

Kristiansand Sjøfront

Grunnundersøkelser, datarapport

20071602-2
Rev. 2

6. desember 2007
7. mars 2008

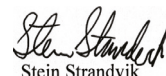
Oppdragsgiver: **Sektor Eiendomspartner**

Kontaktperson: Steinar Åsrud
Kontraktreferanse: bestilling

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:

Rapport utarbeidet av:


Stein Strandvik


Jenny Persson

Sammendrag

Sektor Eiendomspartner leder utviklingen av Kristiansand Sjøfront, trekanttomta mellom Vesterveien/E18, Vestre Strandgate og Kristiansand jernbanestasjon. Det er planlagt parkeringskjeller i 4 etasjer under bakken over store deler av tomta og gjennomgående butikklokaler i første etasje over hele arealet innenfor bygglinjen. Videre planlegges kontorer og bolig i 6 – 8 etasjer ut mot gatene.

NGI er gitt i oppdrag å utføre geotekniske undersøkelser for den planlagte utbyggingen. Hensikten med undersøkelsen er å kartlegge løsmassenes lagdeling samt geotekniske egenskaper som grunnlag for prosjektering av byggegrop og fundamentering av bygninger. Resultatet fra undersøkelsene er presentert i denne datarapporten.

Det er utført boringer i totalt 10 borpunkter, 10 dreietrykkssonderinger og 6 CPTU-sonderinger. Naverprøver er tatt opp i 3 borhull og Ø72mm uforstyrrede sylindrerprøver er tatt opp i 2 borehull. Rutineundersøkelser er utført på naverprøver og sylindrerprøver. I tillegg er 5 ødometerforsøk og 3 udrenerte aktive treaksialforsøk utført.

Sonderingene viser at hele tomta er dekket med sand (elveavsetninger). Dybden på sanden varierer over området fra 9 til 14 m. Under sanden varierer lagdelingen i området. I de østre og nordlige delene finner man middels fast leire under sanden. I ett borhull i vestlige delen av tomta finner man minst 10 m tykk sandig, siltig torv (humusinnhold på 8 - 22 %) under sanden. Avgrensningen av dette lag er uklart. Tidligere undersøkelser og sonderinger gjort i dette prosjektet viser at dybdene til fjell er over 80 m.

Ødometerforsøkene viser at leiren er normalkonsolidert. En tilleggsbelastning vil derfor gi setninger i undergrunnen. I henhold til at tykkelsen av topp sandlagret varierer over tomta vil også effektivspenninger og skjærstyrke variere noe over området. Treaksialforsøkene gir en udrenert skjærstyrke i de ulike prøvene på 55 til 60 kPa, i 13 til 18 m dybde under terreng.



Innhold

1	INNLEDNING	4
2	FELTUNDERSØKELSER	4
2.1	Generelt.....	4
2.2	Sonderinger.....	5
2.3	Feltmålinger	6
2.4	Prøvetaking	6
3	LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	7
3.1	Generelt.....	7
3.2	Klassifiseringsforsøk	7
3.3	Ødometerforsøk	8
3.4	Treaksialforsøk	8
4	GRUNNFORHOLD.....	9
4.1	Topografi	9
4.2	Geologi	9
4.3	Berggrunn	9
4.4	Løsmassene.....	9
4.5	Grunnvann	9
5	JORDARTSPARAMETERE	10
5.1	Styrkeegenskaper	10
5.2	Setningsegenskaper.....	10

Bilag

Bilag 1 Tegnforklaring plan- og profiltegninger

Tegninger

Tegning 001	Oversiktskart	M = 1 : 50 000
Tegning 010	Borplan	M = 1 : 1 000
Tegning 101	Profil A – A	M = 1 : 200
Tegning 102	Profil B – B	M = 1 : 200
Tegning 103	Profil C – C	M = 1 : 200

Vedlegg

Vedlegg A	Dreietrykksonderinger
Vedlegg B	CPT-sonderinger
Vedlegg C	Poretrykksmålinger
Vedlegg D	Laboratorieundersøkelser
Vedlegg E	Ødometerforsøk
Vedlegg F	Treaksialforsøk

Kontroll- og referanseside



1 INNLEDNING

Sektor Eiendomspartner leder utviklingen av Kristiansand Sjøfront, trekanttomta mellom Vesterveien/E18, Vestre Strandgate og Kristiansand jernbanestasjon. Området er vist på oversiktskart, tegning 001.

Mottatte skisser viser at det er planlagt parkeringskjeller i 4 etasjer under bakken over store deler av tomten og gjennomgående butikklokaler i første etasje over hele arealet innenfor bygglinjen. Videre planlegges kontorer og bolig i 6 – 8 etasjer ut mot gatene.

NGI er gitt i oppdrag å utføre geotekniske undersøkelser for den planlagte utbyggingen. Hensikten med undersøkelsen er å kartlegge løsmassenes lagdeling samt geotekniske egenskaper som grunnlag for prosjektering av byggegrop og fundamentering av bygninger.

Forslag til borprogram er utarbeidet av NGI.

Resultatet fra undersøkelsene er presentert i denne datarapporten.

2 FELTUNDERSØKELSER

2.1 Generelt

Feltundersøkelsene ble utført i perioden 11. oktober til 19. november 2007 under ledelse av Bjørn Thune, med hjelp fra Tor Overskeid. Grunn til den relativt lange perioden for undersøkelsene er at foringsrør måtte installeres i det øverste sandlaget for å få tatt opp prøveserier fra den underliggende leiren.

Boringene ble utført med beltegående borerigg av typen GM100.

Det er utført boringer i totalt 10 borpunkter. Tabell 2.1 viser oversikt over utførte undersøkelser i hvert punkt. Plasseringen av borpunktene er vist på borplan, tegning 010. For beskrivelse av symboler, boremetoder og opptegning henvises det til bilag 1 og de ulike vedleggene.

Tabell 2.1 Oversikt av feltundersøkelser

Borpunkt nr.	Sonderinger		In-situ målinger	Prøvetaking	
	DT	CPT	PZ	NAV	Ø72
1	X	X		X	
2	X				
3	X				
4	X	X		X	X
5	X	X			
6	X				
7	X	X		X*	
8	X	X			
9	X				
10	X	X	X	X	X
DT	=	Dreitrykkssondering			
CPT	=	Trykksondering			
PZ	=	Poretrykksmåling			
NAV	=	Naverprøver			
Ø72	=	Uforstyrrede Ø72mm sylindrerprøver			

* Blåseprøve

2.2 Sonderinger

En tidligere utført totalsondering i nærheten av den aktuelle tomten viser at man har boret til 76 m uten sikker fjellpåvisning. Det er derfor antatt at fjelldybdene i hele området er meget store. Noen sonderinger ble utført med mål å bekrefte denne antagelsen. Ellers ble sonderingene utførte med hensikt å vurdere jordens relative fasthet, laginndeling og skjærstyrke.

2.2.1 Dreitrykkssonderinger

Dreitrykkssonderinger er utført i samtlige borhull til stopp mot faste masser. Dybdene på sonderingene varierer fra 40 - 76 m. Formålet med dreitrykkssonderingene er kartlegging av laggrenser og relative fastheter av materialene.

Resultatene er vist som enkeltsonderinger i vedlegg A.



2.2.2 CPTU-sonderinger

Det ble utført CPTU-sonderinger med Memocone (0-5 tonn) i 6 borhull. Det ble forboret gjennom de øverste 2-5 m med toppmasser for å unngå skade på CPTU-sonden.

Formålet med CPTU-sonderingene er en mer nøyaktig kartlegging av laggrenser og å gi grunnlag for bestemmelse av geotekniske jordartsparemeterer, spesielt leiras skjærstyrke.

Sonderingene i hull 1, 5 og 7 ble avsluttet på ca 14 m dybde fordi nedpressingsmotstanden ble for stor for boremaskinen. I hull 4, 8 og 10 ble sonderingene utført til 26 til 38 m dybde.

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

2.3 Feltmålinger

2.3.1 Poretrykksmålninger

I borehull 10 er det installert to hydrauliske poretrykksmålere i en dybde av 10 og 15 m under terreng. Måleresultatene viser en grunnvannstand på 4,5 m under terreng.

Måleresultatene er vist i vedlegg C.

2.4 Prøvetaking

2.4.1 Naverprøver

Naverprøver er tatt opp i hull 1, 4 og 10 til maksimalt 12 m dybder for analyse av representative poseprøver av topp sandlaget. Totalt er 31 prøver tatt opp hvorav 16 er videre analysert med rutineundersøkelser i laboratorium.

Resultatene fra laboratorieanalyse er vist i vedlegg D.

2.4.2 Prøver fra installasjon av foringsrør

I forbindelse med nedsetting av foringsrør i hull 7 ble det tatt opp ”blåseprøver” av det underliggende laget. Ettersom laget var for fast til å ta opp prøver med standard sylindrerprøvetaker ble materiale blåst opp under boringen.

Det ble tatt 6 prøver i nivå 15 til 25 m hvorav 4 er analysert i laboratorium. Hensikten er å klassifisere materialet under det øverste sandlaget.

2.4.3 Uforstyrrete prøver

I borehull 4 og 10 er det tatt opp uforstyrrete Ø72 mm sylinterprøve i leiren under sandlaget. Lengden på hver sylinter er 0,8 m. Prøvene ble tatt på dybdene i henhold til tabell 3.1. Formålet med de uforstyrrete prøvene er for å kunne utføre ødometerforsøk og treaksialforsøk på gode prøver, i tillegg til klassifisering av leiren og bestemmelse av indeksparametere. Det ble utført 5 ødometerforsøk og 3 treaksialforsøk for bestemmelse av leirens deformasjonsegenskaper og skjærstyrke.

Resultatene fra klassifisering og kornfordelingsanalyse er vist i vedlegg D. Ødometer- og treaksialforsøkene er vist i vedlegg E og F.

Tabell 3.1 Oversikt laboratorieundersøkelser på uforstyrrete Ø72 mm sylinterprøver hull 4 og 10

Borpunkt nr.	Dybde	Klassifisering / Kornfordeling	CAUA	CRSC
4	12 - 12,8	X		
4	13 - 13,8	X	X	X
4	14 - 14,8	X		
4	16 - 16,8	X		X
4	18 - 18,8	X	X	X
4	20 - 20,8	X		
10	15 - 15,8	X		X
10	17 - 17,8	X	X	X
10	19 - 19,8	X		
10	21 - 21,8	X		
CAUA	=	Treksialforsøk (konsolidert aktivt udrenert)		
CRSC	=	Ødometerforsøk (konstant deformasjonshastighet)		

3 LABORATORIEUNDERSØKELSER

3.1 Generelt

Samtlige prøver ble analysert i NGI sitt laboratorium i Oslo.

3.2 Klassifiseringsforsøk

3.2.1 Naverprøver og blåseprøver

Det ble tatt opp naverprøver fordi man ikke hadde mulighet til å få opp sylinterprøver fra det grove topplaget som besto av sand og grus. Disse prøvene er omrørte men, representative for de dybdene de er tatt fra. Det ble tatt opp naverprøver i hull 1, 4 og 10.

I hull 7 ble det tatt opp blåseprøver.

Naverprøvene og blåseprøvene benyttes til beskrivelse av jordmateriale, kornfordelingsanalyse og vanninnhold (w_i). Til sammen er 21 prøver analysert. På 4 prøver i hull 7 er det i tillegg gjennomført humusforsøk for bestemmelse av organisk innhold. Usikkerheten ved analysen av blåseprøvene er relativt stor grunnet prøvetakingsmetoden.

3.2.2 Sylinderprøver

Rutineundersøkelser av Ø72 mm sylinderprøver omfattet materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold (w_i), romvekt (γ) og bestemmelse av skjærstyrke (s_u) ved konus- og enaksiale trykkforsøk. Til sammen er 10 sylinderprøver fra hull 4 og 10 analysert.

I tillegg til rutineundersøkelser er det utført plastisitetsanalyse på samtlige sylinderprøver med bestemmelse av plastisitetsindeks (I_p) ved plastisitetsgrense (w_l) og utrullningsgrense (w_p). Dessuten er leir- og siltinnholdet bestemt ved falling drop metoden.

Resultatene fra rutineundersøkelsene og klassifisering av prøvene er presentert i vedlegg D.

3.3 Ødometerforsøk

Hensikten med ødometerforsøkene er at bestemme leirens deformasjonsegenskaper.

Det er utført CRSC ødometerforsøk på utvalgte sylinderprøver, 3 stk. i hull 4 og 2 stk. i hull 10.

Resultatene fra ødometerforsøkene er presentert i vedlegg E.

3.4 Treksialforsøk

Hensikten med treksialforsøkene er at bestemme leirens udrenerte skjærstyrke.

Det er utført konsoliderte, udrenerte, aktive treksialforsøk (CAUA) på utvalgte sylinderprøver, 2 stk. i hull 4 og 1 stk. i hull 10.

Resultatene fra treksialforsøkene er presentert i vedlegg F.



4 GRUNNFORHOLD

4.1 Topografi

Tomta er tilnærmet flat og ligger på mellom kote +4,5 og 5,5. Området er delvis bebyggt i dag med noe rester etter jernbanevirksomhet.

Avstand til sjøen er ca. 100 m.

4.2 Geologi

Tomten er dekket av en forholdsvis tykk sand og grus avsetning, sannsynligvis elveavsetninger fra elven Otra. På de naturlige avsetningene er det oppfylt med et par meter fyllmasser (sand og grus). Leiren under sanden er avsatt i et marin miljø og er tilnærmet normalkonsolidert.

4.3 Berggrunn

Tidligere undersøkelser viser fjelldybde omtrent 80 m. Dreietrykksonderinger i hull 6 og 10 er utført til fast materiale på 70 og 76 meters dybde.

4.4 Løsmassene

Sonderingene viser at dybden på sandavsetningen varierer over tomte. I den syd østre delen (hull 4) er sandlaget tynnast med omtrent 9 m og i vest øker tykkelsen til omtrent 14 m (hull 1, 2 og 7). Sanden er middels til grov med et vanninnhold på 10 – 20 %.

Under sanden varierer løsmassene over tomte. I østre del av området (hull 1, 5 og 7) påtreffes ved omtrent 13 – 15 m dybde et meget fast jordlag. CPT-sonderingene ble avsluttet fordi man ikke greide å presse lenger ned. I prøveserien fra hull 7 ble laget klassifisert ved rutineforsøk som sandig siltig torv, med et 8 – 22 % innhold av organsikt materiale. Avgrensningen sideveis er uklar. Men tendenser til fastere lag på samme dybde er også vist i dreietrykksonderingen i hull 2 og 5.

I resterende del av området finner man leire under sanden. Leiren er relativt homogen til en dybde av 25 m. På større dybder en 25 m er leiren lagdelt med silt og sandlag. Vanninnholdet i leiren er cirka 60 %, som generelt avtar noe med dybden. Leiren er middels til meget sensitiv med en sensitivitet på 6 – 36. Plastisitets- og utrullningsgrense viser at leiren er middels til meget plastisk med en plastisitetsindeks på 20 – 30 %.

4.5 Grunnvann

Utførte poretrykkmålinger viser at grunnvannsnivået ligger 4,5 m under terreng. Poretrykket er hydrostatisk for de to punktene. Grunnvannsnivået er trolig påvirket av havnivået.

5 JORDARTSPARAMETERE

5.1 Styrkeegenskaper

CPT-sonderingene og treaksialforsøkene viser at leiren er middels fast.

Treaksialforsøkene gir en udrenert aktiv skjærstyrke i de ulike prøvene på 55 til 60 kPa, i 13 til 18 m dybde under terreng.

Som følge av at romvekten er betydelig lavere enn forventet for leiren er konsolideringsspenningene i ett av forsøkene antatt for høyt (videre kommentert i vedlegg F).

5.2 Setningsegenskaper

Ødometerforsøkene viser at leiren er normalkonsolidert. En tilleggsbelastning vil derfor gi setninger i undergrunnen.

Plantegninger

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

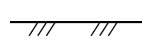
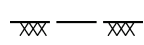
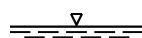
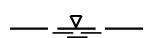
Nivåer og dybder (m)

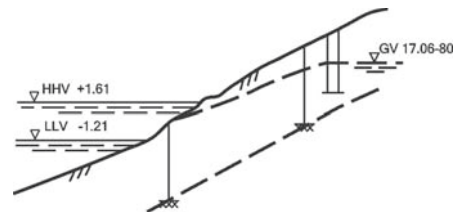
118 ☆ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

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

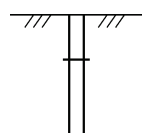
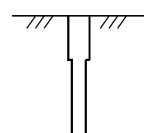
Profiltegninger

Konturlinjer

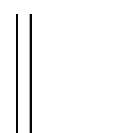
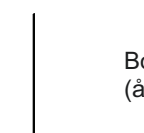
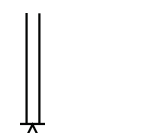
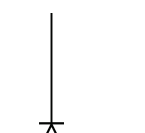
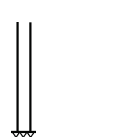

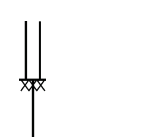
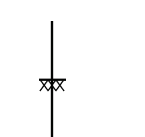
 Terrang
  Berg
 Vannstand
  Grunnvannsspeil




Forboring

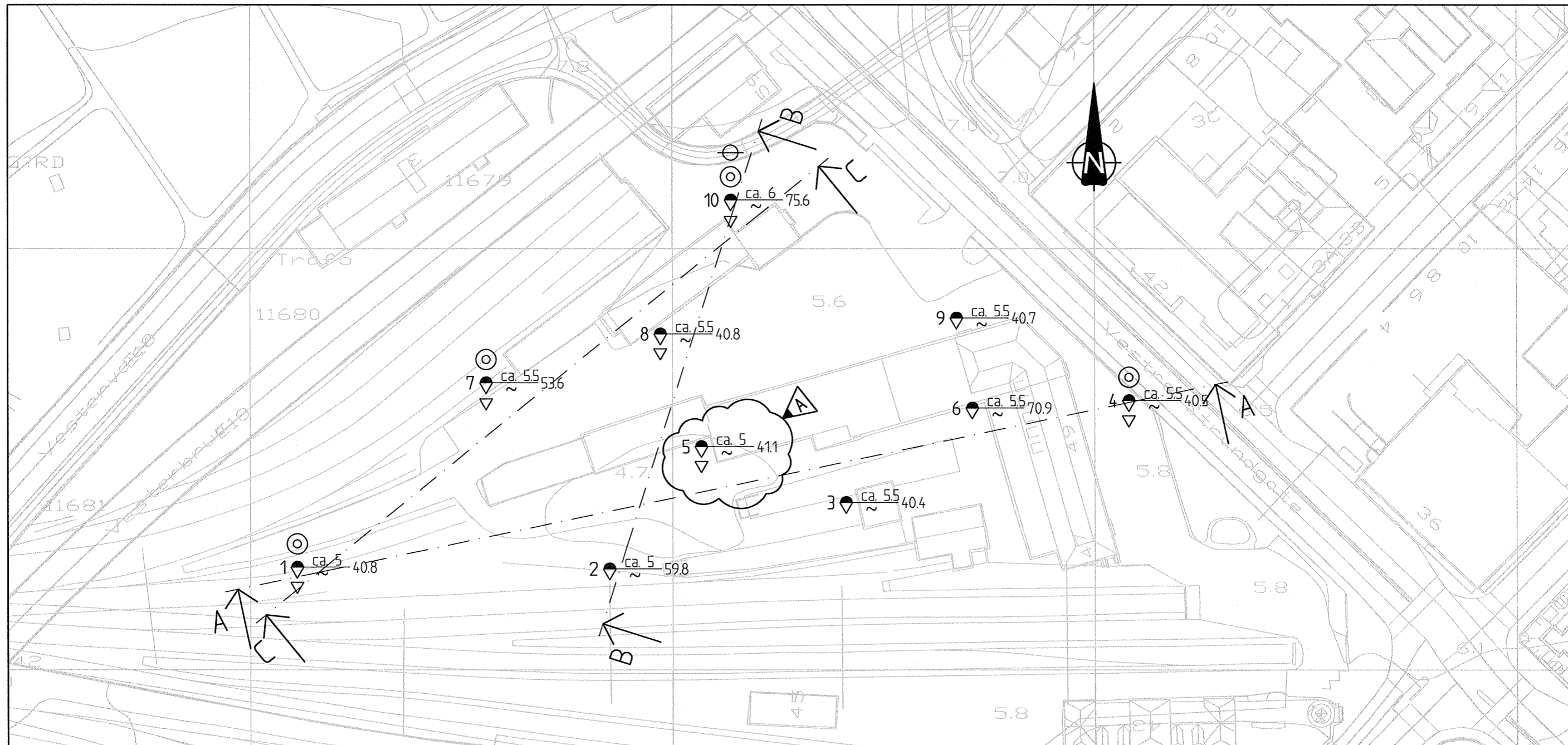

  Forboret Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring


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

  Antatt berg
 
  Boret i berg



<h1>Kristiansand Sjøfront</h1>		Status			
		Original format A-4			
<h2>Oversiktskart</h2>		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20071602\AUTOGRAF.RIT001.dwg			
		Målestokk			
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.11.2007	Konstr./Tegnet JPe	Kontrollert StS	Godkjent StS
		Oppdragsnr. 20071602	Tegningsnr. 001	Rev. 2	



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering ☆ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ▼ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingebooring

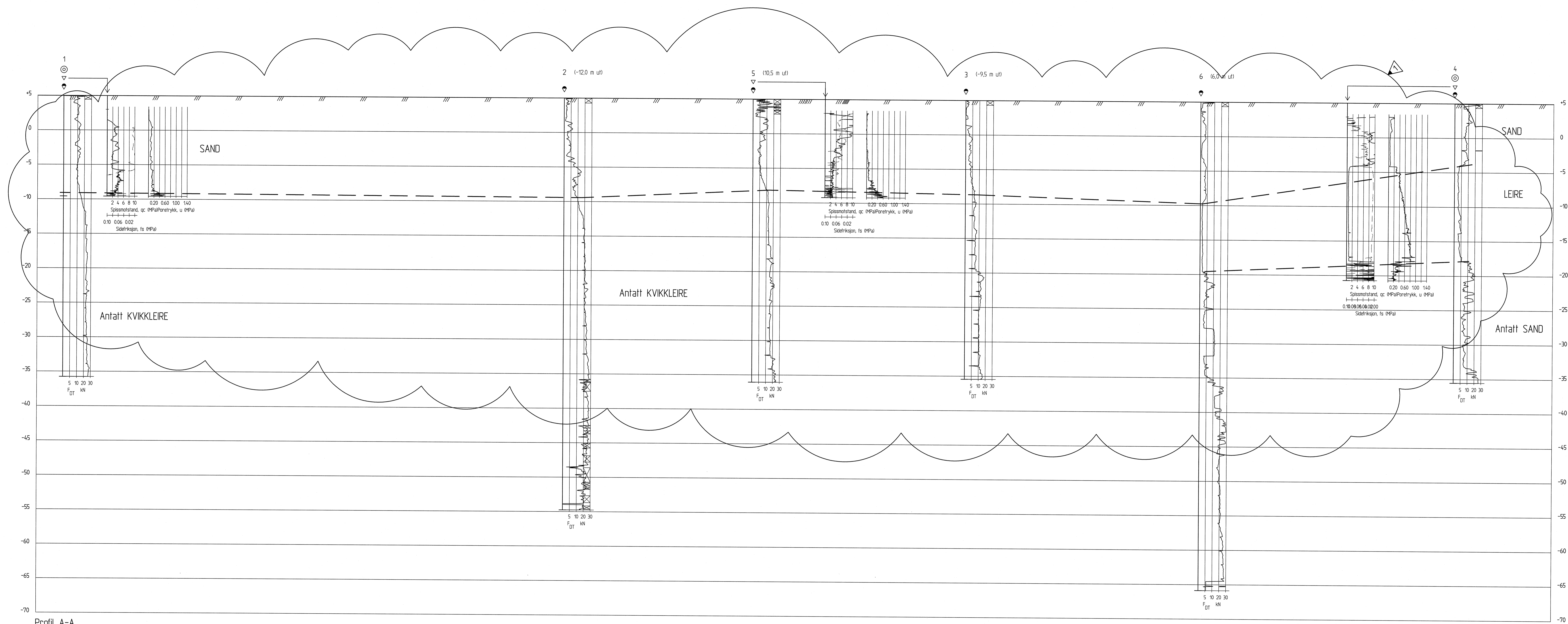
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

KOMMENTARER :

Plassering av borpunkter er ikke målt inn.

2	CPT hull 5. Profilhenvisninger	07.03.08	KA	JP	StS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Kristiansand sjøfront		Status			
		Original format A-3 Tegningens filnavn g:\qeoarkiv\20071602\AUTOGRAF.RIT\010.dwg			
Borplan		Målestokk			
		1:1000			
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		03.12.2007	KjA	JPe	StS
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20071602	010		2





Profil A-A
1:200

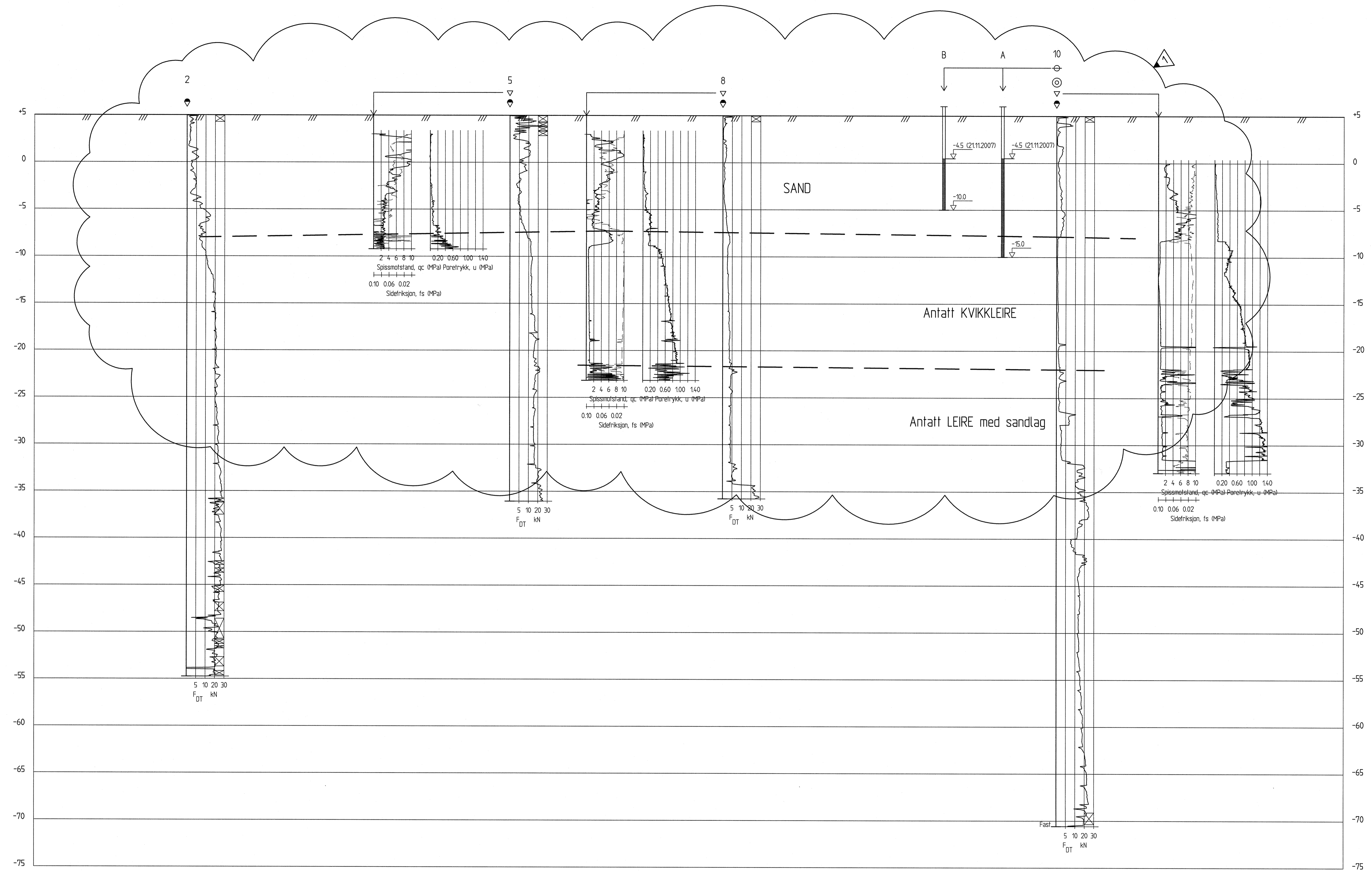
- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
 - Enkel sonering
 - ▽ Trykksonering
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreielektrisksonering
 - ⊕ Totalsonering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - ⊕ Fjell i dagen
 - ⊕ Poretrykksmåling

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

KOMMENTARER:
Plassering av borpunkter er ikke målt inn.
Terreng ligger ca. på kote +5.

