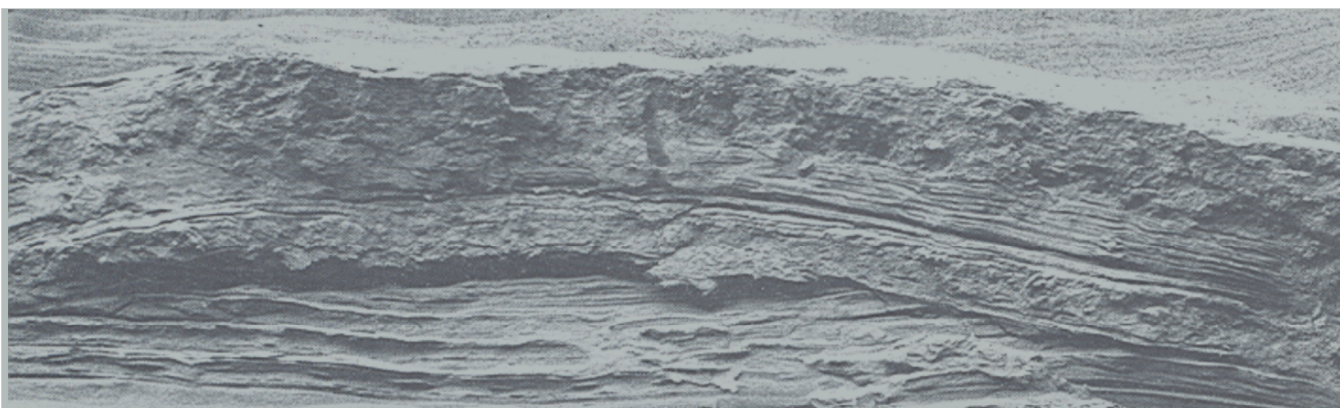




DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**Statens vegvesen Region sør/
Nedre Eiker kommune**

**Flomsikring Nedre Eiker
Kulverter under E134 og Hattenveien**

Oppdrag nr: 1130628

Rapport nr. 1

Dato: 07.10.2013

Fylke Buskerud	Kommune Nedre Eiker	Sted Mjøndalen	UTM 05563 66242
Byggherre Statens vegvesen Region sør/ Nedre Eiker kommune			
Oppdragsgiver Statens vegvesen Region sør/ Nedre Eiker kommune			
Oppdrag formidlet av Rambøll Drammen			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 6	Tegn.nr 101-108	Bilag.nr. 1-5	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Flomsikring Nedre Eiker

Rapport-tittel

Grunnundersøkelser delområdet A Kulverter under E134 og Hattenveien Datarapport

Oppdrag nr: 1130628	Rapport nr: 1	Rev: 0	Dato: 07.10.2013	Kontr: DWH
Oppdragsleder: Aiga de Zeeuw		Utarbeidet av: Aiga de Zeeuw		
SAMMENDRAG Rambøll har fått oppdrag av Statens vegvesen Region sør og Nedre Eiker kommune til å utføre grunnundersøkelser for to planlagt kulverter under E134 og Hattenveien på Mjøndal. Det er gjennomført sju totalsonderinger, tre CPTU-sondering og to prøvetakinger. Videre finnes det eksisterende grunnundersøkelser fra andre firma i det aktuelle området. Grunnfoldene viser fyllmasser over sand og leire. Leira defineres delvis som sprøbruddmateriale og delvis som kvikk. Dybde til berg varierer mellom 13,2 m og 30,6 m under terreng.				

INNHold

1	INNLEDNING	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Oppdrag	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Oppmåling	3
2.3	Laboratorieundersøkelser	4
2.4	Resultater	4
3	GRUNNFORHOLD	5
3.1	Løsmasser	5
3.2	Grunnvann og poretrykk	6
3.3	Fjell	6

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 500
103		BORERESULATER BPKT. A3	1 : 200
104		BORERESULATER BPKT. A9 OG A10	1 : 200
105		BORERESULATER BPKT. A11 OG A12	1 : 200
106		BORERESULATER BPKT. A13 OG A14	1 : 200
107		PRØVESERIE PKT. A3	1 : 100
108		PRØVESERIE PKT. A14	1 : 100

BILAG

- 1 RESULTATER KORNGRADERING PKT A3
- 2 RESULTATER ØDOMETERFORSØK
- 3 RESULTATER TREKSIALFORSØK
- 4 RESULTATER KALK/SEMENT-INNBLANDINGSFORSØK
- 5 CPTU-KVALITETSARK

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Rambøll har fått oppdrag av Statens vegvesen Region sør og Nedre Eiker kommune til å utføre grunnundersøkelser for to planlagte kulvert under E134 og Hattenveien på Mjøndal. Videre skal det vurderes om det er mulighet til å bygge en gangvei langs bekken mellom disse to kulverter.

1.2 Oppdrag

Rambøll avd. Geo har fått i oppdrag å utføre geotekniske grunnundersøkelser. Datarapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelsen med felt- og laboratoriedata. Det er også tatt med beliggenhet av eksisterende grunnundersøkelser utført av andre firmaer.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Det er i uke 26 til 33 i 2013 gjennomført sju totalsonderinger, tre CPTU-sondering og to prøvetakinger. Plassering av borepunkter ble bestemt av Rambøll. På grunn av tilgang til eksisterende boringer ble en del av de opprinnelig planlagte borpunktene stryket. Videre måtte plassering av borpunktene tilpasses eksisterende kabler og ledninger. Derfor er borpunktnummerering ikke gjennomgående.

Rambøll har fått innsikt i følgende rapporter:

Statens vegvesens rapport nr. F125B-2: «Grunnundersøkelser for E76 Krogstadelva-Sem. Parsell: Mjøndalen-Langebru,» datert 13.01.1984

Løvlien Georåds rapport 11-273 nr. 2: «NLI Alf. Andersen AS. Kraner Mjøndalen-Kroksevja bru»; datert 17.02.2012

Plassering av Rambølls borpunkter og borpunkter utført av andre firmaer fremkommer av situasjonsplan på tegning 102.

2.2 Oppmåling

Borpunkter ble plassert i terreng av geotekniker Aiga de Zeeuw. Borpunktene ble i første omgang innmålt av Nedre Eiker kommunes landmåler Ole A. Karlsen. På grunn av flytting av borpunkter ble disse innmålt i en annen omgang av Rambølls landmåler Øivind Nilsen. Plassering av punktene ble tilpasset eksisterende kabler og ledninger i bakken. Måleresultatene er vist i UTM sone 32V, med koordinater og terrengkoter (i NN 1954) vist i tabell 1.

Pkt	Boringer	Koordinater Nord	Koordinater Øst	Terrengkote
A3	Totalsondering, prøveserie, CPTU-sondering	6624314,9	556310,1	1,3
A9	Totalsondering	6624259,3	556349,0	5,1
A10	Totalsondering	6624249,6	556366,8	5,4
A11	Totalsondering	6624213,4	556324,8	6,0
A12	Totalsondering, CPTU-sondering	6624834,0	556336,6	6,1
A13	Totalsondering	6624155,8	556307,1	4,0
A14	Totalsondering, prøveserie, CPTU-sondering	6624154,6	556325,34	4,3

Tabell 1-Koordinatliste

2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er tatt opp fire poseprøver og sju 54 mm sylinderprøver i pkt. A3 og 3 poseprøver og seks 54 mm sylinderprøver i pkt. A14.

Hovedsakelig ble prøvene ble beskrevet og klassifisert ved Rambøll sitt geotekniske laboratorium i Trondheim. I tillegg til rutineundersøkelser ble det utført total fire bestemmelser av konsistensgrenser, tre treaksialforsøk, to ødometerforsøk og to korngraderingsanalyser. Ved Norges Geotekniske Institutt sitt laboratorium i Oslo ble det utført rutineundersøkelser, to kalk/segment-innblandingsforsøk et treaksialforsøk av to sylinderprøver.

2.4 Resultater

Resultater fra totalsonderingene er vist som enkeltboringer på tegning 103 til 106.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er presentert i borprofil på tegninger nr. 107 og 108, og i bilag 1 til 4.

Tillegg I til III gir forklaring og metodebeskrivelser på henholdsvis utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Løsmasser

Stedlige masser i området består av sand over leire over berg. Delvis antas det fyllmasser over stedlige masser. Fyllmassene antas å ha mektighet mellom 0 og 3 m. Mektighet av sandmasser i toppen antas ut fra totalsonderinger å ha en mektighet mellom 1 og 8 m. Under sandmassene antas det leire med delvis silt- og sandinnhold.

I borpunkt A3 er det påvist 1 m fyllmasser av sandig grus over 2 m sand. Sanden er siltig og leirig i nedre del av laget. Korngradering viser at sanden er ikke telefarlig (teleklasse T1) i øvre del og meget telefarlig (teleklasse T4) i nedre del. Under sandmassene ble det påvist leire, som viser enkelte tynne silt- og leirlag. Vanninnholdet i leira ble målt mellom $w=36\%$ til $w=46\%$. Vanninnholdet er lavere i sandlag. Uforstyrret skjærstyrke i leira ble målt mellom $s_u=19$ kPa og $s_u=43$ kPa. Sensitiviteten øker med dybden fra middels høy med verdier mellom $St=10$ og $St=23$ opp til $St=190$, som er meget høy. Leira er middels plastisk med $I_p=14$ i 4 m dybde og lite plastisk med $I_p=4$ i 12 m dybde. Leira fra 3 m til 12 m dybde defineres stort sett som sprøbruddmateriale. Leira defineres som kvikkleire fra 12 m dybde og nedover. Materiale som ble testet i treaksialforsøkene oppfører seg kontraktant.

I borpunkt A14 er det påvist 3 m fyllmasser over 5 m sand. Under sand er det påvist silt over leire. Vanninnholdet i leira ble målt mellom $w=37\%$ til $w=44\%$. Uforstyrret skjærstyrke i leira ble målt mellom $s_u=30$ kPa og $s_u=55$ kPa. Sensitiviteten er lav med verdier $St \leq 10$. Plastisiteten er middel med $I_p=17$ til 20. Leira defineres ikke som kvikk eller sprøbruddmateriale. Leira som ble testet i treaksialforsøkene oppfører seg dilatant.

Det er utført kalk/semment-innblandingsforsøk av en sylinderprøve fra hver prøveserie. Materiale fra prøveserie A3 9-10 m dybde viser god respons fra kalk/semment-innblanding. Materialet fra prøveserie A14 9-10 m dybde viser dårlig respons fra kalk/semment-innblanding, noe som skyldes trolig humusinnhold på $O_{gl}=2,1\%$. Resultater fra enaksiale trykkforsøk fra kalk/semment-innblanding er vist i tabell 2.

Prøve	Uten k/s-innblanding	K/s-forsterket etter 7 dager	K/s-forsterket etter 14 dager
A3, 9-10 m	23 kPa	85 kPa	123 kPa
A14, 9-10 m	39 kPa	42 kPa	57 kPa

Tabell 2-Resultater enaksiale trykkforsøk avhengig av herdingstid etter kalk/semment-innblandingsforsøk

For nærmere detaljer vises det til de enkelte boreresultatene og laboratorieforsøk.

3.2 Grunnvann og poretrykk

Vann bekken antas normalt ved ca. kote 0 ved lavvannstand. Ut fra vanninnholdsbestemmelse antas at grunnvannstand i borpunktene A3 og A14 også ligger på kote 0. Det ble ikke installert poretrykksmålere i området.

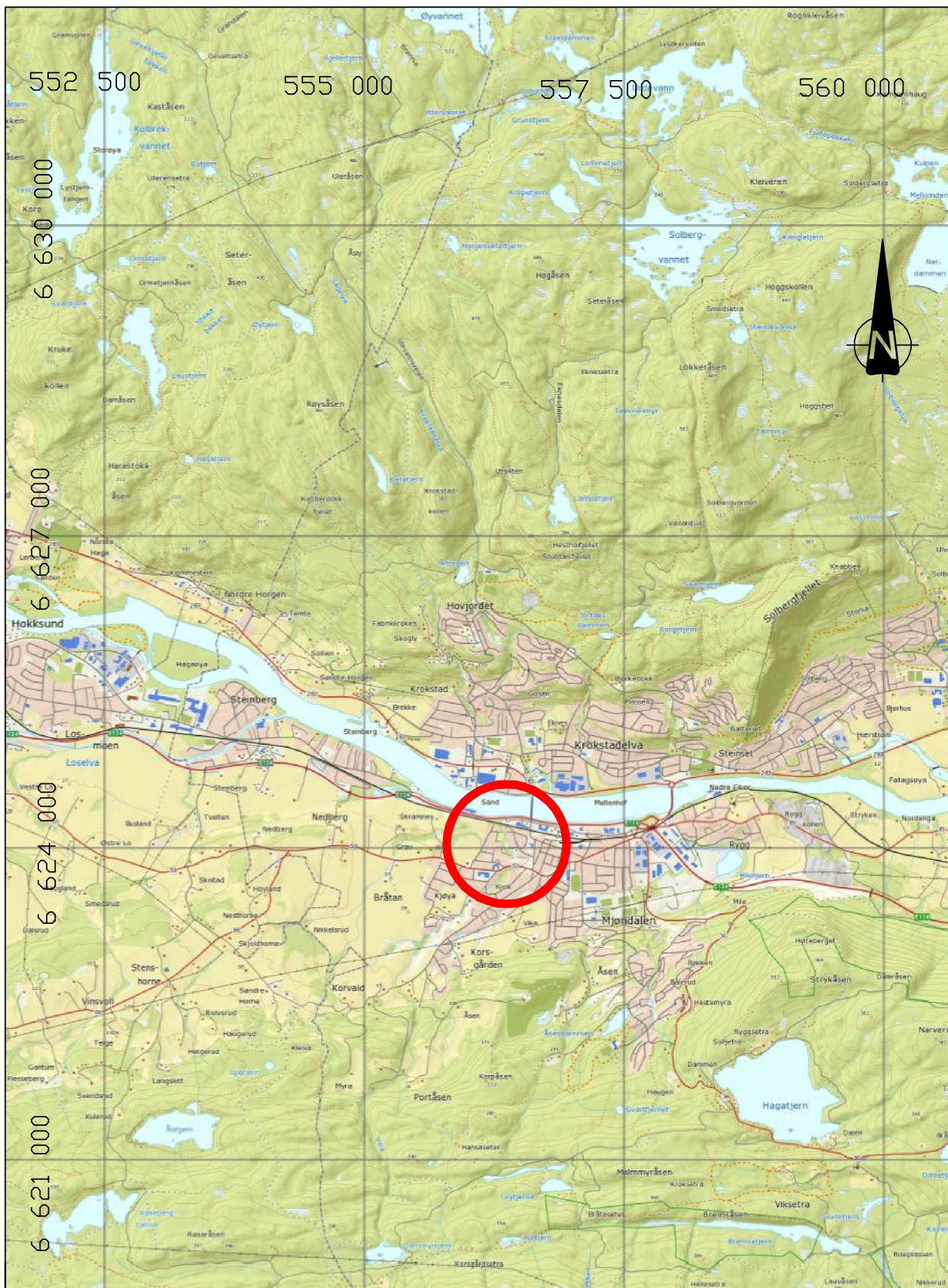
3.3 Fjell

Rambølls totalsonderinger ble boret ca. 3,0 m i berg eller til antatt berg.

Bergnivå i det nordlige området nord for jernbanetraséen varierer mellom kote -11,3 i borpunkt LG202 og kote -20,5 i borpunkt 6484H1.

Bergnivå sør for jernbanetraséen faller fra kote -16,6 i borpunkt A11 til kote -26,3 i borpunkt A14.

Generell varierer dybde til berg mellom 13,2 m og 30,6 m under terreng.



