

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Stjørdal kommune

Hegra barneskole

Oppdrag nr.: 6130064

Rapport nr. 02 rev.01

Dato: 18.12.2013

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Stjørdal	Sted Hegra	UTM- sone 32V 06053 70396
Byggherre			
Oppdragsgiver Stjørdal kommune			
Oppdrag formidlet av Geir Morten Holltrø			
Oppdragsreferanse Bestilling i e-post datert 3.5.2013.			
Antall sider 5	Tegn.nr. 201 - 213	Bilag.nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Hegra barneskole

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser Datarapport

Oppdrag nr: 6130064	Rapport nr: 2	Rev: 01	Dato: 18.12.2013	Kontr: PAW
Oppdragsleder: Helle Bråtteng Olsen		Utarbeidet av: Helle Bråtteng Olsen <i>Helle Bråtteng Olsen</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>I forbindelse ny barneskole Hegra er det utført supplerende grunnundersøkelser ved terrengrygg i øst for å avdekke om tomtealternativ III ligger i utløpssonen for eventuelt kvikkleireskred fra denne ryggen. Det ble ved innledende grunnundersøkelser avdekket kvikkleire i ett punkt i denne ryggen.</p> <p>Det er utført 3 totalsonderinger, 2 trykksonderinger (CPTU) og 2 prøvetakinger. 2 hydrauliske poretrykkmålere er installert i punkt 9.</p> <p>Utførte sonderinger viser leire over kvikkleire i alle 3 borpunkter. Kvikkleire er påvist ved prøvetaking i punkt 7 og 9. I punkt 8 og 9 har kvikkleiren stor mektighet.</p> <p>Det er sondert inntil 61,8 meter uten å treffe fjell.</p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Oppdrag	3
1.3	Innhold	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Oppmåling.....	3
2.3	Laboratorieundersøkelser	3
2.4	Resultater	3
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Terreng	4
3.2	Løsmasser	4
3.3	Grunnvann	4
3.4	Fjell	5

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
201		OVERSIKTSKART	1: 50 000
202		SITUASJONSPLAN	1: 2 000
203		TOTALSONDERING, PKT. 7	1: 200
204		TOTALSONDERING, PKT. 8	1: 200
205		TOTALSONDERING, PKT. 9	1: 200
206		TRYKKSONDERING (CPTU), PKT. 8	1: 200
207		TRYKKSONDERING (CPTU), PKT. 9	1: 200
208		BORPROFIL, PKT. 7	1: 100
209		BORPROFIL, PKT. 9	1: 100
210		ØDOMETERFORSØK PKT. 7, LAB. NR. 21	
211		ØDOMETERFORSØK PKT. 9, LAB. NR. 27	
212		TREKSIALFORSØK PKT. 9, SPENNINGSSTI	
213		TREKSIALFORSØK PKT. 9, G-MODUL, PORETRYKK OG SPENNING/DEFORMASJON	

BILAG

- 1 KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT. 8
- 2 KVALITETSSKJEMA CPTU, PKT. 9

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Stjørdal kommune skal bygge ny barneskole i Hegra, og ønsker geoteknisk vurdering vedrørende bygging på tomtealternativ III.

1.2 Oppdrag

Rambøll har på oppdrag av Stjørdal kommune utført supplerende grunnundersøkelser for å vurdere fare for kvikkleireskred fra terrengrygg i øst da det ved innledende grunnundersøkelser ble avdekket kvikkleire i ett punkt i denne ryggen. Aktuelt tomtealternativ og tidligere undersøkelser er vist på tegning 202.

1.3 Innhold

Datarapporten inneholder resultater fra supplerende grunnundersøkelser med felt- og laboratoriedata. Geoteknisk vurdering vil bli gitt i eget notat.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i uke 23 utført totalsonderinger i 3 punkter, punkt 7 - 9. Det er tatt opp prøveserier i 2 punkter, og kjørt trykksone (CPTU) i 2 punkter. Borpunktene plassering er vist på tegning 202.

2.2 Oppmåling

Borpunktene koordinater er innmålt av Rambøll, og er angitt i tabell 1. Oppgitte koordinater er i UTM sone 32V, referert til høydesystem NN1954.

Tabell 1: Innmålte koordinater og høyder for borpunkt

Borhull	Nord	Øst	Høyde
7	7039653.2	605218.6	+41.2
8	7039648.4	605344.5	+72.1
9	7039578.9	605308.1	+53.1

2.3 Laboratorieundersøkelser

På samtlige prøver er det utført klassifisering og rutineundersøkelser av vanninnhold, tyngdetetthet og udrenert skjærfasthet. På et utvalg av prøvene er det i tillegg utført 2 målinger av plastisitetsindeks, 2 ødometerforsøk og 1 treksialforsøk.

2.4 Resultater

Resultater fra totalsonderinger og trykksone (CPTU) er presentert grafisk som enkeltboringer på tegning 203 – 207.

Resultater fra rutineundersøkelsene er vist i borprofil på tegning 208 – 209. Ødometer- og treksialforsøkene er vist på tegning 210 – 213.

Tillegg I – III gir forklaring på utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Undersøkelsene er utført oppe på og i foten av en rygg øst for Fv 752. Terrengnet på topp av ryggen ved borpunkt 8 ligger omtrent på kote +70, og mens terrengnet nede ved vegen ligger rundt kote +40.

3.2 Løsmasser

Sonderingene viser leire med varierende mektighet over kvikkleire. I punkt 9 viser prøvetaking at det er kvikkleire fra 8,5 meter (kote +44.5) under terreng, og sonderinger i punkt 8 antyder kvikkleire fra 20 meter (kote +52) under terreng. Kvikkleiren har stor mektighet, og er i punkt 9 påvist med prøvetaking ned til 25 meter under terreng (kote +28).

I punkt 7 er det påvist kvikkleire fra 9 til 14 meter under terreng, og sonderingen antyder kvikkleire fra ca. 8 til ca. 15 meter under terreng. Prøvetakingen viser deretter leire (definert som sensitiv) med tynne finsandlag 16 meter under terreng.

3.3 Grunnvann

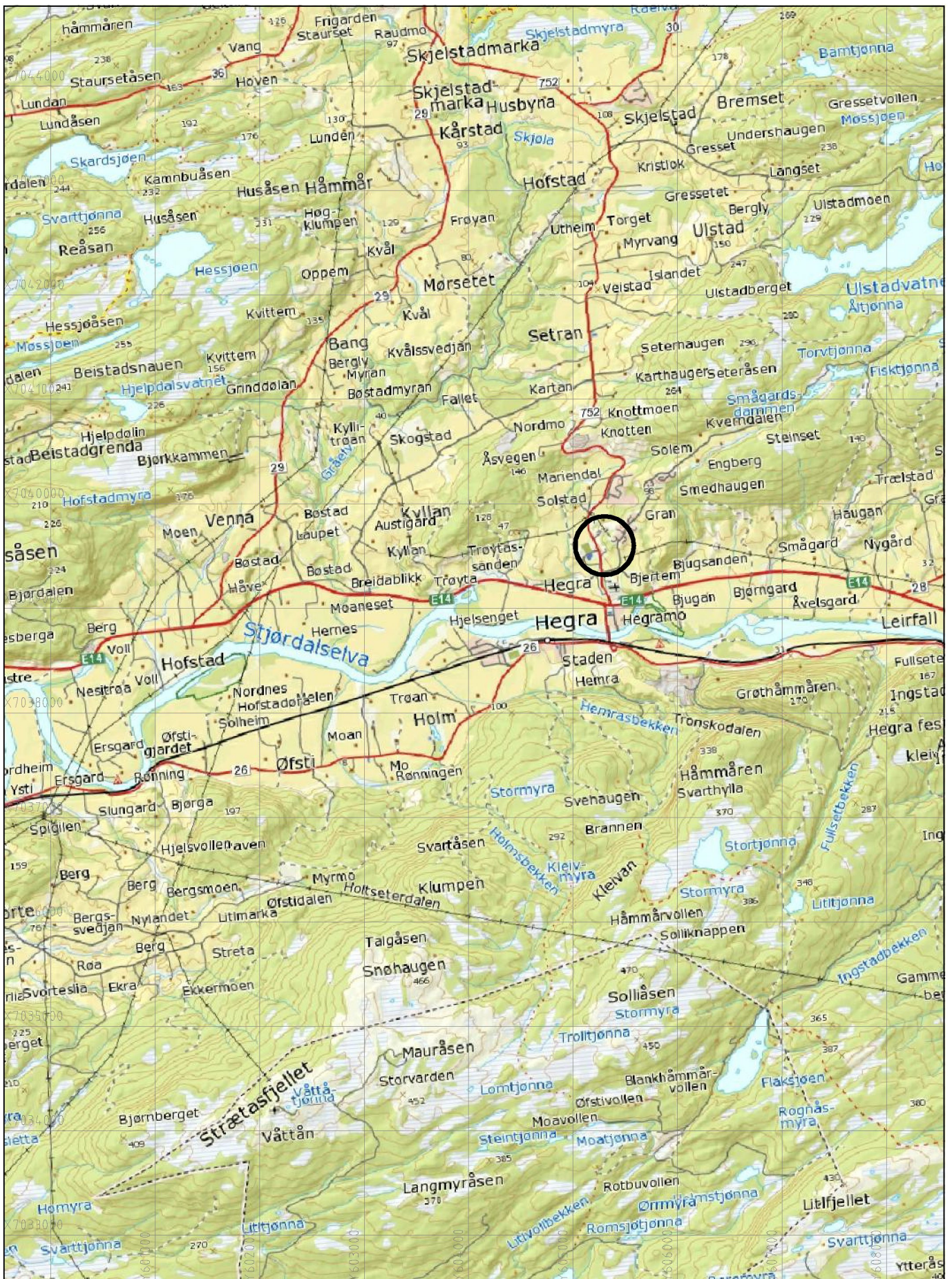
Det er installert to hydrauliske poretrykksmålere, henholdsvis 6 og 12 meter under terreng, i punkt 9. Avleste data er vist i tabell 2.

