

Veidekke Entreprenør AS

► **Verdal Bo- og behandlingshjem**

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: 5191354 Dokumentnr.: RIG02 Versjon: J01 Dato: 2019-05-22



Oppdragsgiver: Veidekke Entreprenør AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Karianne Skrindo
Rådgiver: Norconsult AS, Okkenhaugvegen 4, NO-7604 Levanger
Oppdragsleder: Henning Tiarks
Fagansvarlig: Erling Romstad
Andre nøkkelpersoner: Aksel Lynum

Emneord	Geotekniske grunnundersøkelser, Datarapport	
Fylke	Trøndelag	
Kommune	Verdal	
Sted	Verdal, VGS	
Koordinatsystem	NTM 11	
Høydesystem	NN2000	
Prosjektkoordinater	Nord: 1645800	Øst: 99900

J01	2019-05-22	Til bruk	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Undersøkellesområdet	4
1.3	Datagrunnlag og tidligere grunnundersøkelser	4
2	Grunnundersøkelse	5
2.1	Feltarbeid	5
2.2	Laboratoriearbeid	6
3	Resultater	7
4	Referanser	8

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Borplan – utførte grunnundersøkelser	A1	1:500	101
Dreietrykksondering og prøvetaking	A1	1:200	201 - 206

Vedlegg

Innhold	Vedlegg nr.
Laborierapport Verdalen bo- og behandlingssenter	A-1
CPTu-sonderinger 1-, 3-, og 8-NO19	A-2
Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid	B
Forklaring geotekniske plan- og profiltegninger	C
Tegnforklaring – totalsondering	D
Tegnforklaring – trykksondering (CPTu)	E

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

For planlagt Bo- og behandlingshjem har Norconsult utført geotekniske grunnundersøkelser.

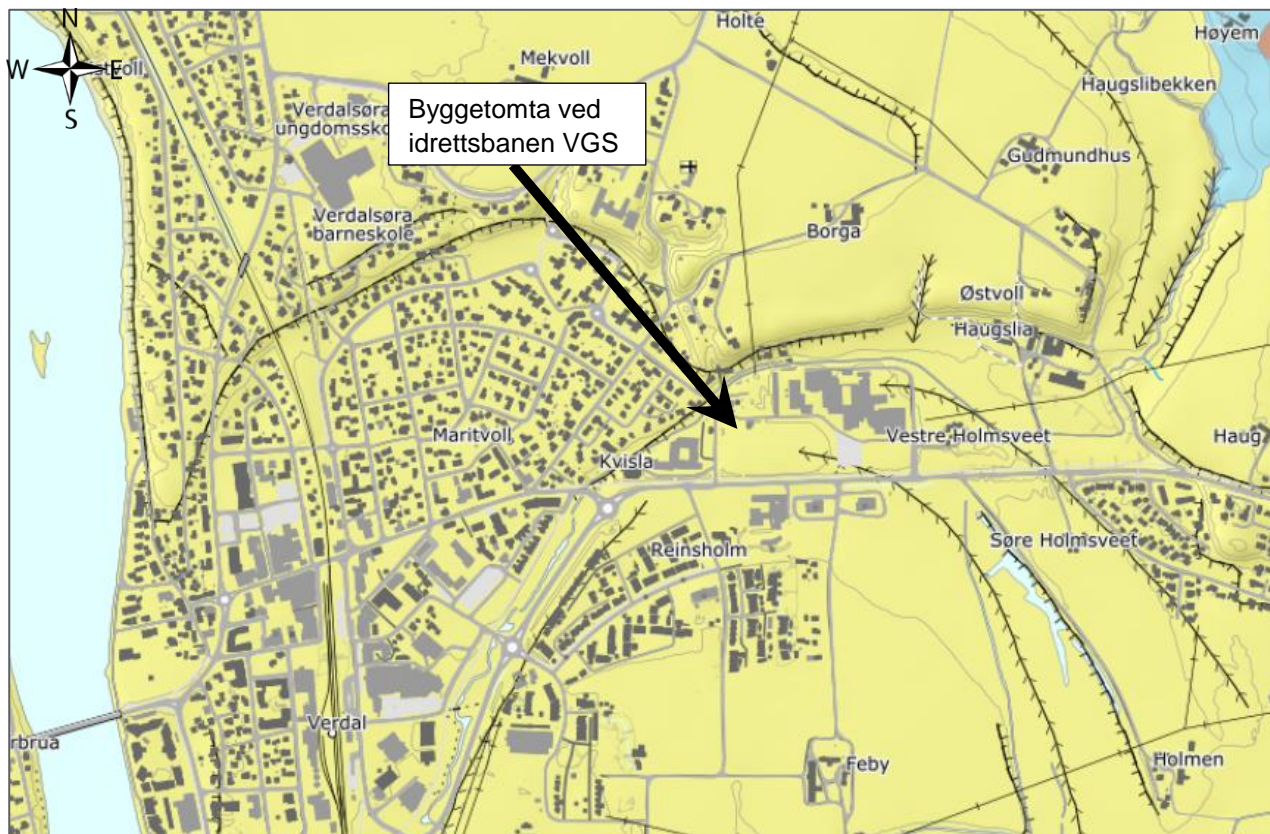
Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av området. For å vurdere potensiale for energibrønner / bergvarme er det utført en totalsondering for bergregistrering.

I foreliggende rapport presenteres resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet og beskrives registrerte grunnforhold.

Geoteknisk prosjektering behandles i vurderingsrapporten RIG03.

1.2 Undersøkellesområdet

Planlagt plassering ligger ved Videregående skole øst for Verdal sentrum. Aktuelt undersøkelsesområdet er markert i figur 1-1.



Figur 1-1: Verdal sentrum, undersøkelsesområdet ved idrettsbanen til Verdal VGS er markert. Kvartærgeologisk bakgrunnskart (http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

1.3 Datagrunnlag og tidligere grunnundersøkelser

Kvartærgeologisk kart indikerer at det er elveavsetninger i området. Det foreligger data fra tidligere grunnundersøkelser utført for Verdal kommune i 1972.

2 Grunnundersøkelse

2.1 Feltarbeid

Feltarbeid er gjennomført av boreleder Øystein Grovehagen med borerigg av typen Geotech 605 i perioden fra 19. – 29. mars 2019.

I åtte posisjoner er utført dreietrykkssonderinger, prøvetaking, CPTU-sonderinger og en totalsondering som vist i borpunktliste, se Tabell 1. Tabellen nedenfor oppsummerer utført feltarbeid mht. posisjon, undersøkelsesmetode og boreddybde.

Tabell 1: Borpunktliste og utført feltarbeid.

Borpunkt	NTM11 / NN2000			Metode	Boreddybde	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
01-NO19	1645774,6	99885,1	4,0	DRT PRV CPTU	20,1	-
02-NO19	1645812,7	99954,5	4,1	DRT PRV	20,2	-
03-NO19	1645833,0	99981,1	4,0	DRT PRV CPTU	20,1	-
04-NO19	1645833,0	99861,4	4,7	DRT PRV	20,3	-
05-NO19	1645803,0	99923,6	4,3	DRT PRV	20,0	-
06-NO19	1645794,7	99987,8	4,2	DRT PRV	20,0	-
07-NO19	1645827,6	99931,3	4,0	TOT	90,0	-
08-NO19	1645856,7	99908,1	4,6	DRT PRV CPTU	20,1	-

TOT: Totalsondering, DRT: Dreietrykkssondering, CPTU: Trykksoneing, PZ: Piezometer, GV: Grunnvannsbrønn, PRV: Prøvetaking,

Posisjonene til hvert borpunkt og tilhørende terrenghøyder er målt inn med CPOS-korrigert GPS.. Borplan over utførte grunnundersøkelser er dokumentert i tegning 101.

Vedlegg B gir en generell beskrivelse av felt og laboratoriearbeider. Vedlegg C gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger.

2.2 Laboratoriarbeid

Laboratoriarbeider er utført i uke 14 og 15 / 2019 ved Norconsult sitt laboratorium i Molde. Det er analysert 46 prøver.

Tabell 2: Oversikt prøveantall og analysemetoder.

KLASSIFISERING	
Jordartsklassifisering av poseprøver Rutineundersøkelse i henhold til beskrivelsen	38 stk
Rutineundersøkelser av sylinderprøver φ54 mm prøver av leire/leirholdige materialer Rutine 1: Utskyvning, beskrivelse, romvekt, 1 x enaks, 2 x konus (omrørt/uomrørt), 3 x vanninnhold, fotografering.	7 stk
φ54 mm prøver av sand og siltmaterialer Rutineundersøkelse i henhold til beskrivelsen	1 stk
ODØMETERFORSØK	
Kontinuerlig belastning, CRS/CPR-prosedyre	3 stk

Laboratoriarbeider og analyseresultater er sammenstilt i vedlagt laboratorierapport (Vedlegg A).

3 Resultater

- Utførte grunnundersøkelser i planområdet viser at det er et topplag av fyllmasser / humusholdige masser med rundt 1 m mektighet over original grunn/opprinnelig jordhorisont.
- Original grunn består av et lag sandige friksjonsmasser til dybder mellom 12 m – 18 m over siltig/leirig materiale ned til ca. 30 m. Totalsonderingen i punkt 7-NO19 indikerer at det er vekslende lagdeling av leirig silt/leire med sandige lag ned til > 90 m dybde. Grunnforholdene er faste.
- Uforstyrret prøvemateriale av siltig, leirig materiale fra punkt 3-; og 8-NO19 er i overgang mellom kohesjons- / friksjonsmateriale.
- Utført ødometerforsøk fra punkt 3-; og 8-NO19 indikerer at grunnforholdene er prekonsolidert.

Dreietrykkssonderinger med prøvetaking og totalsonderingen er vist på tegning 201 - 206.

CPTU-sonderinger i punkt 1-, 3-, og 8-NO19 er framstilt i vedlegg A-1.

Resultater fra laboratorieundersøkelser er vist i vedlegg A-2.

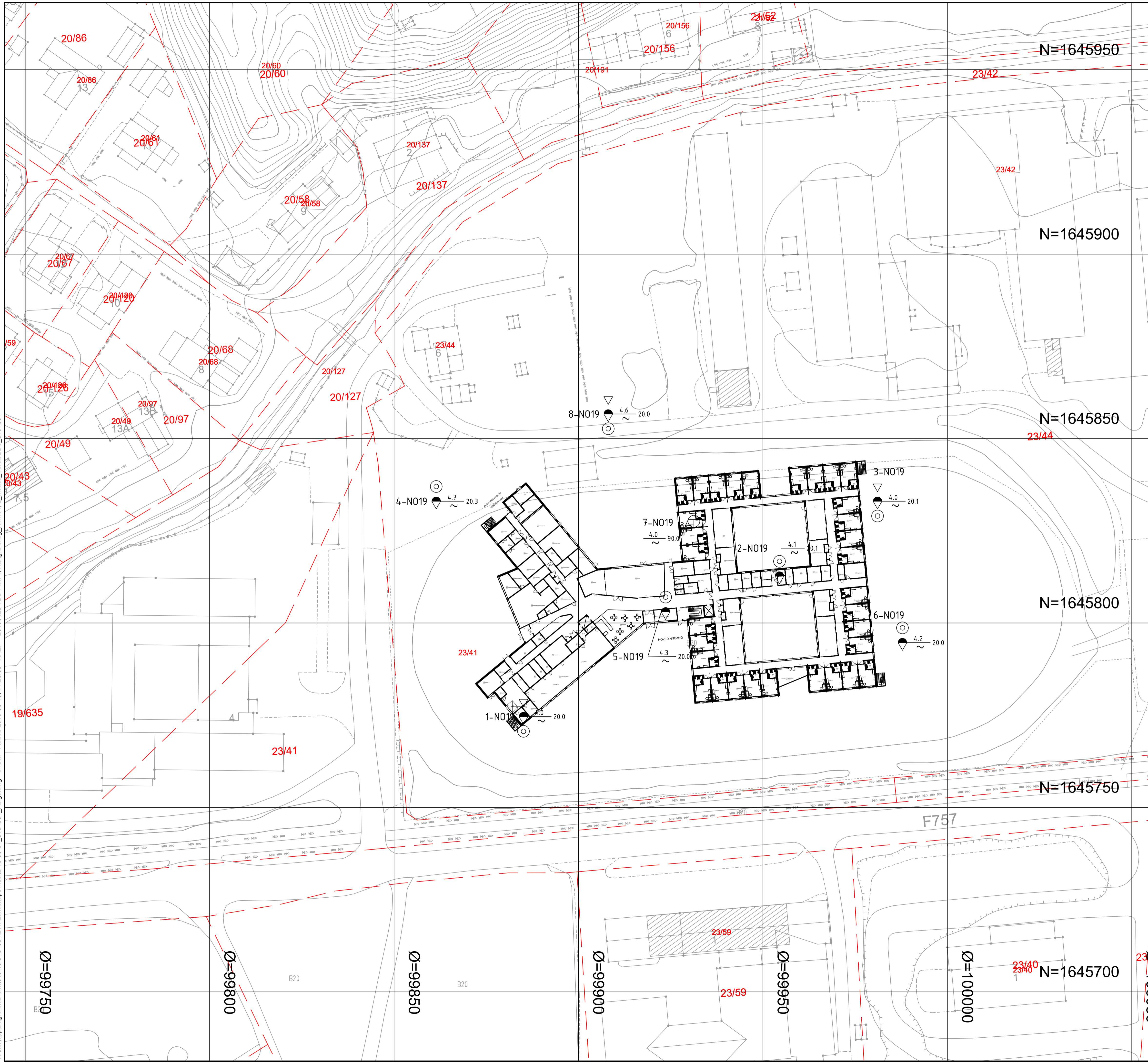
Vedlegg B gir en generell beskrivelse av felt og laboratoriearbeider. Vedlegg C gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger. Vedlegg D og E gir forklaring til opptegning av total- og trykksonderinger.

NB! Informasjonen fra felt- og laboratoriearbeidet er punktuelt. Avvik i grunnforholdene i områdene rundt og mellom de undersøkte posisjoner må vurderes.

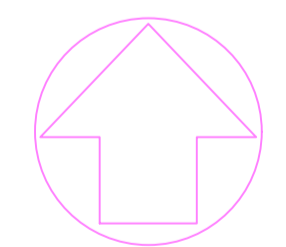
4 Referanser

- [1] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [2] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk, Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [3] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering, Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [4] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 1997.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksondering, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [6] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.

X:\nor\oppgdrag\Trondheim\5191135\191354\BIM\Landskap\Arkiv\11-10-00-01_5191354_Farge.dwg - SikAvu - Pliktet: 2019-05-10 14:23:58 - XREF = 20190429 VBB Plan 1. Kartgrunnteg_NTM11.L_model_VerdalBBS_5191354



2019-05-23



Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J01	2019-05-22	Til bruk	HeTia	AkLyn	HeTia

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

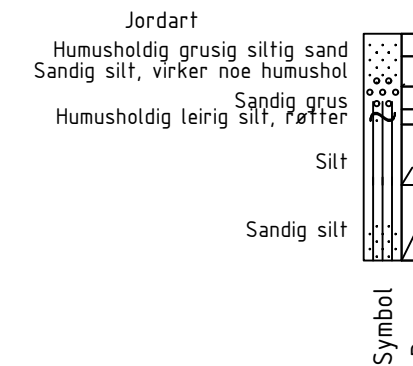
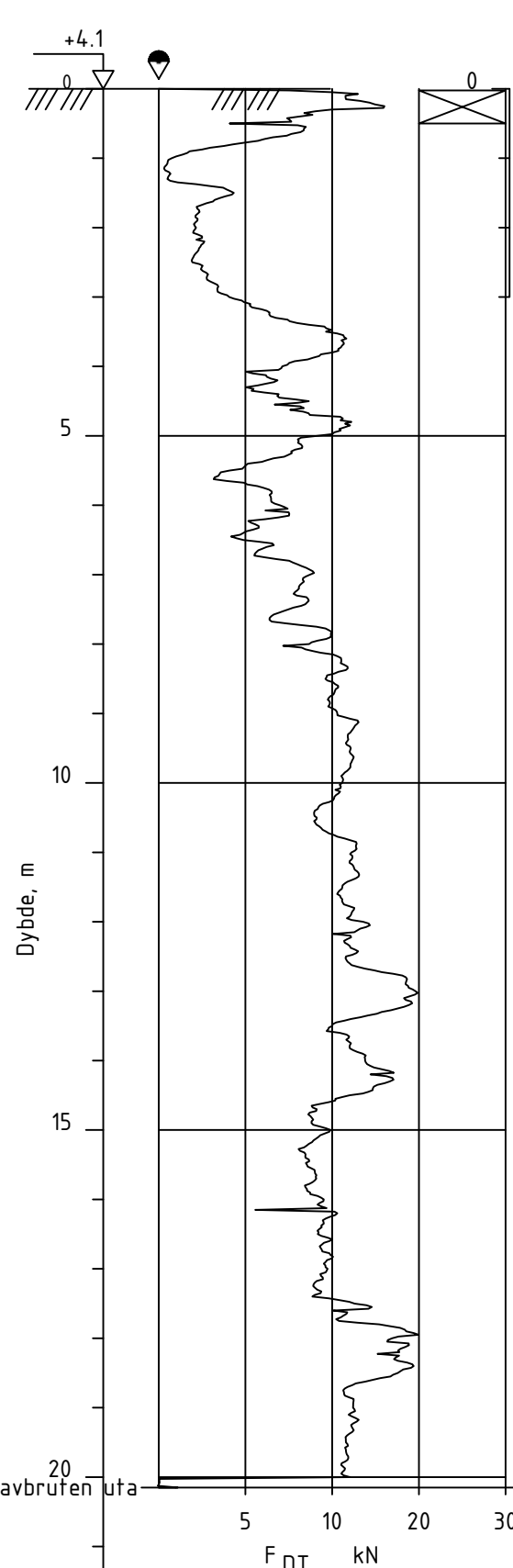
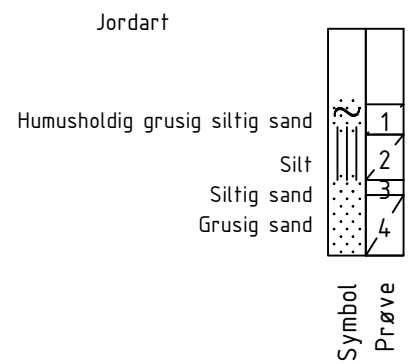
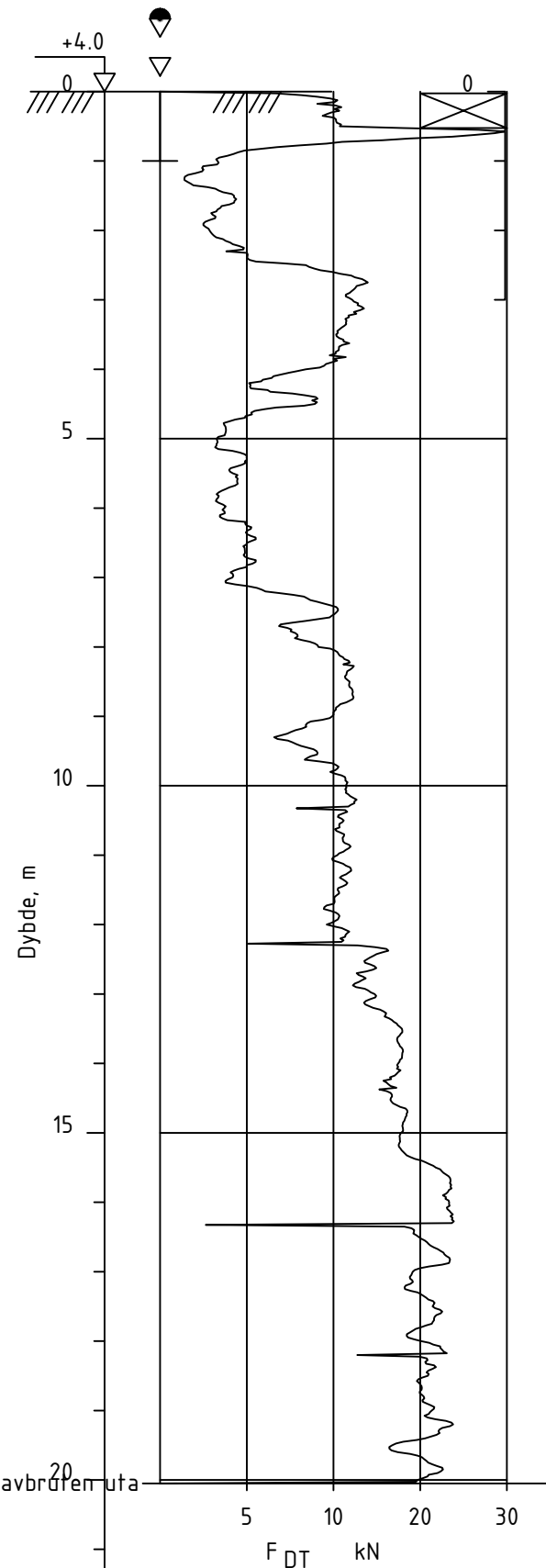
Verdal kommune Målestokk (gjelder A1)
1:500

Verdal Bo- og behandlingshjem
 Borplan
 Sonderinger og prøvetaking 1-NO19 - 8-NO19

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5191354	RIG02-101	A01

2-N019

1-N019



2019-05-23

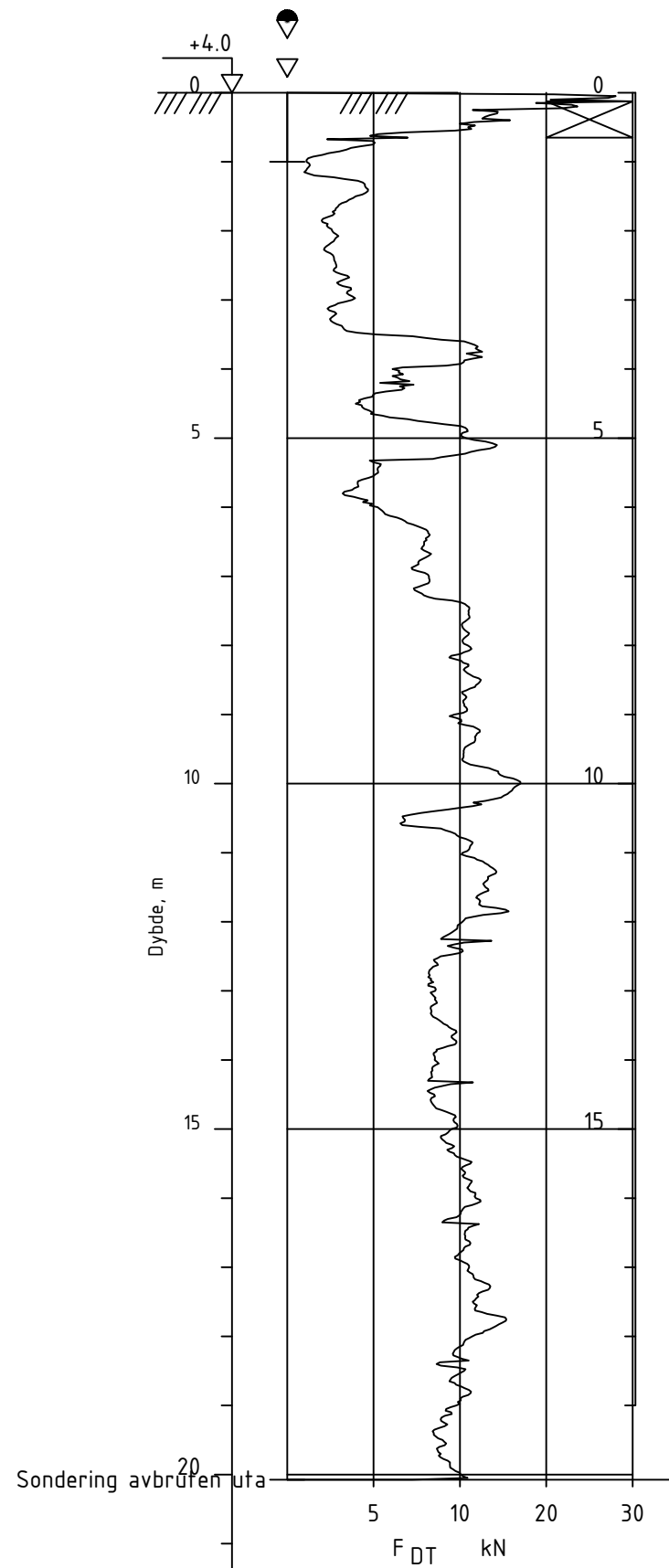
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3) 1 : 100
----------------	-----------------------------------

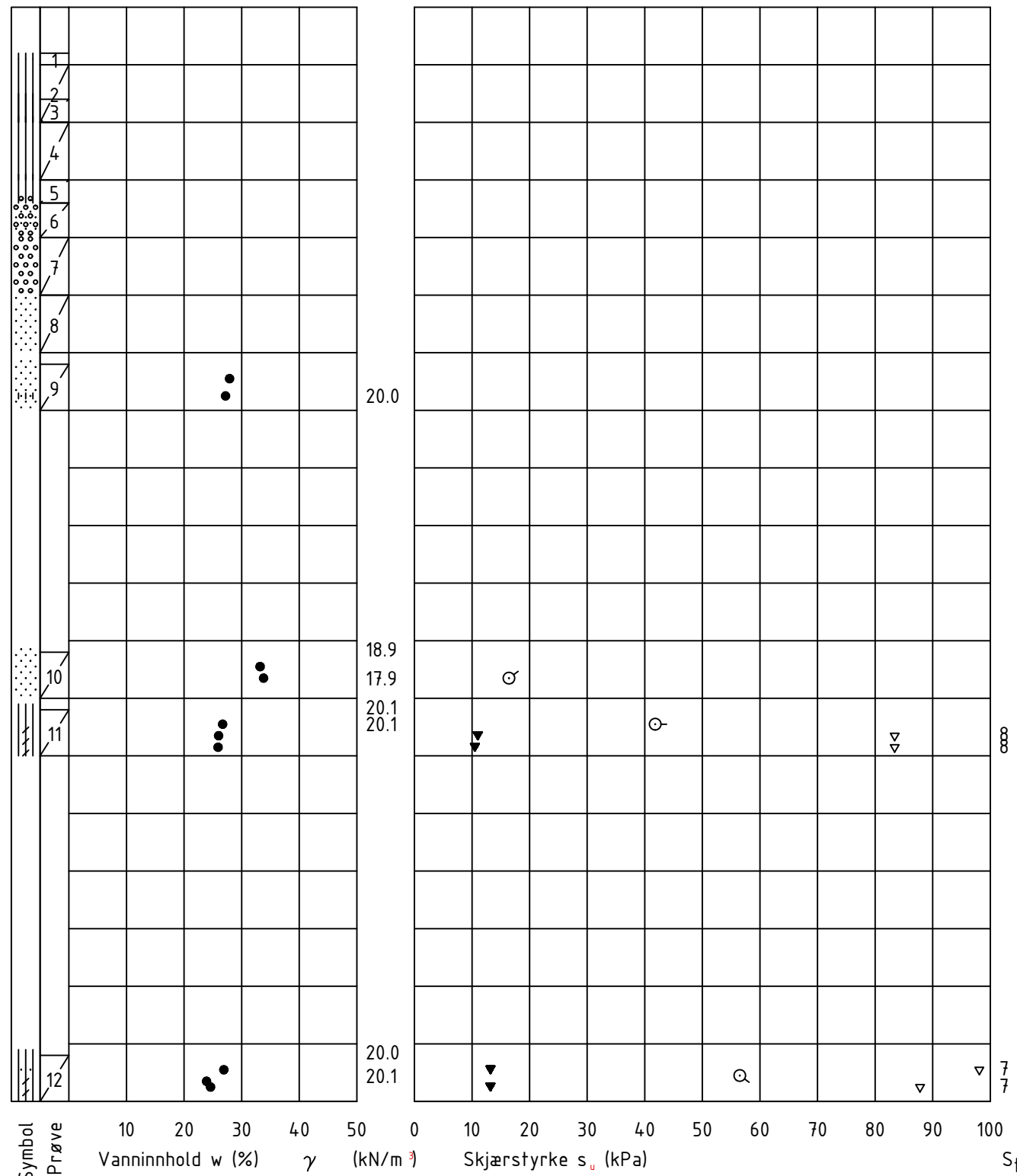
Verdal Bo- og behandlingshjem
Dreietrykksondering og prøvetaking
1-N019 og 2-N019

Norconsult	Oppdragsnummer 5191354	Tegningsnummer RIG02 - 201	Revisjon J01
-------------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------

3-N019



- Jordart
- 1 Leirig silt, noe organisk innhol
 - 2 Silt, virker noe leirholdig
 - 3 Leirig silt
 - 4 Silt
 - 5 Silt, virker noe leirholdig
 - 6 Grusig sand
 - 7 Grus, noe sand
 - 8 Sandig grus
 - 9 Sand
 - 10 Siltig sand med lag av organisk
 - 11 Leirig silt
 - 12 Leirig silt Noe sandig