0	07-10-2013		DWT	ADZ	ANDG
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1130628 Målestokk: 1:50 000 Status:

Flomsikring Nedre Eiker
SV Region sør/Nedre Eiker kommune

Oversiktskart

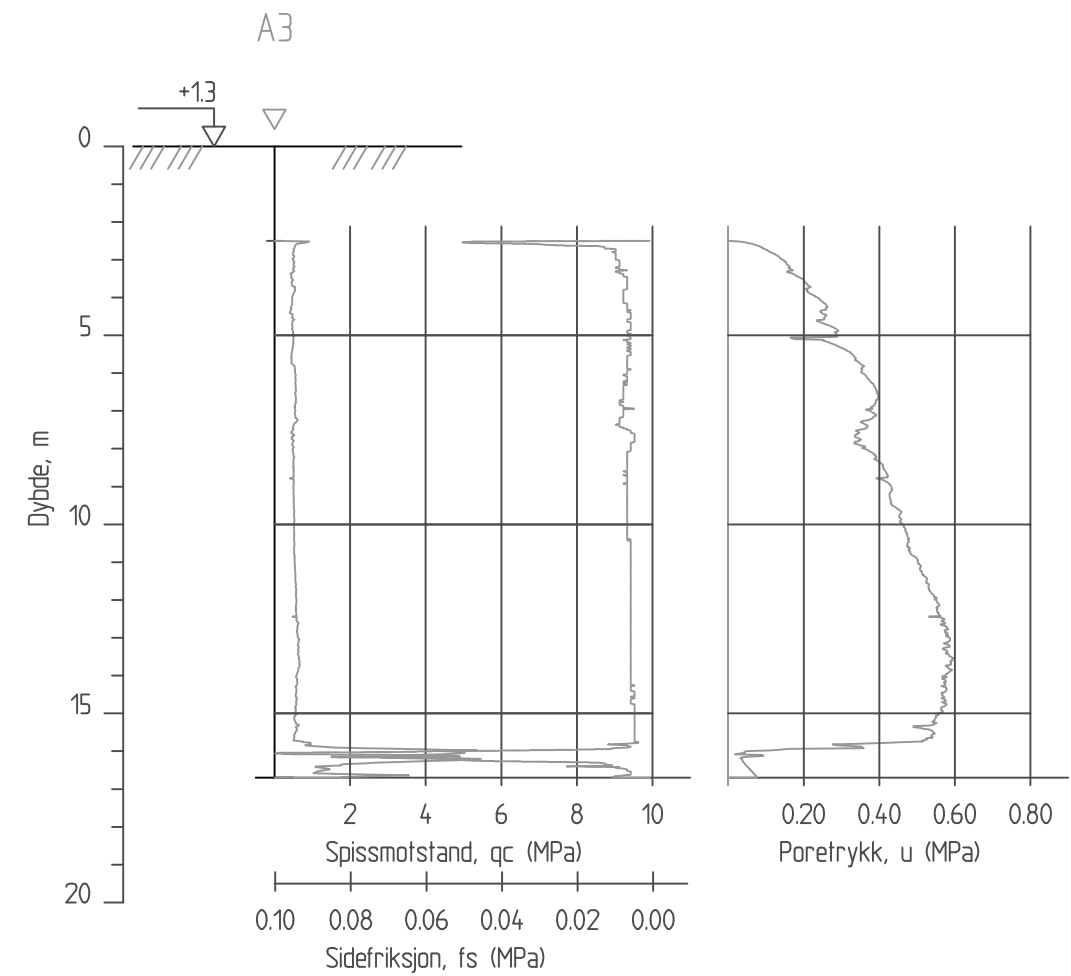
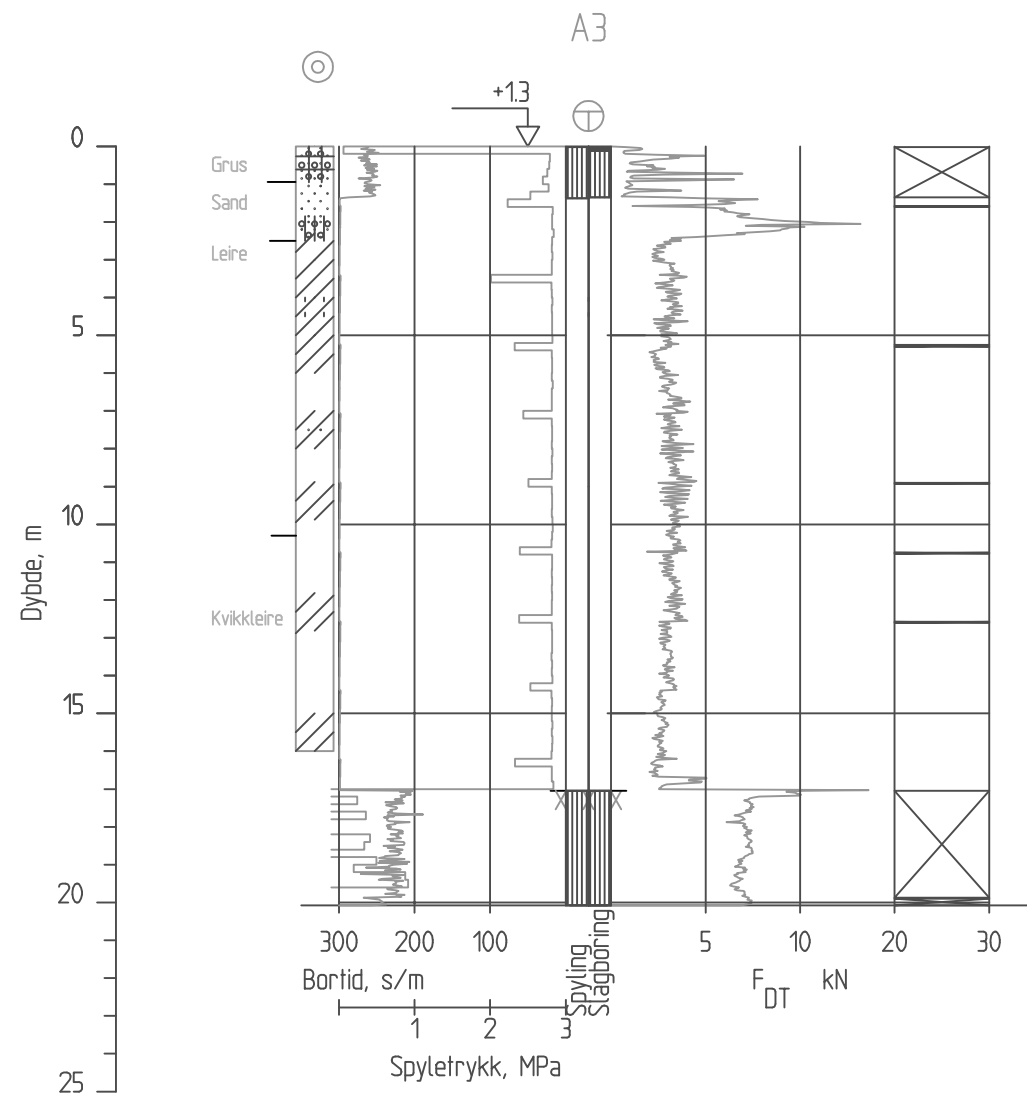
Euref 89: 05563 66242 (UTM - Sone 32 V)

RAMBOLL

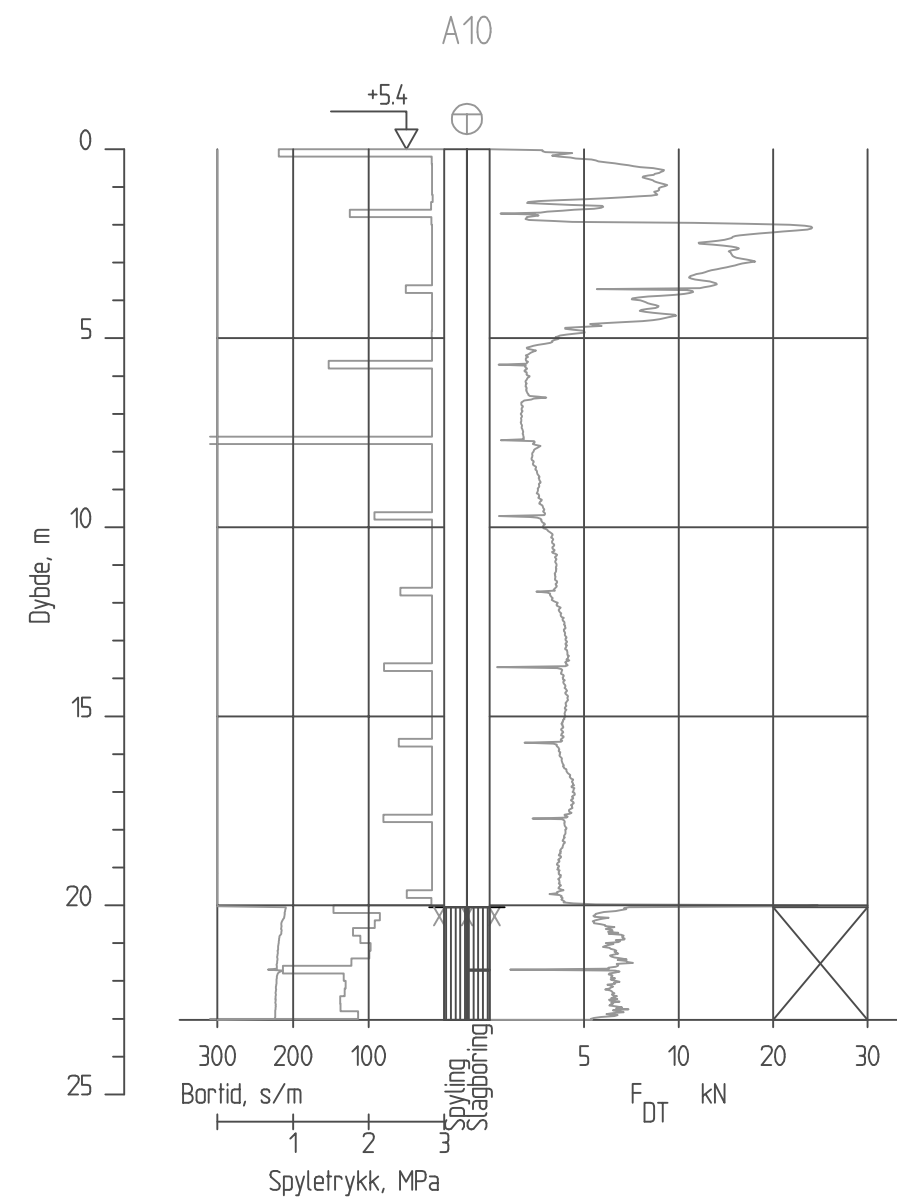
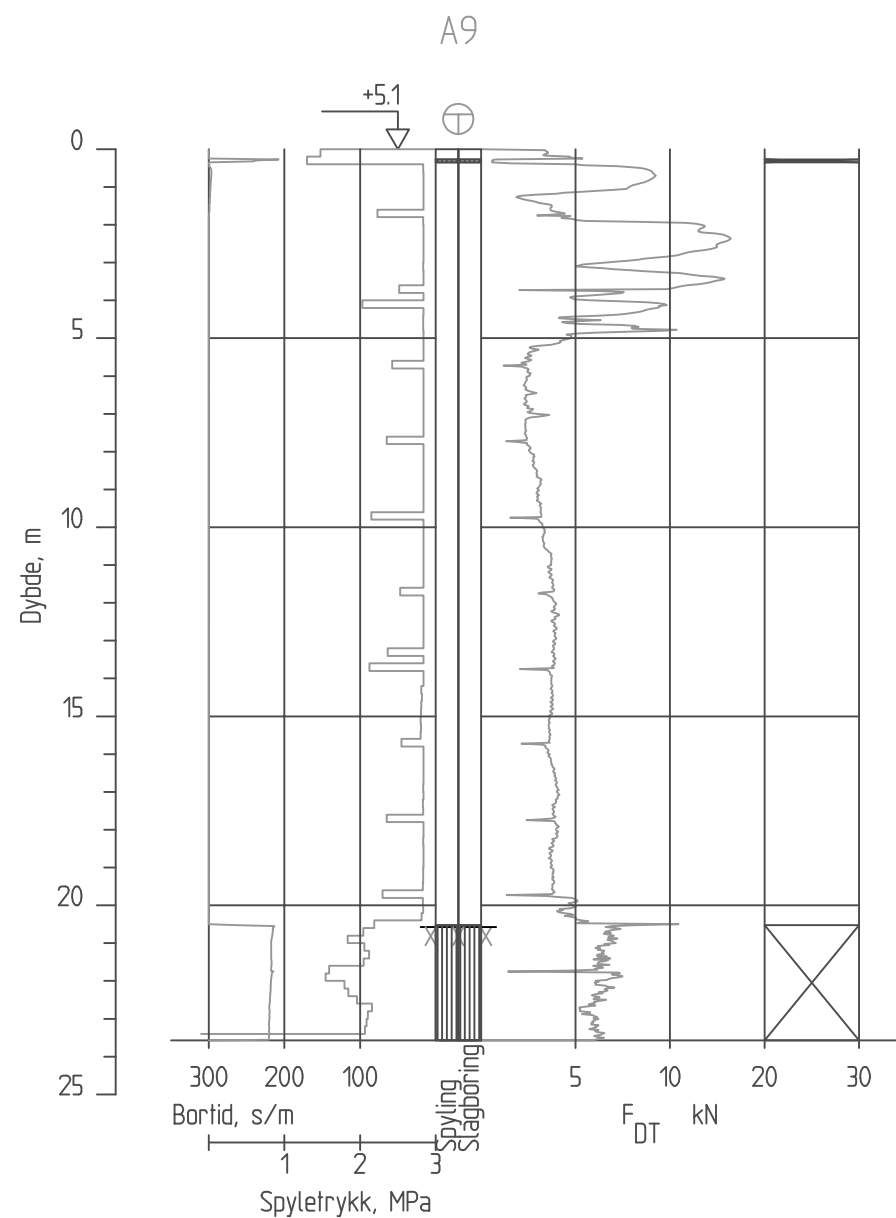
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr. Rev.

101 0



						 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 Flomsirking Nedre Eiker	INNHold Resultater borpunkt A3 Ⓢ Totalsondering ▽ CPTU-sondering ⊙ Prøveserie	OPPDRAG NR. 1130628	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	30.09.2013		ADZ	DWH	ADZ		OPPDRAGSGIVER SV region sør/Nedre Eiker kom.		TEGNING NR.		REV.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ				103		0	
TEGNINGSSTATUS												



00	30.09.2013		ADZ	DWH	ADZ
REV.	DATO	ENDRING	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

Flomsirking Nedre Eiker

OPPDRAGSGIVER

SV Region sør/Nedre Eiker kom.

INNHold

Resultater borpunkt A9 og A10

Ⓢ Totalsondering

OPPDRAG NR.

1130628

MÅLESTOKK

1:200

BLAD NR.