Tabell 2: Poretrykksmåling punkt 9

Punkt 9, terrengkote +53,1			
	Dybde filter: 12 m under terreng.		
	Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
	5.6.2013		Installert
	6.6.2013	75,5	
	7.6.2013	62,5	
	13.6.2013	49,0	
	20.6.2013	49,9	
	8.8.2013	48,1	
	21.8.2013	47,8	
	13.9.2013	46,0	
	18.9.2013	46,8	
	Dybde filter: 6 m under terreng.		
	Dato	Målt poretrykk [kPa]	Kommentar
	5.6.2013		Installert
	6.6.2013	67,7	
	13.6.2013	47,3	
	20.6.2013	39,5	
	8.8.2013	35,4	
	21.8.2013	35,5	
	13.9.2013	34,6	
	18.9.2013	34,4	

3.4 Fjell

Det er ikke påtruffet fjell i noen av sonderingene.



22.7.2013			ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:50000 Status:

Stjørdal kommune
Hegra barneskole

OVERSIKTSKART
UTM-ref(UTM32V) : 06053 70396



P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. 201 Rev.



Alternativ III

FORKLARING - BORING

Boring type (symbol)	⊕	Terrengkote	—	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	⊕	

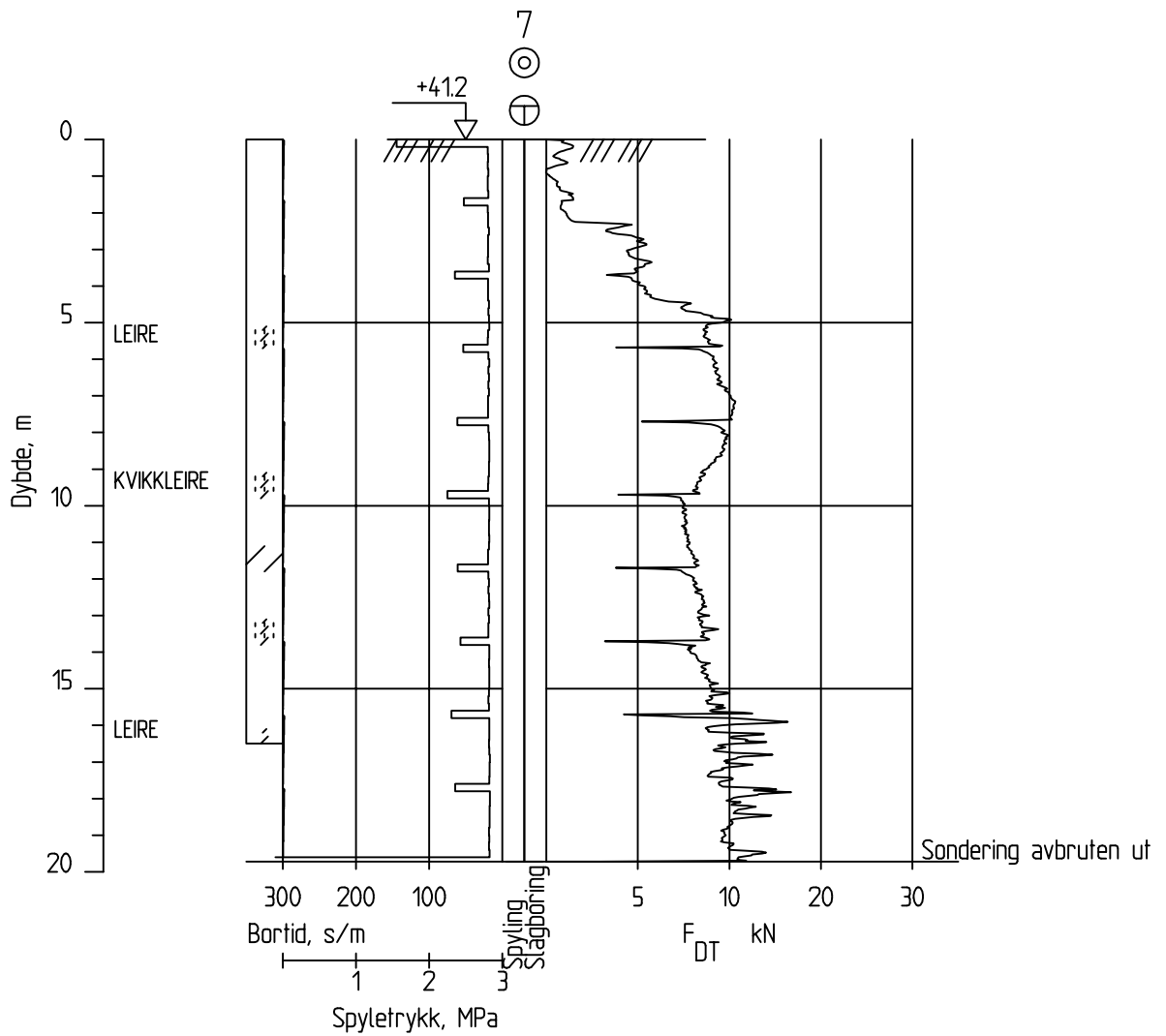
0	22.7.2013		ODE	ODE	HBO
REV.	DATE	ENDING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDAG
Hegra barnehage
 OPPDRAGSGIVER
Stjørdal kommune

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
 ⊕ Totalsondering
 ⊕ Prøvetaking
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
6130064	1:2000	-	-
TEGNING NR.		REV.	
202		0	



0	22.7.2013	--	ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:200 Status:

Hegra barneskole
Stjørdal kommune

BORERESULTATER

⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie



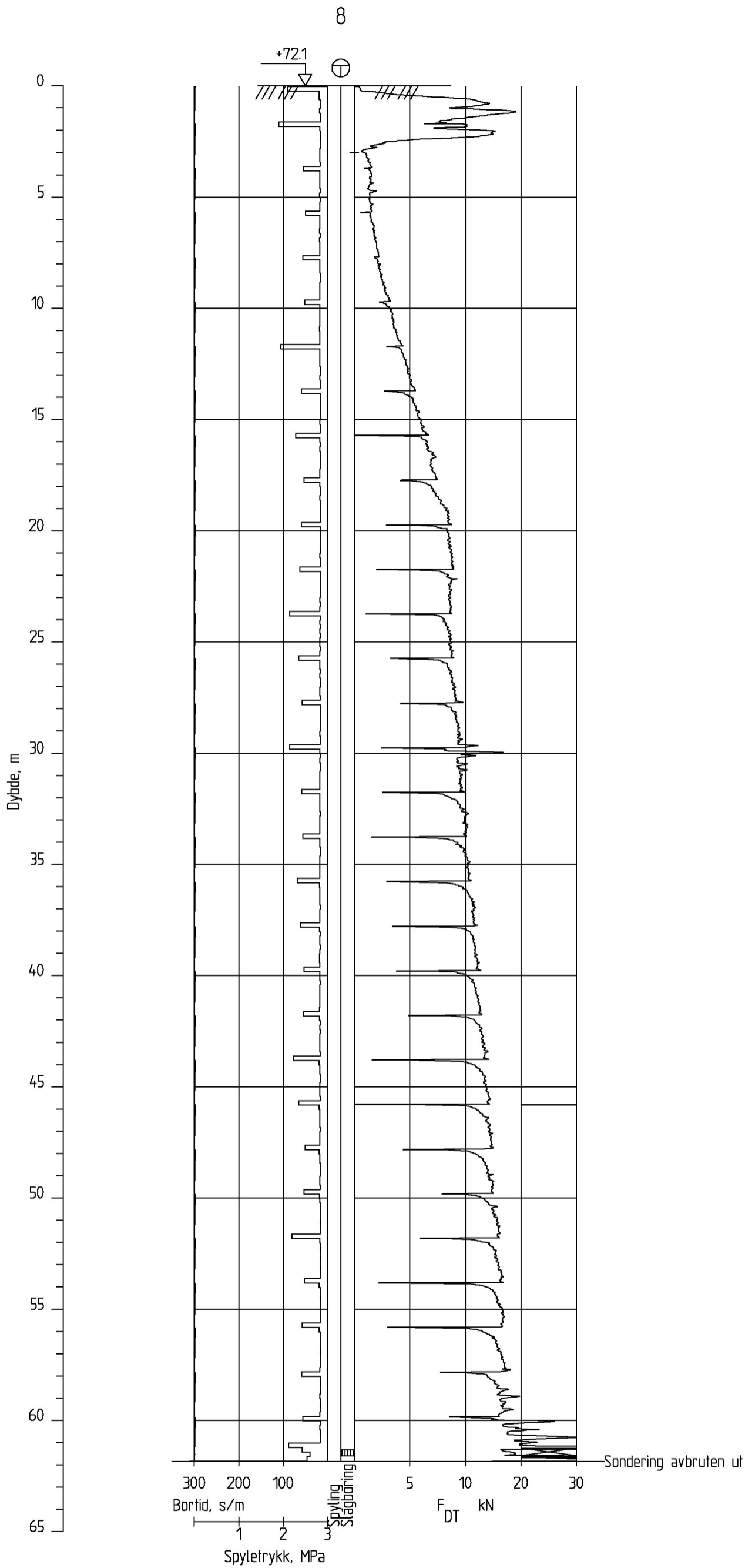
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr.