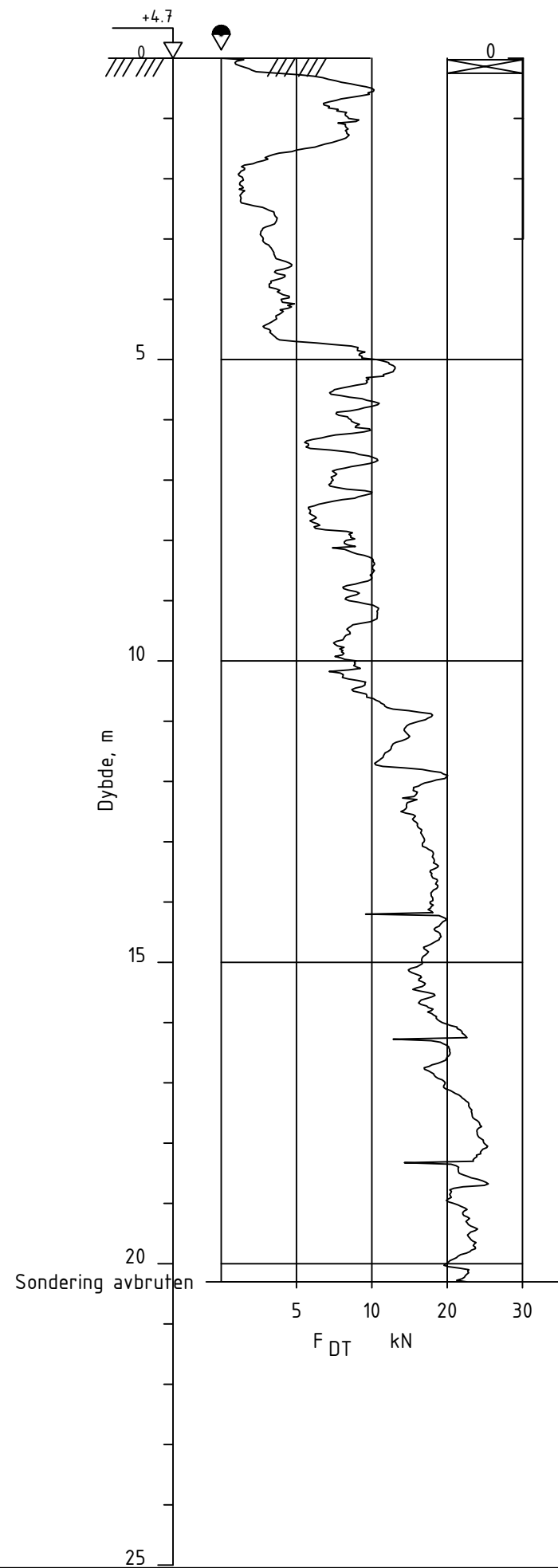


2019-05-23

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsværet beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

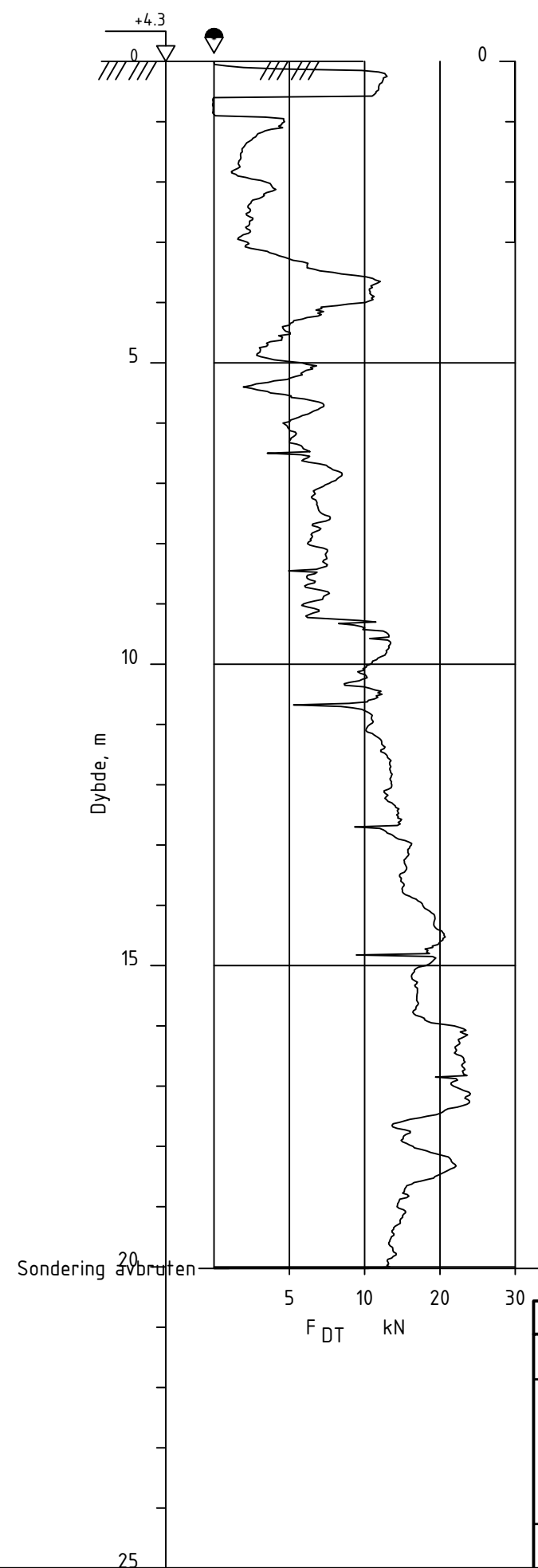
Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3)	1 : 100
Verdal Bo- og behandlingshjem Dreietrykksondering og prøvetaking 3-N019		
Norconsult	Oppdragsnummer 5191354	Tegningsnummer RIG02 - 202
		Revisjon J01

4-N019



- Jordart
- Humusholdig sandig silt
 - Grusig sand, virker noe humushol
 - Sandig silt, enkelte gruskorn
 - Leirig siltig sand, trebiter
 - Sandig siltig leire
 - Humusholdig leire
 - Silt, noe leirholdig
- | | |
|--------|---|
| Symbol | 1 |
| Prøve | 2 |
| | 3 |
| | 4 |
| | 5 |
| | 6 |
| | 7 |

5-N019



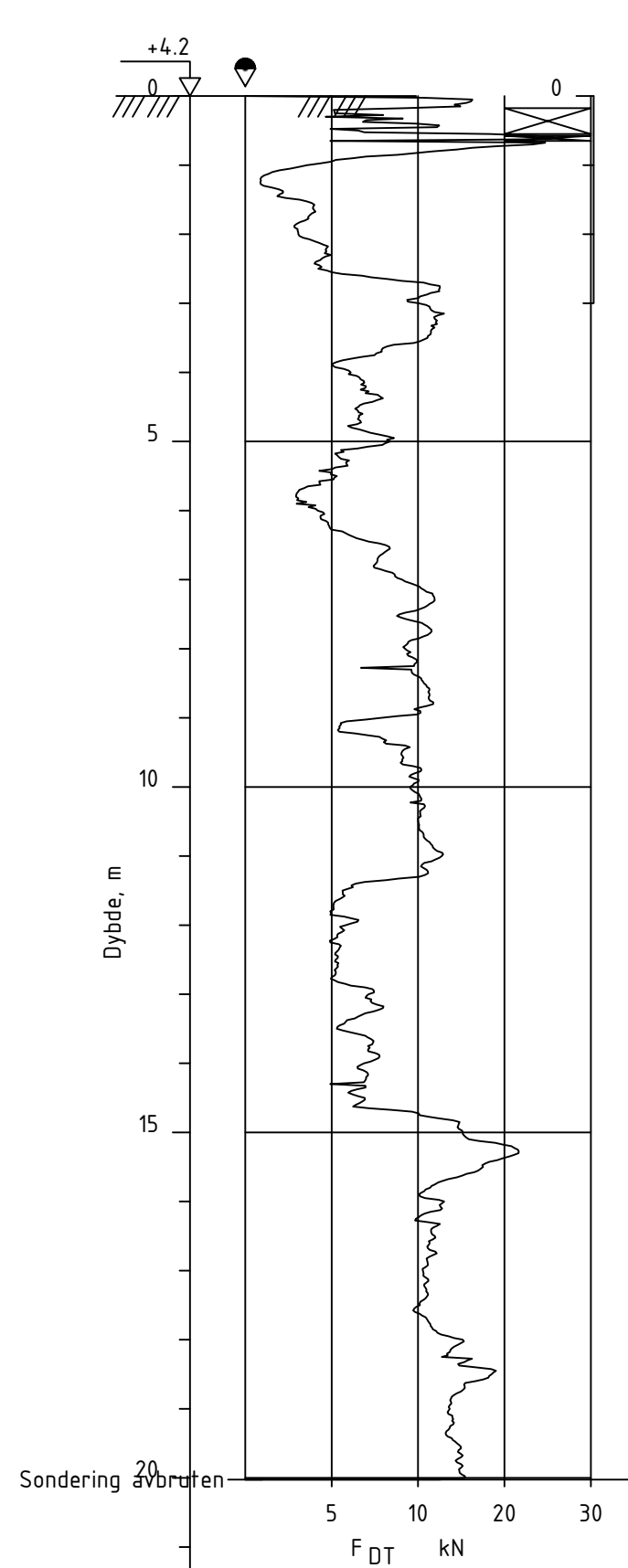
- Jordart
- Siltig sand med enkelte gruskorn
 - Grusig sand, virker noe humushol
 - Grusig sand
 - Silt
 - Sandig silt
- | | |
|--------|---|
| Symbol | 1 |
| Prøve | 2 |
| | 3 |
| | 4 |
| | 5 |

2019-05-23

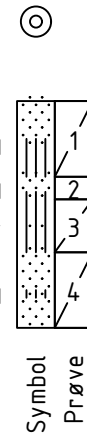
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3)
	1 : 100
Verdal Bo- og behandlingshjem Dreietrykksondering og prøvetaking 4-N019 og 5-N019	
Norconsult	Oppdragsnummer 5191354
	Tegningsnummer RIG02 - 203
	Revisjon J01

6-N019



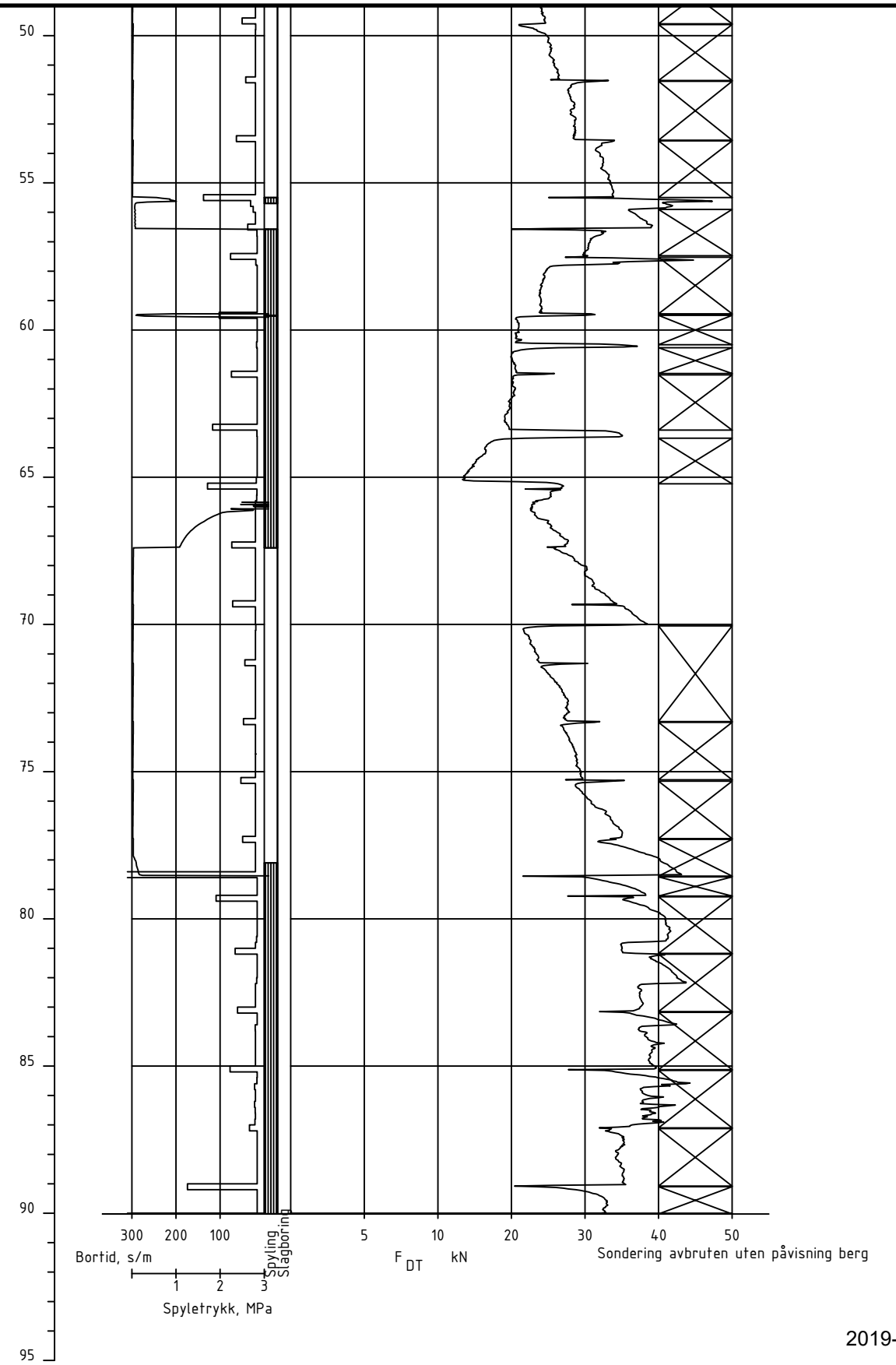
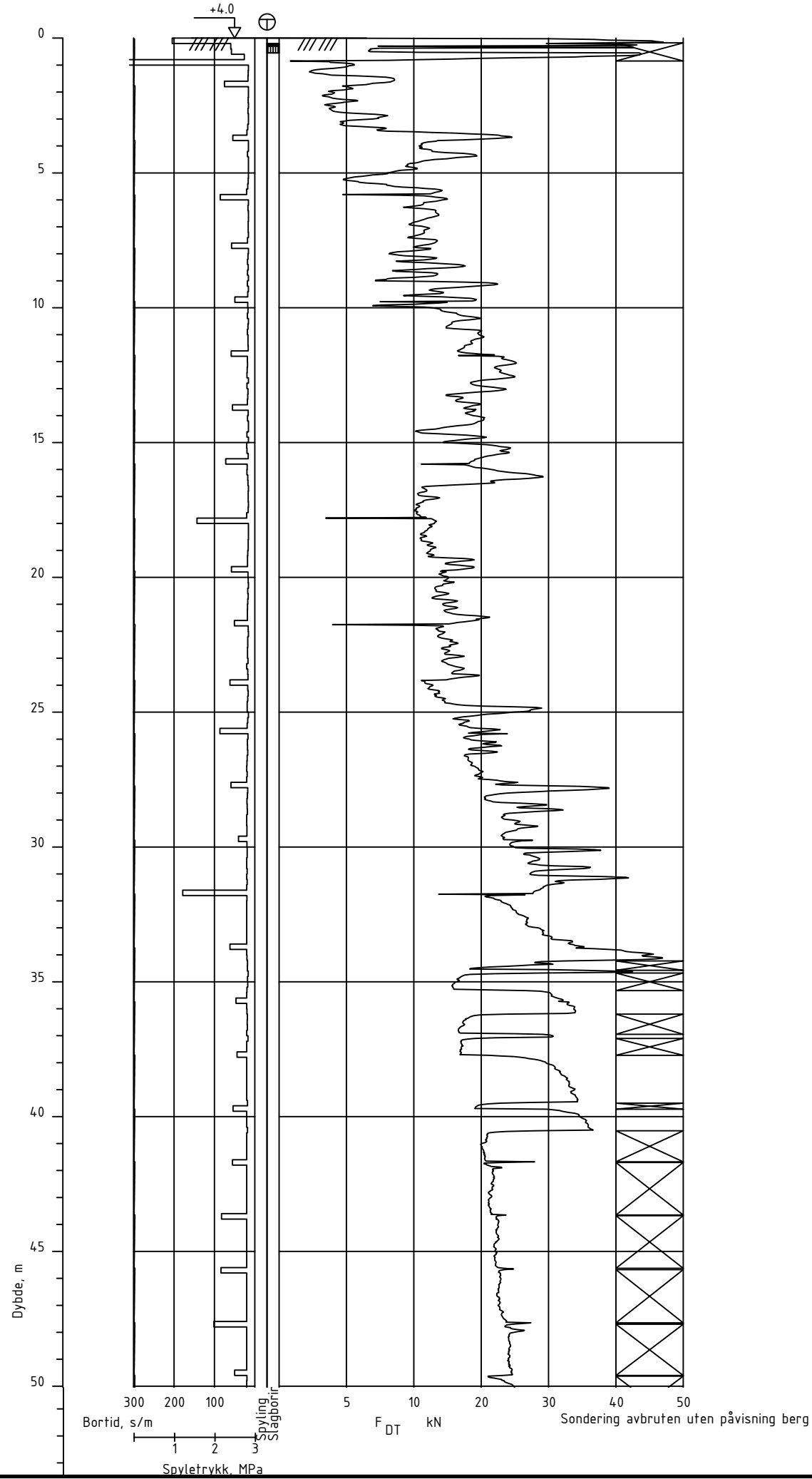
- Jordart
- Humusholdig grusig siltig sand
 - Siltig grusig sand
 - Sandig leirig silt
 - Grusig siltig sand



2019-05-23

<small>Detle dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvåren beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</small>		
Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3) 1 : 100	
Verdal Bo- og behandlingshjem Dreietrykkssondering og prøvetaking 6-N019		
Norconsult	Oppdragsnummer 5191354	Tegningsnummer RIG02 - 204
		Revisjon J01

f-NU19

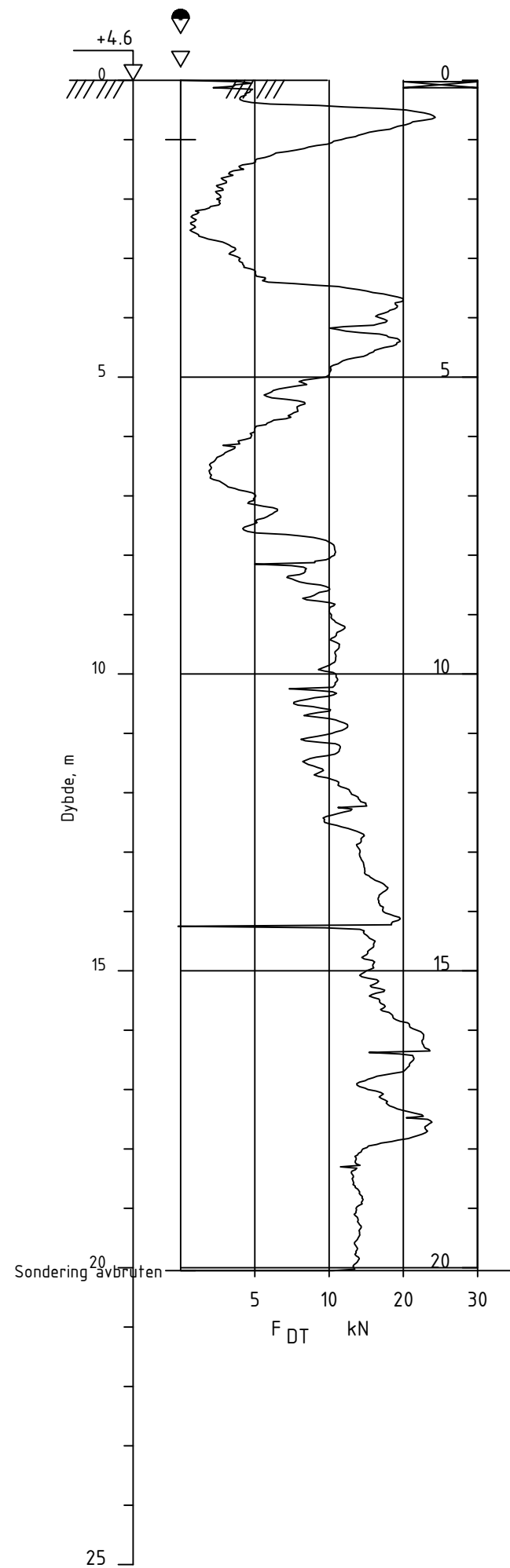


2019-05-23

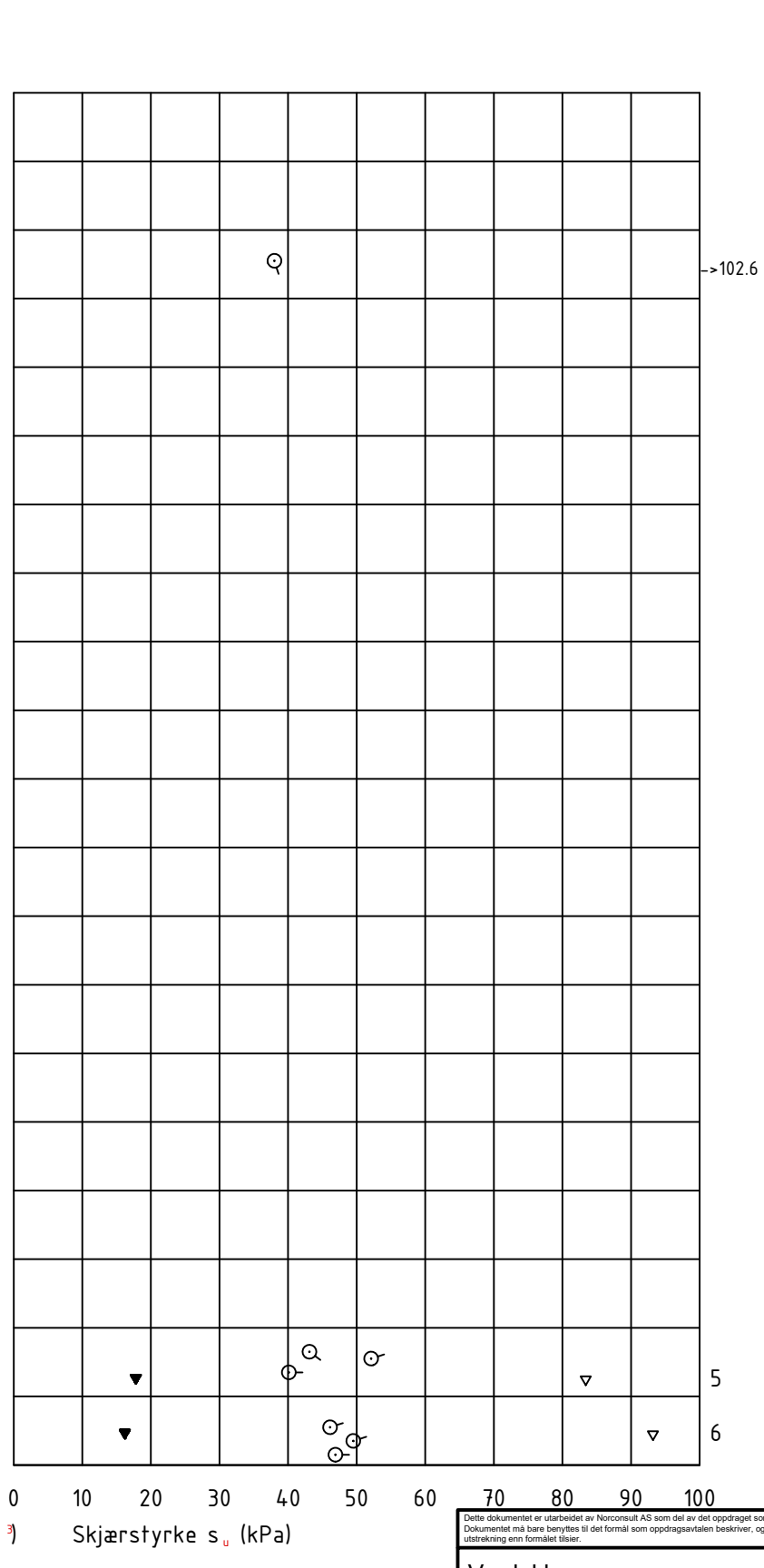
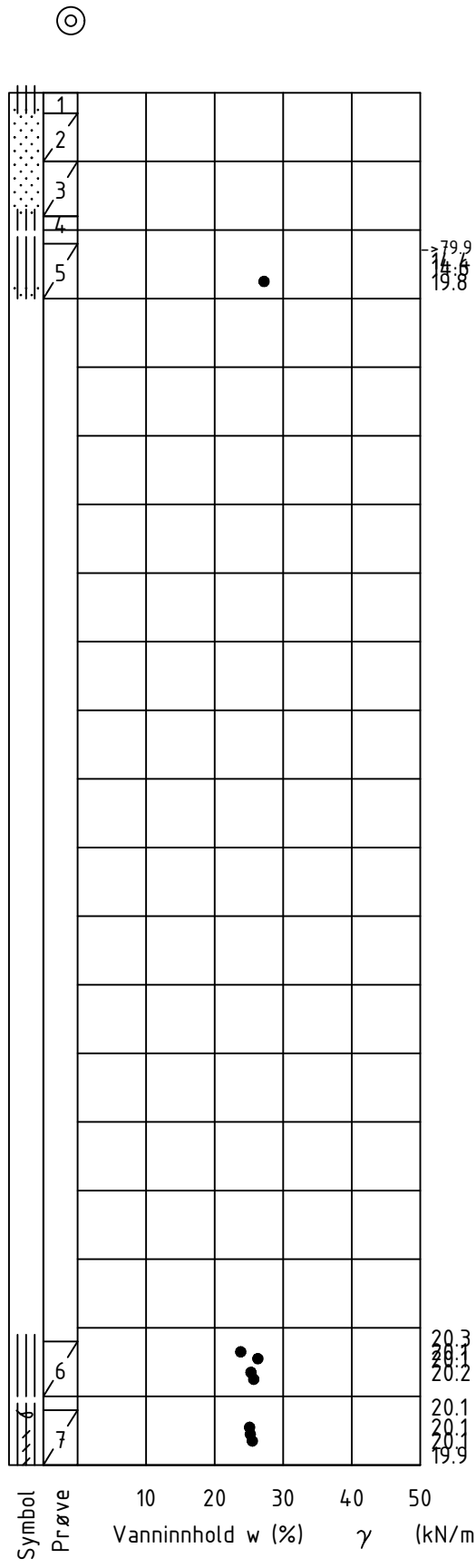
Detle dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvilkårene beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.

Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3) 1 : 200
Verdal Bo- og behandlingshjem Totalsondering 8-NO19	
Norconsult	Oppdragsnummer 5191354
Tegningsnummer RIG02 - 205	Revisjon J01

8-N019



- Jordart
- Humusholdig silt
 - Siltig sand med gruskorn
 - Grusig sand
 - Humusholdig sandig silt, røtter, Silt, mye organisk innhold ned t
 - Grusig sandig silt
 - Leirig silt, enkelte skjellfragm
 - Leirig silt, enkelte skjellfragm



2019-05-23

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Verdal kommune	Målestokk (gjelder A3)	1 : 100
Verdal Bo- og behandlingshjem Dreietrykkssondering og prøvetaking 8-N019		
Norconsult	Oppdragsnummer 5191354	Tegningsnummer RIG02 - 206
		Revisjon J01

Veidekke Entreprenør AS

► **Verdal bo- og behandlingssenter**

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 5191354 Dokumentnr.: LAB01 Versjon: J01 Dato: 2019-04-22



Illustrasjonsfoto

Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Oppdragsleder LAB: Synne Tveiten
Fagansvarlig: Synne Tveiten
Andre nøkkelpersoner: Maria Berg Hestad, Hilde Risung

Oppdragsnummer LAB: 5192410
Oppdragsnummer GRU: 5191888
Oppdragsnummer GEO: 5191354

J01	2019-04-22		SyTve	HiRis	SyTve
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Innhold

1	Generelt	4
2	Forsøksresultater	5
3	Korngraderingsanalyser	9
4	Enaksiale trykkforsøk	10
5	Bilder	14
6	Referanser	18
7	Rapportering	19

Vedlegg

Kontinuerlig ødometerforsøk

Kontinuerlig ødometerforsøk, Posisjon 3, dybde, 12,54-12,56 m
Kontinuerlig ødometerforsøk, Posisjon 3, dybde, 18,62-18,64 m
Kontinuerlig ødometerforsøk, Posisjon 8, dybde, 19,72-19,74 m

1 Generelt

Norconsult er i forbindelse med prosjektet Verdal bo- og behandlingssenter engasjert av Veidekke Entreprenør AS for å utføre laboratorieforsøk på prøver fra det aktuelle området.

Feltarbeidet er utført av Norconsult AS under ledelse av boreleder Knut Dahl. Prøvetakingen er utført i uke 12 og 13 (2019) og prøvene ankom til Norconsult sitt geoteknisk laboratorium i uke 14.

Det har i tillegg til rutineundersøkelser blitt utført tre kontinuerlige ødometerforsøk. Disse resultatene er presentert i eget vedlegg.

Henning Tiarks er geotekniker på prosjektet.