01

AV

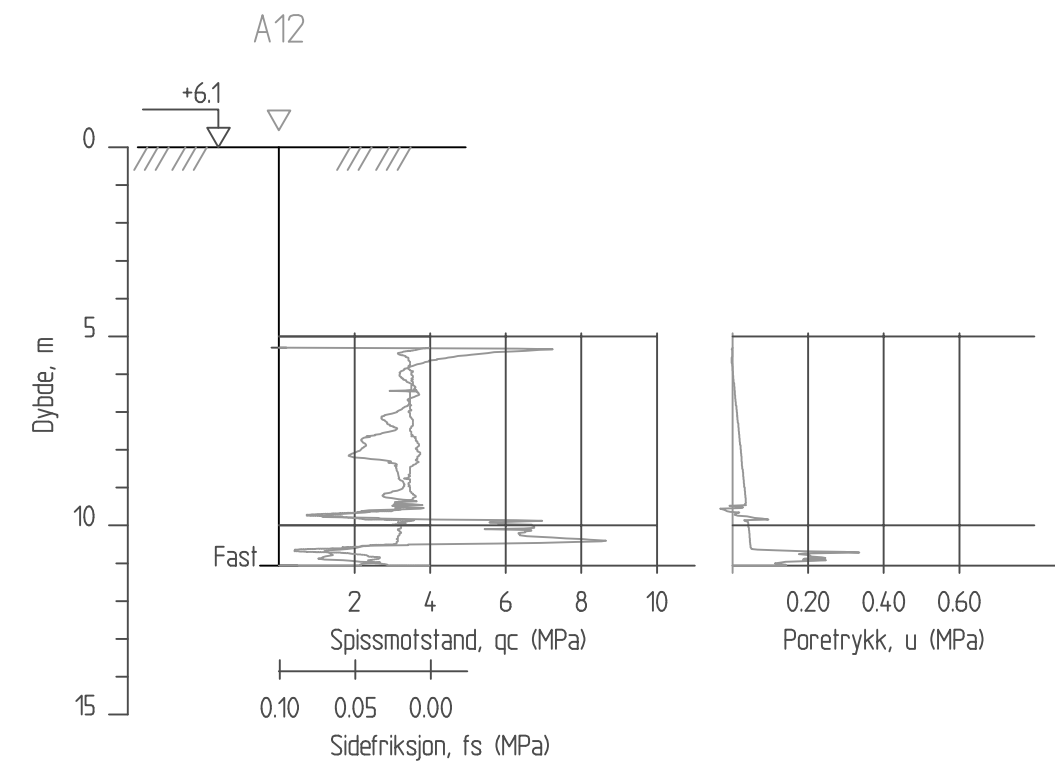
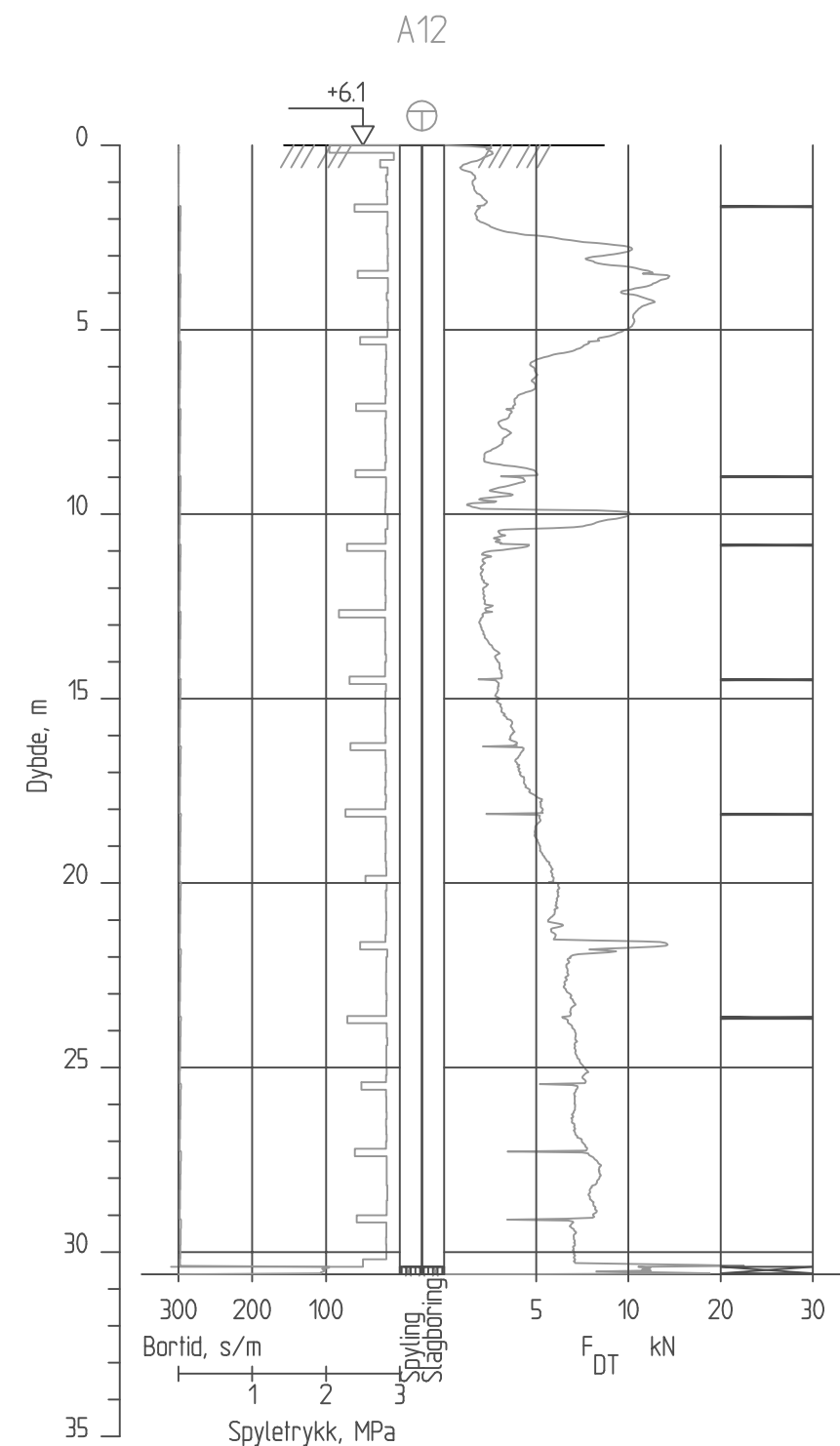
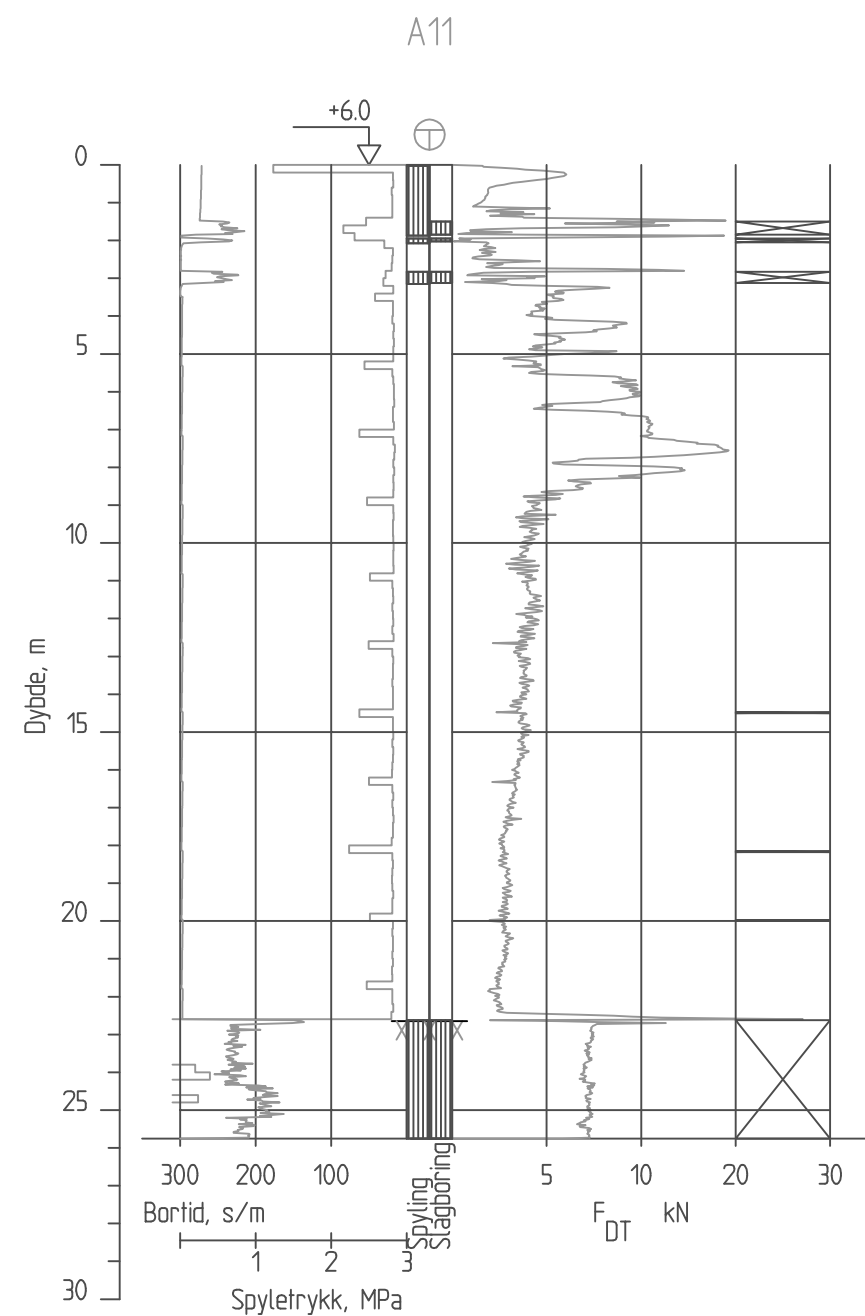
01

TEGNING NR.

104

REV.

0



00	30.09.2013		ADZ	DWH	ADZ
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



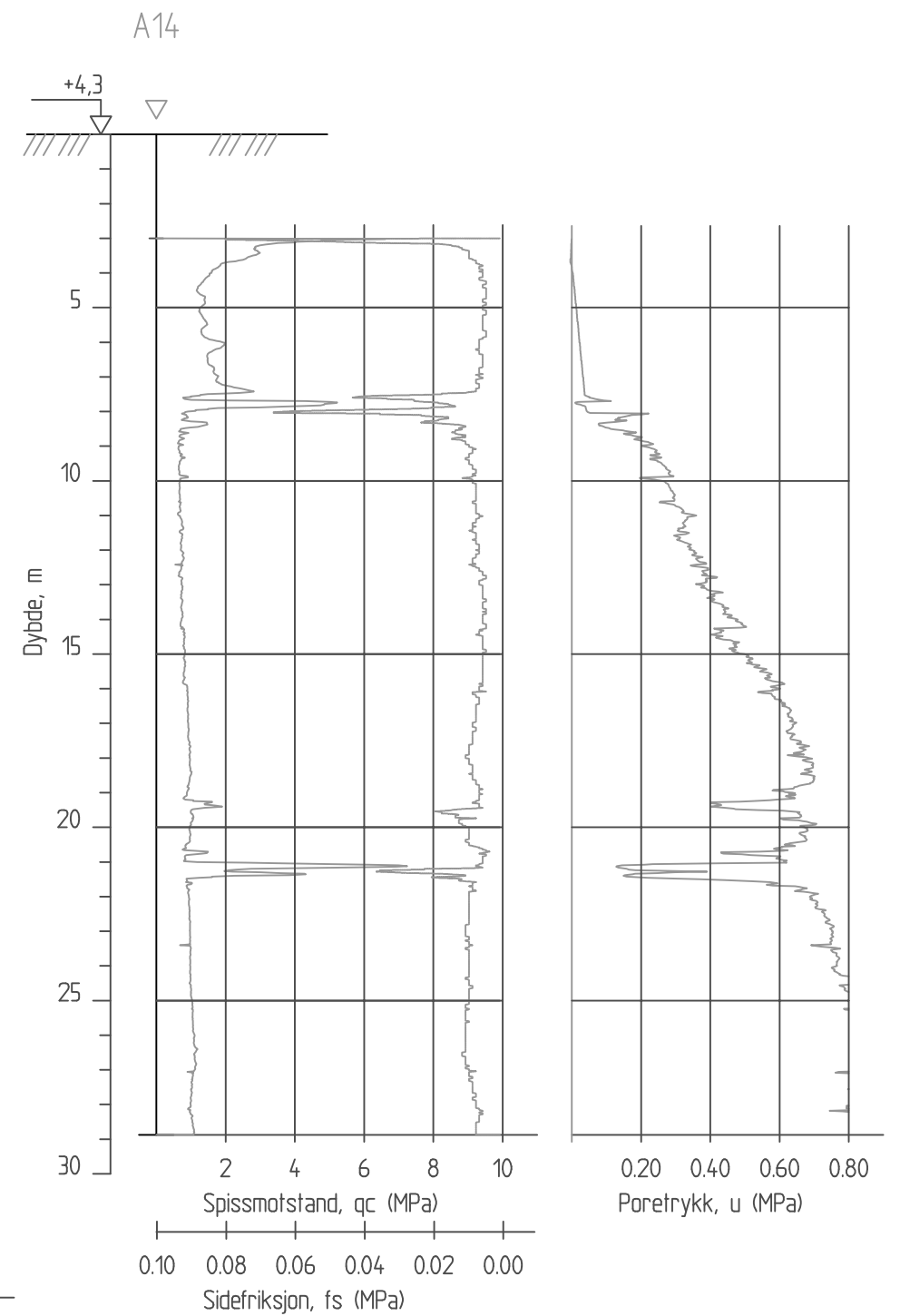
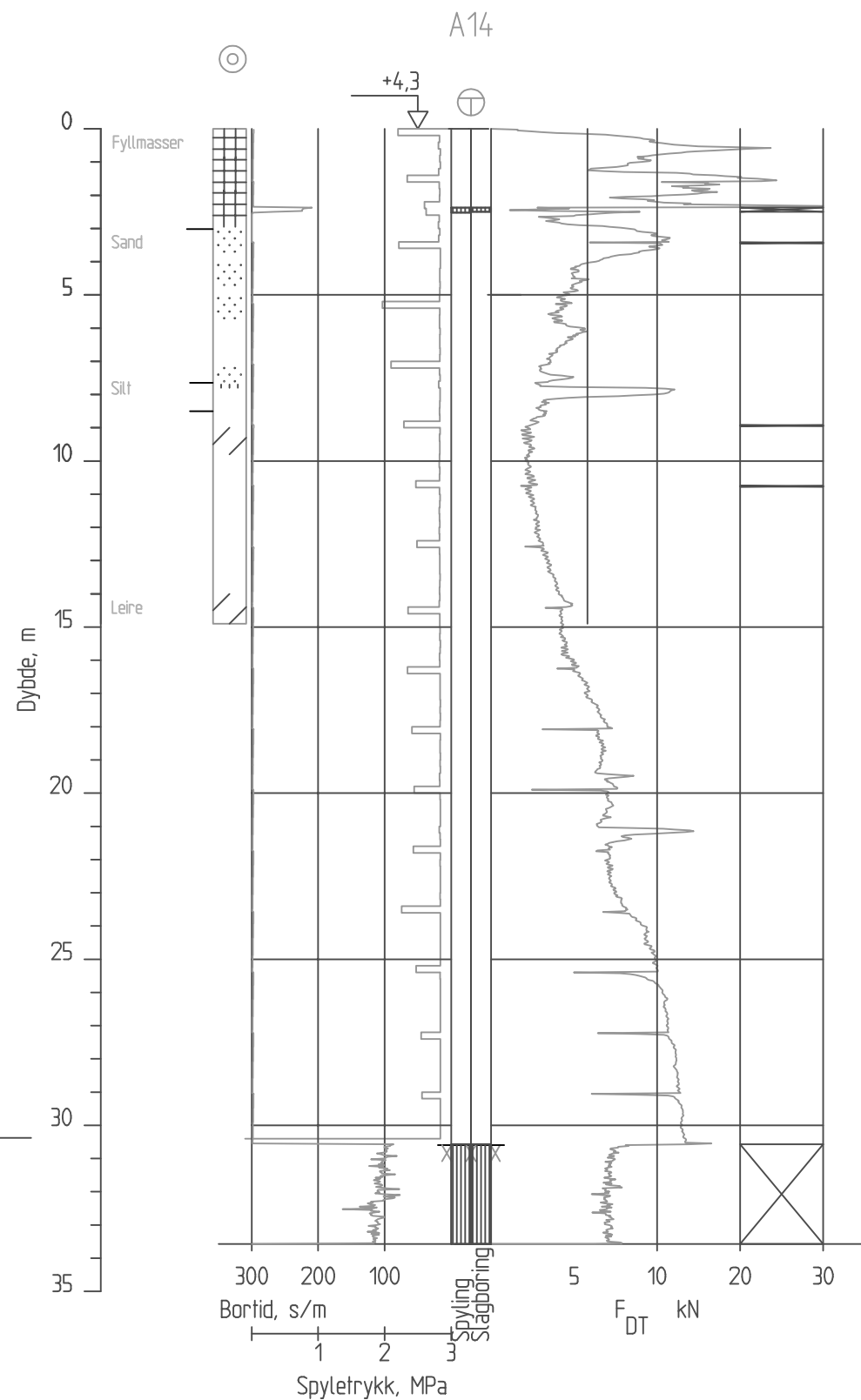
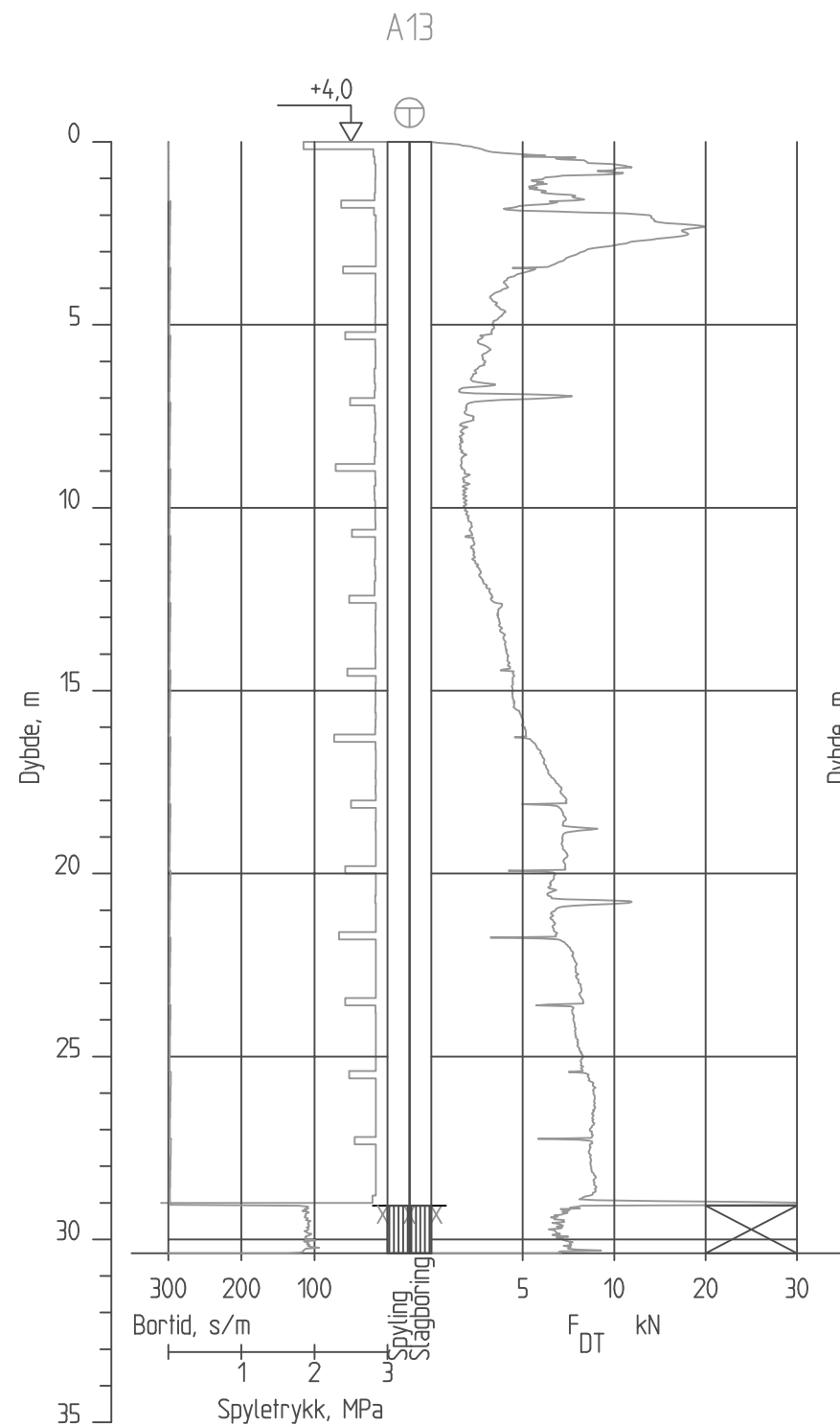
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Flomsirking Nedre Eiker

OPPDRAGSGIVER
SV Region sør/Nedre Eiker kom.