Profil A-A	101	1
------------	-----	---

1	Juster laggrenser	07.03.08	K. J. ROSE	SE
Rev.	Revisjon	Dato	For	Av
KRISTIANSAND SJØFRONT		Skala	1200	
Profil A-A		NGI		



Profil B-B
1: 200

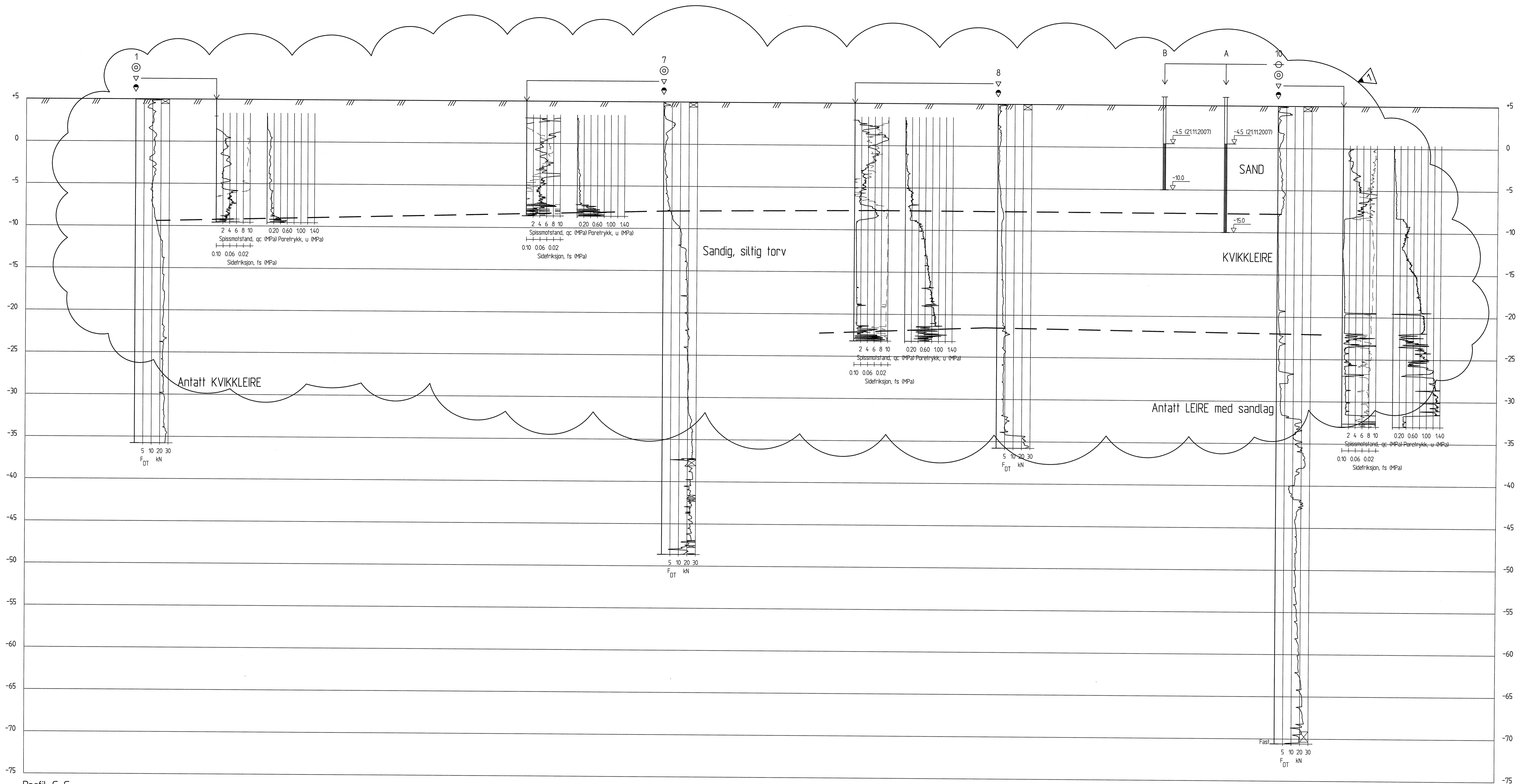
- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksoneering
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksoneering
 - ⊕ Totalsoneering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

KOMMENTARER:
Plassering av borpunkter er ikke målt inn.
Terreng ligger ca. på kote +5.

Tegningsstille:	Tegning:	Rev:
PROFIL B-B	102	1

1	Justeret laggrenser	07.03.2008	KJA	JPE	SS
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontroll	Godkj
KRISTIANSAND SJØFRONT		Status			
PROFIL B-B		Original format			
		Prosjektets tittel			
		Prosjektets nummer			
		1200			
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Postboks 3930 Lilleveit Stadion, 0806 OSLO		18.02.2008	KJA	JPE	SIS
Sognsvallen 12		Opprisset	Tegning	Rev	
Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48		20071602	102	1	
www.ngi.no					



Profil C-C
1: 200

FORKLARINGER:

- Dreiesonering ★ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚡ Dreielektrykksondering □ Prøvegrøp ⚡ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsonering + Vingeboring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

KOMMENTARER:

Plassering av borpunkter er ikke målt inn.
Terreng ligger ca. på kote +5.
Lag med siltig, sandig torv funnet i hull 7. Utbredelse usikker.

Tegningstittel: PROFIL C-C	Tegningsnr: 103	Rev: 1
--------------------------------------	---------------------------	------------------

1 Justert laggrense	07.03.08	
KRISTIANSAND SJØFRONT		
PROFIL C-C		
1:200		

Vedlegg A - Dreietrykksonderinger

INNHold

A1 METODE	A2
A2 RESULTATER	A2
A3 REFERANSER	A2

Figurer

Figur A1-A10 Dreietrykksonderinger, hull 1-10

A1 METODE

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Metoden gir ikke sikker påvisning av fjell.

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

Metoden er velegnet for å bestemme sensitivitet i bløt leire.

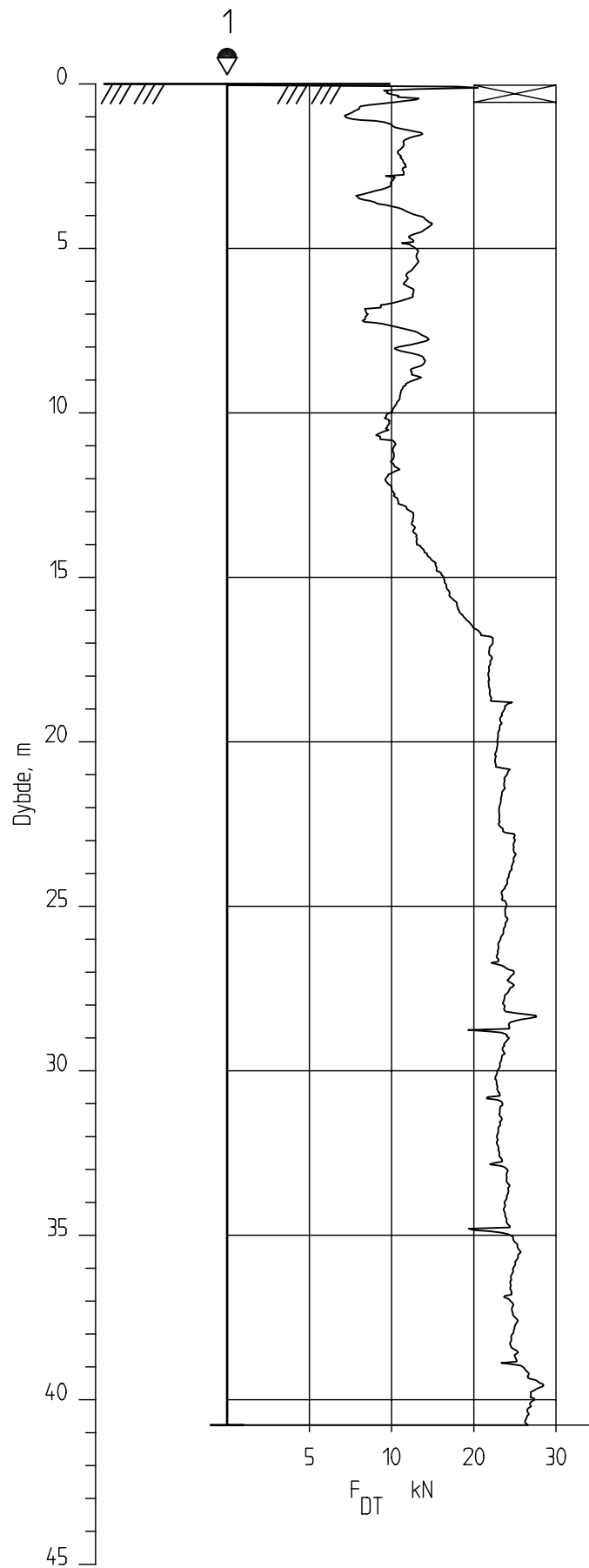
A2 RESULTATER

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur A1-A10.

A3 REFERANSER

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

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



KRISTIANSAND SJØFRONT

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Borhull 1
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :11.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
A1

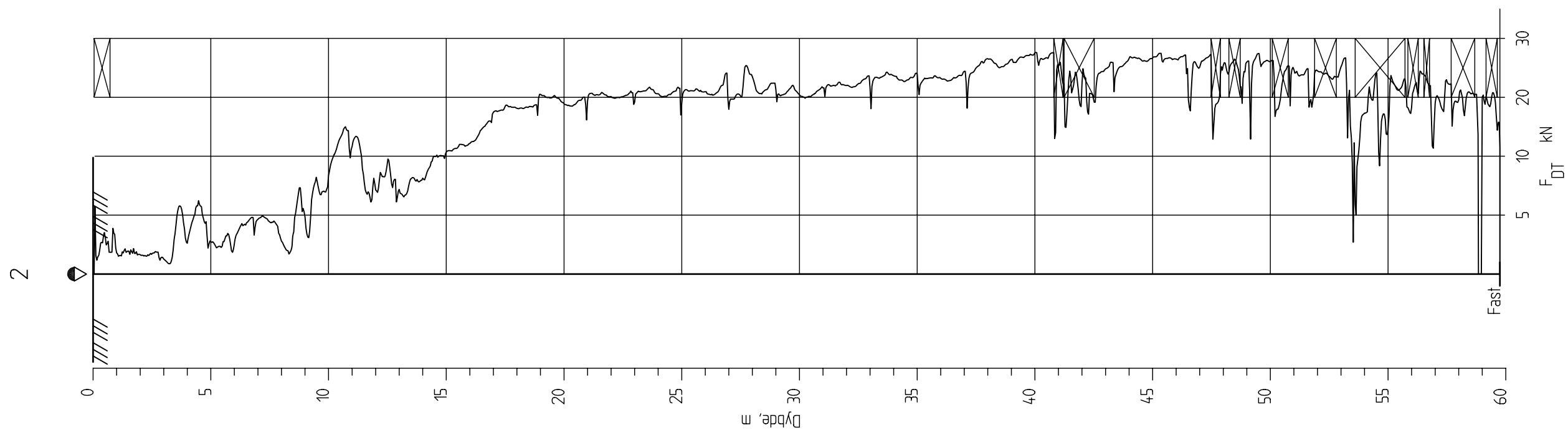
Tegner

Dato:
03.12.07

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Borhull 2
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :09.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

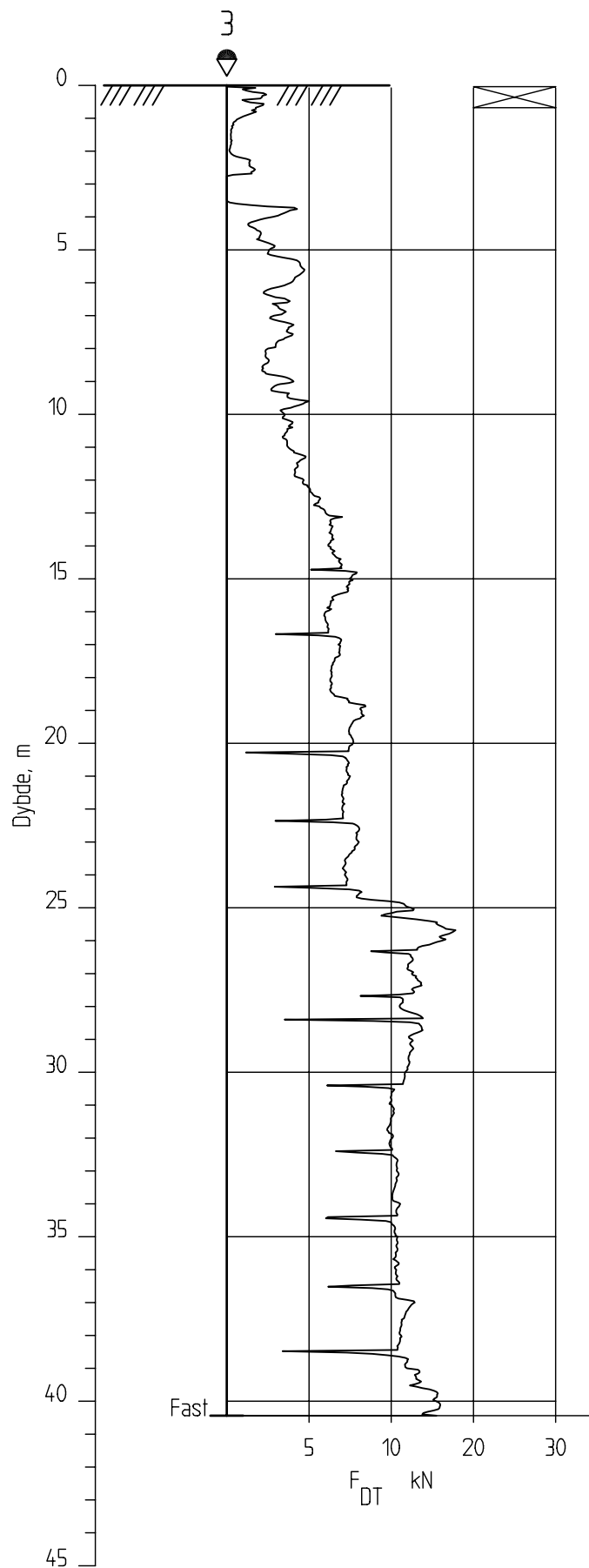
Figur nr.
A2

Tegner
Dato:
03.12.07

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. A3
---------------------------	-----------------

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Tegner	Dato: 03.12.07
--------	-------------------

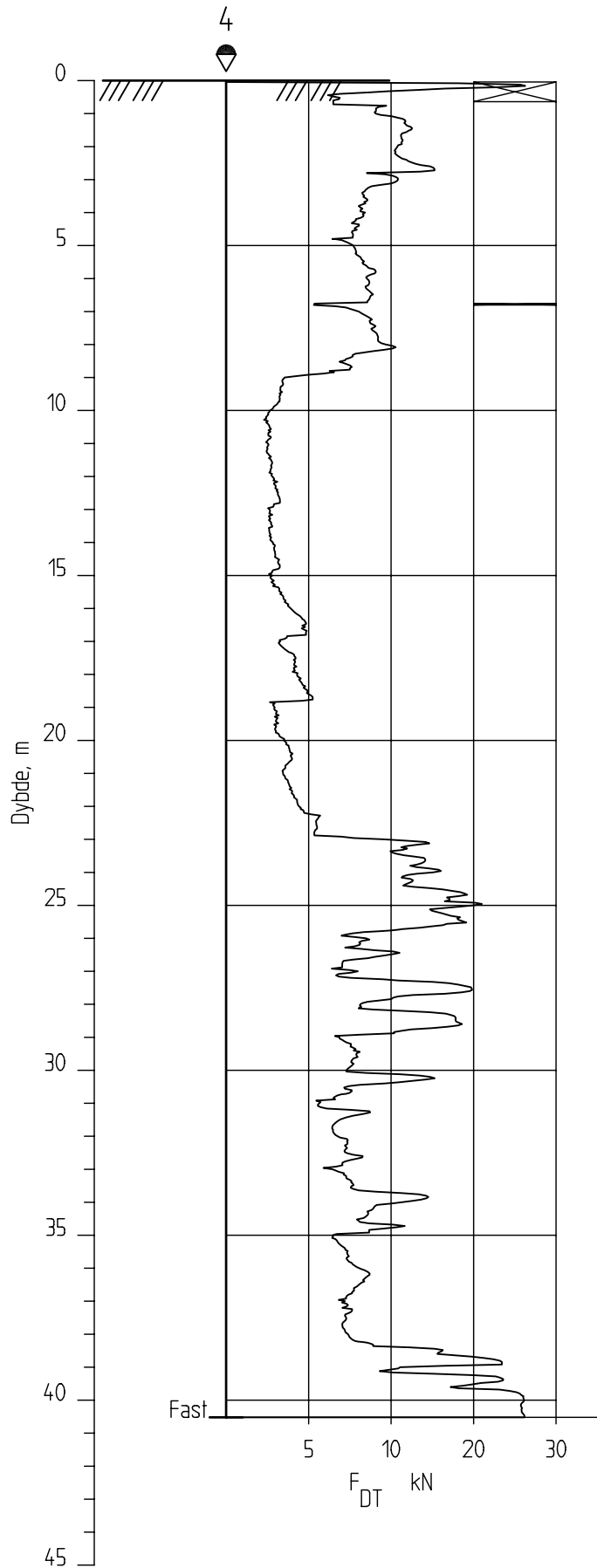
Borhull 3
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :09.10.2007

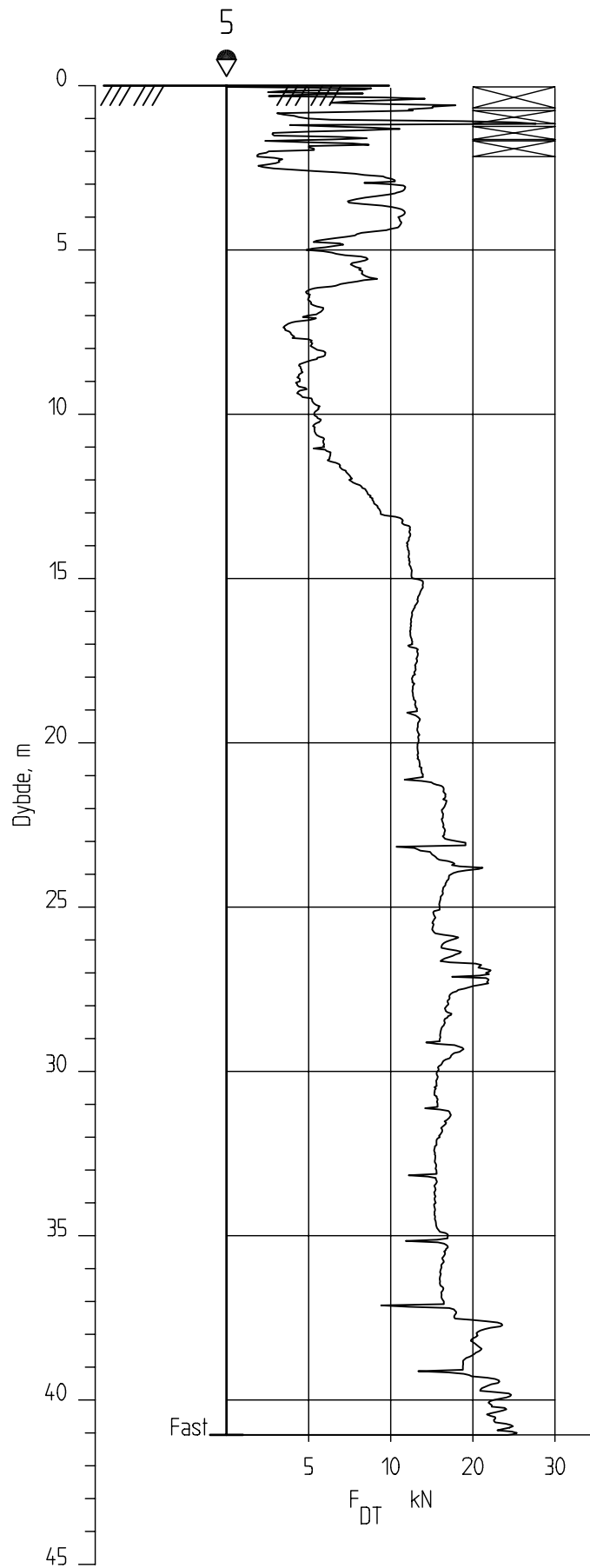
Kontrollert

Godkjent





<h2 style="text-align: center;">KRISTIANSAND SJØFRONT</h2>		Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. A4
		Tegner	Dato: 03.12.07
Dreietrykkssondering M = 1 : 200 Borhull 4 Posisjon: X 0.00 Y 0.00		Forsøk nr. :	
		Sonde nr. :	
		Dato boret :10.10.2007	
		Kontrollert	
		Godkjent	



KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2
Figur nr. A5

Dreietrykksondring
M = 1 : 200

Tegner
Dato: 03.12.07

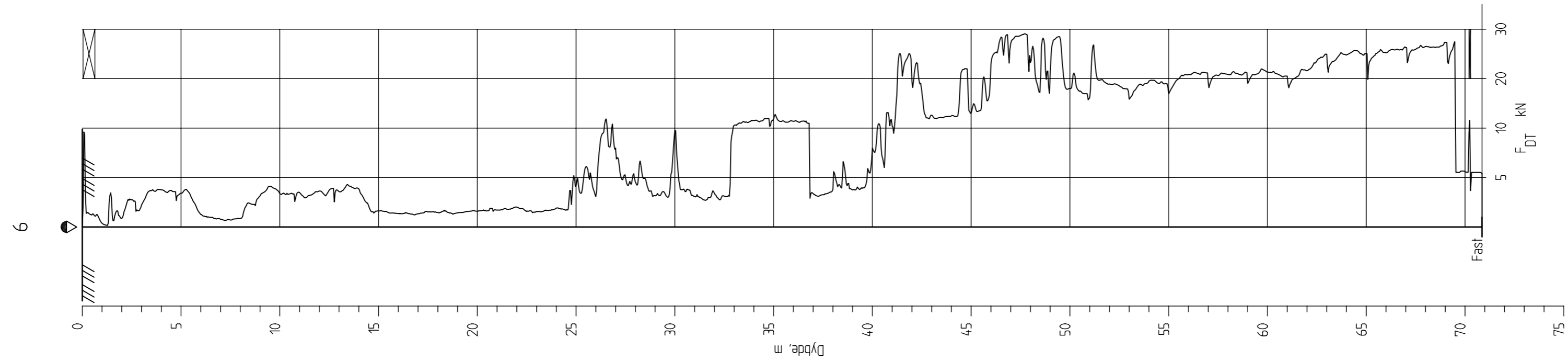
Borhull 5
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :09.10.2007

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Borhull 6
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :10.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
A6

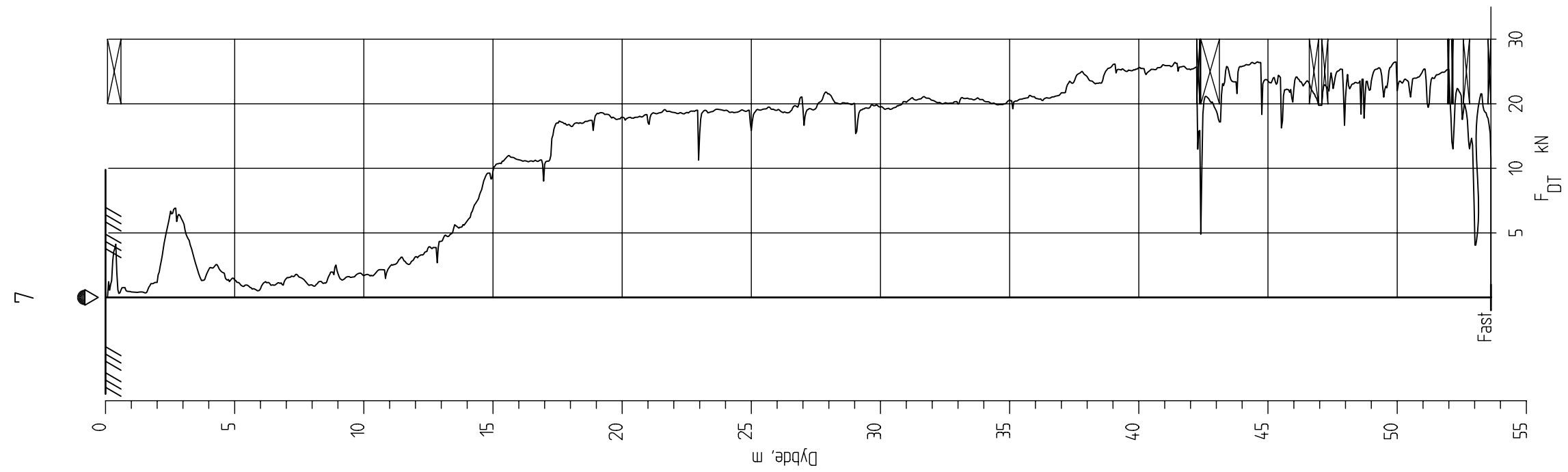
Tegner
JPe

Dato:
03.12.07

Kontrollert
StS

Godkjent
StS





KRISTIANSAND SJØFRONT

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Borhull 7
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :09.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
A7

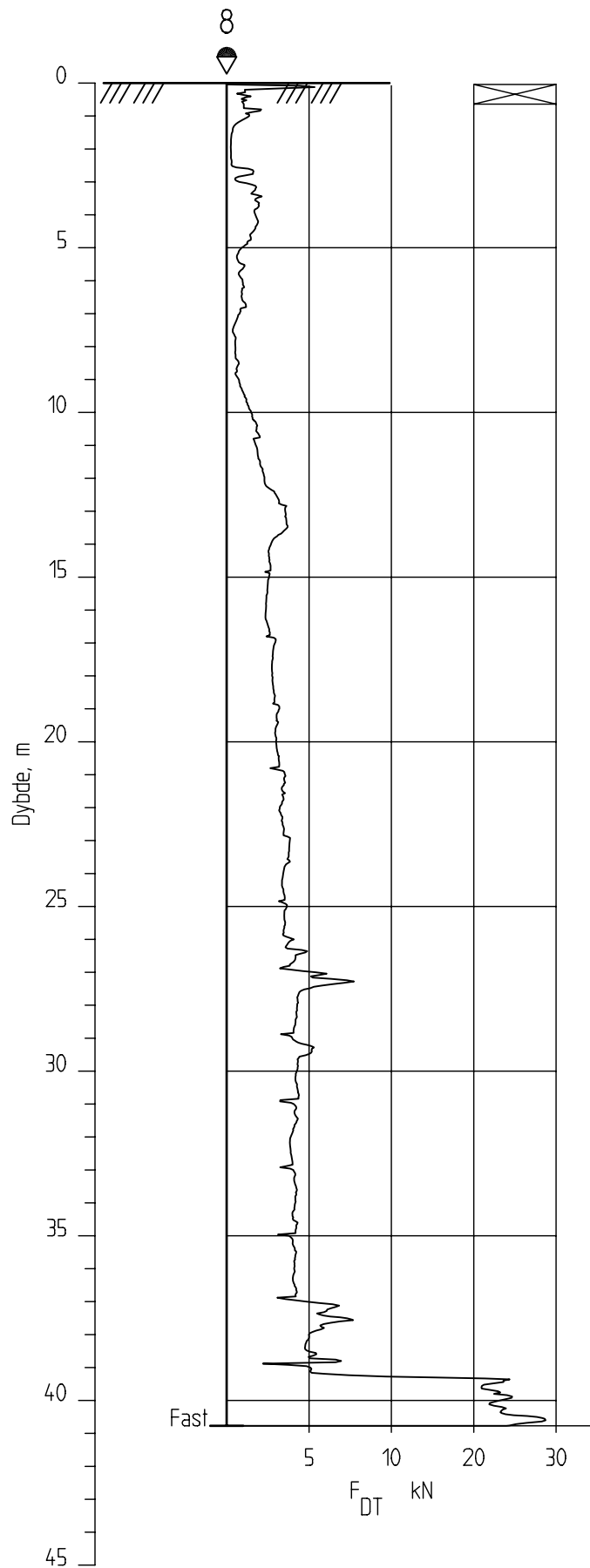
Tegner

Dato:
03.12.07

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. A8
---------------------------	-----------------

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Tegner	Dato: 03.12.07
--------	-------------------

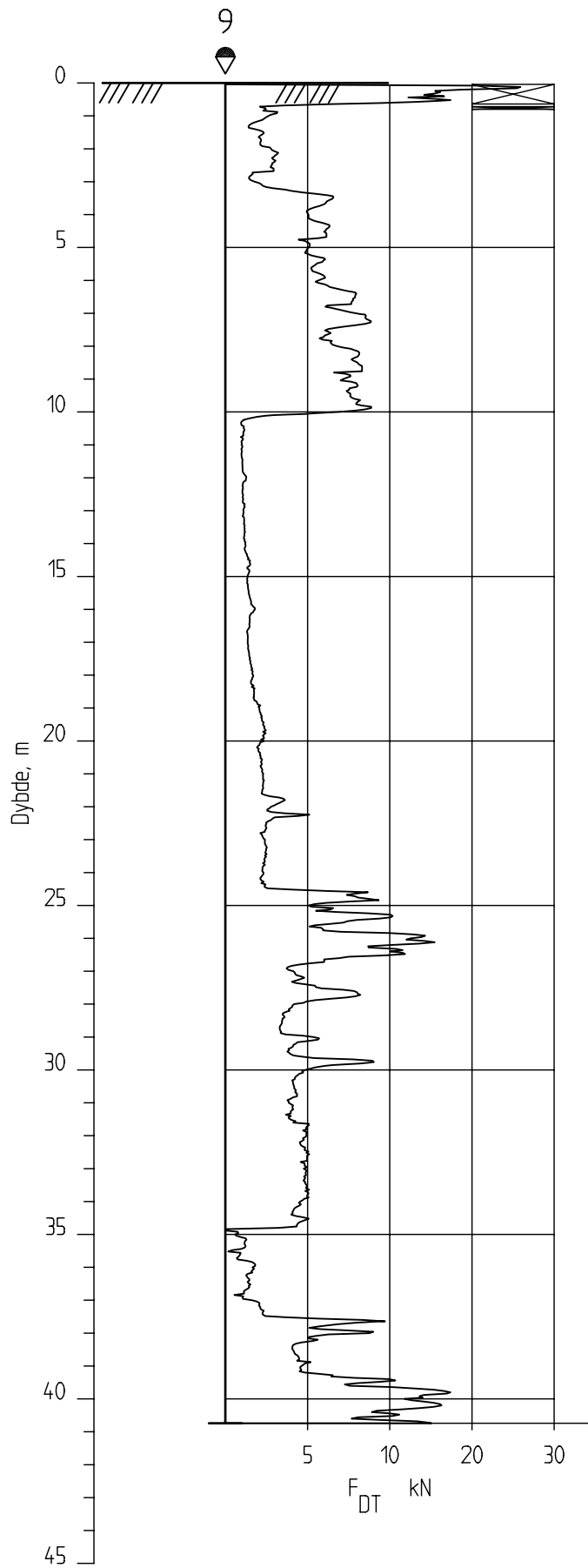
Borhull 8
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :10.10.2007

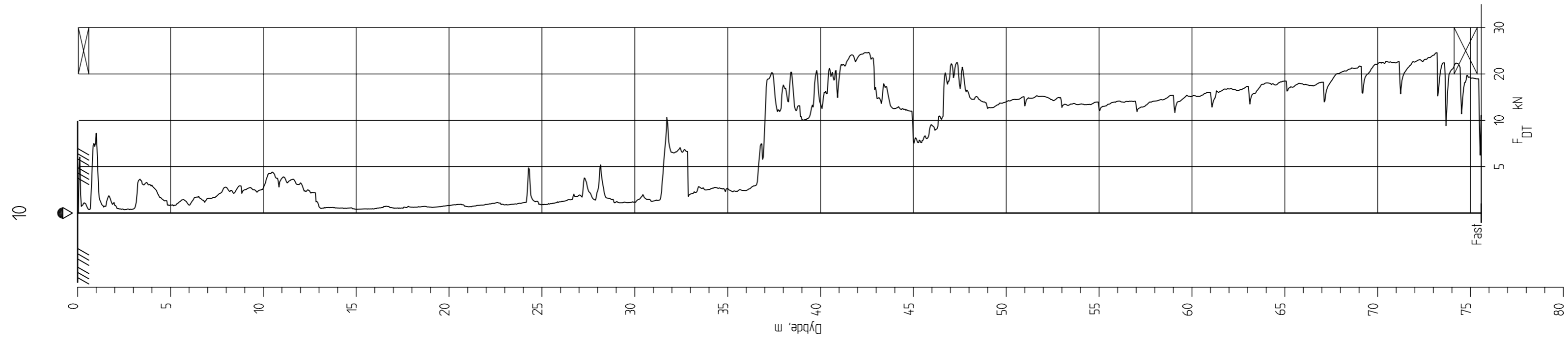
Kontrollert

Godkjent





<p>KRISTIANSAND SJØFRONT</p>		Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. A9
		Tegner	Dato: 03.12.07
<p>Dreietrykksondring M = 1 : 200</p> <p>Borhull 9 Posisjon: X 0.00 Y 0.00</p>		Forsøk nr. :	
		Sonde nr. :	
		Dato boret :10.10.2007	
		Kontrollert	
		Godkjent	



KRISTIANSAND SJØFRONT

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Borhull 10
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :10.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
A10

Tegner

Dato:
03.12.07

Kontrollert

Godkjent



Vedlegg B - CPTU-sonderinger

INNHold

B1 METODE	B2
B2 UTSTYR	B2
B3 RESULTATER	B2
B4 REFERANSER	B2

FIGURER

Figur B1-B6 CPTU-sondering, hull 1, 4, 5, 7, 8 og 10

B1 METODE

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).