2 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	C _{uuc} [kPa]	ε _a [%]	γ [kN/m ³]
1	P	1,0-1,4	Humusholdig grusig siltig sand							
1	P	1,4-2,0	Silt							
1	P	2,0-2,2	Siltig sand							
1	P	2,2-3,0	Grusig sand							
2	P	0,0-0,3	Humusholdig grusig siltig sand							
2	P	0,3-0,7	Sandig silt, virker noe humusholdig							
2	P	0,7-1,0	Sandig grus							
2	P	1,0-1,2	Humusholdig leirig silt, røtter							
2	P	1,2-2,0	Silt							
2	P	2,0-3,0	Sandig silt							
3	P	0,8-1,0	Leirig silt, noe organisk innhold							
3	P	1,0-2,0	Leirig silt							
3	P	1,6-2,0	Silt, virker noe leirholdig							
3	P	2,0-3,0	Silt							
3	P	3,0-3,4	Silt, virker noe leirholdig							
3	P	3,4-4,0	Grusig sand							
3	P	4,0-5,0	Grus, noe sand							
3	P	5,0-6,0	Sandig grus							
3	54	6,2-7,0	Sand							
		6,3-6,4								
		6,4-6,5		27,9						
		6,5-6,6								
		6,6-6,7								
		6,7-6,8		27,2						20,0
		6,8-6,9								

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	C _{uuc} [kPa]	ε _a [%]	γ [kN/m ³]
3	54	11,2-12,0	Siltig sand med lag av organisk materiale. Tynne blad/trefliser							18,9
		11,3-11,4								
		11,4-11,5		33,2						
		11,5-11,6								
		11,6-11,7		33,8				16,4	2,8	17,9
		11,7-11,8								
		11,8-11,9								
3	54	12,2-13,0	Leirig silt							20,1
		12,3-12,4								
		12,4-12,5		26,7				41,8	5,2	20,1
		12,5-12,6	Ødometer							
		12,6-12,7		26,0		83,4	11,0			
		12,7-12,8								
		12,8-12,9		25,9		83,4	10,5			
3	54	18,2-19,0	Leirig silt							20,0
		18,3-18,4	Noe sandig							
		18,4-18,5		26,9		98,1	13,2			
		18,5-18,6						56,5	7,0	20,1
		18,6-18,7	Leirig Silt, ødometer	23,9	T4					
		18,7-18,8		24,6		87,8	13,2			
		18,8-18,9								
4	P	0,0-0,5	Humusholdig sandig silt							
4	P	0,5-1,0	Grusig sand, virker noe humusholdig							
4	P	1,0-1,4	Sandig silt, enkelte gruskorn							
4	P	1,4-1,7	Leirig siltig sand, trebiter							
4	P	1,7-2,0	Sandig siltig leire							
4	P	2,0-2,4	Humusholdig leire							
4	P	2,4-3,0	Silt, noe leirholdig							
5	P	0,0-0,5	Siltig sand med enkelte gruskorn, virker noe humusholdig							
5	P	0,5-1,0	Grusig sand, virker noe humusholdig							
5	P	1,0-1,2	Grusig sand							
5	P	1,2-2,0	Silt							
5	P	2,0-3,0	Sandig silt							

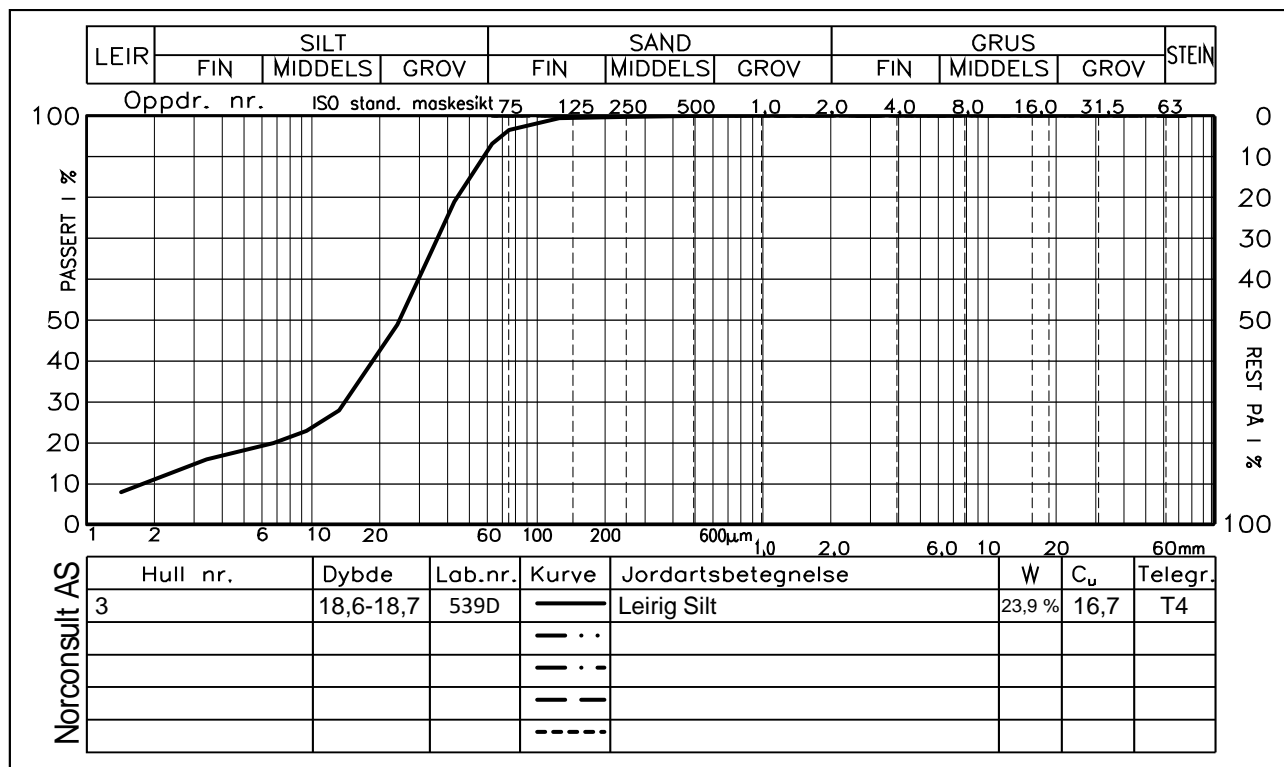
Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	C _{uuc} [kPa]	ε _a [%]	γ [kN/m ³]
6	P	0,0-1,0	Humusholdig grusig siltig sand							
6	P	1,0-1,3	Siltig grusig sand							
6	P	1,3-2,0	Sandig leirig silt							
6	P	2,0-3,0	Grusig siltig sand							
8	P	0,0-0,3	Humusholdig silt							
8	P	0,3-1,0	Siltig sand med gruskorn							
8	P	1,0-1,8	Grusig sand							
8	P	1,8-2,0	Humusholdig sandig silt, røtter, virker noe leirholdig							
8	54	2,2-3,0	Silt, mye organisk innhold ned til dybde 2,6 m							
		2,3-2,4								
		2,4-2,5	79,9				38,0	9,4	14,4	
		2,5-2,6							14,6	
		2,6-2,7								
		2,7-2,8	27,2				102,6	5,1	19,8	
		2,8-2,9	Grusig sandig silt							
8	54	18,2-19,0	Leirig silt, enkelte skjellfragmenter							
		18,3-18,4	23,8				43,1	7,0	20,1	
		18,4-18,5	26,3				52,1	4,3	20,1	
		18,5-18,6								
		18,6-18,7	25,3				40,1	4,6	20,2	
		18,7-18,8	25,7	83,4	17,8					
		18,8-18,9								
8	54	19,2-20,0	Leirig silt, enkelte skjellfragmenter							
		19,3-19,4								
		19,4-19,5	25,1				46,1	3,9	20,1	
		19,5-19,6	25,2	93,2	16,2					
		19,6-19,7	25,5				49,5	4,0	20,1	
		19,7-19,8	Ødometer							
		19,8-19,9					46,9	5,2	19,9	

Jordartsklassifisering basert på korngraderingsanalyser er markert med **fet skrift**, andre prøver er visuelt klassifisert.

Symboler:

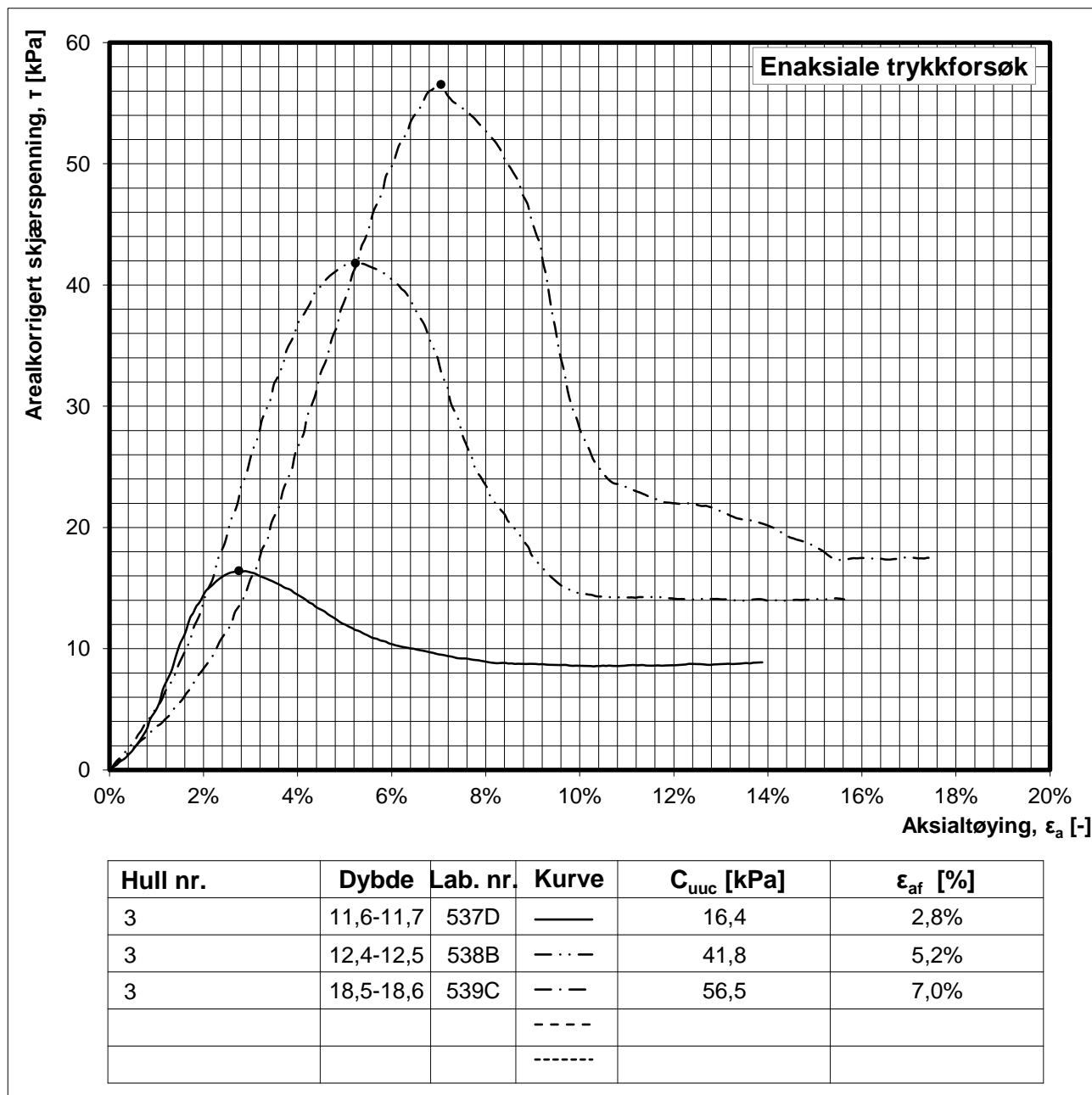
54 mm	Uforstyrret 54 mm sylindertest
P	Poseprøve (representativ)
W	Naturlig in-situ vanninnhold
TG	Telefaregruppe (T1-T4)
C_{ufc}	Intakt skjærfasthet (konus)
C_{urfc}	Omrørt skjærfasthet (konus)
C_{uuc}	Intakt skjærfasthet (enaks)
ϵ_a	Aksial bruddtøyning (enaks)
γ	Tyngdetetthet

3 Korngraderingsanalyse

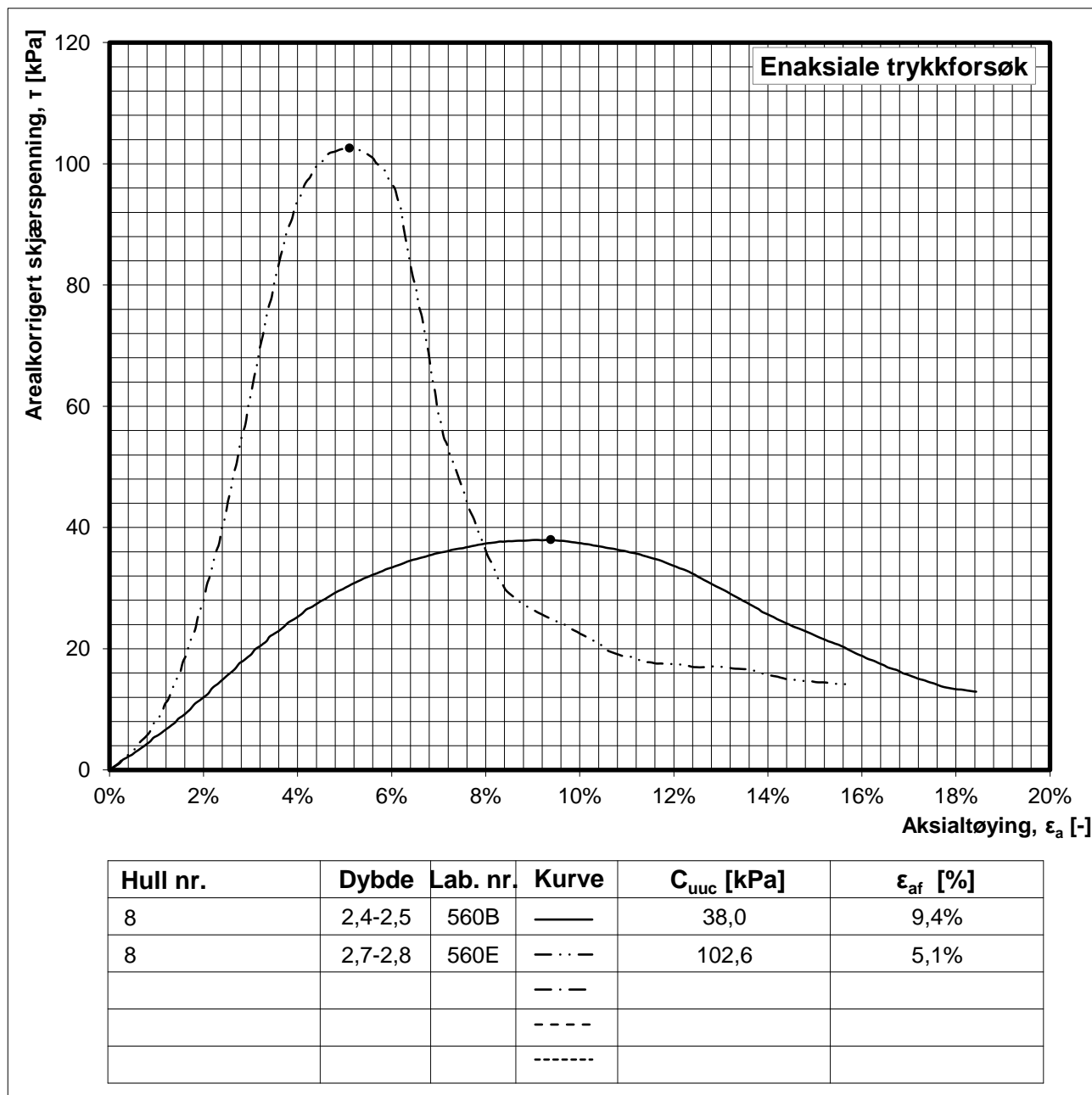


Figur 1 Korngraderingskurve i posisjon 3

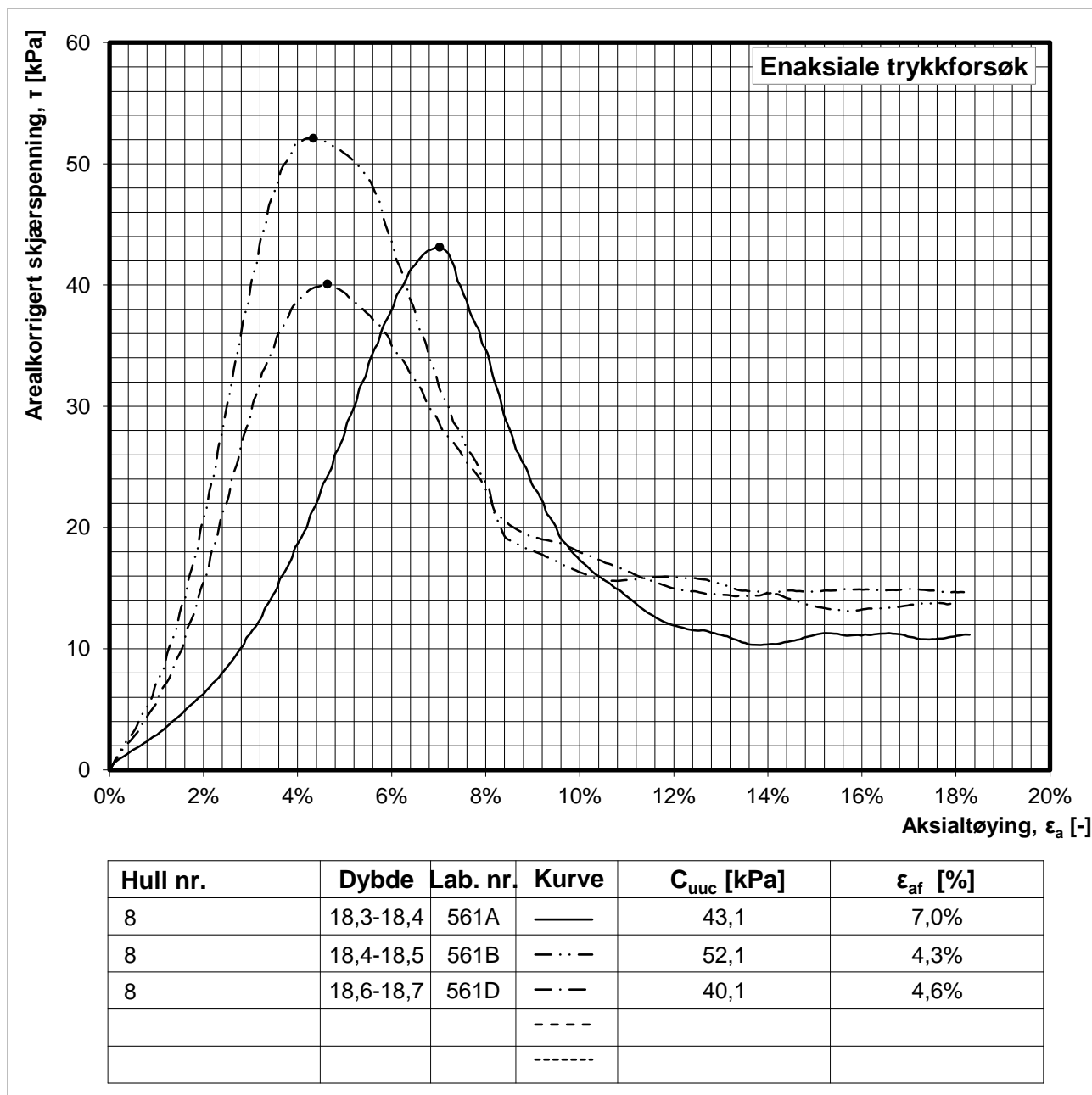
4 Enaksiale trykkforsøk



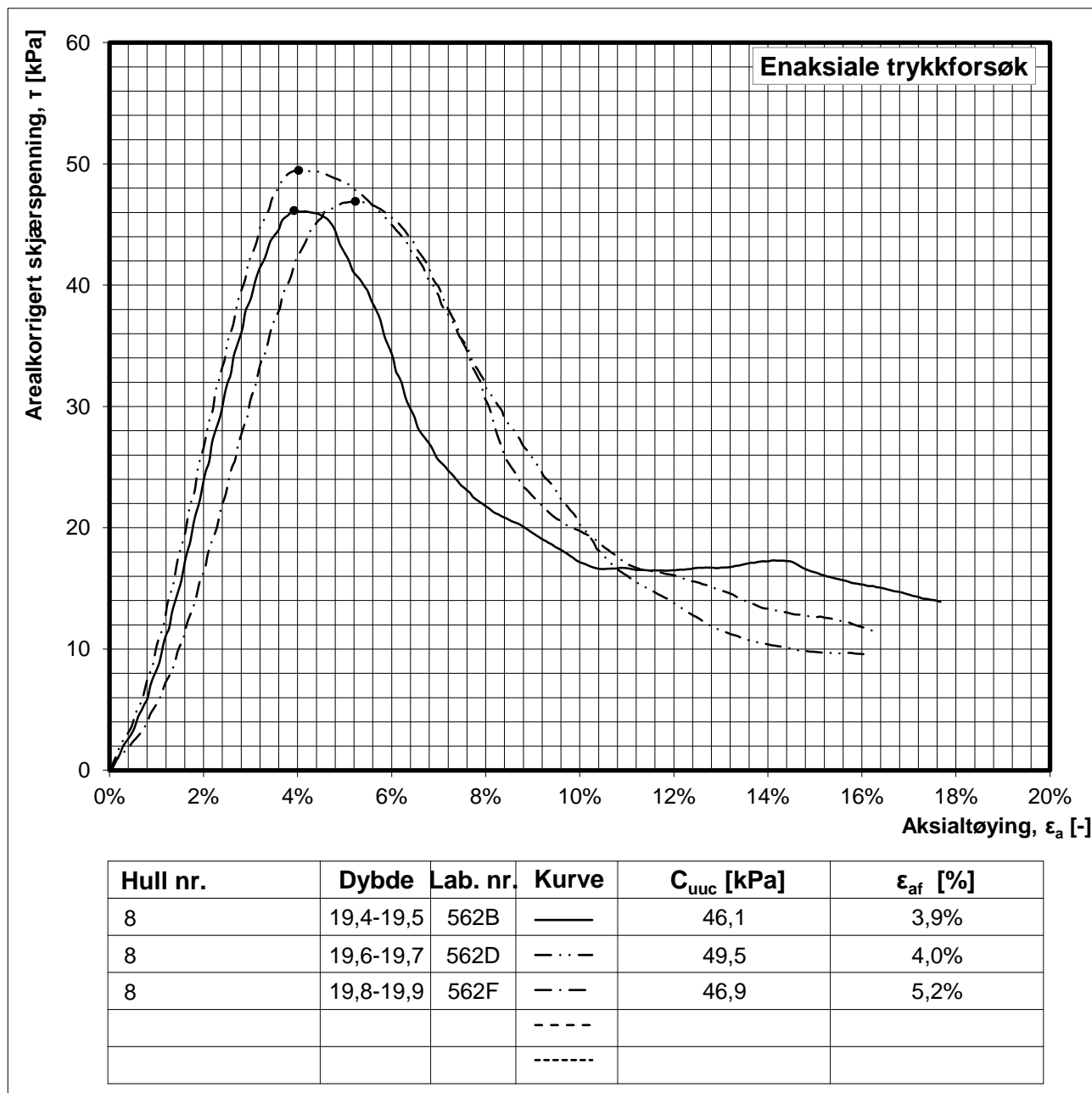
Figur 2 Enaksiale trykkforsøk i posisjon 3