Rev.

203

0



0	22.7.2013	--	ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:200 Status:

Hegra barneskole
Stjørdal kommune

BORERESULTATER

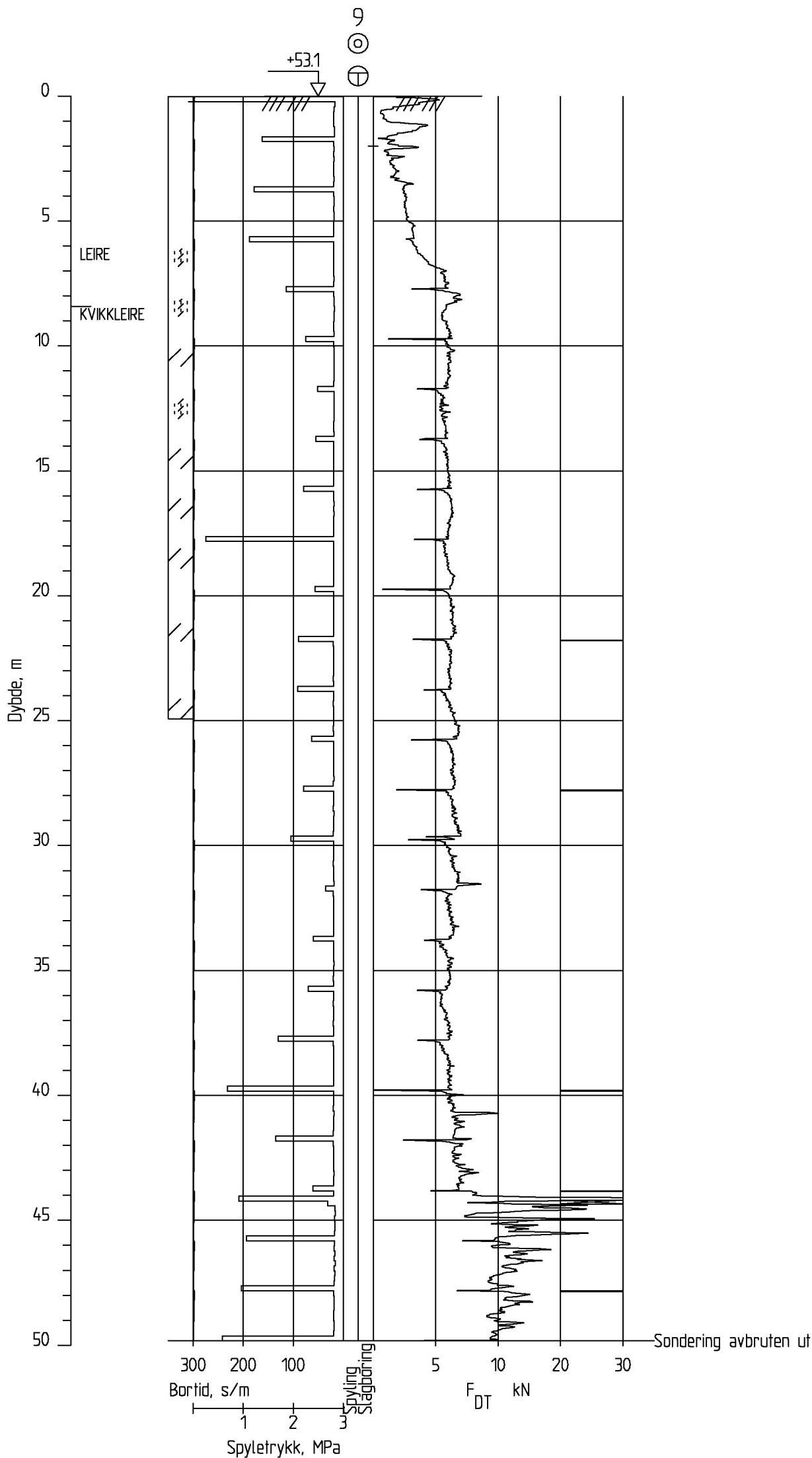
⊕ Totalsondering ⊗ Prøveserie



Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr. Rev.

204 0



0	22.7.2013	--	ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:200 Status:

Hegra barneskole
Stjørdal kommune

BORERESULTATER

⊕ Totalsondering ⊗ Prøveserie

RAMBOLL

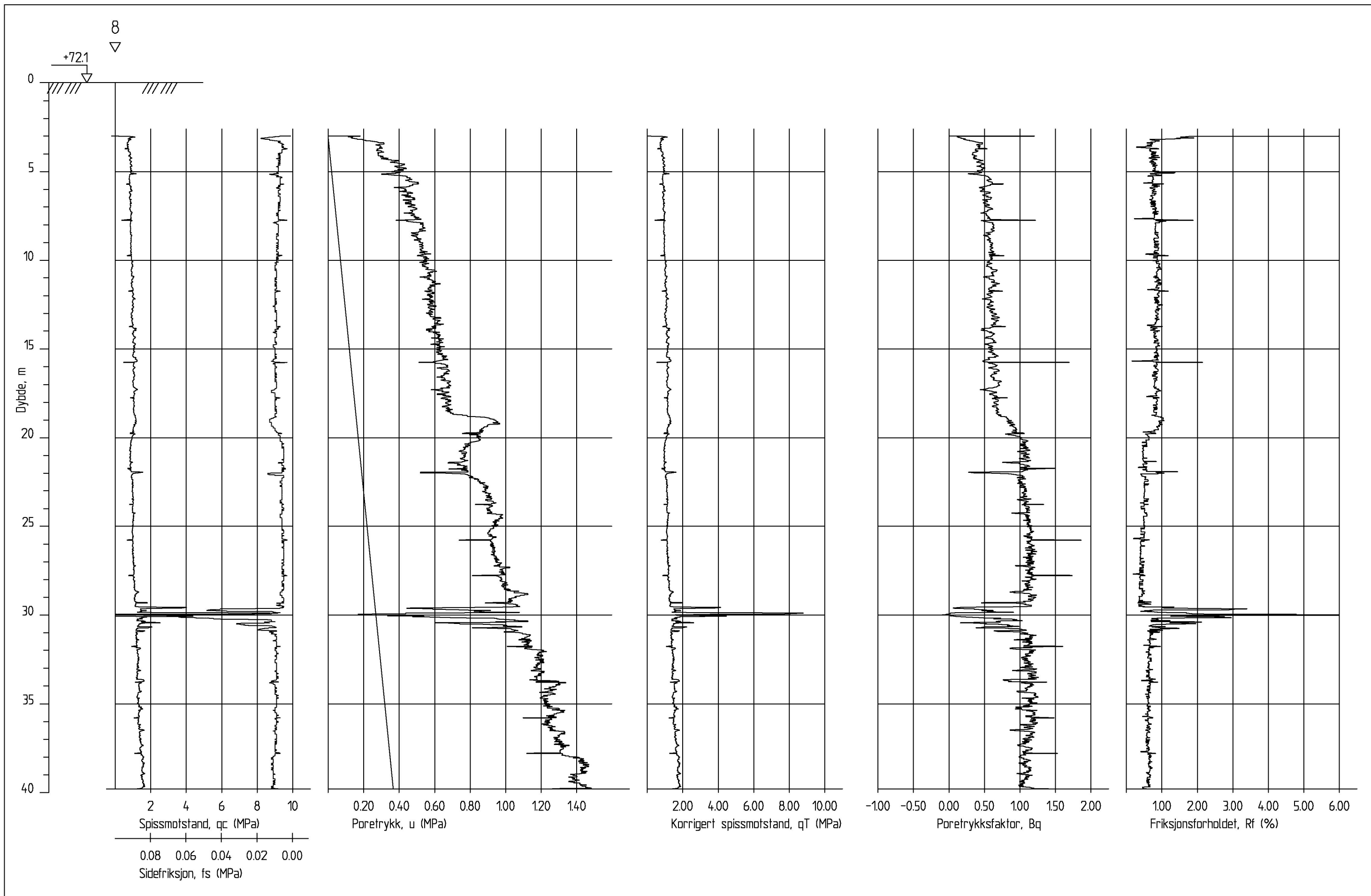
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr.

