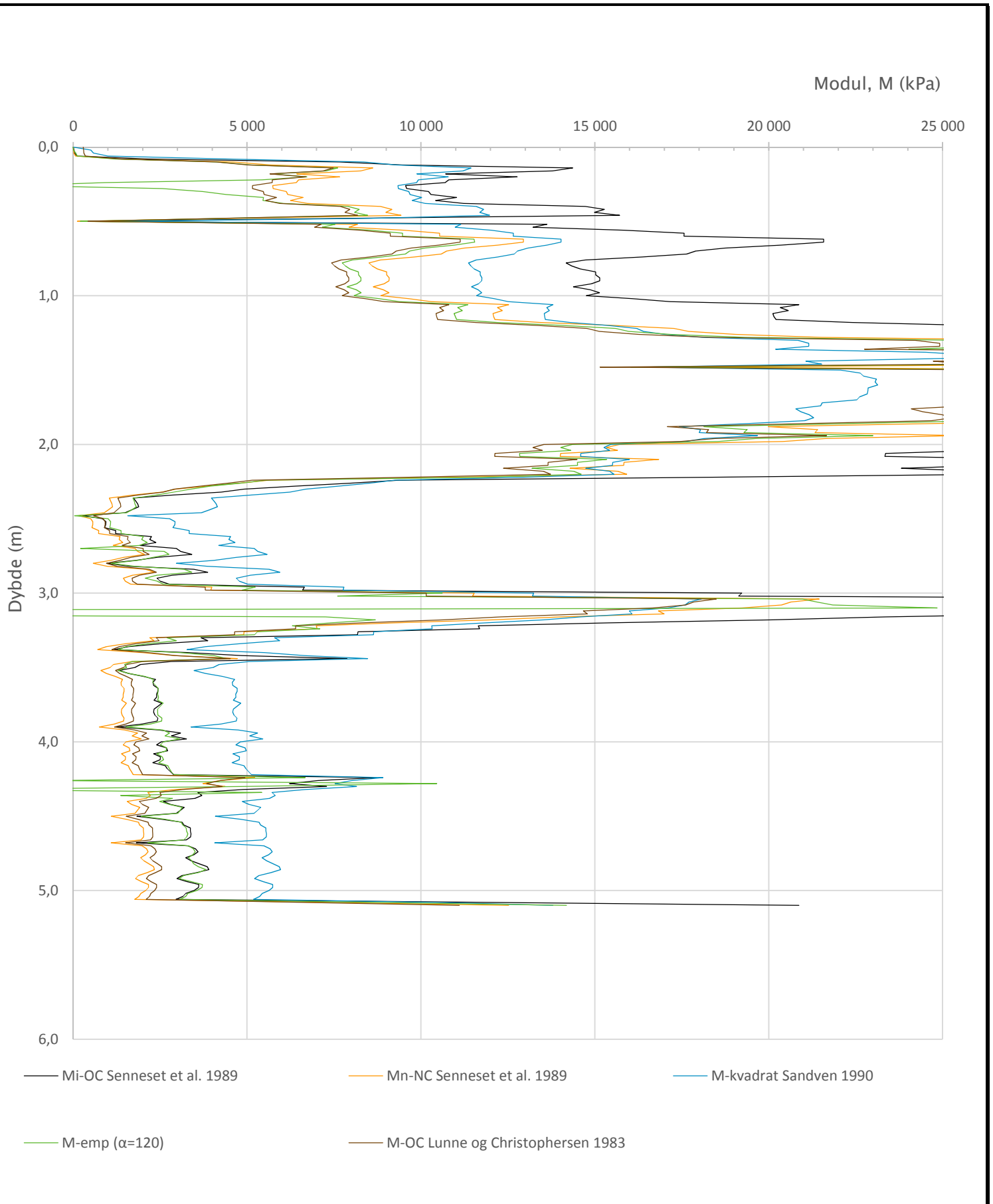



Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>5</b>



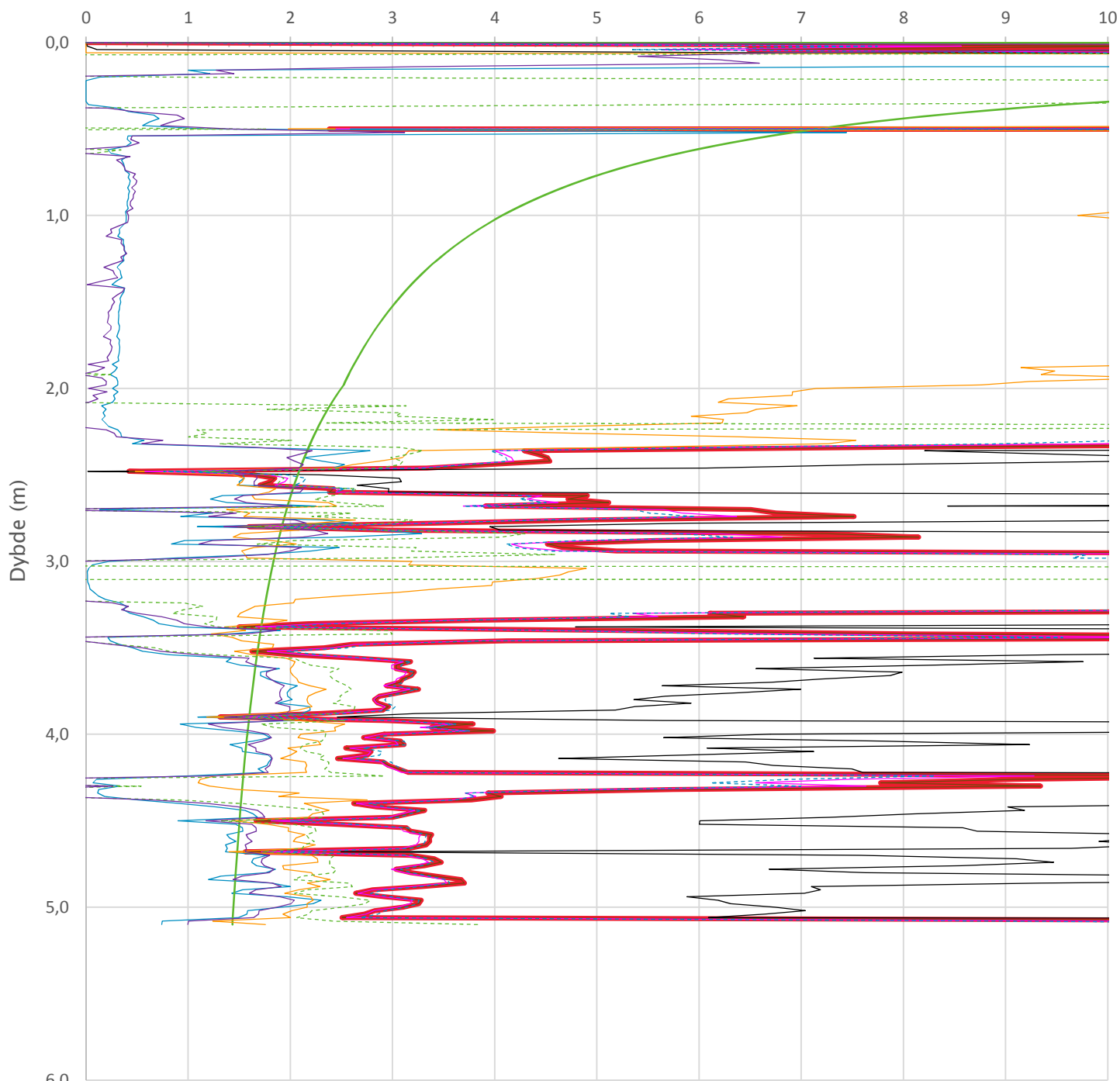
Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>6</b>






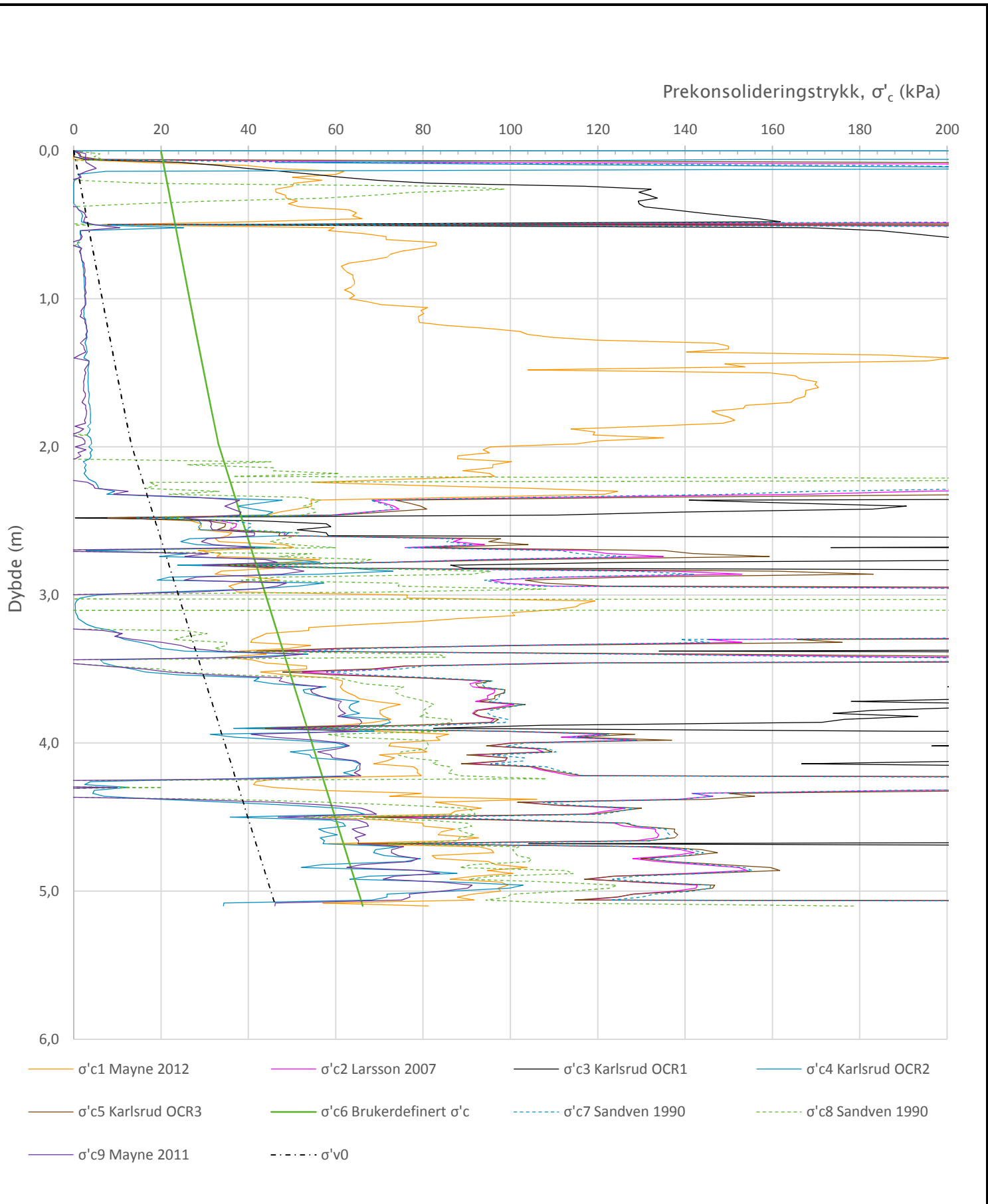
Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Tolkning av modul				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>7</b>


Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

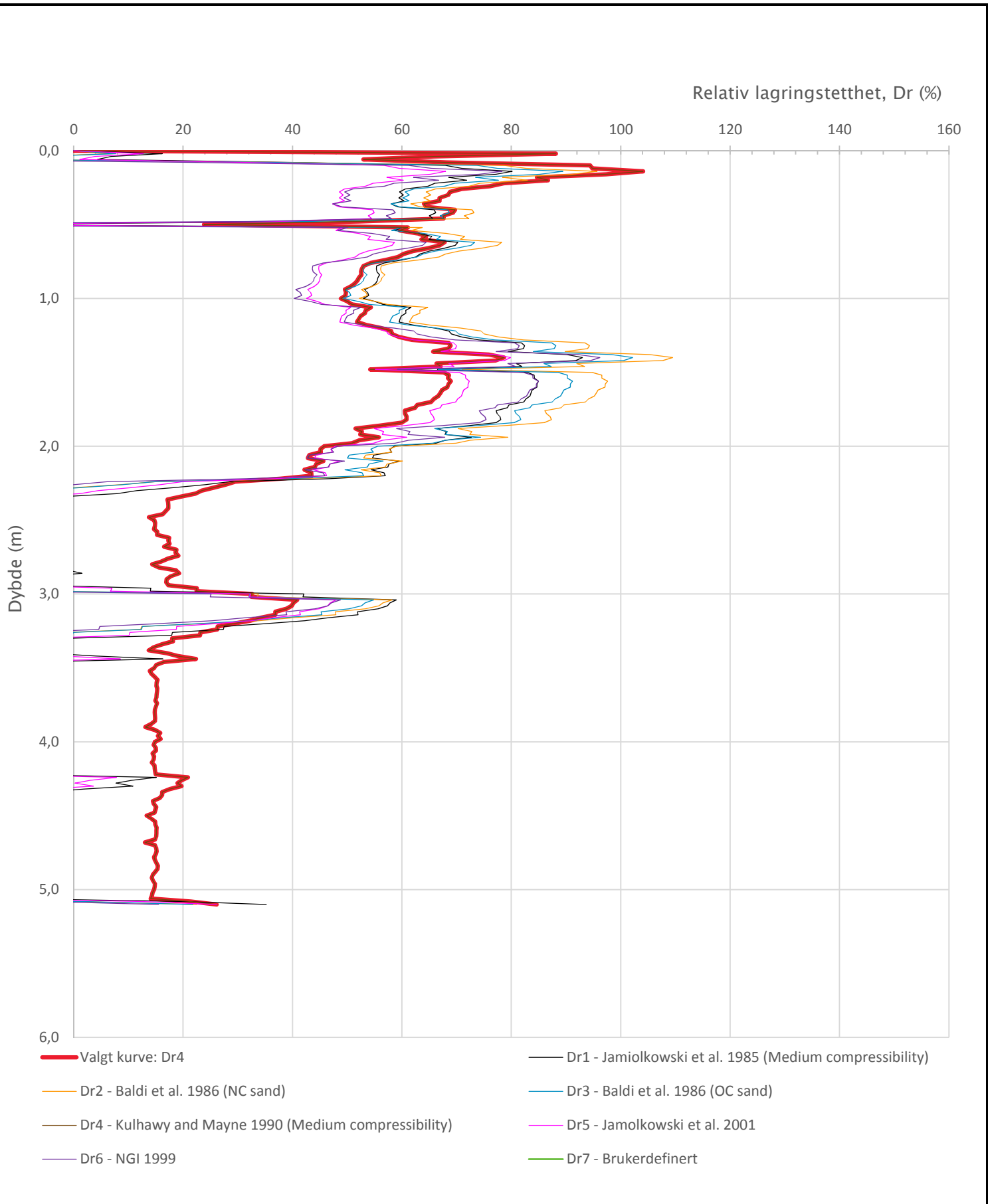


- Valgt kurve: OCR3
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via  $\sigma'c$
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- OCR8  $\sigma'c8$  Sandven 1990
- OCR9  $\sigma'c9$  Mayne 2011

Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>8</b>

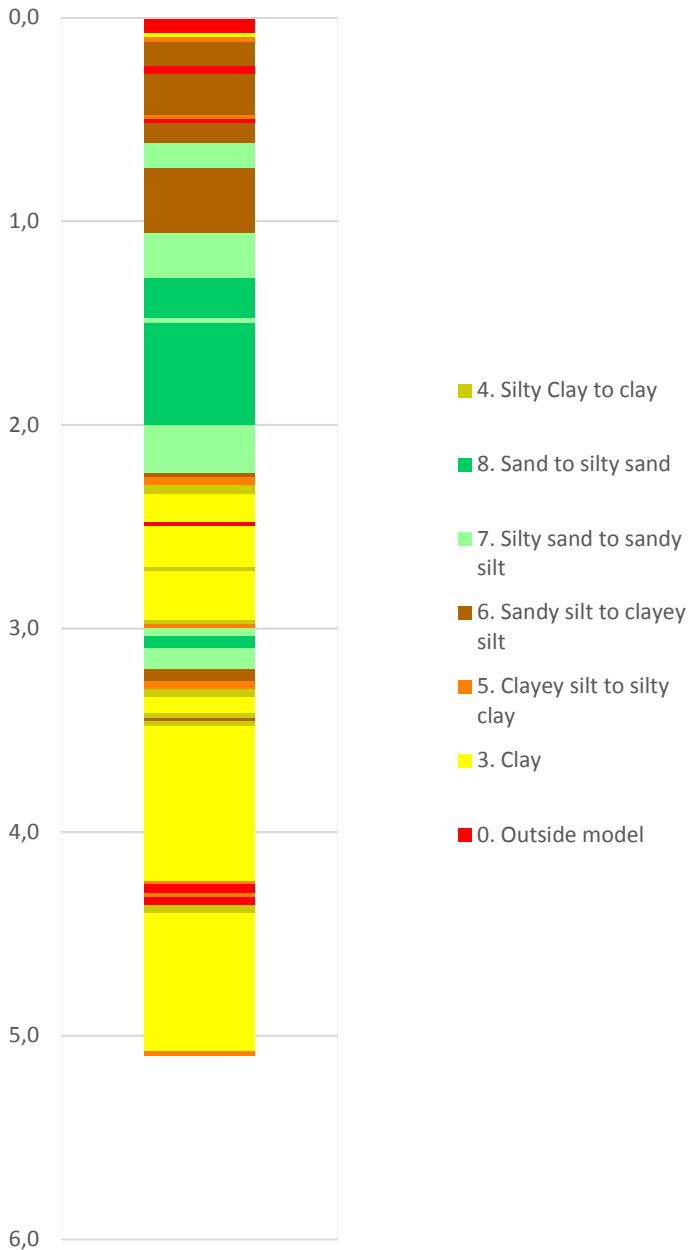


Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>9</b>

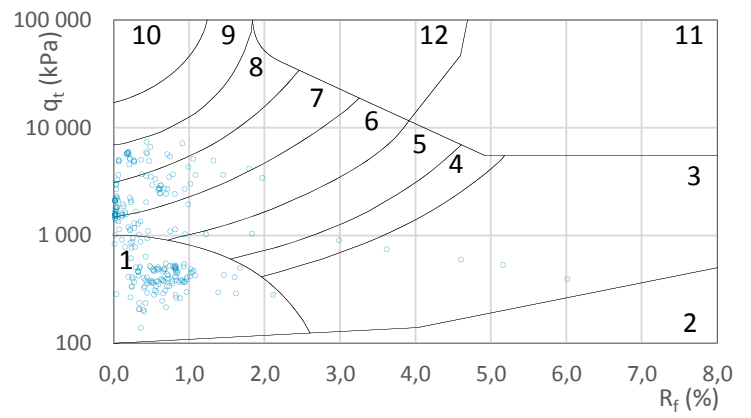
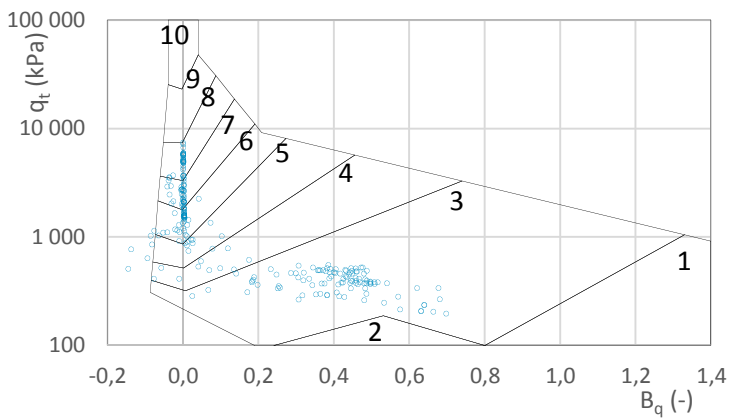
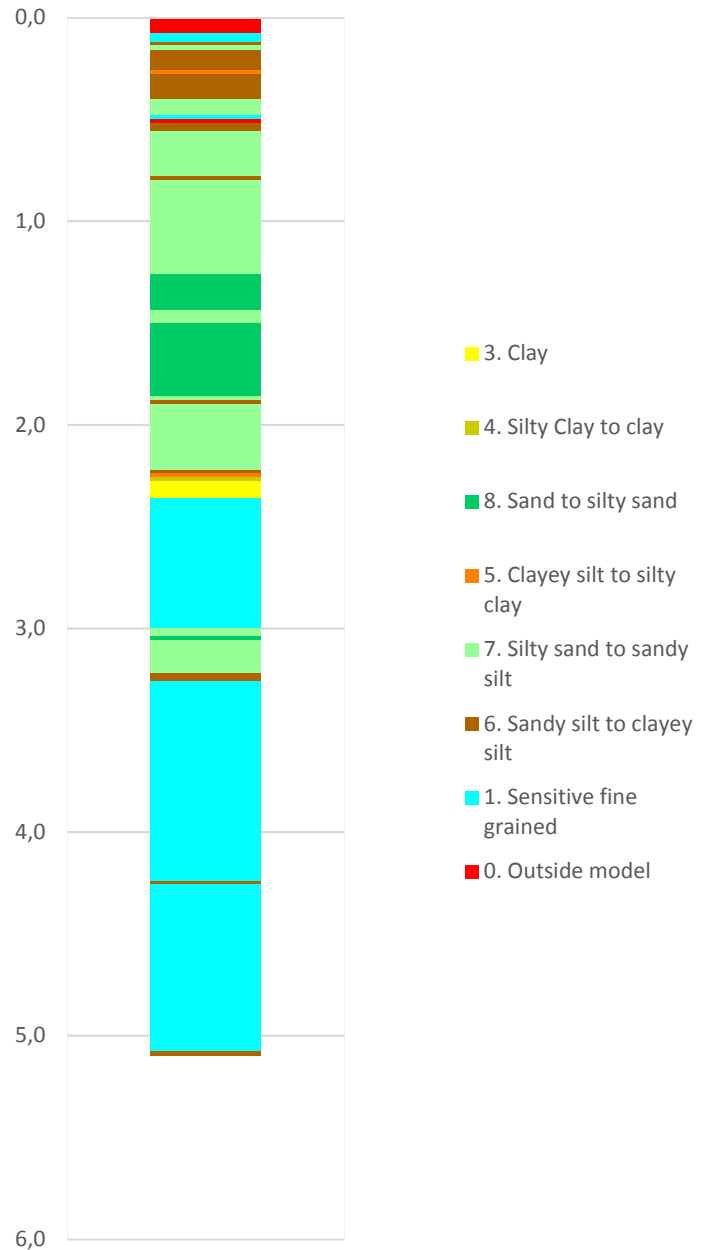



<b>Prosjekt</b> <b>Kråkøya</b>	Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05	Borhull <b>131</b>		
<b>Innhold</b> Relativ lagringstetthet, Dr		Sondennummer <b>4357</b>		
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>19.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>10</b>


Robertson et al. 1986 (Bq-qt)

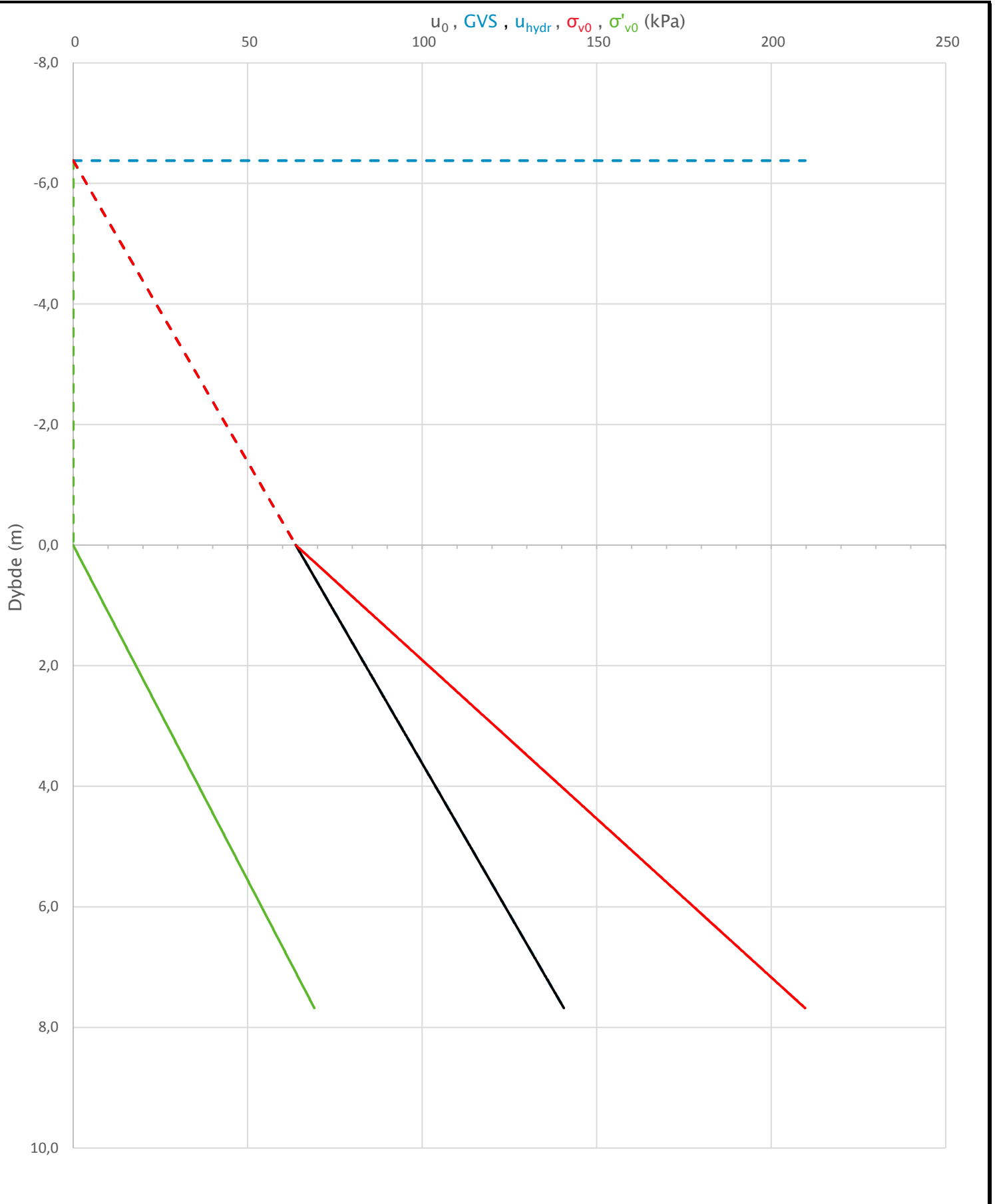



Robertson et al. 1986 (Rf-qt)