Figur 3 Enaksiale trykkforsøk i posisjon 8



Figur 4 Enaksiale trykkforsøk i posisjon 8



Figur 5 Enaksiale trykkforsøk i posisjon 8

5 Bilder

Posisjon 3

Dybde 6,2-7,0 m



Dybde 11,2-12,0 m



Dybde 12,2-13,0 m



Dybde 18,2-19,0 m



Posisjon 8

Dybde 2,2-3,0 m



Dybde 2,3-2,4 m



Dybde 18,2-19,0 m



Dybde 19,2-20,0 m



Posisjon 3

Dybde 11,6-11,7 m



Dybde 12,4-12,5 m



Dybde 18,5-18,6 m



Posisjon 8

Dybde 2,4-2,5 m



Dybde 2,7-2,8 m



Dybde 18,3-18,4 m



Dybde 18,4-18,5 m



Dybde 18,6-18,7 m



Dybde 19,4-19,5 m

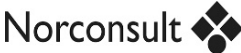


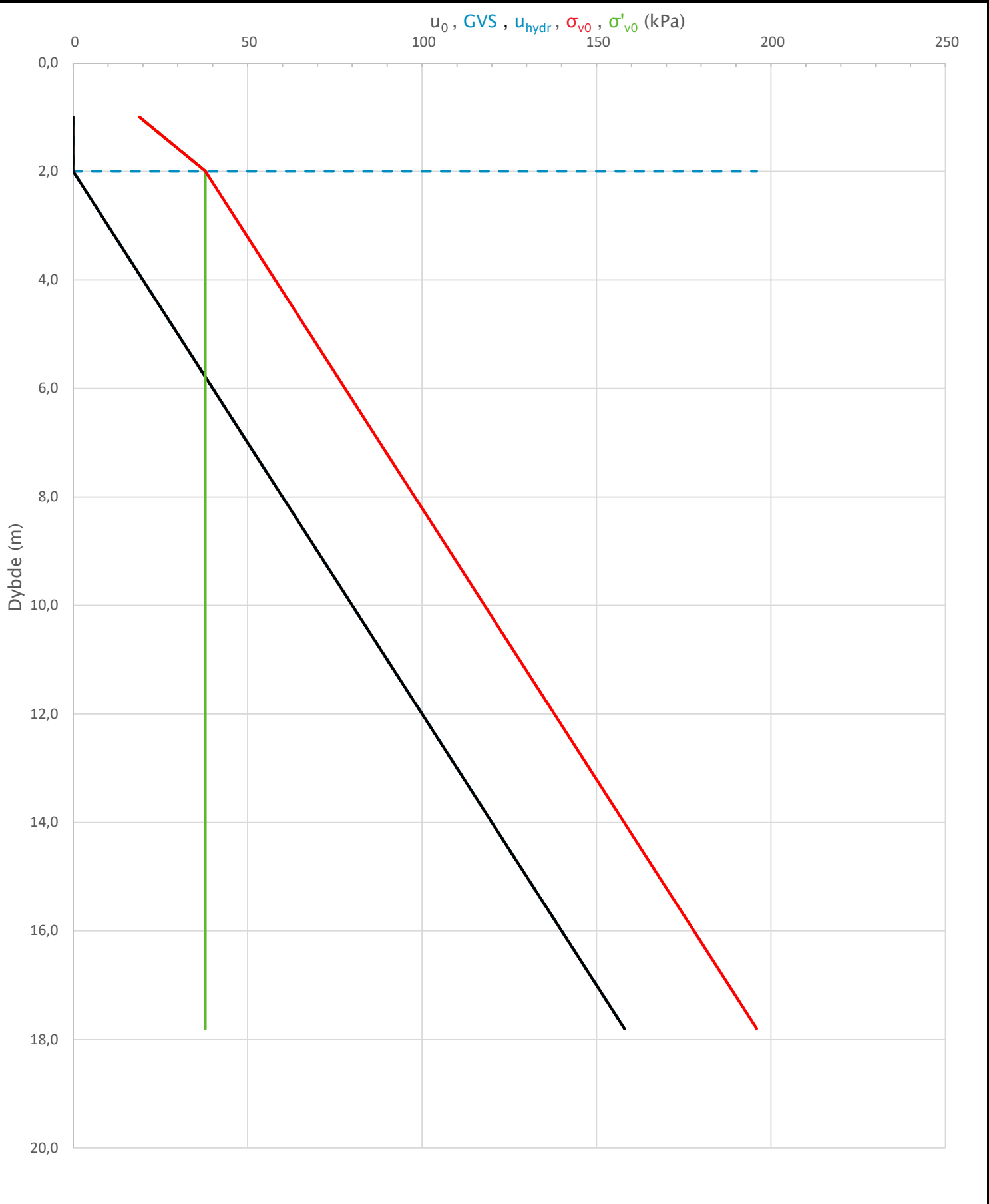
Dybde 19,6-19,7 m




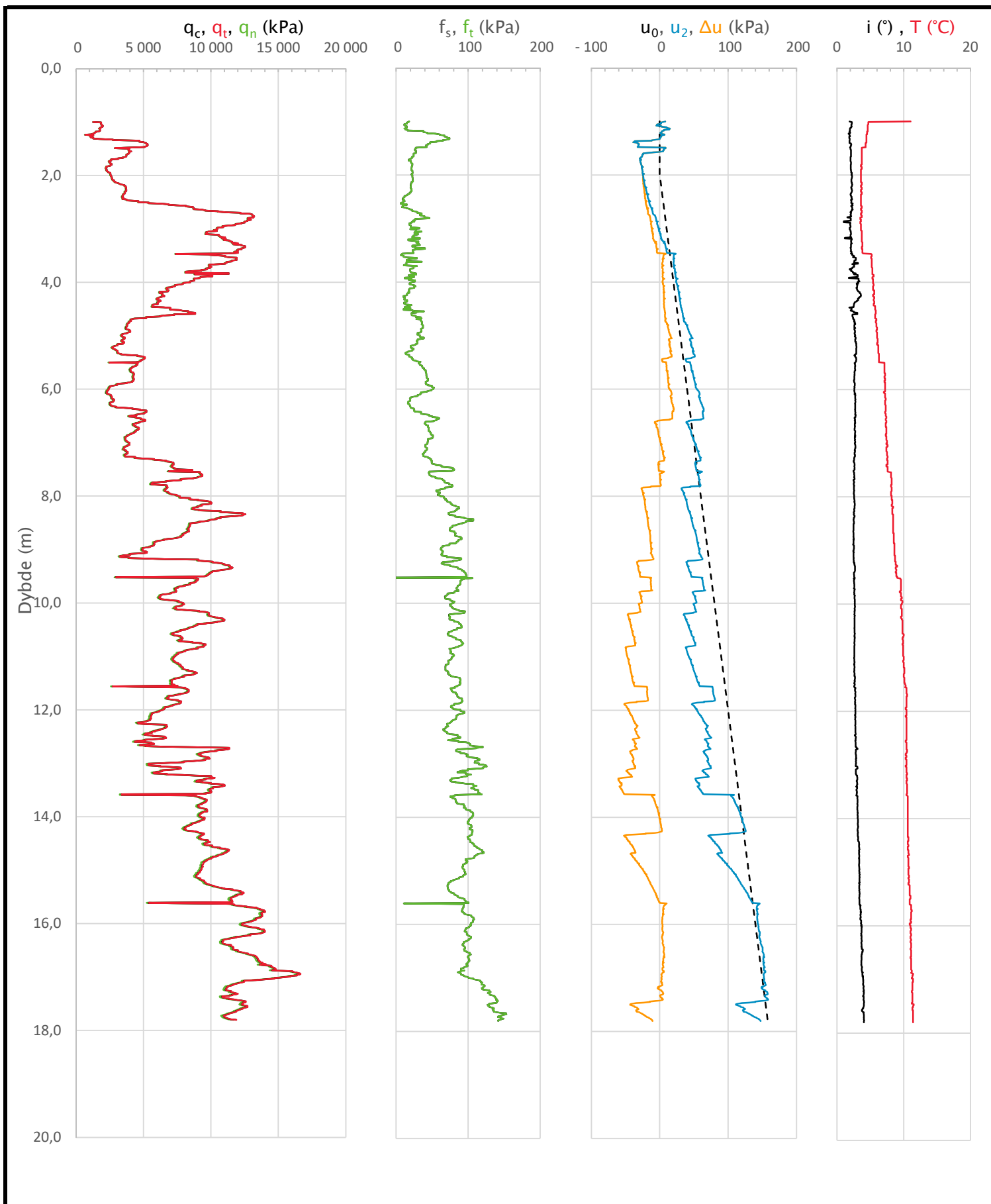
Dybde 19,8-19,9 m



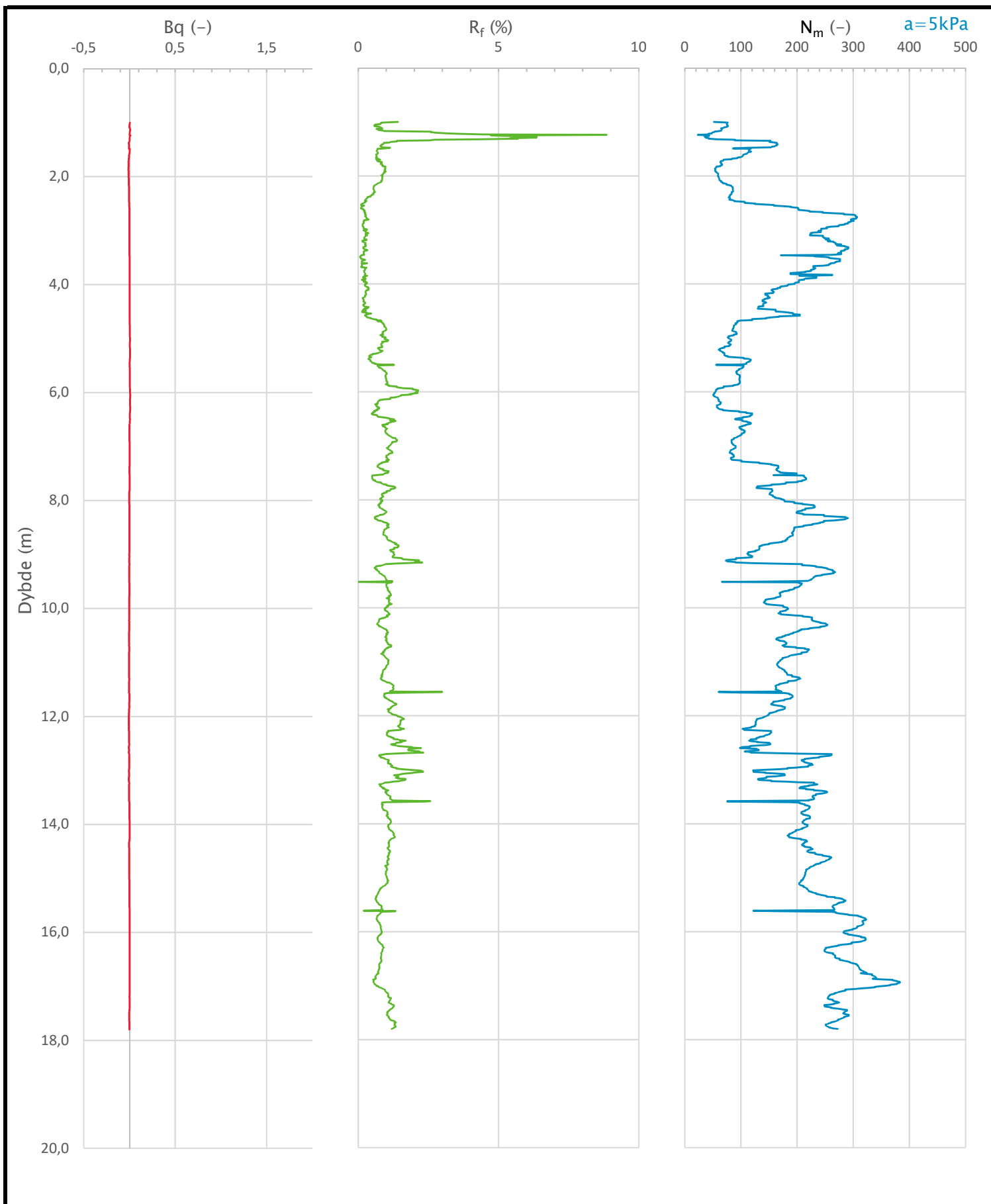
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4686		Boreleder		haugs	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8	
Kalibreringsdato	2018-07-02		Maks helning (°)		4,1	
Dato sondering	2019-03-28		Maks avstand målinger (m)		0,01	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1789		3689		3573	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4265		0,0103		0,0214	
Arealforhold	0,8420		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,458		0,372		1,195	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5530,1		135,2		255,6	
Registrert etter sondering (kPa)	-22,5		0,8		-0,6	
Avvik under sondering (kPa)	22,5		0,8		0,6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,1		0,1		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	16619,4		152,9		158,5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	27,0	0,2	0,9	0,6	0,9	0,5
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					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull <small>Kote +4</small>	
Verdal, VBB					1-NO19	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		Figur	
	Sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato		1	

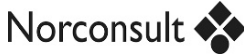


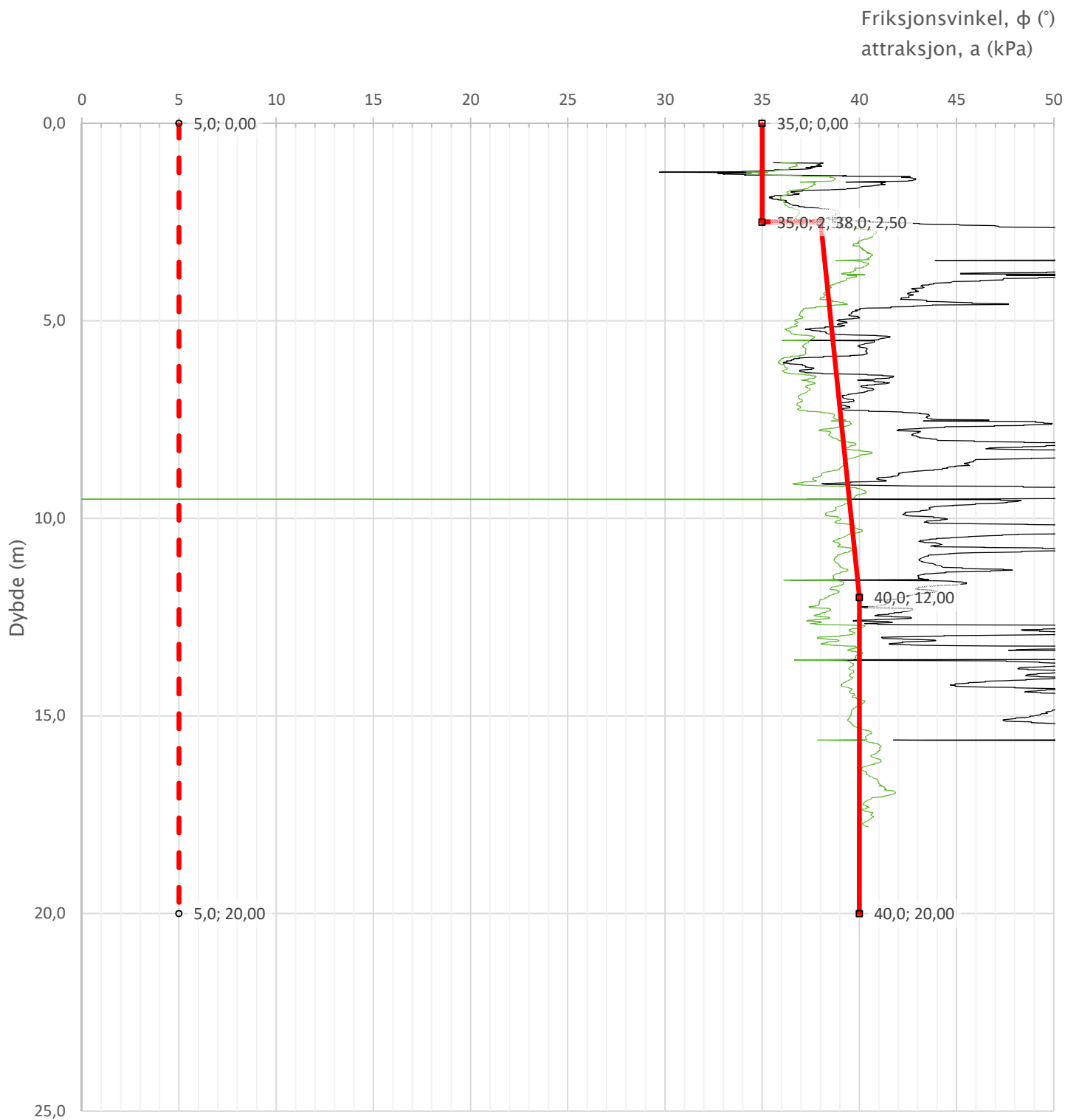
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato	2		



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato	3	

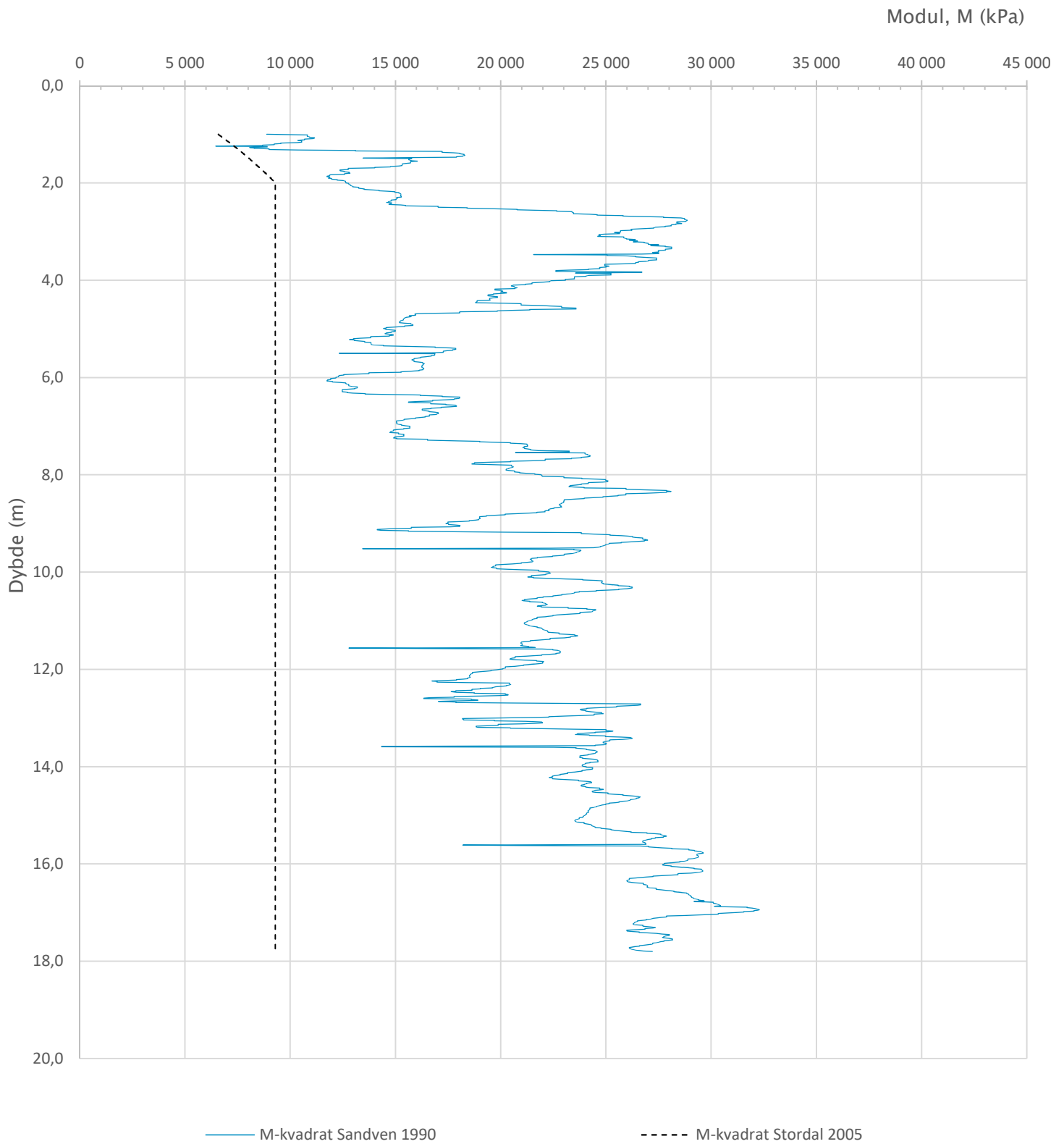


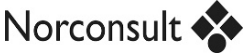
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato	4		



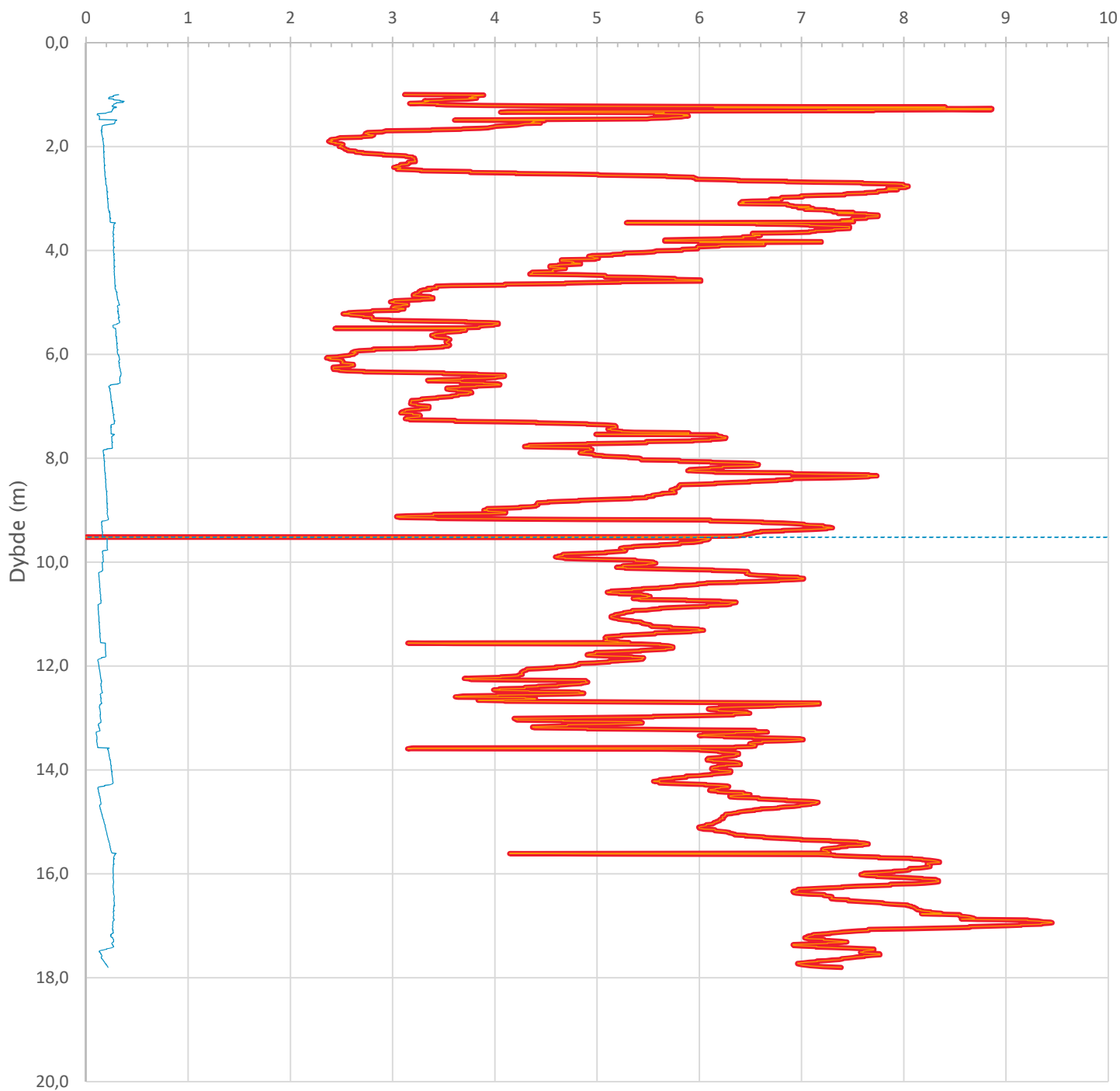
— NTNU 1 ($a=10\text{kPa}$, $\beta=-10^\circ$) — Schmertmann 1978: Well-graded fine sand (Dr4) —■— Anbefalt kurve - ϕ -○- Anbefalt kurve - a

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull 1-NO19	Kote +4
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 4686	
	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Sidekke entreprenør	Dato sondering 2019-03-28	Revisjon	Figur	6
			Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av modul				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato	7		

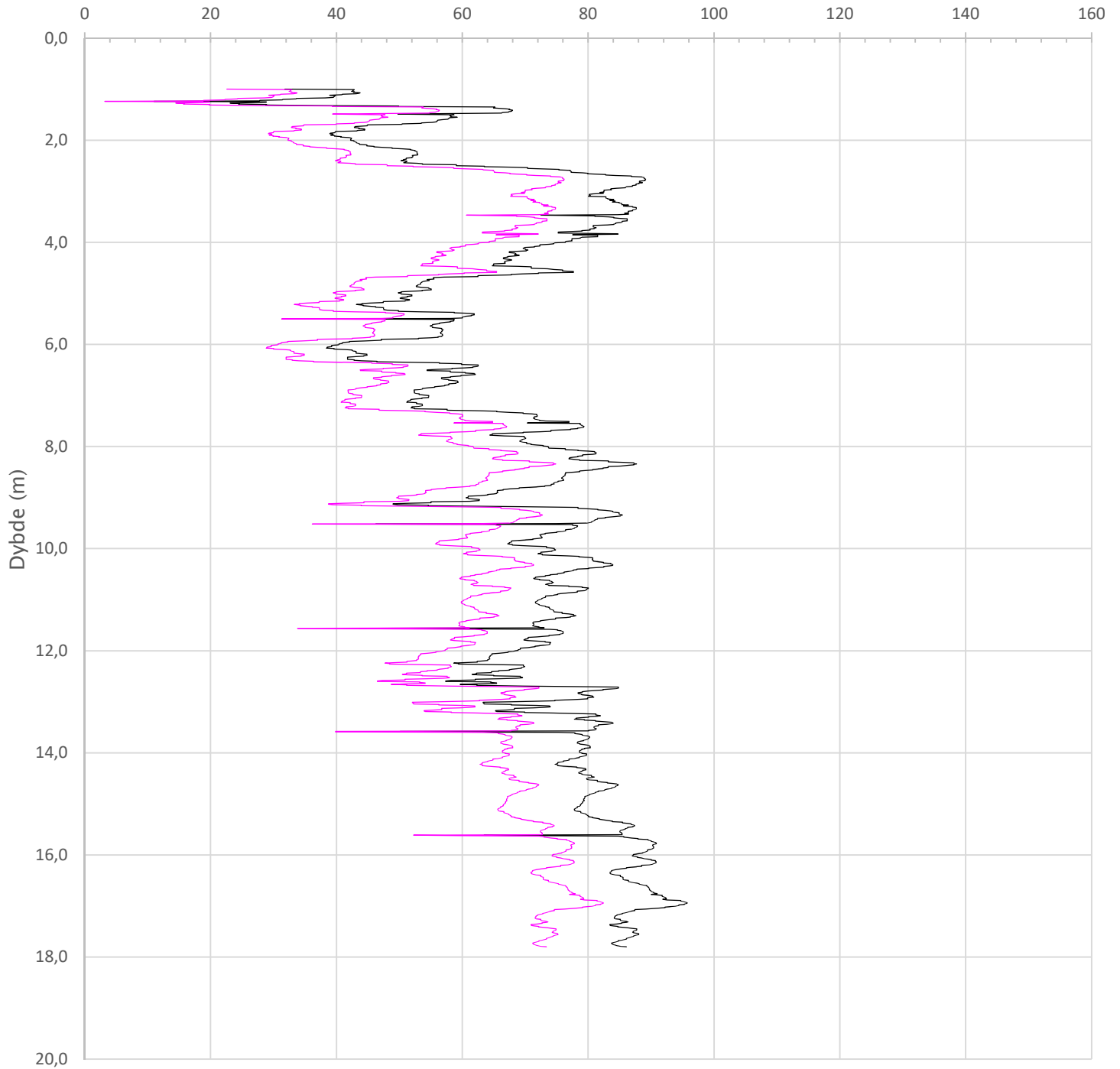
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



— Valgt kurve: OCR5
 — OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
 — OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
 - - - OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +4 1-NO19
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer 4686
Norconsult	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Sidekke entreprenør	Dato sondering 2019-03-28	Revisjon Rev. dato	Figur 8

Relativ lagringstetthet, Dr (%)

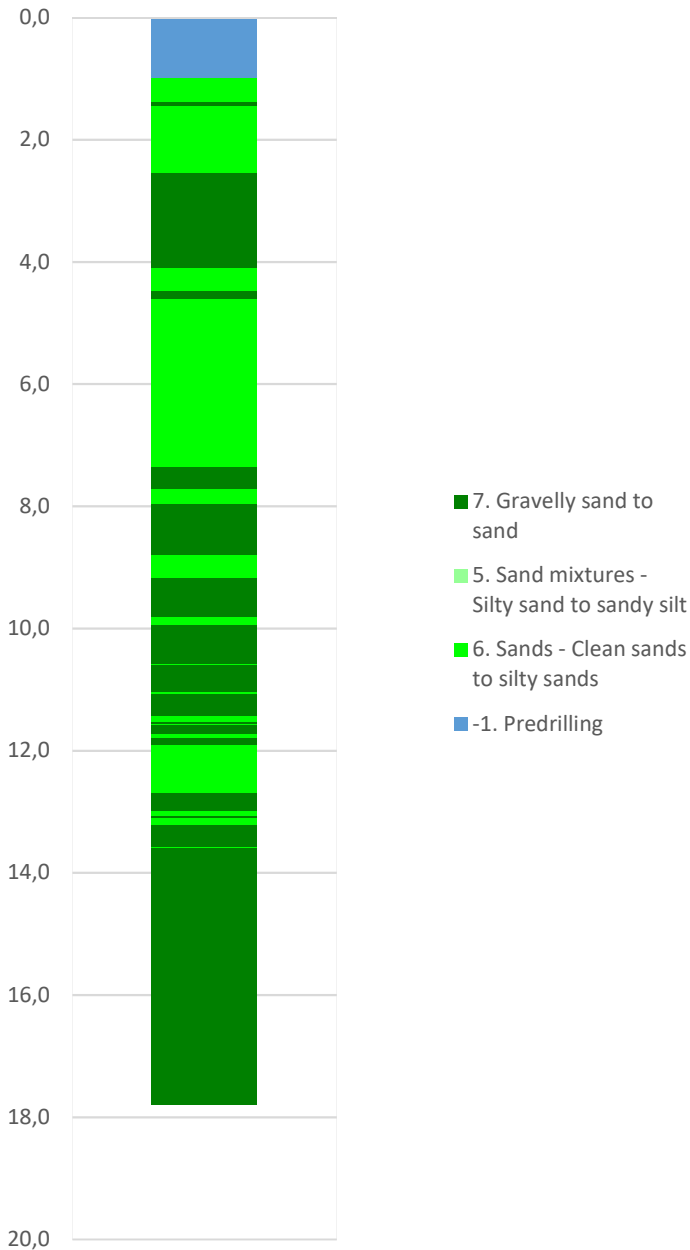


— Dr1 - Jamiolkowski et al. 1985 (Medium compressibility)

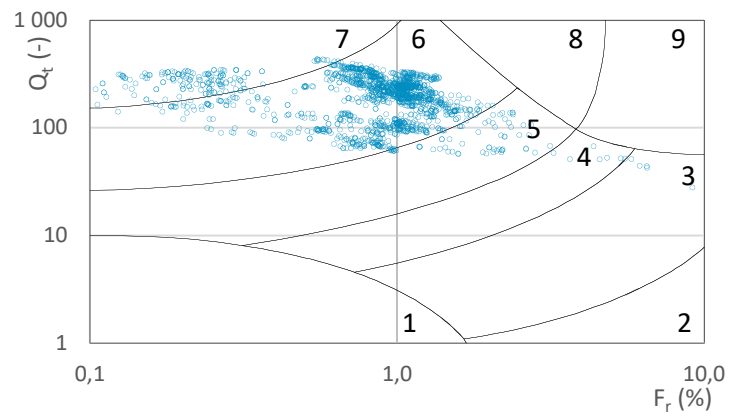
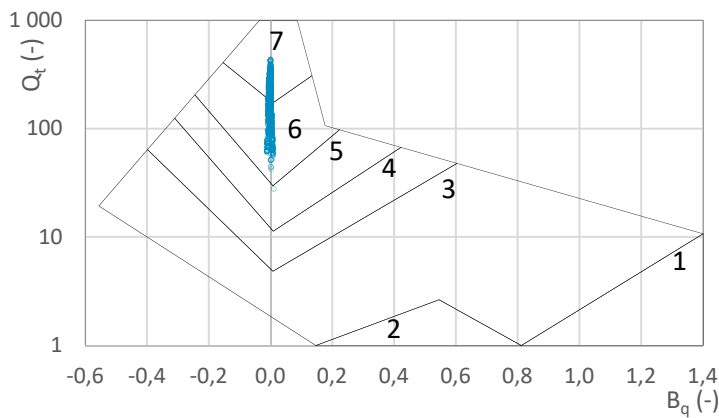
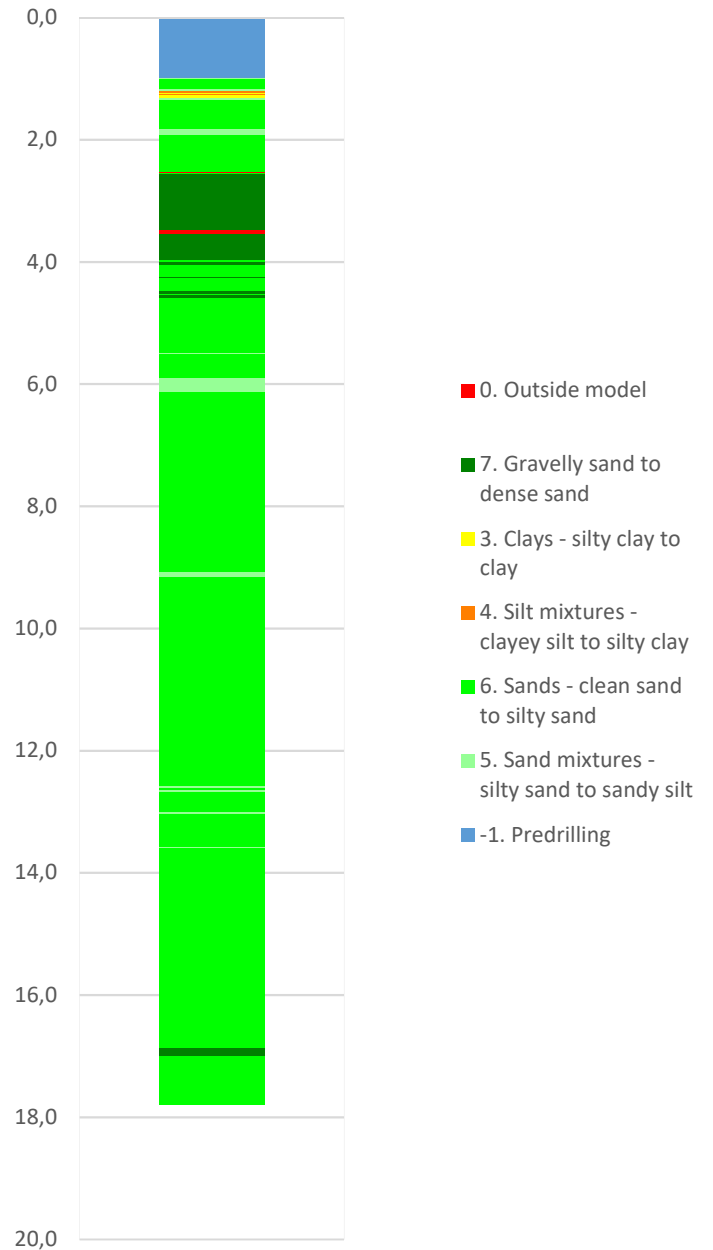
— Dr5 - Jamiolkowski et al. 2001