INNHold
Resultater borpunkt A11 og A12
⊕ Totalsondering
▽ CPTU-sondering

OPPDRAG NR. 1130628	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV. 0



00	30.09.2013		ADZ	DWH	ADZ
REV.	DATO	ENDRING	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

OPPDRA

Flomsikring Nedre Eiker

OPPDRA

SV region sør/Nedre Eiker kom.

INN

Resultater borpunkt A13 og A14

- ⊕ Totalsondering
- ▽ CPTU-sondering
- ⊙ Prøveserie

OPPDRA NR.
1130628

MÅLESTOKK
1:200

BLAD NR.
01

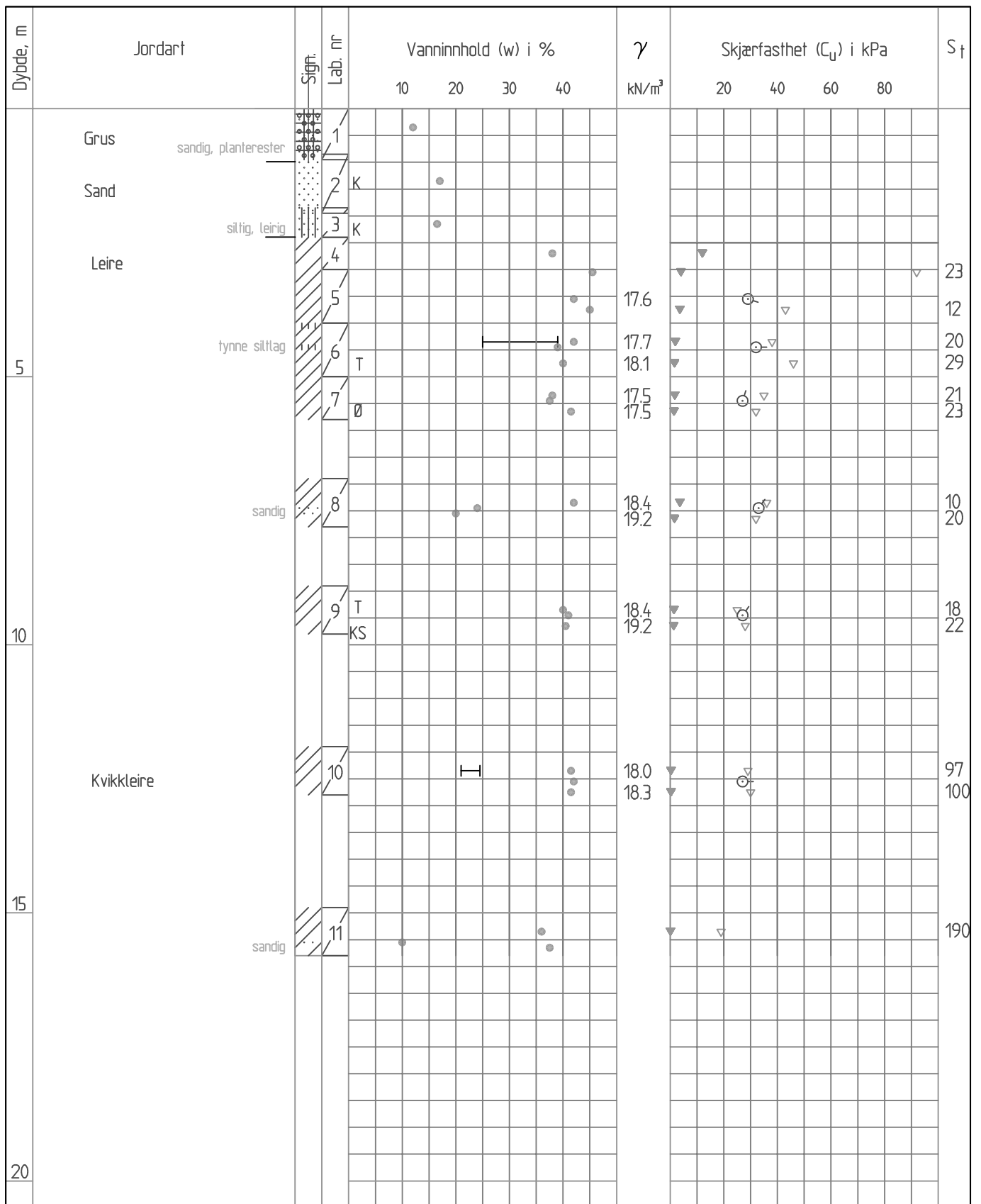
AV
01

TEGNING NR.

106

REV.

0



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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk
T= Treaksialforsøk

Konsistensgrense w_p ——— w_L
Ø= Ødometerforsøk

KS= Kalk/sement-innblandingsforsøk
K= Kornfordeling

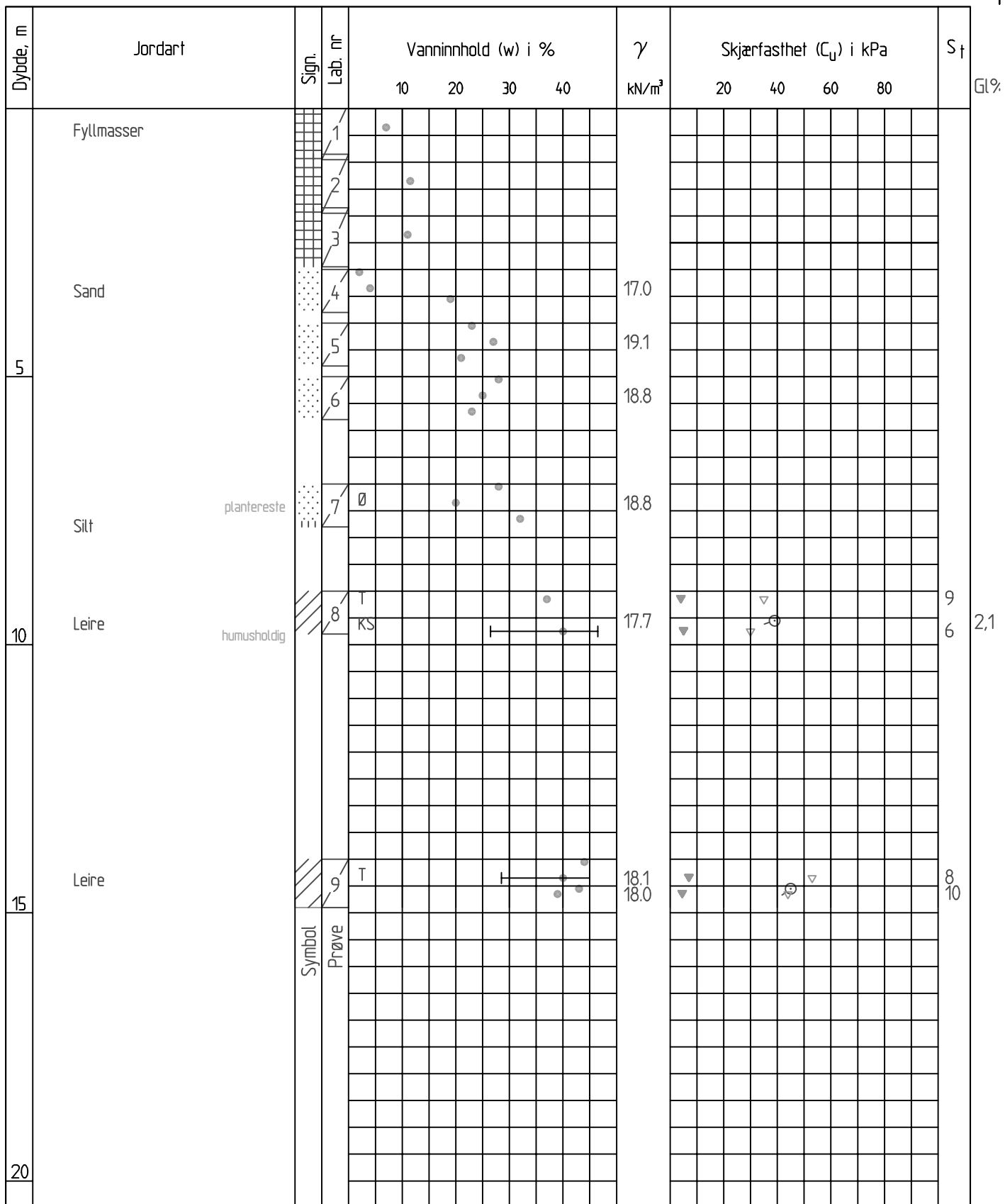
0	01.10.2013	—	ADZ	DWH	ADZ
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1130628 Målestokk: 1:100 Status: Foreløpig

Flomsikring Nedre Eiker
Statens vegvesen Region sør/Nedre Eiker kommune

BORPROFIL HULL NR.: A3
TERRENGHØYDE: 1,3 PRØVETYPE: 54mm+skovl

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. 0



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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense w_p ——— w_L
T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

KS= Kalk/sement-innblandingsforsøk
K= Kornfordeling Gl.%=Glødetap

0	30.09.2013	Prøveserie BP A14	ADZ	DWH	ADZ
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1130628 Målestokk: 1:100 Status: Foreløpig

Flomsikring Nedre Eiker
Statens vegvesen Region sør/Nedre Eiker kommune

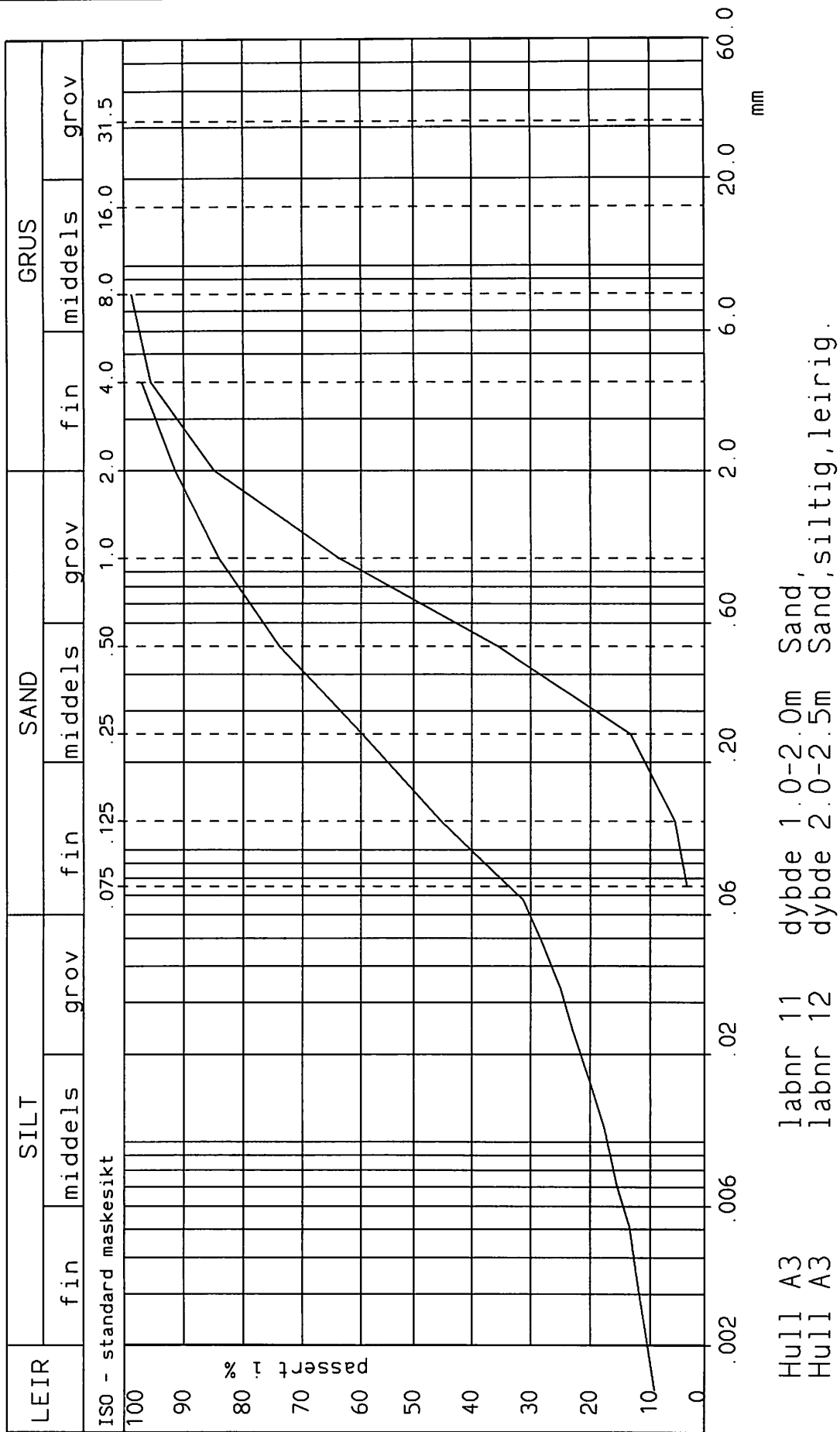
BORPROFIL HULL NR.: A14
TERRENGHØYDE: 4,3 PRØVETYPE: 54mm+skovl