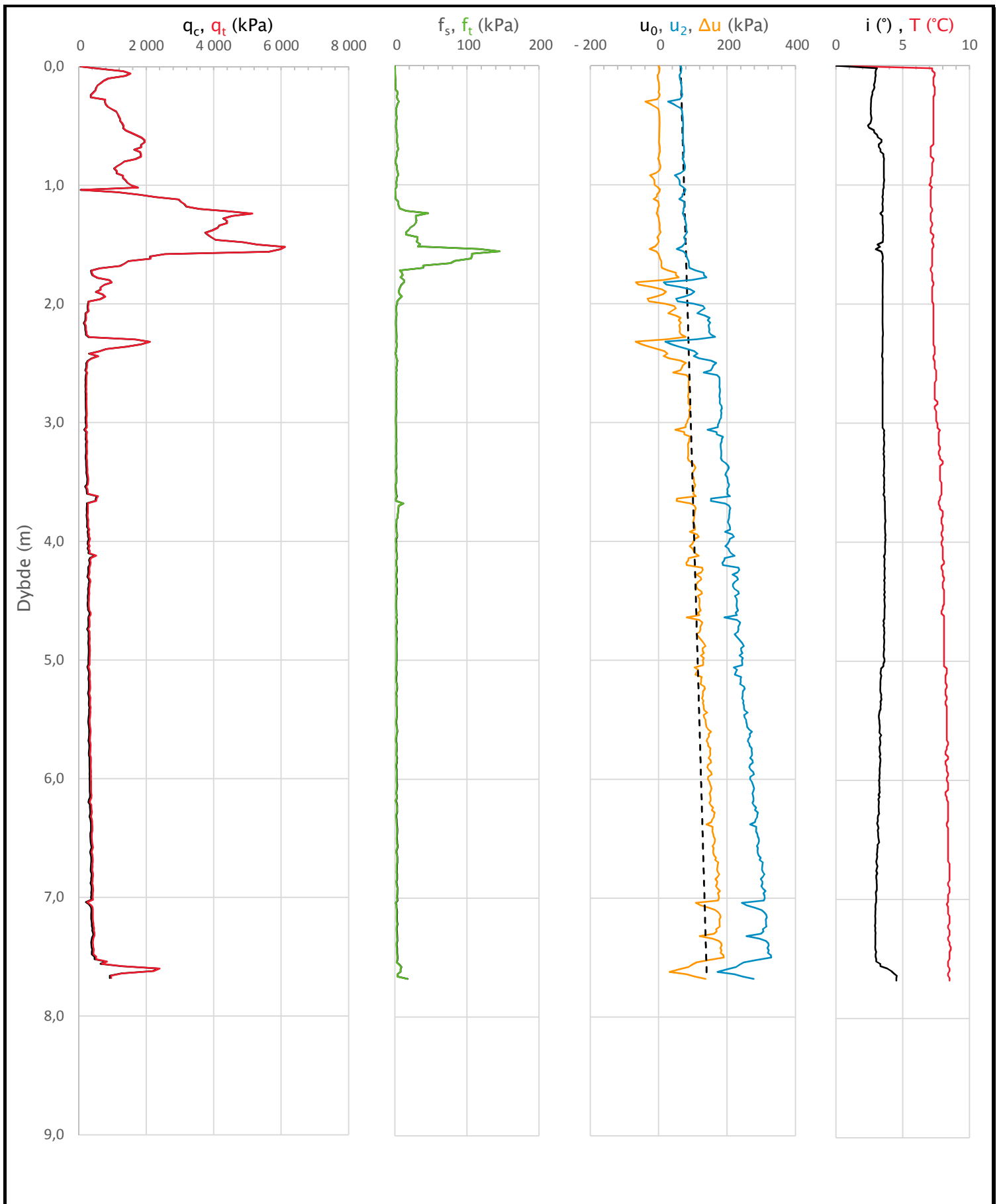



Prosjekt <b>Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>131</b>
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført lasola	Kontrollert lasola	Godkjent lasola	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region Midt	Dato sondering 19.01.2019	Revisjon Rev. dato	Figur <b>17</b>

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8,6	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		4,6	
Dato sondering	19.01.2019		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5824		0,0102		0,0204	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341		0,67		0,611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7424,8		125,1		299,2	
Registrert etter sondering (kPa)	19,2		0,2		-0,1	
Avvik under sondering (kPa)	19,2		0,2		0,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7,4		0,1		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	6104,9		145,3		329,4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>27,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05			Borhull	
<b>Deponi Kråkøya</b>					<b>134</b>	
Innhold		Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondennummer	
					<b>4357</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	lasola	lasola	lasola	1		
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	1		

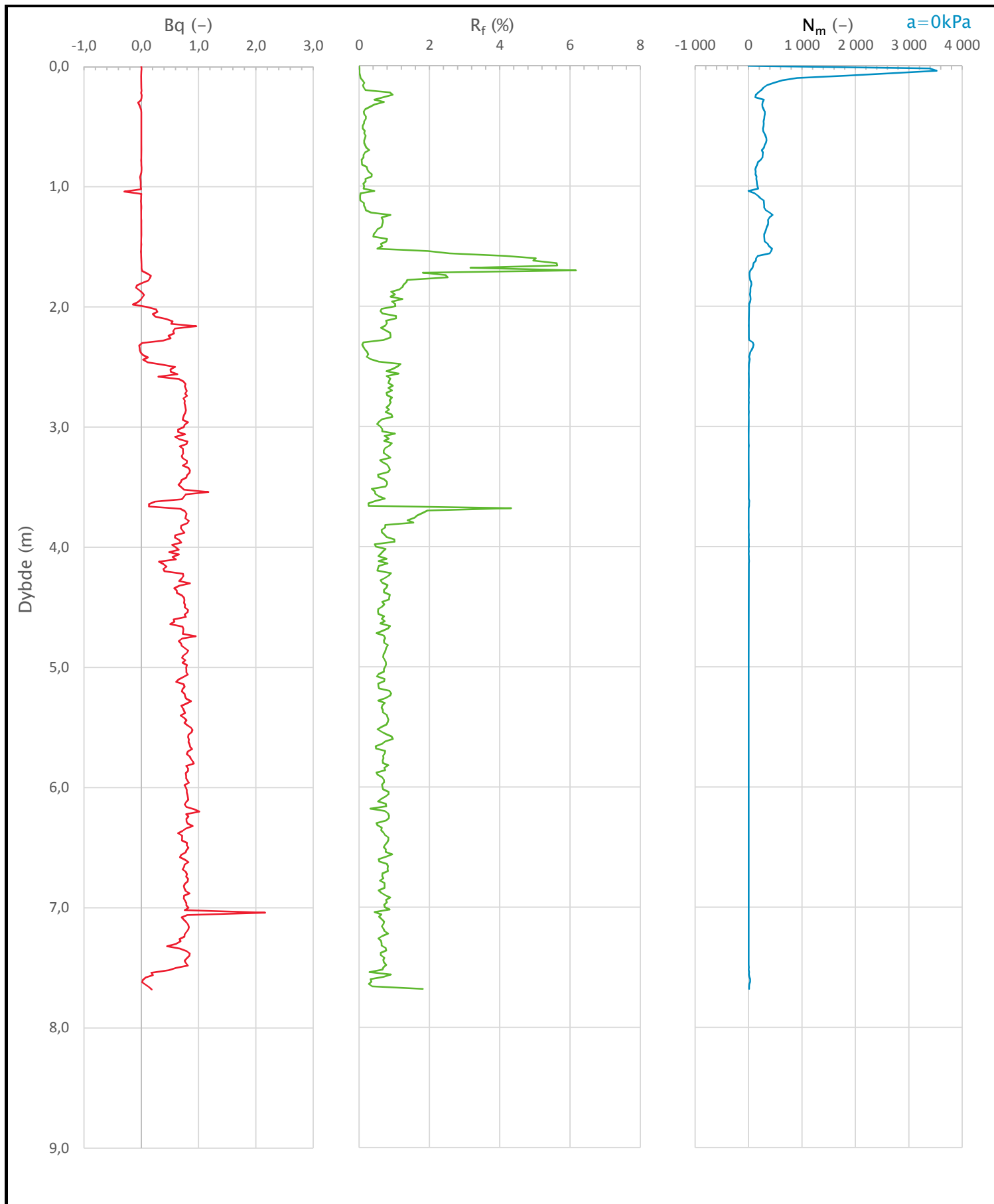



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>2</b>



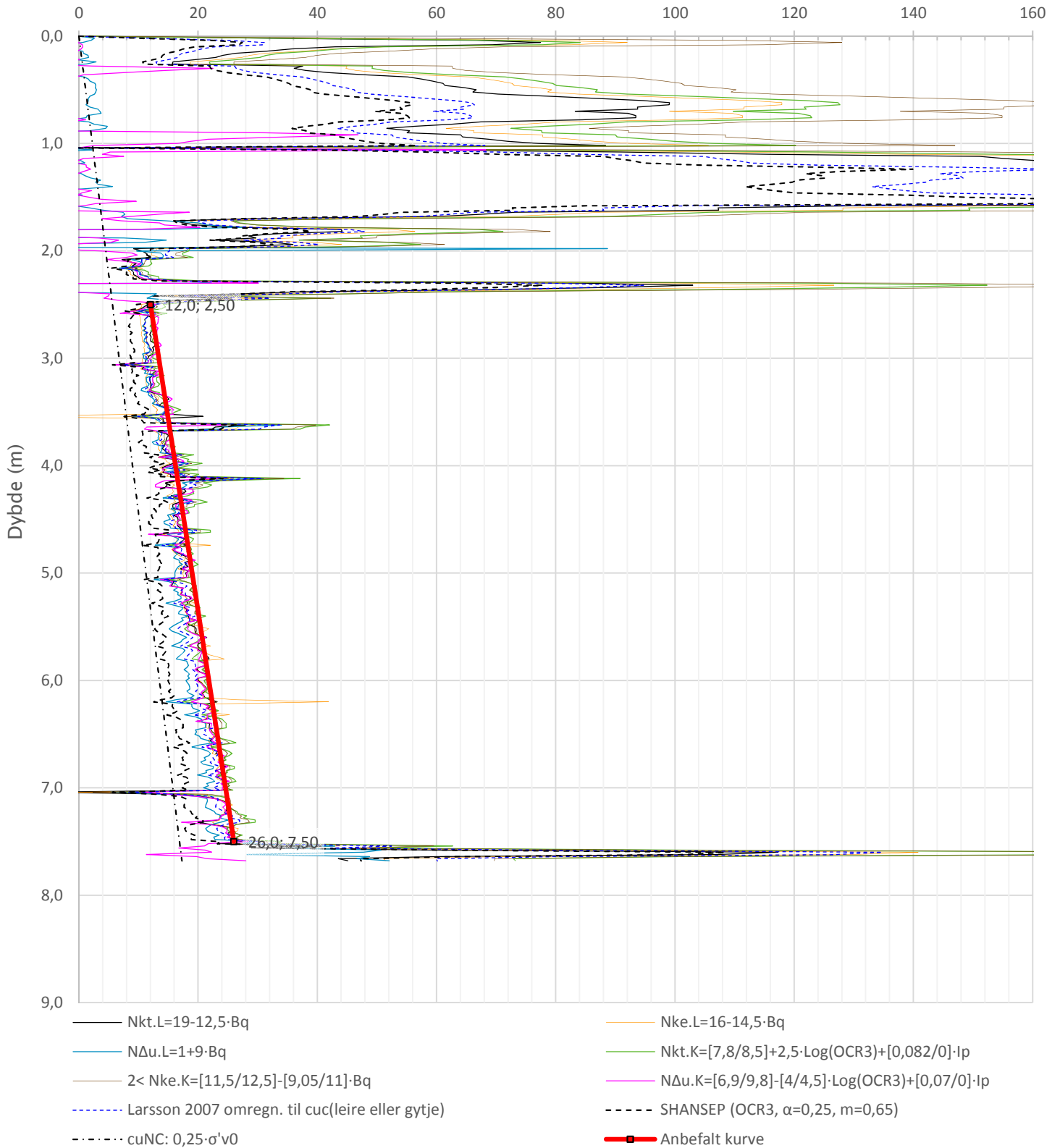
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>3</b>	






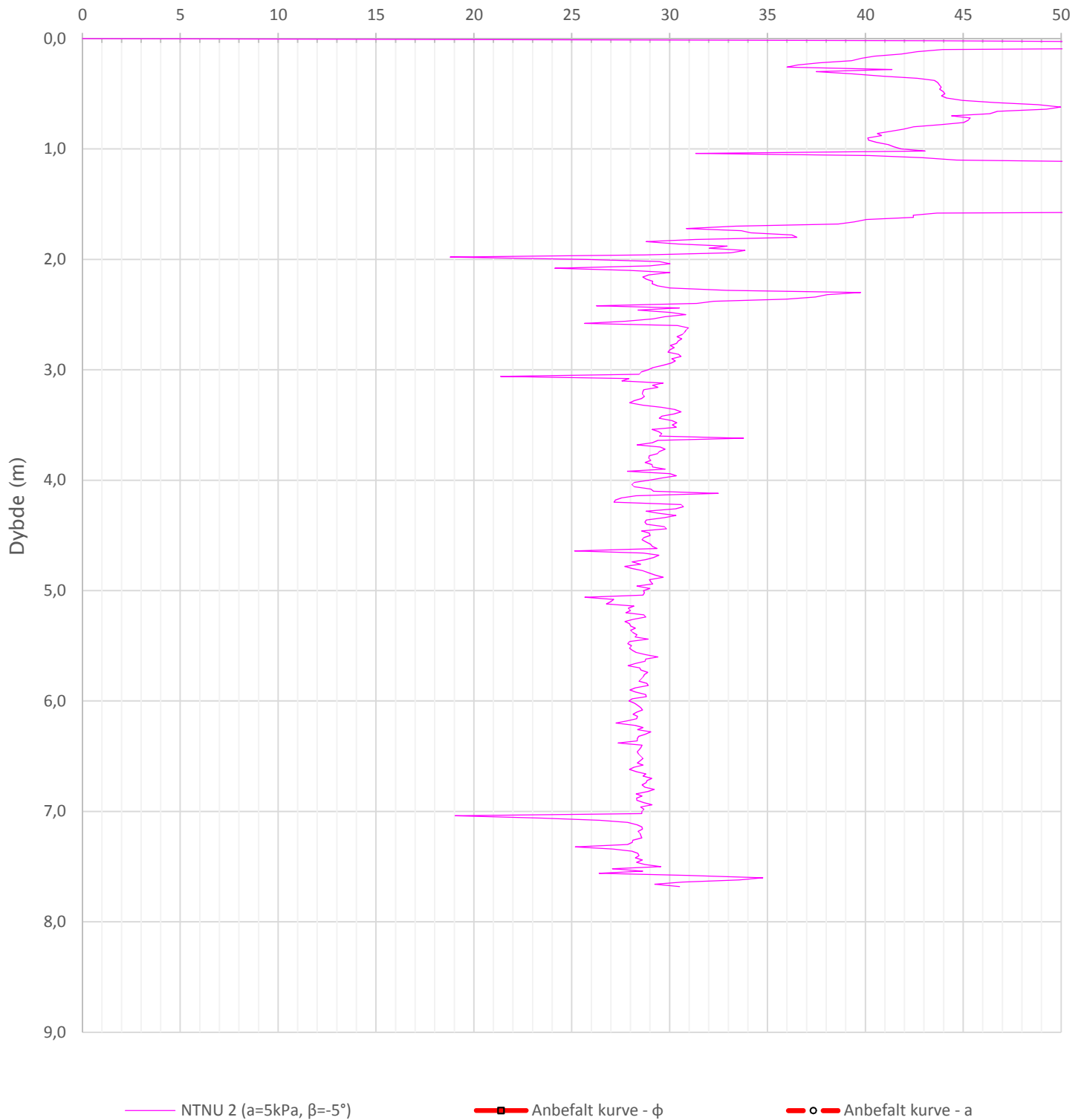
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>4</b>	


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

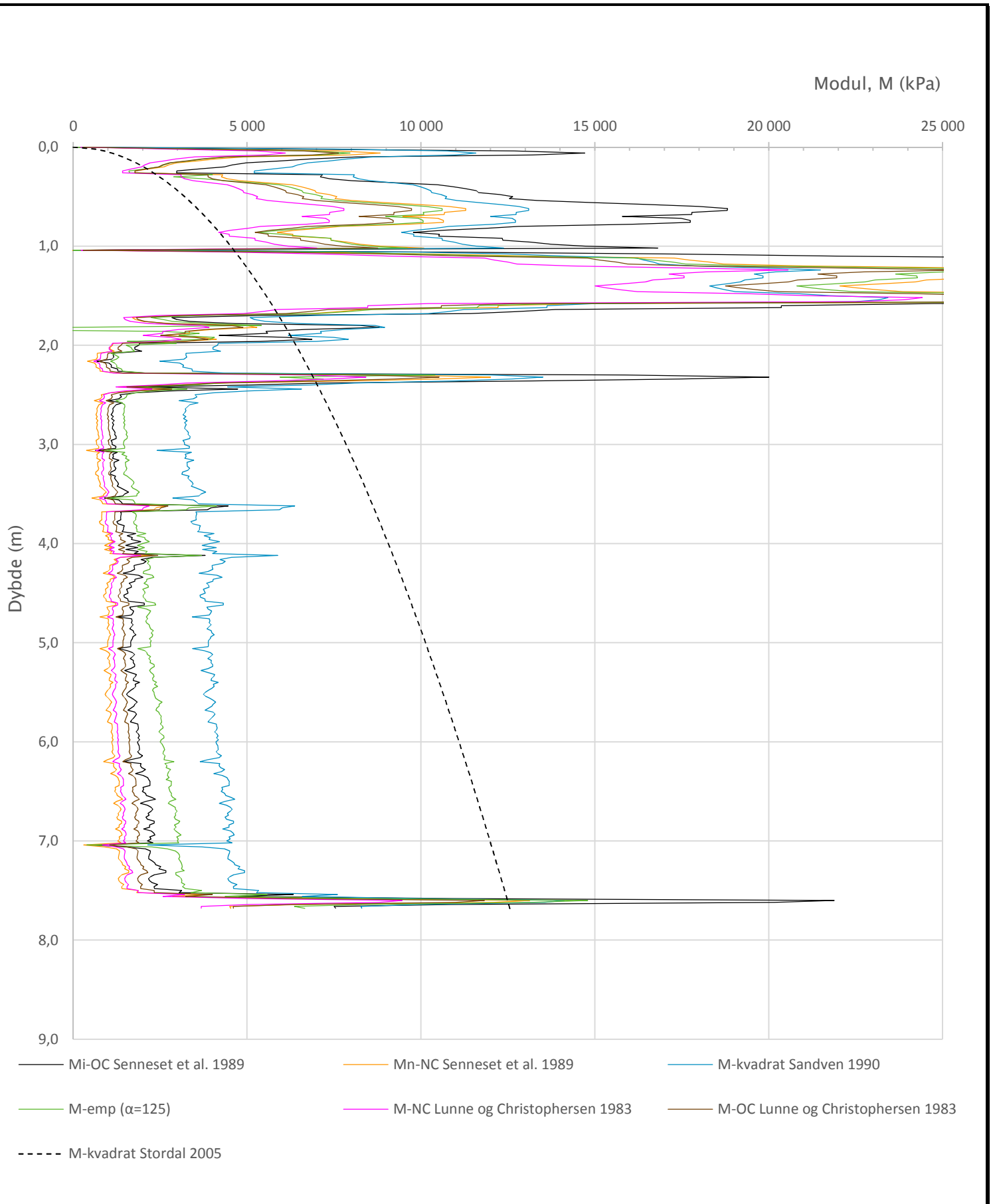



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>5</b>	

Friksjonsvinkel,  $\phi$  (°)  
attraksjon, a (kPa)

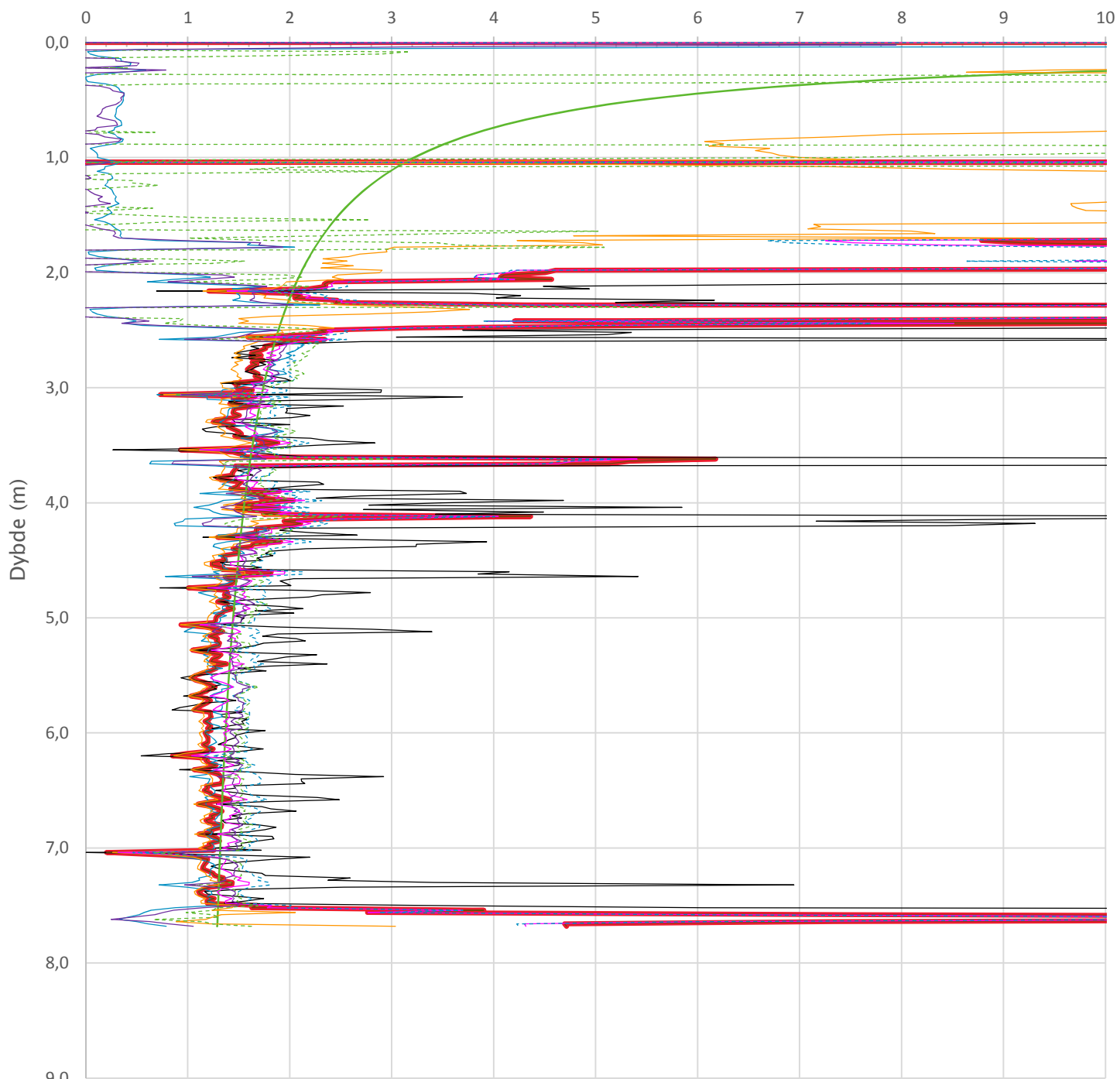


Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>6</b>
Midt	19.01.2019	Rev. dato		