Under nedpressingen måles trykket (q_c) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (f_s) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen.

I tillegg måles poretrykket (u) på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

B2 UTSTYR

CPTU-sonderingene er utført med Envi Memocone (50 kN).

B3 RESULTATER

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur B1-B6.

Her vises målte parametere, spissmotstand (q_c), sidefriksjon (f_s) og poretrykk (u), samt følgende beregnede parametere:

Korrigert spissmotstand: $q_T = q_c + (1 - a) \cdot u$

Friksjonsforholdet: $R_f = (f_s/q_c) \cdot 100$

Poretrykksfaktor: $B_q = (u - u_0)/(q_T - \gamma \cdot z)$

Forklaringen på parametrene er gitt i tabell B1:

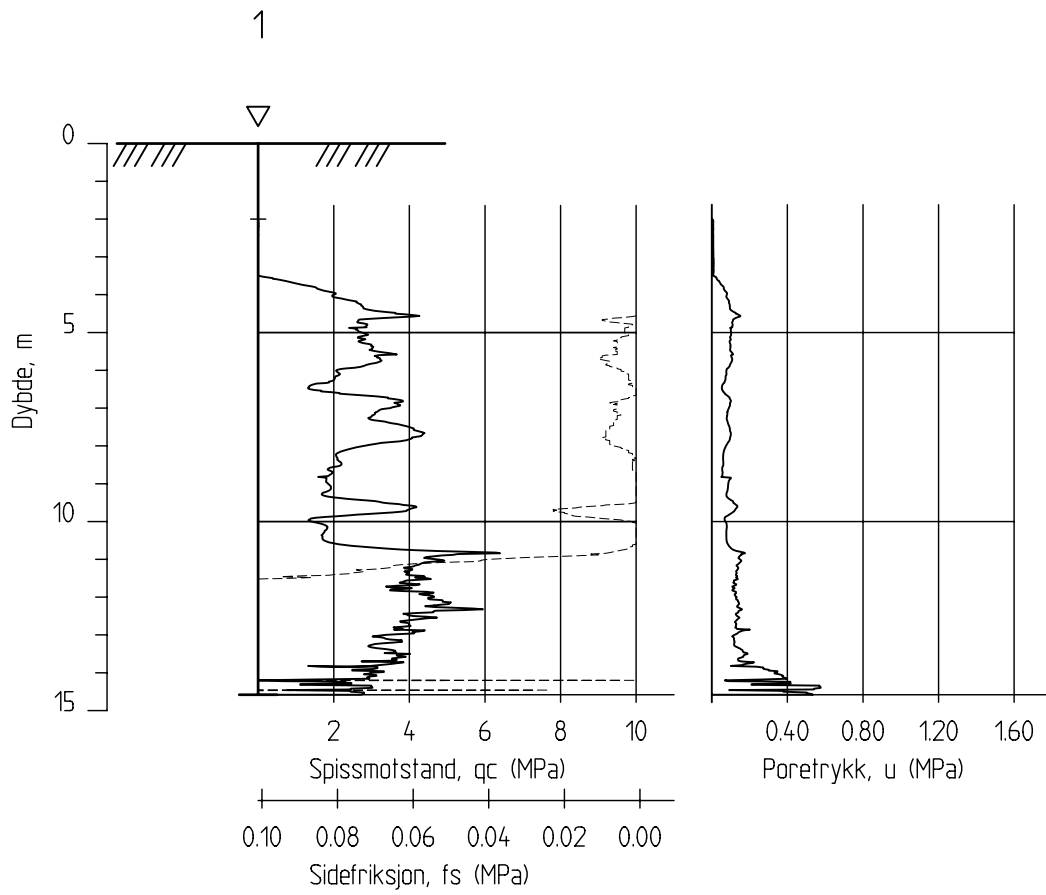
Tabell B1: Oversikt over brukte parametere og verdier

Parameter	Forklaring	Brukt verdi
a	arealfaktor for poretrykkskorreksjon	0,68
u_0	in situ poretrykk	4,5 m under terreng
γ	total in situ romvekt	18 kN/m ³

B4 REFERANSER

/B1/ Veiledning for utførelse av trykksonering
Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982
Rev. Nr. 1, 1994

/B2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser
Statens vegvesen, august 1997



KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. B1
---------------------------	-----------------

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner	Dato: 03.12.07
--------	-------------------

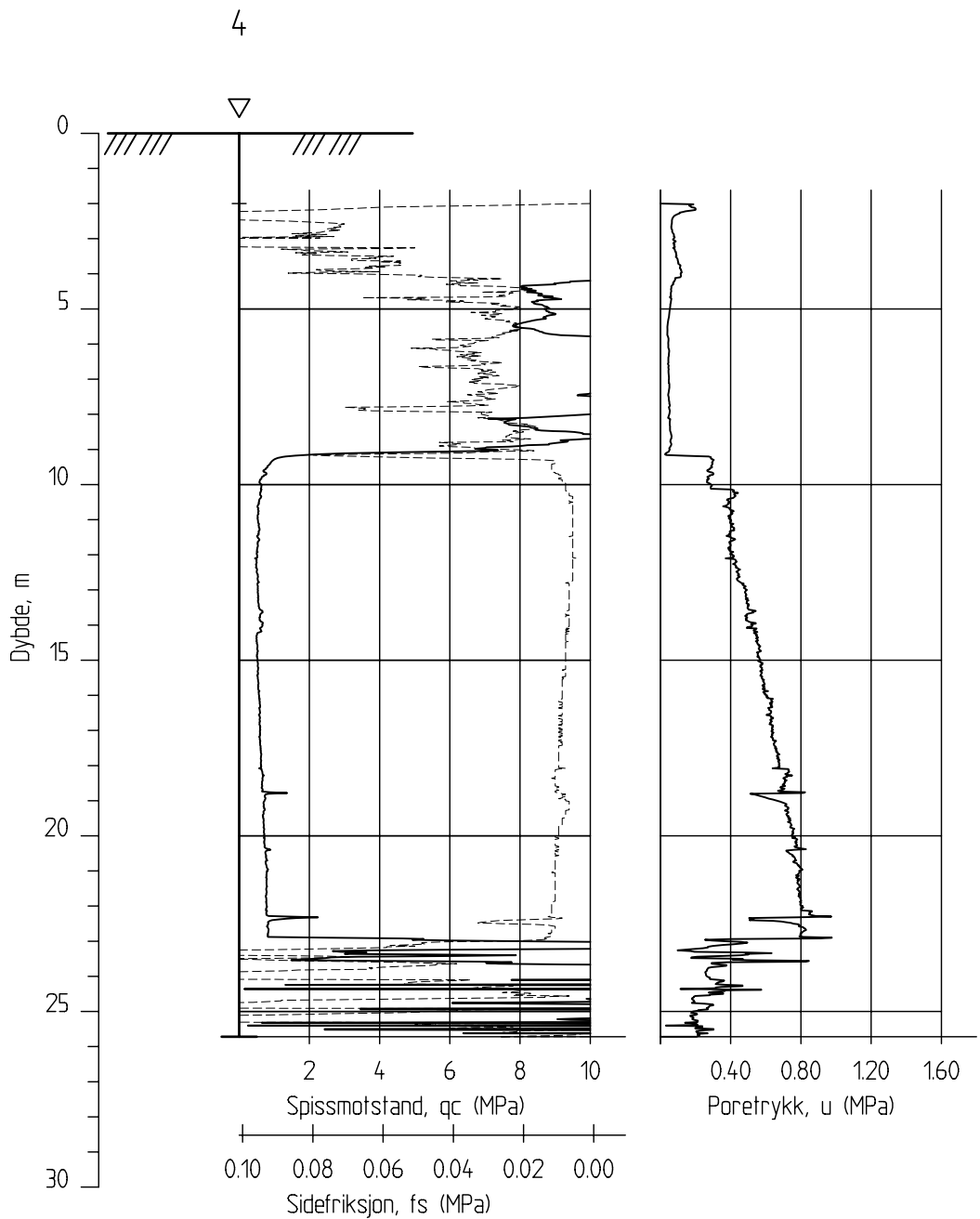
Borhull 1
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsøk nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :11.10.2007

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2 Figur nr. B2

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner Dato: 03.12.07

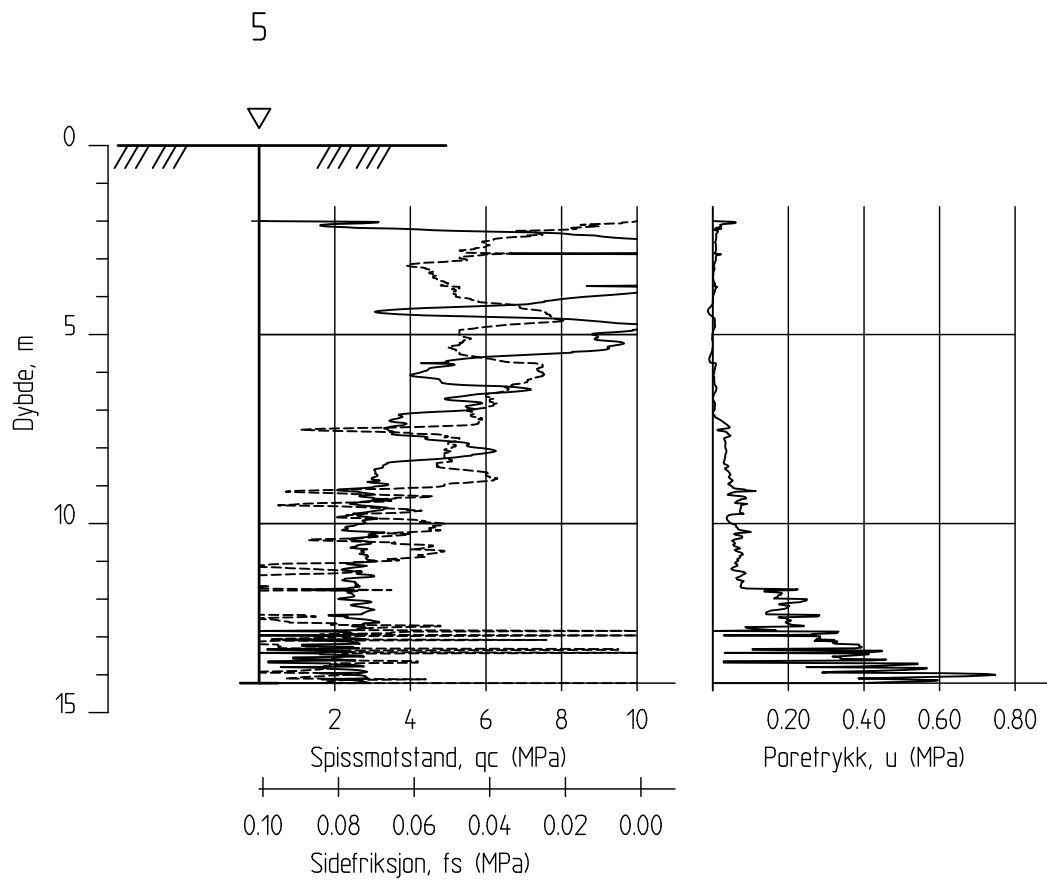
Borhull 4
Posisjon: X 0.00 Y 0.00

Forsök nr. :
Sonde nr. :
Dato boret :15.10.2007

Kontrollert

Godkjent





KRISTIANSAND SJØFRONT

CPT-sondering
M = 1 : 200

Borhull 5

Dato boret :17.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
B3

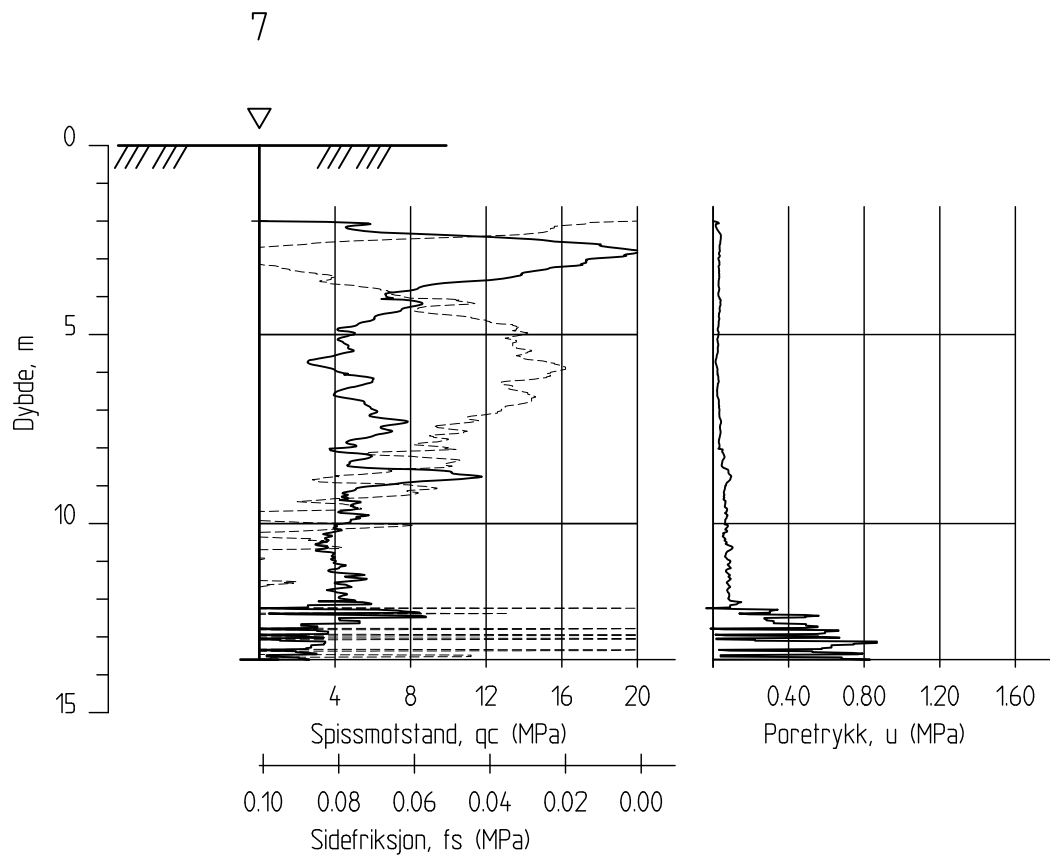
Tegner
JPe

Dato:
07.02.08

Kontrollert
StS

Godkjent
StS





KRISTIANSAND SJØFRONT

Rapport nr. 20071602-2 Figur nr. B4

CPT-sondering
M = 1 : 200

Tegner JPe Dato: 03.12.07

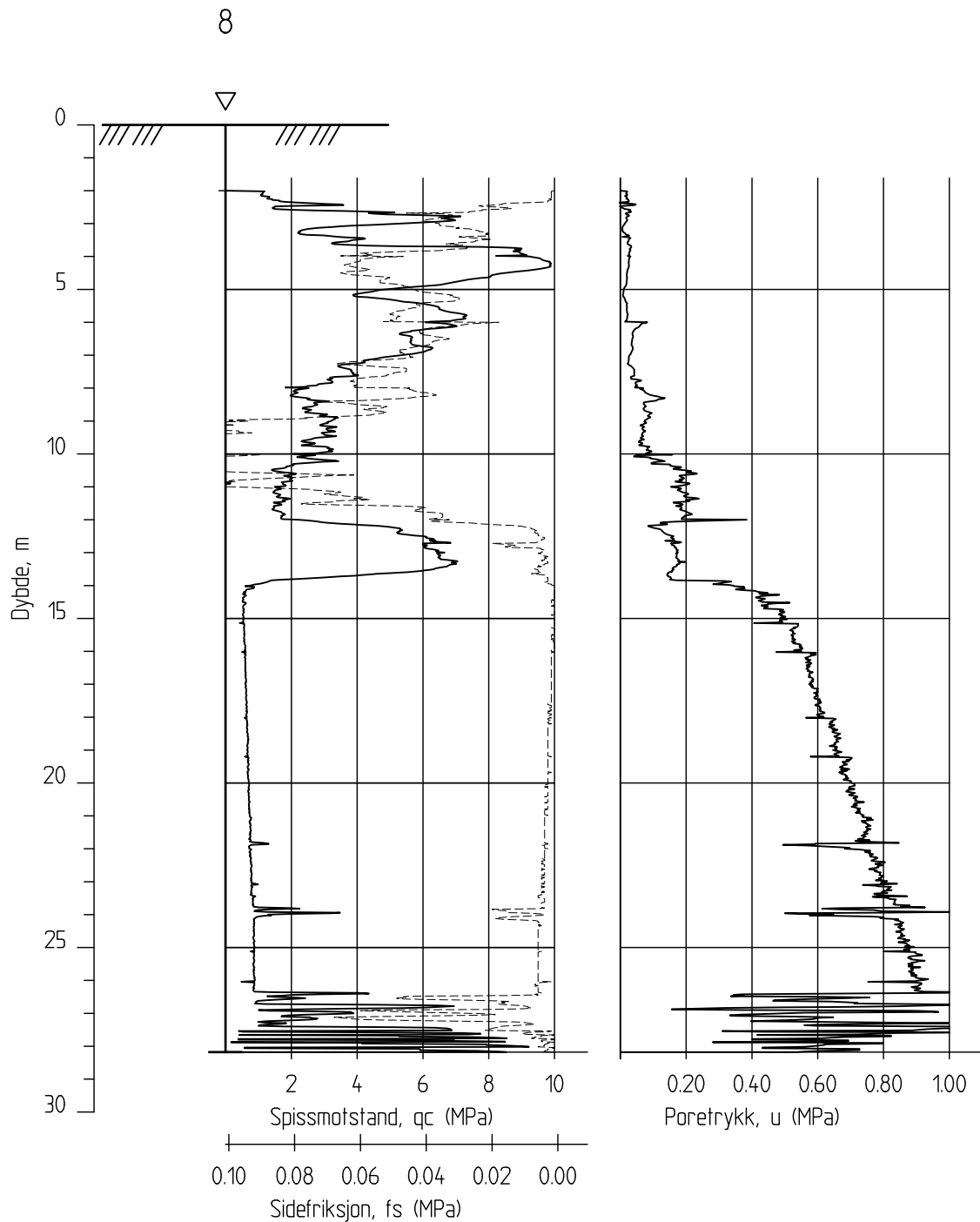
Borhull 7

Kontrollert
StS

Godkjent
StS



Dato boret :05.11.2007



KRISTIANSAND SJØFRONT

CPT-sondering
M = 1 : 200

Borhull 8

Dato boret :11.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Tegner
JPe

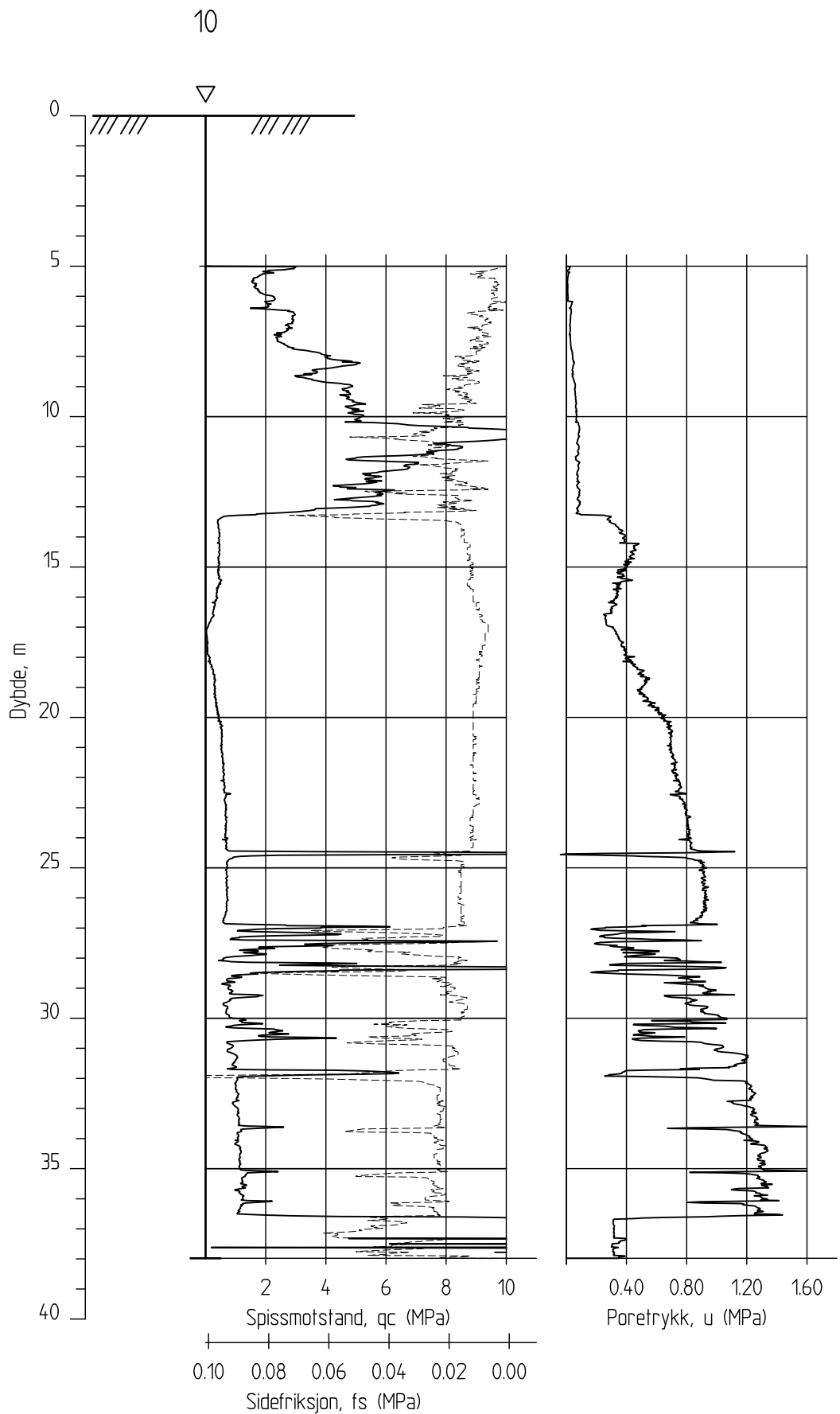
Kontrollert
StS

Godkjent
StS

Figur nr.
B5

Dato:
03.12.07





KRISTIANSAND SJØFRONT

CPT-sondering
M = 1 : 200

Borhull 10

Dato boret :15.10.2007

Rapport nr.
20071602-2

Tegner
JPe

Kontrollert
SfS

Godkjent
SfS

Figur nr.
B6

Dato:
03.12.07



Vedlegg C - Poretrykksmålinger

INNHold

C1 METODE	C2
C2 UTSTYR.....	C2
C3 RESULTATER.....	C2
C4 REFERANSER.....	C2

Figurer

Figur C1 Poretrykksmålinger, hull 10



C1 METODE

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

C2 UTSTYR

Det er brukt hydrostatisk poretrykksmåler med keramisk filter, type NGI.

C3 RESULTATER

Resultatene er gitt på figur C1.

Figurene viser kotehøyder på vannsøylen i hvert enkelt poretrykksrør over en tidsperiode.

C4 REFERANSER

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

Vedlegg D - Laboratorieundersøkelser

INNHOOLD

D1 PRØVEÅPNING OG MATERIALBESKRIVELSE.....	2
D2 KLASSIFISERINGSFORSØK	2
D2.1 Vanninnhold	2
D2.2 Romvekt.....	2
D2.3 Udrenert og omrørt skjærstyrke (s_u) ved konus prøving	2
D2.4 Udrenert skjærstyrke (s_u) ved enaksialt trykkforsøk.....	2
D2.5 Flyte- (w_L) og utrullingsgrense (w_p).....	3
D2.6 Korngraderingsanalyse	3
D2.7 Humusinnhold.....	3
D3 REFERANSER.....	3

FIGURER

Figur D1	Borprofil, hull 1
Figur D2	Kornfordelingskurver, hull 1
Figur D3	Borprofil, hull 4
Figur D4	Kornfordelingskurver, hull 4 (dybde 3.5 – 8.5 m)
Figur D5	Kornfordelingskurver, hull 4 (dybde 12.5 – 20.3 m)
Figur D6	Borprofil, hull 7
Figur D7	Kornfordelingskurver, hull 7
Figur D8-D9	Borprofil, hull 10
Figur D10	Kornfordelingskurver, hull 10

D1 PRØVEÅPNING OG MATERIALBESKRIVELSE

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

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2 KLASSIFISERINGSFORSØK

D2.1 Vanninnhold

Fra hver prøvesylinder tas det ut tre prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold (vekt %).

Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS 8013.

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2.2 Romvekt

Romvekt bestemmes som gjennomsnitt for hel sylinder.

Romvekt bestemmes i henhold til NS8011.

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2.3 Udrenert og omrørt skjærstyrke (s_u) ved konusforsøk

Fra hver av prøvesylindrene er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert og omrørt skjærstyrke med konus prøving.

Konusprøving utføres i henhold til NS8015.

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2.4 Udrenert skjærstyrke (s_u) ved enaksialt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut en prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke med enaksialt trykkforsøk.

Enaksialt trykkforsøk utføres i henhold til NS8016.

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2.5 Flyte- (w_L) og utrullingsgrense (w_P)

Fra alle sylindrene er det tatt ut prøve for bestemmelsene av flyte- og utrullingsgrense.

Bestemmelsen er utført i henhold til NS8002 og NS8003.

Resultatene er vist i figur D1 (borpunkt 1), figur D3 (borpunkt 4), figur D6 (borpunkt 7) og figur D8 og D9 (borpunkt 10).

D2.6 Kornfordelingssanalyse

Det er utført kornfordelingsanalyse på totalt 29 prøver.

Kornfordeling på 14 naverprøver er bestemt med våtsikting. Kornfordeling på 15 sylinder- og blåseprøver er bestemt med "falling drop meoden", beskrevet av Moun, 1965 (/1/)

Resultatene er vist i kornfordelingskurver, figur D2 (borpunkt 1), figur D4 og figur D5 (borpunkt 4), figur D7 (borpunkt 7) og figur D10 (borpunkt 10).

D2.7 Humusinnhold

Humusinnholdet målt i 4 blåseprøver fra borehull 7. Dette bestemmes ved glødetap, iht. Statens vegvesen 14.445 (/2/).

Resultatene er vist i figur D6.