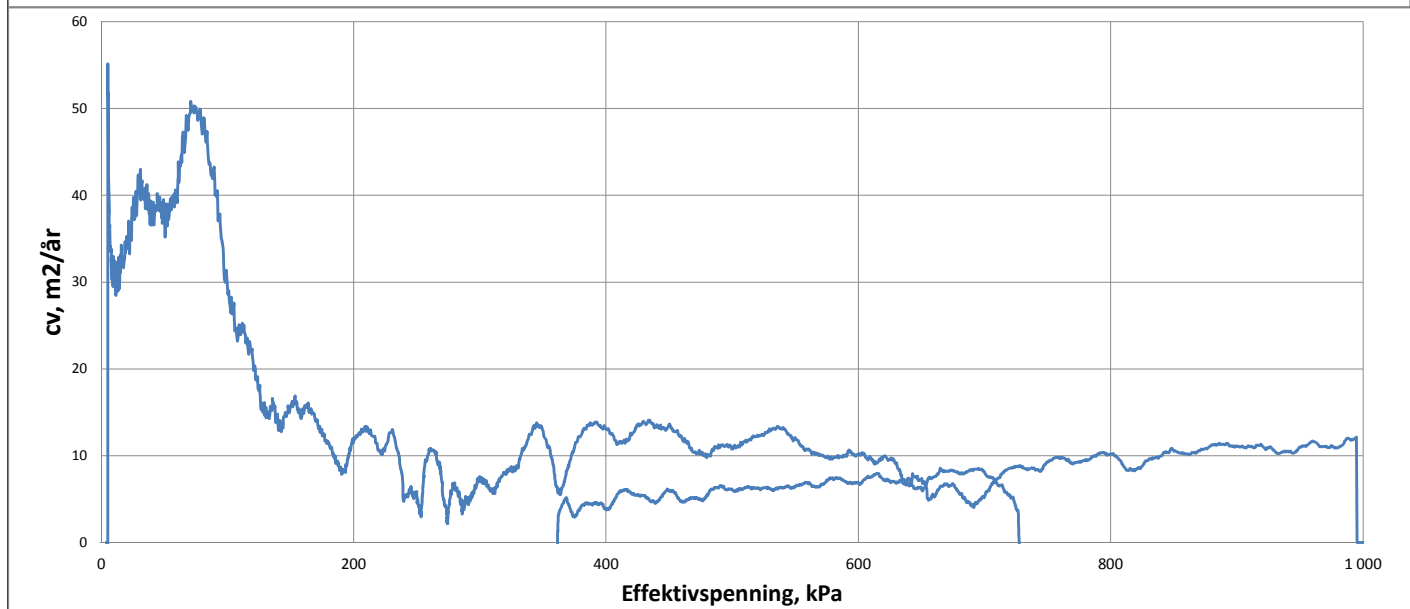
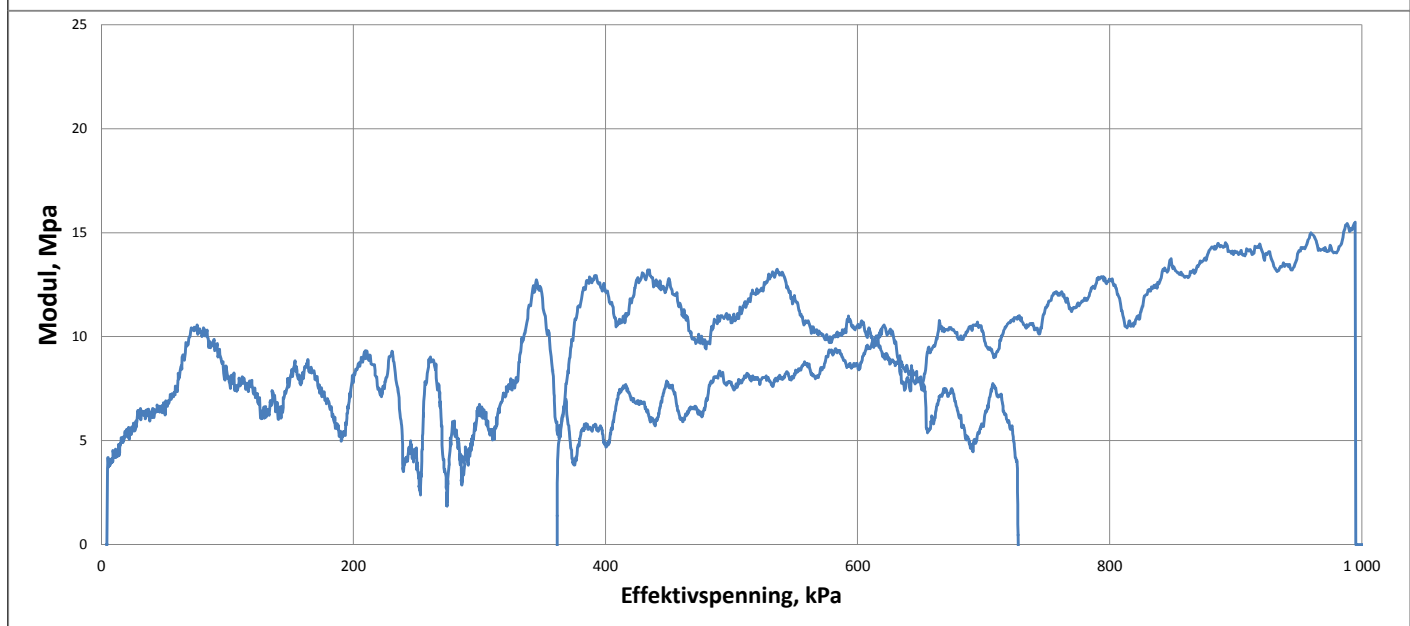
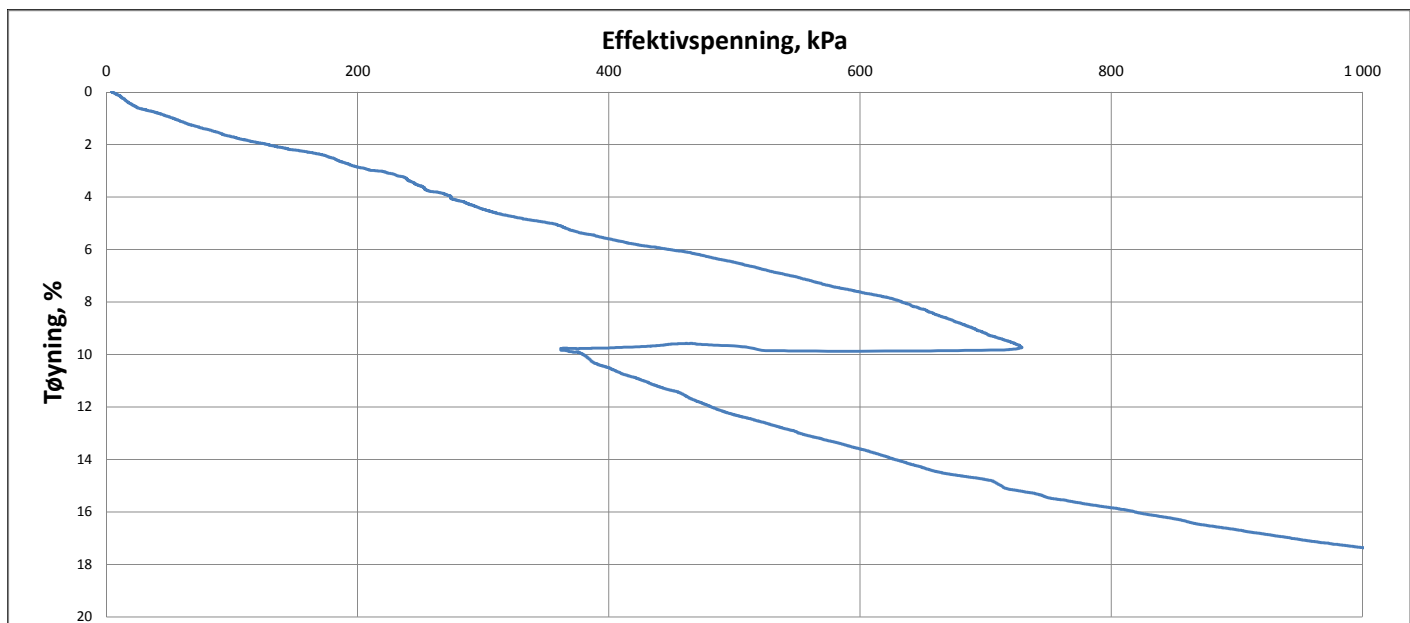
RAMBOLL

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.

108 0

	Flomsikring Nedre Eiker	Oppdragsnr.: 1130628
	Kornfordeling	Bilag 1





pkt A3 lab 16 dybde 5,50m Leire



Flomsikring Nedre Eiker

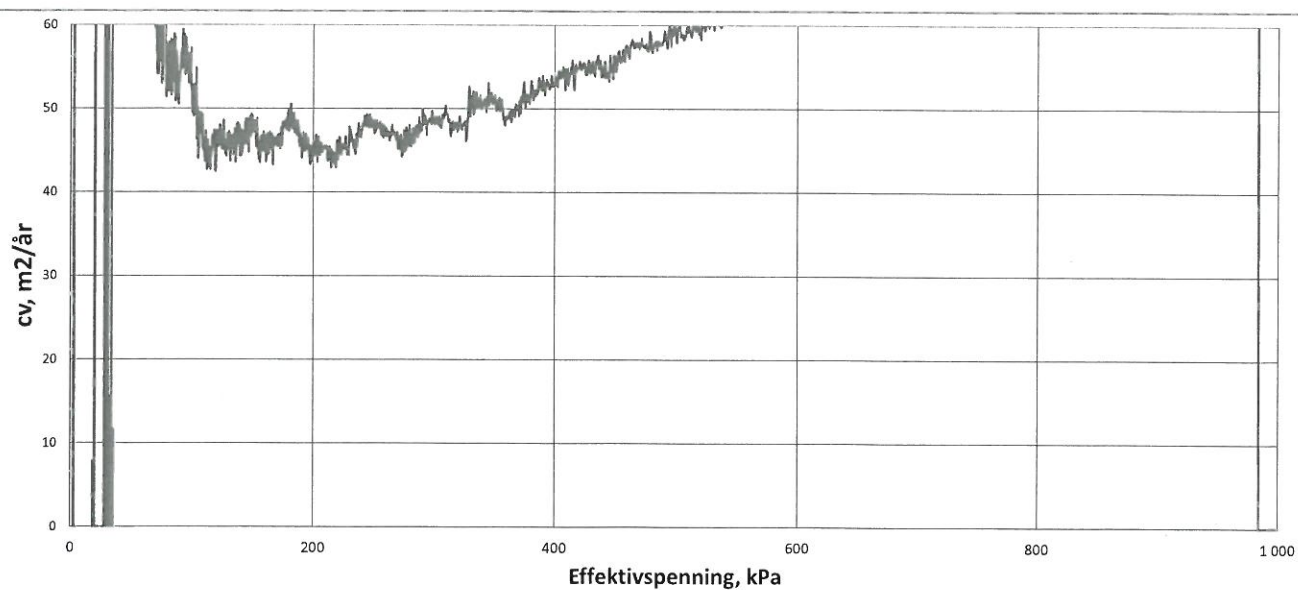
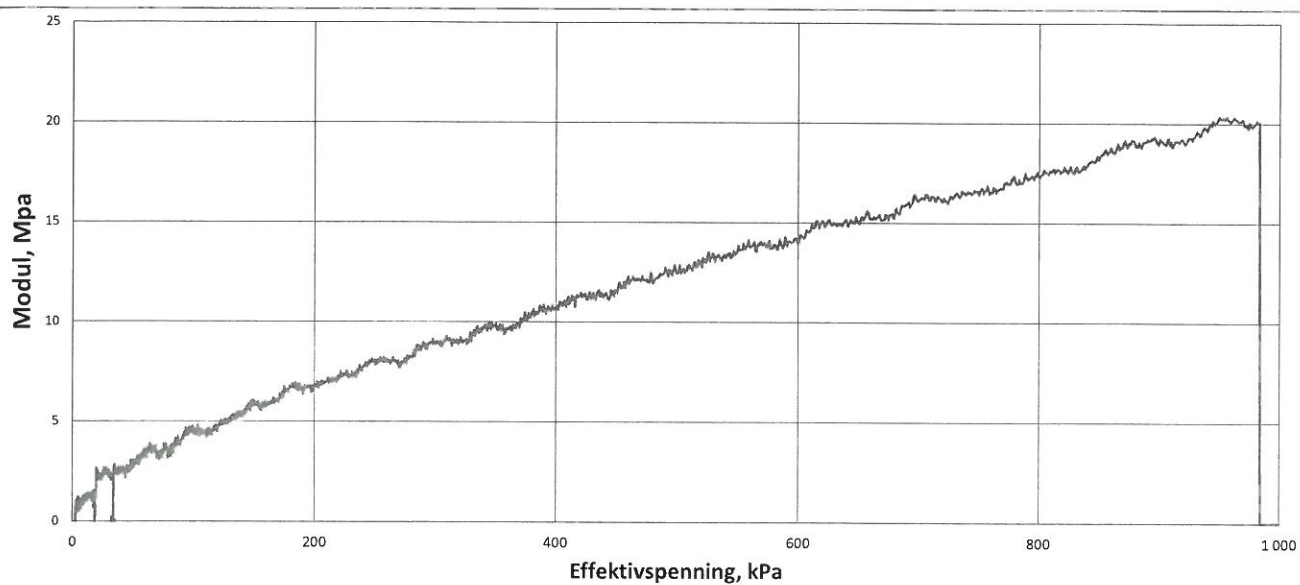
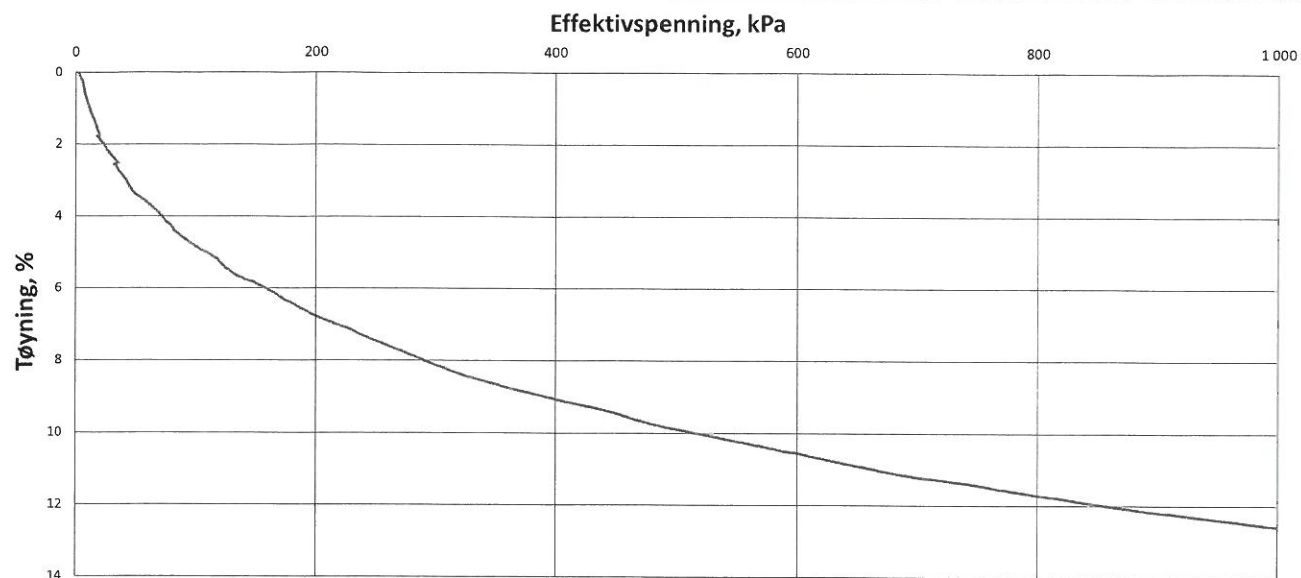
Ødometer