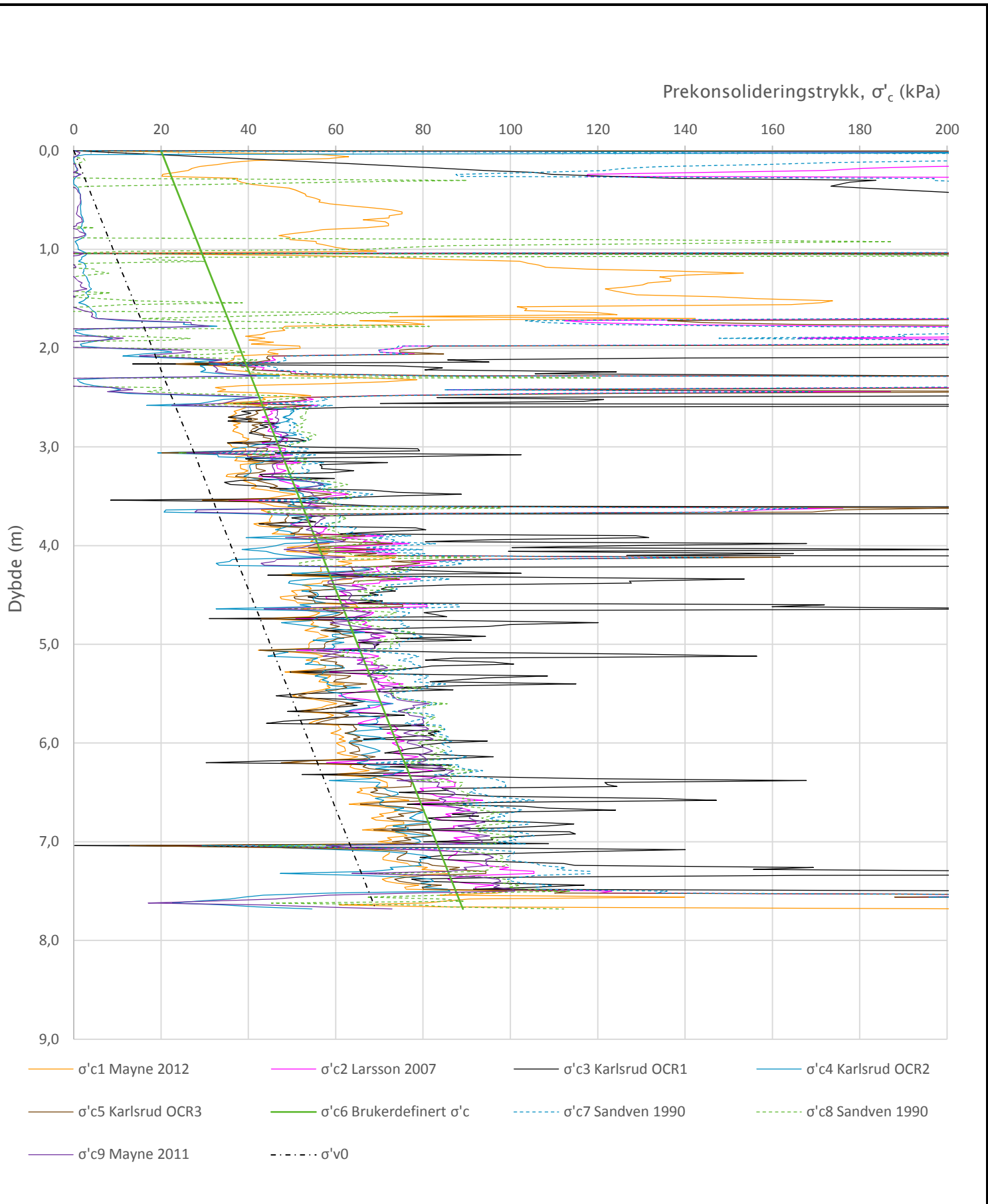
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av modul				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	
				<b>7</b>


Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

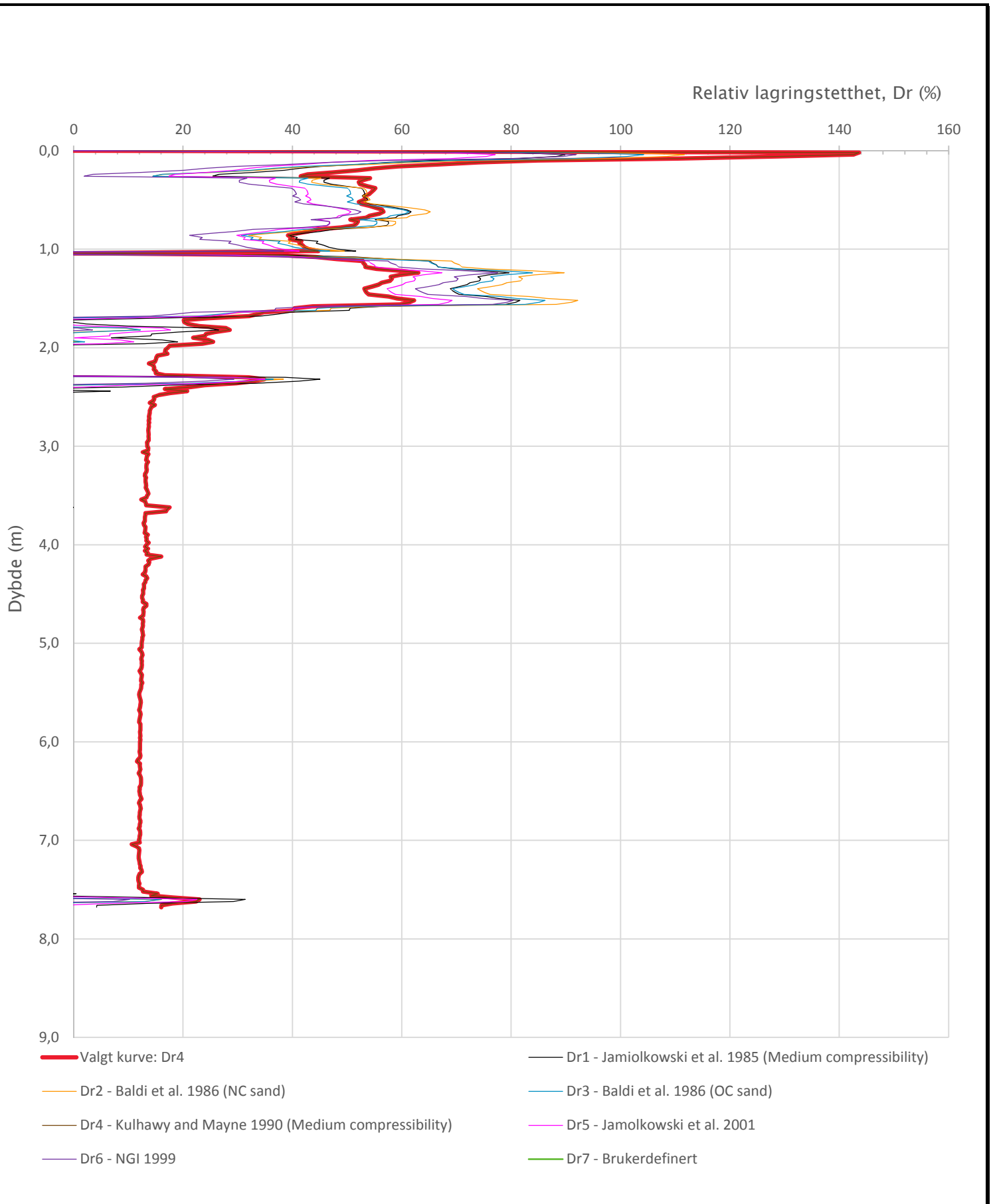



- Valgt kurve: OCR3
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via  $\sigma'c$
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- OCR8  $\sigma'c8$  Sandven 1990
- OCR9  $\sigma'c9$  Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>8</b>	

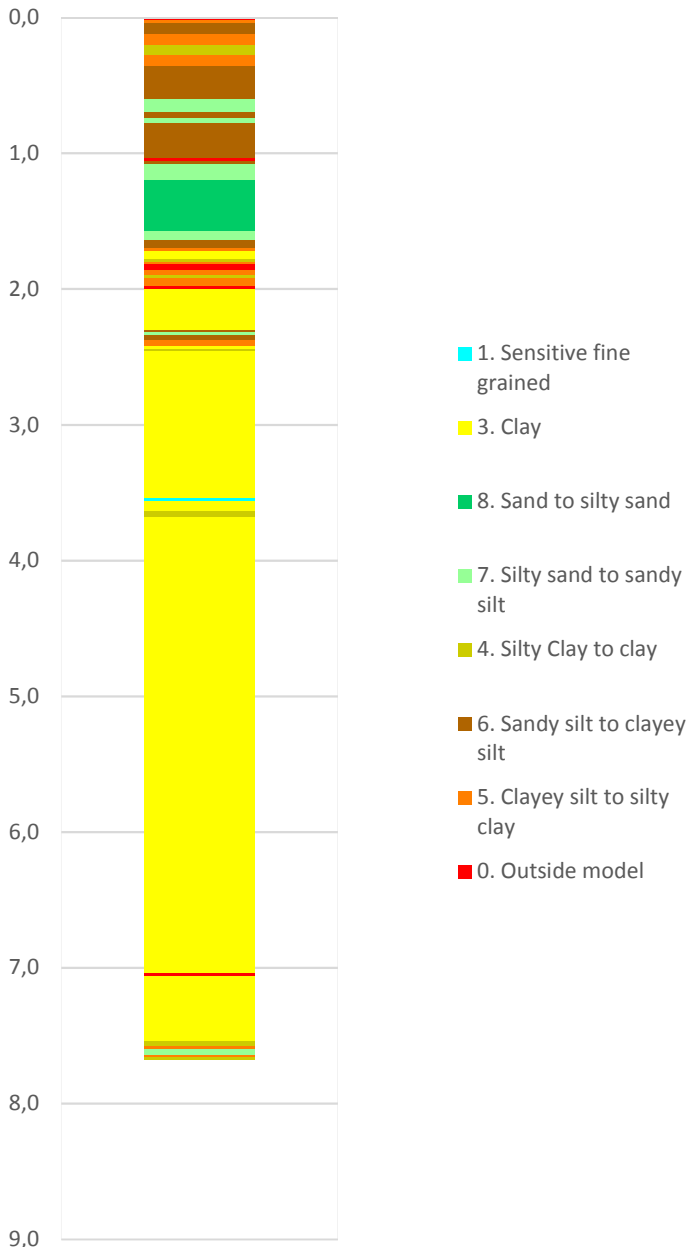


Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>9</b>

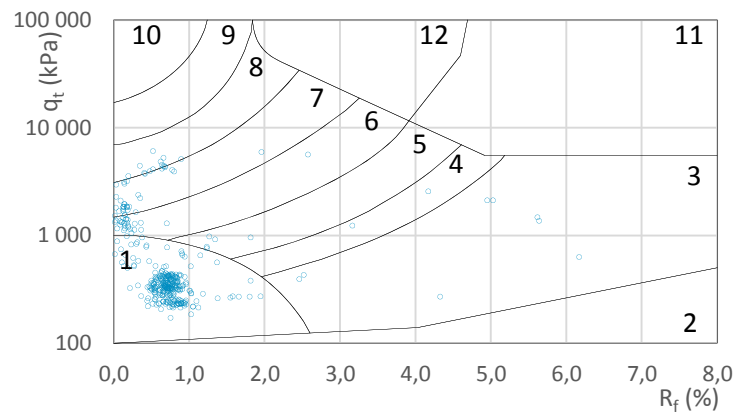
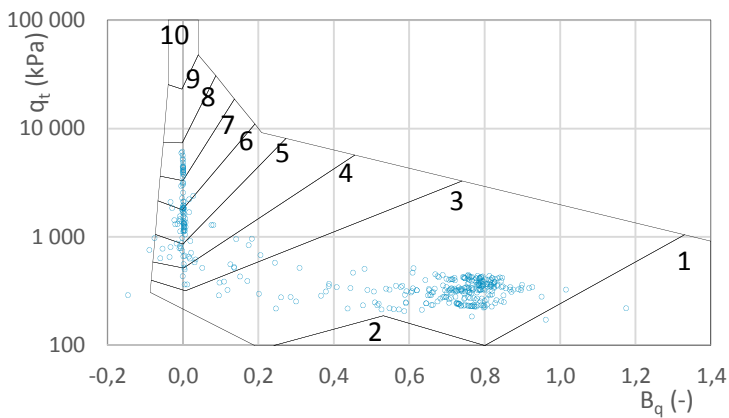
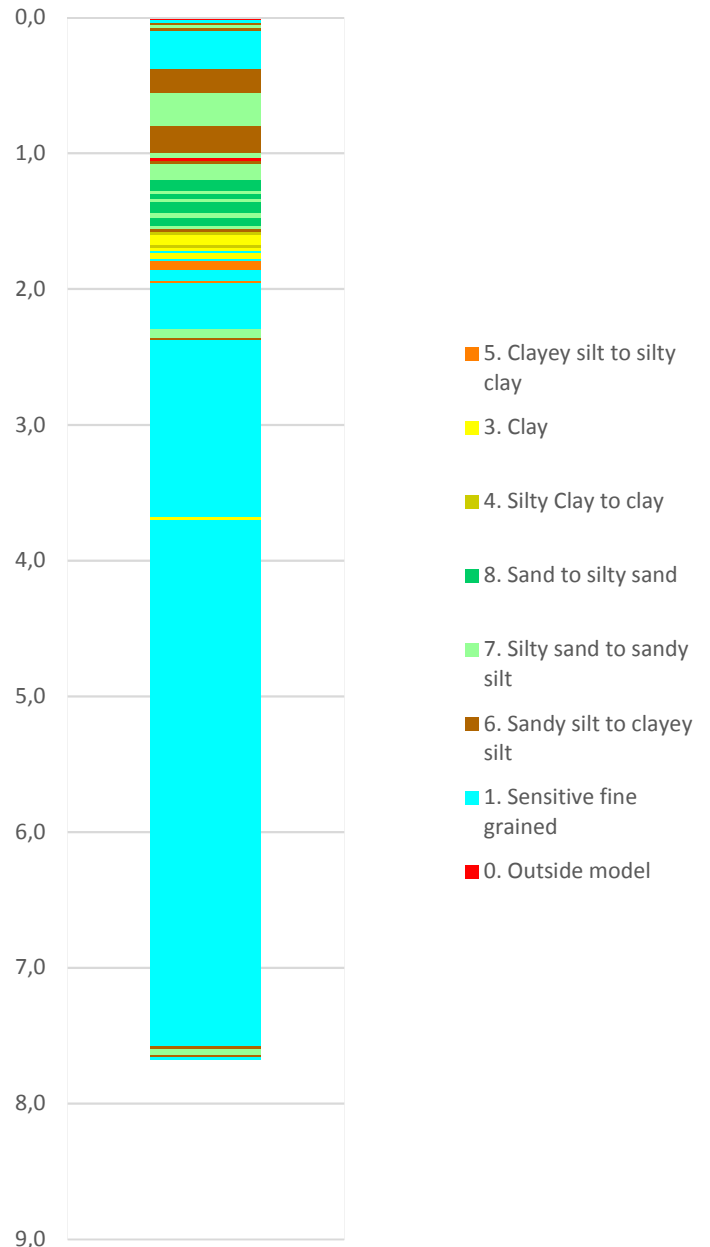



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Relativ lagringstetthet, Dr				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>10</b>	

Robertson et al. 1986 (Bq-qt)




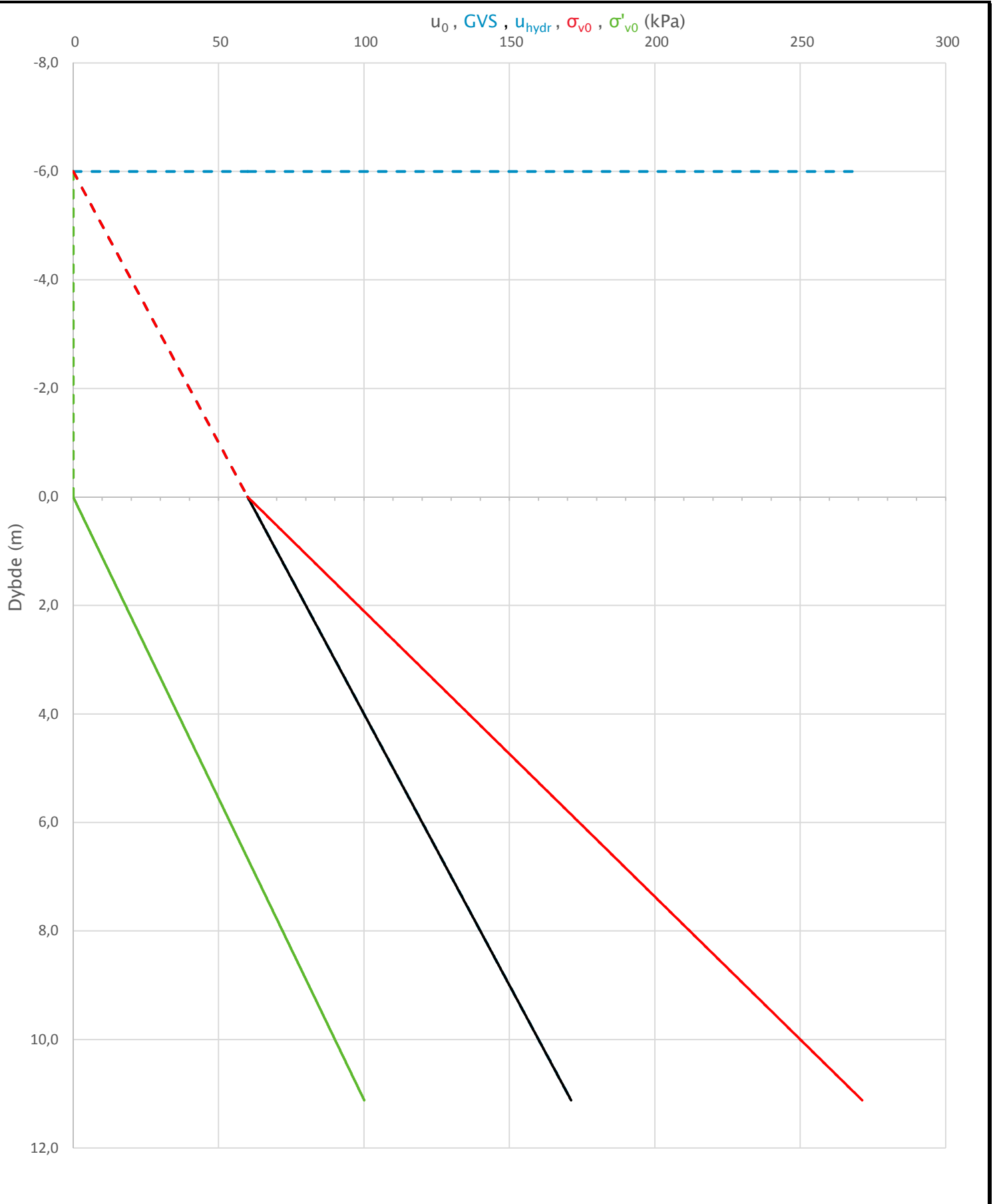
Robertson et al. 1986 (Rf-qt)



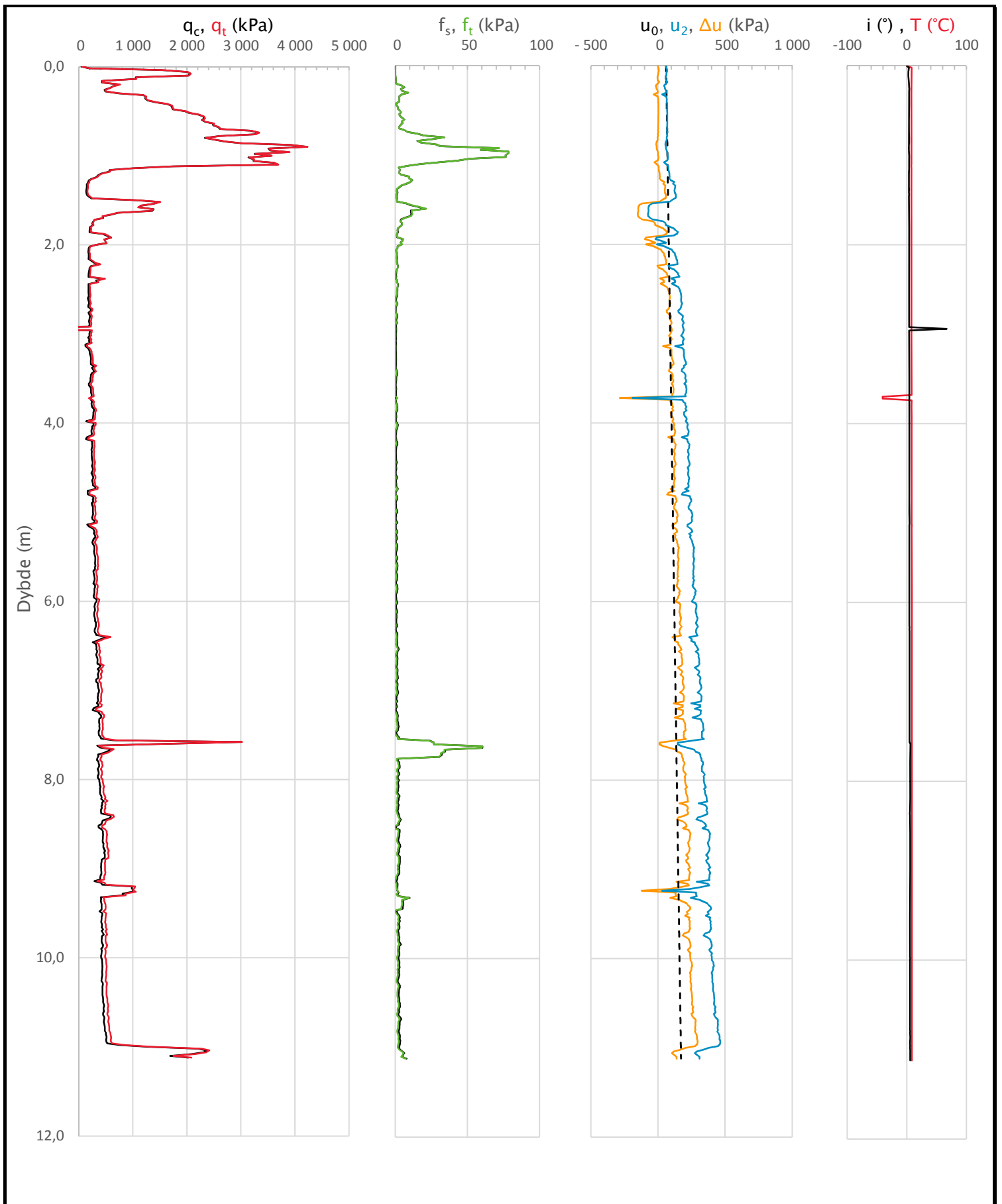
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>134</b>
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>17</b>	




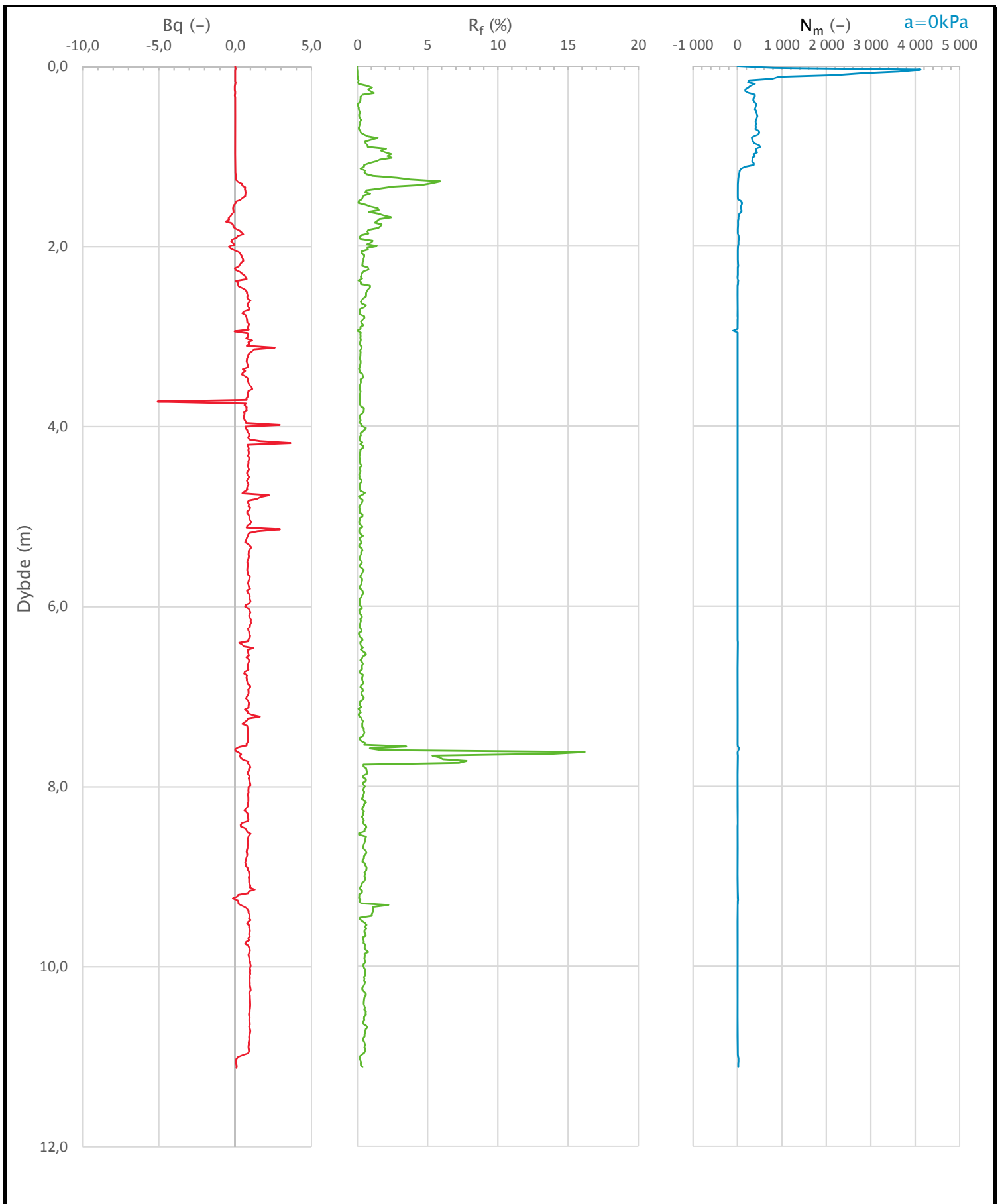
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder	GKA		
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)	49,4		
Kalibreringsdato	25.08.2016		Maks helning (°)	66,7		
Dato sondering	19.01.2019		Maks avstand målinger (m)	0,02		
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1312		3672		3736	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5815		0,0104		0,0204	
Arealforhold	0,8140		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,341		0,477		0,224	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7441,1		125,2		297,4	
Registrert etter sondering (kPa)	-35,5		-0,2		0,0	
Avvik under sondering (kPa)	35,5		0,2		0,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	25,1		0,6		0,3	
Maksverdi under sondering (kPa)	4226,8		78,4		465,4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>61,2</b>	<b>1,4</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk	Helning	Temperatur	
OK	OK		OK	<b>Ikke OK</b>	<b>Ikke OK</b>	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull	
<b>Deponi Kråkøya</b>					<b>137</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>4357</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse
	lasola	lasola		lasola		1
	Region	Dato sondering		Revisjon		Figur
	Midt	19.01.2019		Rev. dato		1




Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer
				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>2</b>

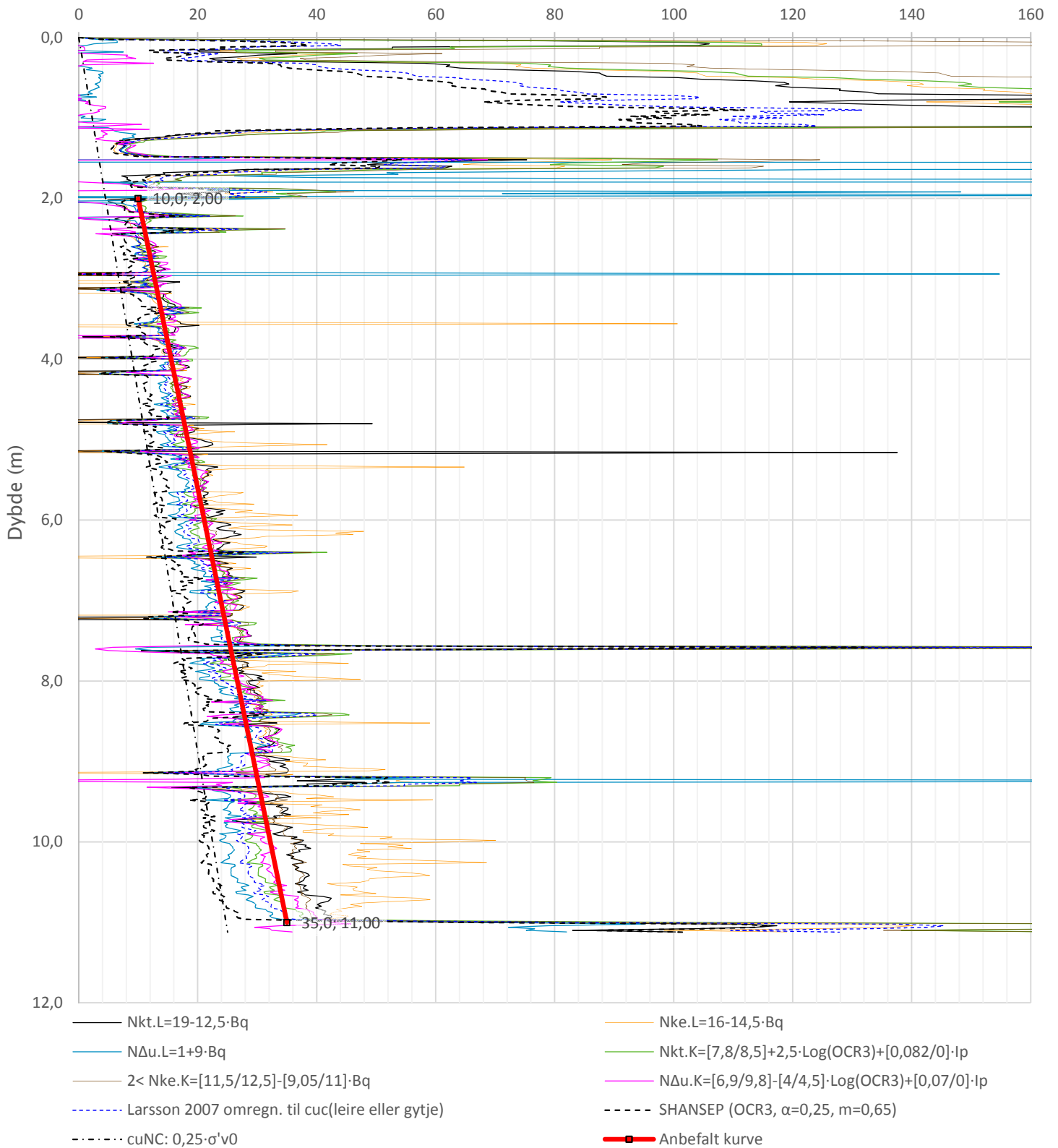



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>3</b>	

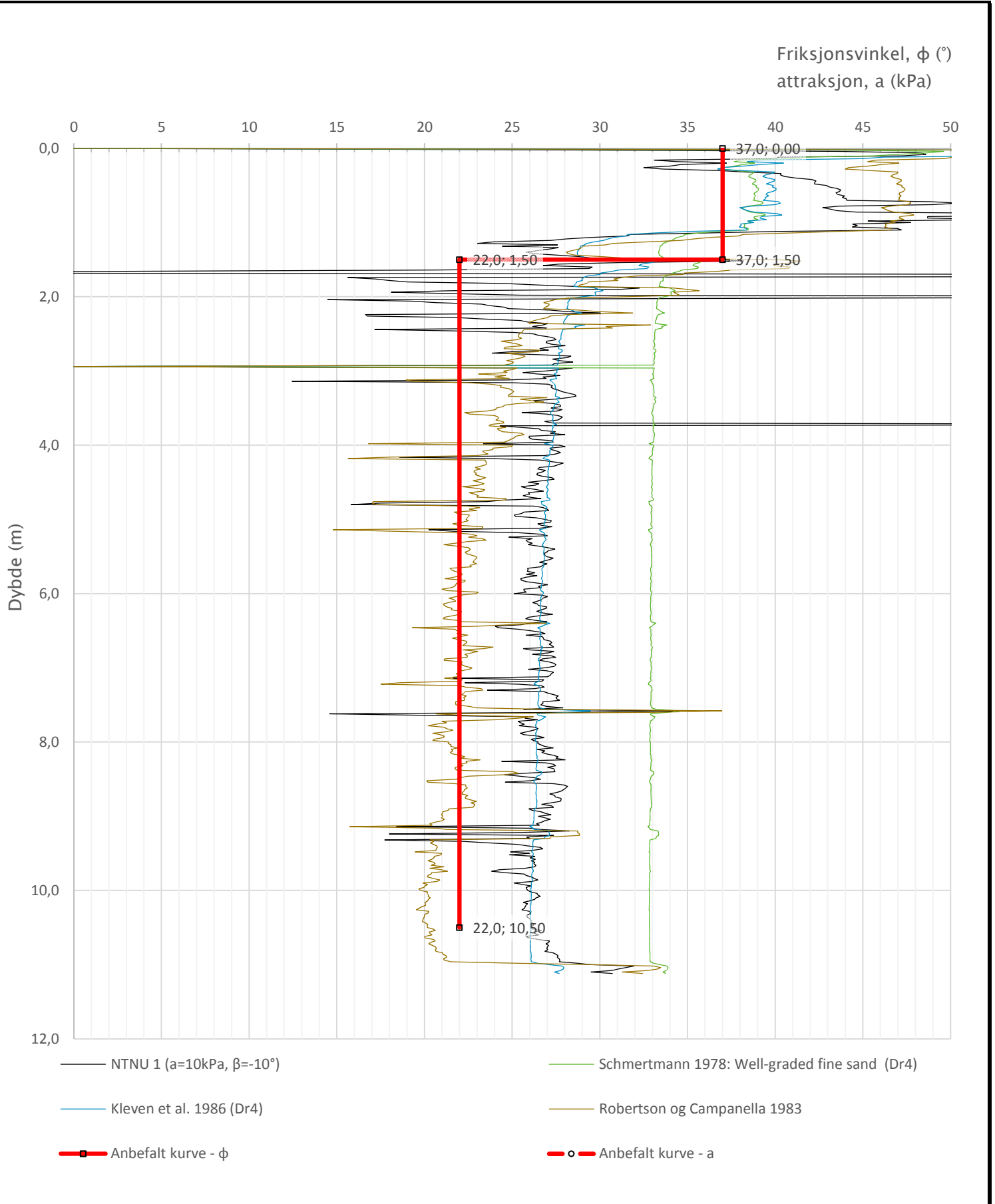



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>4</b>	

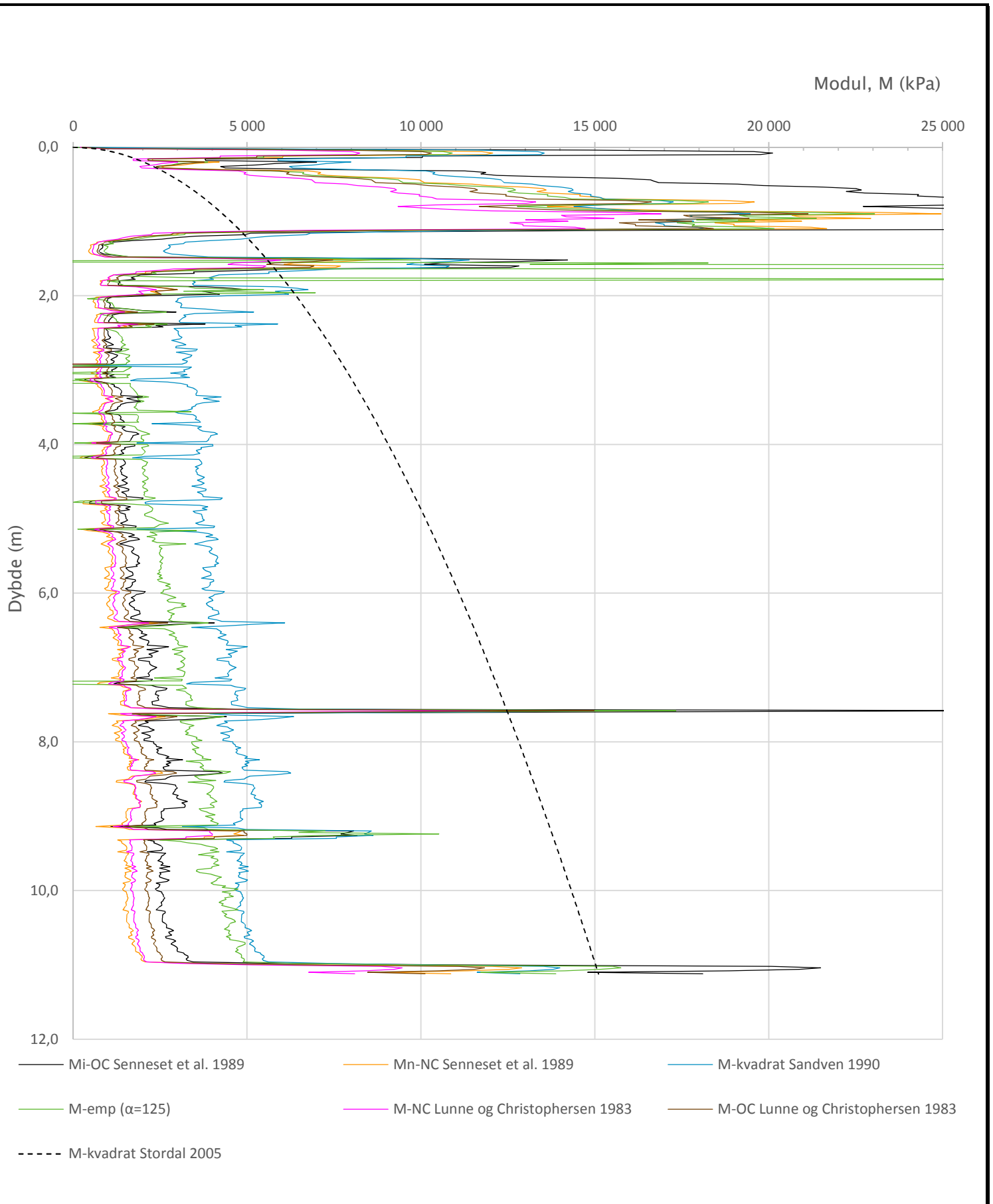
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)




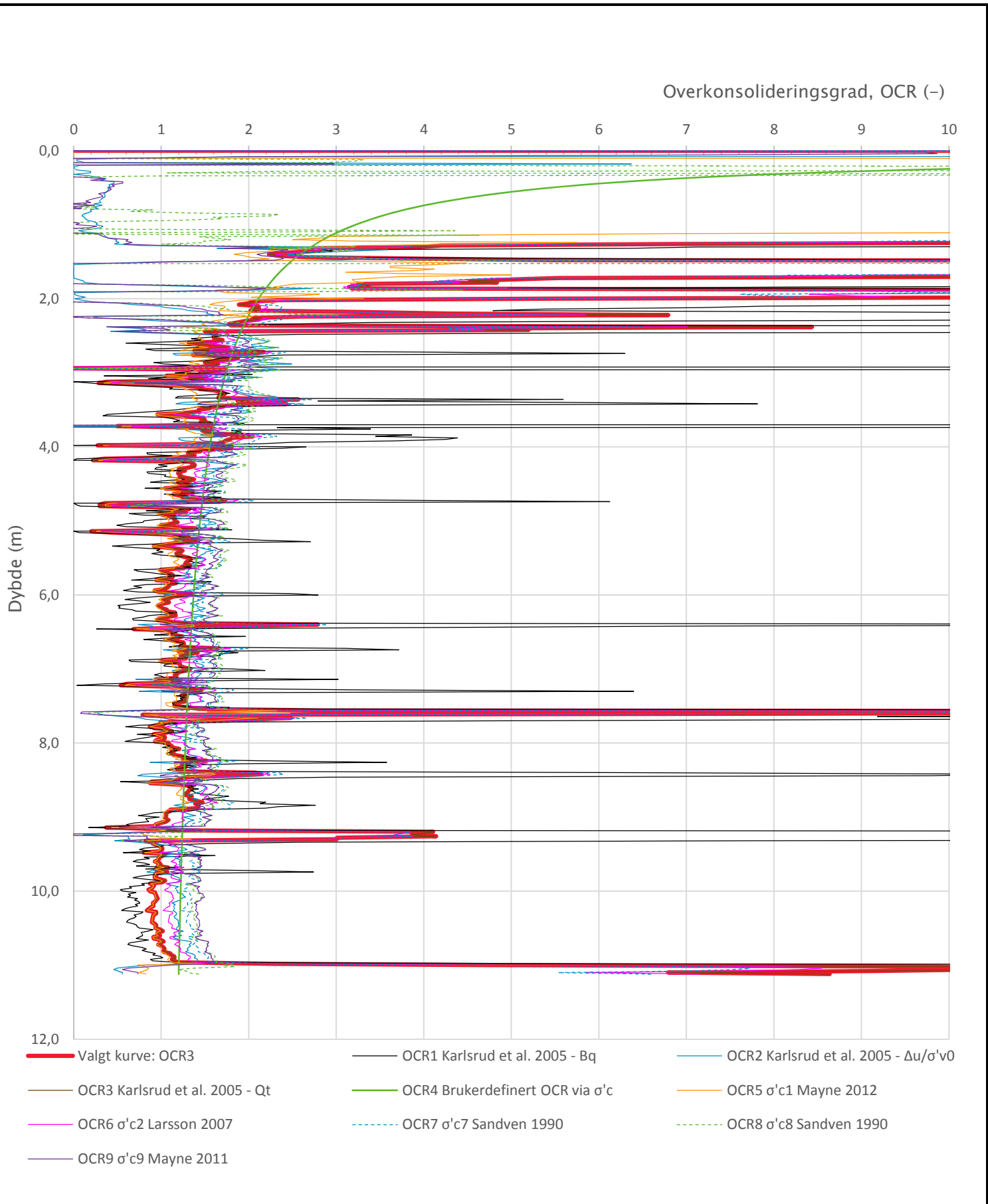
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>5</b>	




Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>6</b>	

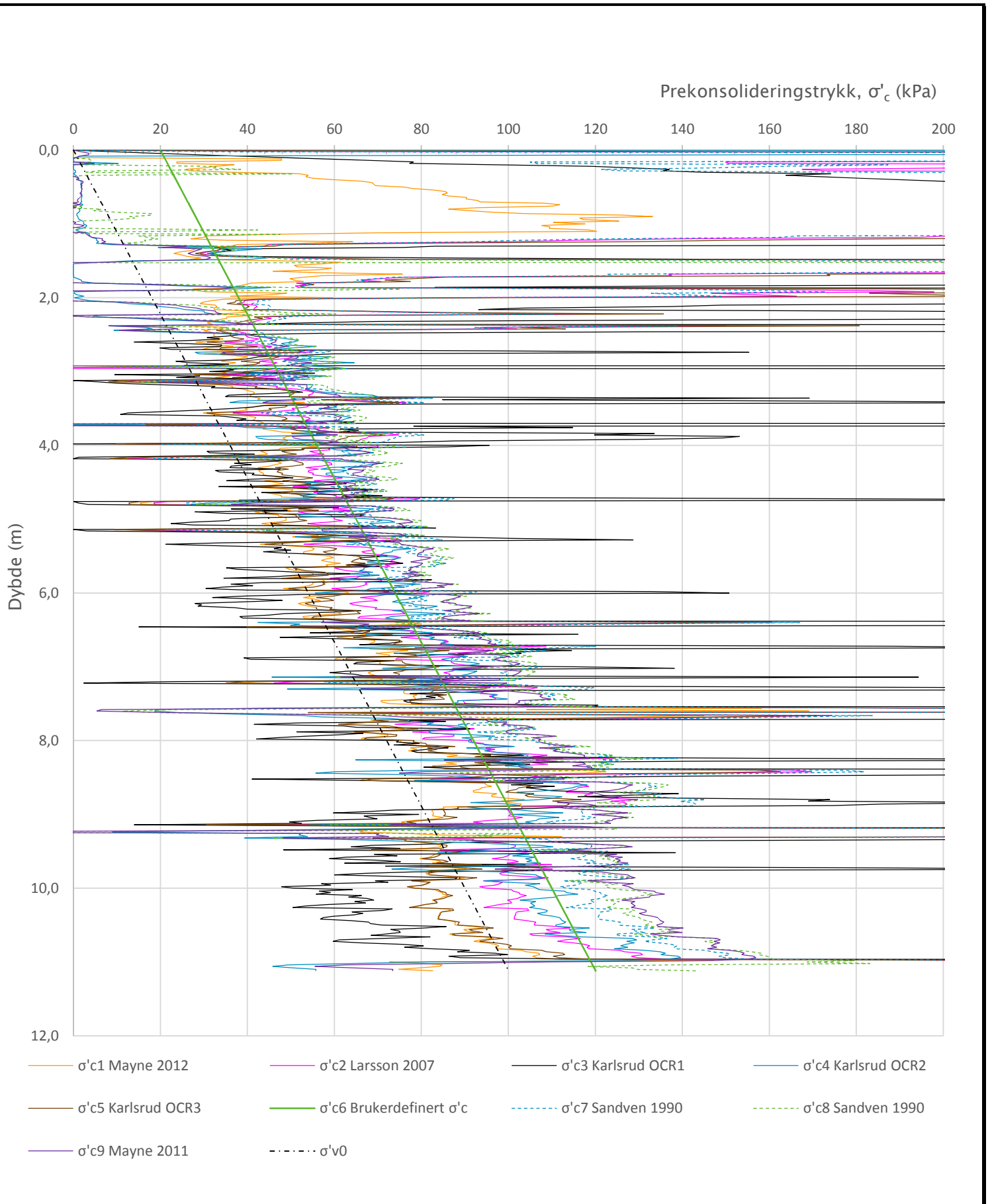



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av modul				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>7</b>

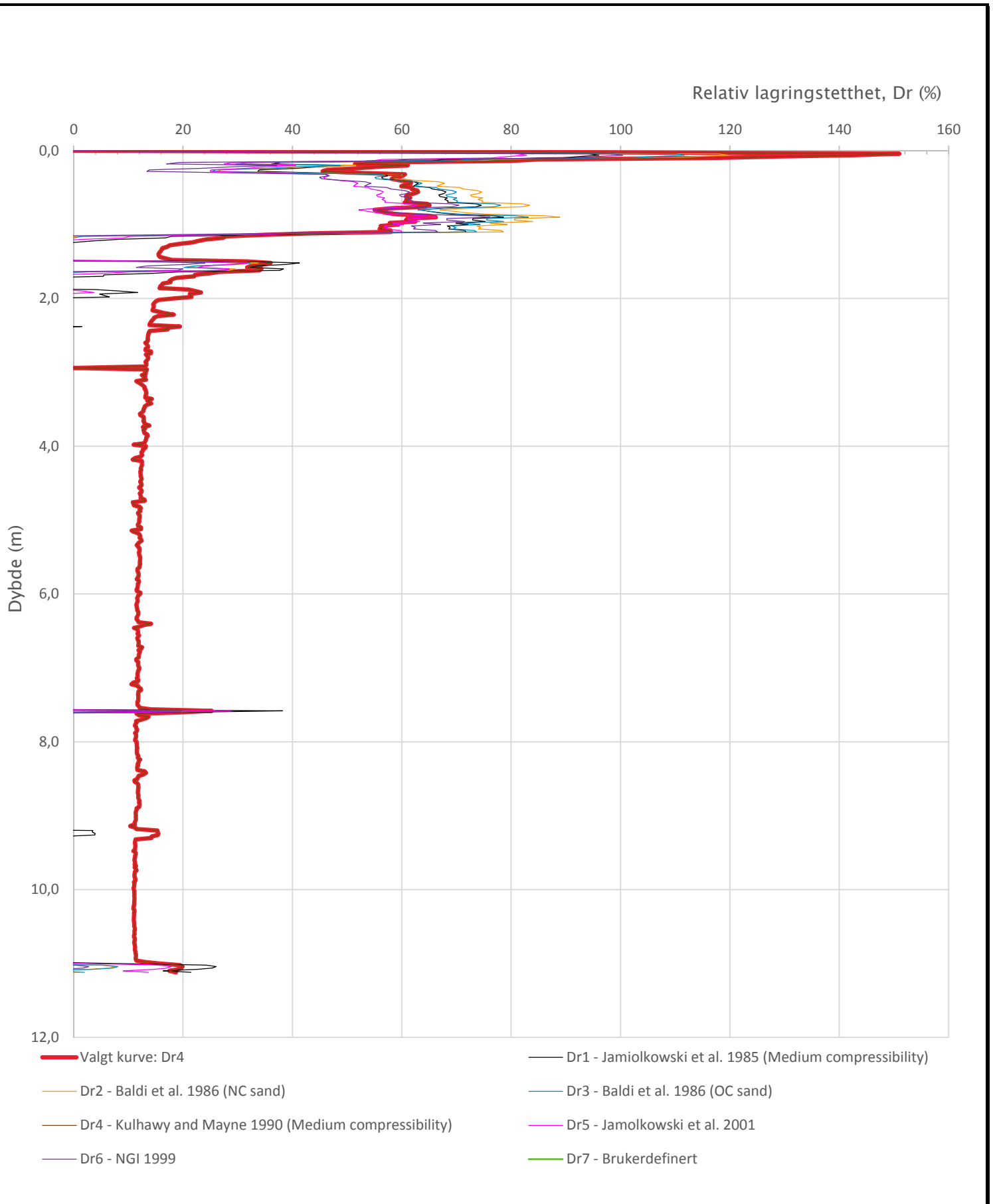



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>8</b>



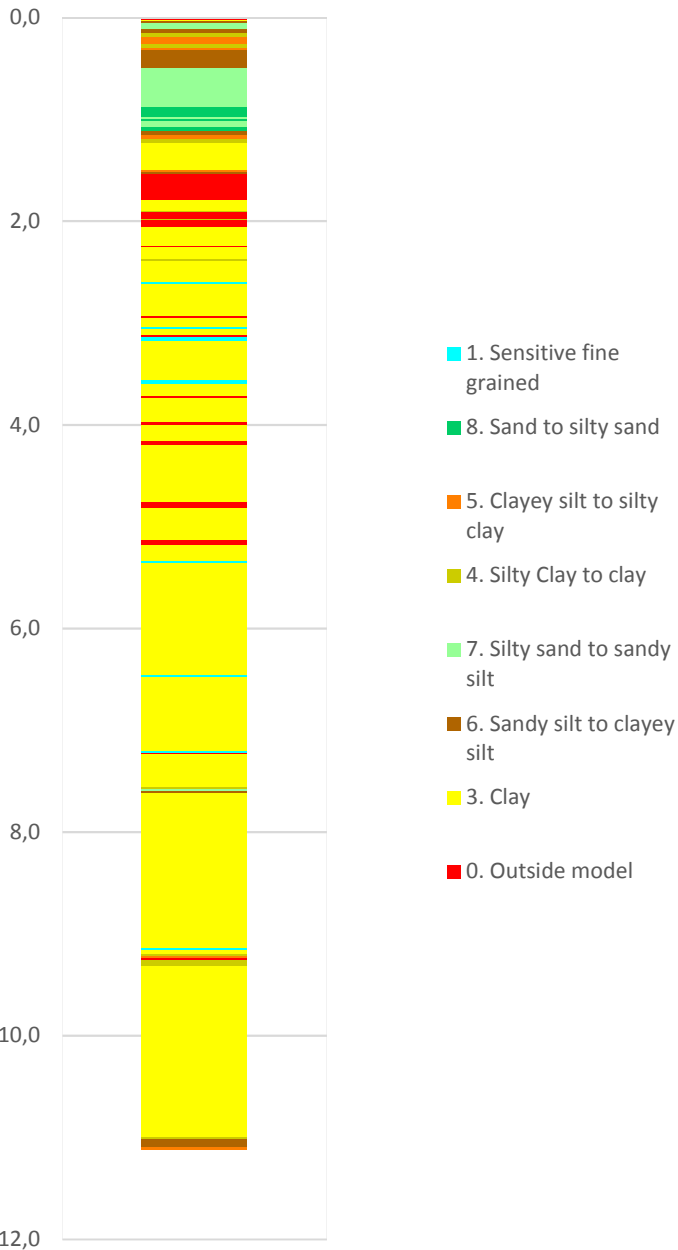


Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>9</b>



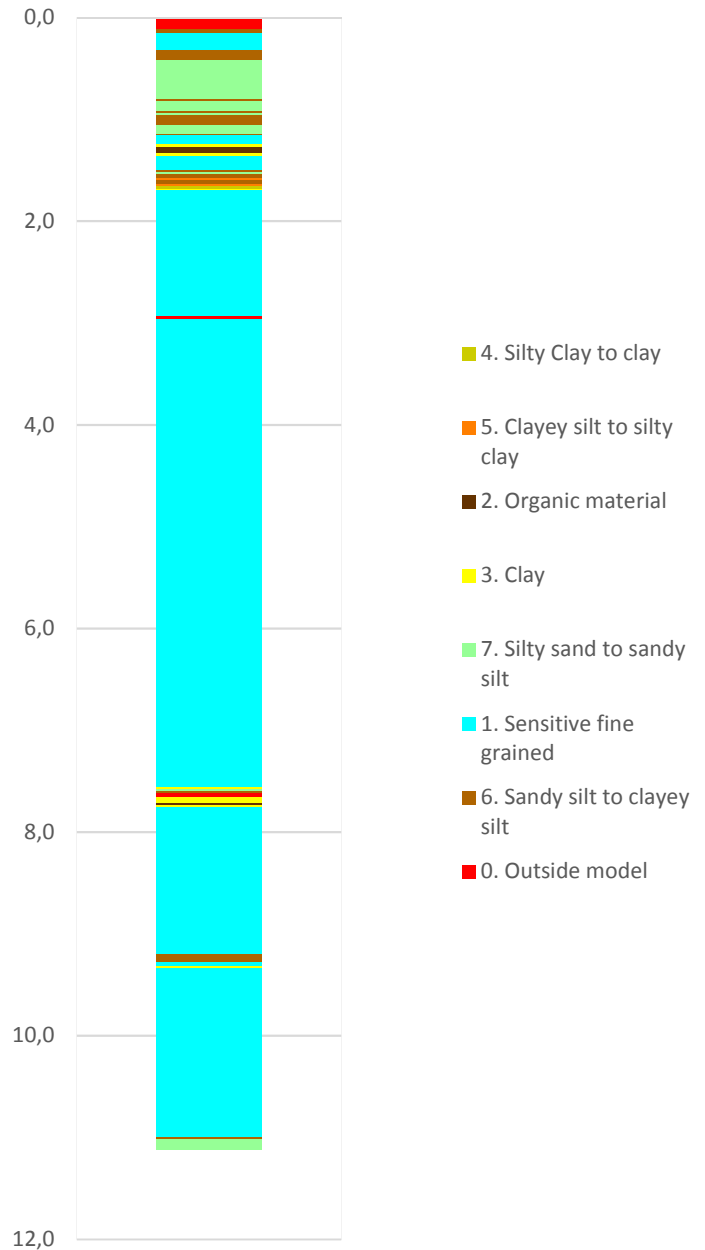
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Relativ lagringstetthet, Dr				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>10</b>	