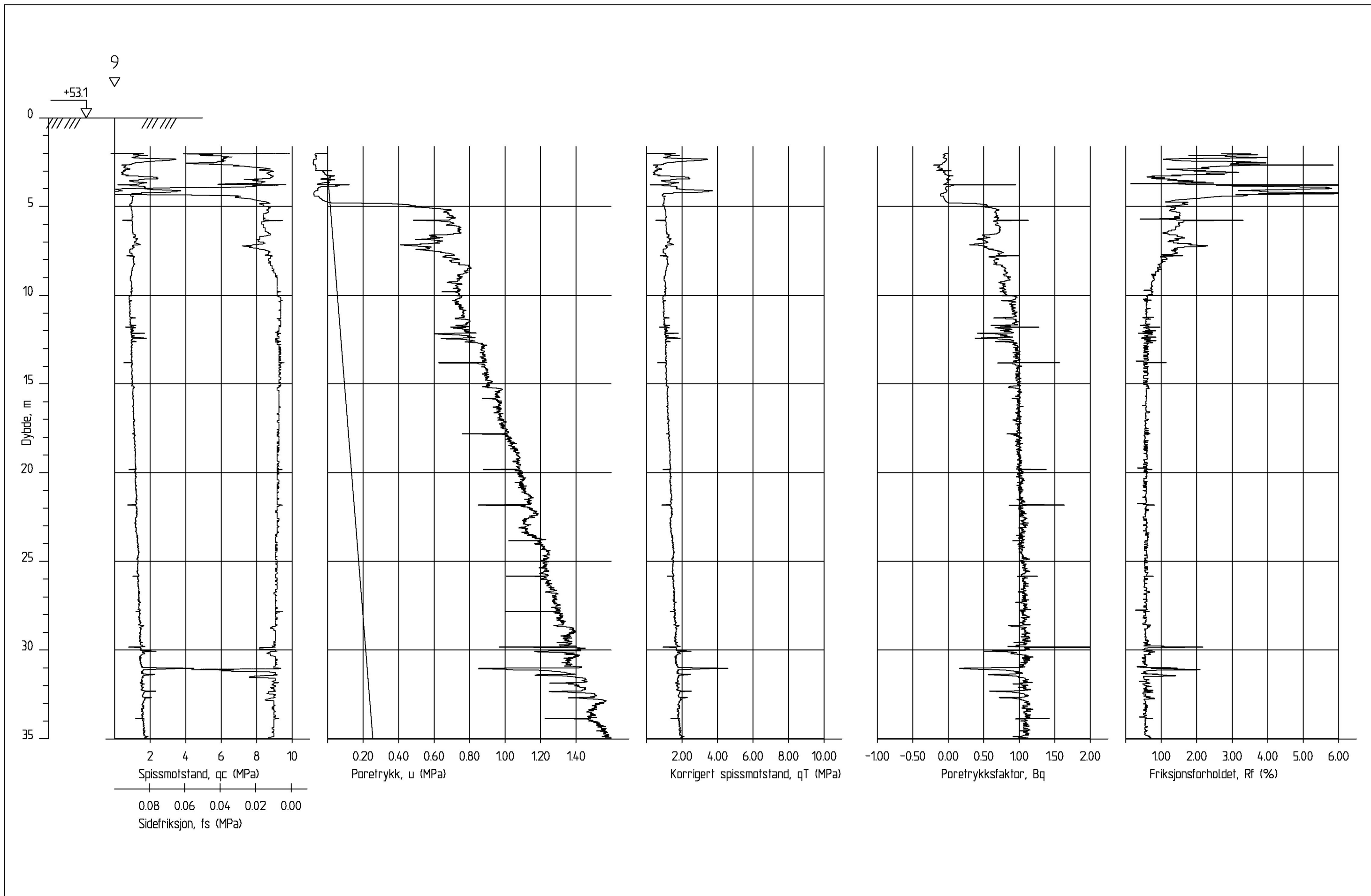
Rev.

205

0




0			24.7.2013			HBO			HBO			TGE					
REV.			DATO			TEGN			KONTR			GODKJ					
TEGNINGSSTATUS																	
 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no						OPPDRAG Hegra barneskole						INNHOLD BORERESULTATER ▽ Trykksøndering (CPTU)					
						OPPDRAGSGIVER Stjørdal kommune						OPPDRAG NR. 6130064		MÅLESTOKK 1:200		BLAD NR. -	
						OPPDRAGSGIVER Stjørdal kommune						TEGNING NR. 206		REV. 0			



<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>24.7.2013</td> <td></td> <td>HBO</td> <td>HBO</td> <td>TGE</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> </table>			0	24.7.2013		HBO	HBO	TGE	REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	<p>Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no</p>		<p>OPPDRAG Hegra barneskole</p> <p>OPPDRAGSGIVER Stjørdal kommune</p>		<p>INNHold BORERESULTATER ▽ Trykksondering (CPTU)</p>		<p>OPPDRAG NR. 6130064</p>	<p>MÅLESTOKK 1:200</p>	<p>BLAD NR. -</p>	<p>AV -</p>
0	24.7.2013		HBO	HBO	TGE																			
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																			
<p>TEGNINGSSTATUS</p>								<p>TEGNING NR. 207</p>		<p>REV. 0</p>														

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE m. tynne siltlag	20					20.7 21.2						3 7
	KVIKKLEIRE enk. tynne siltlag	21	Ø				19.9 19.8						240 250
		22					20.2 20.0						270 350
		23					20.3 20.3						250 320
15													
	LEIRE m. tynne finsandlag	24					20.3 20.2						44
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p |-----| w_L Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	22.7.2013	--	ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:100 Status:

Hegra barneskole
Stjørdal kommune

BORPROFIL HULL NR.: 7

TERRENGHØYDE: +41.2 PRØVETYPE: 54mm

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

208

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE enk. tynne siltlag		25			••••	18.6 19.0	▼ ▼		▼	◉		7 9
	KVIKKLEIRE		26			•••	19.8 20.0	▼ ▼	◉	▼			66 117
10			27	T Ø	H	••••	20.2 20.3	▼ ▼		▼			530 440
	m. tynne grovsiltlag		28			••••	19.6 20.2	▼ ▼	▼	◉			300 240
			29			•••	19.6 19.6	▼ ▼	◉	▼			370 300
15			30			••••	19.6 19.8	▼ ▼	▼	◉			340 300
			31		H	••••	20.4 20.1	▼ ▼		▼	◉		390 480
20			32			•••	20.4 20.0	▼ ▼	▼	◉			125 280
25			33			••••	20.1 20.2	▼ ▼	(▼)	◉			360 160
30													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |————| w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	22.7.2013	--	ODE	ODE	HBO
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6130064 Målestokk: 1:100 Status:

Hegra barneskole
Stjørdal kommune

BORPROFIL HULL NR.: 9

TERRENGHØYDE: +53.1 PRØVETYPE: 54mm

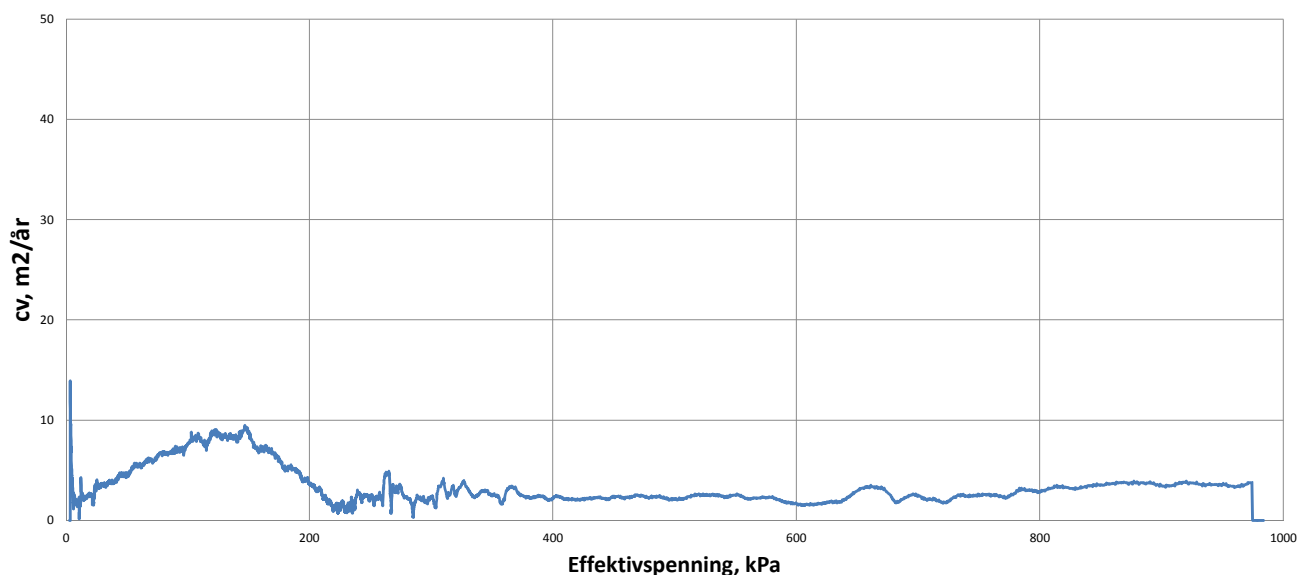
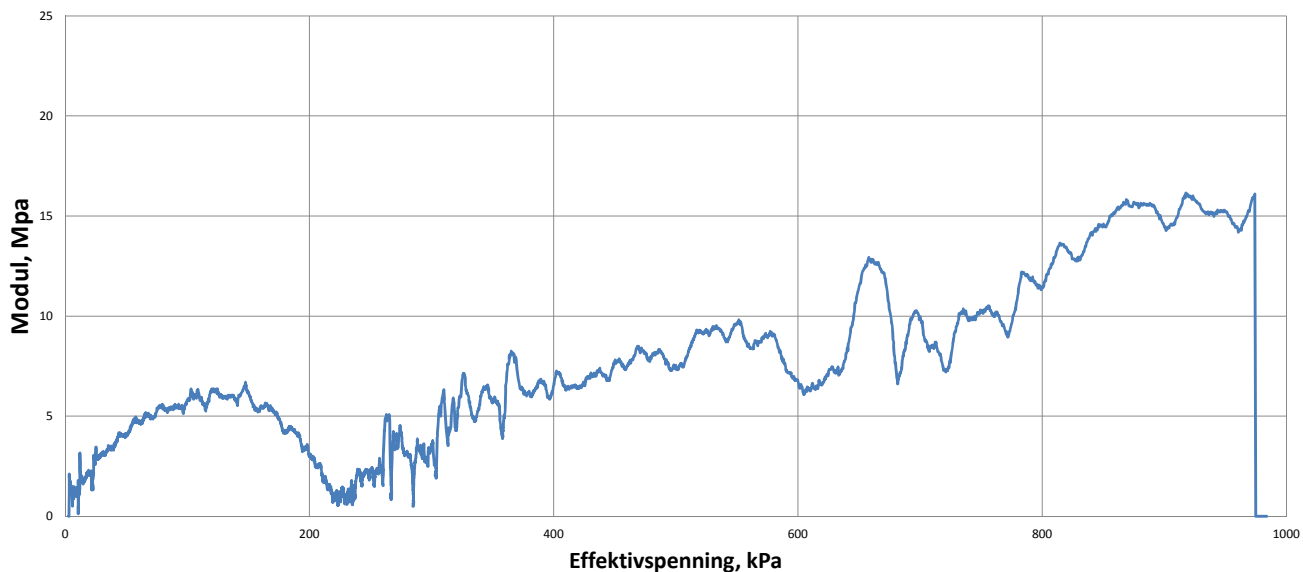
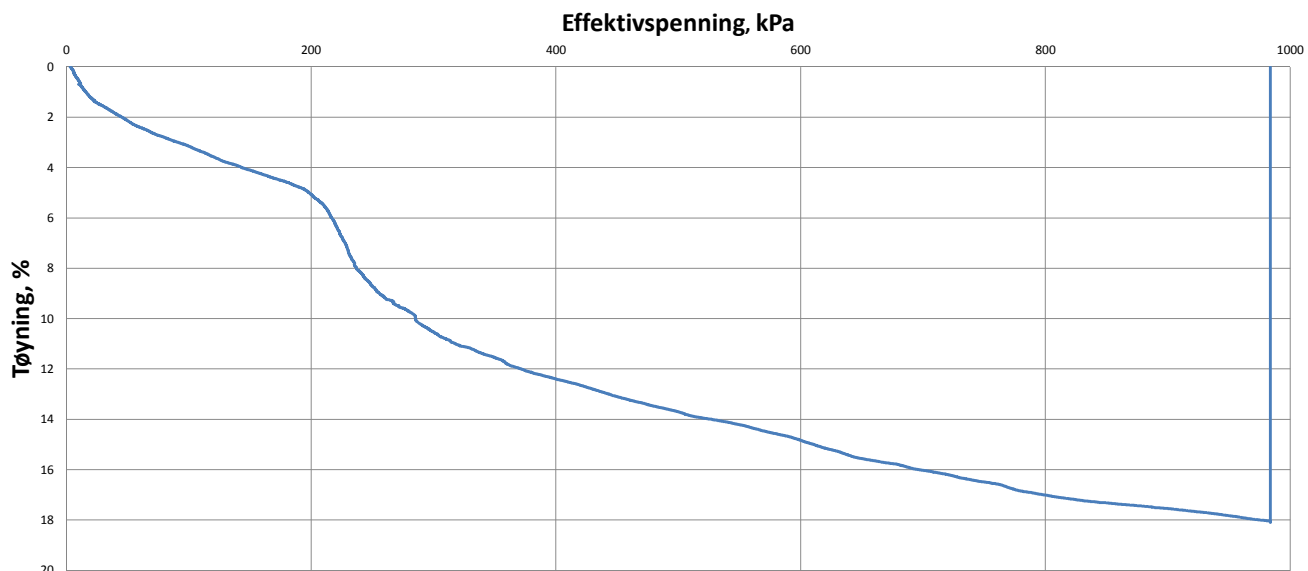
RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P. b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. 209

Rev.