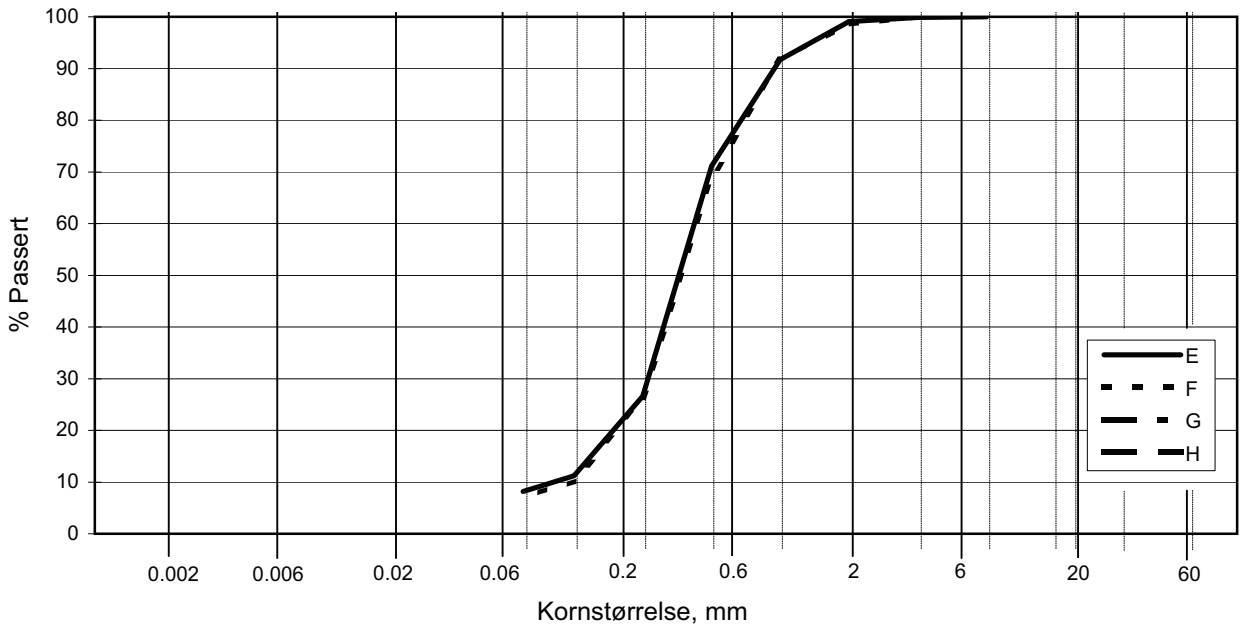
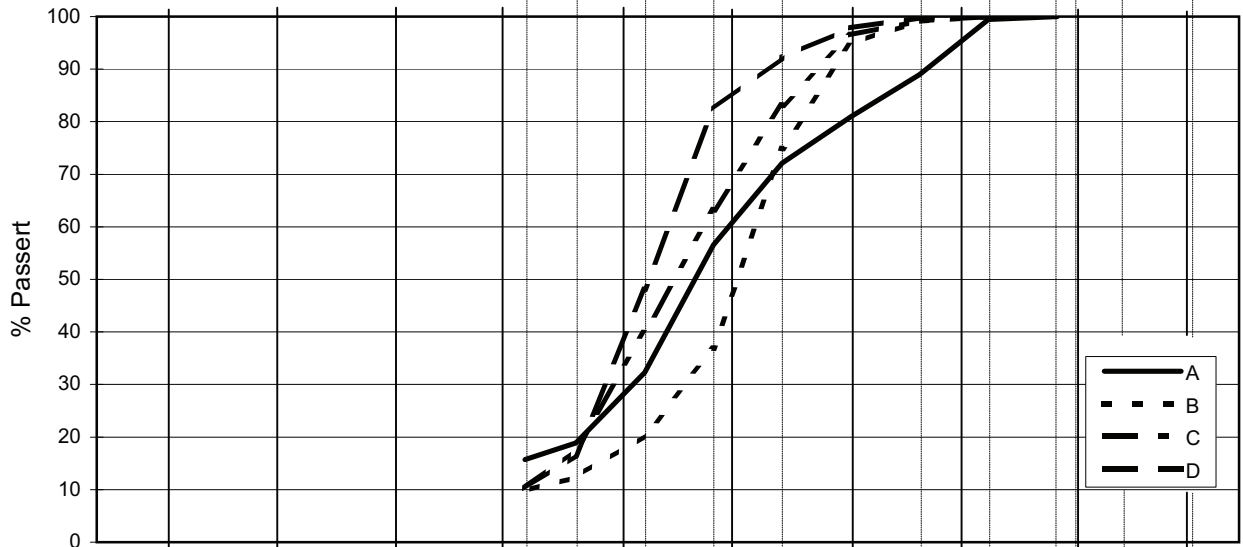
D3 REFERANSER

- /1/ Moun, J. (1965)
Falling drop used for grain size analysis of fine grained materials. Sedimentology, Vol. 5, No. 4, pp. 343 347.
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute.
Publication, 70, 1966



/2/ Statens vegvesen.
Håndbok 014. Laboratorieundersøkelser.

LEIR	SILT			SAND			GRUS							
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov					
	US Standard Sikt			200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
	ISO Standard Sikt			.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C _u (d ₆₀ / d ₁₀)	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	1	1	0,5				SAND, middles til grov	Våt sikt
B	1	3	2,5	9,7			SAND, grov til middles	Våt sikt
C	1	5	4,5				SAND, grov til fin	Våt sikt
D	1	7	6,5				SAND, middles til fin	Våt sikt
E	1	9	8,5	4,1			SAND, middles til grov	Våt sikt
F	1	11	10,5	3,6			SAND, middles til grov	Våt sikt
G								
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\grain-n1.xls\Plott

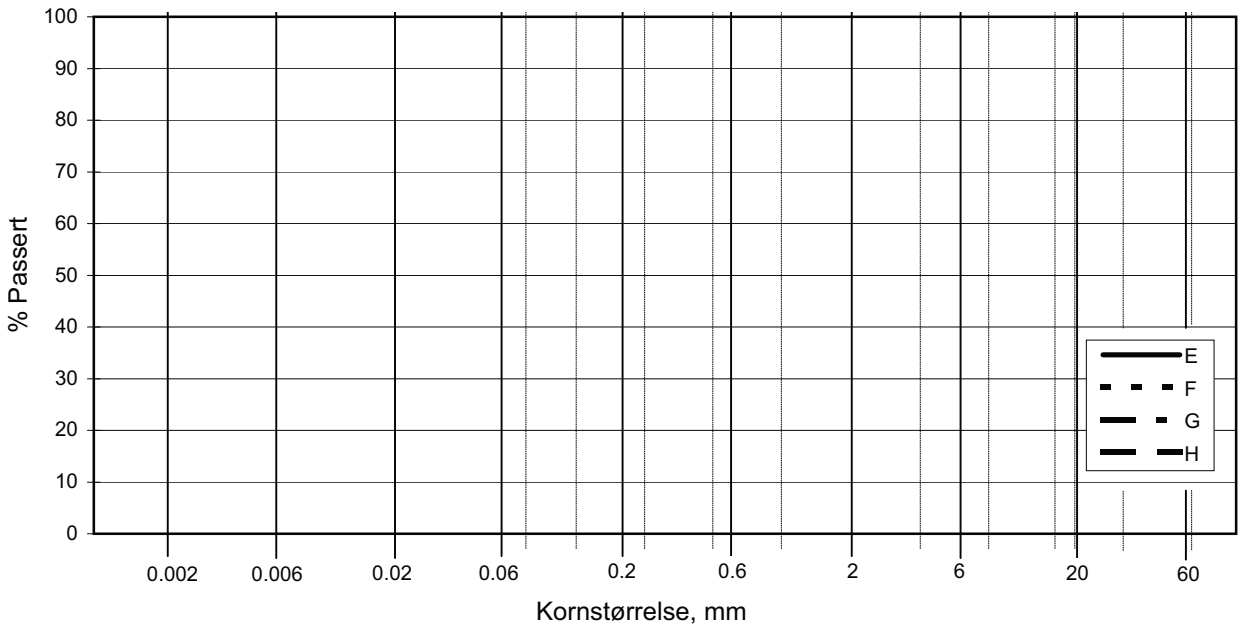
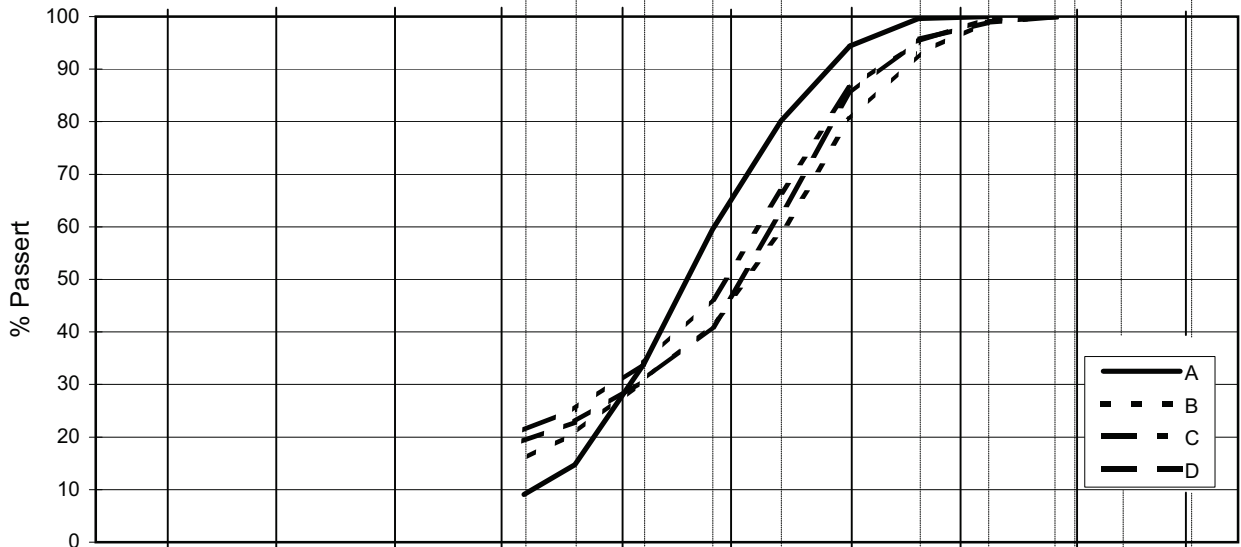
KRISTIANSAND SJØFRONT

Kornfordelingskurver

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. D2
Tegnet av	Dato 2008-03-07
Kontrollert	
Godkjent	



L E I R	SILT			SAND			GRUS								
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov						
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"	
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	19	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C_u (d_{60} / d_{10})	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	4	4	3,5	6,3			SAND, middels til grov	Våt sikt
B	4	5	4,5				SAND, grov til middels	Våt sikt
C	4	7	6,5				SAND, grov til middels	Våt sikt
D	4	9	8,5				SAND, grov til middels	Våt sikt
E								
F								
G								
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\grain-n2.xls\Plott

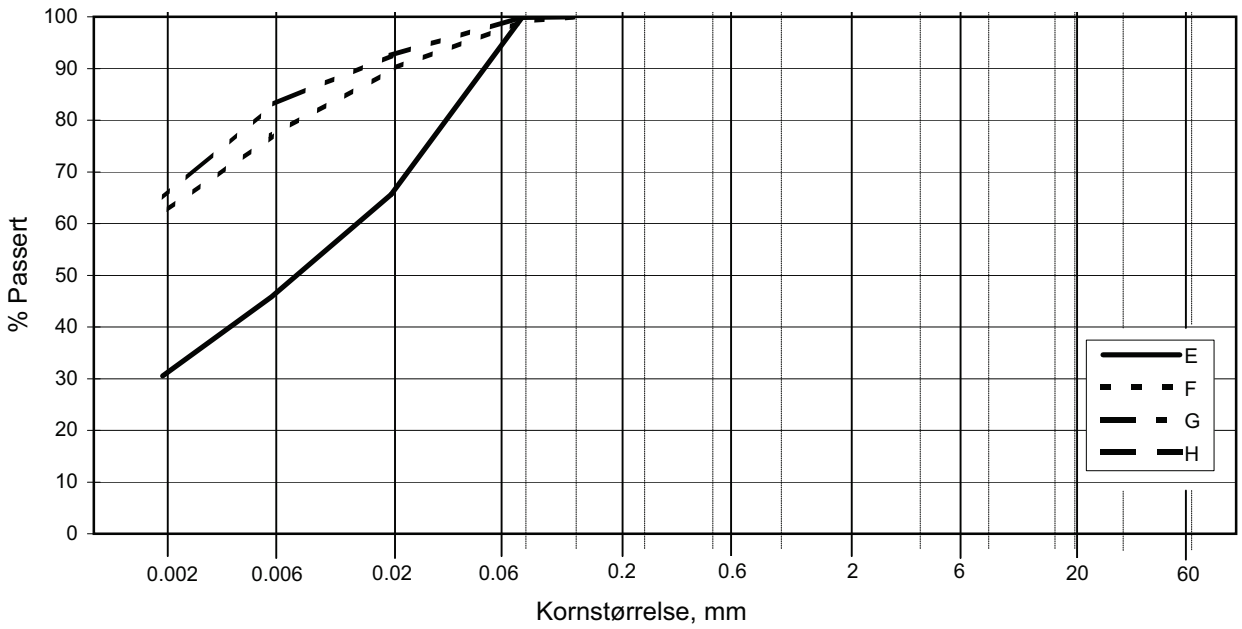
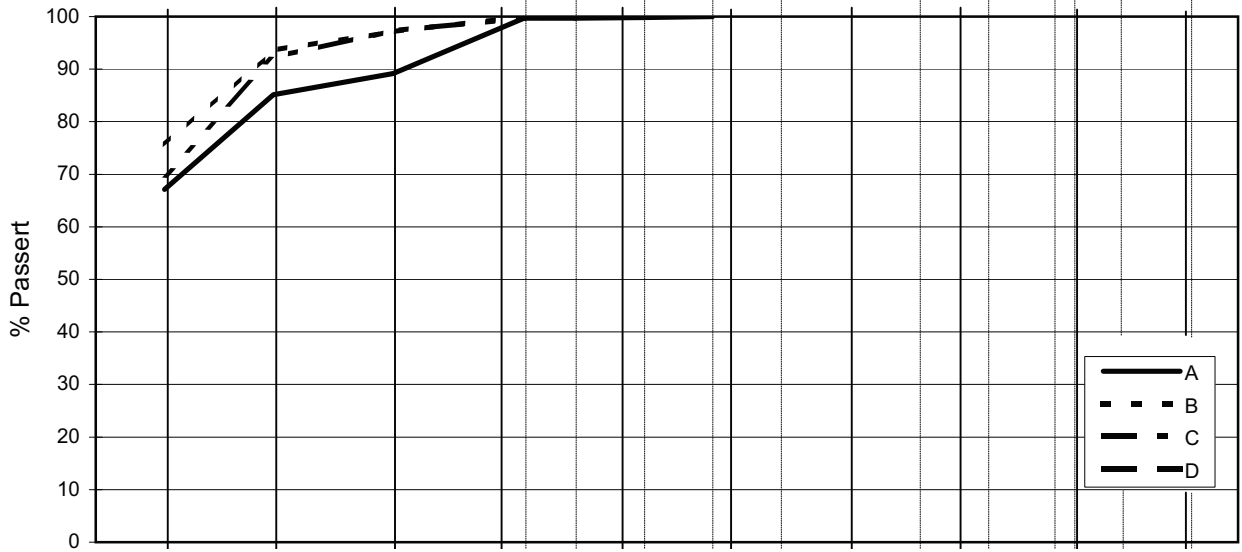
KRISTIANSAND SJØFRONT

Kornfordelingskurver

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. D4
Tegnet av	Dato 2008-03-07
Kontrollert	
Godkjent	




LEIRE	SILT			SAND			GRUS							
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov					
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C _u (d ₆₀ / d ₁₀)	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	4	1	12,45		T3	67,1	LEIRE	Fall. Drop
B	4	2	13,32		T3	75,5	LEIRE	Fall. Drop
C	4	3	14,55		T3	69,8	LEIRE	Fall. Drop
D								
E	4	4	16,42		T4	30,5	LEIRE	Fall. Drop
F	4	5	18,2		T3	61,9	LEIRE	Fall. Drop
G	4	6	20,25		T3	64,8	LEIRE	Fall. Drop
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\grain-n3.xls\Plott


<h2>KRISTIANSAND SJØFRONT</h2> <h3>Kornfordelingskurver</h3>	Rapport nr.	Figur nr.
	20071602-2	D5
	Tegnet av	Dato
		2008-03-07
Kontrollert		
Godkjent		

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Romvekt (kN/m³)					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærstyrke (kN/m²)										S _t Konus							
			15	30	45	60	75	90	105	16	17	18	19	20			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100								
5																																		
10																																		
15	TORV, siltig sandig	H8	1	K														22																
	TORV, siltig, sandig	iblandet leire	2																															
			3	K														8.8																
20	TORV, siltig, sandig		4	K														8.2																
			5																															
	TORV, siltig, sandig		6	K														9.2																
25																																		

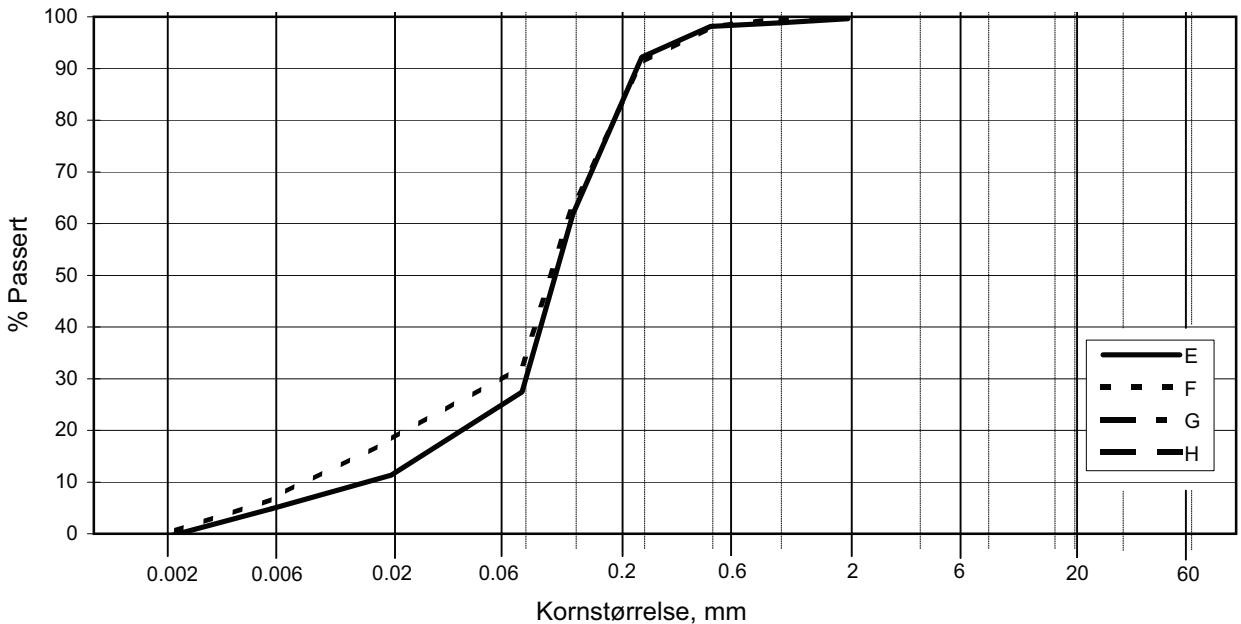
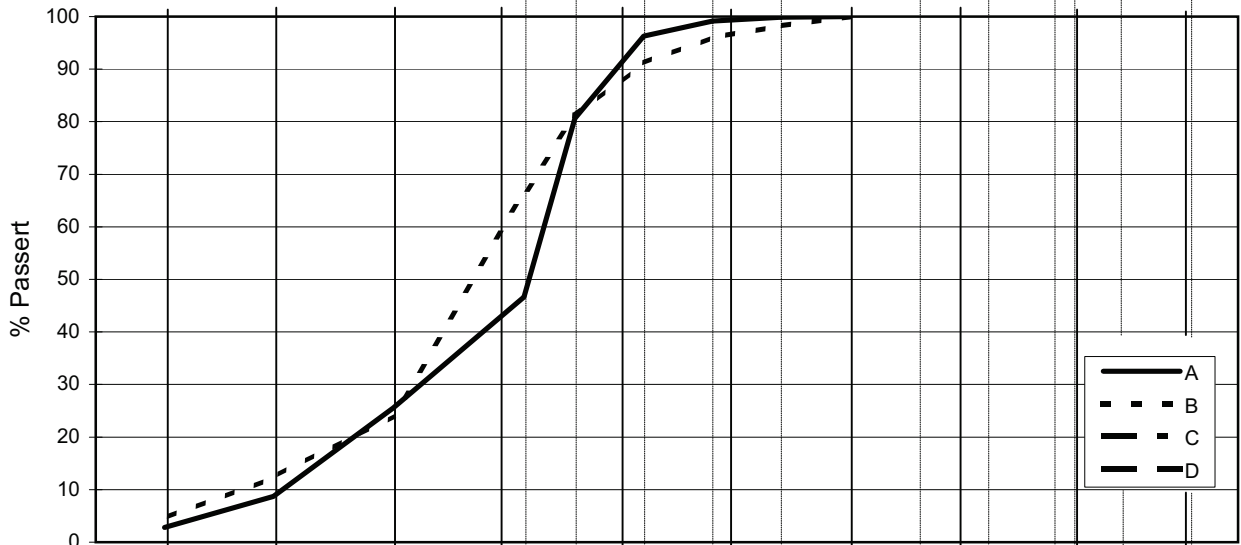
TEGNFORKLARING:

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

Date-Rev. no. 22.04.05-0

KRISTIANSAND, SJØFRONT		Rapport nr.	20071602-2	Figur nr.	D6
Borprofil	Prøvetype:	Poseprøver	Tegner	Dato	29.03.2008
Borpunkt nr.: 7	Terrengkote:	m	Kontrollert		
	Grunnvannst. dybde:	m	Godkjent		
	Dato boret	06.11.2007			

L E I R	SILT			SAND			GRUS								
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov						
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"	
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	19	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C _u (d ₆₀ / d ₁₀)	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	7	1	15.5 *	14,0	T4	2,8	SILT, sandig *	Falling drop
B	7	3	*	14,2	T4	4,5	SILT, sandig *	Falling drop
C								
D								
E	7	4	20.5 *	7,8	T2	-0,8	SAND, siltig *	Falling drop
F	7	6	24.5 *	13,9	T4	-0,2	SAND, siltig *	Falling drop
G								Falling drop
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\grain-n4.xls\Plott

KRISTIANSAND SJØFRONT

Kornfordelingskurver

* Kornfordeling er utført etter at organisk materiale er glødet bort.

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
D7

Tegnet av

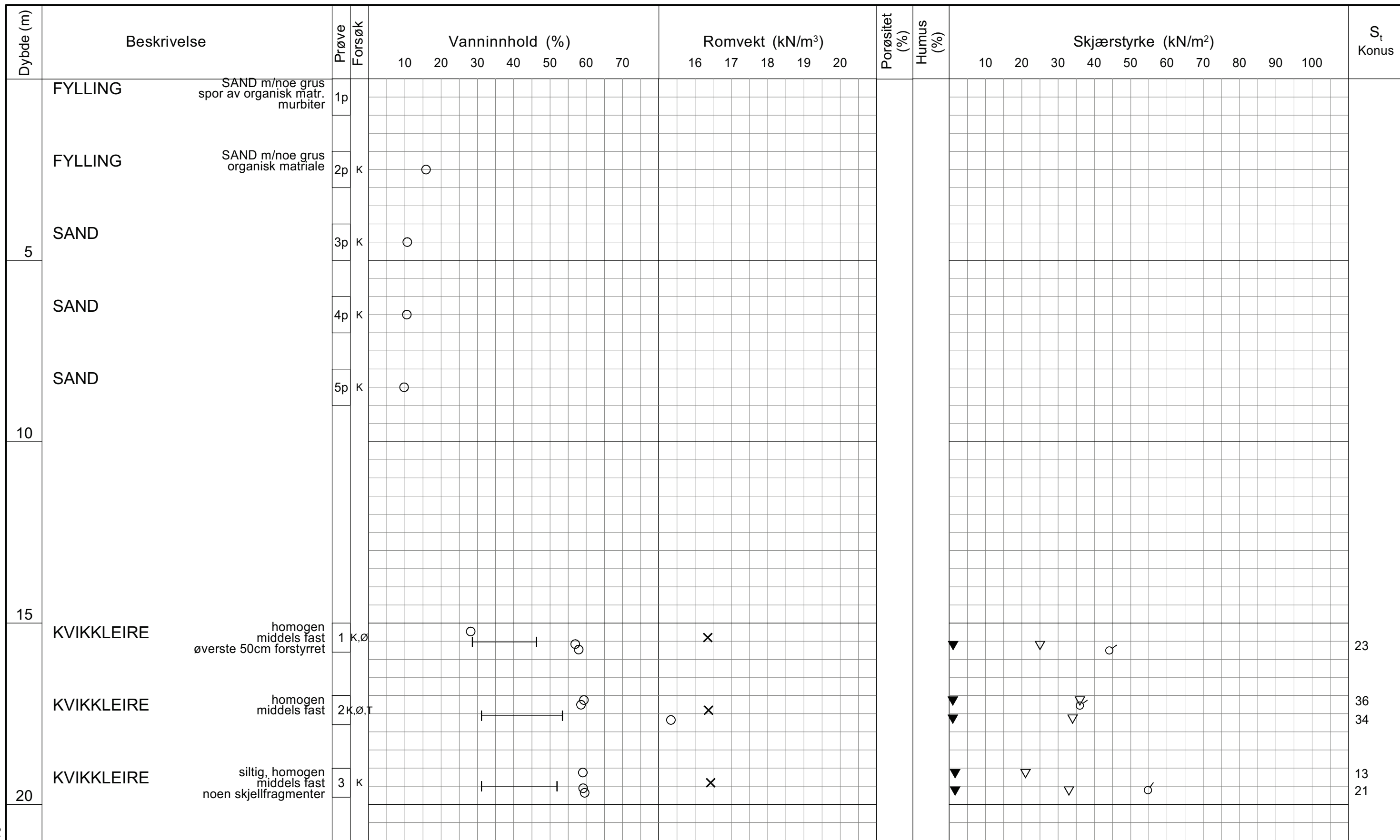
Dato
2008-03-07

Kontrollert

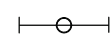
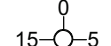
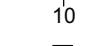

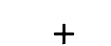
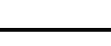

Godkjent




F:\p2007\1602007\1602\rap\Borprofil-10(0-20m).grf



TEGNFORKLARING:

- | | |
|--|----------------------------------|
|  Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense | \emptyset = Ødometer forsøk |
|  Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd | ● Tre aksial forsøk, aktiv |
|  Konus forsøk, uforstyrret | ● Tre aksial forsøk, passiv |
|  Konus forsøk, omrørt | P = Permeabilitetsforsøk |
|  Vinge boring | K = Korngraderingsanalyse |
|  Direkte skjærforsøk | T = Tre aksial forsøk |
|  S _t Sensitivitet | K/S = Kalk-/Sement stabilisering |

Date-Rev. no. 22.04.05-0

KRISTIANSAND, SJØFRONT		Rapport nr.	Figur nr.
		20071602-2	D8
Borprofil	Prøvetype: Pose/72 mm	Tegner	Dato
Borpunkt nr.: 10	Terrengkote: m		13.03.2008
	Grunnvannst. dybde: m	Kontrollert	
	Dato boret: 16.11.2007	Godkjent	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Romvekt (kN/m ³)					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærstyrke (kN/m ²)										S _t Konus/	
			10	20	30	40	50	60	70	16	17	18	19	20			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
25	KVIKKLEIRE siltig, homogen middels fast skjellfragmenter	4 K																									16 19	
30																												
35																												
40																												

TEGNFORKLARING:

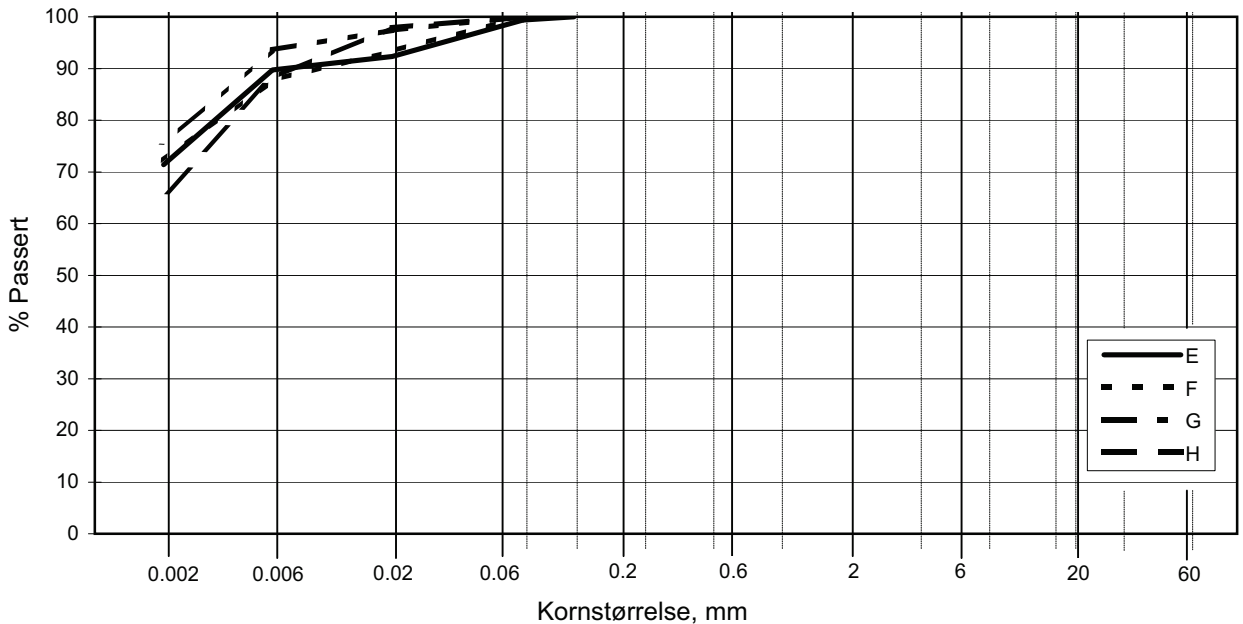
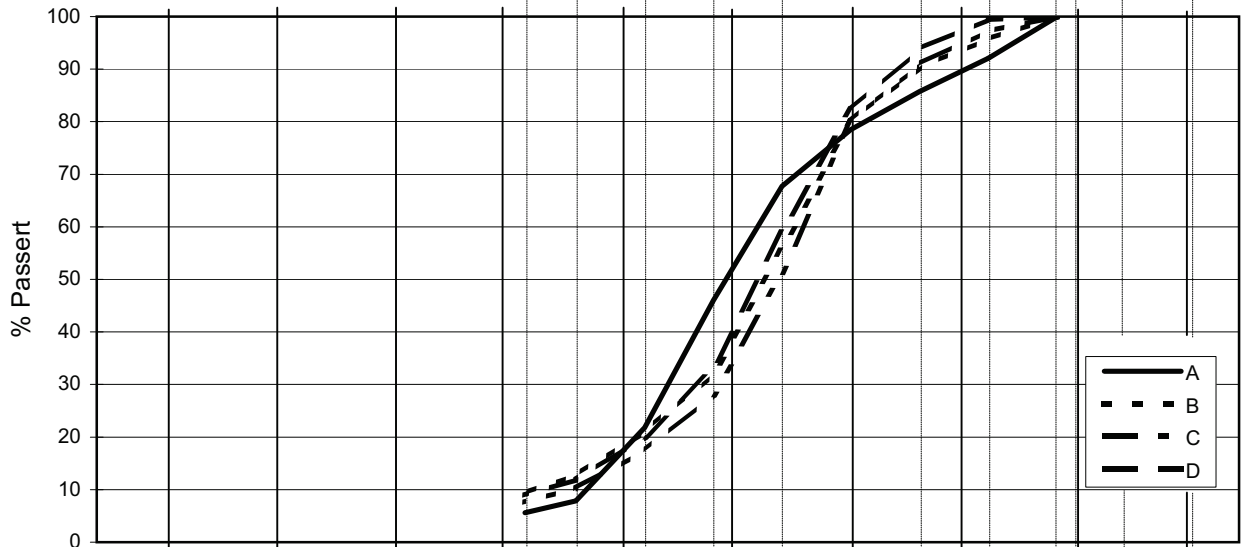
- | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|--|----------------------------------|
| | Plastisitet/grense/Vanninnhold/Flytegrense | | Treksial forsøk, aktiv | | Ø = Ødometer forsøk |
| | Enaks. trykkforsøk/def. ved brudd | | Treksial forsøk, passiv | | P = Permeabilitetsforsøk |
| | Konus forsøk, uforstyrret | | Direkte skjærforsøk | | K = Korngraderingsanalyse |
| | Konus forsøk, omrørt | | T = Treksial forsøk | | T = Treksial forsøk |
| | Vingeboring | | S _t Sensitivitet | | K/S = Kalk-/Sement stabilisering |

KRISTIANSAND, SJØFRONT

Borprofil
 Borpunkt nr.: 10
 Prøvetype: 72 mm
 Terrengekote: m
 Grunnvannst. dybde: m
 Dato boret: 16.11.2007

Date-Rev. no. 22.04.05-0
 Rapport nr. 20071602-2
 Tegner
 Kontrollert
 Godkjent
 Figur nr. D9
 Dato 13.03.2008

LEIR	SILT			SAND			GRUS							
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov					
	US Standard Sikt			200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
	ISO Standard Sikt			.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C_u (d_{60} / d_{10})	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	10	1	0,5	5,6			SAND, middels til grov, grusig	Våt sikt
B	10	5	4,5	13,6			SAND, grov til middles	Våt sikt
C	10	7	6,5	10,4			SAND, grov til middles	Våt sikt
D	10	9	8,5	11,4			SAND, grov til middles	Våt sikt
E	10	1	15,5		T3	71,4	LEIRE	Falling drop
F	10	2	17,55		T3	72,3	LEIRE	Falling drop
G	10	3	19,5		T3	75,3	LEIRE	Falling drop
H	10	4	21,4		T3	65,6	LEIRE	Falling drop

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

F:\p\2007\16\20071602\Rap\grain-n5.xls\Plott

KRISTIANSAND SJØFRONT

Kornfordelingskurver

Rapport nr.	Figur nr.
20071602-2	D10
Tegnet av	Dato
	2008-03-14
Kontrollert	
Godkjent	



Vedlegg E - Ødometerforsøk

INNHOOLD

E1 METODE	2
E2 INNBYGGING AV PRØVE	2
E3 RESULTATER	3
E4 REFERANSER	3

Tabeller

Tabell E1	Oppsummering av ødometerforsøk
-----------	--------------------------------

Figurer

Figur E1 til E2	Plott fra ødometer test (CRS), prøve 4-2-2.
Figur E3 til E4	Plott fra ødometer test (CRS), prøve 4-4-2
Figur E5 til E6	Plott fra ødometer test (CRS), prøve 4-5-2
Figur E7 til E8	Plott fra ødometer test (CRS), prøve 10-1-1
Figur E9 til E10	Plott fra ødometer test (CRS), prøve 10-2-2

E1 METODE

Det er utført ødometerforsøk på 5 av sylindrene.