Robertson et al. 1986 (Bq-qt)

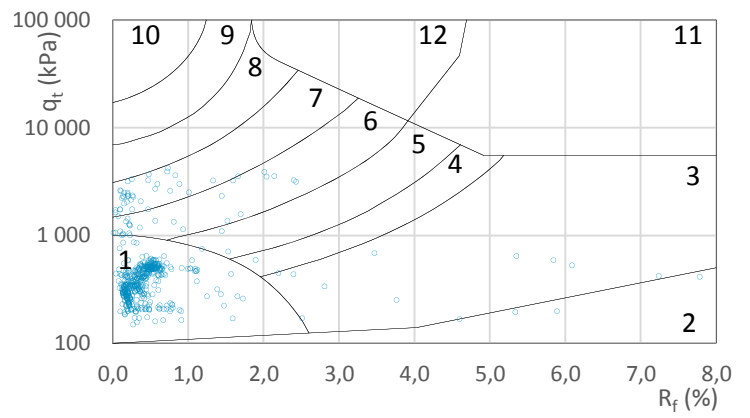
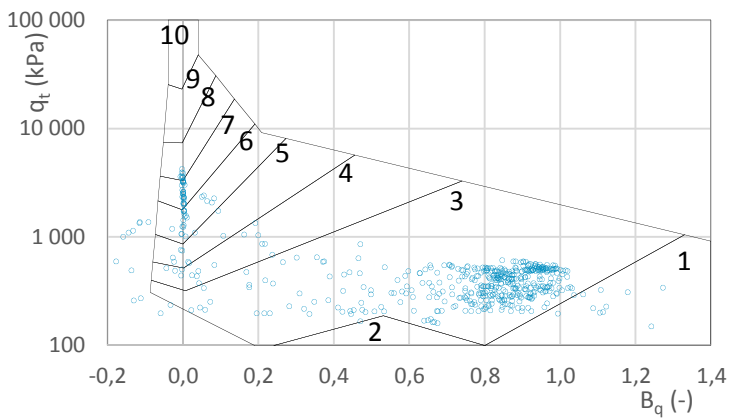



- 1. Sensitive fine grained
- 8. Sand to silty sand
- 5. Clayey silt to silty clay
- 4. Silty Clay to clay
- 7. Silty sand to sandy silt
- 6. Sandy silt to clayey silt
- 3. Clay
- 0. Outside model

Robertson et al. 1986 (Rf-qt)



- 4. Silty Clay to clay
- 5. Clayey silt to silty clay
- 2. Organic material
- 3. Clay
- 7. Silty sand to sandy silt
- 1. Sensitive fine grained
- 6. Sandy silt to clayey silt
- 0. Outside model



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>137</b>
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>17</b>
Midt	19.01.2019	Rev. dato		

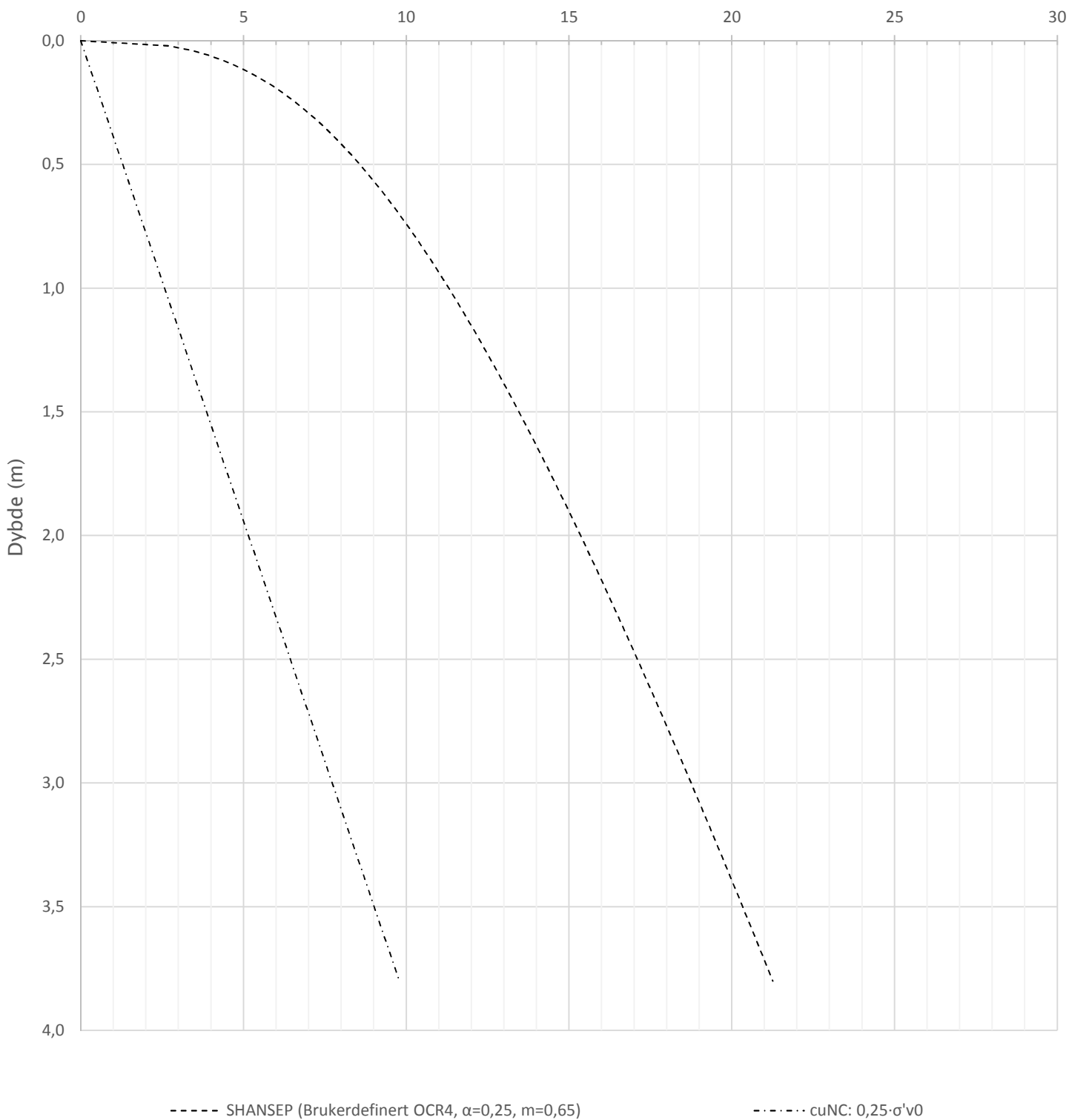
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 138:  $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 138:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,634$

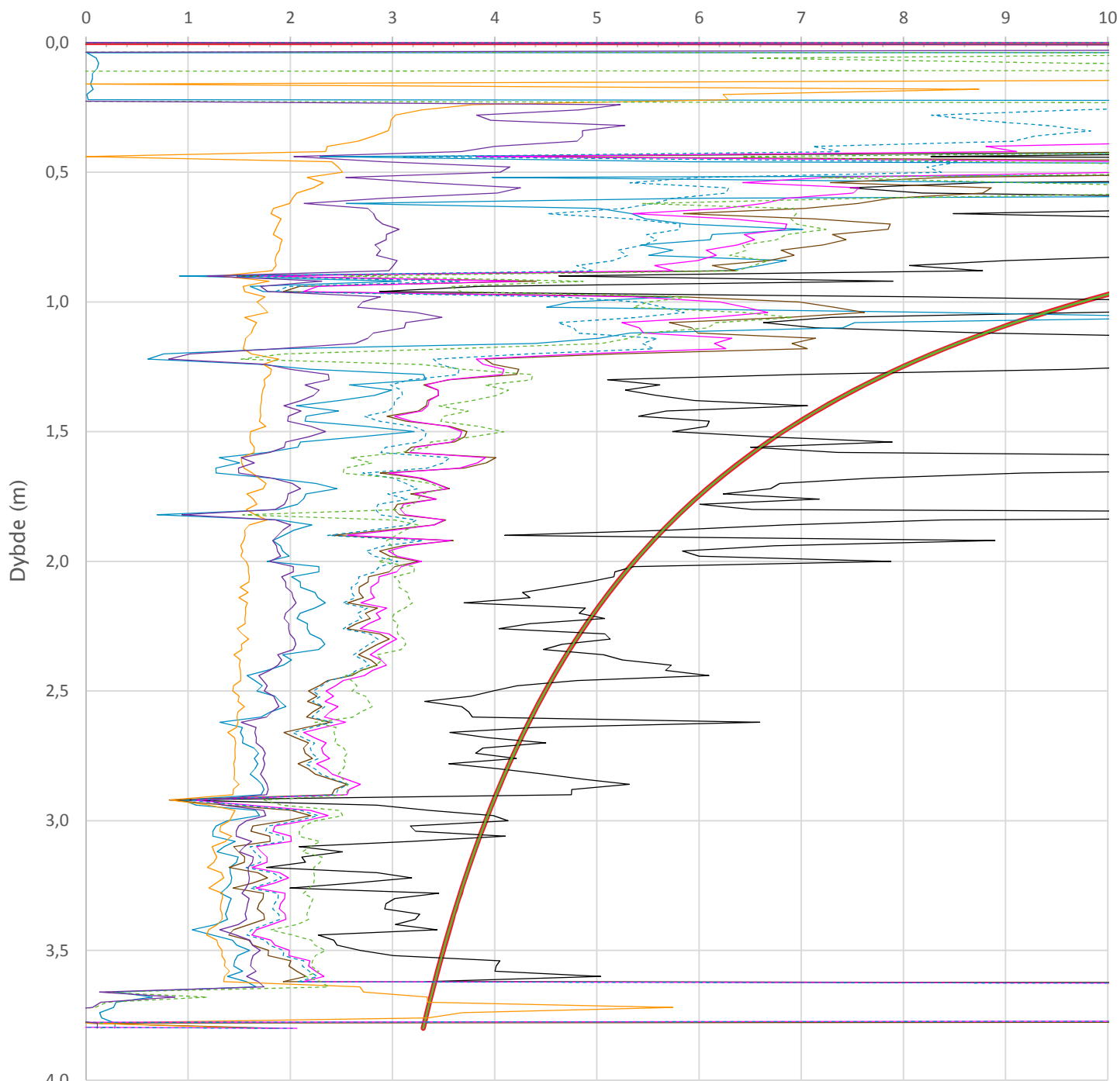
Konus BH 138:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,634$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)




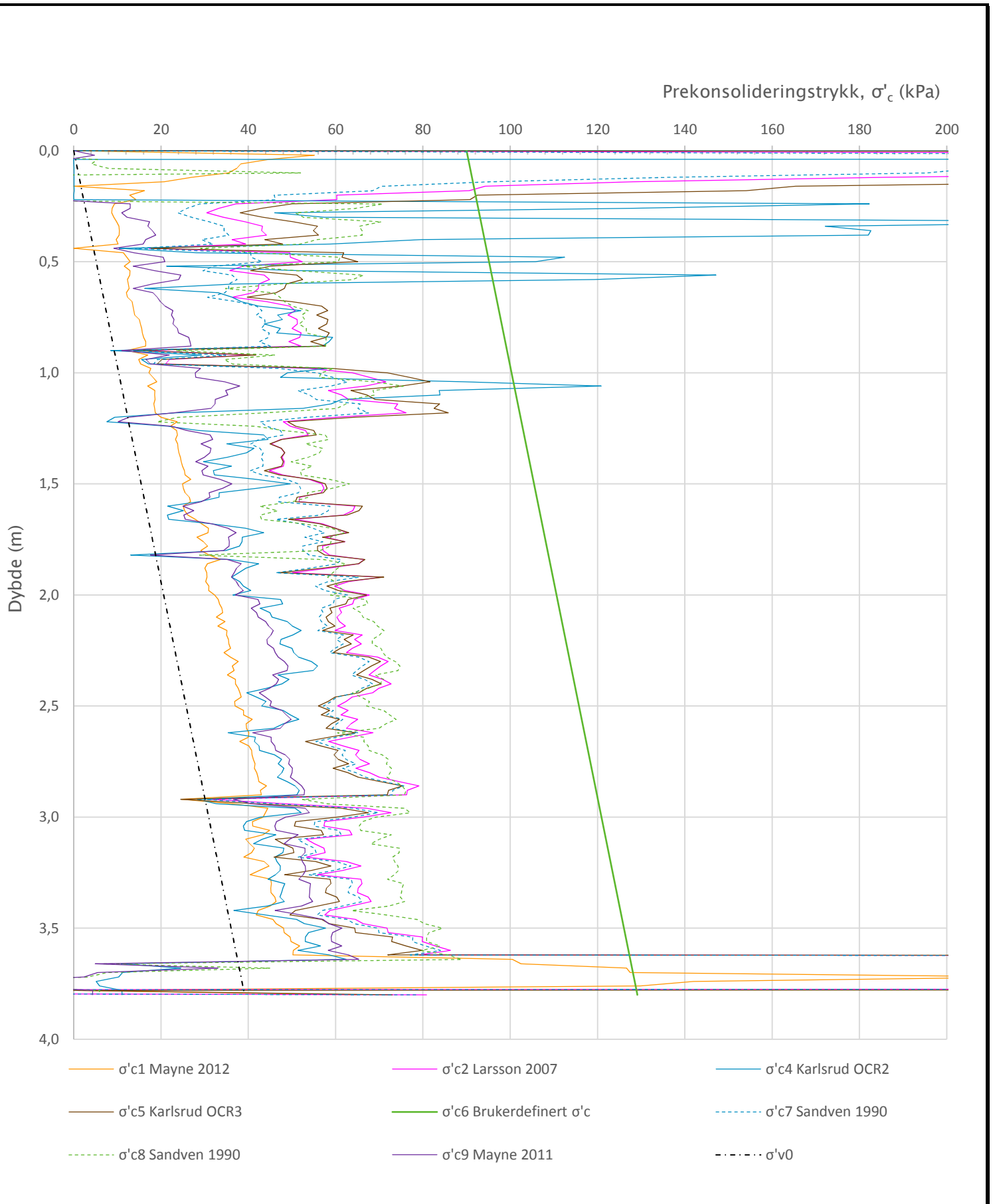
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	
				<b>5</b>


Overkonsolideringsgrad, OCR (-)




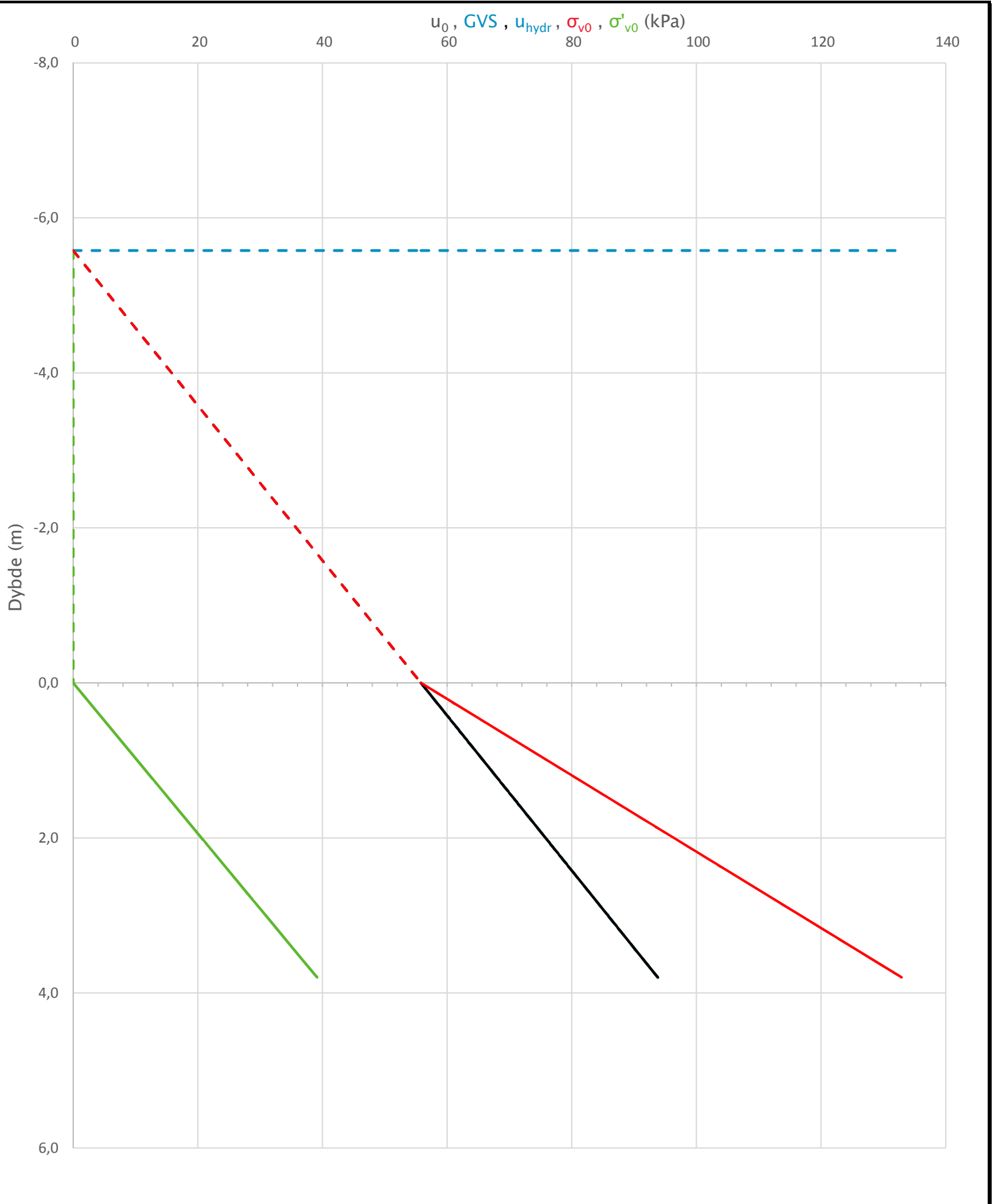
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via  $\sigma'c$
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- OCR8  $\sigma'c8$  Sandven 1990
- OCR9  $\sigma'c9$  Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>8</b>



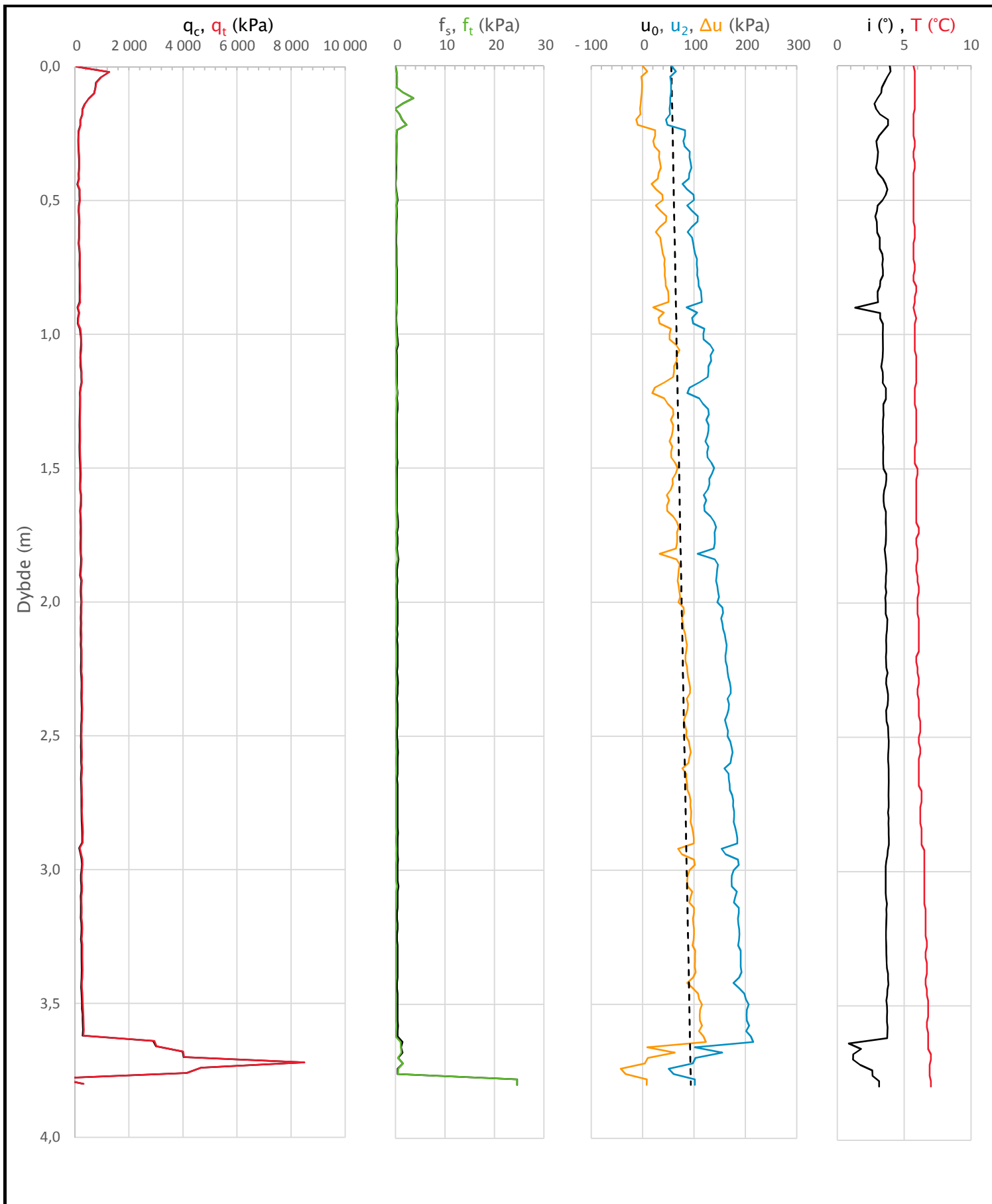
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>9</b>


Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		1,3	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		4,0	
Dato sondering	09.01.2019		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5824		0,0102		0,0204	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341		0,67		0,611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7392,8		125,3		297,8	
Registrert etter sondering (kPa)	8,1		-0,2		0,0	
Avvik under sondering (kPa)	8,1		0,2		0,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,1		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	8481,6		24,6		215,4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>9,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05			Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>						<b>138</b>
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet						<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse
	lasola	lasola		lasola		1
	Region	Dato sondering		Revisjon		Figur
	Midt	09.01.2019		Rev. dato		1