Tegn./kontr.
/

Dato
19.08.2013

Oppdrag
1130628

Bilag 2
side 1/2



pkt A14 lab 7 dybde 7,50m Silt og Sand

RAMBOLL

Flomsikring Nedre Eiker

Ødometer

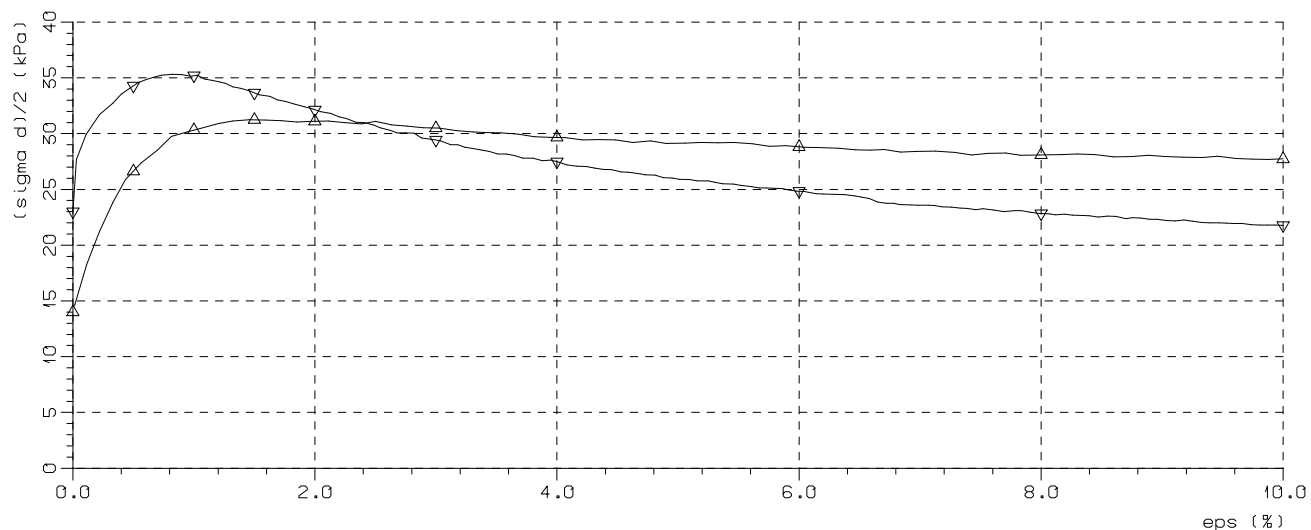
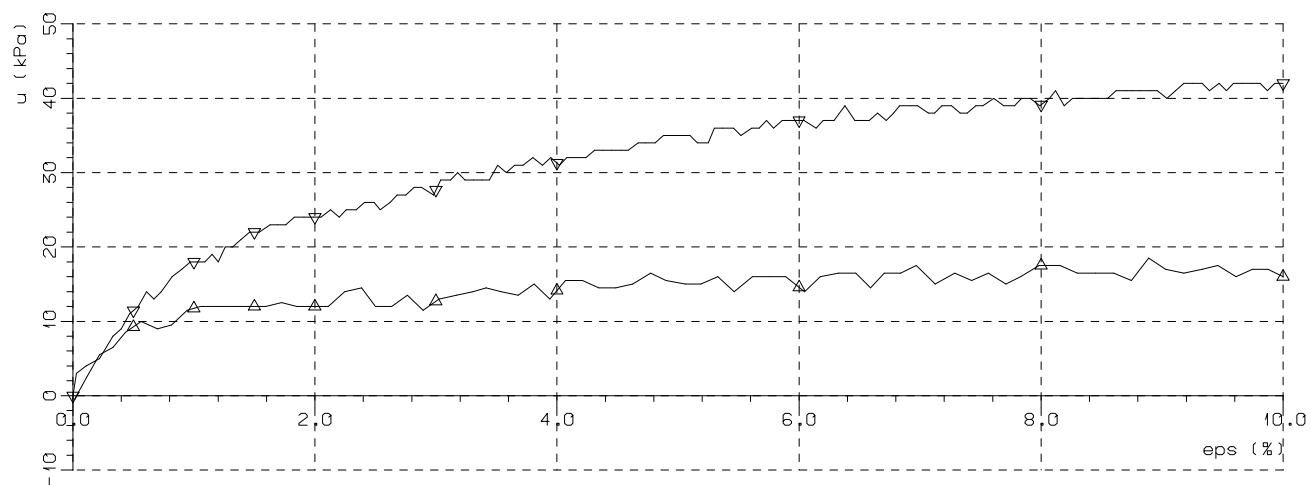
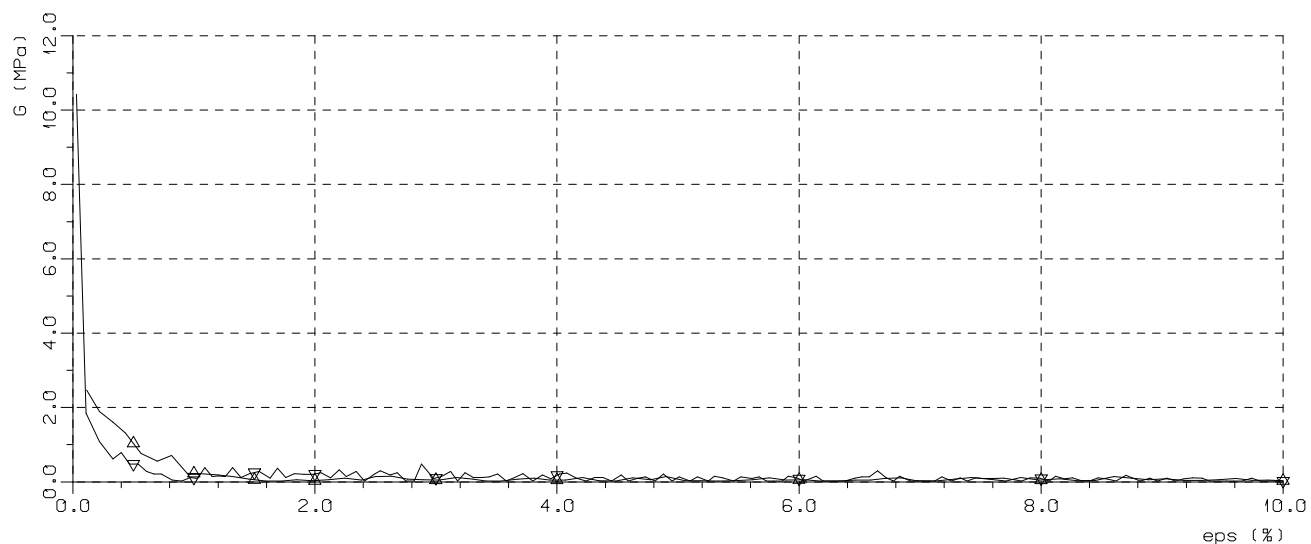
Tegn./kontr.

/

Dato
21.08.2013

Oppdrag
1130628

Bilag 2
side 2/2



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
▲	A3	4.65	15	CAUA	2.40	4	Leire
▼	A3	9.70	18	CAUA	5.10	4	Leire

TREAKSIALFORSØK

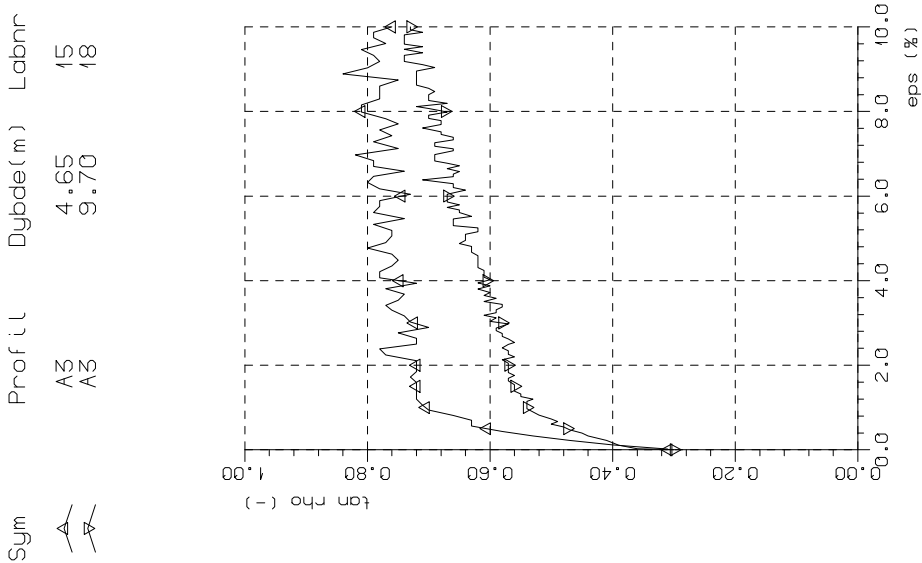
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
1130628

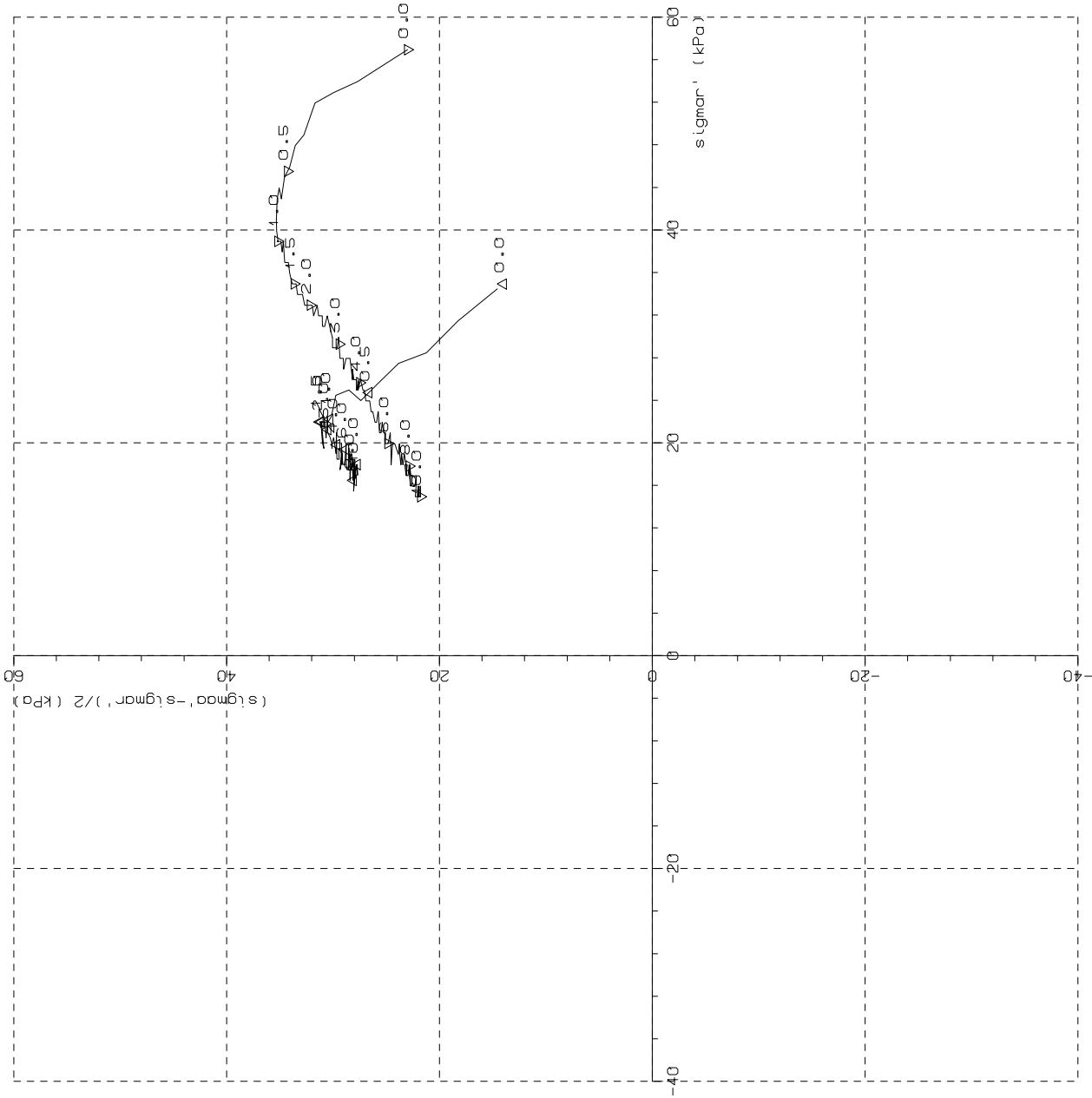
Dato
22. 8. 13

Bilag 3, side 1/6

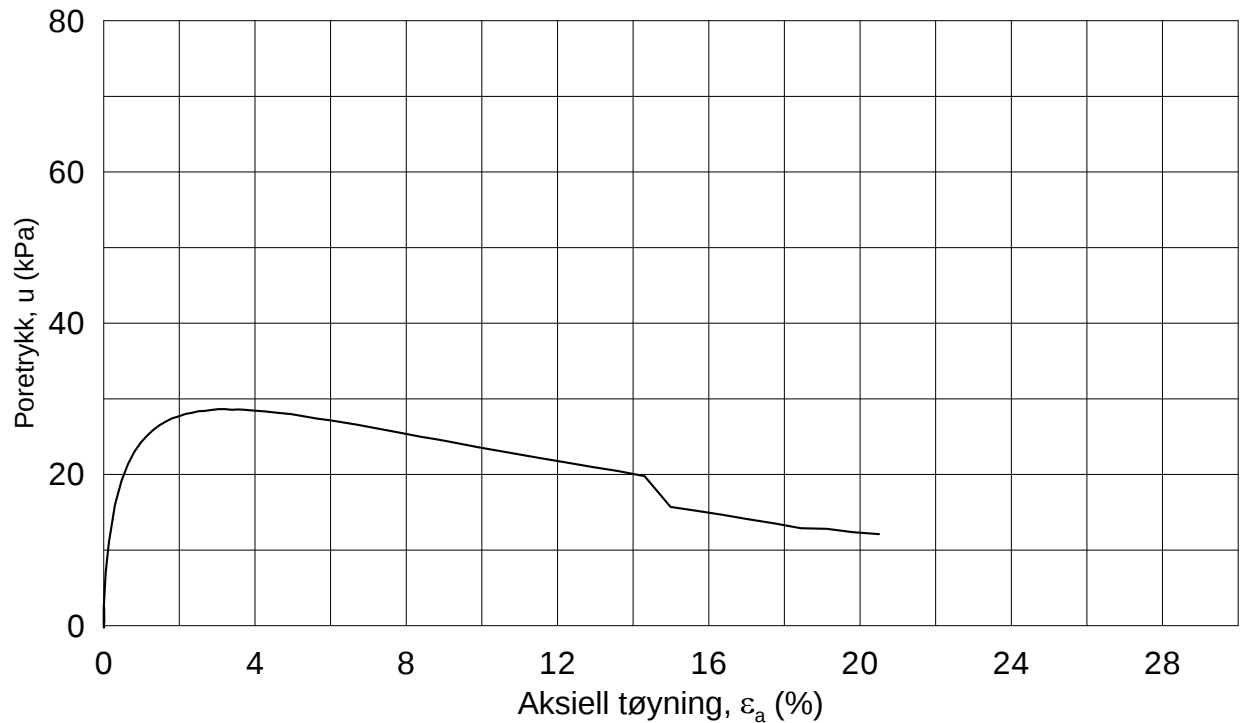
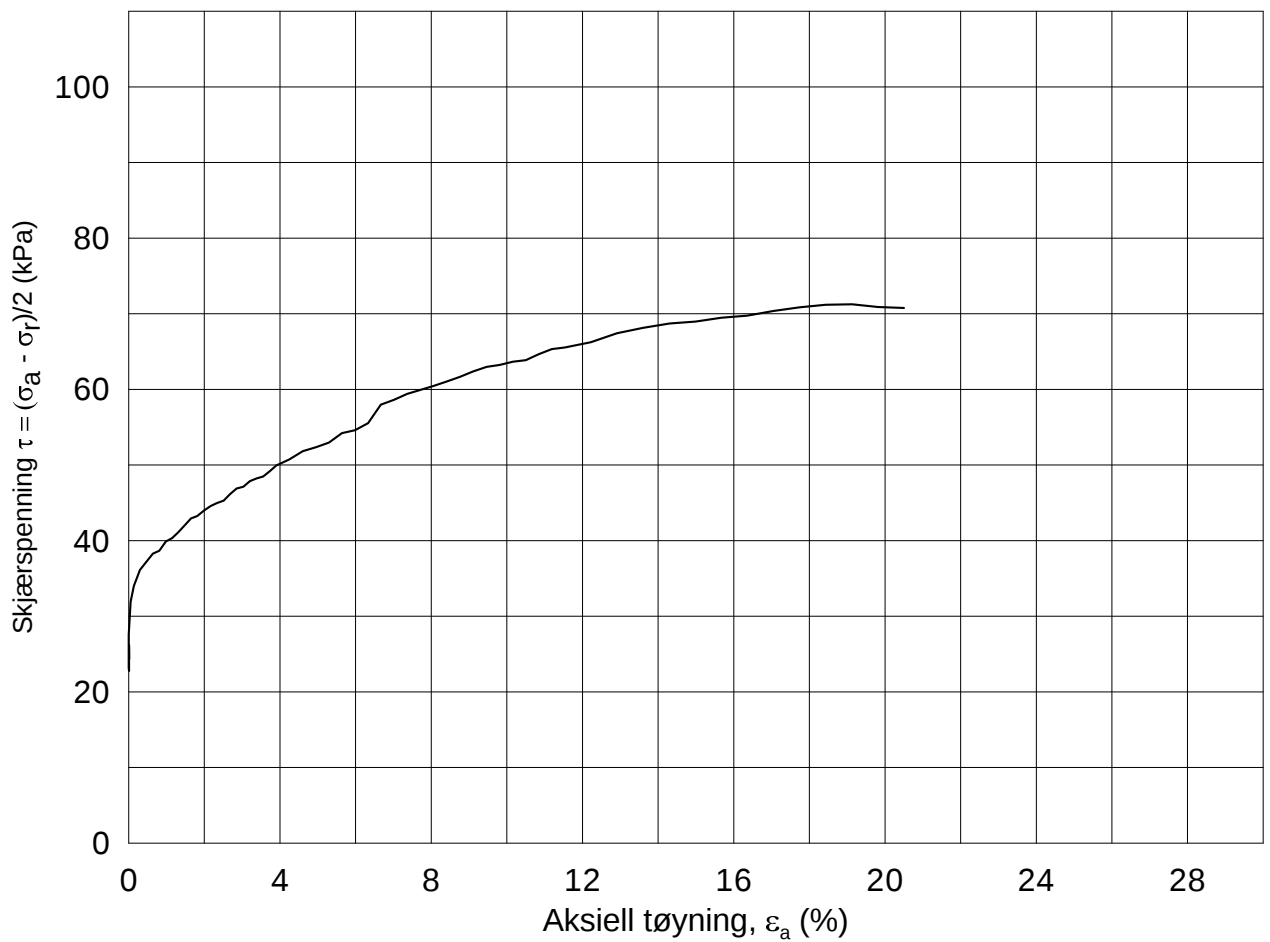
Sym	Profil	Dybde(m)	Løbnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
	A3	4.65	15	CAUA	2.40	4	Leire
	A3	9.70	18	CAUA	5.10	4	Leire