Forsøkene er utført etter standard prosedyre for ødometerforsøk ved NGI, beskrevet av Sandbekken, 1986.

E2 INNBYGGING AV PRØVE

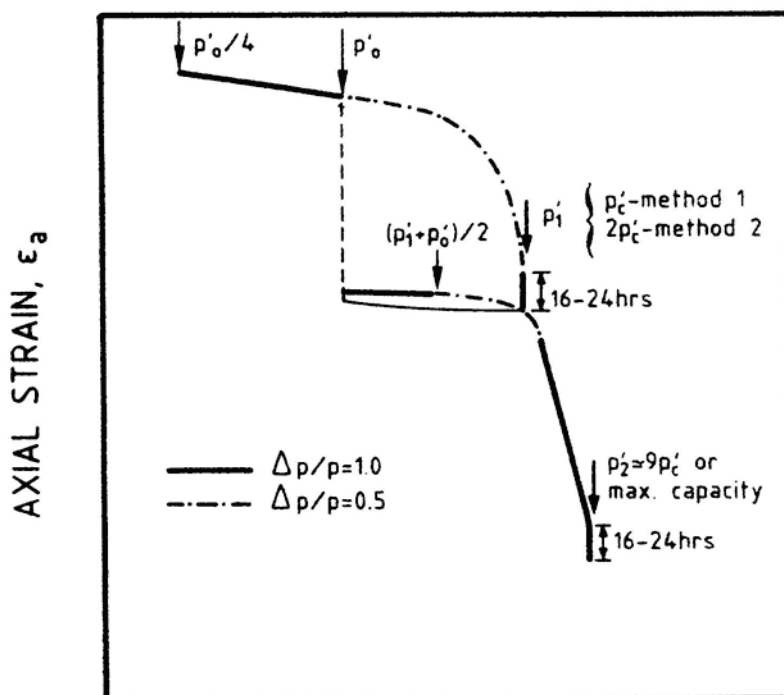
Sylinderdiameteren som er brukt for å ta opp prøvene, er som tidligere nevnt 72 mm. Siden dette tilsvarer et større areal enn det er på CRS-cellen, ble prøven trimmet ned til riktig areal.

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

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

Forsøket lastes opp til p_1' før den lastes av til $(p_1'+p_0')/2$ og så lastes videre til $p_2' \cong 9 p_c'$. Etterfølgende figur forklarer belastningsprosedyren.

EFFECTIVE AXIAL STRESS, $\log \sigma'_a$



Prøven kan drenere fritt på toppen, men er tett i bunn.
Deformasjonshastigheten velges slik at poretrykket som måles i bunn av prøven ikke overstiger 5 til 10 % av spenningen som blir påført. Hastigheten endres dersom poretrykket overstiger 15 % av total påførte spenninger.

To av forsøkene er kjørt uten bruk avlastning og er lastet opp til $9 p_c$.

E3 RESULTATER

Tabell E1 gir en oversikt over jord dataene for de fem ødometerforsøkene som er utført. Her er det også gitt en indikator på prøve kvaliteten til de fem prøvene gjennom forholdstallet $\Delta V/V$ ved p_0 . Ut fra den gitte verdien kan man si at prøve kvaliteten av de tre prøvene er relativt god.

I tillegg er resultatene fra hvert enkelt forsøk presentert i figur E1 til E10. For hvert forsøk vises to diagrammer, hhv. ett i logaritmisk skala og ett i lineær skala, hvorav det lineære har bedre oppløsning for tolking av parametere omkring p_c .

E4 REFERANSER

Lacasse, S., Berre, T. and Lefebvre, G. (1985)
Block sampling of sensitive clays.
Proc. 11th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng.
San Fransisco, Vol. 2, pp. 887-892
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 163, 1986

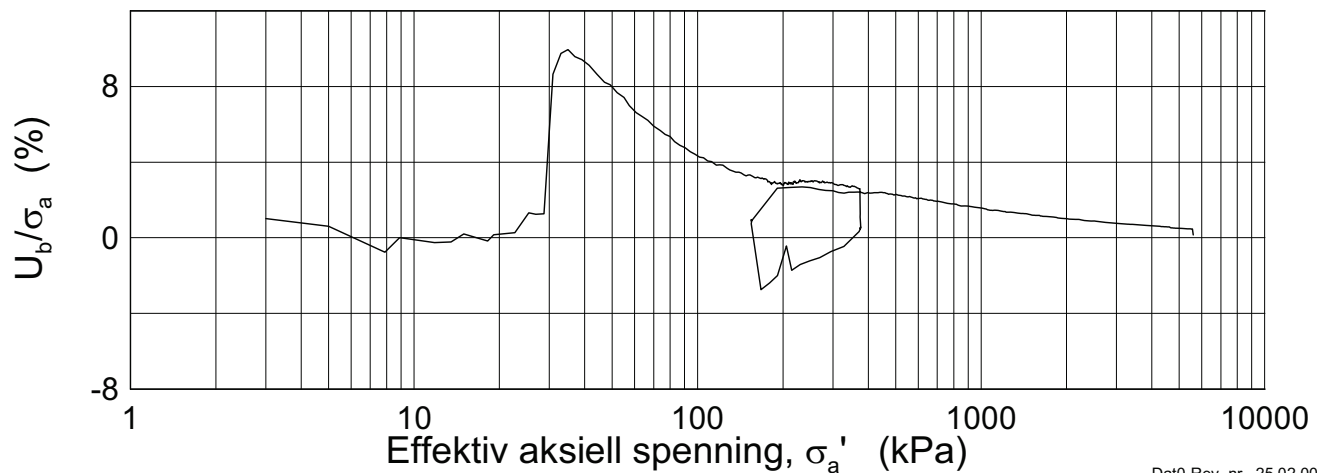
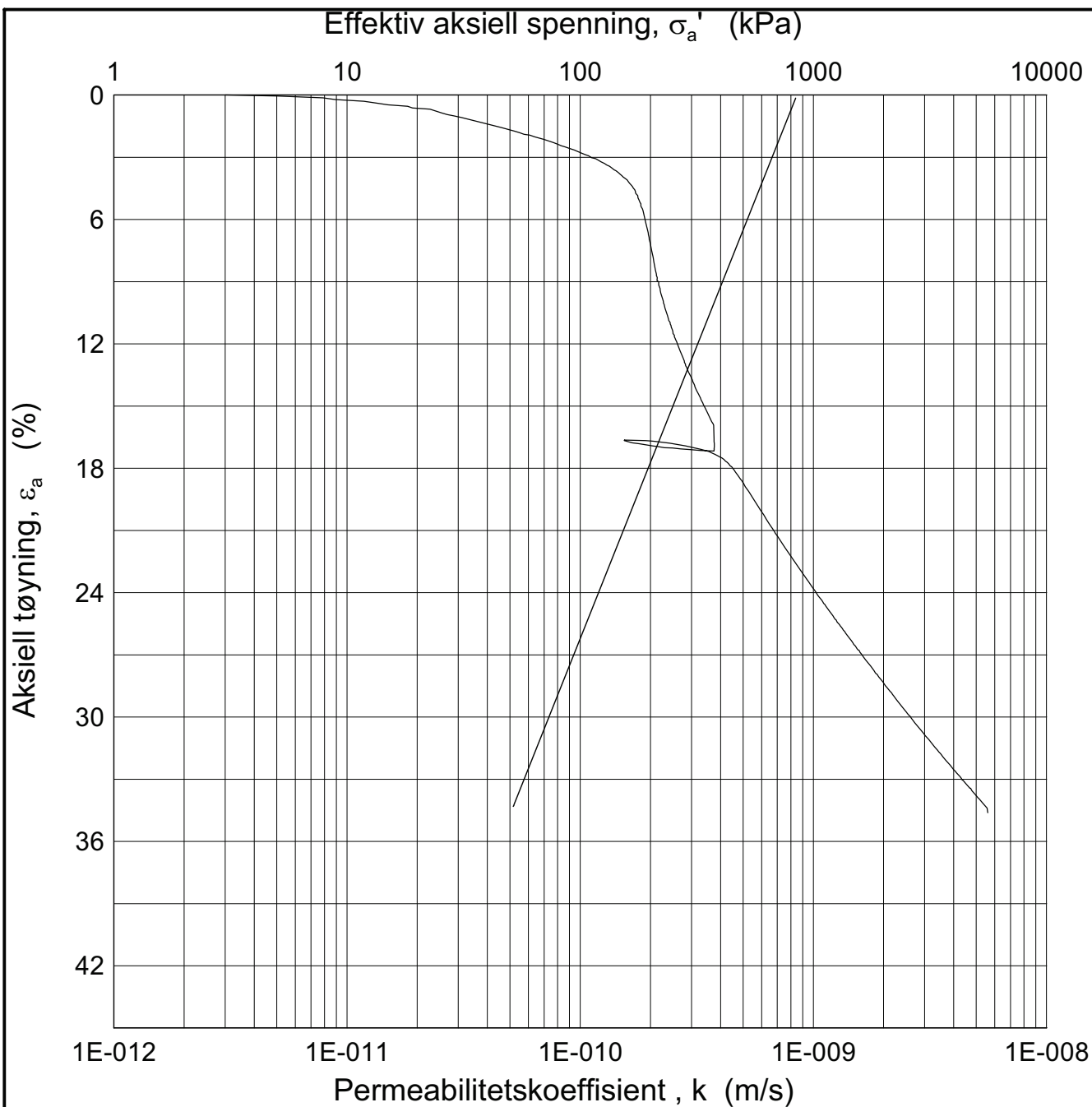
Sandbækken, G., Berre, T. and Lacasse, S. (1986)
Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute
Concolidation of soils: Testing and evaluation
ASTM STP 892, R.N. Young and F.C. Townsend, Eds., 1986

20071602-2

Kristiansand Sjøfront


TABELL E-1 : SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK

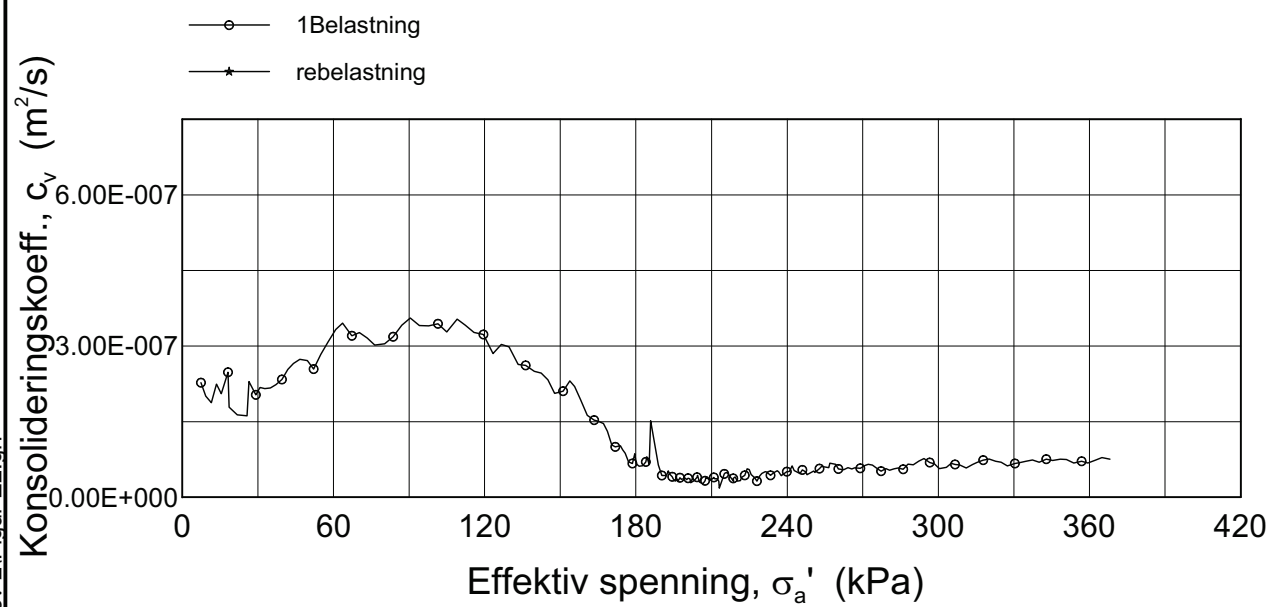
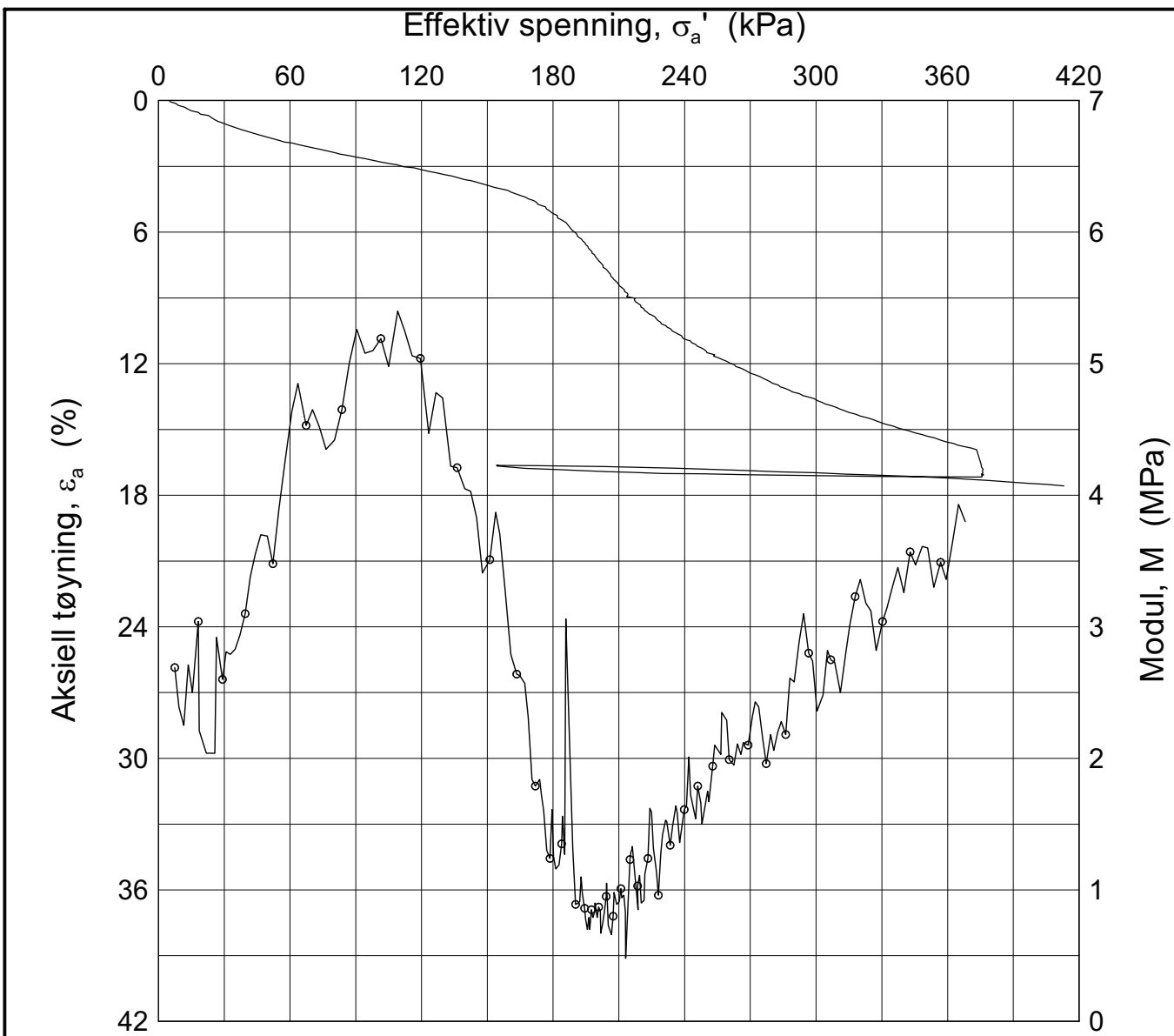
Prøveidentifisering			Klassifisering							Konsolidering				Figur ref
Hull nr.	Forsøk	Dybde <i>m</i>	Jordart	w _i %	w _p %	w _L %	I _p %	γ _T kN/m ³	Leir innhold %	p _{ov} ' (antatt) kPa	ΔV/V ved p _{ov} ' %	Δe/e _i	Prøve kvalitet	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	4-2-2	13,50	Leire	60,9	29,3	51,6	22,3	16,8	75,5	153	3,950	0,063	2	E1-E2
4	4-4-2	16,50	Leire	55,3	23,8	45,7	21,9	17,2	30,5	174	4,380	0,073	2	E3-E4
4	4-5-2	18,50	Leire	54,6	27,8	49,0	21,2	17,0	61,9	188	5,300	0,088	2-3	E5-E6
10	10-1-1	15,70	Leire	55,3	28,6	46,3	17,7	17,0	71,4	159	3,550	0,059	2	E7-E8
10	10-2-2	17,30	Leire	61,9	31,1	53,4	22,3	16,5	72,3	170	3,780	0,060	2	E9-E10
w _i	Insitu vanninnhold													
w _p	Plastisitetsgrense													
w _L	Flytegrense													
I _p	w _L - w _p , Plastisitetsindeks													
γ _T	Total romvekt													
p _{ov} '	Effektivt vertikalt overlagningsstrykk													
ΔV/V	Tøyning ved p _{ov} '													
Δe/e ₀	Δe = ε _{ac} (1+e _i) og e _i = 2.75 * w _i													
Prøvekvalitet:														
1 Meget god, utmerket														
2 God, brukbar														
3 Dårlig														
4 Svært dårlig														



F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\Figur E1.grf


Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

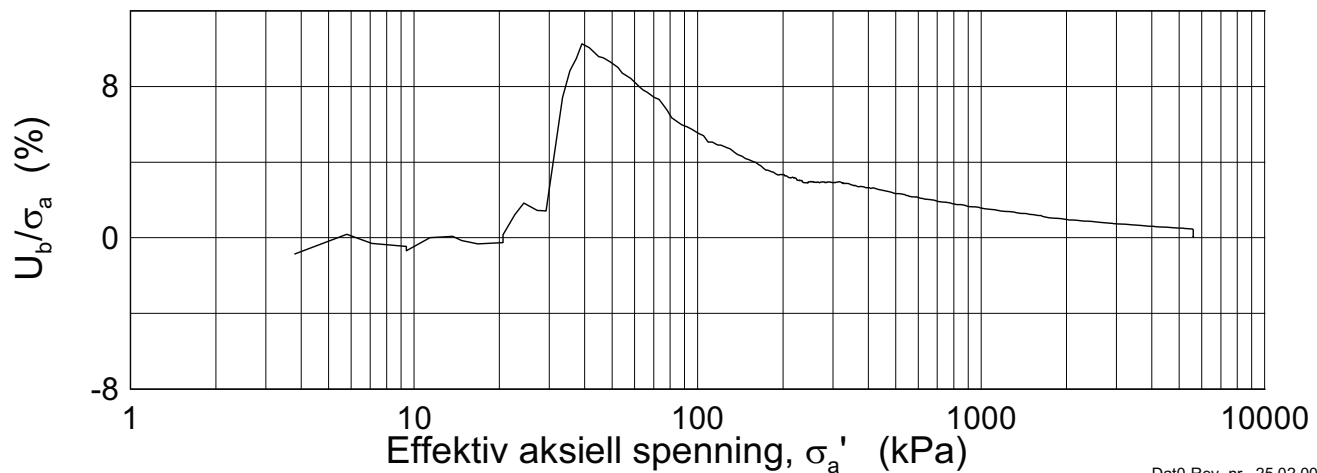
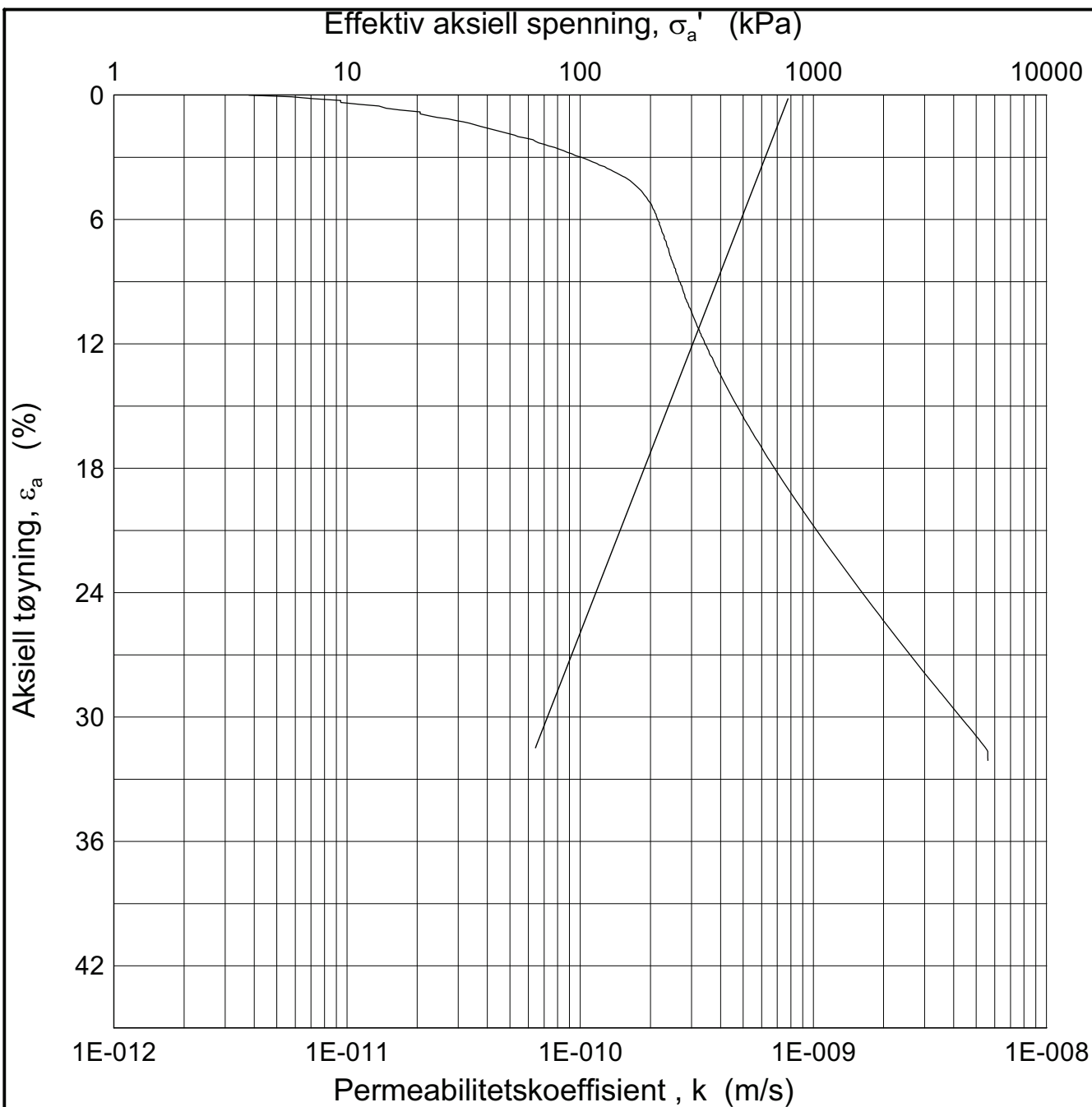
Kristiansand Sjøfront			Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E1
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 13.47 m	Tegner JPe	Dato 2007-12-04
Borhull: 4	Sylinder: 2	$p'_o = 153.0$ kPa	Kontrollert StS	
Del:	Test: 2	$w_i = 60.92$ %	Godkjent StS	



F:\p\2007\16\20071602\Rap_Rev_2\Figur E2.grf


Date-Rev. no. 15.02.00-0

Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E2
Ødometer test (CRSC)		Dybde =	13.47	m	Tegner JPe
Borhull: 4	Sylinder: 2	p _o ' =	153.0	kPa	Kontrollert StS
Del:	Test: 2	w _i =	60.92	%	Godkjent StS
					



Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E3
Tegner JPe	Dato 2007-12-03
Kontrollert StS	
Godkjent StS	

Ødometer test (CRSC)