Prosjekt Verdal, VBB			Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +4 1-NO19	
Innhold Relativ lagringstetthet, Dr					Sondenummer 4686	
Norconsult	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks		Anvend.klasse 1	
	Oppdragsgiver Sidekke entreprenør	Dato sondering 2019-03-28	Revisjon	Rev. dato	Figur 10	

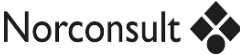
Robertson 1990 (Bq-Qt)

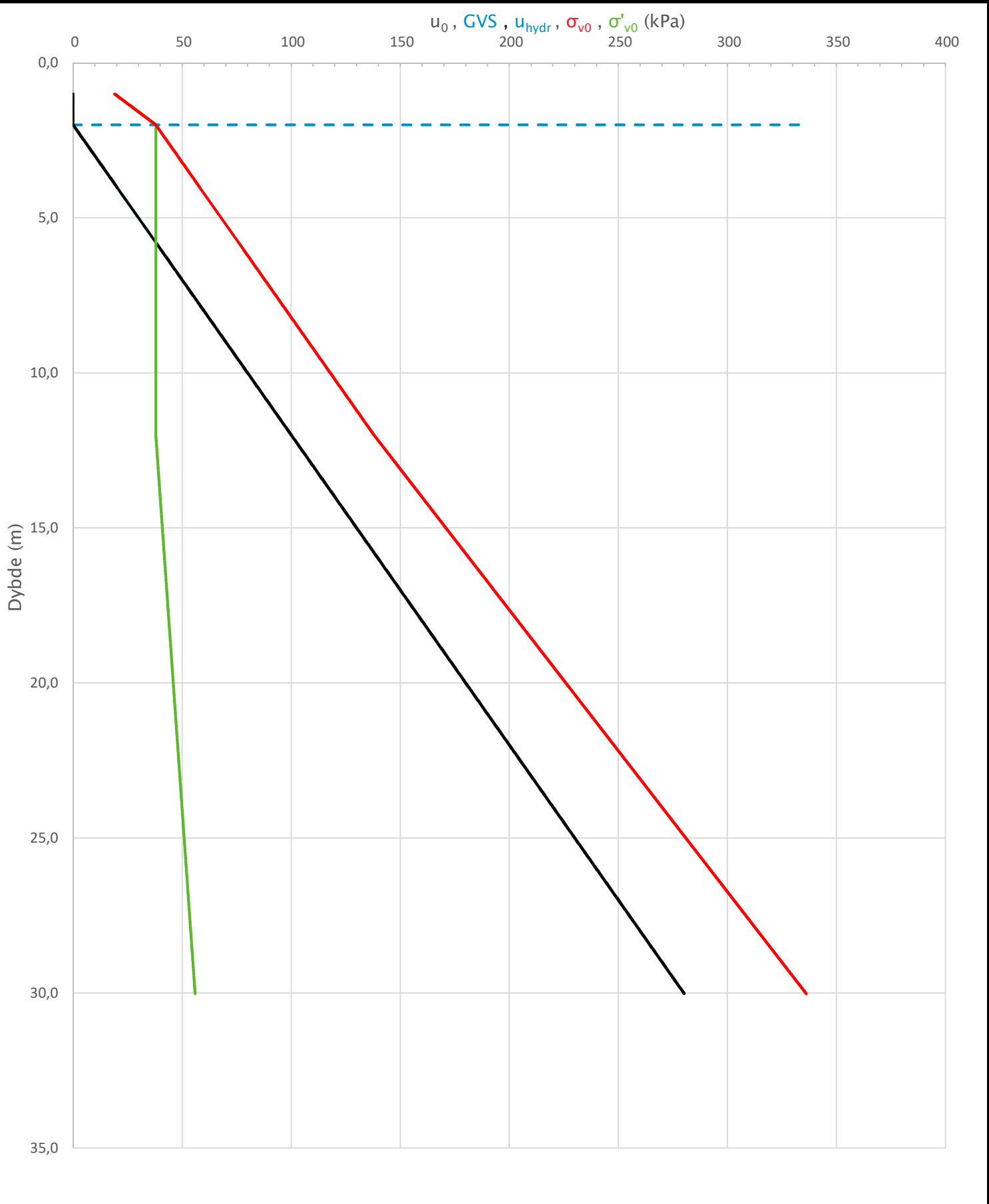


Robertson 1990 (Fr-Qt)

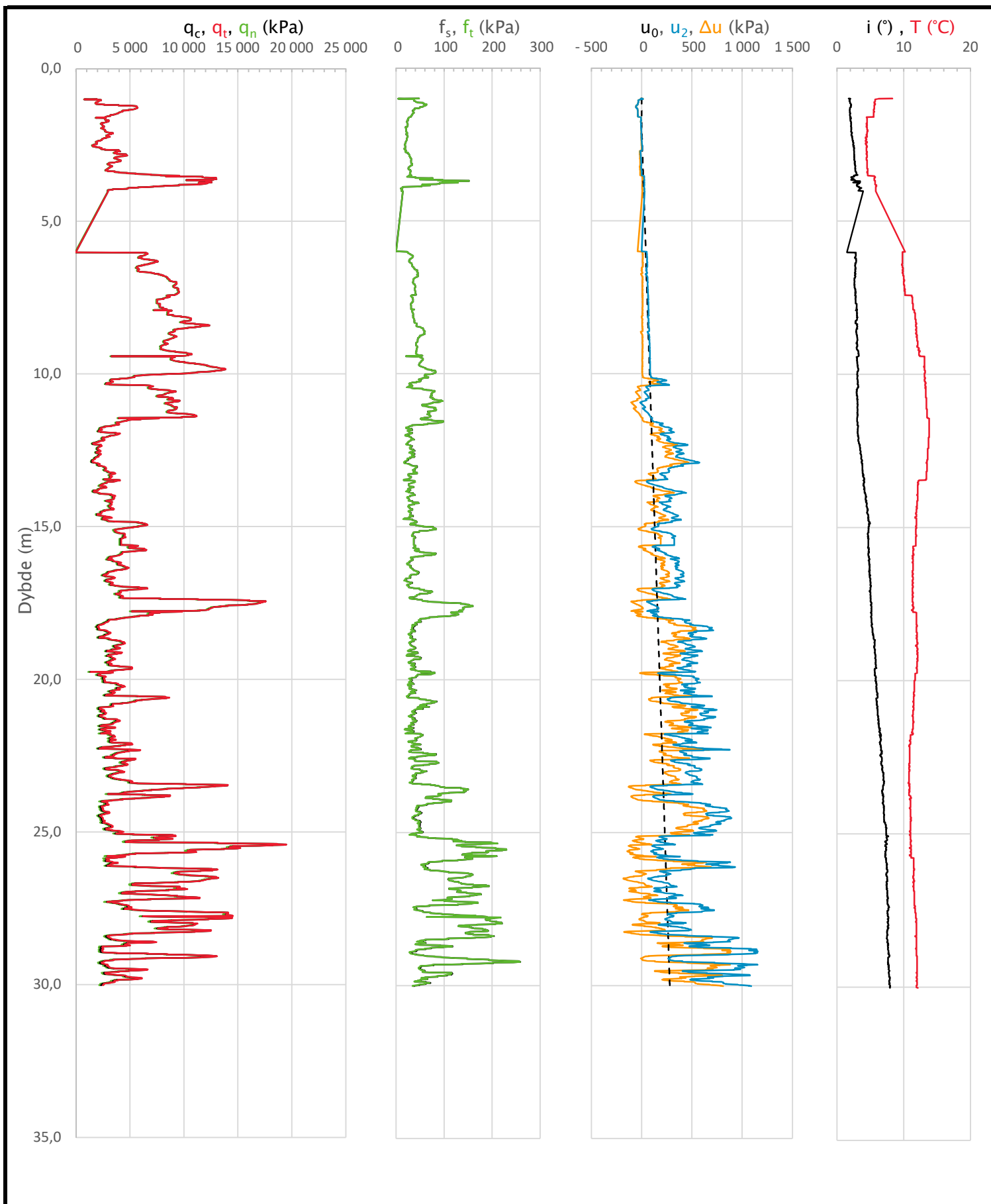


Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	16
sidekke entreprenør	2019-03-28	Rev. dato			

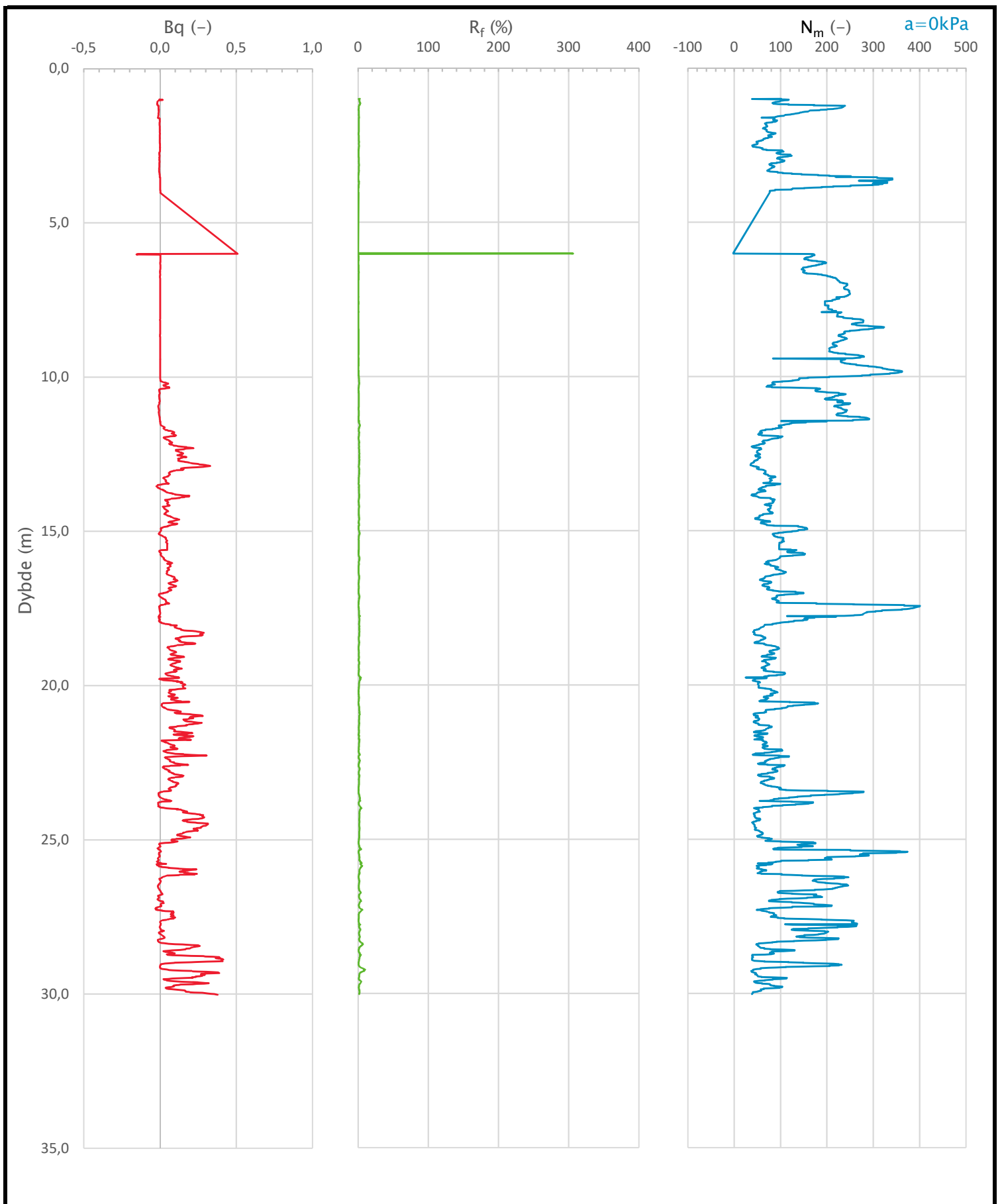
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4686	Boreleder	haugs			
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	9,5			
Kalibreringsdato	2018-07-02	Maks helning (°)	8,0			
Dato sondering	2019-03-27	Maks avstand målinger (m)	0,01			
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk			
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2			
Måleområde (MPa)	50	0,5	2			
Skaleringsfaktor	1789	3689	3573			
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-	-	-			
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4265	0,0103	0,0214			
Arealforhold	0,8420	0,0000				
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,458	0,372	1,195			
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA	NB	NC			
Registrert før sondering (kPa)	5473,5	134,9	257,7			
Registrert etter sondering (kPa)	-3,9	-0,2	1,2			
Avvik under sondering (kPa)	3,9	0,2	1,2			
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,9	0,1	0,3			
Maksverdi under sondering (kPa)	19474,7	258,8	1156,0			
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	9,2	0,0	0,3	0,1	1,5	0,1
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					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02			Borhull <small>Kote +4</small>	
Verdal, VBB					3-NO19	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		Figur	
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato		1	



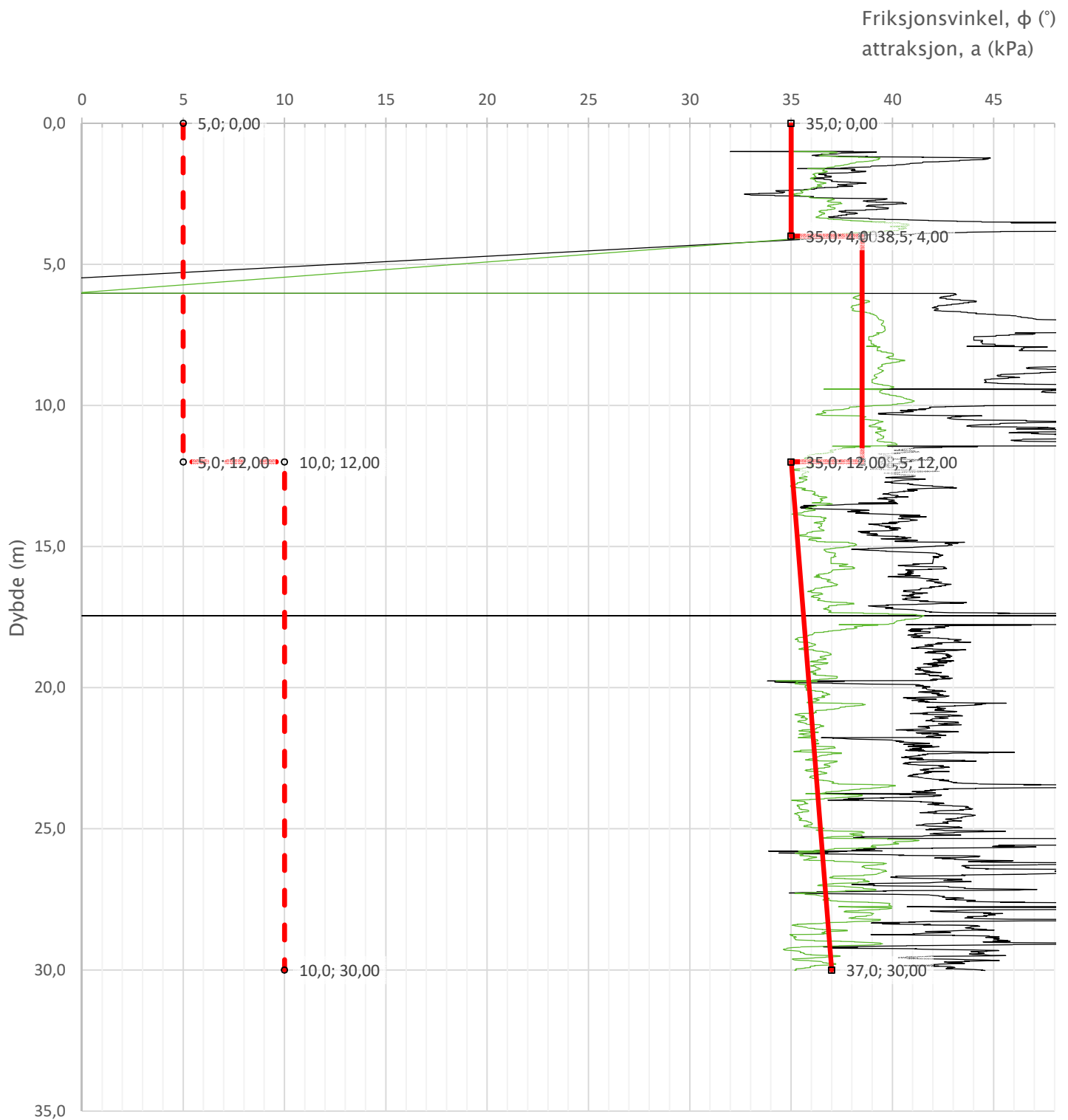
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				3-NO19	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato	2	



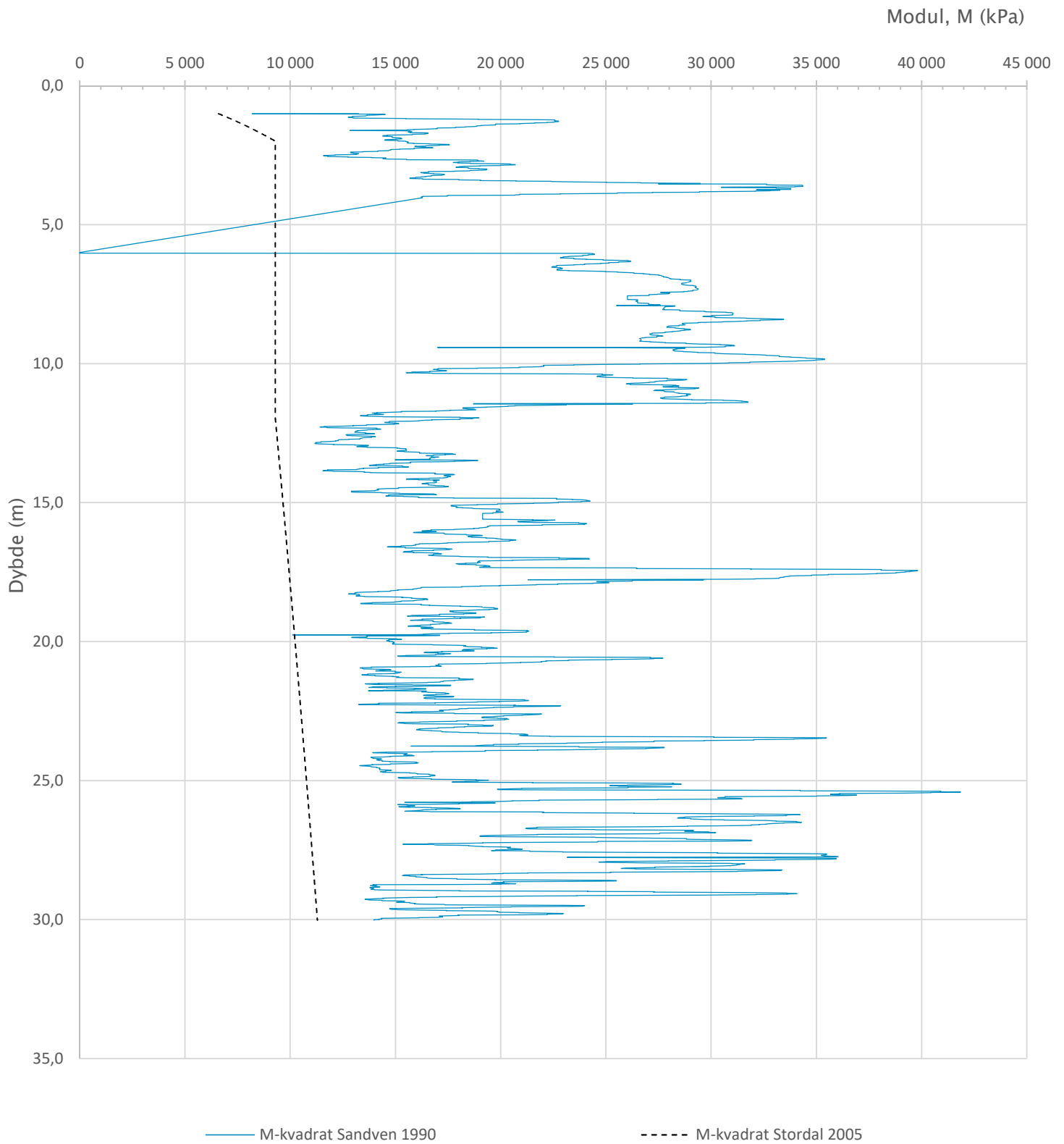
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				3-NO19	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato		



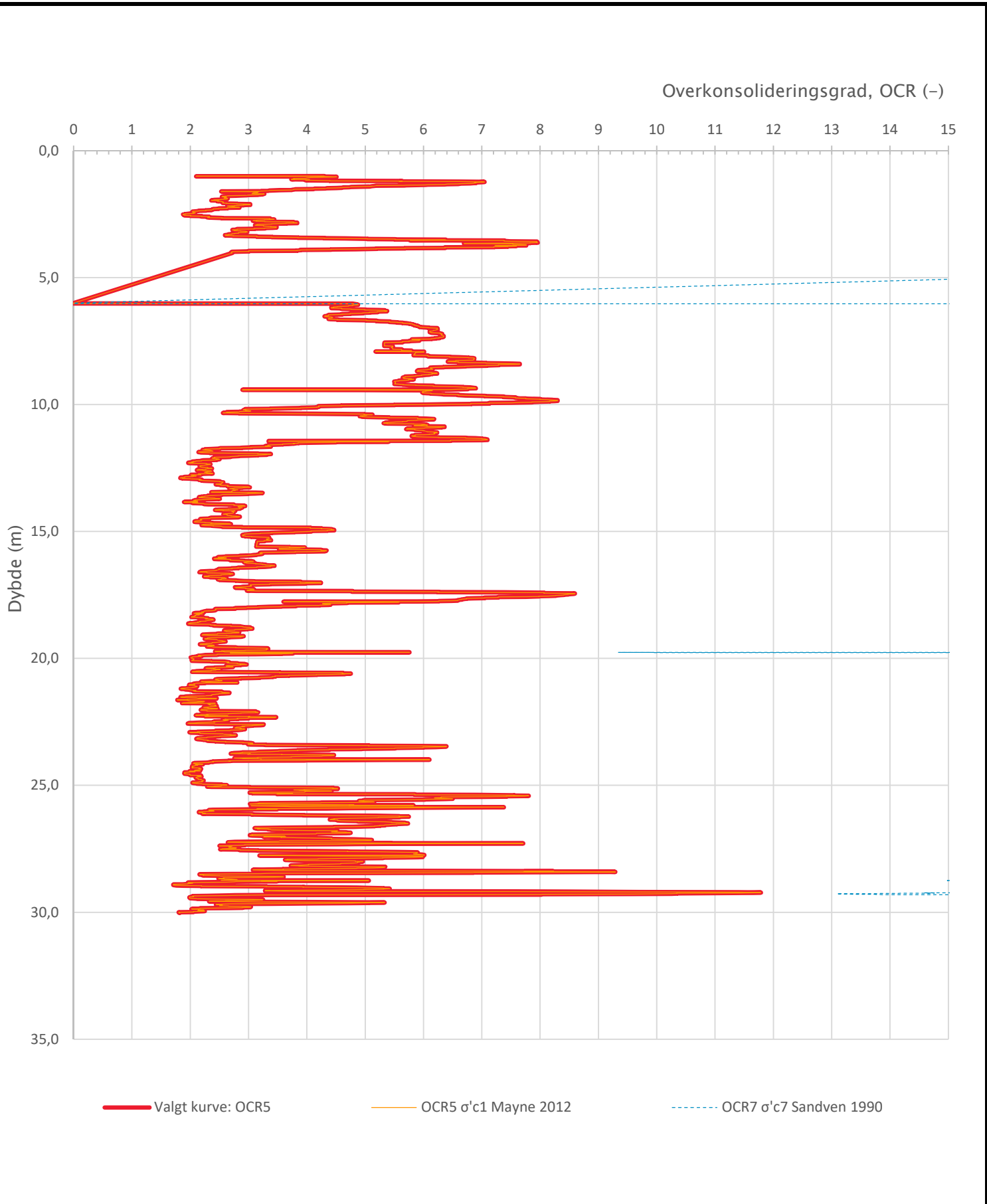
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				3-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato	4	




Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				3-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato		



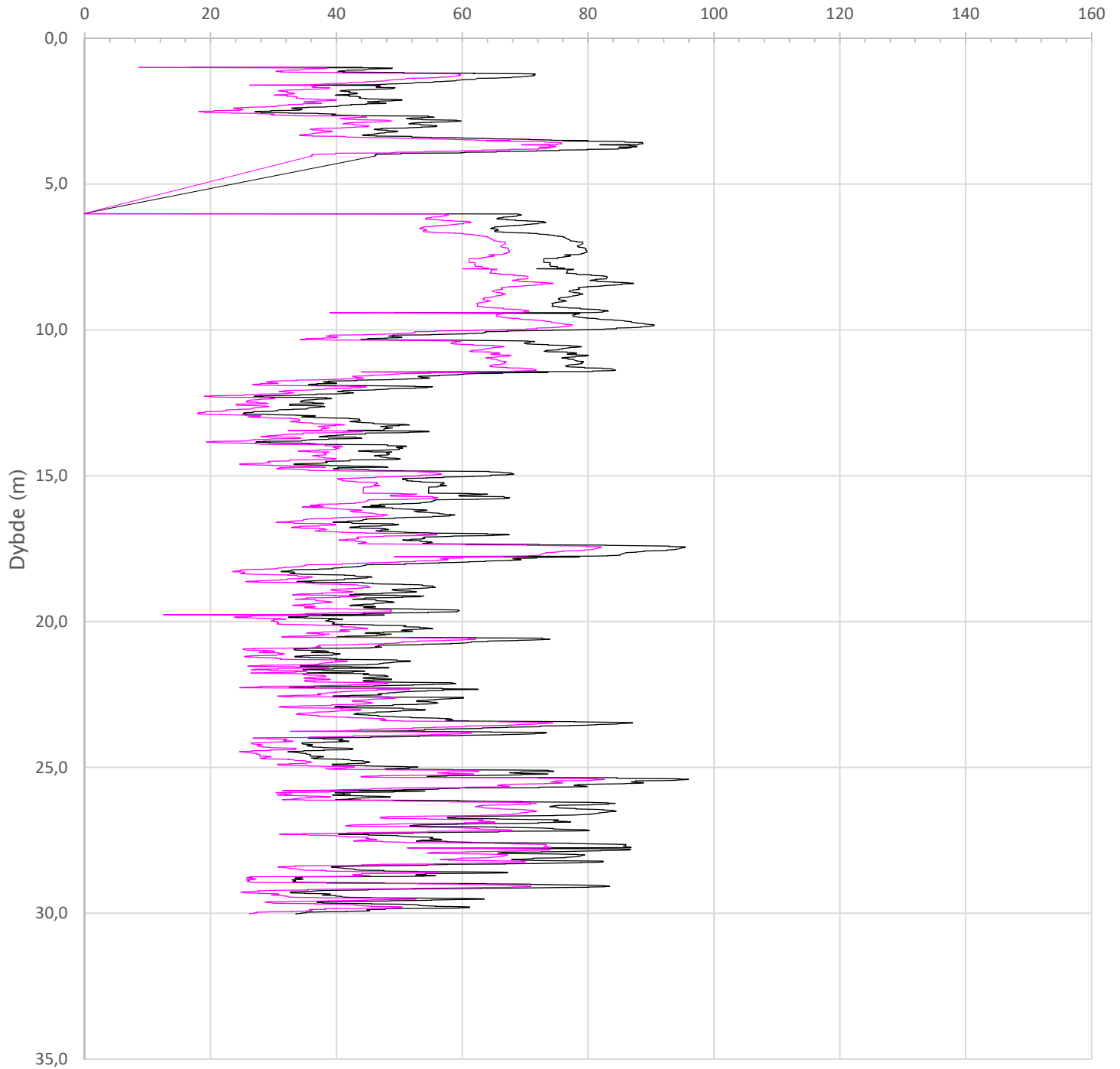
Prosjekt	Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02	Borhull	Kote +4
Verdal, VBB		3-NO19	
Innhold		Sondenummer	
Tolkning av modul		4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon
Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato	1
			Figur
			6



Valgt kurve: OCR5 OCR5 σ'_{c1} Mayne 2012 OCR7 σ'_{c7} Sandven 1990

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull 3-NO19	Kote +4
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer 4686	
Norconsult 	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks		Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Veidekke AS	Dato sondering 2019-03-27	Revisjon		Figur 7
			Rev. dato		

Relativ lagringstetthet, Dr (%)