0



pkt 7 lab 21 dybde 9,70m Kvikkleire



Stjørødal kommune

Hegra barneskole

Ødometerforsøk

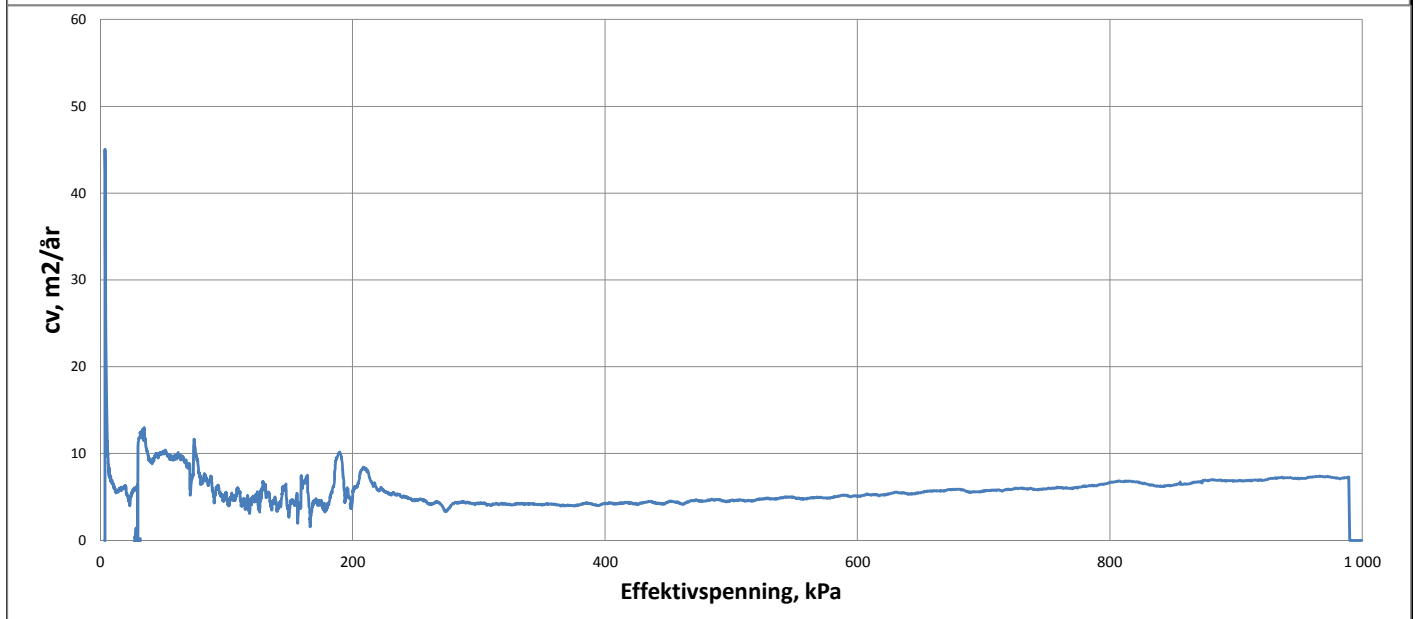
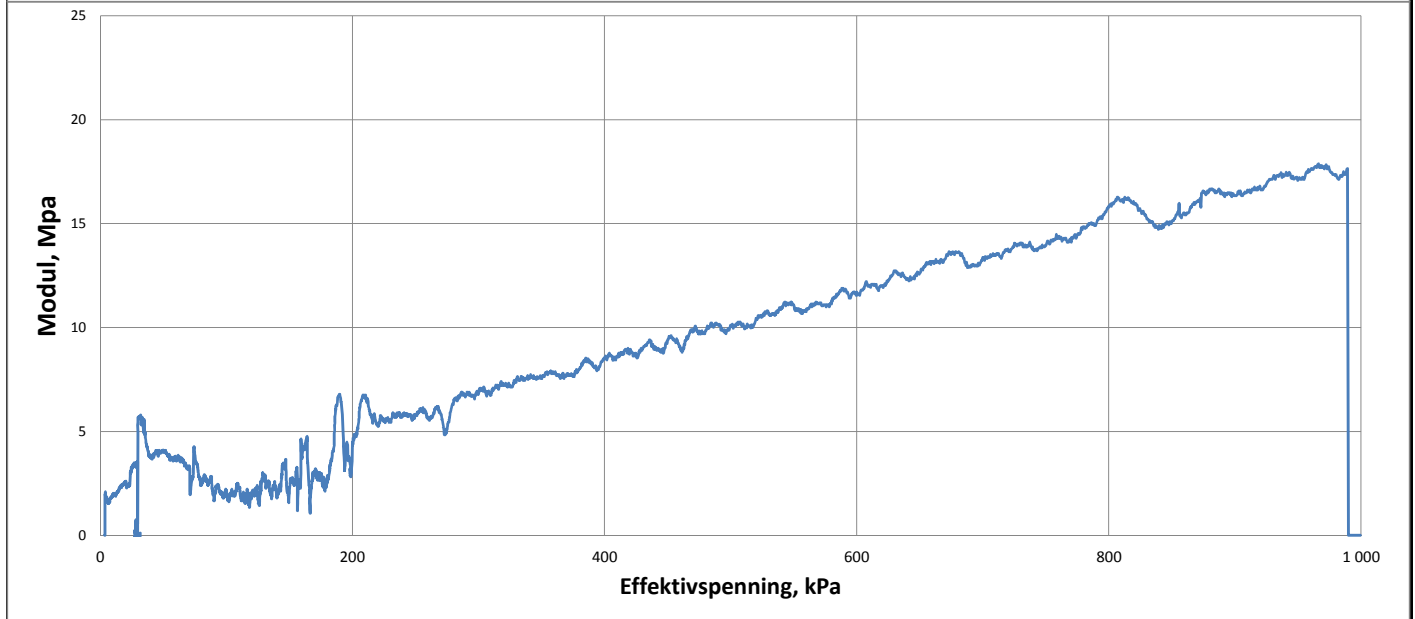
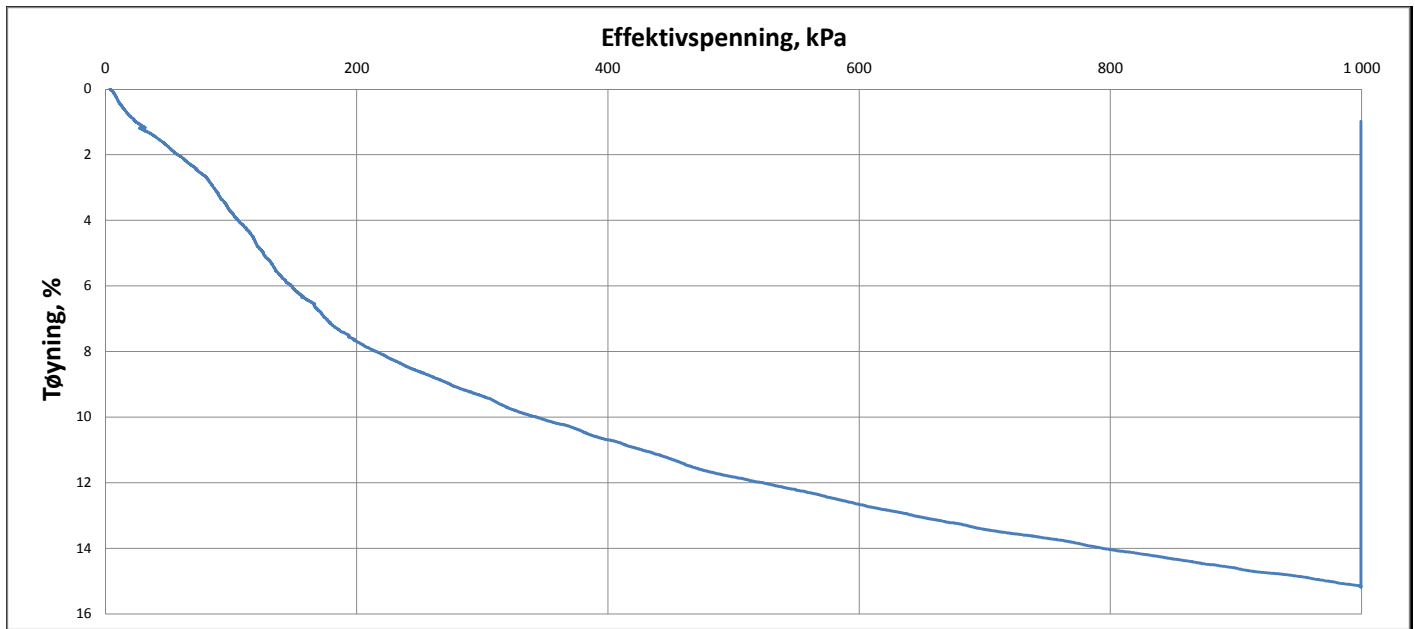
Oppdrag
6130064