Dybde = 16.5 m

Borhull: 4

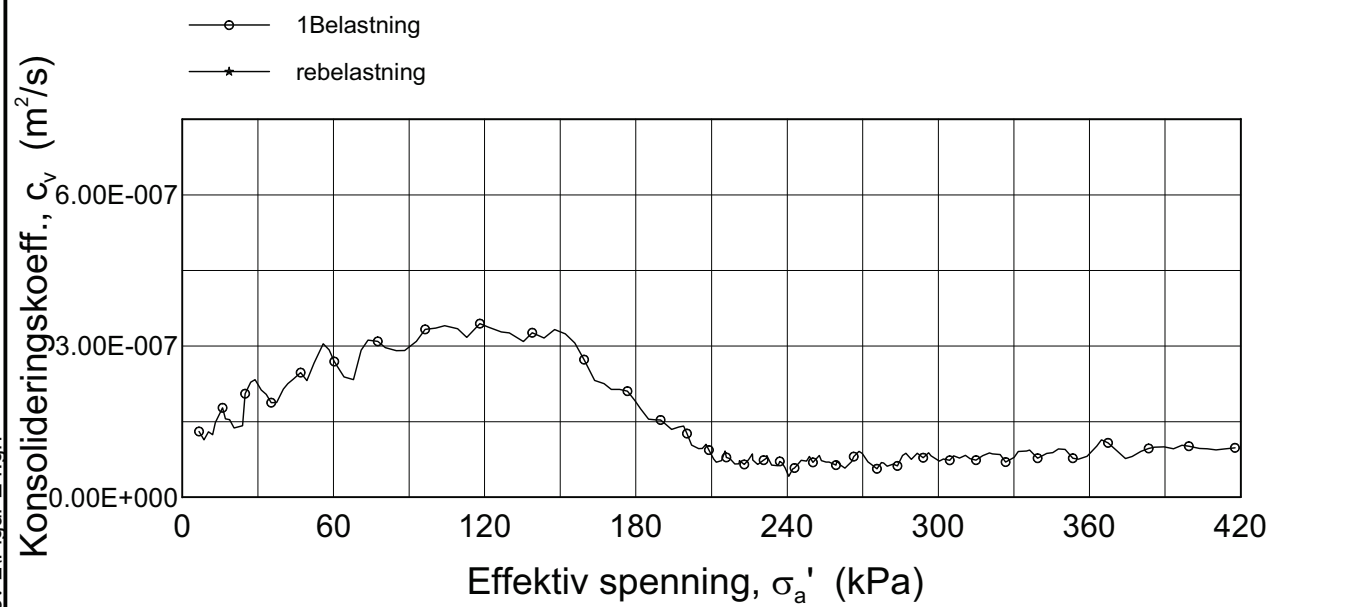
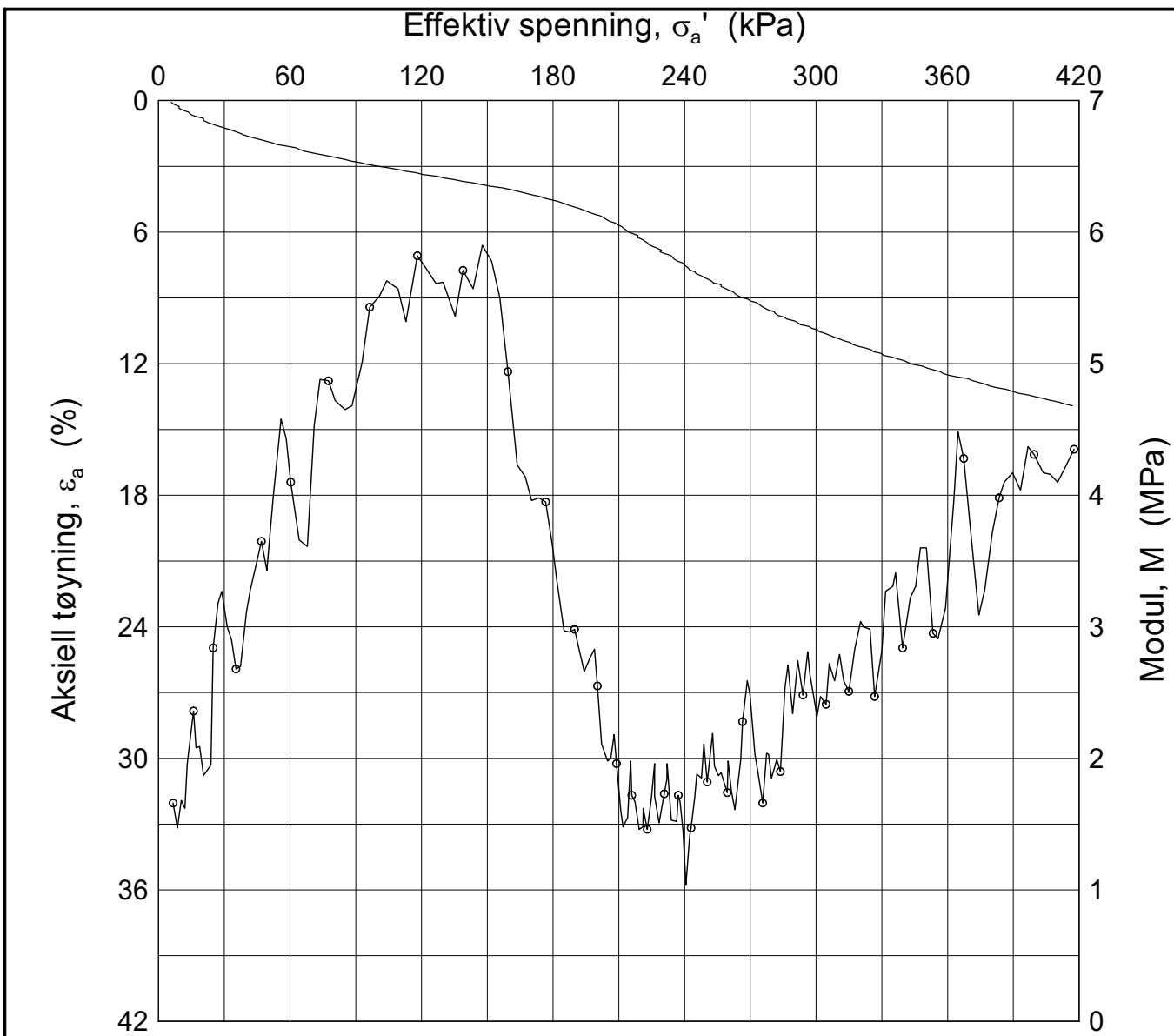
Sylinder: 4

p'_o = 174.0 kPa

Del:


Test: 2

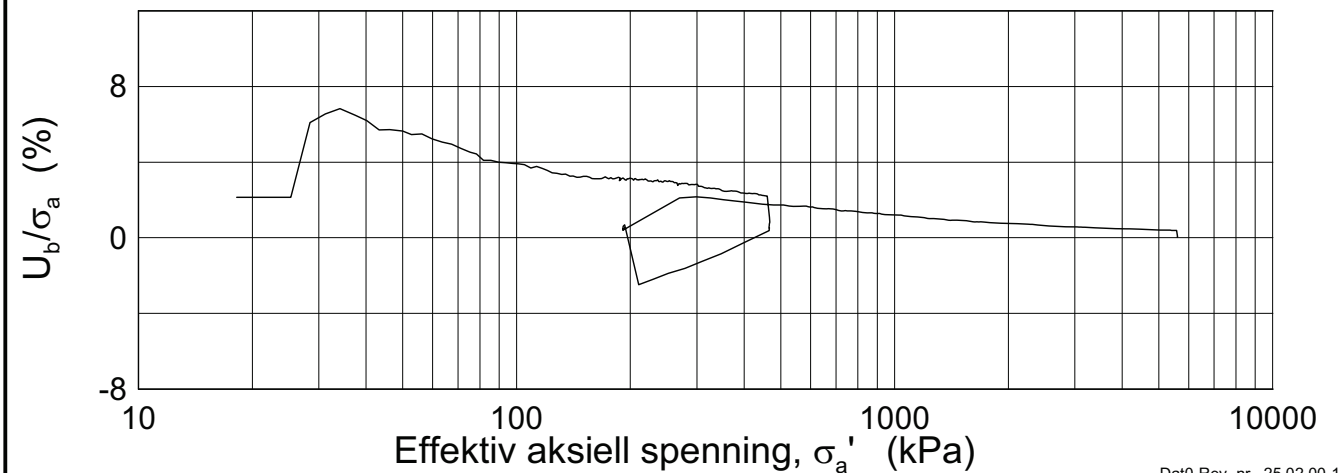
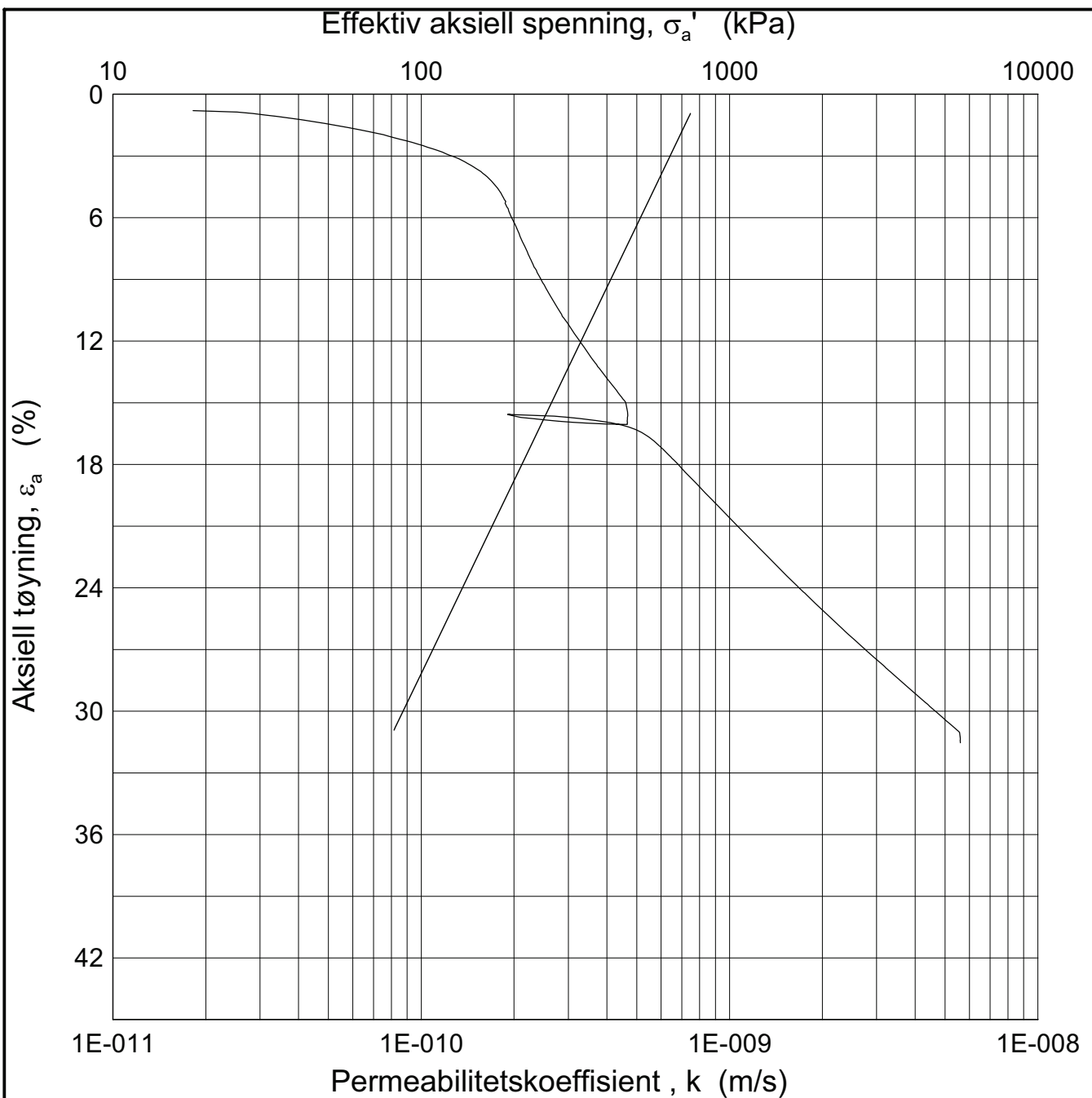
w_i = 55.32 %



F:\p\2007\16\20071602\Rap_Rev_2\Figur E4.grf


Date-Rev. no. 15.02.00-0

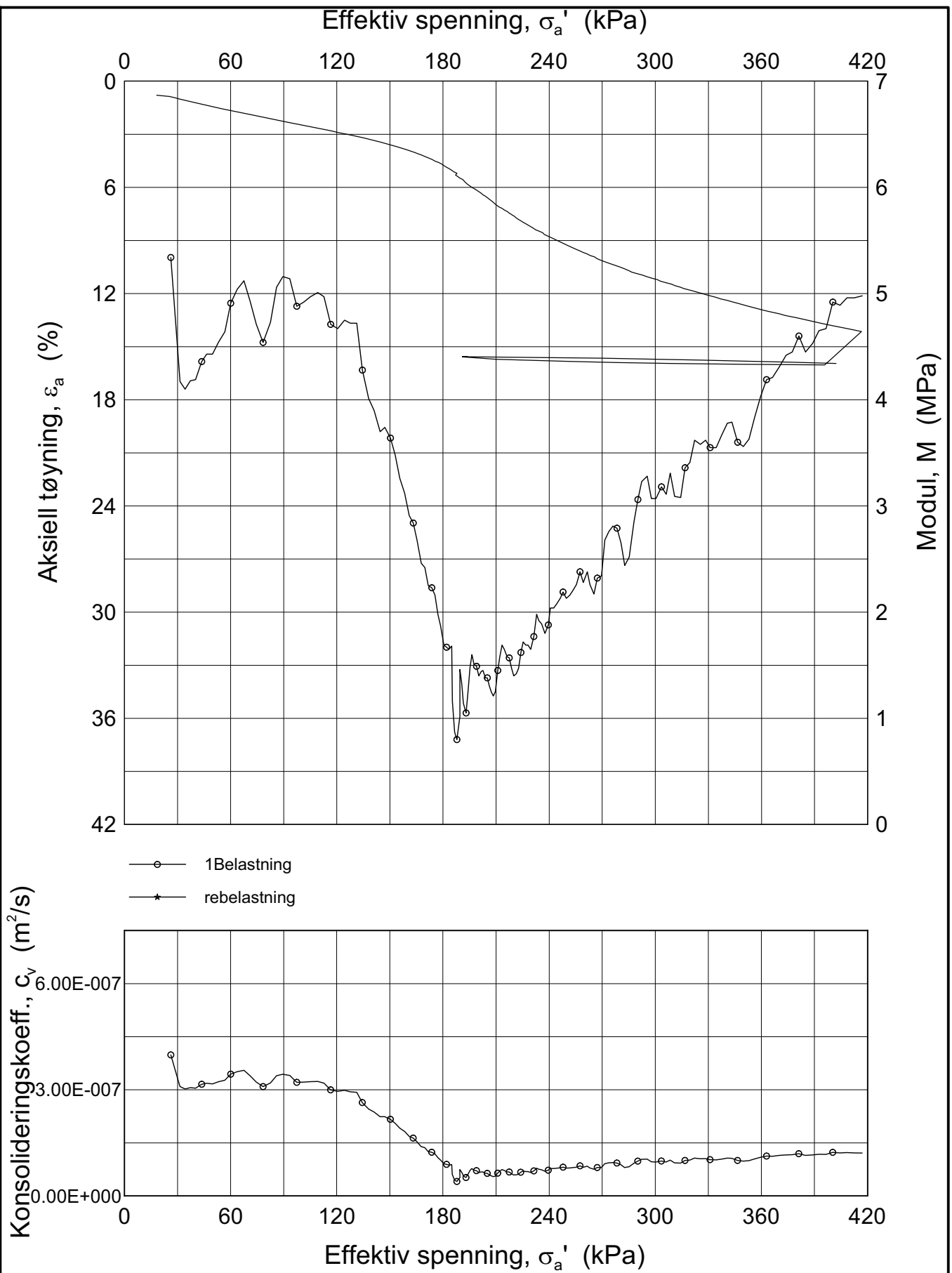
Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E4
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 16.5 m	Tegner JPe		Dato 2007-12-03
Borhull: 4	Sylinder: 4	$p'_o = 174.0$ kPa	Kontrollert StS		
Del:	Test: 2	$w_i = 55.32$ %	Godkjent StS		



F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\Figur E5.grf


Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

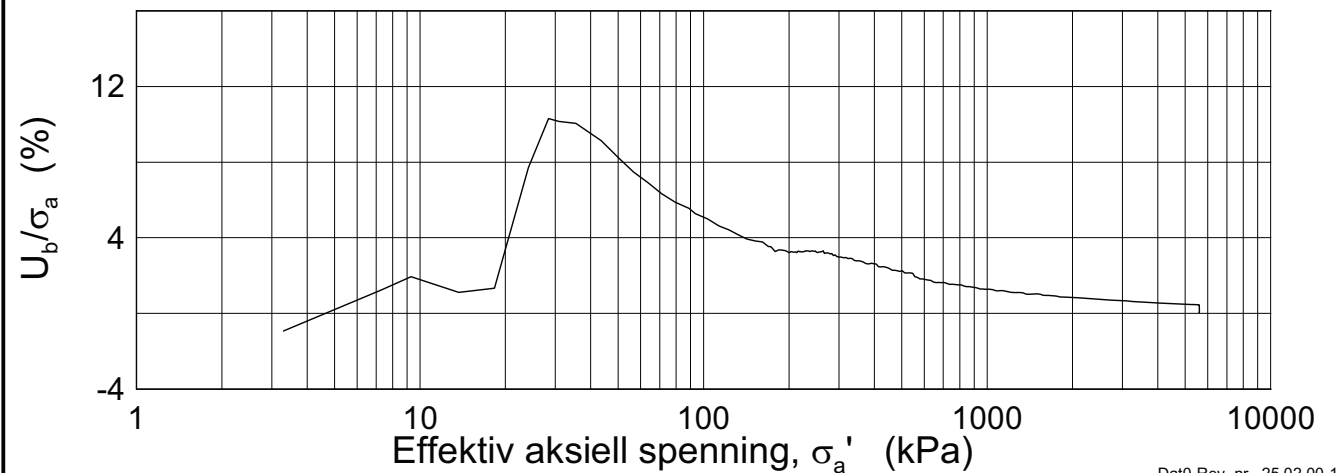
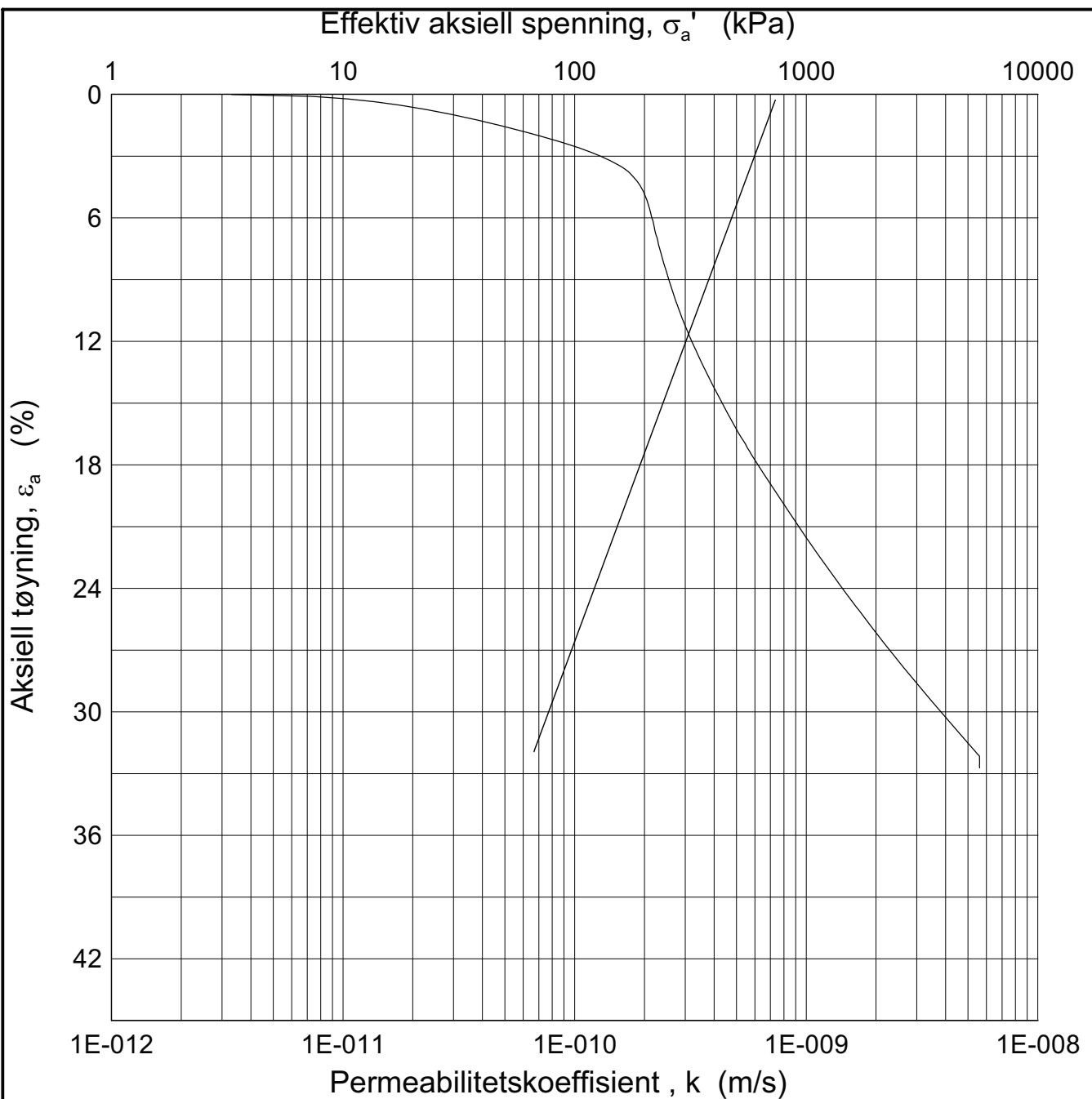
Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E5
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 18.50	m	Tegner JPe	Dato 2007-12-03
Borhull: 4	Sylinder: 5	p _o ' = 188.0	kPa	Kontrollert StS	
Del:	Test: 2	w _i = 54.55	%	Godkjent StS	



F:\p\2007\16\20071602\Rap_Rev_2\Figur_E6.grf


Date-Rev. no. 15.02.00-0

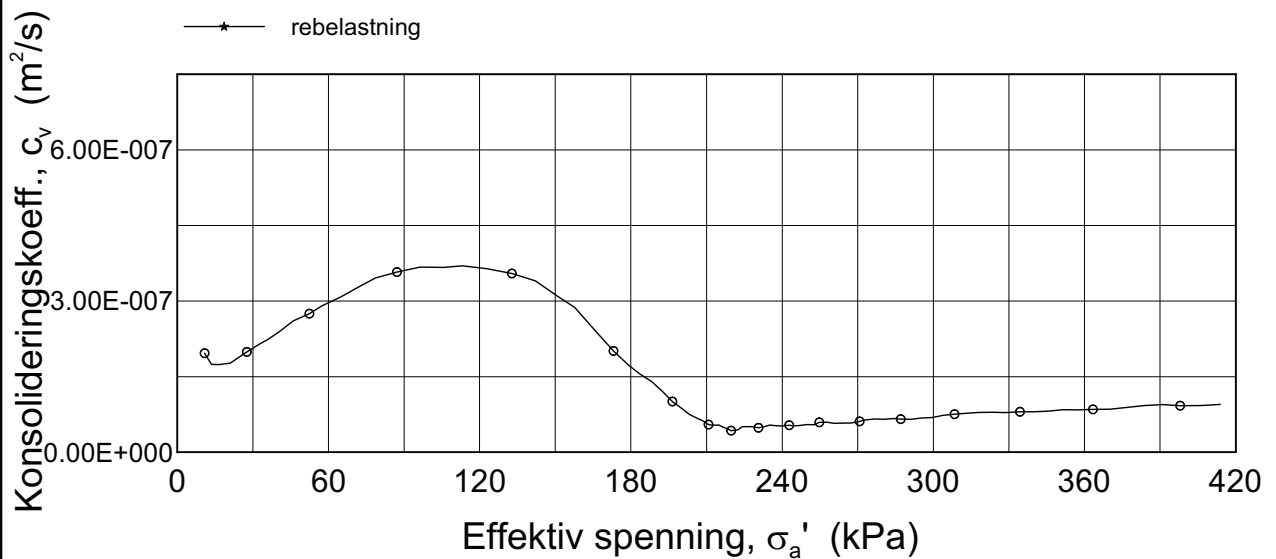
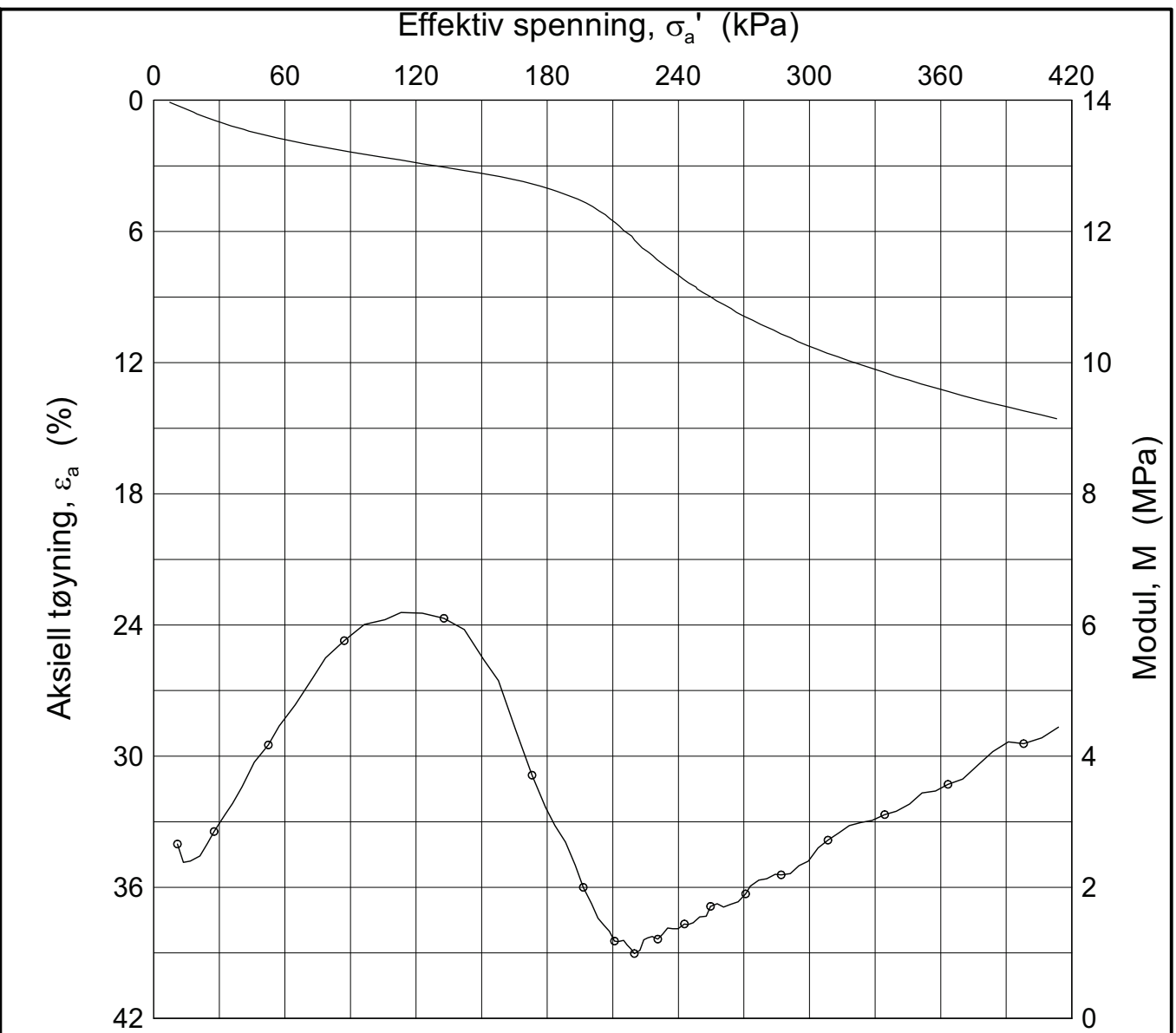
Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E6
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 18.50 m		Tegner JPe	Dato 2007-12-03
Borhull: 4	Sylinder: 5	$p'_o = 188.0$ kPa		Kontrollert StS	
Del:	Test: 2	$w_i = 54.55$ %		Godkjent StS	



F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\Figur E7.grf

Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E7
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 15.65	m	Tegner JPe	Dato 2007-11-27
Borhull: 10	Sylinder: 1	$p'_o = 159.0$	kPa	Kontrollert StS	
Del:	Test: 1	$w_i = 55.32$	%	Godkjent StS	



Date-Rev. no. 15.02.00-0

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
E8

Ødometer test (CRSC)