σ (kPa) = 0.00
 σ (kPa) = 0.00



TREAKSIALFORSØK



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

Flomsikring Nedre Eiker

Dokument nr.
20130015-17

Treaksial forsøk: **CAUA**

Dato
2013-09-09

Boring: **A14**

Dybde = **9.65** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **1**

$p_{o'}$ = **105.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **A**

w_i = **39.7** %

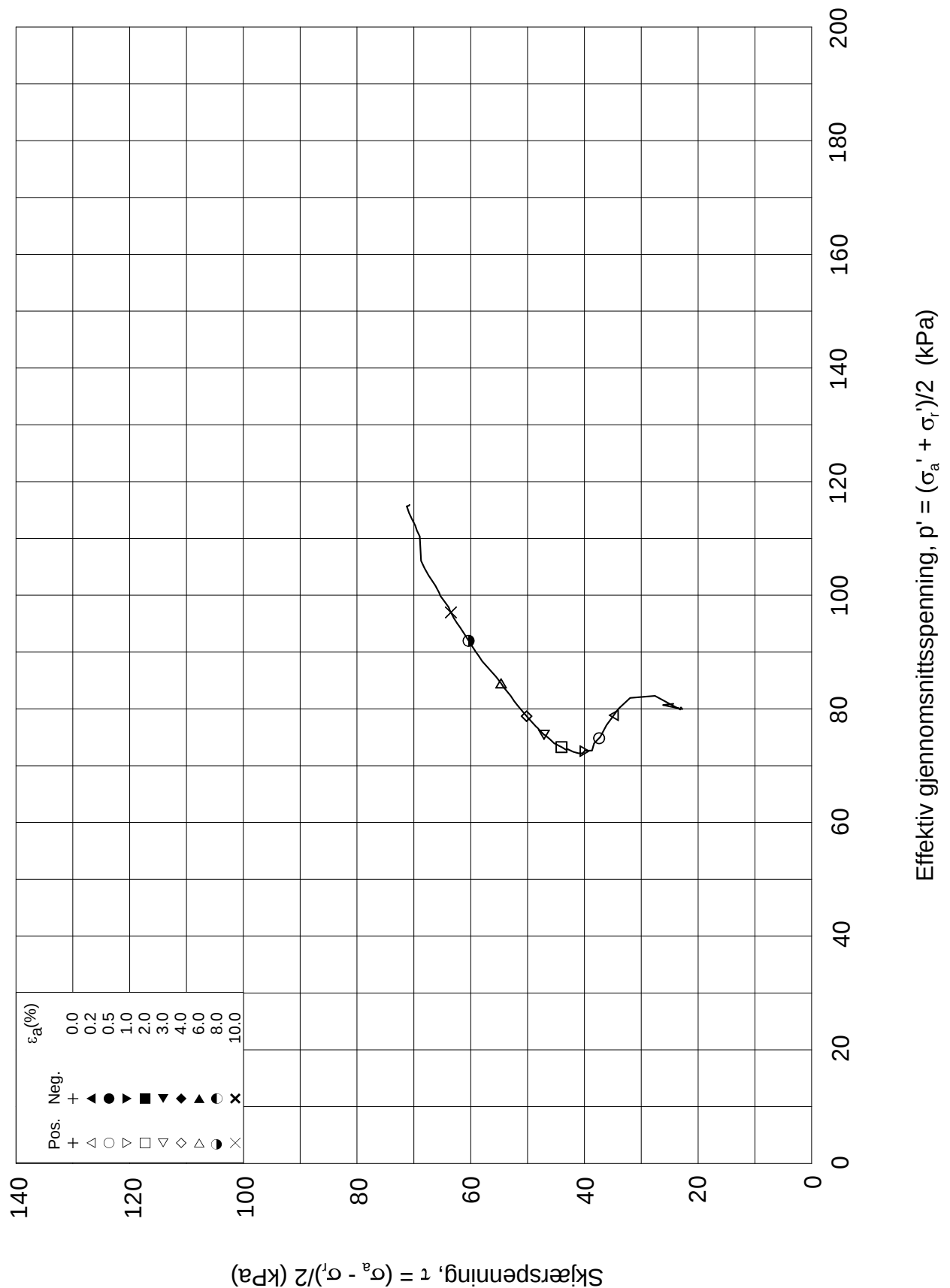
σ_{ac}' = - - **105.1**

Test: **2**

w_c = **36.9** %

σ_{rc}' = - - **57.0**

Oppdragsnr.:
1130628
Bilag 3, side 3/6



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

Flomsikring Nedre Eiker

Dokument nr.
20130015-17

Treaksial forsøk: CAUA

Dato
2013-09-09

Boring: A14

Sylinder: 1

Del: A

Test: 2

Dybde = 9.65 m

 $p_{o'}$ = 105.0 kPa w_i = 39.7 % w_c = 36.9 %

Konsolidering-spenninger

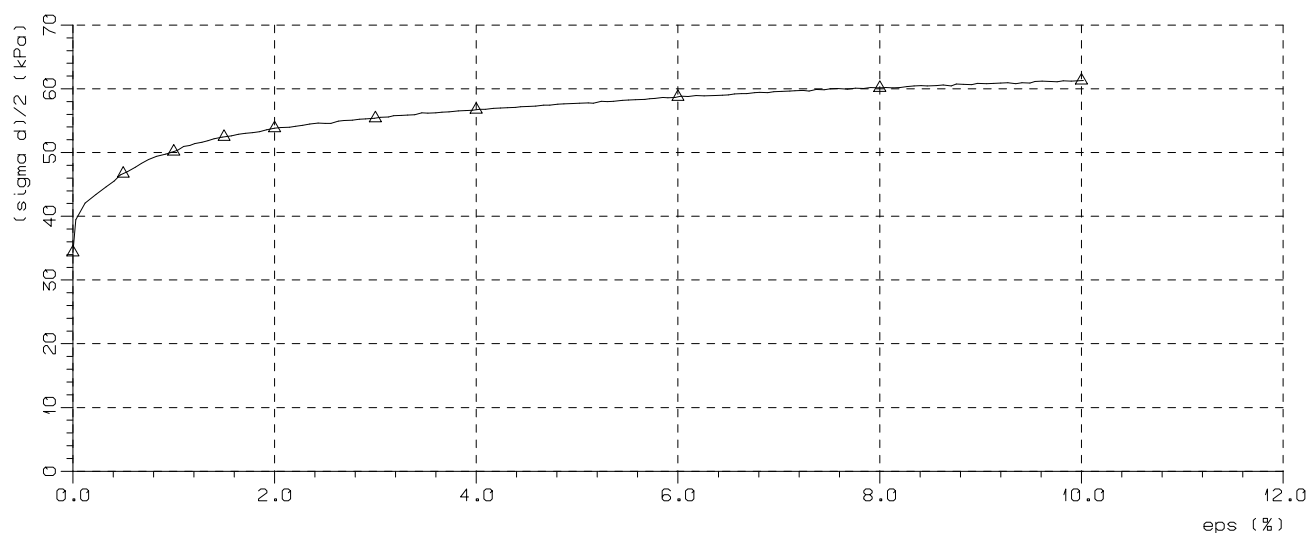
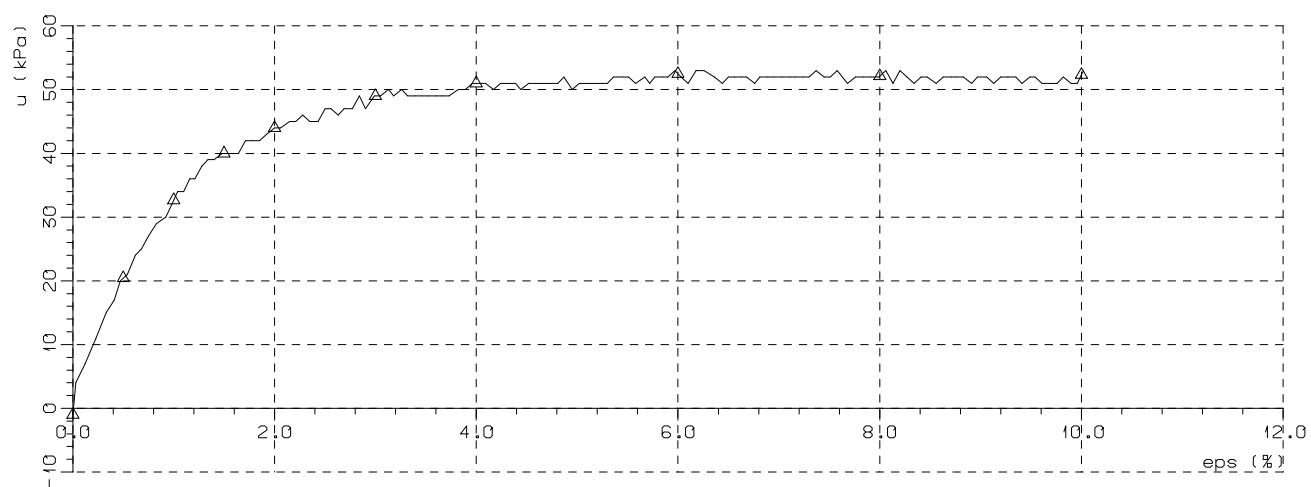
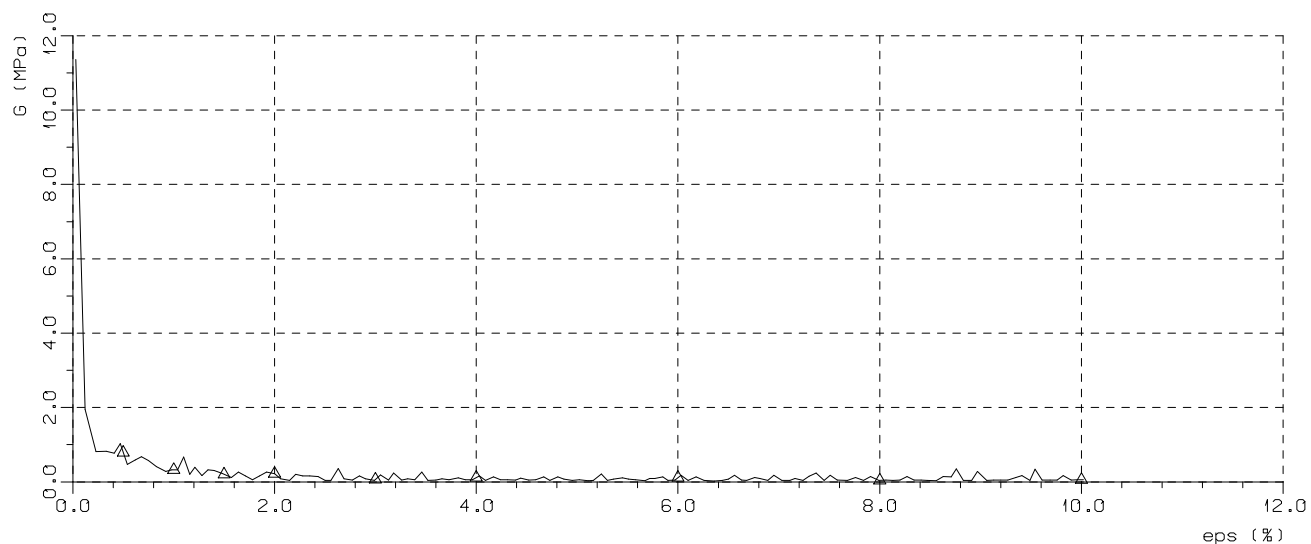
(kPa) maks. min. endelig

 σ_{ac}' = - - 105.1 σ_{rc}' = - - 57.0

Oppdragsnr.:

1130628

Bilag 3, side 4/6



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
	A14	14.60	09	CAUA	11.80	4	Leire