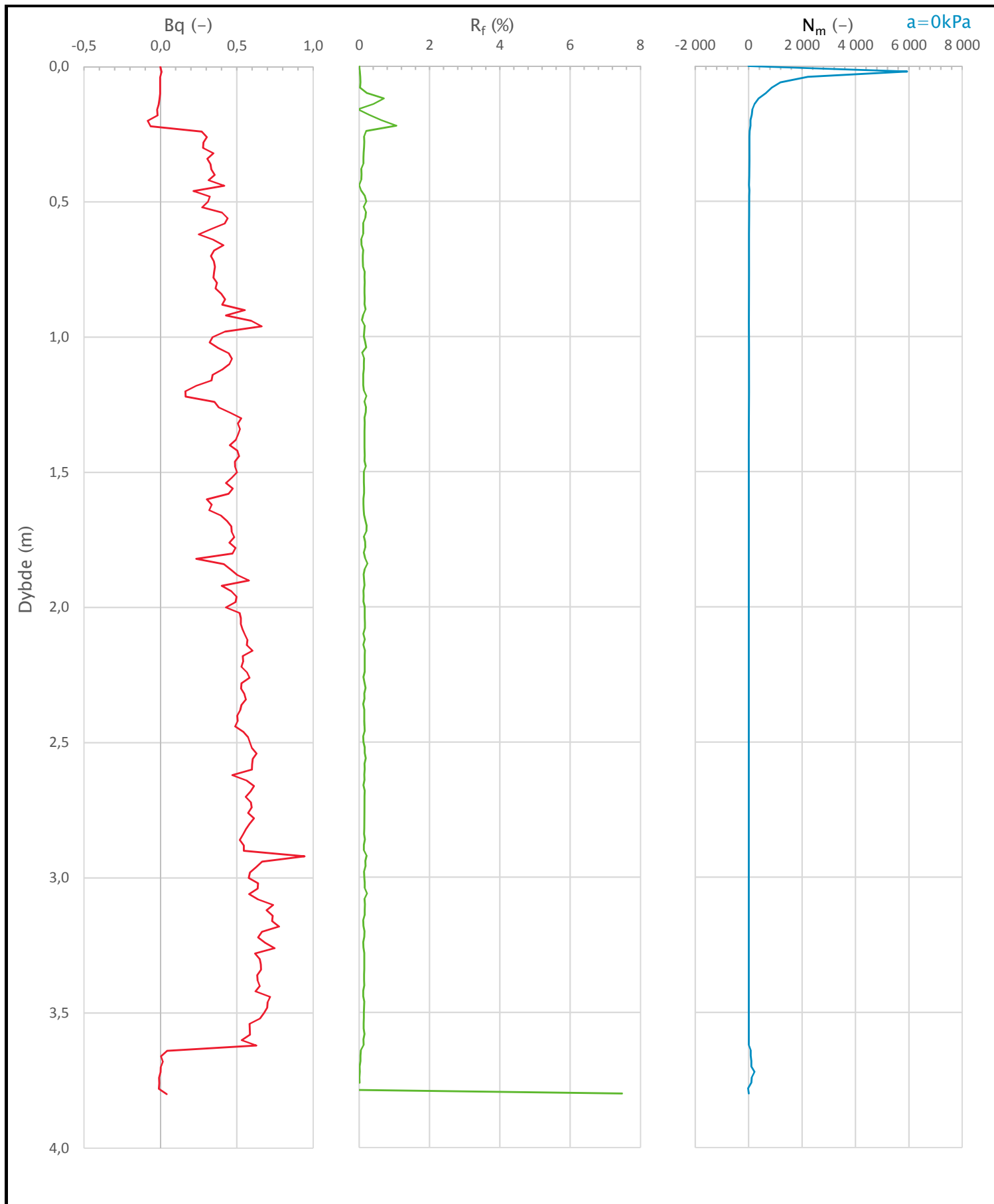



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer
				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	
				<b>2</b>





Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>3</b>
Midt	09.01.2019	Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>4</b>

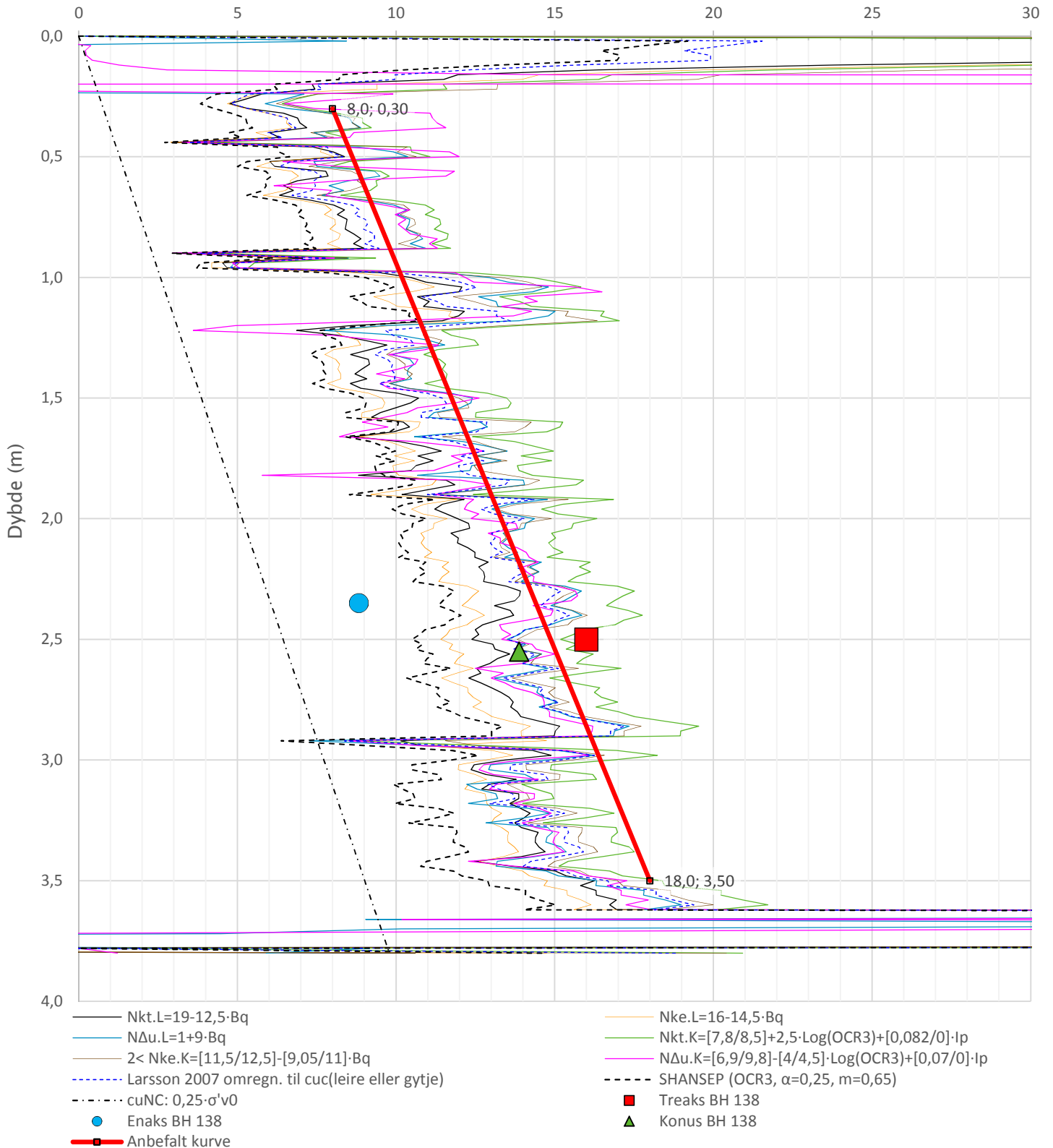
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 138:  $c_u/c_{u\text{c}ptu} = 1,000$

Enaks BH 138:  $c_{uc}/c_{u\text{c}ptu} = 0,634$

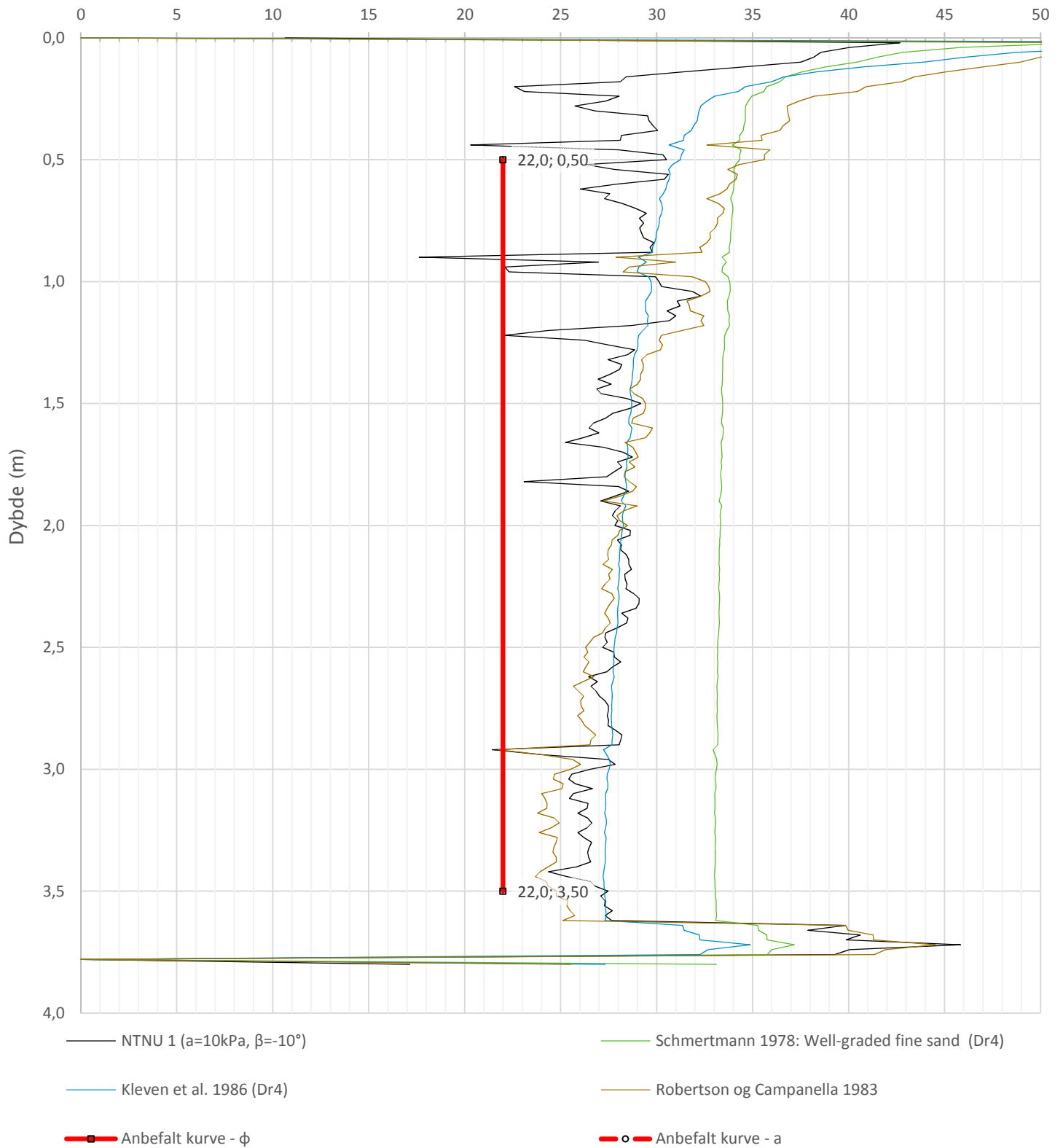
Konus BH 138:  $c_{ufc}/c_{u\text{c}ptu} = 0,634$


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{u\text{c}ptu}$  (kPa)

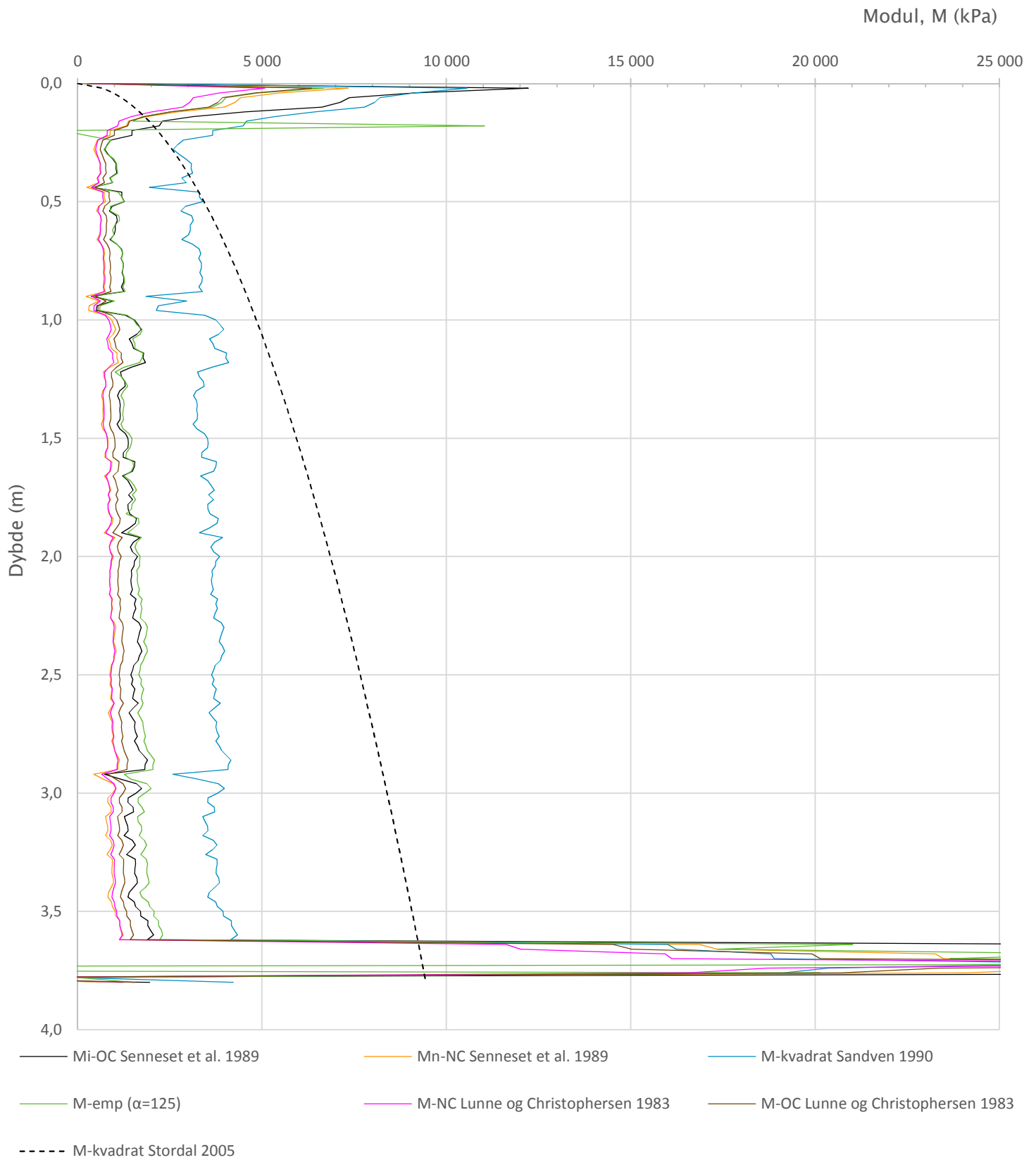



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>5</b>	

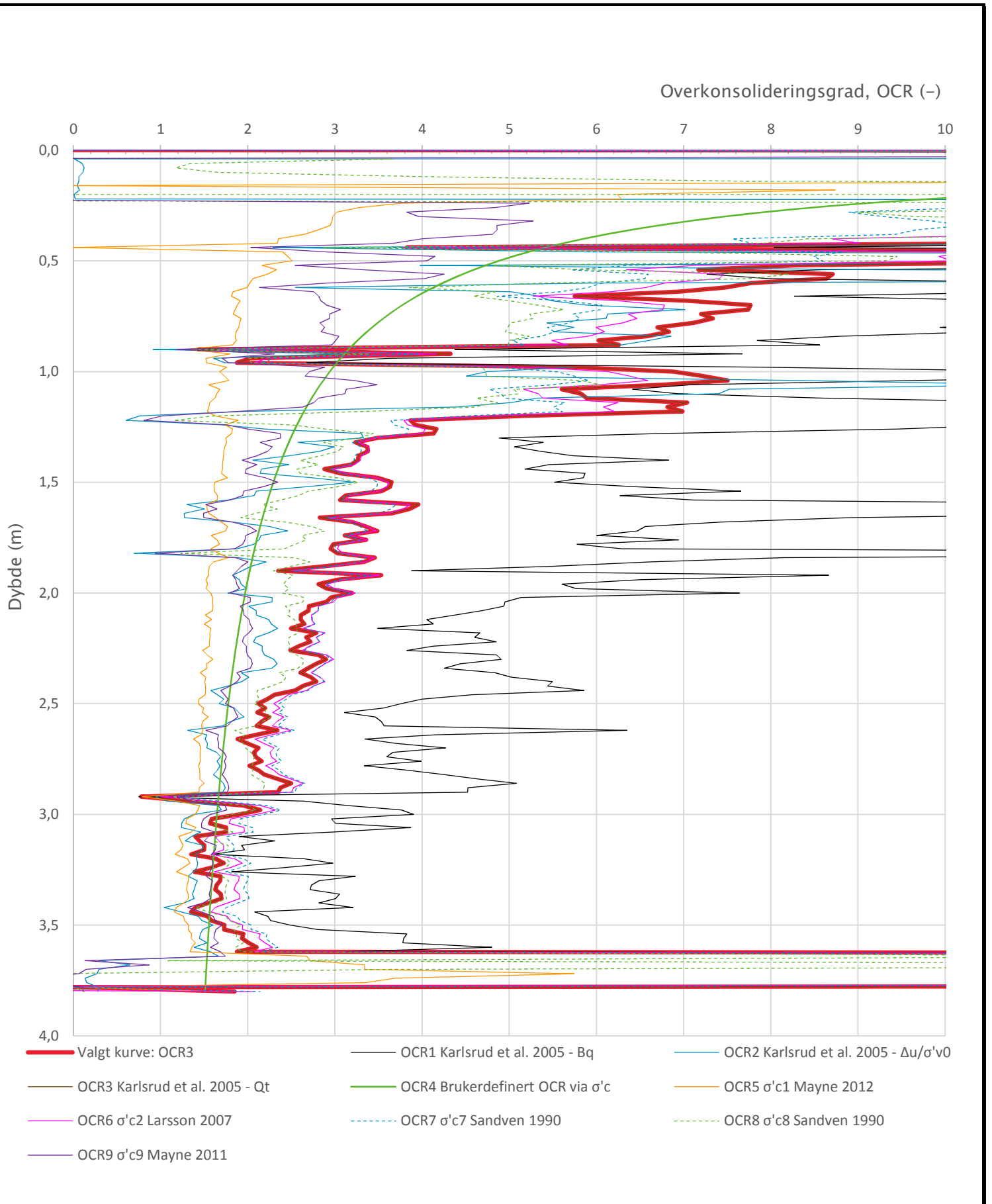
Friksjonsvinkel,  $\phi$  (°)  
attraksjon, a (kPa)




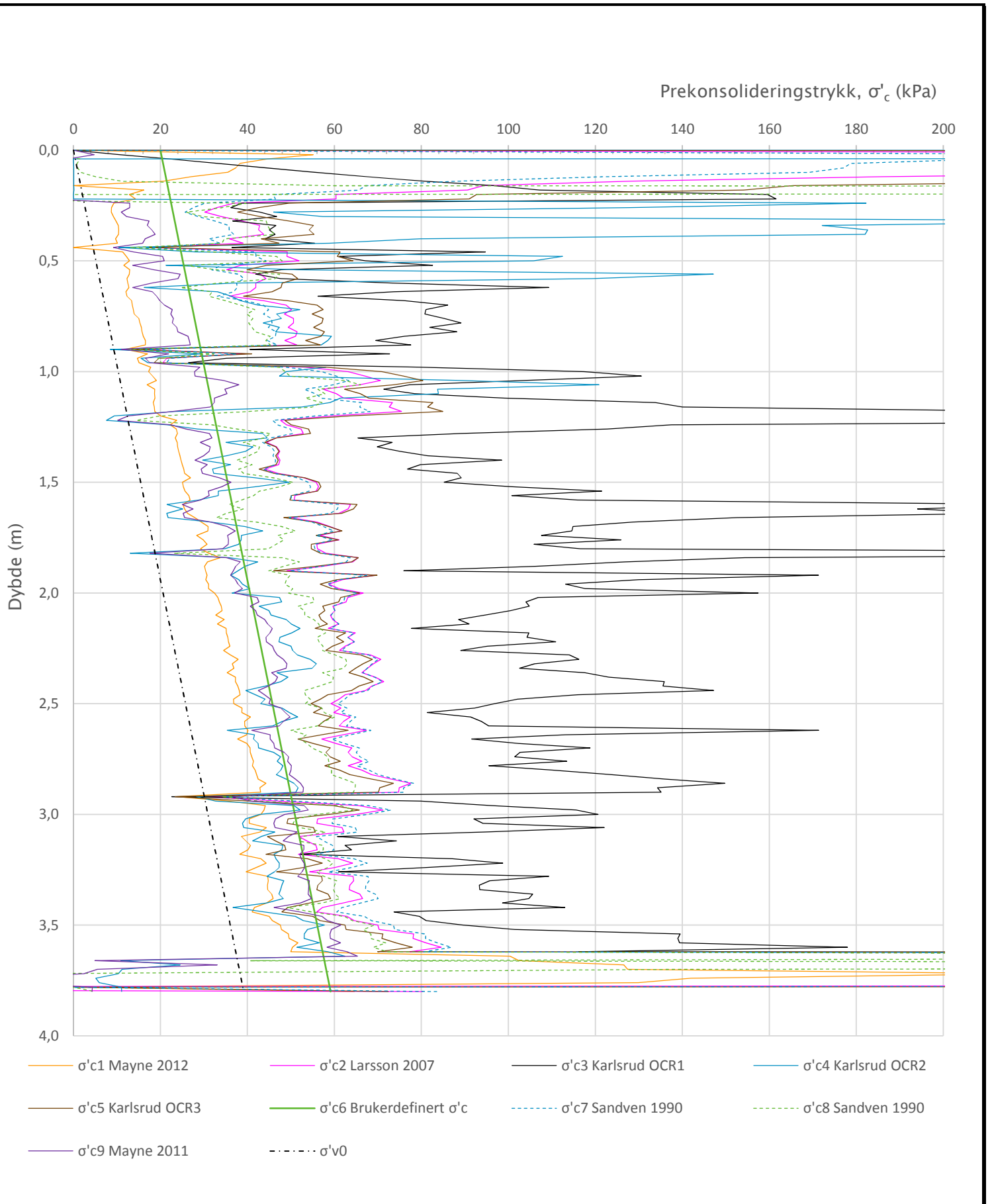
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>6</b>




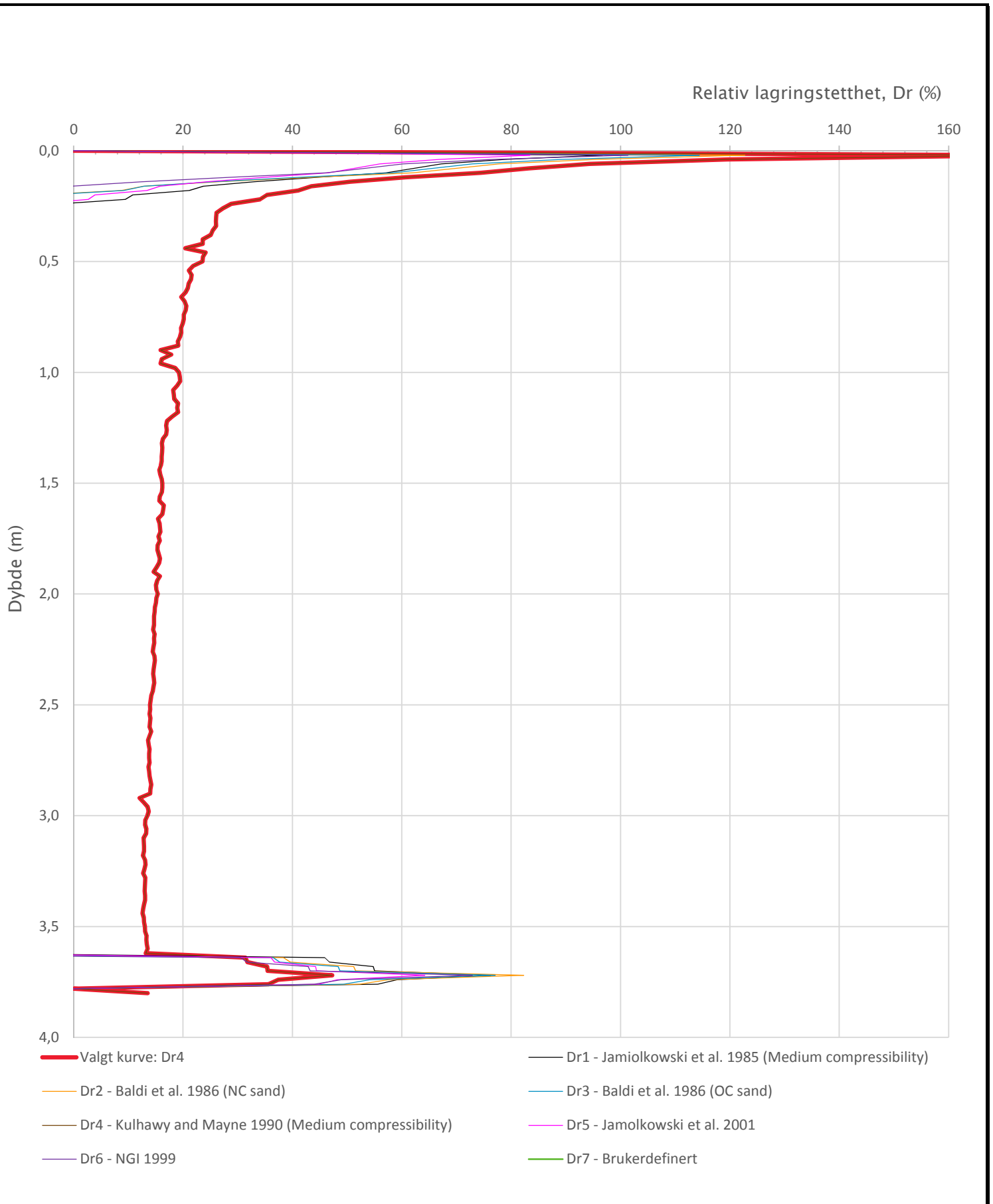
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av modul				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	




Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>8</b>	



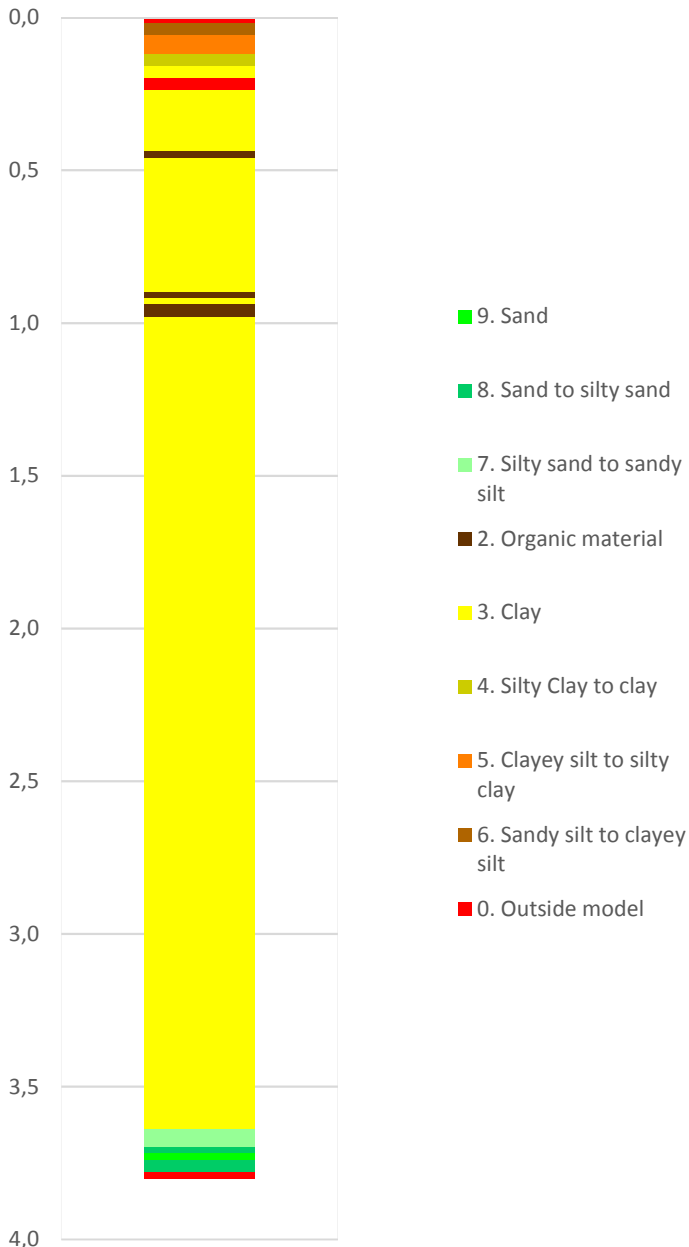
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>9</b>



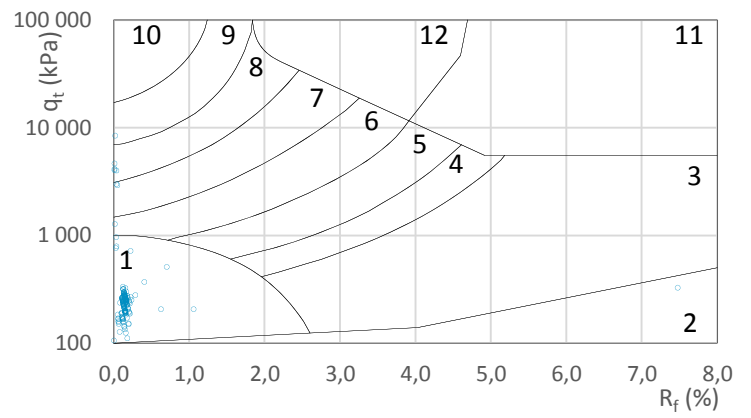
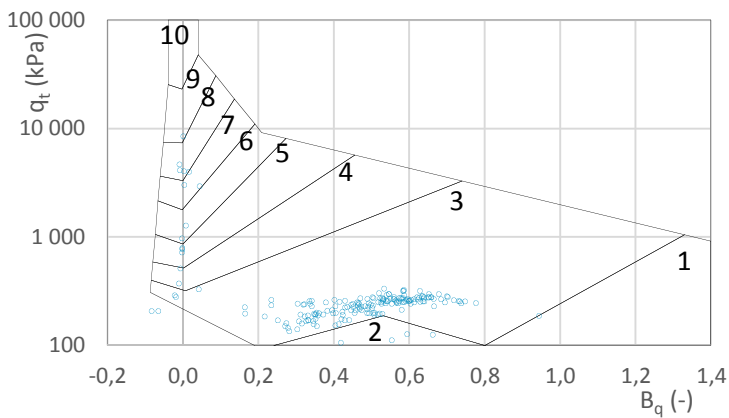
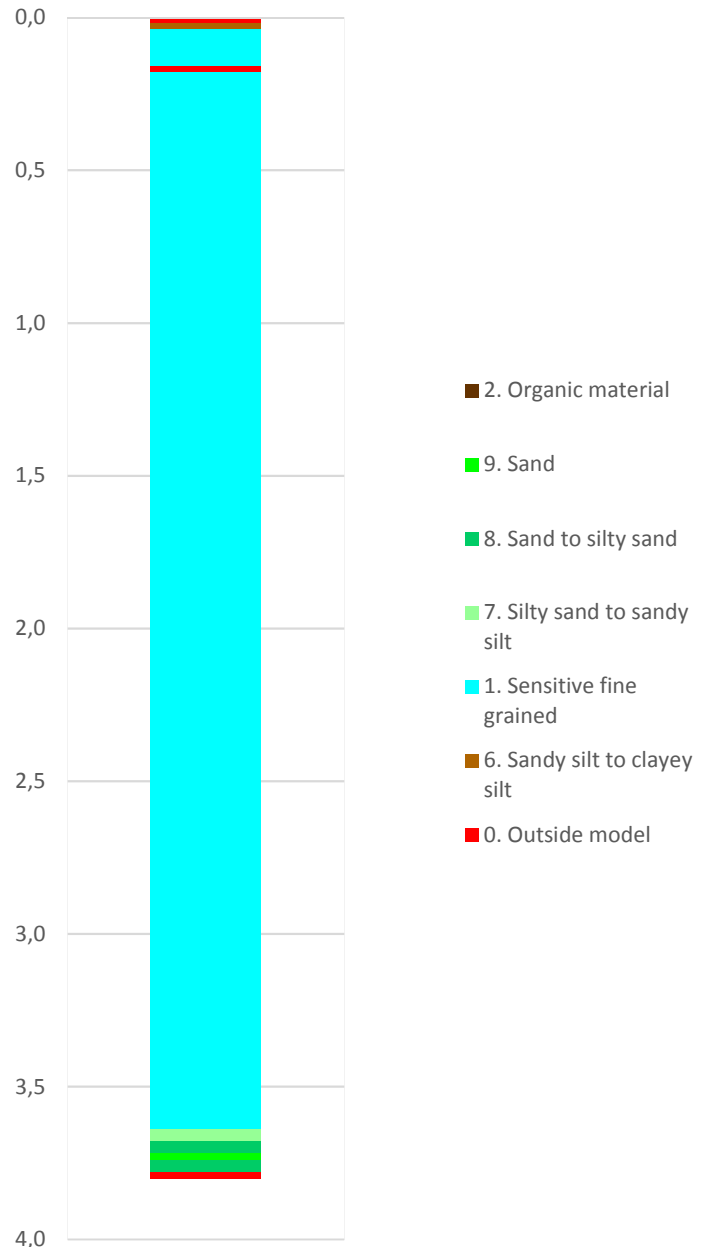
Prosjekt <b>Deponi Kråkøya</b>		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull <b>138</b>
Innhold Relativ lagringstetthet, Dr				Sondennummer <b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>lasola</b>	Kontrollert <b>lasola</b>	Godkjent <b>lasola</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Region <b>Midt</b>	Dato sondering <b>09.01.2019</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>10</b>





Robertson et al. 1986 (Bq-qt)

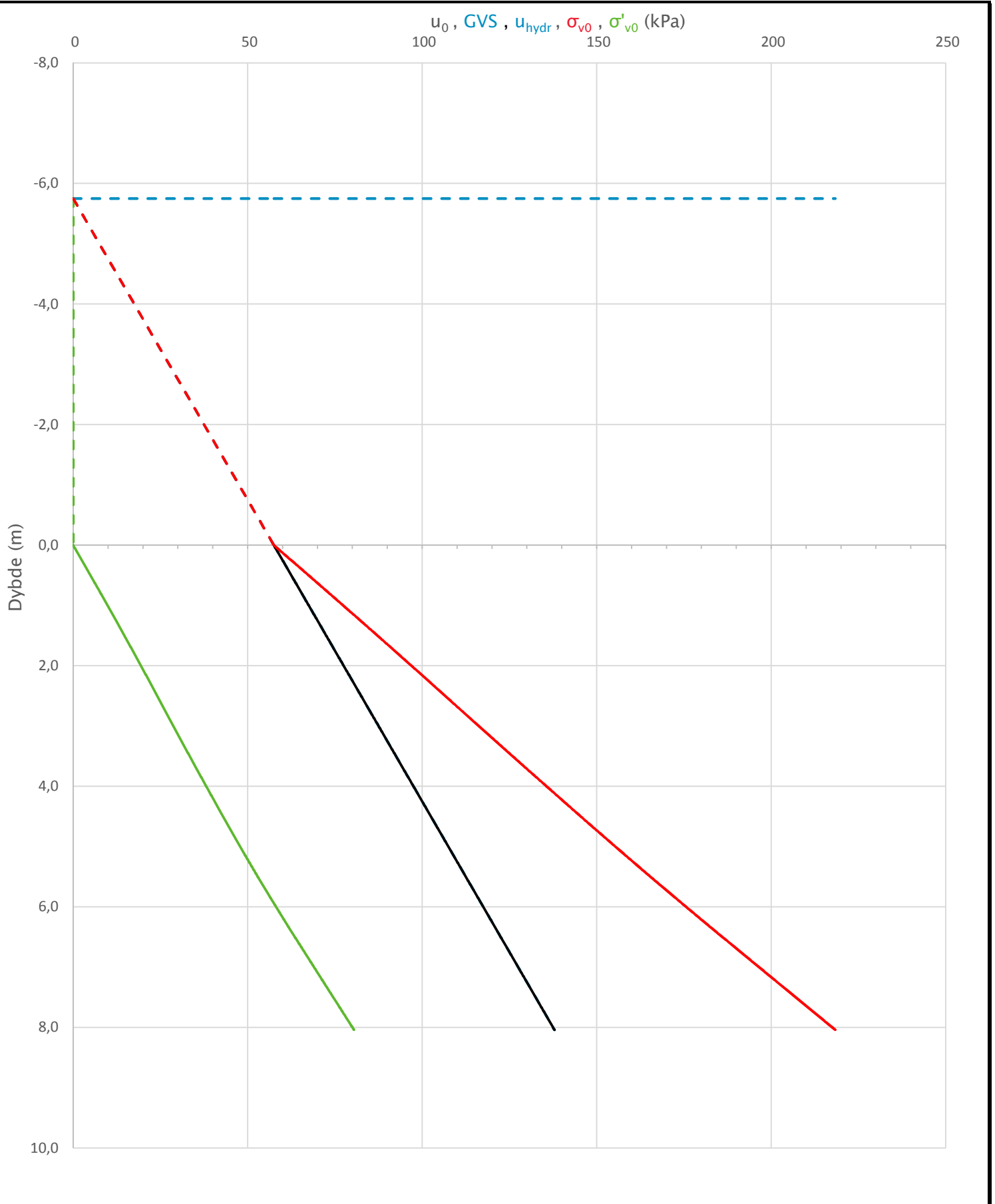


Robertson et al. 1986 (Rf-qt)

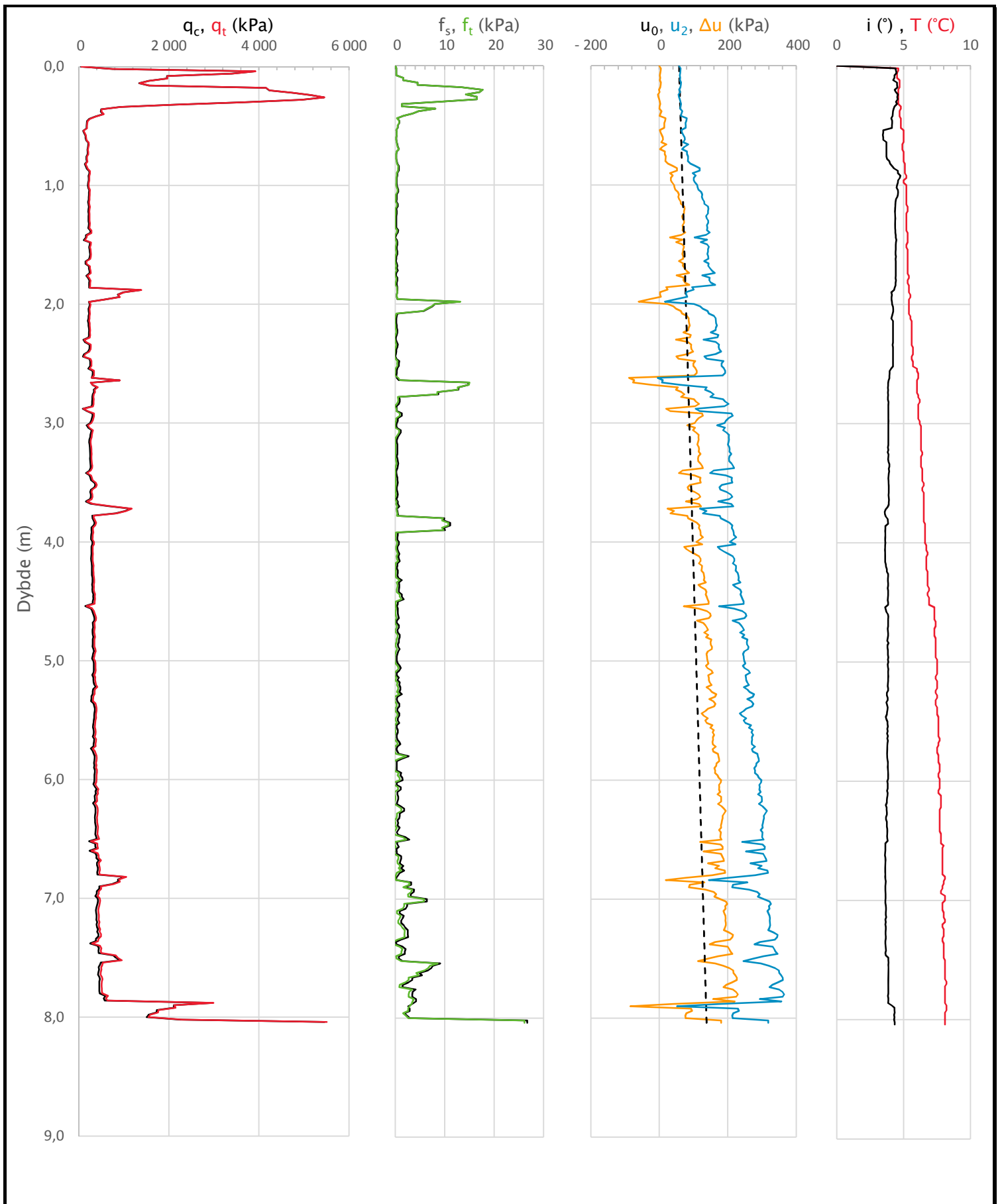



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>138</b>
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	09.01.2019	Rev. dato	<b>17</b>	

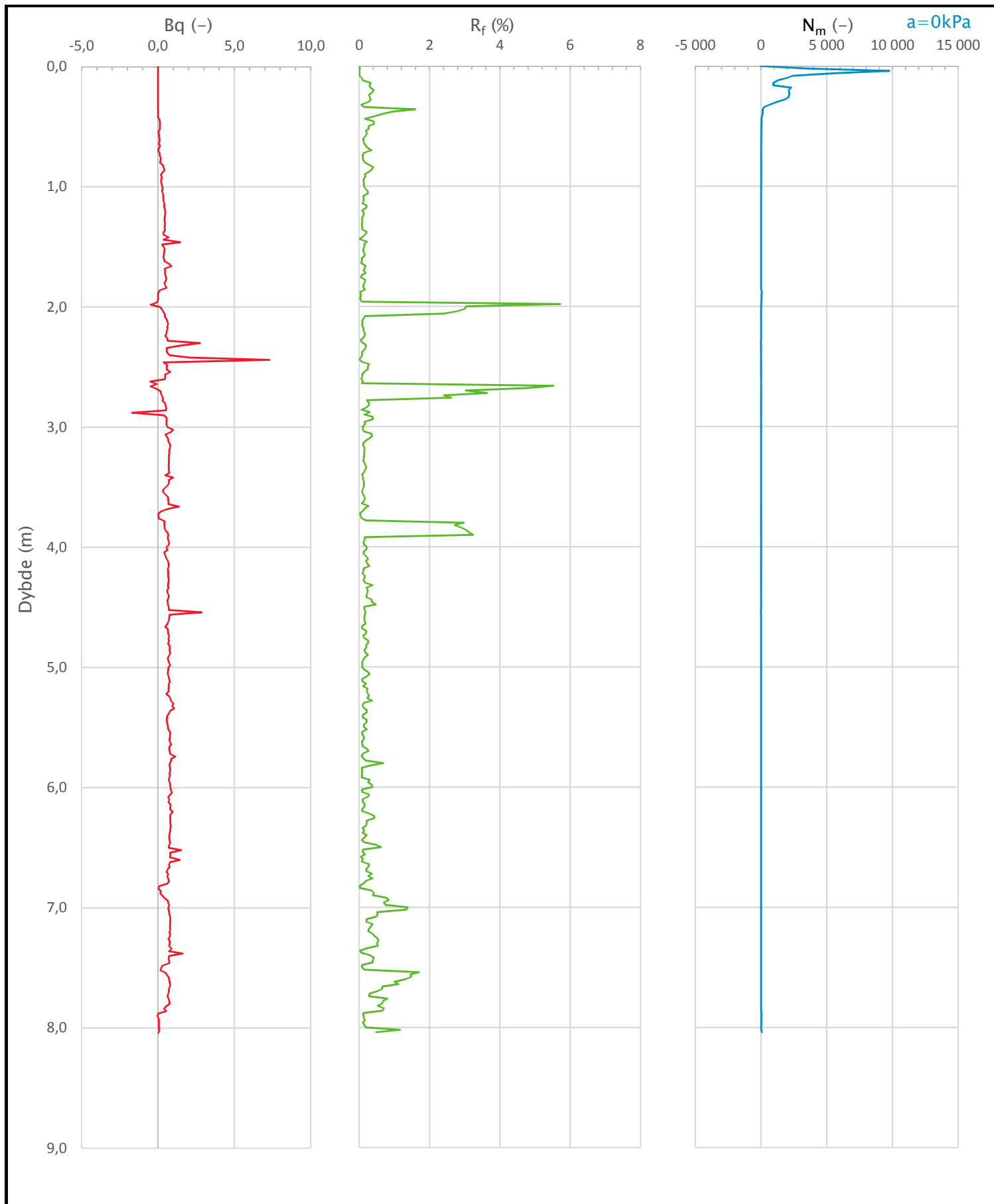
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		GKA	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8,2	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		4,8	
Dato sondering	19.01.2019		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5824		0,0102		0,0204	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341		0,67		0,611	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7405,6		125,5		300,9	
Registrert etter sondering (kPa)	-5,3		0,0		0,7	
Avvik under sondering (kPa)	5,3		0,0		0,7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7,0		0,1		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	5455,3		26,7		365,1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>12,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05			Borhull	
<b>Deponi Kråkøya</b>					<b>144</b>	
Innhold		Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondennummer	
					<b>4357</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	lasola	lasola	lasola	1		
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	1		




Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer
				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>3</b>
Midt	19.01.2019	Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>4</b>	

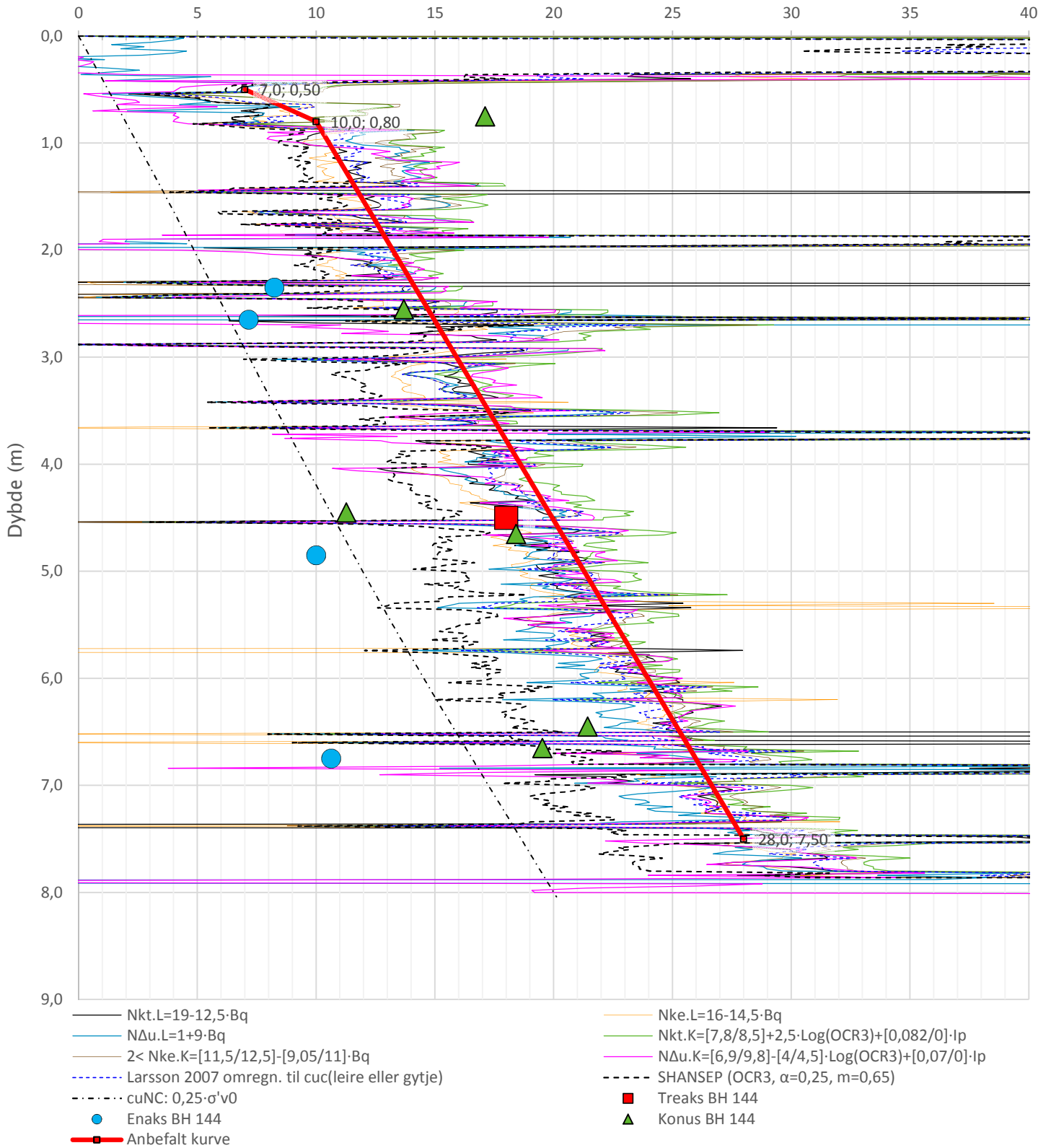
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 144:  $c_uC/cucptu = 1,000$

Enaks BH 144:  $c_{uuc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,643)}$