Tegn./kontr.
ODE/HBO

Dato
22.07.2013

Bilag
-

Tegn. Nr.
210



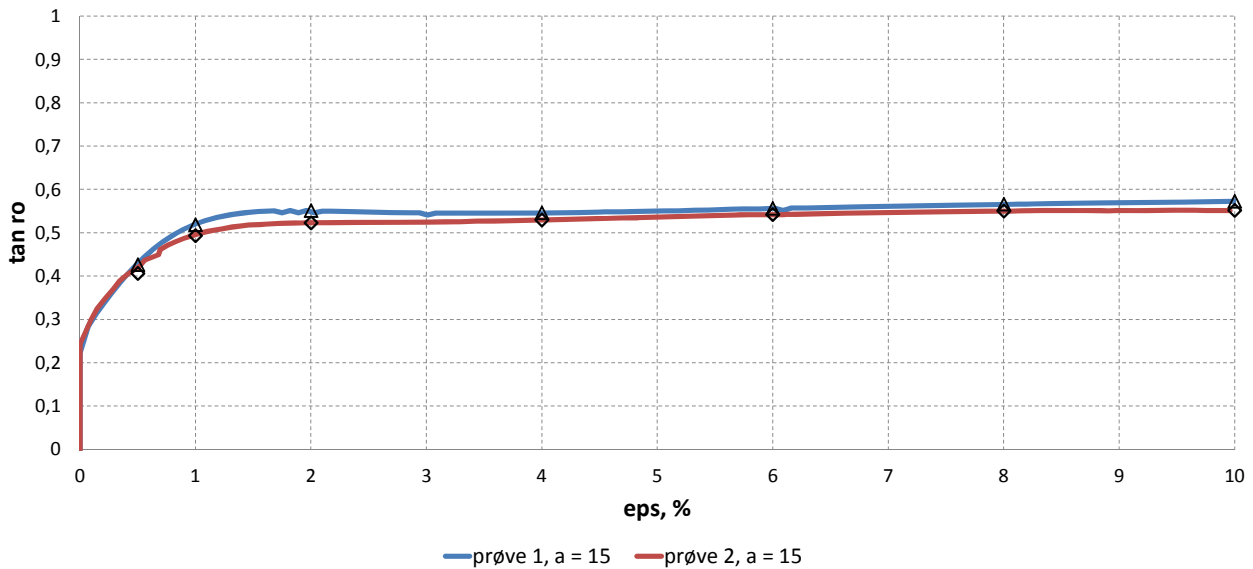
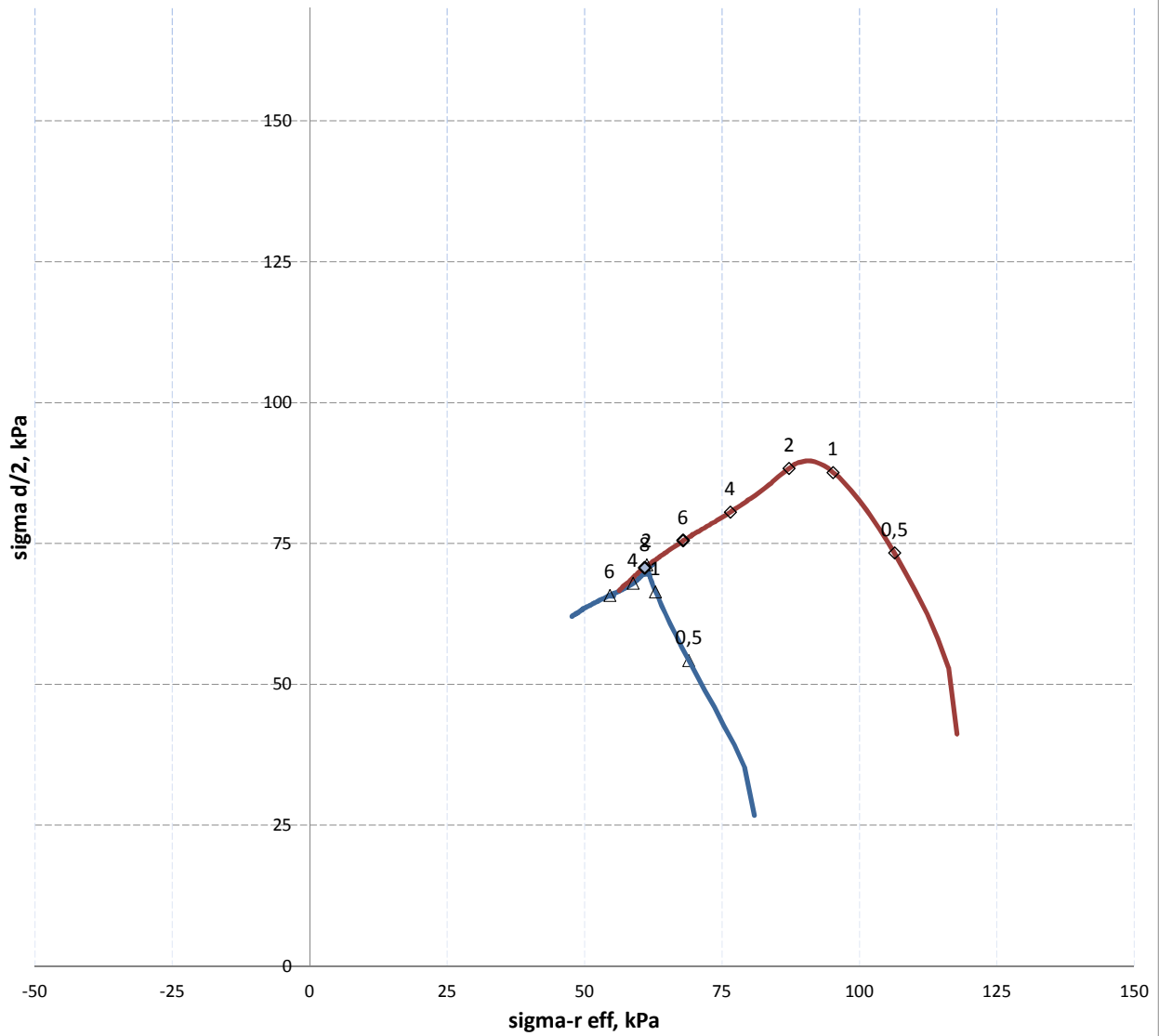
pkt 9 lab 27 dybde 10,75m Kvikkleire



Hegra Barneskole
Ødometerforsøk

Tegn./kontr.
EOH / TGE
Dato
24.06.2013

Oppdrag
6130064
Bilag
-
Tegn. Nr.
211



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	9	27	10,40m	CAUA	5,6	2,5	Kvikkleire
2	◊	9	27	10,50m	CAUA	6,5	2,8	Kvikkleire



Stjørdal kommune

Hegra Barneskole

TREAKSIALFORSØK

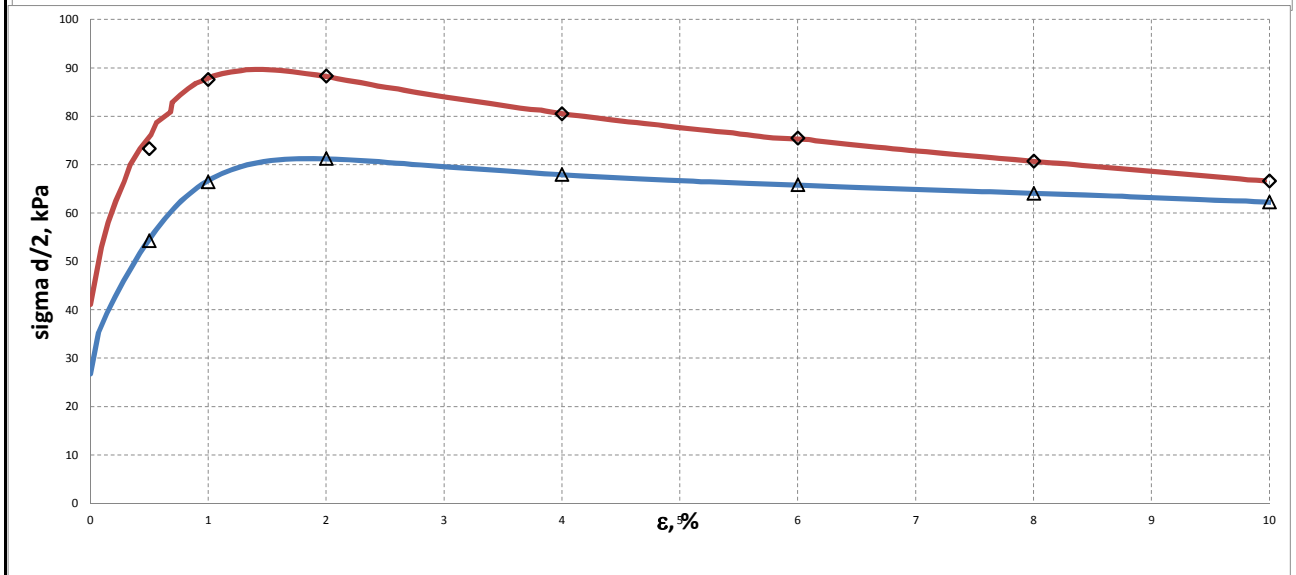
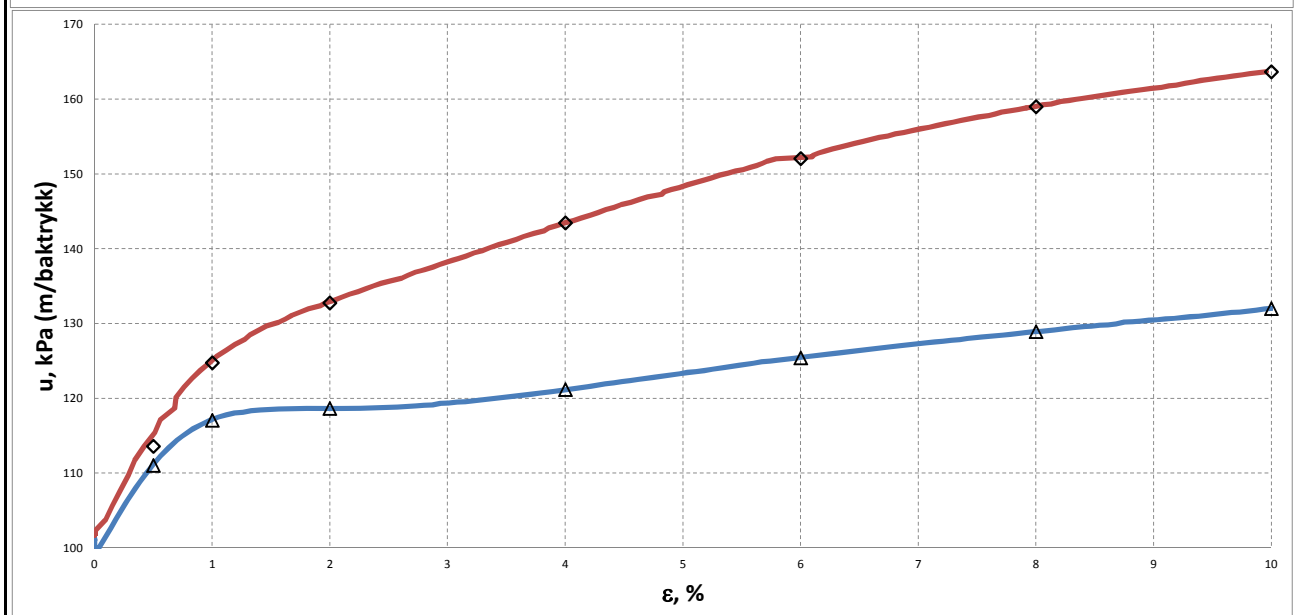
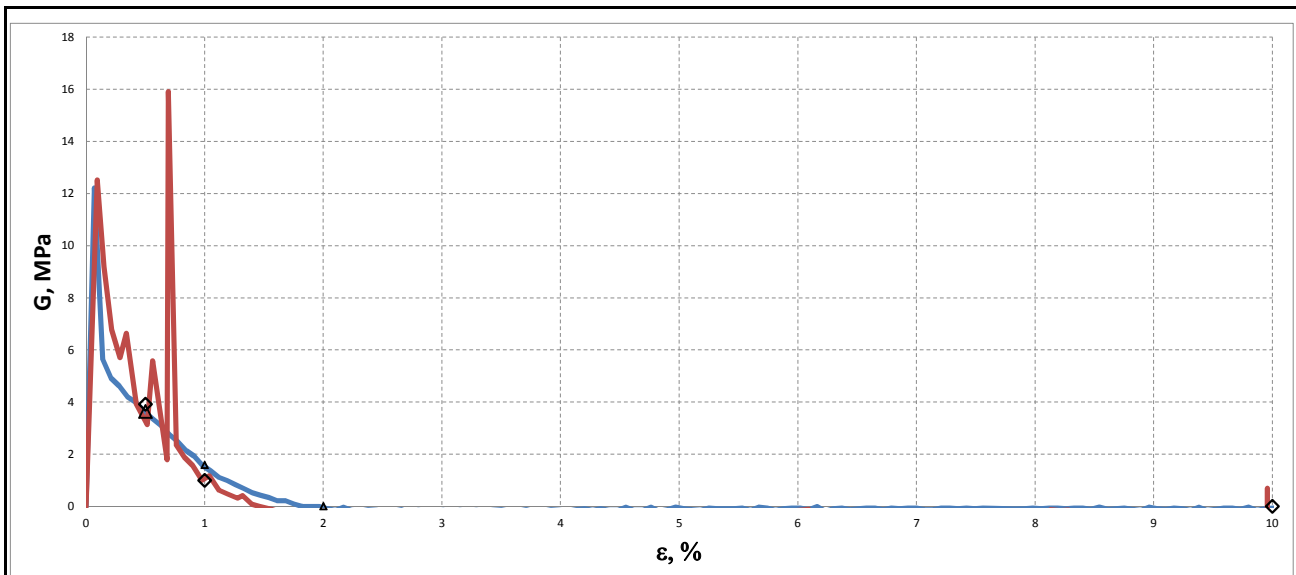
Oppdrag
6130064