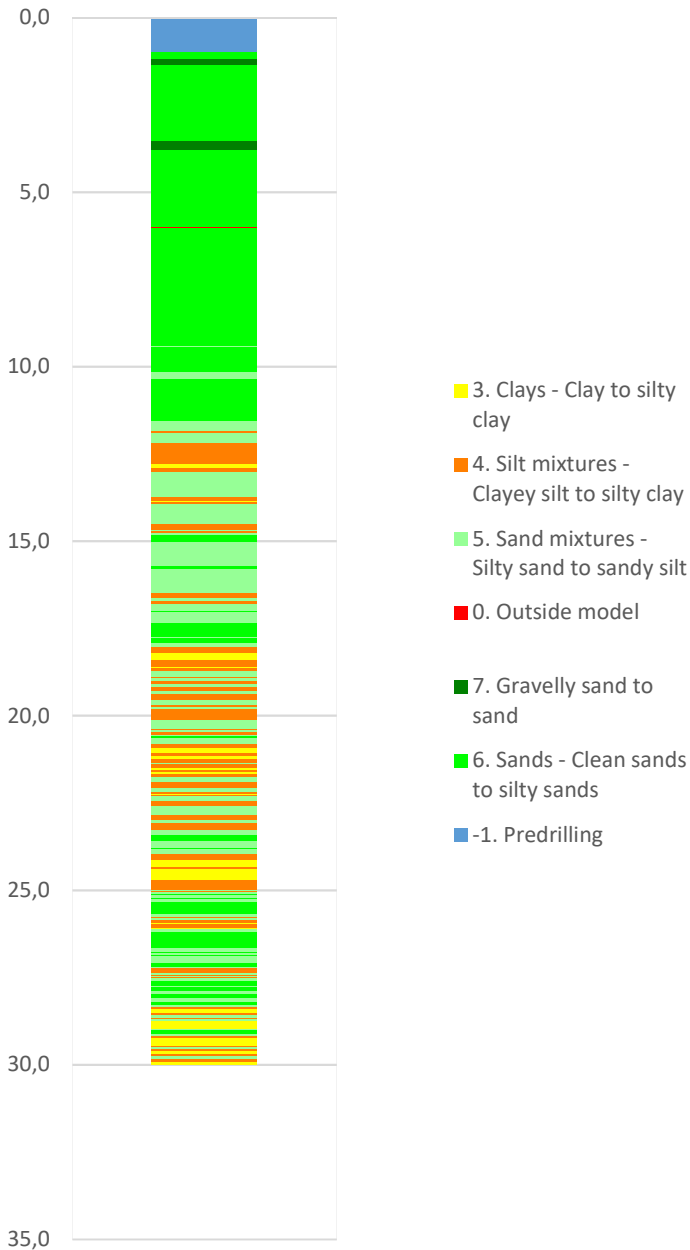


— Dr1 - Jamiolkowski et al. 1985 (Medium compressibility)

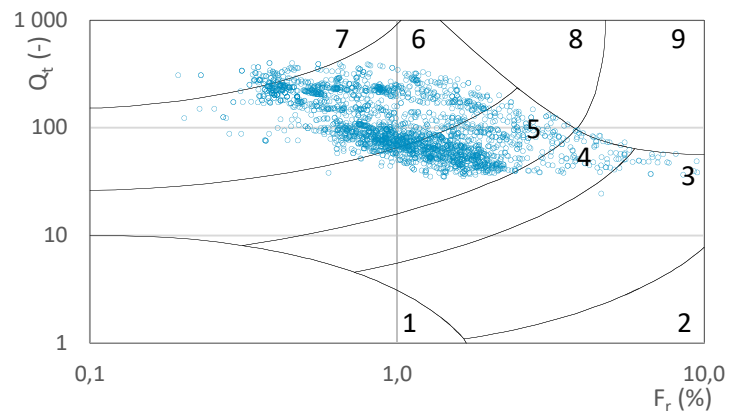
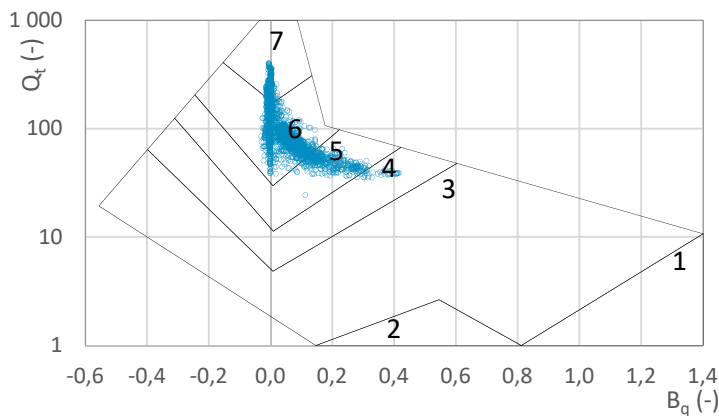
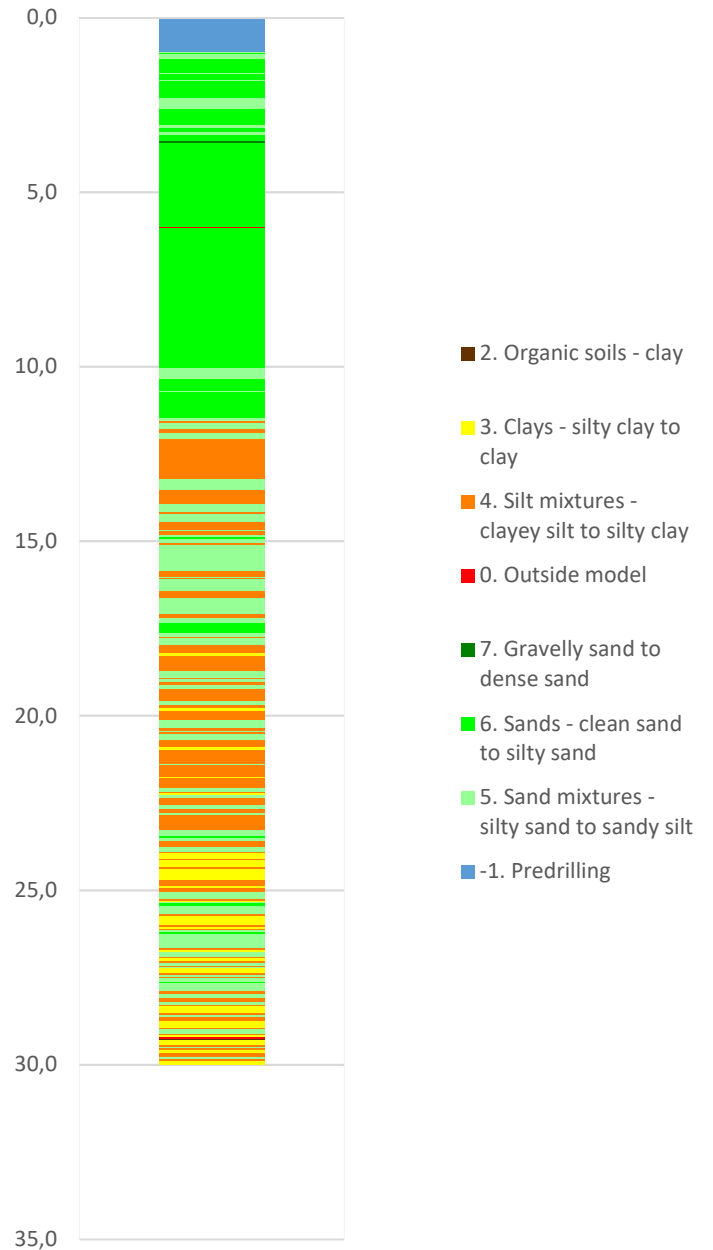
— Dr5 - Jamolkowski et al. 2001

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull <small>Kote +4</small> 3-NO19
Innhold Relativ lagringstetthet, Dr				Sondennummer 4686
	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Veidekke AS	Dato sondering 2019-03-27	Revisjon Rev. dato	Figur 8


Robertson 1990 (Bq-Qt)

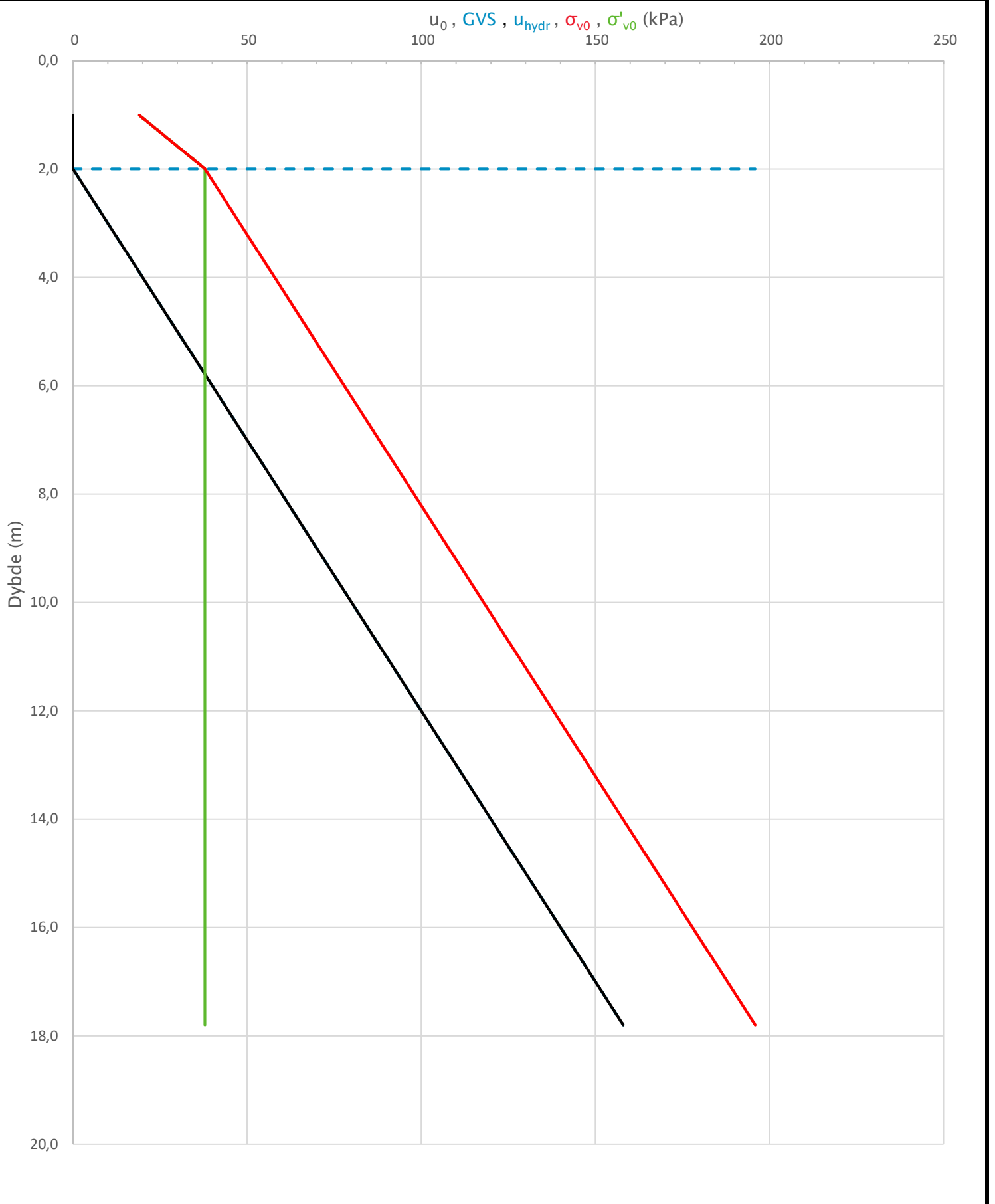



Robertson 1990 (Fr-Qt)

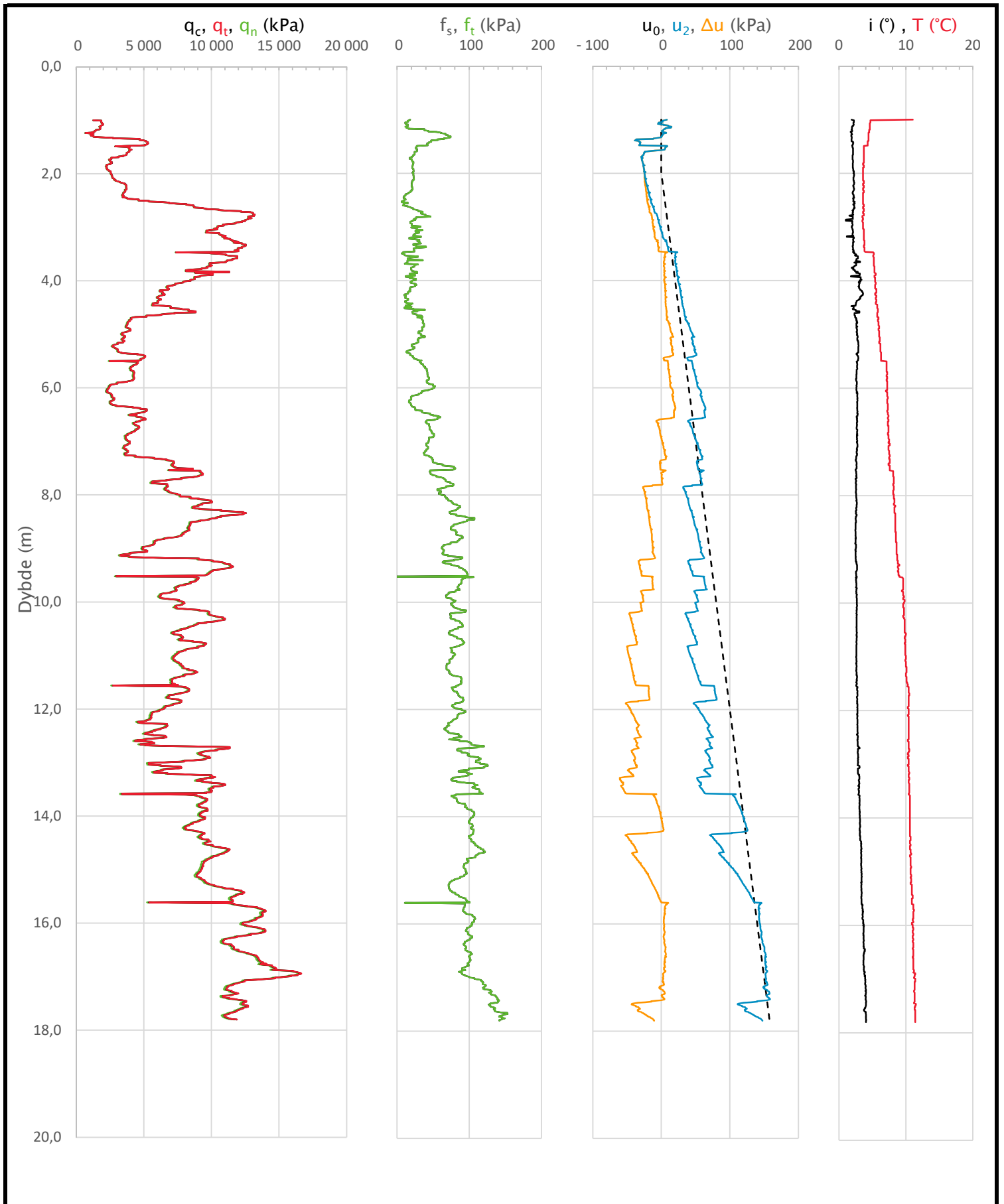



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				3-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	Figur	9
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		
	Veidekke AS	2019-03-27	Rev. dato		

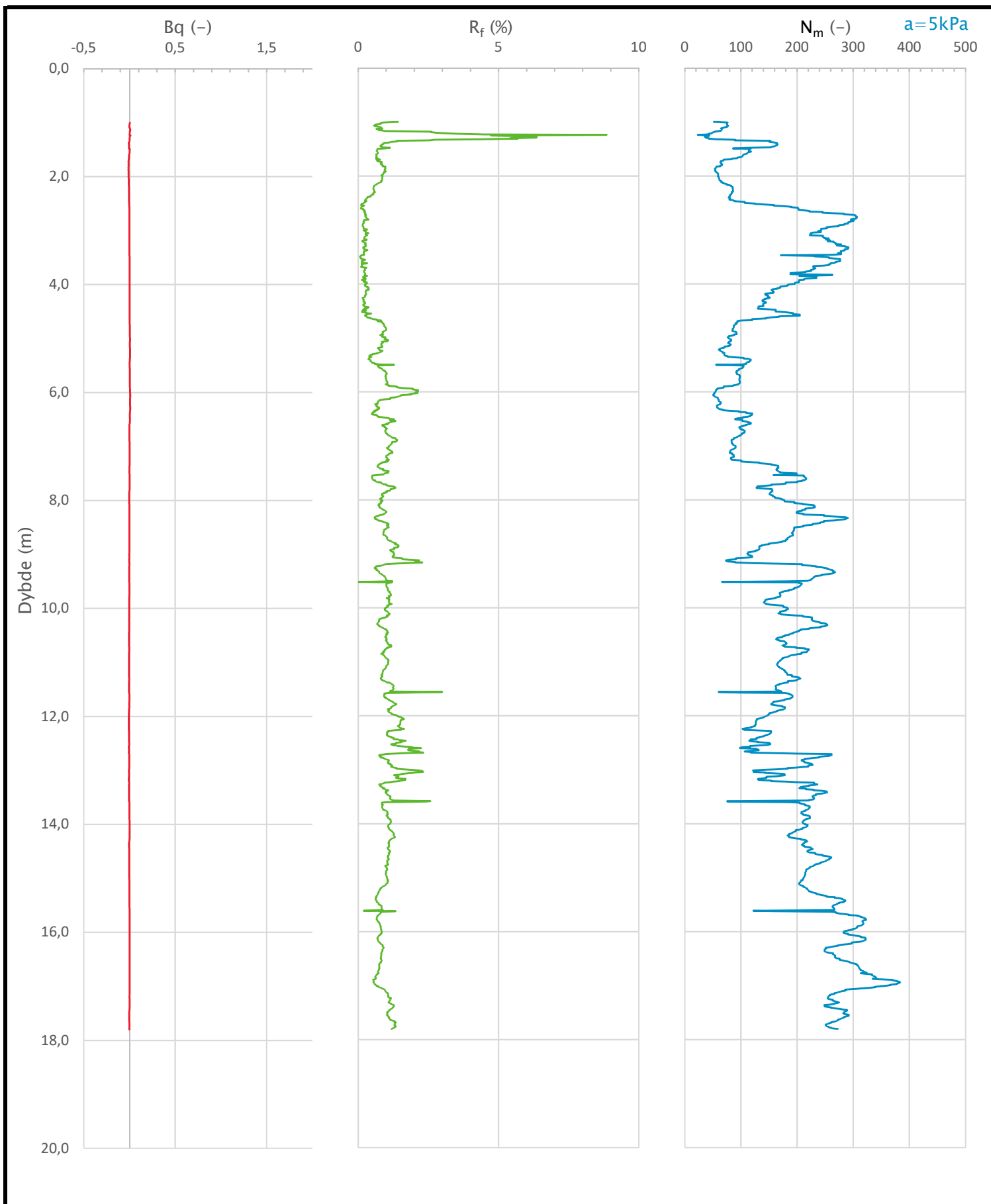
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4686	Boreleder	haugs			
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	8			
Kalibreringsdato	2018-07-02	Maks helning (°)	4,1			
Dato sondering	2019-03-28	Maks avstand målinger (m)	0,01			
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk			
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2			
Måleområde (MPa)	50	0,5	2			
Skaleringsfaktor	1789	3689	3573			
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-	-	-			
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4265	0,0103	0,0214			
Arealforhold	0,8420	0,0000				
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,458	0,372	1,195			
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA	NB	NC			
Registrert før sondering (kPa)	5530,1	135,2	255,6			
Registrert etter sondering (kPa)	-22,5	0,8	-0,6			
Avvik under sondering (kPa)	22,5	0,8	0,6			
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,1	0,1	0,2			
Maksverdi under sondering (kPa)	16619,4	152,9	158,5			
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	27,0	0,2	0,9	0,6	0,9	0,5
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					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02			Borhull <small>Kote +4</small>	
Verdal, VBB					1-NO19	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		Figur	
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato		1	

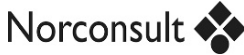


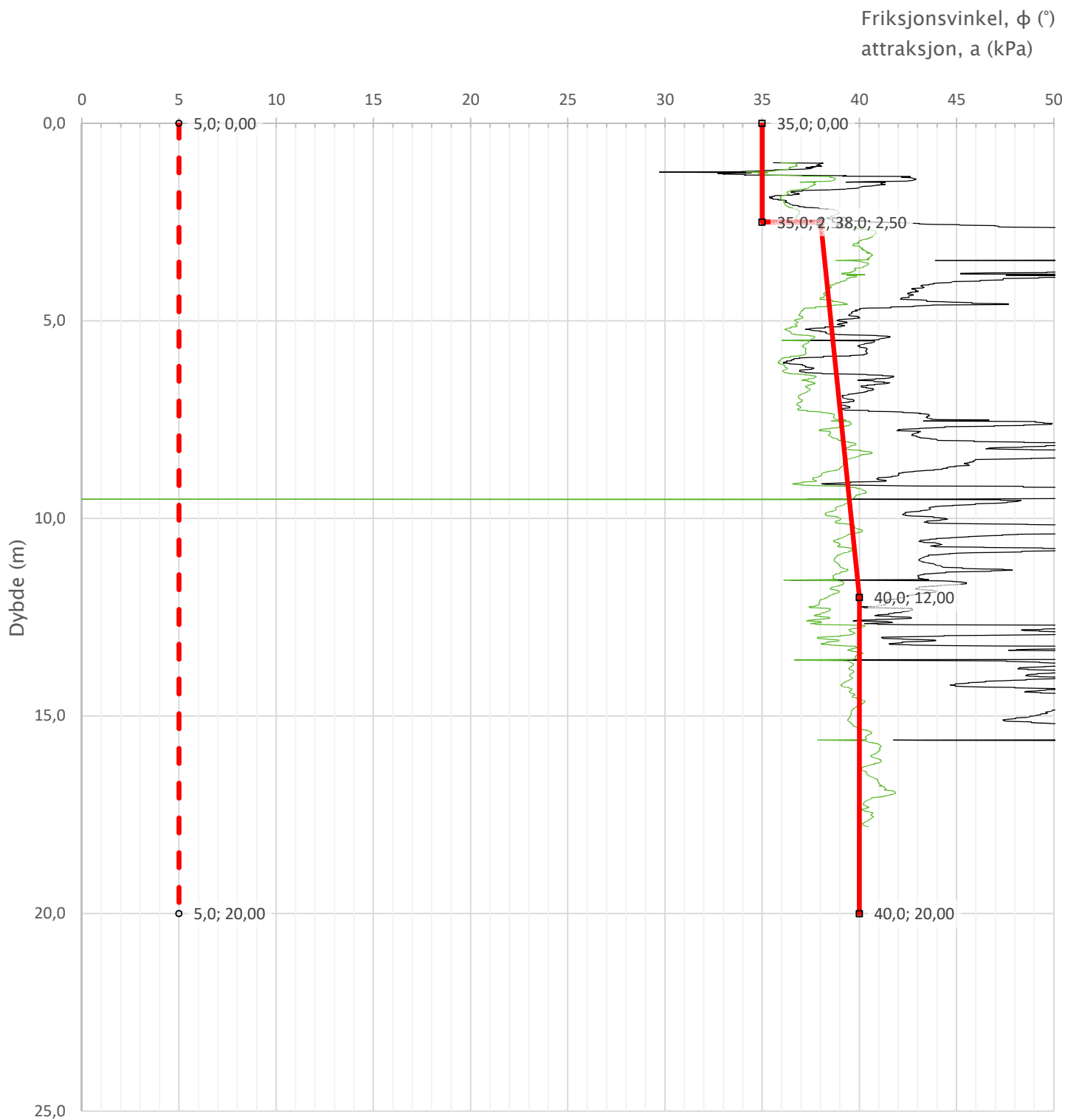
Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato	2	



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato		

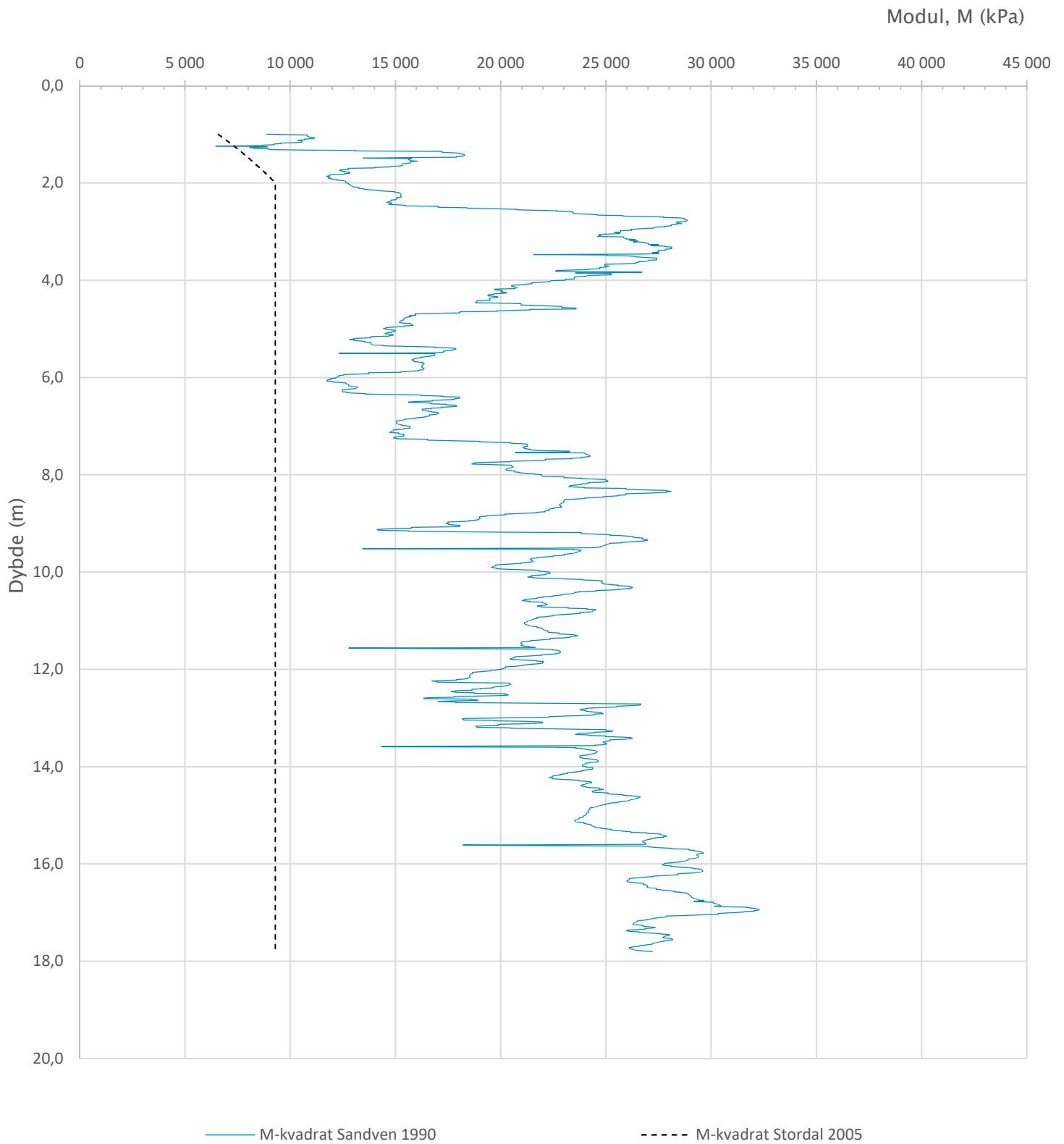



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato	4	

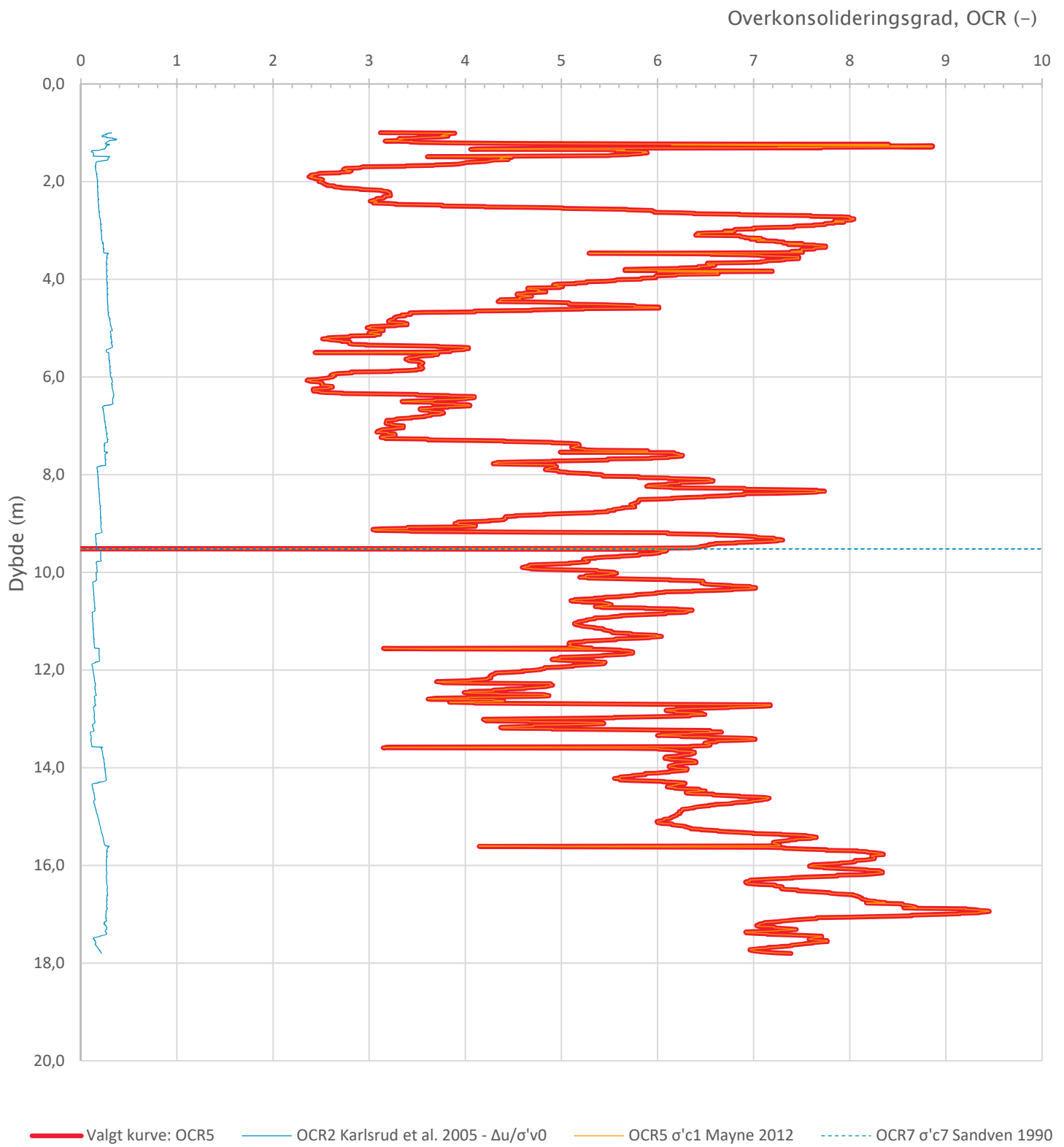


— NTNU 1 (a=10kPa, $\beta=-10^\circ$) — Schmertmann 1978: Well-graded fine sand (Dr4) —■— Anbefalt kurve - ϕ —○— Anbefalt kurve - a