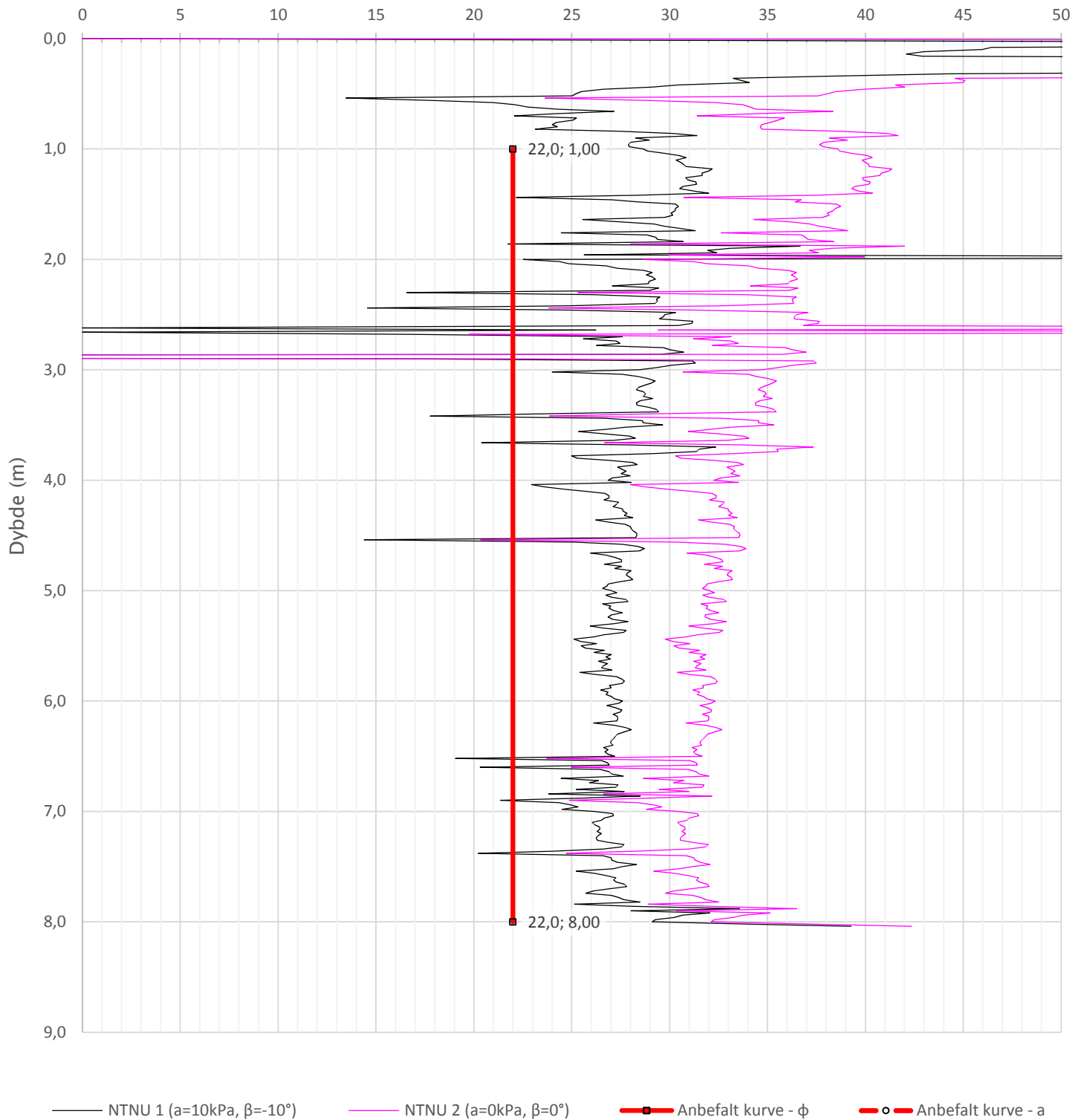
Konus BH 144:  $c_{ufc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,643)}$


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

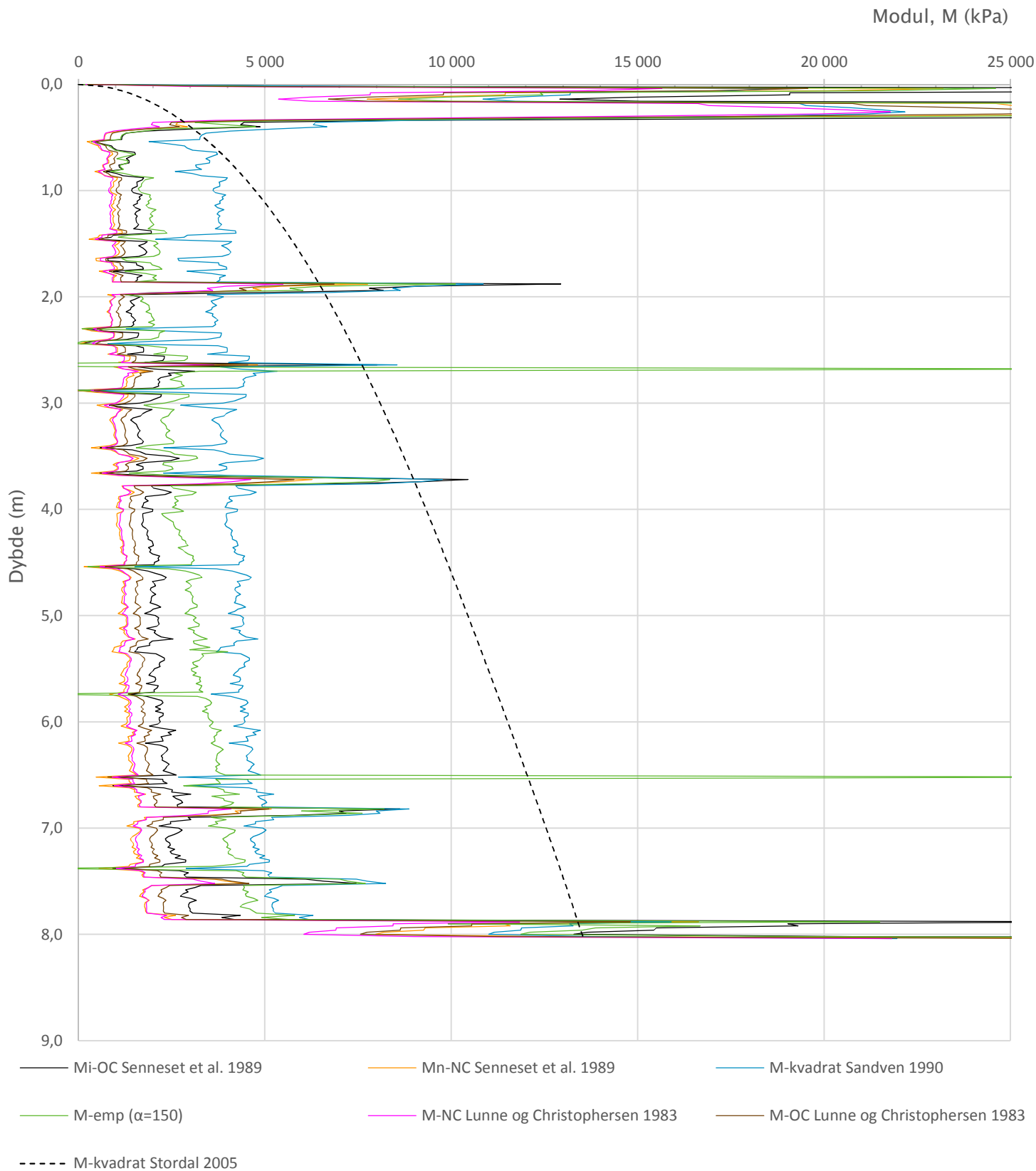



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>5</b>	

Friksjonsvinkel,  $\phi$  (°)  
attraksjon, a (kPa)



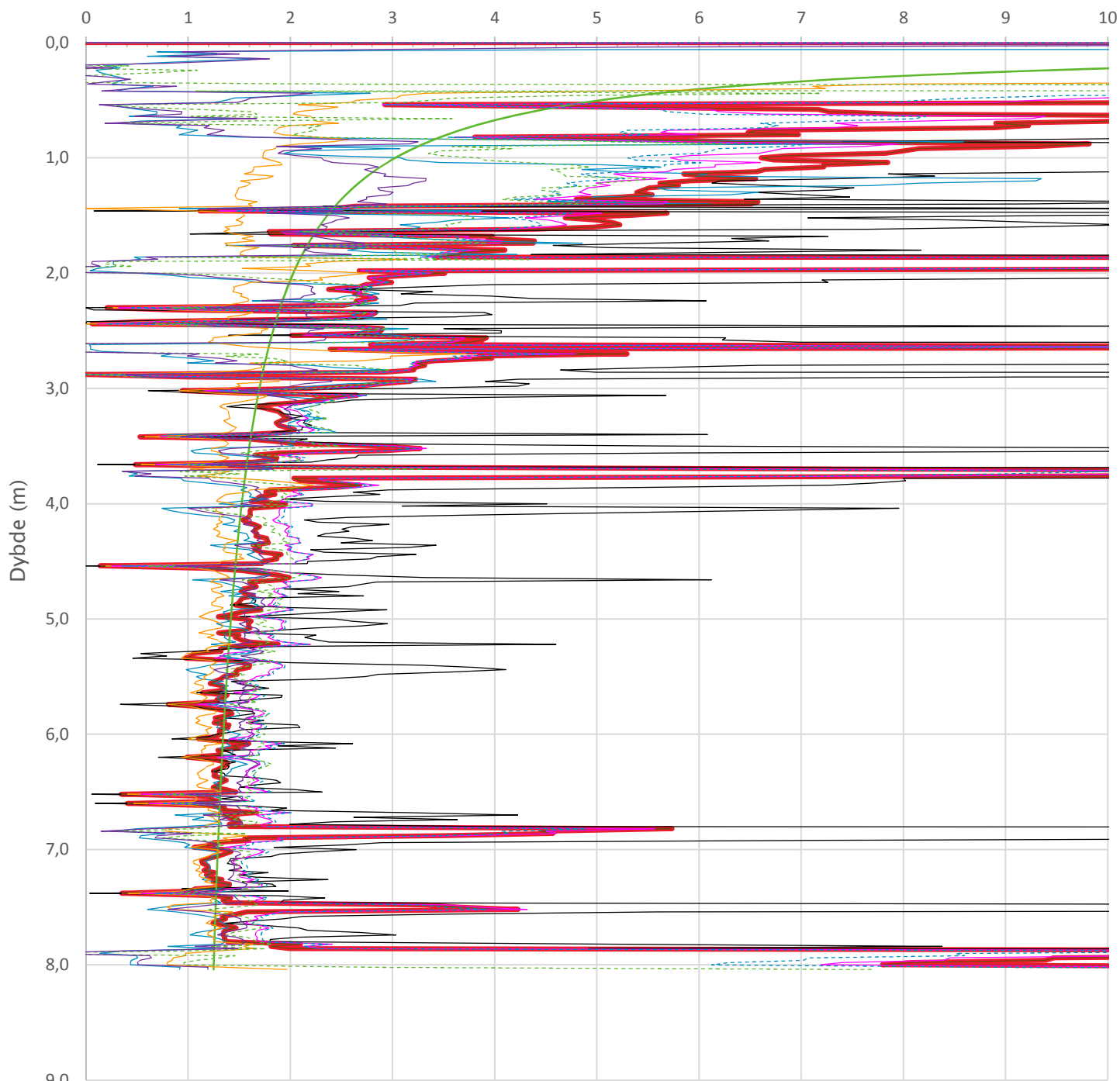
Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>6</b>
Midt	19.01.2019	Rev. dato		




Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av modul				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>7</b>

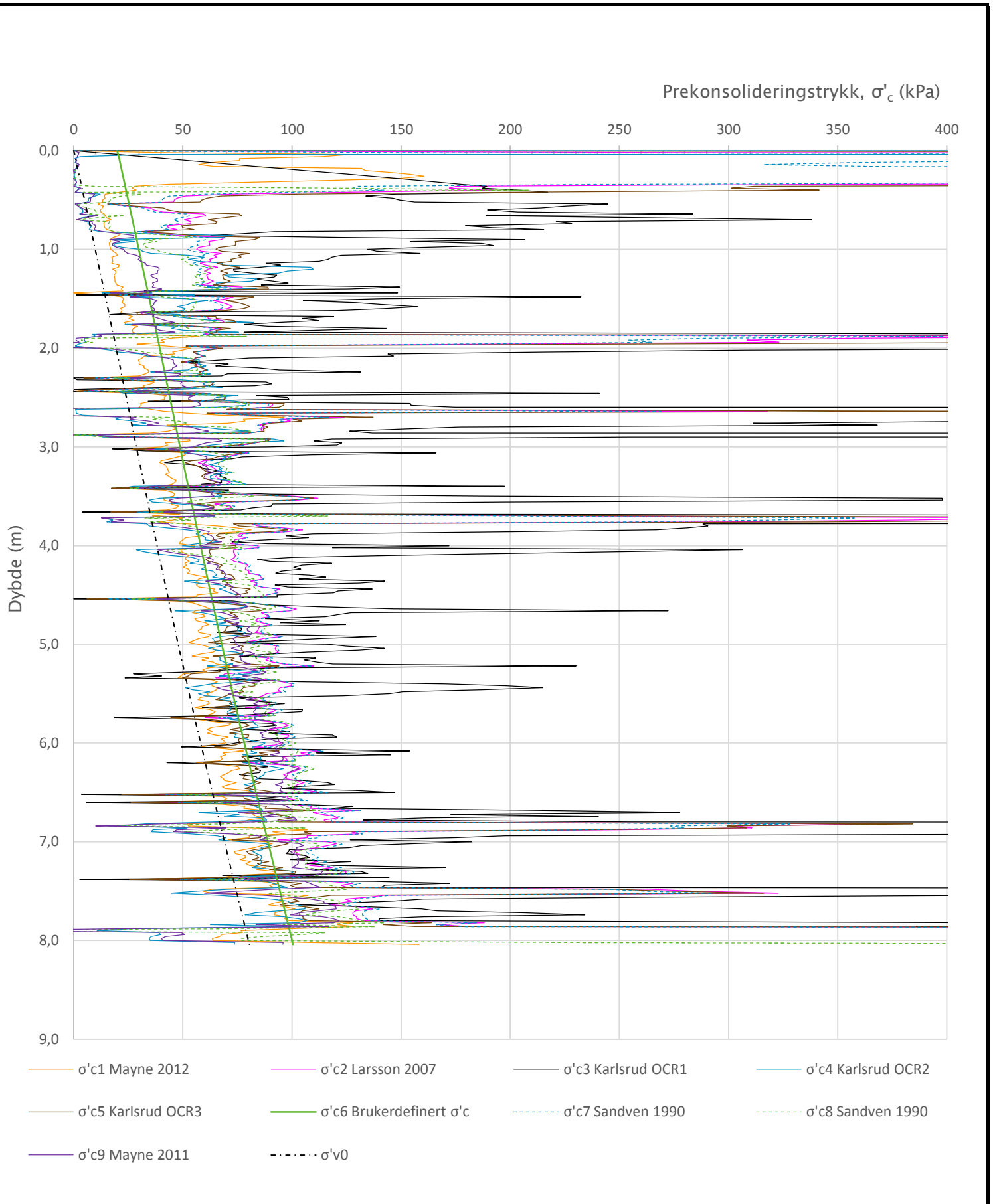



Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

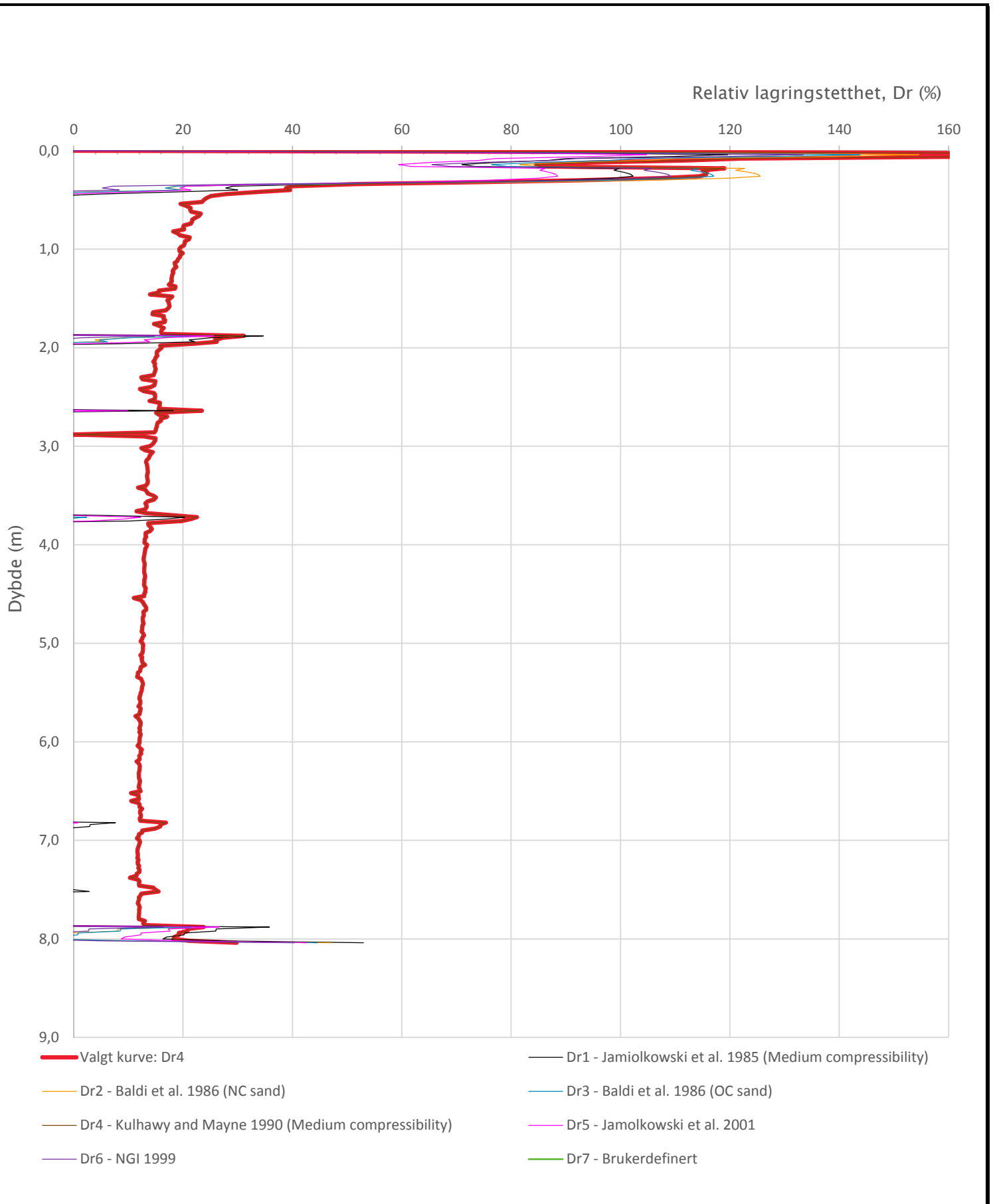



- Valgt kurve: OCR3
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via  $\sigma'c$
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- OCR8  $\sigma'c8$  Sandven 1990
- OCR9  $\sigma'c9$  Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>8</b>

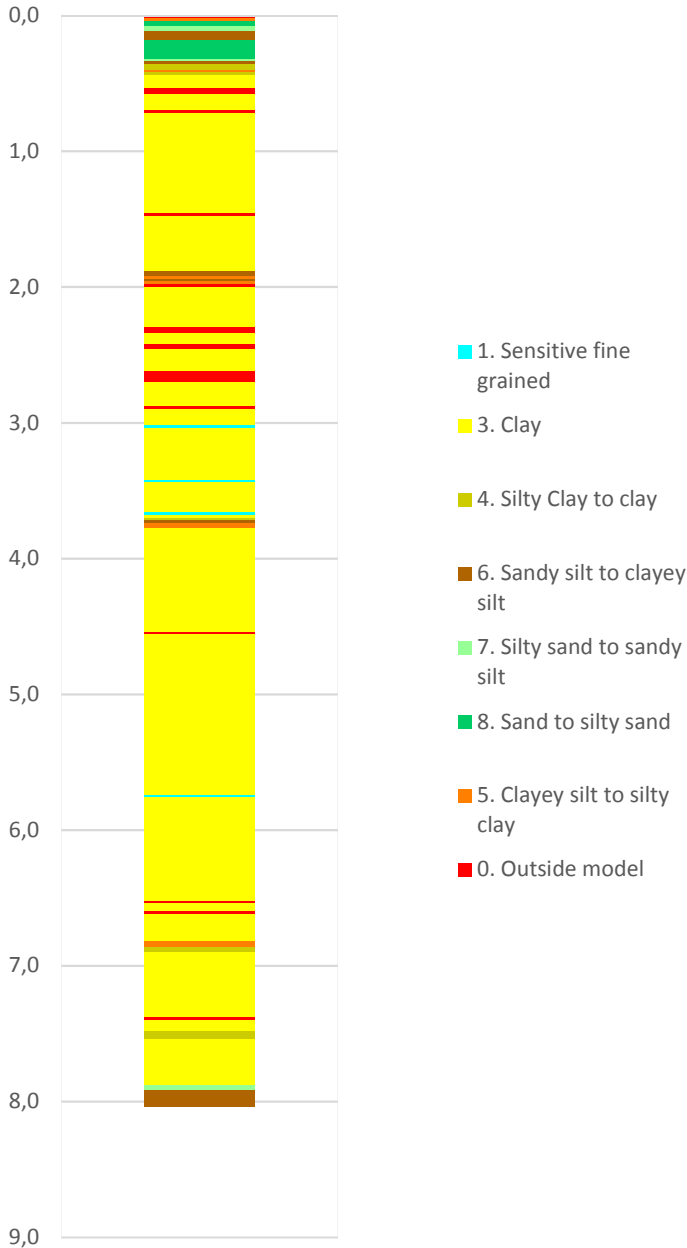


Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
	Region	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>9</b>

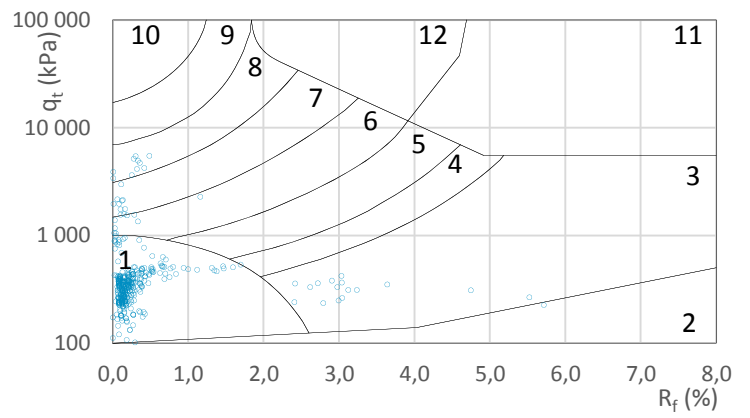
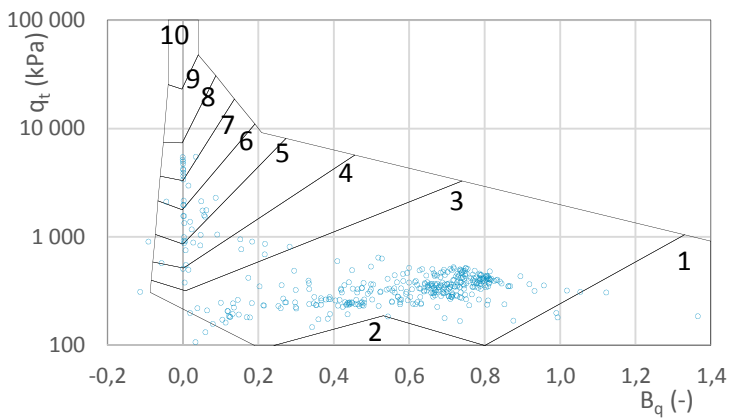
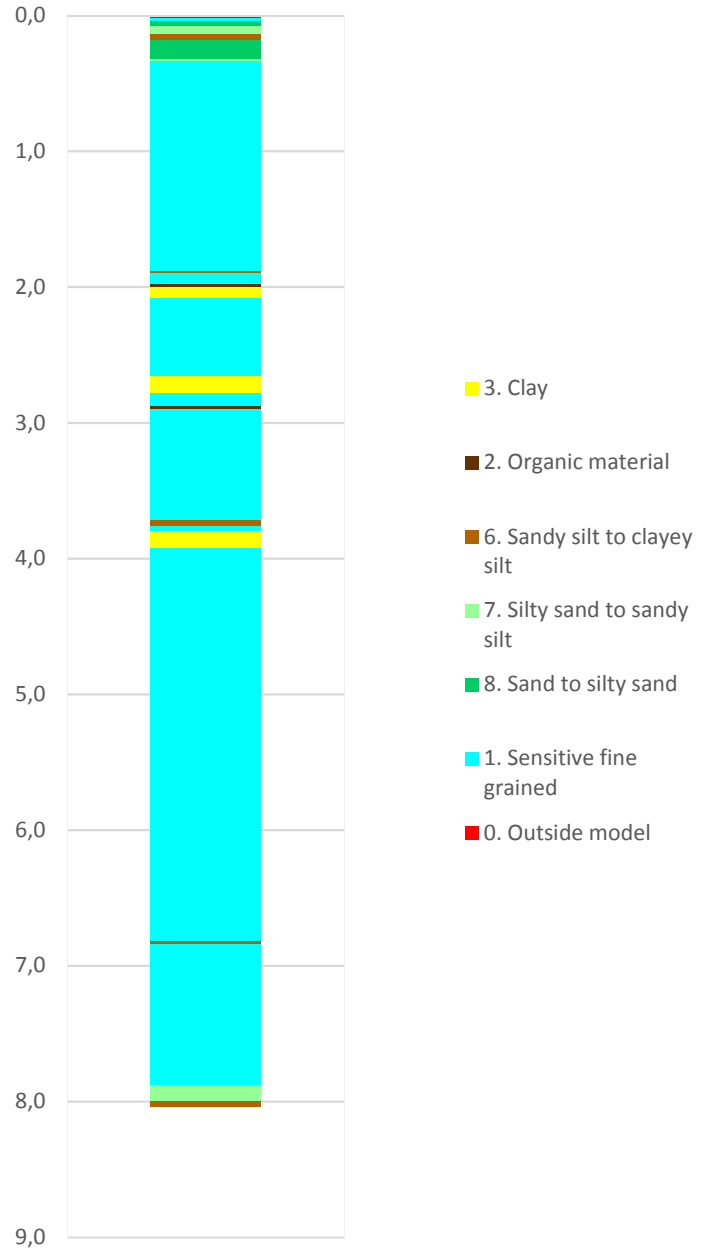



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Relativ lagringstetthet, Dr				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Midt	19.01.2019	Rev. dato	<b>10</b>	

Robertson et al. 1986 (Bq-qt)



Robertson et al. 1986 (Rf-qt)



Prosjekt		Prosjektnummer: Ud580B Rapportnummer: GEOT-R05		Borhull
<b>Deponi Kråkøya</b>				<b>144</b>
Innhold				Sondennummer
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				<b>4357</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	lasola	lasola	lasola	<b>1</b>
Region	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>17</b>
Midt	19.01.2019	Rev. dato		