Dybde = 15.65 m

Tegner
JPe

Dato
2007-11-27

Borhull: 10

Sylinder: 1

p_o' = 156.0 kPa

Kontrollert
StS

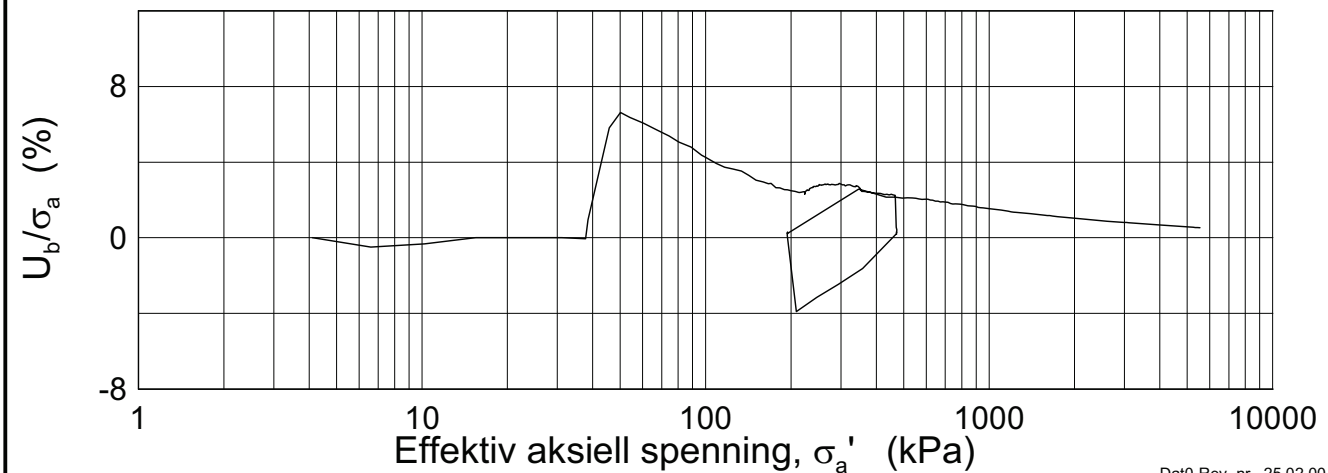
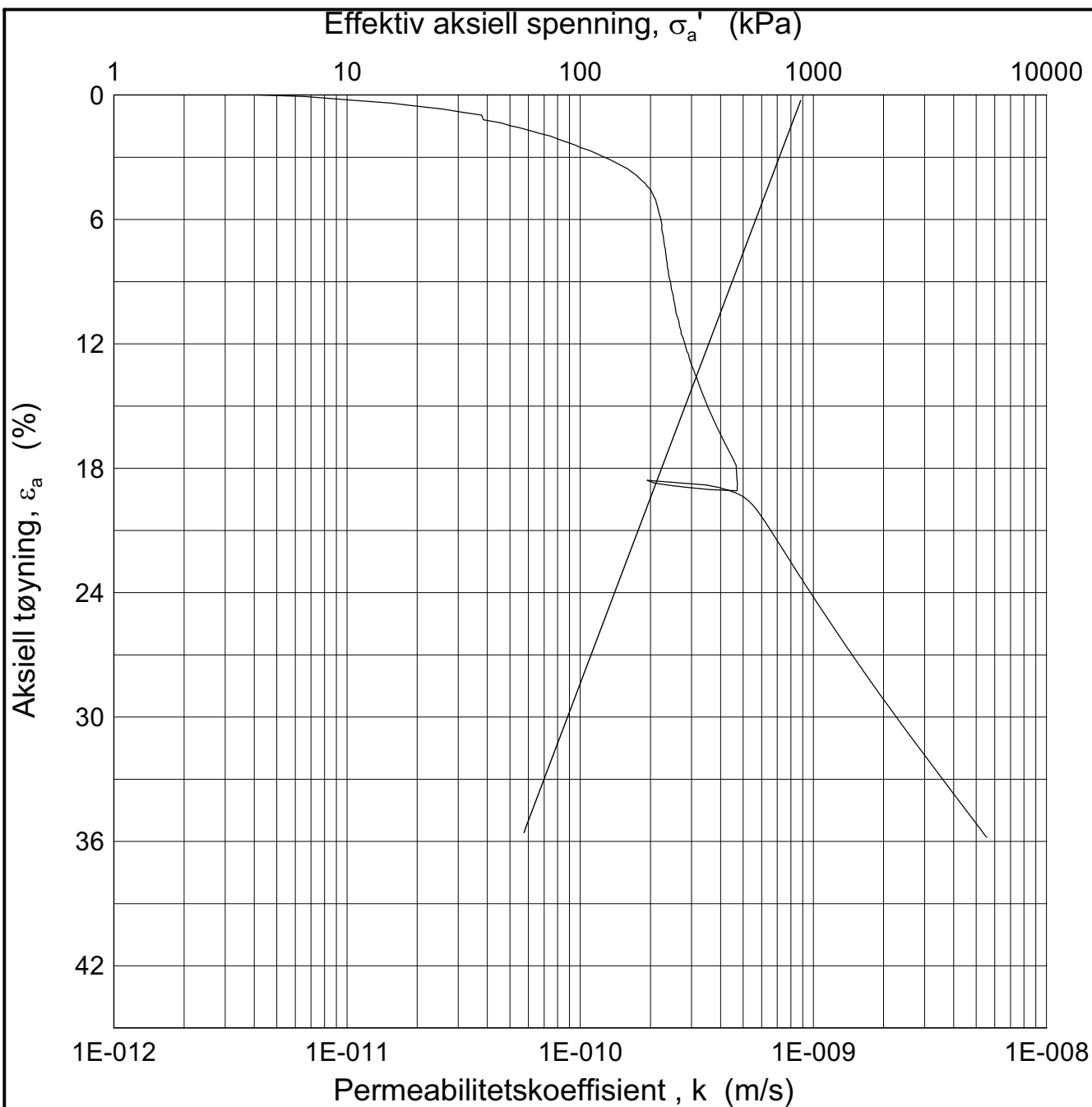
Del:

Test: 1

w_i = 55.32 %

Godkjent
StS

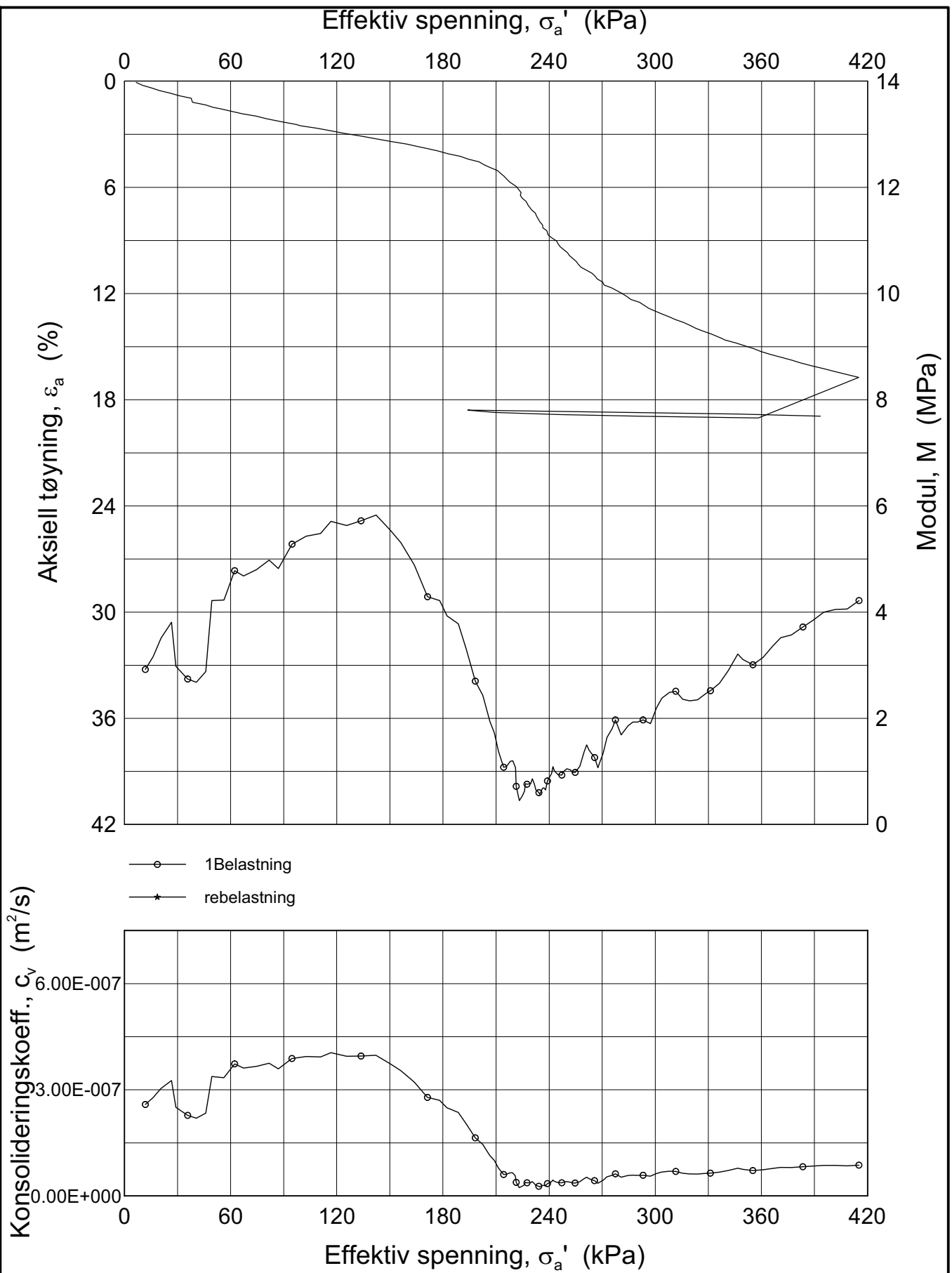




F:\p\2007\16\20071602\Rap Rev 2\Figur E9.grf


Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E9
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 17.33	m	Tegner JPe	Dato 2007-11-28
Borhull: 10	Sylinder: 2	p_o' = 170.0	kPa	Kontrollert StS	
Del:	Test: 2	w_i = 61.87	%	Godkjent StS	



F:\p\2007\16\20071602\Rap_Rev_2\Figur E10.grf

Date-Rev. no. 15.02.00-0

Kristiansand Sjøfront				Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. E10
Ødometer test (CRSC)		Dybde =	17.33 m	Tegner JPe	Dato 2007-11-28
Borhull: 10	Sylinder: 2	p'_o =	170.0 kPa	Kontrollert StS	
Del:	Test: 2	w_i =	61.87 %	Godkjent StS	

Vedlegg F - Treksialforsøk

INNHOOLD

F1 TREAKSIALFORSØK	2
F2 REFERANSER.....	3

Tabeller

Tabell F1	Oppsummering av treksialforsøk
-----------	--------------------------------

Figurer

Figur F1 til F3	Plott fra treksial test (CAUA), prøve 4-2-1
Figur F4 til F6	Plott fra treksial test (CAUA), prøve 4-5-1
Figur F7 til F9	Plott fra treksial test (CAUA), prøve 10-2-1

F1 TREAKSIALFORSØK

Det er utført tre statiske aktive treaksialforsøk (CAUA), to fra hull 4 og et fra hull 10.

Forsøkene er utført etter standard prosedyre for treaksialforsøk ved NGI, beskrevet av, Berre, 1982.

Prøvene er konsolidert anisotrop til antatt in situ spenninger. Vertikal spenning, p_{0v} , er beregnet ut fra følgende antagelser:

- Total romvekt sand $\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$, leire $\gamma_j = 17 \text{ kN/m}^3$
- Grunnvannstand = -4.5 m
- Romvekt vann $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$.

Som følge av at romvekten er betydelig lavere en forventet for leiren er konsolideringsspenningene i ett av forsøkene antatt for høyt (prøve 10-2-1), se Tabell F1. Prøve en konsolidert for en vertikalspenning $\sigma'_{ac}=192 \text{ kPa}$. Den effektive vertikalspenningen i jord er beregnet til $p'_{v0}=171 \text{ kPa}$.

Horisontal spenning, $p_{0h} = k_0 \times p_{0v}$ er beregnet ved bruk forholdet mellom s_u/p_0 , OCR og I_p som baserer seg på Drammens leire (Andresen, 1979) og forbindelsen funnet av Brooker and Irland (1965). På bakgrunn av disse er det valgt $k_0=0,5$.

Prøvene ble montert i celler med 72 mm diameter og høyde 140 mm. Filter og slanger mettes opp når prøven har fått er påført isotrop spenning. Etter metning av system blir prøven lastet opp isotropt til den spesifiserte horisontalspenningen. Prøven står da vanligvis en natt og konsoliderer før et mottrykk blir påført for å øke metningen. Etter mottrykket blir resten av vertikal spenningen lastet opp i trinn.

Når prøven er lastet opp og konsolidert ferdig starter skjæringen. Det benyttes standard skjæringshastighet på 0.7 % / time. Prøven blir kjørt til ca 15 % deformasjon.

Resultatene fra hvert enkelt forsøk er presentert i figur F1 – figur F9.

Resultatene er summert i tabell F-1. Tabellen gir en oversikt over jord dataene for de tre treaksialforsøkene som er utført. Her er det også gitt en indikator på prøve kvaliteten til de tre prøvene gjennom forholdstallet $\Delta e/e_0$ ved p_0' . Ut fra den gitte verdien kan man si at prøve kvaliteten av de tre prøvene er meget god til god.

F2 REFERANSER

Andresen, A., T. Berre, A. Kleven and T. Lunne (1979)
Procedures used to obtain soil parameters for foundation engineering in the
North Sea.

Marine Geotechnology, Vol. 3, No. 3, pp. 201-266.

Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute, Publication, 129.

Berre, T. (1982)

Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.

Geotechnical Testing Journal, Vol. 5, No. 1/2 pp. 3-17.

Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute.

Publication, 134, 1981, pp. 7-23

Brooker, E.W. and H.O. Ireland (1965)

Earth pressures at rest related to stress history.

Canadian Geotechnical Journal, Vol. 2, No. 1, pp. 1-15.

TABELL F-1: SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING				INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING								Figur referanse	
Hull nr.	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _p	I _p	Leir Innh.	γ _{tot}	Type forsøk	p' _{0v}	σ' _{ac}	σ' _{rc}	K ₀ '	ε _{vol}	ε _{ac}	B	Δe/e ₀	Prøve kvalitet	Figur referanse
		m		%	%	%	%	kN/m ³		kPa	kPa	kPa		%	%	%			
4	4-2-1	13,4	Leire	58,3	29,3	22,3	75,5	16,8	CAUA	153,0	156,3	78,3	0,50	4,02	3,29	98,7	0,033	1	F1-F3
4	4-5-1	18,4	Leire	49,0	27,8	21,2	61,9	17,1	CAUA	188,0	159,7	79,9	0,50	2,82	2,10	99,4	0,021	1	F4-F6
10	10-2-1	17,4	Leire	59,3	31,1	22,3	72,3	16,7	CAUA	171,0	191,9	96,8	0,50	6,23	5,72	100	0,058	2	F7-F9

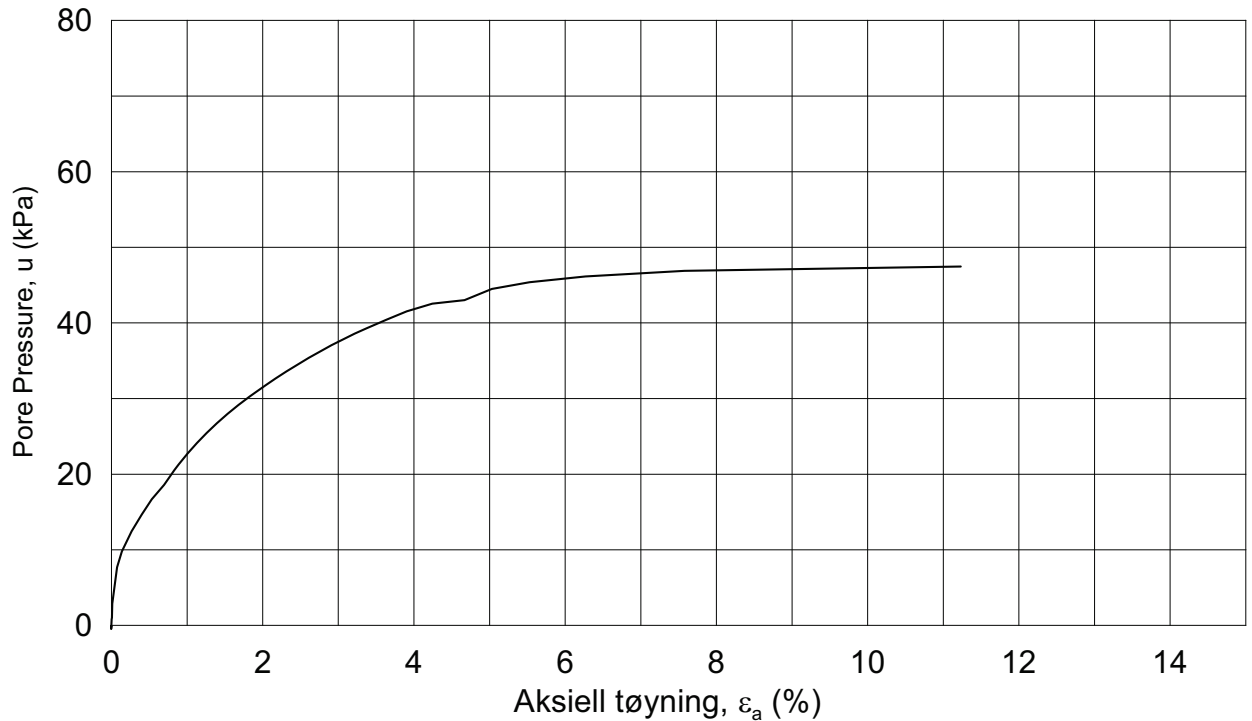
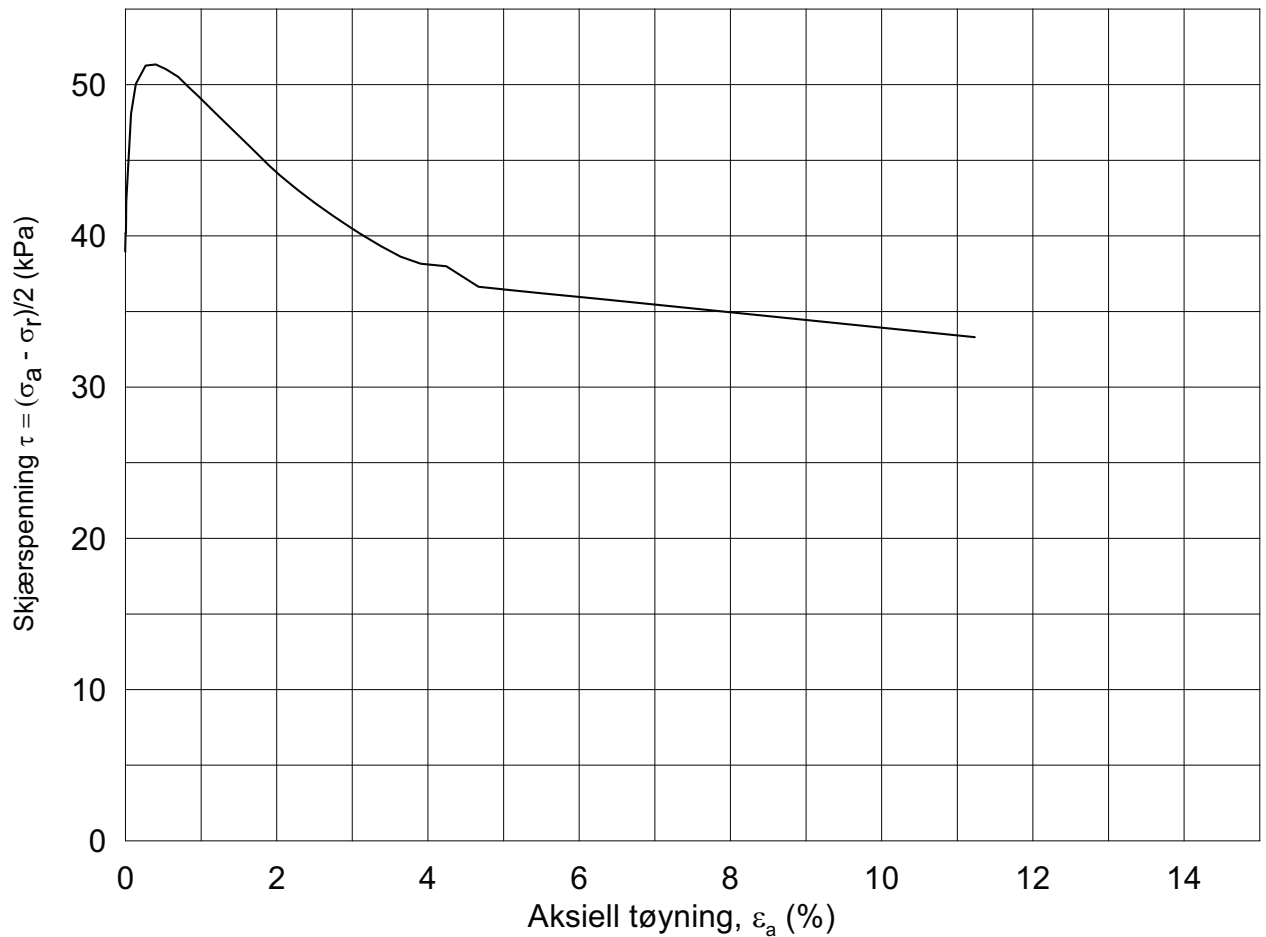
w_i In-situ vanninnholdw_f Flytegrensew_p UtrullingsgrenseI_p Plastisitetindeks, I_p = w_f - w_pp'_{0v} In-situ vertikal effektivspenningσ'_{ac} Vertikal konsolideringspenningσ'_{rc} Horizontal konsolideringspenningε_{vol} Volumetriske tøyning ved konsolideringε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolideringB Skemptions poretrykksfaktor, Δu/σ_mτ_f Skjærspenning ved bruddu_f Poretrykk i prøven ved bruddε_f Vertikal tøyning ved brudd

Prøvekvalitet: 1 Meget god, utmerket

2 God, brukbar

3 Dårlig

4 Svært dårlig



Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
F1

Treaksial forsøk: **CAUA**

Leire

Tegner
JPe

Dato
2008-03-07

Boring: **4**

Dybde = **13.40** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **2**

$p_{o'}$ = **153.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Kontrollert
StS

Del:

w_i = **58.3** %

σ_{ac}' = - - **156.3**

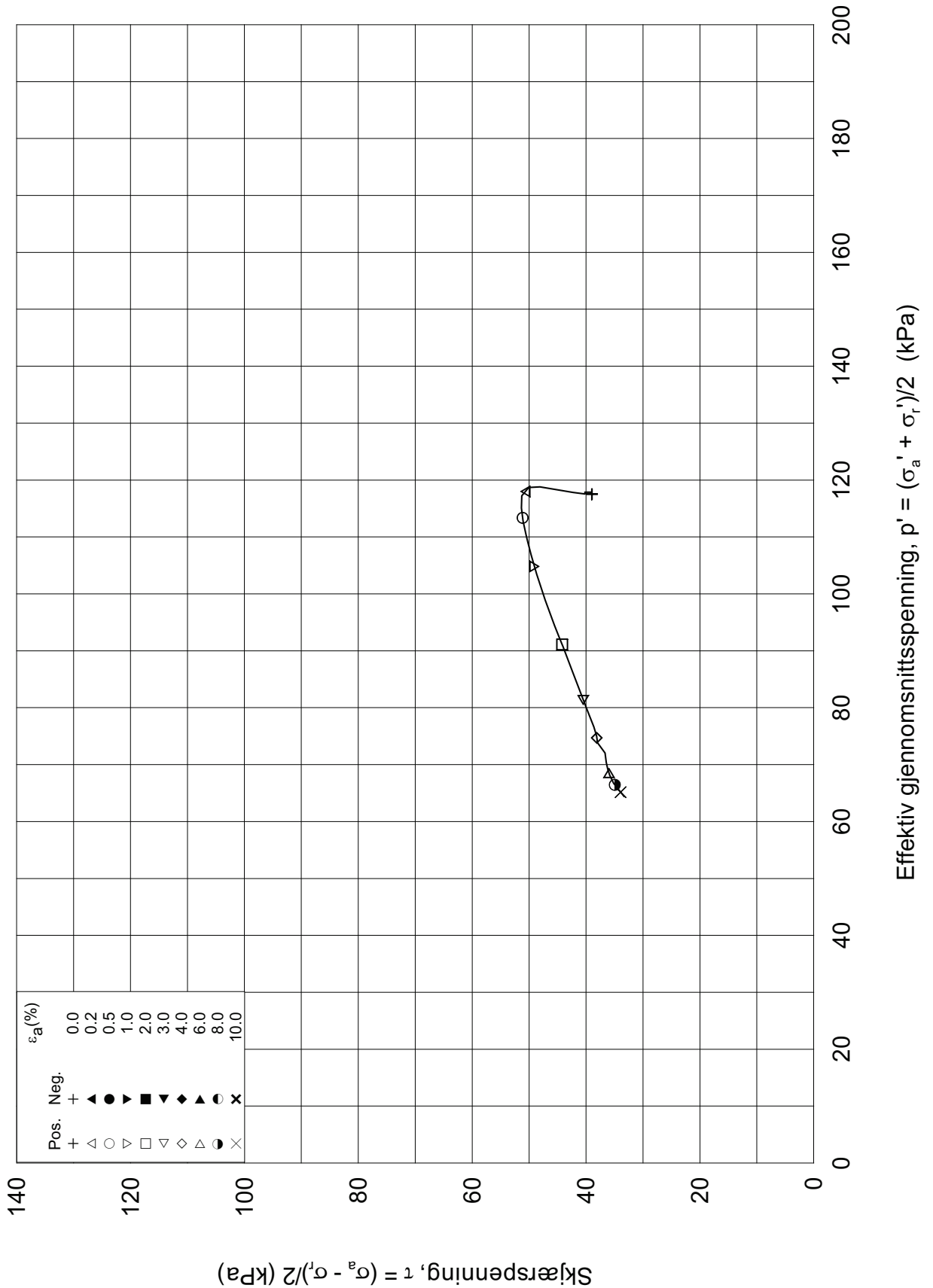
Godkjent
StS

Test: **1**


w_c = **54.5** %

σ_{rc}' = - - **78.3**

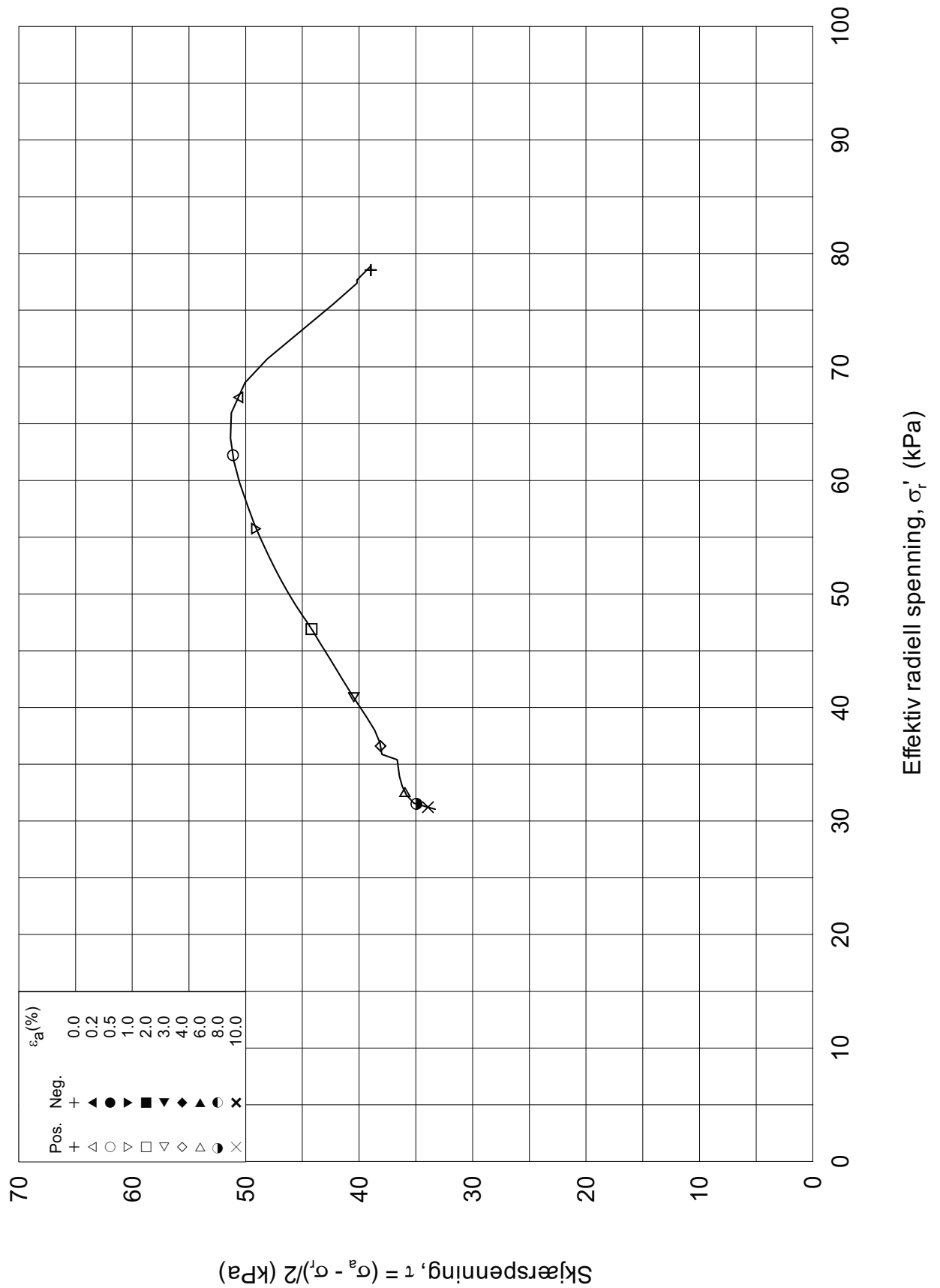





Dato/rev: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront			Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. F2
Treaksial forsøk: CAUA	Leire			
Boring: 4	Dybde = 13.40 m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: 2	$p_{o'}$ = 153.0 kPa	(kPa)	maks.	min.
Del:	w_i = 58.3 %	σ_{ac}' =	-	-
Test: 1	w_c = 54.5 %	σ_{rc}' =	-	-
			156.3	
			78.3	
			Tegner JPe	Dato 2008-03-07
			Kontrollert StS	
			Godkjent StS	