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +4 1-NO19
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 4686
Norconsult 	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Veidekke AS	Dato sondering 2019-03-28	Revisjon Rev. dato	Figur 5

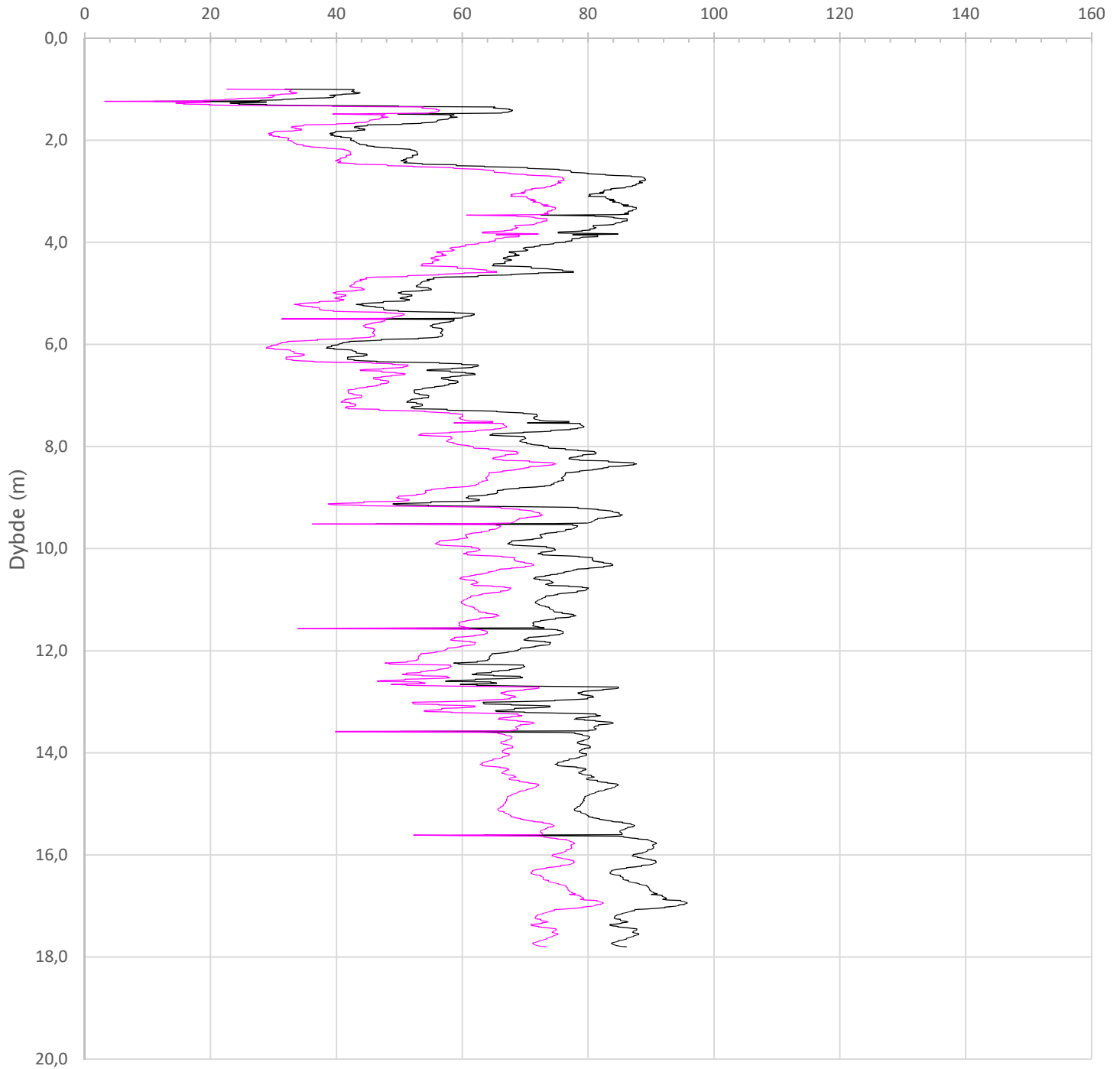


Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av modul				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato	6		



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4686	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato	7	

Relativ lagringstetthet, Dr (%)

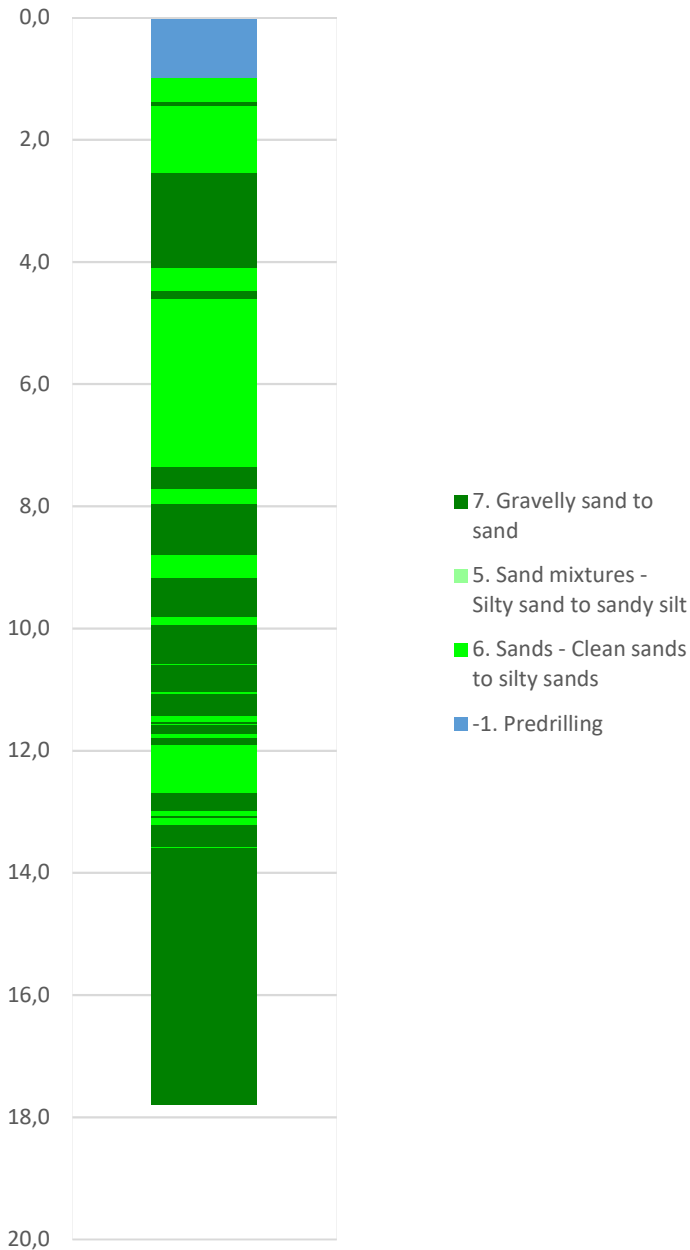


— Dr1 - Jamiolkowski et al. 1985 (Medium compressibility)

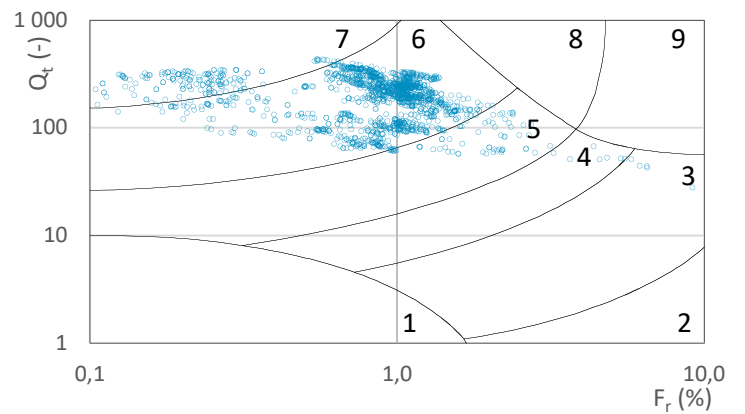
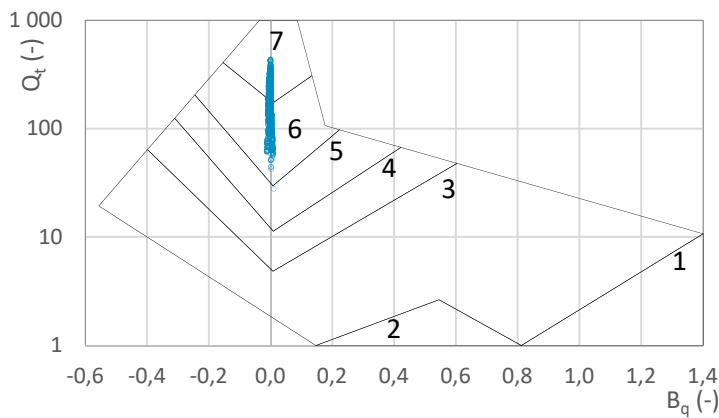
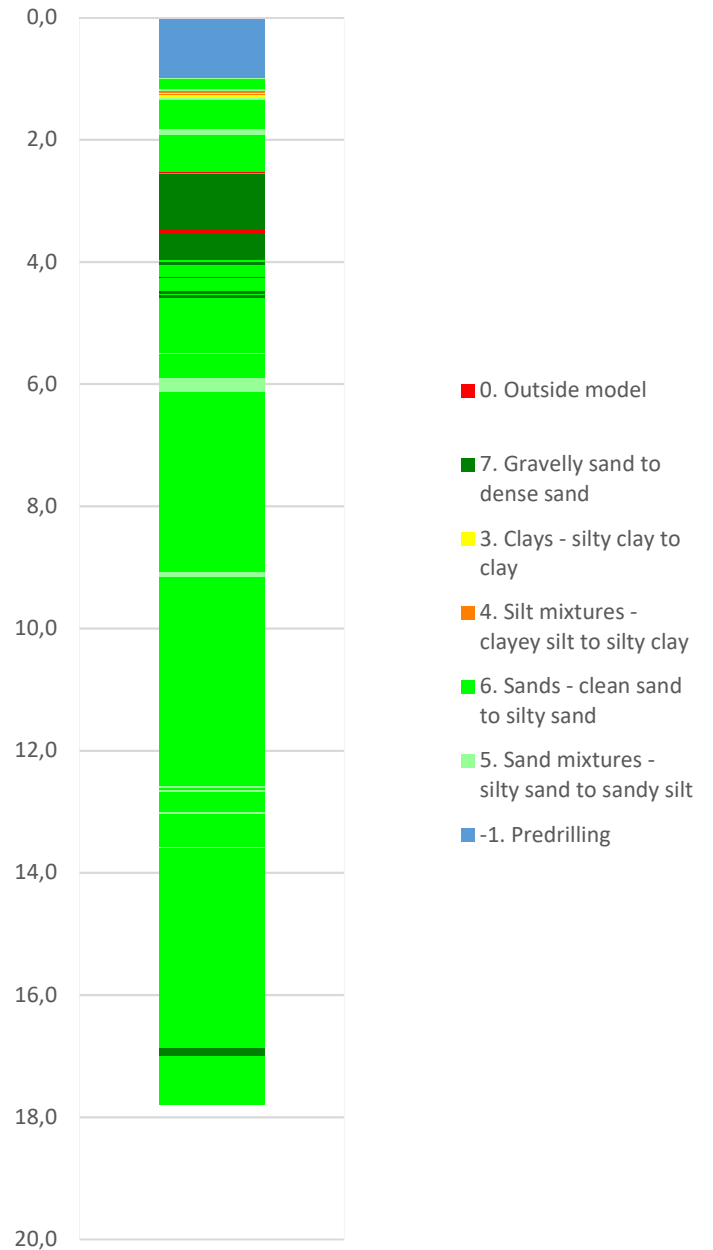
— Dr5 - Jamolkowski et al. 2001

Prosjekt Verdal, VBB		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull 1-NO19	Kote +4
Innhold Relativ lagringstetthet, Dr				Sondennummer 4686	
Norconsult 	Utført Henning Tiarks	Kontrollert Aksel Lynum	Godkjent Henning Tiarks	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Veidekke AS	Dato sondering 2019-03-28	Revisjon Rev. dato	Figur	8

Robertson 1990 (Bq-Qt)



Robertson 1990 (Fr-Qt)



Prosjekt		Prosjektnummer: 5191354 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +4
Verdal, VBB				1-NO19	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				4686	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Henning Tiarks	Aksel Lynum	Henning Tiarks	Figur	9
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		
	Veidekke AS	2019-03-28	Rev. dato		

6 Referanser

- Ref. 1 SVV (2016): *Håndbok R210 – Laboratorieundersøkelser. Statens vegvesen*
- Ref. 2 NGF (2011): *Melding nr. 2 – Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord. Norsk geoteknisk forening, datert 2011.*
- Ref. 3 CEN ISO/TS 17892-1:2014 *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 1: Bestemmelse av vanninnhold.*
- Ref. 4 CEN ISO/TS 17892-2:2014 *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 2: Bestemmelse av romdensitet.*
- Ref. 5 CEN ISO/TS 17892-4:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution.*
- Ref. 6 CEN ISO/TS 17892-5:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 5: Incremental loading oedometer test.*
- Ref. 7 CEN ISO/TS 17892-6:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 6: Fall cone test.*
- Ref. 8 CEN ISO/TS 17892-7:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 7: Unconfined compression test on fine-grained soils.*

7 Rapportering

❖ Vanninnhold

Vanninnhold regnes som forhold mellom masse vann og masse tørrstoff i prøven. Vanninnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver.

$$w = \frac{\text{masse fuktig} - \text{masse tørr}}{\text{masse tørr prøve}}$$

Vanninnhold bestemmes ved veiing før og etter tørking av materialet til konstant vekt.

Vanninnholdene i

Tabell 1 og kornfordelingskurvene, som er fra samme prøvedybde, kan variere. Ved avvik benyttes vanninnholdet fra Tabell 1.

❖ Kornfordeling, klassifisering, telefarlighet og gradering

Kornfordeling defineres som masseandel av standardiserte kornstørrelsesgrupper i prøven.

Kornfordeling av prøvemateriale bestemmes ved bruk av sikter og vekter, samt hydrometer hvis materialet har høyt innhold av finstoff. Materialet kan enten vaskes og tørkes i forkant av siktingen, eller siktes fuktig. Våtsikting evt. kombinert med slømeanalyse brukes når materialets telefarlighet skal bestemmes (*kombianalyse*).

Resultatene presenteres som kornfordelingskurver der akkumulert %-vekt oppgis mot kornstørrelse. I tilfelle kombianalyse kombineres resultatene fra sikting og hydrometeranalysen til én kurve.

For klassifisering benyttes gruppene oppgitt i Tabell 2.

Tabell 2 Kornstørrelsesgrupper

Fraksjon	Kornstørrelse (mm)
Leire	<0,002
Silt	0,002-0,063
Sand	0,063-2
Grus	2-63
Stein	63-630
Blokk	>630

Primære bestanddeler angis i substantivform, mens de sekundære bestanddelene evt. gis som ett eller flere adjektiver (f.eks. *siltig sandig leire*).

Telefarlighet kan bedømmes ut fra materialets kornkornfordeling etter Tabell 3.

Tabell 3 Regler for inndeling i telegrupper

Telegruppe	Masseprosent av matr. <20mm		
	<0,002mm	<0,02mm	<0,2mm
Ikke telefarlig T1		< 3	
Litt telefarlig T2		3 - 12	
Middels telef. T3	1)	> 12	< 50
Meget telef. T4	< 40	> 12	> 50

1) jordarter med mer enn 40% < 0,002 mm regnes som middels telefarlige

Materialets gradering kan bestemmes fra kornfordelingskurvens helning i området der 10% og 60% av materialet passerer ved sikting.

$$c_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Hvis dette av praktiske grunner ikke lar seg utføre brukes d_{75} og d_{25} . Materialets gradering kan beskrives etter retningslinjer gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Betegnelser basert på graderingstallet

C_u	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 - 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

❖ Humusinnhold

Humusinnhold i mineraljordarter bestemmes med glødetapsmåling og regnes som masse organisk materiale dividert med masse tørrstoff i prøven.

$$GL = \frac{\text{masse tørket} - \text{masse glødet}}{\text{masse glødet prøve}}$$

Humusinnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver, og presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 75.

Tabell 5 Betegnelser basert på humusinnhold

%	Betegnelse
2 - 6	Humusholdig
6 - 30torv
> 30	Torv

❖ Korndensitet

Korndensitet (eller relativ densitet) for finkornede jordarter som leire, silt og sand kan bestemmes ved bruk av pyknometer Korndensiteten regnes som

$$\rho_s = \frac{\text{partiklenes tørrmasse}}{\text{partiklenes reelle volum}}$$

❖ Konsistensgrenser og plasititet

Konsistensgrenser defineres som vanninnholdsområdet der prøven oppfører seg plastisk (formbar). Nedre grensen (plastisitetsgrense, w_p) defineres som vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten å sprekke opp. Øvre grensen (flytegrense, w_L) defineres som vanninnholdet der materialet går over til flytende tilstand. Plastisitetsindeks defineres som

$$I_P = w_L - w_p$$

og brukes for å angi det plastiske området for jordarten samt for klassifisering.

❖ Tyngdetetthet

Tyngdetetthet av prøver regnes som masse per volum ganget med jordens grunnakselerasjon. Den kan bestemmes for uforstyrrede prøver, enten for en hel sylinder eller for en mindre prøvebit.

❖ Deformasjons- og konsolideringsegenskaper

Deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved evaluering av forventet setning og tidsforløp ved endring i spenningstilstand. Modellparametere for setningsberegning kan evalueres ved hjelp av belastningsforsøk i laboratoriet. Forsøkene utføres i såkalt ødometerapparat, der prøver belastes vertikalt samtidig som vertikal deformasjon måles. Sideveis deformasjon er hindret av en stiv ring.

Aksiell last, aksiell tøyning og poretrykksforhold under prøven registreres gjennom forsøket. Forsøkene kan utføres med kontinuerlig belastning (CRS/CRP) eller evt. ved en simulert trinnvis belastning.

En generell modell for spenningsmodul kan defineres som

$$M = m\sigma_a \left(\frac{\sigma' - \sigma'_r}{\sigma_a} \right)^{1-n}$$

Formuleringen beskriver konstant-, lineært økende- og parabolisk økende modell, som gjerne benyttes for å beskrive OC leire (konstant med $n=1$), NC leire og fin silt (lineært økende med $n=0$) eller sand og grov silt (parabolisk økende med $n=0,5$).

Tolkning av ødometerforsøk gir verdier på M , m og n .

❖ Skjærfasthet

Drenert skjærfasthet

På effektivspenningsbasis er skjærfastheten avhengig av effektivspenning normalt på bruddplanet.

$$\tau_f = (a + \sigma') \cdot \tan(\phi)$$

Modellparameterne kan bestemmes ved treaksialforsøk i laboratoriet. Spenningsforholdene for slike forsøk bør presiseres av prosjekterende på forhånd slik at resultatene blir mest mulig representative for det aktuelle tilfellet.

Udrenert skjærfasthet

På totalspenningsbasis beskrives skjærfastheten som skjær-belastningen materialet tåler før det bryter sammen. Totalspenningsanalyse analyser benyttes for å beskrive materialopptørking av finkornige jordarter, ved plutselige eller raske spenningsendringer. Udrenert skjærfasthet defineres som

$$c_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$$

Skjærfastheten bestemmes ved en rekke forsøk i laboratorium og i felt, og målemetoden oppgis derfor i parameternavnet etter retningslinjer gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Betegnelse for udrenert skjærfasthet basert på målemetode

Udrenert skjærfasthet	Målemetode
C _{uC}	Aktivt teaksialforsøk (compression test)
C _{uE}	Passivt treaksialforsøk (extension test)
C _{uD}	Direkte skjærforsøk
C _{ufc} (uomrørt), C _{urfc} (omrørt)	Konusforsøk
C _{uuc}	Enaksialt trykkforsøk

Residual skjærfasthet etter brudd/omrøring kalles omrørt skjærfasthet, c_{ur} . Omrørt skjærfasthet kan være vesentlig lavere enn uforstyrret skjærfasthet.

Forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet kalles sensitivitet og defineres som

$$S_t = \frac{c_u}{c_{ur}}$$

Sensitivitet kan presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 7.

Tabell 7 Betegnelse basert på sensitivitet

Betegnelse av sensitivitet	Betegnelse av leire	St (-)
Lav	Lite sensitiv	< 8
Middels	Middels sensitiv	8 - 30
Høy	Meget sensitiv	> 30

Variasjoner i skjærfasthet og presentasjon av måledata

Udrenert skjærfasthet er avhengig av bruddflatens retning ift. hovedspenningenes retning in-situ. Udrenert skjærfasthet fra alle spenningsområder (aktivt-, direkte- og passivt spenningsområde) kan evalueres med forsøk listet opp i Tabell 6.

I tillegg til å måle varierte materialeegenskaper vil bestemmelser av den samme parameteren ha en viss spredning på grunn av de ulike forsøktypene.

Resultater fra enkelte forsøk kan være påvirket av flere faktorer (som f.eks. steininhold eller interne sprekker i prøvebiten).

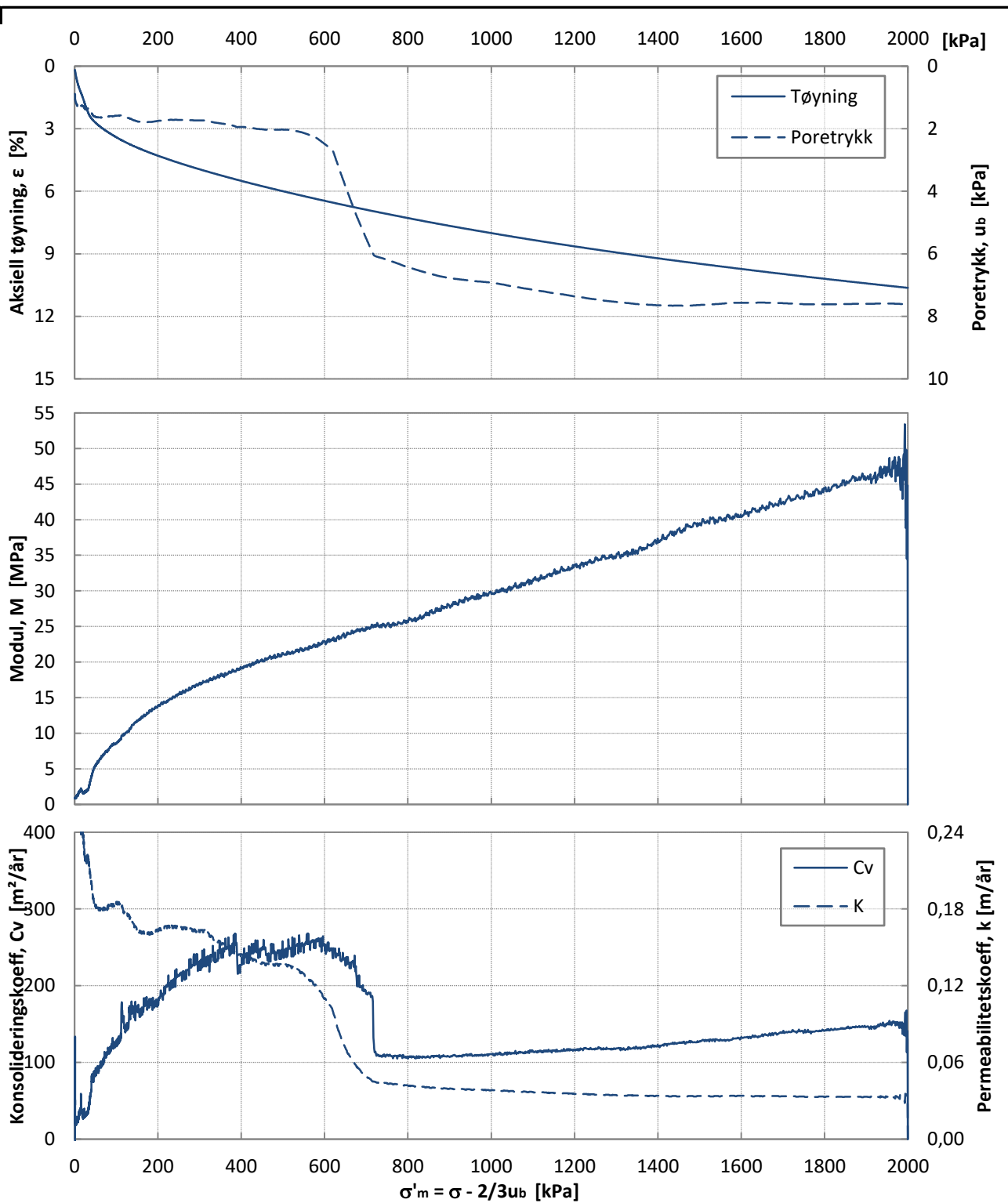
Ved visuell presentasjon av måleresultater plottes alle typer forsøk på samme figur, med én målestokk for skjærfastheten c_u . Forsøktypen oppgis med symbol på figuren.


Ved sammenstilling av laboratoriedata utføres ingen korrigerende for anisotropi.

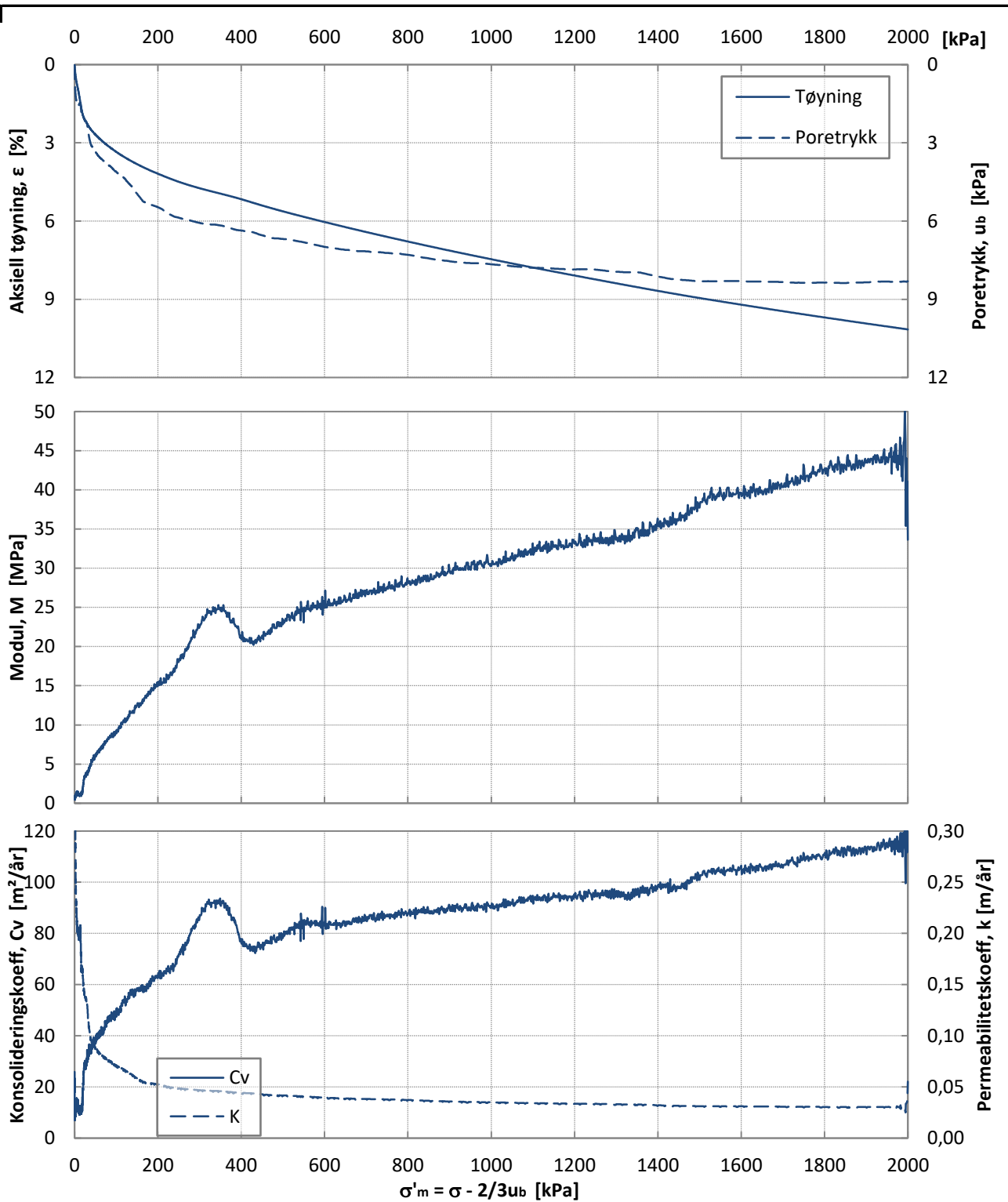
❖ Prøvelagring


Hvis laboratorieforsøk ikke utføres umiddelbart etter ankomst til laboratoriet, blir prøvene lagret i et eget kjølerom.