TREAKSIALFORSØK

Oppdr.nr.
6130964

Dato
26. 8. 13

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Bilag 3, side 5/6

Sym A

Profil A14

Dybde(m) 14.60

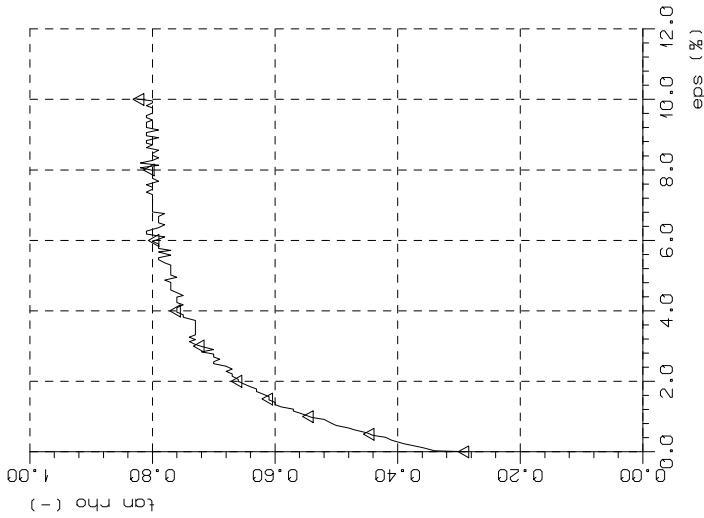
Labnr 09

Forsøkstype CAUA

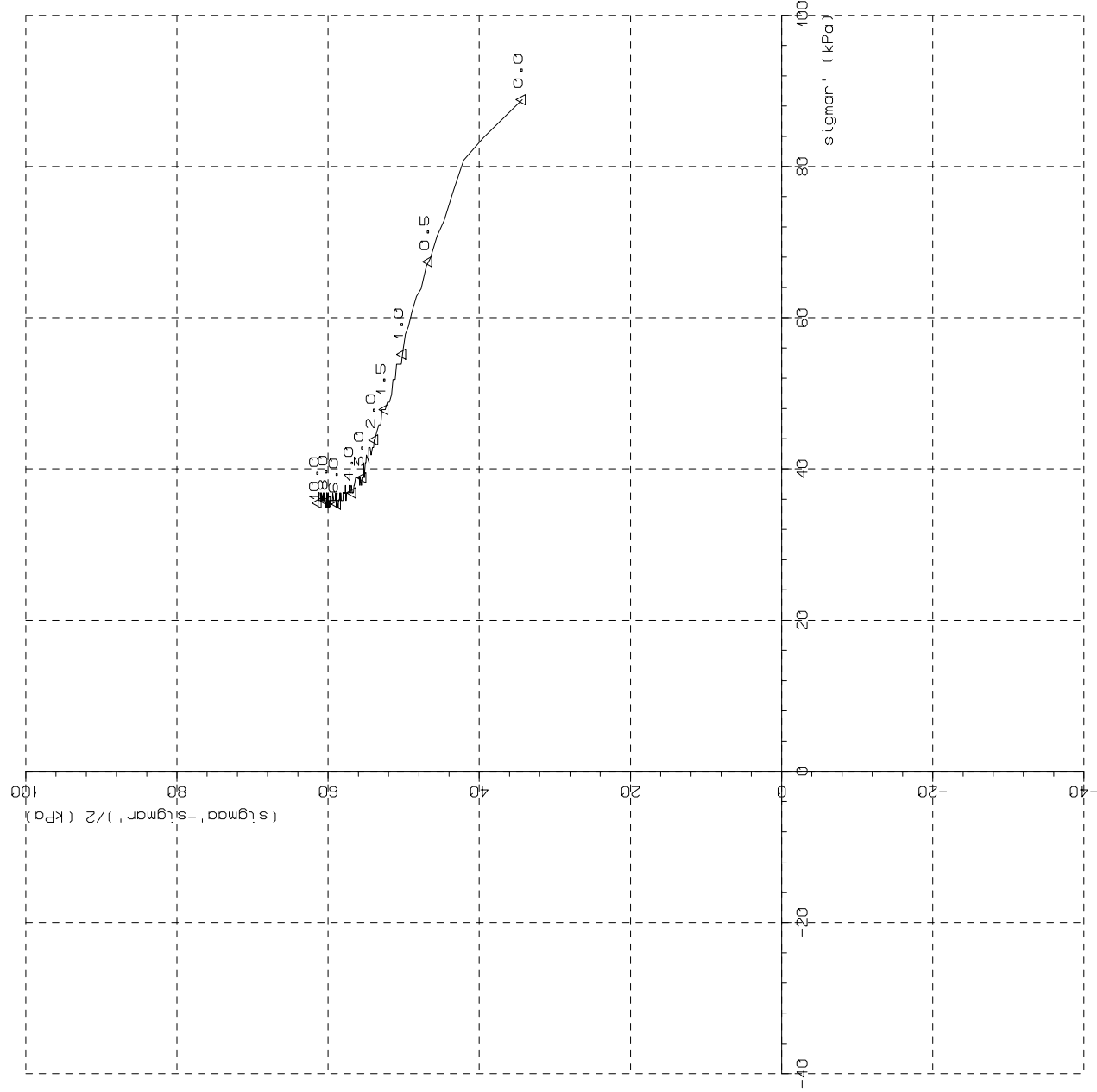
dV(cm³) 11.80

Korr. 4

Kommentar Lette

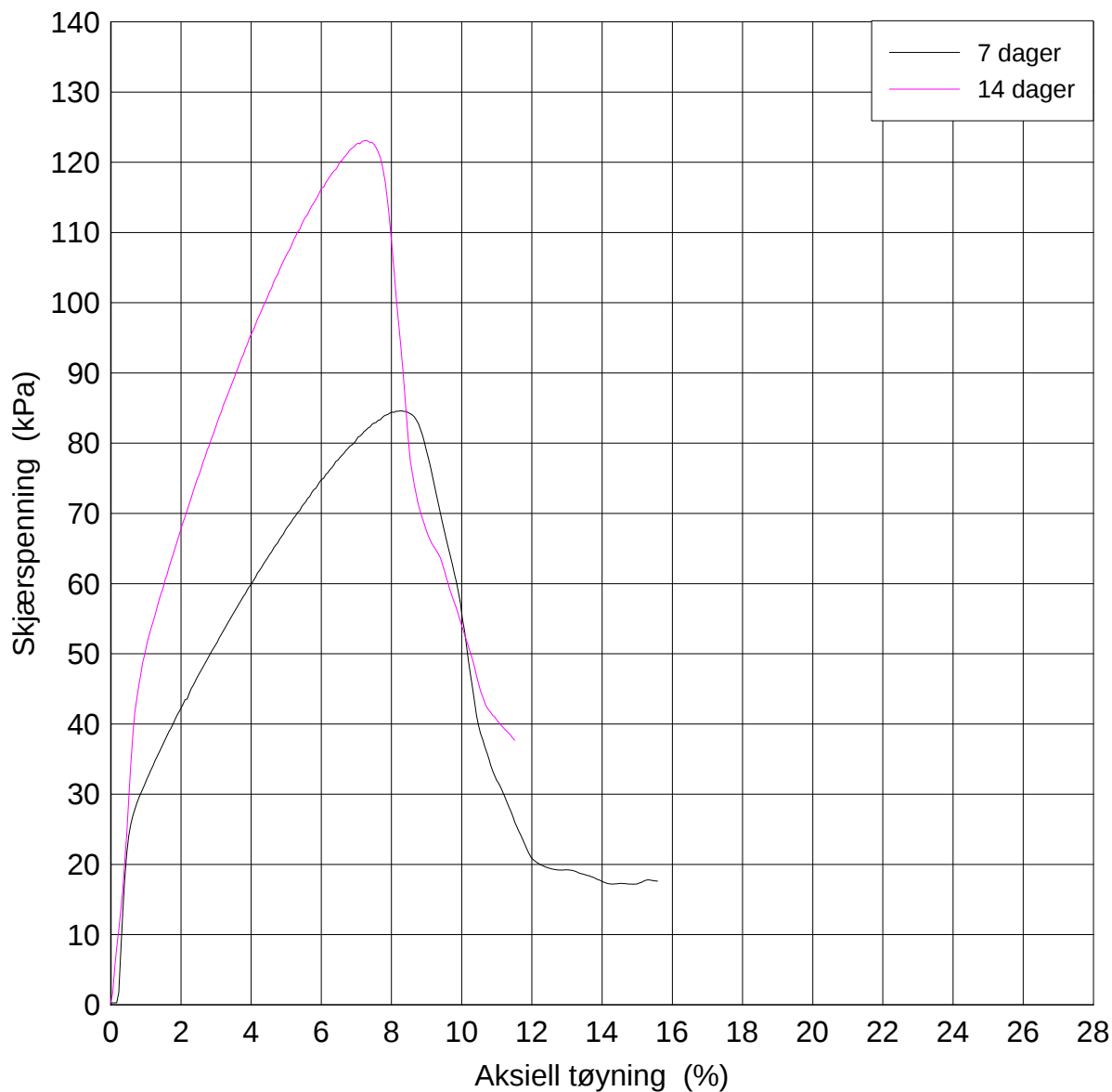


σ (kPa) = 0.00



Flomsikring Nedre Eiker

50% Kalk / 50 % Sement. Total innblanding 100 kg/m³



7 dager - $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 $w_i = 36.20 \%$

14 dager - $\gamma = 18.32 \text{ kN/m}^3$
 $w_i = 37.00 \%$

Date/Rev.: 2009-08-04/03

K/S innblandingsforsøk- 1130628

Dokument nr.
20130015-17

Enaksialt trykkforsøk

Dybde = 9.2-10 m

Borhull: A3 Sylinder: 1

$\gamma =$ kN/m³

Part: - Test: -

$w_i =$ %

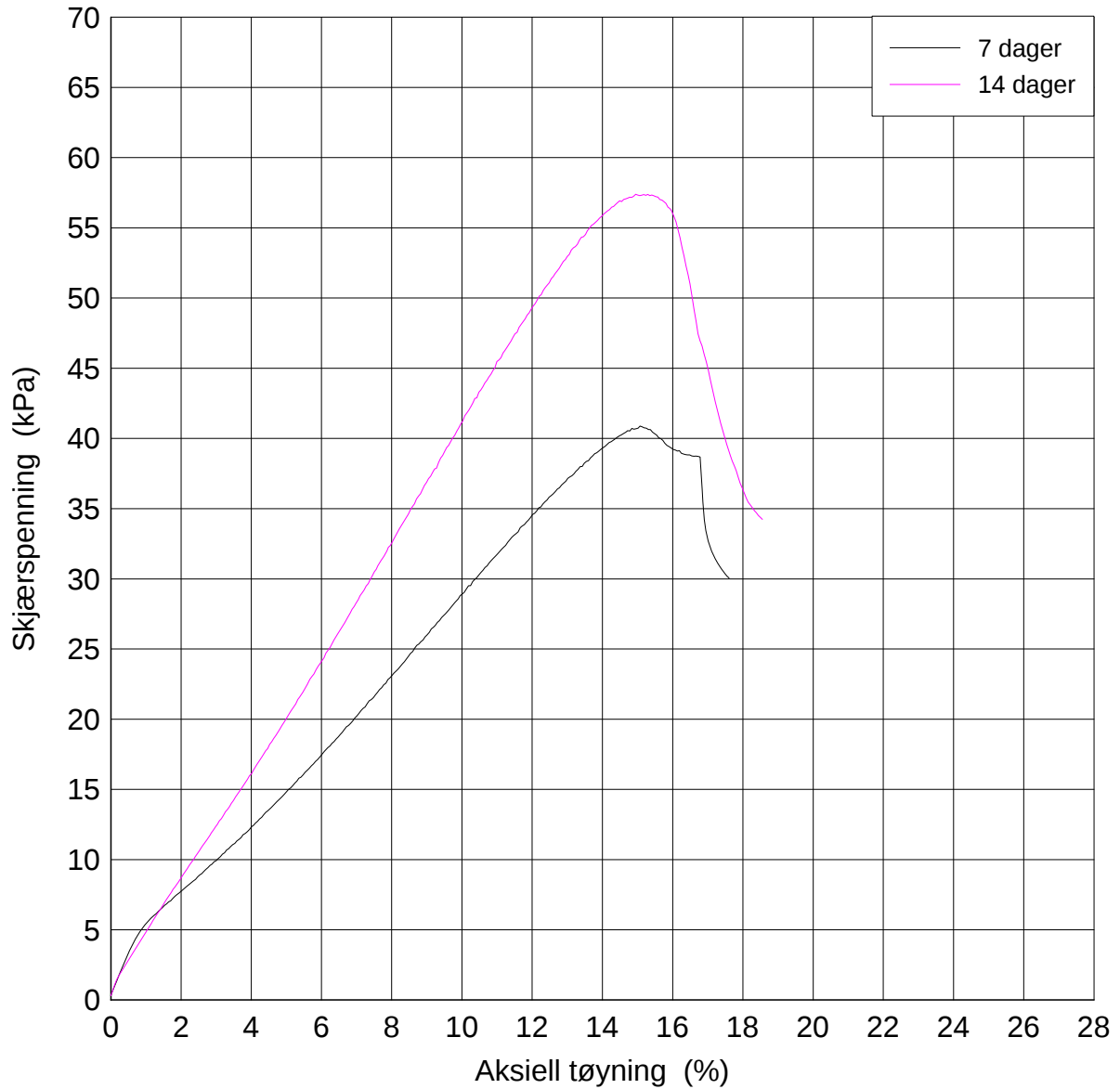
Dato
2013-09-25

Bilag 4
side 1/2

Tegner
FI/



50% Kalk / 50 % Sement. Total innblanding 100 kg/m³



7 dager - $\gamma = 18.87 \text{ kN/m}^3$
 $w_i = 32.20 \%$

14 dager - $\gamma = 18.87 \text{ kN/m}^3$
 $w_i = 32.70 \%$

Date/Rev.: 2009-08-04/03

K/S innblandingsforsøk- 6130964

Dokument nr.
20130015-17

Enaksialt trykkforsøk

Dybde = 9.2-10 m

Borhull: A14 Sylinder: 1

$\gamma =$ kN/m³

Part: - Test: -

$w_i =$ %

Dato
2013-09-25

Bilag 4
Side 2/2

Tegner
FI/



DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	13.08.2013	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]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	A3	Dato:	27.06.2013
Borleder:	Riise, Jonas	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	17,4
Forboring [m]:	2,5	Sondetemperatur slutt [°C]:	8,5
Sum boring [m]:	16,4	Kontroll skriver [m]:	15,7
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,6
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,7115	0,1021	0,1122
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0092	0,2	0
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	14,4838	0,3123	0,1316
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: Statens vegvesen Region sør Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Flomsikring Nedre Eiker	
Borpunkt nr:	A3	Sonde:	4353
	Dato: 07.10.2013	Tegnet: Aiga de Zeeuw	Kontrollert: DWH
	Oppdragsnr.: 1130628	Bilag nr.: 5 (side1/3)	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	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]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	A12	Dato:	14.08.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	16,9
Forboring [m]:	5,3	Sondetemperatur slutt [°C]:	10,6
Sum boring [m]:	11,1	Kontroll skriver [m]:	11,1
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,6
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,3351	0,0723	0,0794
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0183	0,1	0
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	22,2074	0,1825	0,0988
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: Statens vegvesen Region sør Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Flomsikring Nedre Eiker	
Borpunkt nr:	A12	Sonde:	4353
	Dato: 07.10.2013	Tegnet: Aiga de Zeeuw	Kontrollert: DWH
	Oppdragsnr.: 1130628	Bilag nr.: 5 (side2/3)	

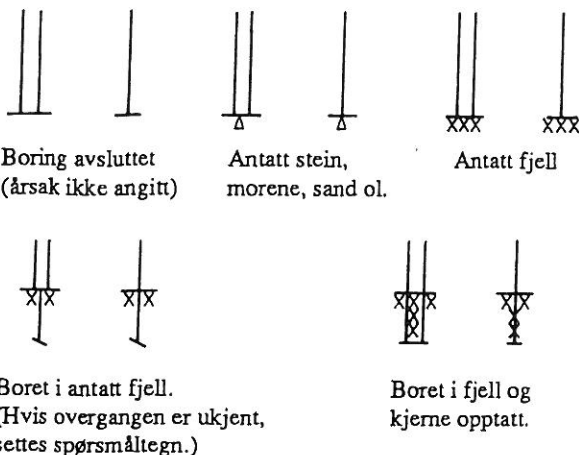
DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	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]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	A14	Dato:	19.08.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	25,4
Forboring [m]:	3	Sondetemperatur slutt [°C]:	8,2
Sum boring [m]:	28,9	Kontroll skriver [m]:	11,1
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	6,4
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	9,1053	0,1974	0,2169
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0136	-0,9	0,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	23,2776	1,1076	1,1363
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: Statens vegvesen Region sør Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Flomsikring Nedre Eiker	
Borpunkt nr.:	A14	Sonde:	4353
	Dato: 07.10.2013	Tegnet: Aiga de Zeeuw	Kontrollert: DWH
	Oppdragsnr.: 1130628	Bilag nr.: 5 (side3/3)	

MARKUNDERSØKELSER

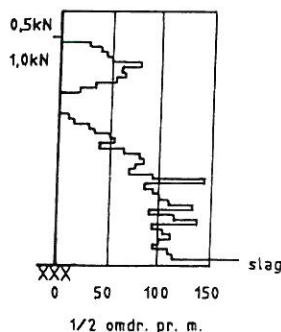
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



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 borrhjugg. 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.

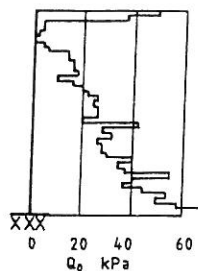
Ramsondering

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:

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

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

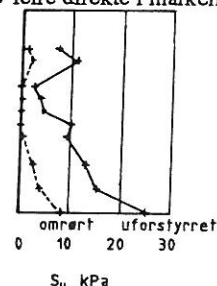
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking 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 tilfredsstiller formålet.

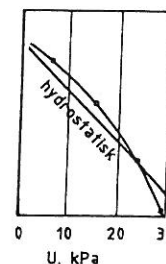
Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, 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.

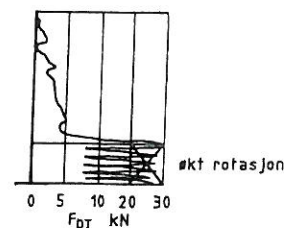


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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°C .

Flytegrense

(w_L i %) og utvullingsgrense (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

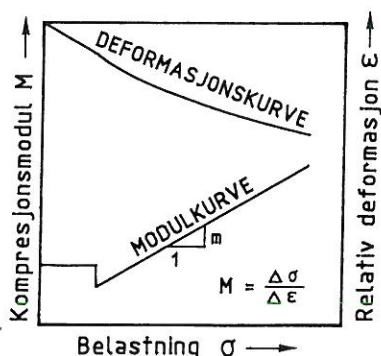
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen 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_r)

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-oksydasjon 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 $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter 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.

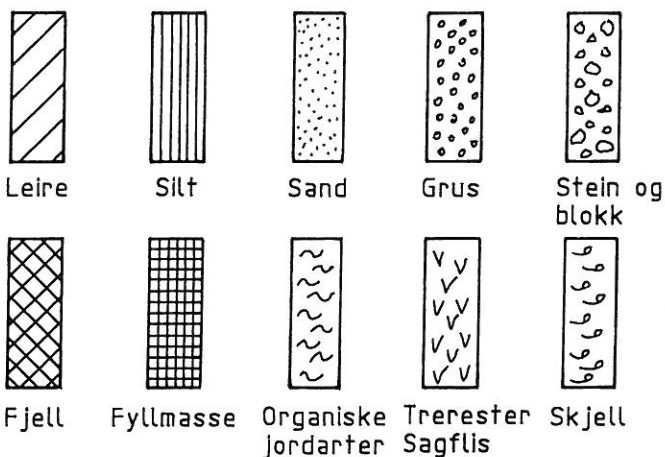
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

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 = aurbelle

SPESIELLE UNDERSØKELSER

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate med diameter 16 cm som kan skrus 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 standardisert 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.

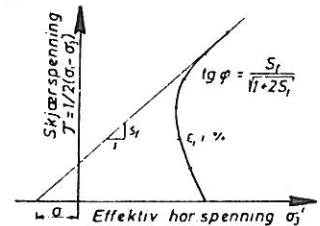
SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

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 of-

est 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 tetteste lagring av mineralkornene, 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 samhørende 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 tilsvarende Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelsehastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stampelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarende vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stampelet 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.