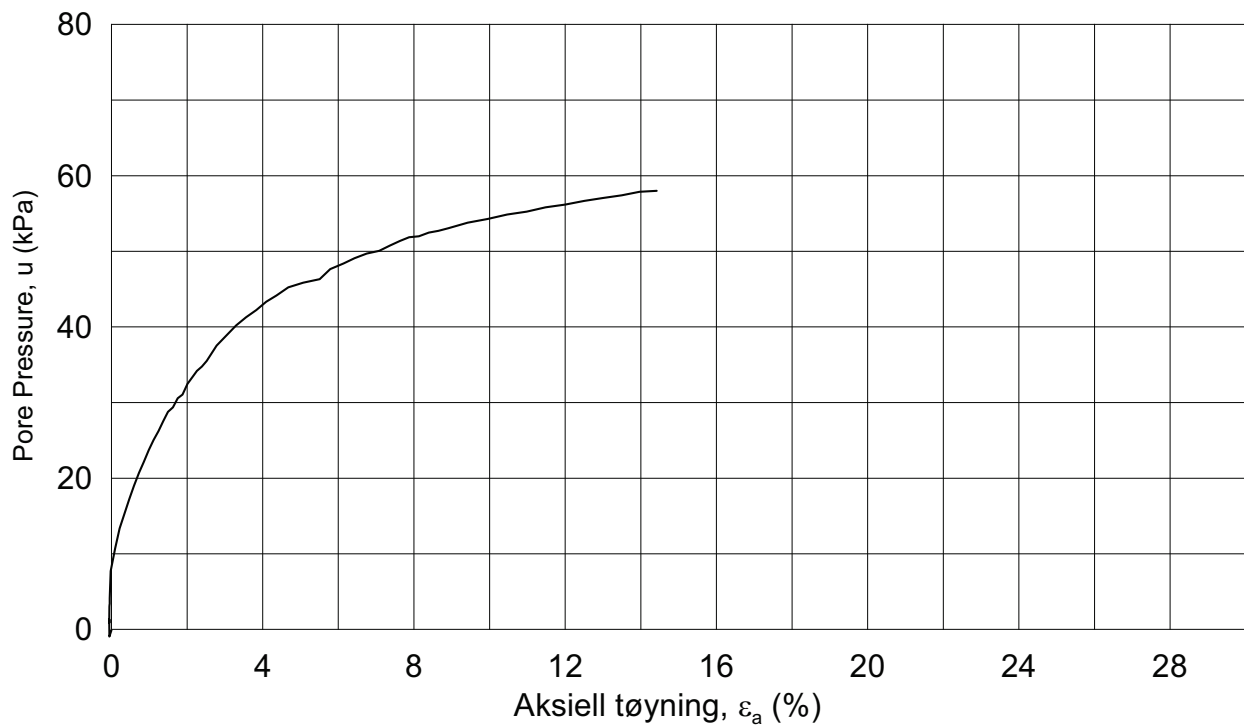
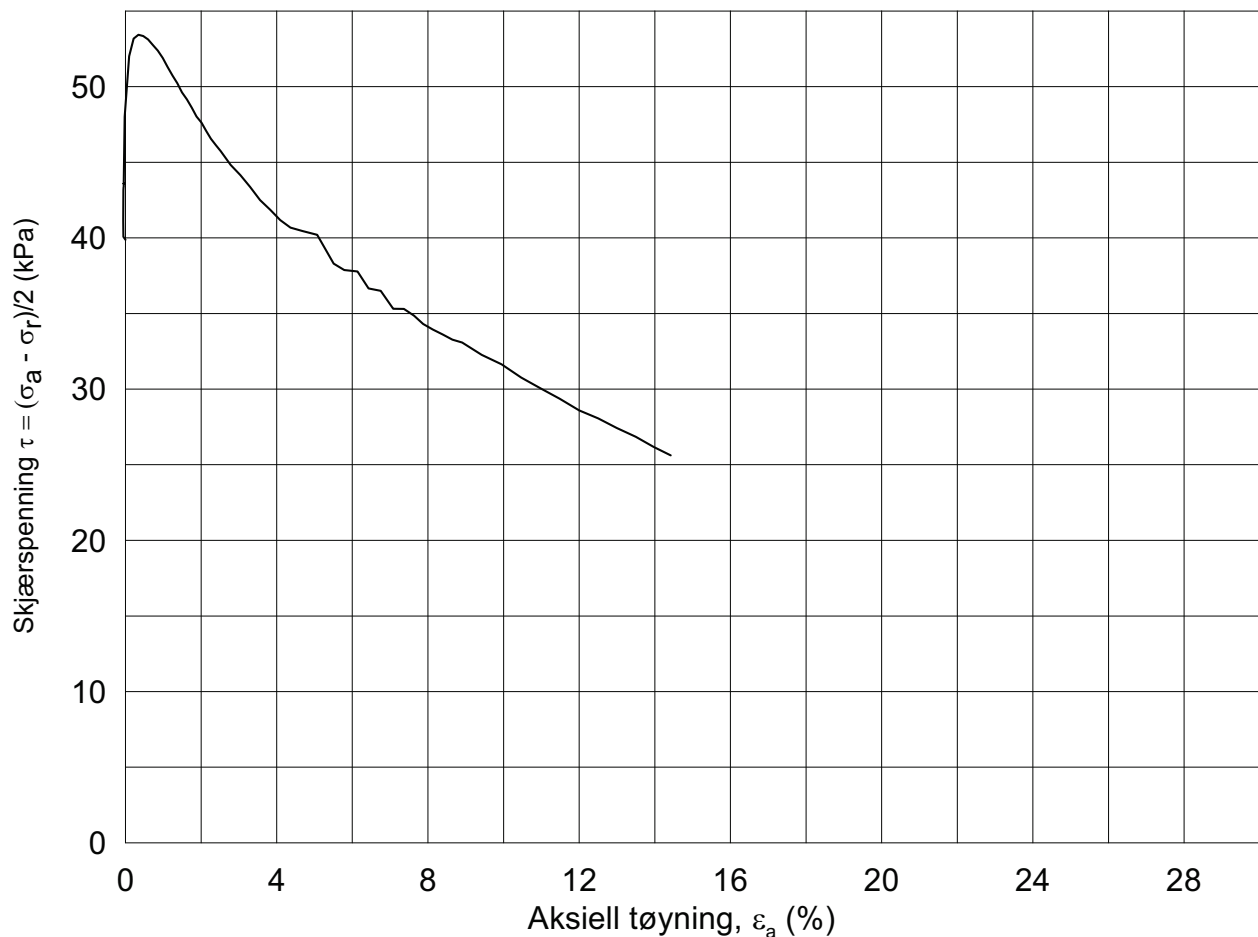
4+2-1_Plot2.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront			Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. F3
Treaksial forsøk: CAUA	Leire			
Boring: 4	Dybde = 13.40 m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: 2	$p_{o'}$ = 153.0 kPa	(kPa)	maks.	min.
Del:	w_i = 58.3 %	$\sigma_{ac}' =$	-	-
Test: 1	w_c = 54.5 %	$\sigma_{rc}' =$	-	-
		endelig	156.3	
			78.3	
			Tegner JPe	Dato 2008-03-07
			Kontrollert StS	
			Godkjent StS	

4+2-1_Plot3.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
F4

Treaksial forsøk: **CAUA**

Leire

Tegner
JPe

Dato
2008-03-07

Boring: **4**

Dybde = **18.40** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **5**

$p_{o'}$ = **188.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Kontrollert
StS

Del:

w_i = **49.0** %

σ_{ac}' = - - **159.7**

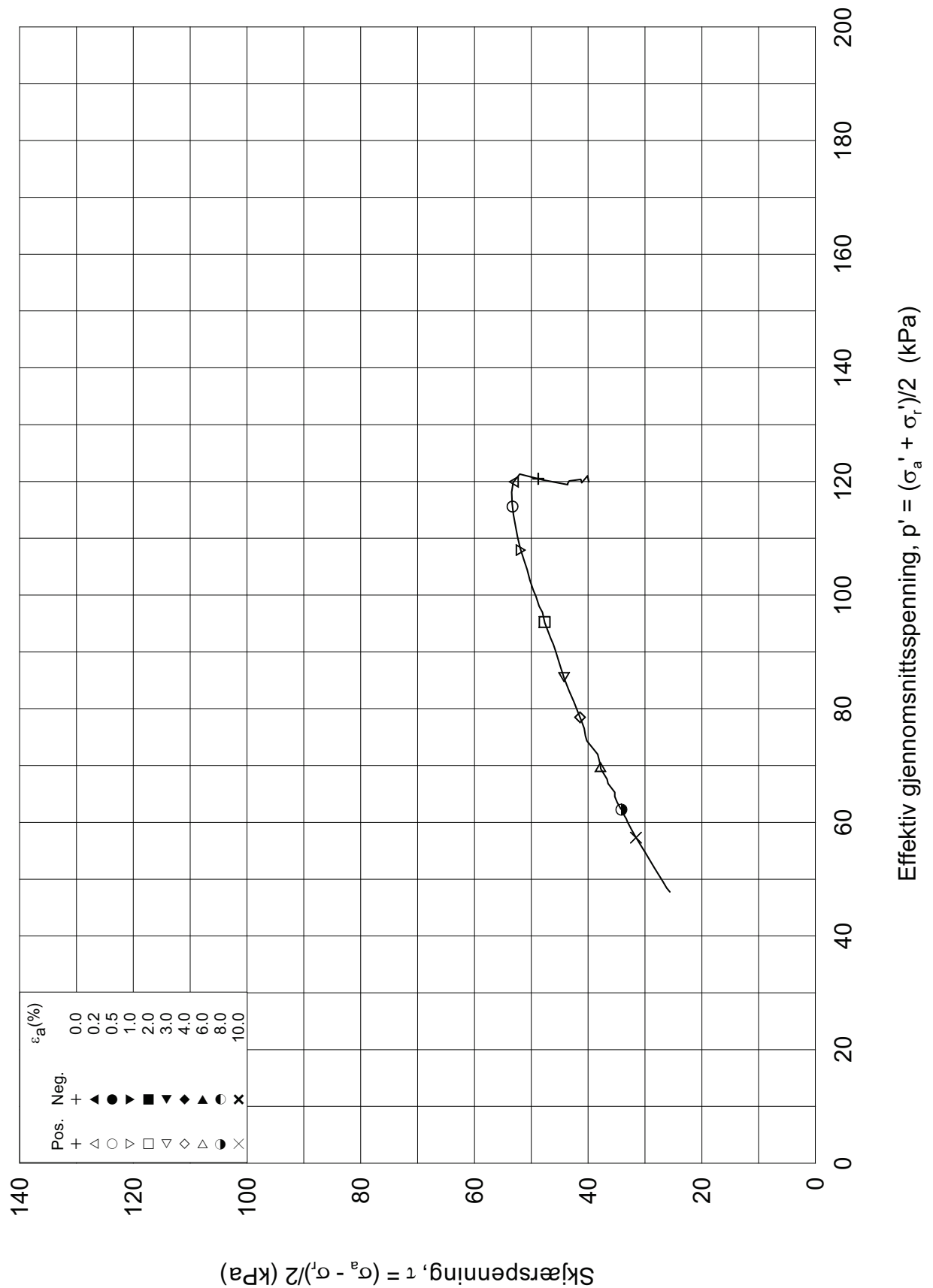
Godkjent
StS

Test: **1**


w_c = **46.6** %

σ_{rc}' = - - **79.9**

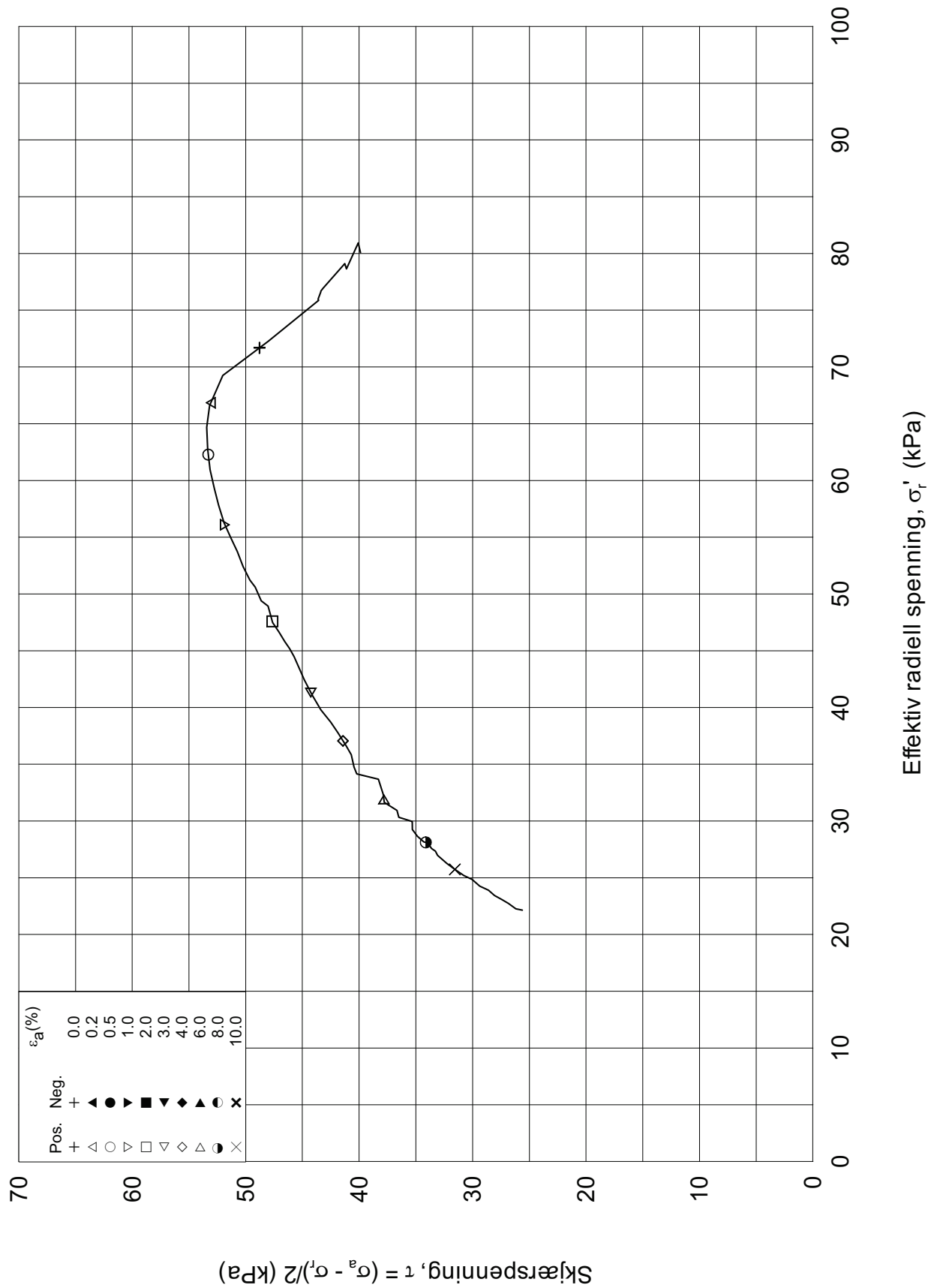





Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront			Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. F5	
Treaksial forsøk: CAUA	Leire		Tegner JPe	Dato 2008-03-07	
Boring: 4	Dybde = 18.40 m	Konsolidering-spenninger			
Sylinder: 5	$p_{o'}$ = 188.0 kPa	(kPa)	maks.	min.	endelig
Del:	w_i = 49.0 %	σ_{ac}' =	-	-	159.7
Test: 1	w_c = 46.6 %	σ_{rc}' =	-	-	79.9
			Kontrollert StS		
			Godkjent StS		

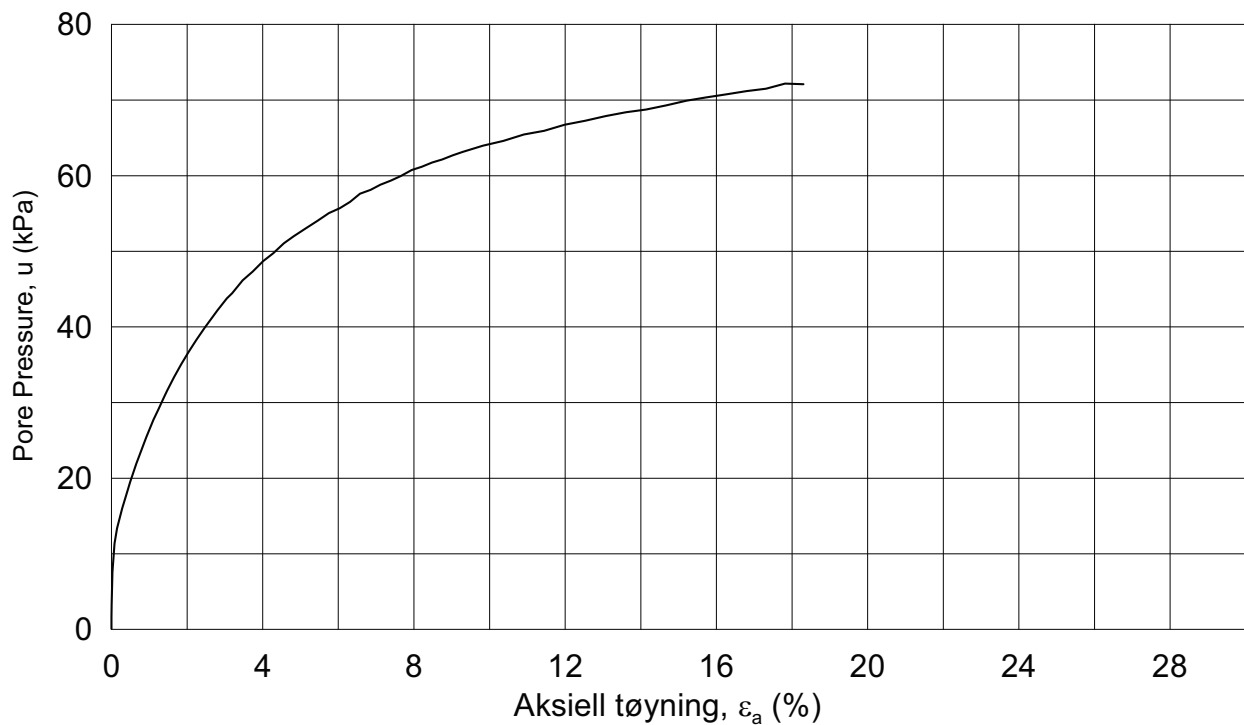
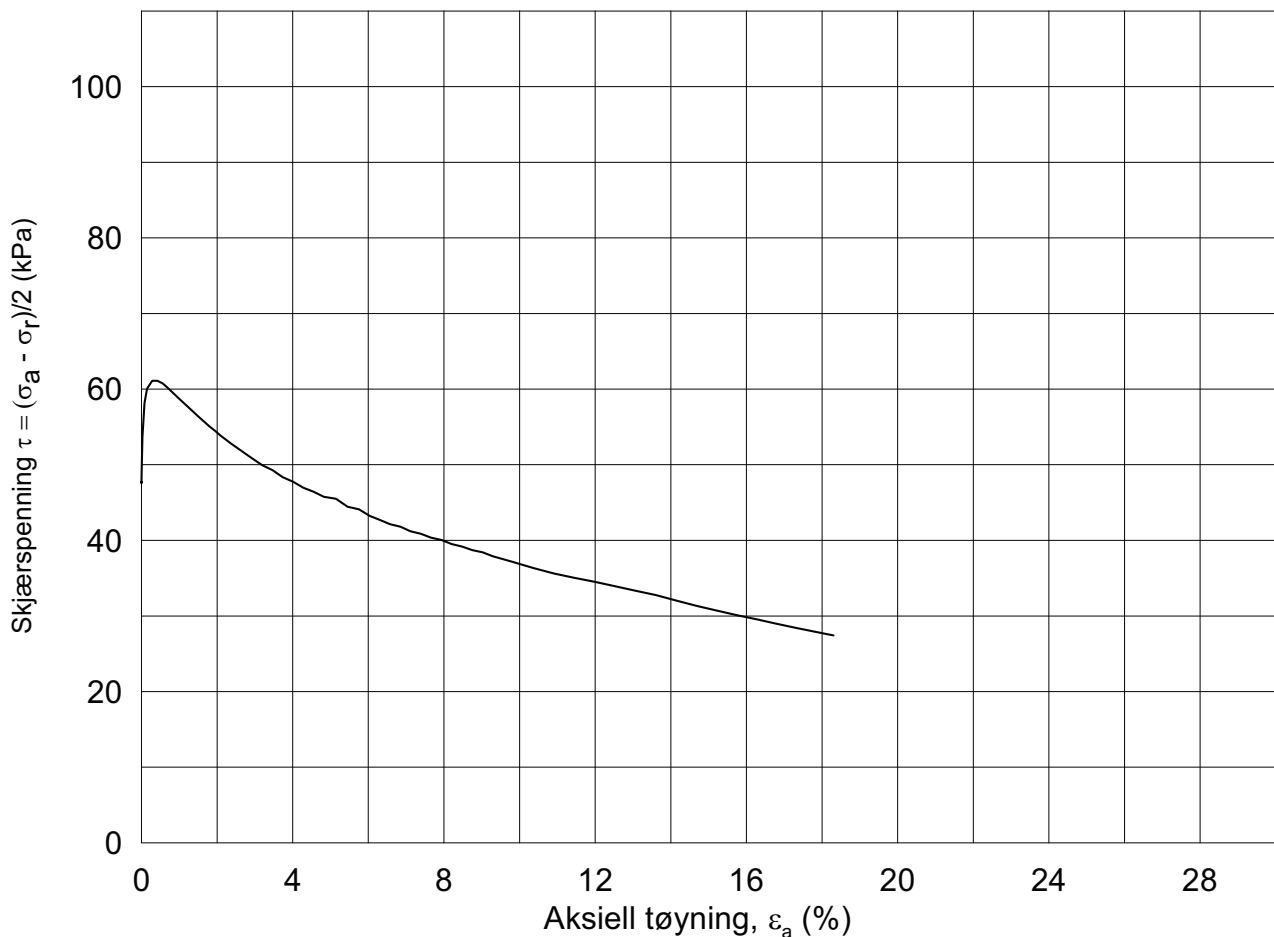
4-5--1_Plot2.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront			Rapport nr. 20071602-2	Figur nr. F6
Treaksial forsøk: CAUA	Leire	Konsolidering-spenninger		Tegner JPe
Boring: 4	Dybde = 18.40 m	(kPa)	maks. min. endelig	Dato 2008-03-07
Sylinder: 5	$p_{o'}$ = 188.0 kPa	σ_{ac}' = - - 159.7		Kontrollert StS
Del:	w_i = 49.0 %	σ_{rc}' = - - 79.9		Godkjent StS
Test: 1	w_c = 46.6 %			

4-5--1_Plot3.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
F7

Treaksial forsøk: **CAUA**

Leire

Tegner
JPe

Dato
2008-03-07

Boring: **10**

Dybde = **17.40** m

Konsolidering-spenninger

Kontrollert
StS

Sylinder: **2**

$p_{o'}$ = **171.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Godkjent
StS

Del:

w_i = **59.3** %

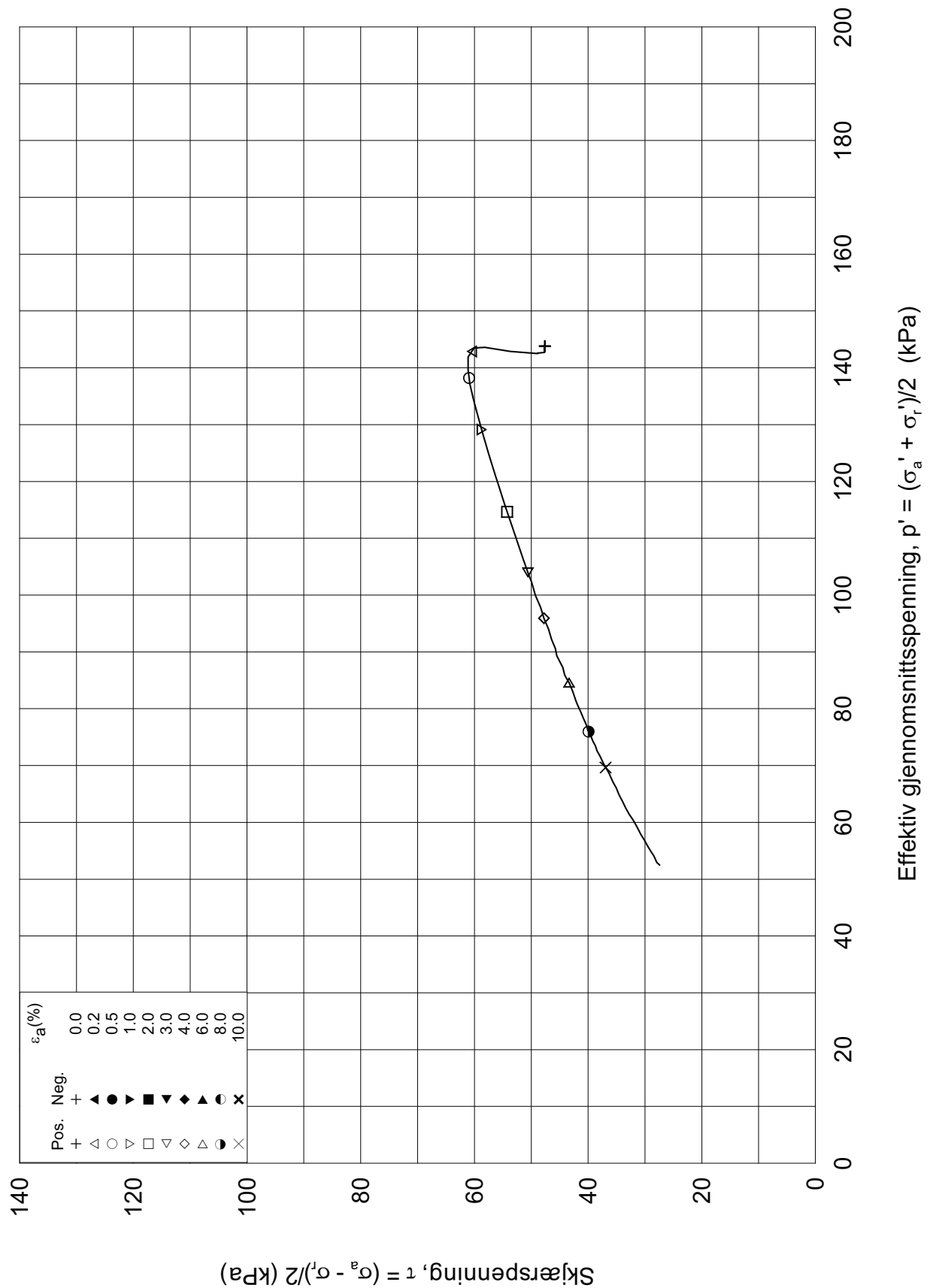
σ_{ac}' = - - **191.9**

Test: **1**

w_c = **53.3** %

σ_{rc}' = - - **96.8**





Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
F8

Treaksial forsøk: **CAUA**

Leire

Tegner
JPe

Dato
2008-03-07

Boring: **10**

Dybde = **17.40** m

Konsolidering-spenninger

Kontrollert
StS

Sylinder: **2**

$p_{o'}$ = **177.0** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Godkjent
StS

Del:

w_i = **59.3** %

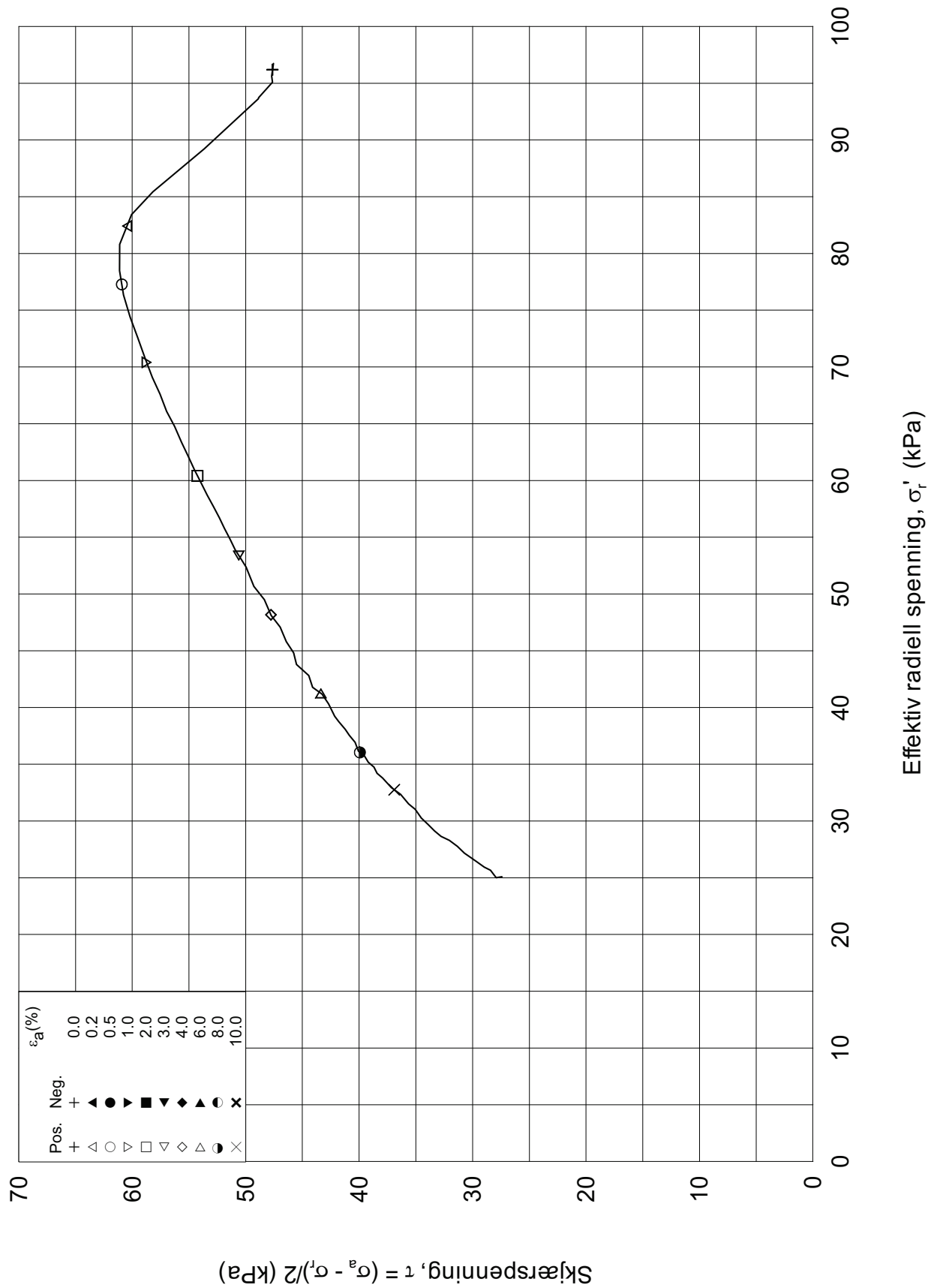
σ_{ac}' = - - **191.9**

Test: **1**

w_c = **53.3** %

σ_{rc}' = - - **96.8**





Dato/rev.: 2002-01-02/00

Kristiansand Sjøfront

Rapport nr.
20071602-2

Figur nr.
F9

Treaksial forsøk: CAUA

Leire

Tegner
JPe

Dato
2008-03-07

Boring: 10

Dybde = 17.40 m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: 2

$p_{o'}$ = 177.0 kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del:

w_i = 59.3 %

σ_{ac}' = - - 191.9

Test: 1

w_c = 53.3 %

σ_{rc}' = - - 96.8

Kontrollert
StS

Godkjent
StS



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Kristiansand Sjøfront			Dokument nr./Document No. 20071602-2		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		7. mars 2008	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		Rev.nr./Rev.No. 2	
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Sektor Eiendomspartner					
Emneord/Keywords Feltundersøkelser, laboratorieundersøkelser					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Kristiansand			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Ved Kristiansand Jernbanestasjon			Sted/Location		
Kartblad/Map 1511 III			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Original dokument	JPe	StS		
1	Lagt til tverrprofiler	JPe	StS		
2	Opptegningsfeil i tverrprofiler	JPe	StS	StS	
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2008-03-13		Sign. Prosjektleder/Project Manager Stein Strandvik	