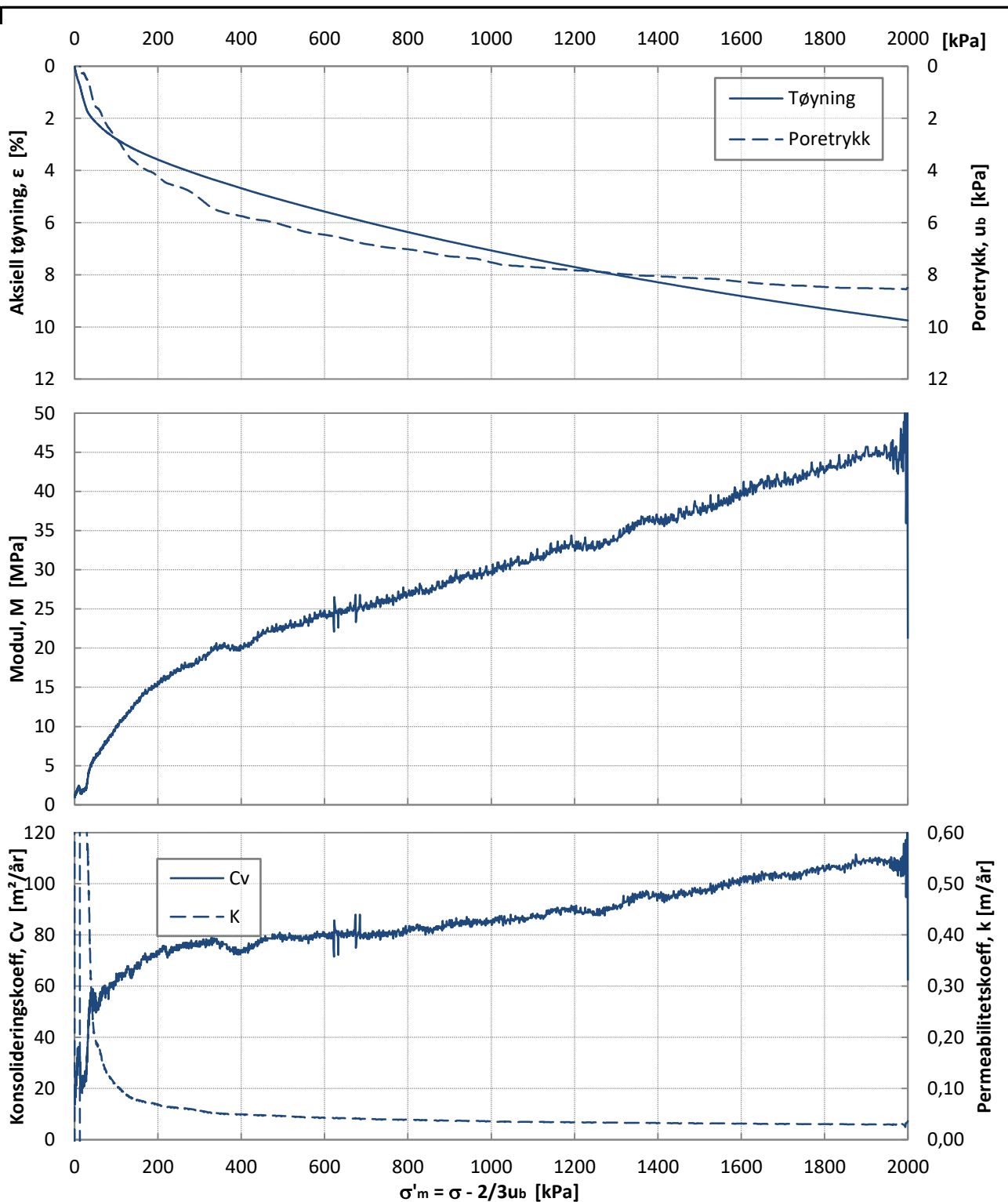
Kjølerommet har lufttemperatur på ca. 5°C.




Kunde				
Veidekke AS				
Oppdrag nr.	5191354			
Verdal bo- og behandlingssenter				
Forsøk		Lab nr:	Posisjon	
Ødometerforsøk - CRS		538C	3	
Materiale	Prøvediameter [mm]	Tyngdetetthet [kN/m^3]	Dybde [m]	
Leirig silt	50	20	12,54-12,56	
Prøvetakningsdato	Forsøksdato	Prøvehøyde [mm]	Vanninnhold, w_i [%]	Tøyningshastighet [%/time]
19.03.19	05.04.19	22	27,3	1,5
Utført	Kontrollert	Godkjent	Rapport	Dato
SyTve	HiRis	ToDos	5191354-LAB01	05.04.19



Kunde				
Veidekke AS				
Oppdrag nr.	5191354			
Verdal bo- og behandlingssenter				
Forsøk		Lab nr:	Posisjon	
Ødometerforsøk - CRS		539D	3	
Materiale	Prøvediameter [mm]	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Dybde [m]	
Leirig silt	50	19,6	18,62-18,64	
Prøvetakningsdato	Forsøksdato	Prøvehøyde [mm]	Vanninnhold, w_i [%]	Tøyningshastighet [%/time]
19.03.19	03.04.19	20	26,2	1,505
Utført	Kontrollert	Godkjent	Rapport	Dato
SyTve	HiRis	ToDos	5191354-LAB01	03.04.19



Kunde Veidekke AS					
Oppdrag nr.	5191354				
Verdal bo- og behandlingssenter		Lab nr:	562E	Posisjon	8
Forsøk Ødometerforsøk - CRS		Materiale	Prøvediameter [mm]	Tyngdetetthet [kN/m³]	Dybde [m]
		Leirig silt	50	19,4	19,72-19,74
Prøvetakningsdato	Forsøksdato	Prøvehøyde [mm]	Vanninnhold, w_i [%]	Tøyningshastighet [%/time]	
21.03.19	08.14.19	22	27,4	1,5	
Utført	Kontrollert	Godkjent	Rapport	Dato	
SyTve	HiRis	ToDos	5191354-LAB01	08.04.19	

Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid

Generell beskrivelse av sonderboring og grunnvannsmåling

Totalsondering gir grunnlag for å bestemme løsmassetykkelse og dybder til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 m innboring i berg. Tolkning av resultatene kan gi en indikasjon på lagdeling og aktuelle jordarter.

Trykksondering (CPTU) utføres ved nedpressing av en sonde som måler spissmotstanden jorda gir på sondens spiss, samt friksjon og poretrykk på sondens overflate. Resultatet blir brukt til å vurdere lagdeling, jordart og spenningsforholdene i grunnen (in-situ spenning). Mekaniske jordparametere som fasthetsegenskaper og deformasjonsegenskaper kan også bestemmes.

Piezometre installeres for måling av porevanntrykket i grunnen. Piezometre presses ned i grunnen sammen med et stålrør som vil stikke opp over terreng. Røret må stå urørt i måleperioden. Vanntrykket ved filteret i piezometer-spissen registreres enten hydraulisk som stige høyde i en plastslange inne i røret eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret. Porevanntrykket måles manuelt i felt. Alternativt kan et piezometer installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode. Hensikten med å måle poretrykket i grunnen er for å bestemme spenningsforholdene i bakken (in-situ spenning).

Grunnvannsbrønner installeres normalt for måling av grunnvannstanden i det øvre jordlaget. Ofte består grunnvannsbrønnen av et perforert PVC-rør som er installert i en gitt dybde. Vann i grunnen vil trenge inn i røret og innstille seg på nivået for det naturlige grunnvannsspeilet, i den gitte sonen som røret er installert i. Grunnvannstanden måles manuelt i felt. Alternativt kan brønnen installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode.

Vedlegg C, D og E viser tegnforklaring for plan- og profiltegnning, totalsondering og CPTU.

Generell beskrivelse av prøvetaking og laboratoriearbeid

Naverboring og ramprøvetaking benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Omrørte prøver egner seg kun til en grov identifisering og klassifisering av jordartene. Prøvene overføres til plastposer i felten før de fraktes til laboratoriet.

I laboratoriet kan det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg er det mulig å utføre en grov identifisering av jordartene ved kornfordelingsanalyser, og måling av vanninnhold og humusinnhold.

Stempelprøvetaker benyttes til opptak av uforstyrrede sylindreprøver i leire, silt, løst lagret sand og organiske jordarter. Uforstyrrede prøver skal ha materialstruktur og vanninnhold så lik som mulig det jordarten har i sin naturlige lagring i grunnen. Uforstyrrede prøver egner seg til en generell identifisering og klassifisering av jordartene. I tillegg kan fysiske/mekaniske egenskaper bestemmes for jordarten. Det gjelder bestemmelse av materialstyrke, deformasjonsegenskaper og permeabilitet.

Sylinderprøver skyves ut av sylindren i laboratoriet og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av massene. Vanninnhold, densitet og enkle styrkedata bestemmes ved rutineundersøkelser. I tillegg kan det utføres kornfordelingsanalyser, plastisitetanalyser og måling av humusinnhold.

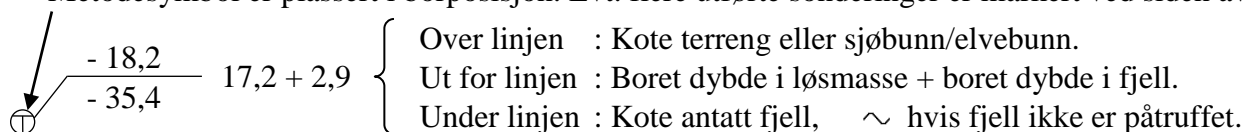
Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Beregningsmodeller for setninger er som regel basert på endimensjonal konsolideringsteori.

Treaksialforsøk i laboratorium benyttes for å bestemme jordens styrkeegenskaper. For en uforstyrret prøve av leire/silt forsøker en å ta utgangspunkt i den opprinnelige spenningstilstanden prøven hadde i grunnen og deretter teste prøven til brudd ved et skjærforsøk. Skjærforsøket kan utføres med ulike hovedspenningsretninger avhengig av hvilken belastningssituasjon en ønsker å teste for. For testing av en prøve av sand må prøven bygges inn i apparaturen med ulik grad av komprimering. Styrkeparametrene bestemmes deretter som en funksjon av lagringstetthet.

PLAN

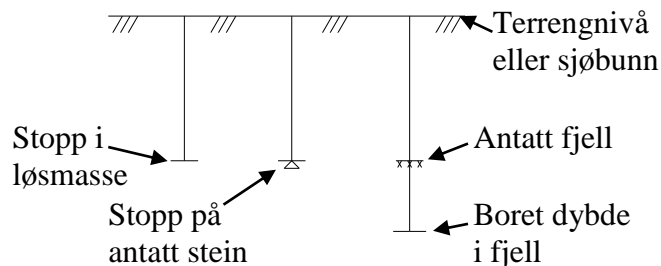
- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| ○ Enkel sondering | ● Dreiesondering | ◊ Dreietrykksondering |
| ⊗ Fjellkontrollboring | ⊕ Totalsondering | ▽ Trykksondering |
| + Vingeboring | ▼ Ramsondering | ⊖ Standard Penetration Test (SPT) |
| □ Prøvegrop | ⊙ Prøveserie | ⊞ Prøvegrop med prøveserie |
| ☪ Vannprøver | ⊖ Vannstandsmåling | ⊖ Poretrykksmåling |
| ⊗ Permeabilitetsmåling | ⊞ Prøvebelastning | ■ Setningsmåling |
| ⊖ Elektrisk sondering | ^^ Fjell i dagen | |

Metodesymbol er plassert i borposisjon. Evt. flere utførte sonderinger er markert ved siden av.

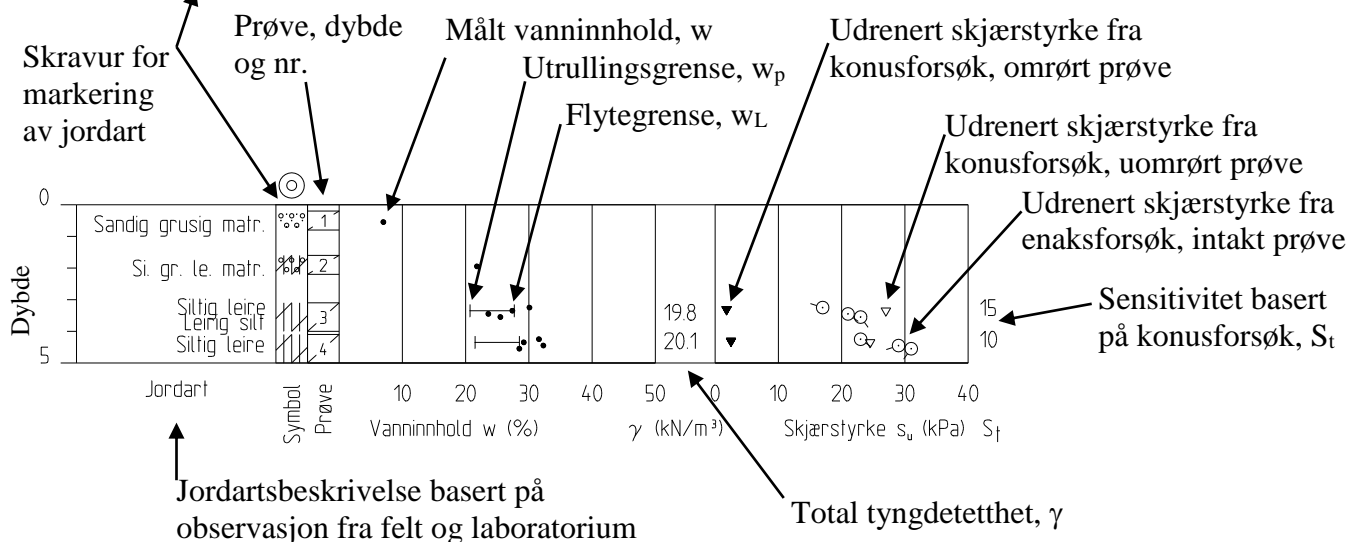


PROFILER

- | | | |
|-----------------------|-----------|---|
| Enaksialt trykkforsøk | (s_u) | (15) (5) (10) () = aksial deformasjon ved brudd |
| Torsjonsvinge | (s_u) | * |
| Penetrometer | (s_u) | □ |



- | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------|-------------------|-------------------|--------|-------------|---------------|
| Leire | Silt | Sand | Grus | Stein | Blokk | Moreneleire | Grusig morene |
| Fyllmasse | Fjell | Matjord | Torv/planterester | Trerester/sagflis | Skjell | Gytje/dye | |



Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler

Norconsult

MÅLESTOKK	DATO
M =	
RAPPORT	VEDLEGG
	B

UTFØRT	KONTROLLERT
Arne Kavli	Torgeir Døssland

Utstyr: Ø 57 mm butt borekrone med tilbakeslagsventil.
Ø 44 mm borestenger.

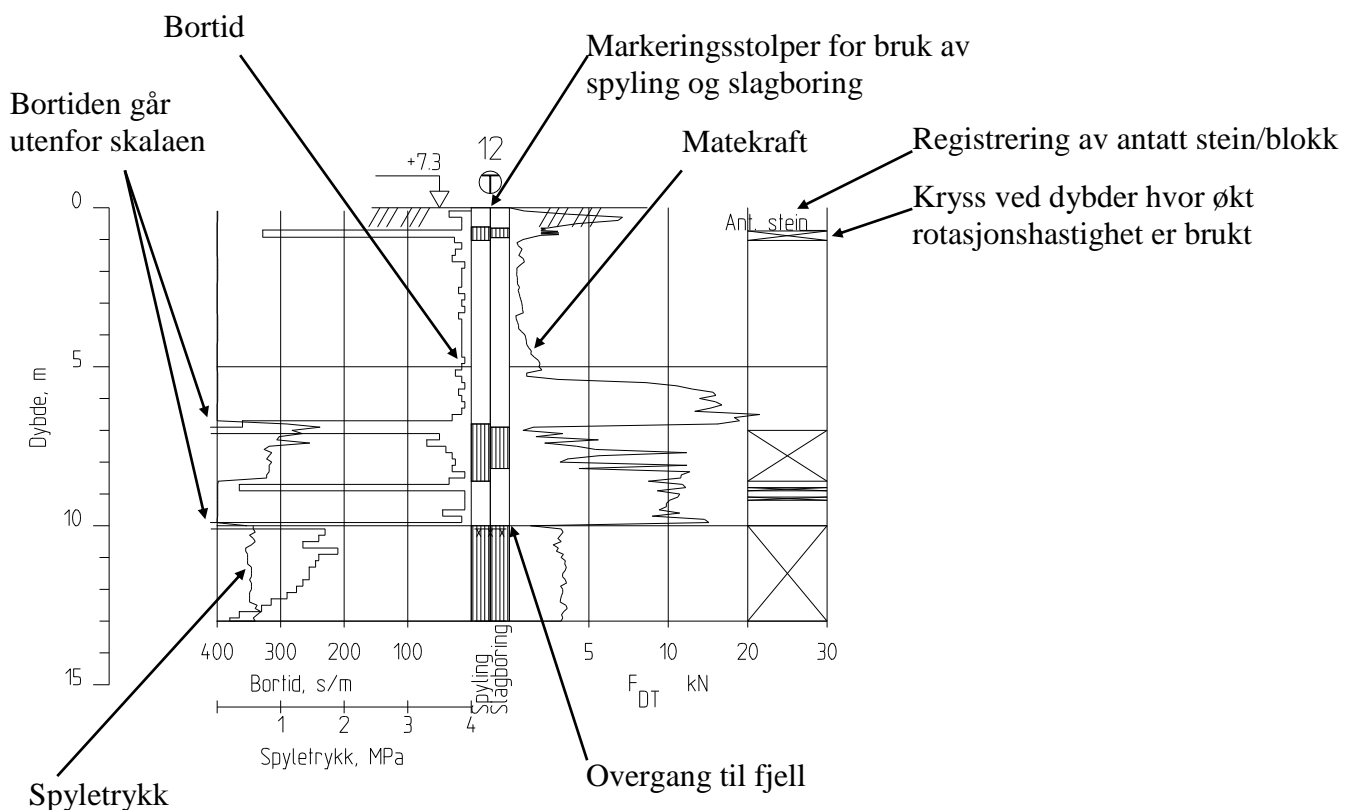
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreiningar/min.
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

Når normert nedtrengningshastighet ikke er mulig, økes rotasjonshastigheten til 75 omdreiningar/min.

Som fjellkontrollboring: Dersom nedtrengingen igjen stopper opp, går en over til prosedyre som for fjellkontroll. Dvs. at en først setter på spyling, hvorefter når stopp i nedtrenging fører til at en også setter på slaghammer.

Med denne prosedyren kan det bores gjennom steiner og ned i fjell. Ved påvisning av fjell, bør det bores 2-3 meter ned i antatt fjell.

Presentasjon: Skravur for vannspyling og slag i egne kolonner.
Kurver for nedpressingskraft, boretid og spyletrykk.
Kryss for markering av økt rotasjon.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil - Totalsondering



Norconsult



MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT
Arne Kavli

KONTROLLERT
Torgeir Døssland

PROSJEKT

VEDLEGG

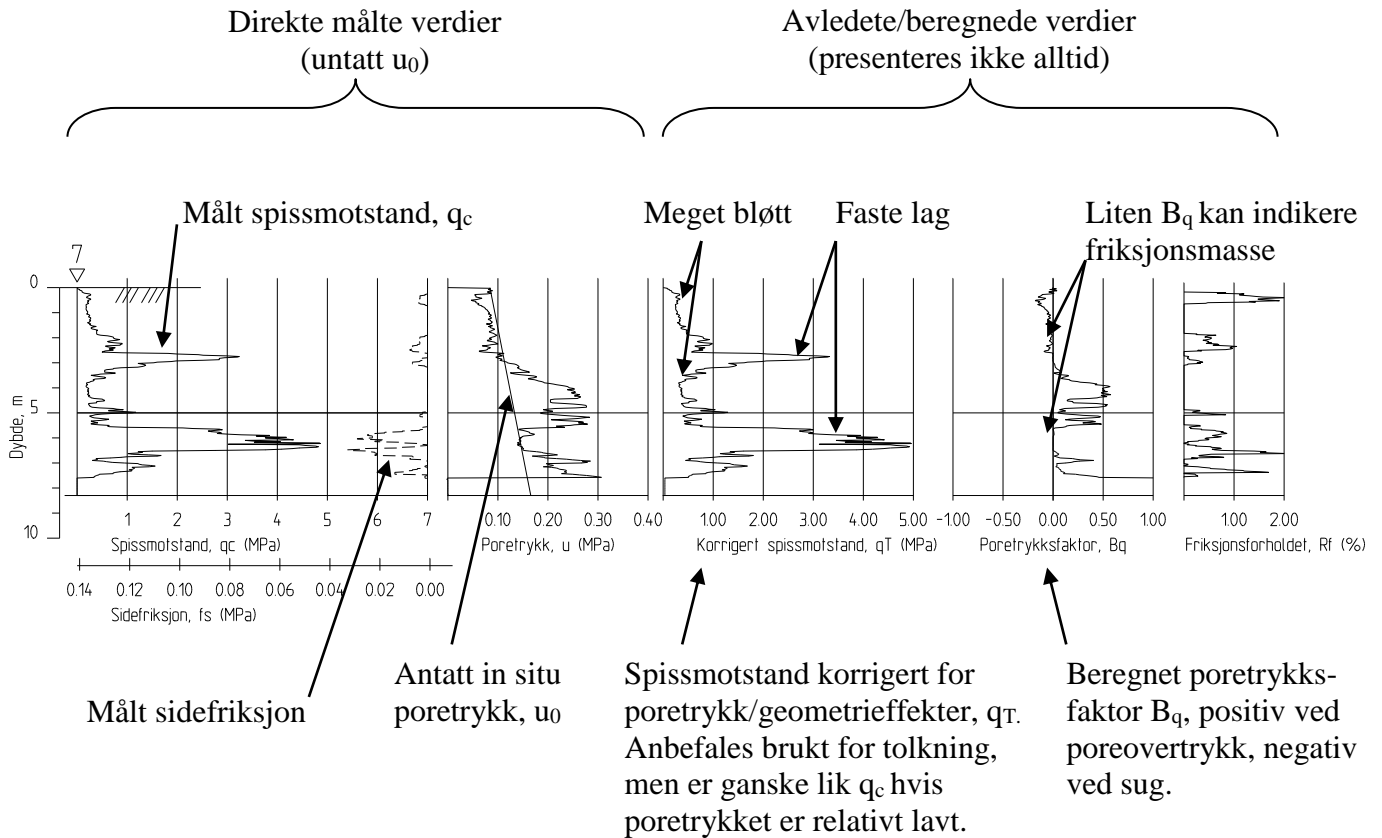
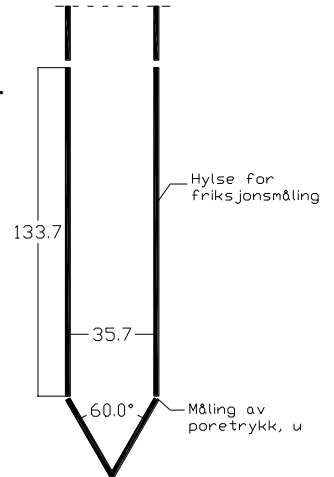
B

Trykksondering – "Cone Penetration Tests" (CPT)

Utstyr: Ø 36 mm borstenger.
 Sonde med konisk spiss og automatisk logging av spissmotstand, poretrykk og friksjon, se figur.

Prosedyre: Konstant nedpressingshastighet; 20 mm/sek.

Presentasjon: Kurver som viser målt spissmotstand, friksjon og poretrykk mot dybde.
 Kan også inkludere antatt in situ poretrykk og beregnede forløp som vist nedenfor.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Trykksondering (CPT) ▽



MÅLESTOKK M =	DATO
PROSJEKT	VEDLEGG C

UTFØRT
Arne Kavli

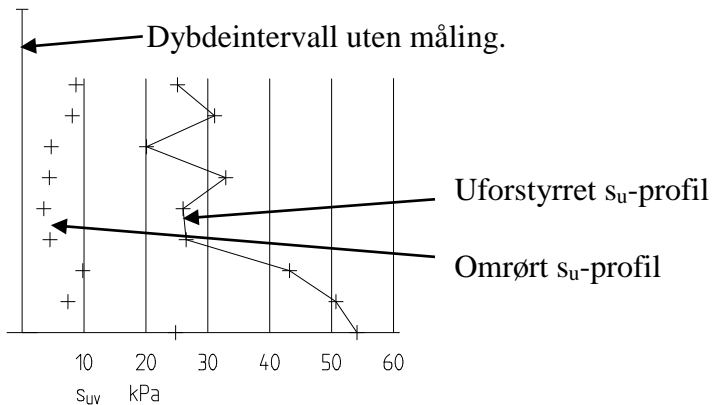
KONTROLLERT
Torgeir Døssland

Vingeboring

Utstyr: Vingebor med automatisk logging av rotasjon og dreiemoment.
Vingekors med vinger 55 mm x 110 mm eller 65 mm x 130 mm.

Prosedyre: Konstant rotasjonshastighet, måling av rotasjonsmotstand ved første rotasjon og etter omrøring.

Presentasjon: Kurve som viser uforstyrret og omrørt skjærstyrke ved målte dybder.
Kan også inneholde arbeids-kurver av dreiemoment mot rotasjon.



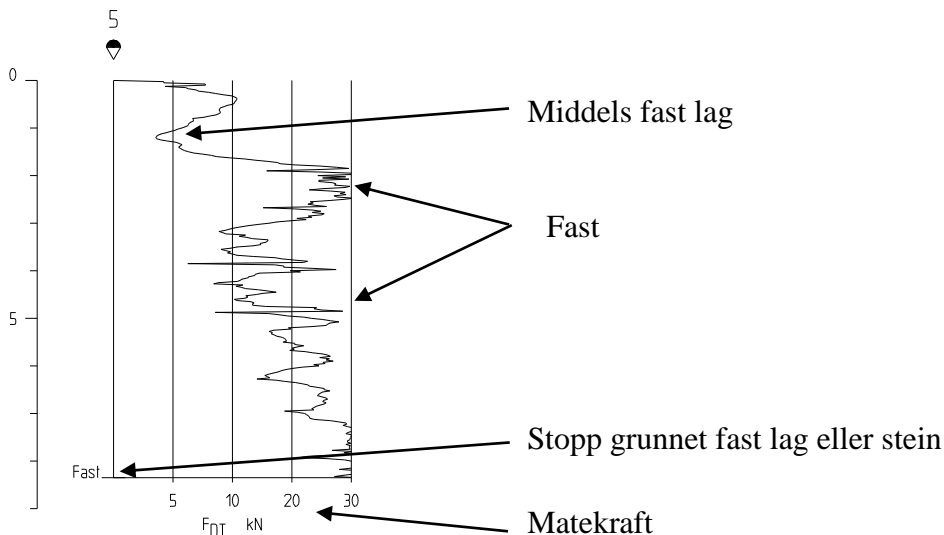
Plottede verdier er målte verdier kalibrert for aktuell vingestørrelse. Korreksjon for plastisitetsindeks eller overlageringsforhold er ikke utført.

Dreietrykksondering


Utstyr: Ø ca 55 mm normert borespiss.
Ø 36 mm borestenger.

Sonderingsprosedyre: Konstant nedpressingshastighet; 3 m/min (20 sek/m).
Konstant rotasjonshastighet; 25 omdreininger/min. Økt rotasjonshastighet kan brukes ved problemer med nedtrengning.

Presentasjon: Kurve som viser nedpressingskraft mot dybde.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Vingeboring og Dreietrykk + 

Norconsult 

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

PROSJEKT

VEDLEGG

D