Tegn./kontr.
ODE/HBO

Dato
24.06.2013

Bilag
-

Tegn. Nr.
212



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	▲	9	27	10,40m	CAUA	5,6	2,5	Kvikkleire
2	◆	9	27	10,50m	CAUA	6,5	2,8	Kvikkleire



Stjørdal kommune

Hegra Barneskole

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
6130064


Tegn./kontr.
ODE/HBO

Dato
24.06.2013


Bilag
-

Tegn. Nr.
213

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	8	Dato:	04.06.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	9,4
Forboring [m]:	3	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,1
Sum boring [m]:	39,8	Kontroll skriver [m]:	39,8
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,9
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,2261	0,0575	0,0586
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0011	0,6	1,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	3,9002	0,6679	1,9808
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Stjørdal kommune Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Hegra barneskole		
Borpunkt nr.:	8	Sonde:	4505
	Dato: 05.06.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 1	

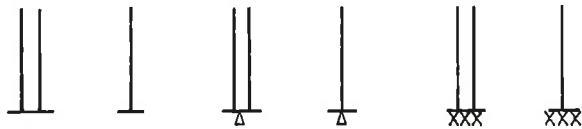
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	9	Dato:	21.11.2012
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	9,5
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,5
Sum boring [m]:	35	Kontroll skriver [m]:	35,03
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,7
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,0237	0,0523	0,0533
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0017	0	0,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	4,2978	0,0627	0,1755
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Stjørdal kommune Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Hegra barneskole		
Borpunkt nr.:	9	Sonde:	4505
	Dato: 05.06.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 2	

MARKUNDERSØKELSER

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

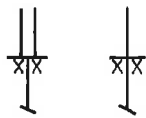
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



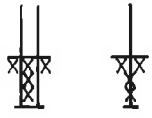
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



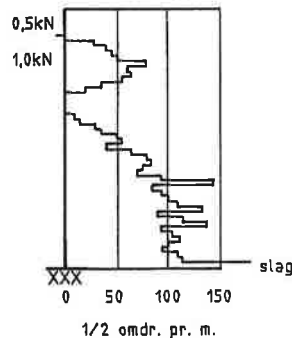
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kerne opptatt.

Dreiesondering

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

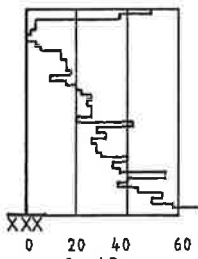
Ramsondering

utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvækt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.



Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

Prøvetaking

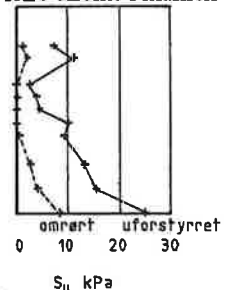
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindre med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

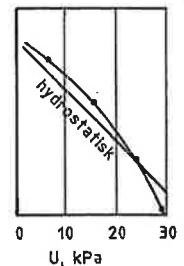
Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



Porevanntrykket

i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

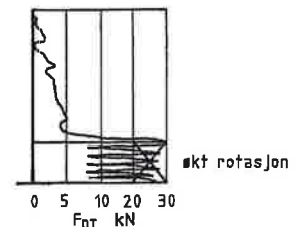


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

Dreietrykksondering

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min.

Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved $110\text{ }^\circ\text{C}$.

Flytegrense

(w_L i %) og utrullingsgrense (w_P i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen $w_L - w_P$ benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

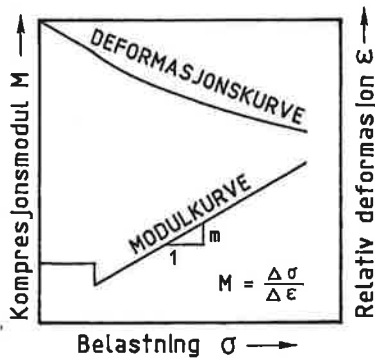
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6\text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S_p)

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

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente komdiamter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

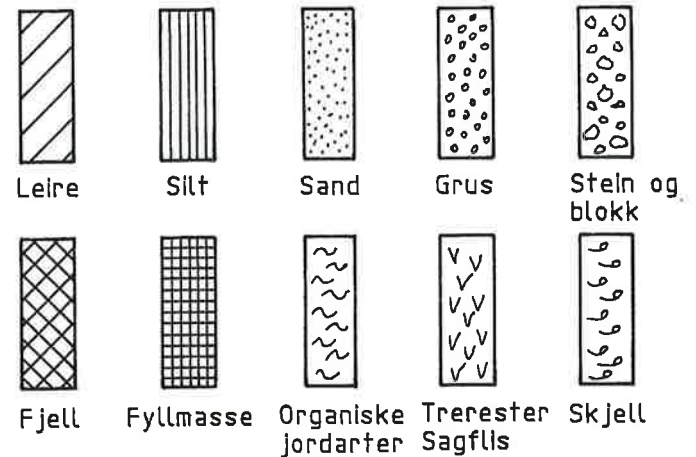
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

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

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerkning

- Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
Ca. = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SPESEILLE UNDERSØKELSER

SPESEILLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d\ max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

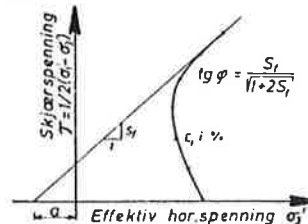
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESEILLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk). Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samnhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d\ max}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch² med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelen på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelen registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.