

# Parameterrapport

## **Kristiansand kommune** **Områdestabilitet Eg sykehusområde**

Oppdrag nr: 1350005219

Rapport nr. 002

Revisjon nr. 01

**Dato: 02.12.2015**

Fylke Vest Agder	Kommune Kristiansand	Sted Eg	UTM-sone 32V 04400 64474
Byggherre			
Oppdragsgiver Kristiansand kommune			
Oppdrag formidlet av Gro Solås			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 24.10.2014			
Antall sider 13	Tegn.nr 201 - 242	Antall bilag 5	Antall tillegg -

Prosjekt-tittel

Områdestabilitet  
Eg sykehusområde

Rapport-tittel

Parameterrapport

Oppdrag nr: 1350005219	Rapportnr 002	Rev: 01	Dato: 02.12.2015	Kontr: ERPY
Oppdragsleder: Morten Tveit		Utarbeidet av: Morten Tveit		
SAMMENDRAG				
<p>Kristiansand kommune ønsker å utarbeide ny reguleringsplan for sykehusområdet på Eg. Rambøll Norge AS har fått i oppdrag å utføre en kvikkleireutredning i henhold til NVE sin veileder 7/2014. Området er i dag ikke markert som en kvikkleiresone. Utredningen fokuserer på etablering av nye bygninger tilknyttet eksisterende sykehus.</p> <p>I forbindelse med utredningen er det utført supplerende grunnundersøkelser for dokumentasjon av høyere skjærstyrke i leira. Rambøll utførte supplerende grunnundersøkelser for prosjektet i uke 50/2014 og 2/2015. Det er i tillegg blitt hentet inn data fra tidligere grunnundersøkelser i området.</p> <p>Parameterrapporten inneholder vurdering av valgte materialparametere, lagdeling og poretrykksfordeling for fire beregningsprofiler. Multiconsult har utført uavhengig kontroll av en foreløpig utgave av denne rapporten.</p>				

## INNHold

1	INNLEDNING .....	- 5 -
1.1	OPPDRAg .....	- 5 -
1.2	INNHold .....	- 5 -
2	BEREGNINGSFORUTSETNINGER .....	- 6 -
2.1	GENERELT .....	- 6 -
2.2	TERRENG OG GRUNNFORHOLD .....	- 6 -
2.3	VALG AV PROFIL .....	- 6 -
2.3.1	<i>Profil B</i> .....	- 6 -
2.3.2	<i>Profil S1</i> .....	- 6 -
2.3.3	<i>Profil S2</i> .....	- 6 -
2.3.4	<i>Profil 514</i> .....	- 6 -
2.4	STABILITETSBEREGNINGER .....	- 7 -
3	MATERIALPARAMETRE .....	- 7 -
3.1	TYNGDETETHET .....	- 7 -
3.2	OVERKONSOLIDERING .....	- 7 -
3.3	UDRENERT SKJÆRSTYRKE .....	- 8 -
3.3.1	<i>Trykksondering</i> .....	- 8 -
3.3.2	<i>Shansep</i> .....	- 9 -
3.3.3	<i>Vingebor</i> .....	- 9 -
3.4	ANISOTROPI OG TØYNINGSKOMPATIBILITET .....	- 10 -
3.5	EFFEKTIV SKJÆRSTYRKE .....	- 10 -
3.6	PORETRYKK .....	- 11 -
3.7	KVALITET AV UNDERSØKELSER .....	- 11 -
4	KRAV TIL MATERIALKOEFFISIENT .....	- 12 -
5	VIDERE ARBEID .....	- 12 -
5.1	STABILITETSBEREGNING OG ROS-ANALYSE .....	- 12 -
6	REFERANSER .....	- 13 -

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Tittel	Målestokk
201	Oversiktskart	1:50 000
202	Situasjonsplan – Nord	1:1500
203	Situasjonsplan – Sør	1:1500
210	Profil B – Lagdeling	1:400
211	Profil B – Poretrykk	1:400
212	Profil B – Udrenert skjærstyrke	1:400
220	Profil S1 – Lagdeling	1:400
221	Profil S1 – Poretrykk	1:400
222	Profil S1 – Udrenert skjærstyrke	1:400
230	Profil S2 – Lagdeling	1:400
231	Profil S2 – Poretrykk	1:400
232	Profil S2 – Udrenert skjærstyrke	1:400
240	Profil 514 – Lagdeling	1:400
241	Profil 514 – Poretrykk	1:400
242	Profil 514 – Udrenert skjærstyrke	1:400

## BILAG

1	Tolkning av CPTU benyttet for tolkning av skjærstyrke (5 sider)
2	Tolkning av ødometerforsøk benyttet for tolkning av prekonsolideringsspenning (12 sider)
3	Aktive treaksialforsøk benyttet for tolkning av styrkeparametere (20 sider)
4	Poretrykksmålinger (4 sider)
5	Situasjonsplan med tidligere utførte og supplerende boringer samt beregningsprofiler (2 sider)



## 1 INNLEDNING

### 1.1 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og Miljø har fått i oppdrag å utføre supplerende grunnundersøkelser og kvikkleireutredning for Eg sykehusområde.

Områdestabilitet skal utredes i henhold til NVEs retningslinjer 7/2014: Flaum- og skredfare i arealplaner – *Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper.*<sup>[1]</sup>

### 1.2 Innhold

Rapporten inneholder materialparametere, lagdeling og poretrykksfordeling i grunnen for senere vurderinger av områdestabiliteten for Eg sykehusområde. Multiconsult har utført uavhengig kontroll av denne rapporten. Tilbakemelding fra Multiconsult er gitt i deres notat 313493-RIG-NOT-001\_rev00.<sup>[19]</sup>

Det vil bli utarbeidet en egen beregningsrapport med stabilitetsvurderinger, ROS-analyse, anbefaling av avgrensninger for kvikkleiresonen og stabiliserende tiltak.

### 1.3 Revisjon

I revisjon 00 var det beskrevet attraksjonen i beregningsprofilene, dette er nå korrigert til kohesjonen.

## 2 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

### 2.1 Generelt

Laggrensene er tegnet med bakgrunn i grunnundersøkelser utført i perioden 1950-2015 av Ing. BJ. Haukelid, Noteby/Multiconsult og Rambøll.<sup>[5-16,18]</sup>

Noteby har tidligere utført stabilitetsberegninger mot Otra og over større deler av området.<sup>[12,13]</sup>

### 2.2 Terreng og grunnforhold

Kart og profiler er tegnet på bakgrunn av SOSI-fil mottatt av Kristiansand kommune i 2014.

Terrenget er dominert av skråning og raviner ned mot elva Otra. Høydeforskjellen er opp mot 25 meter. Basert på kotelinjer antas det at det er gamle skredgroper på området.

Sonderinger utført i nordlige del av området antyder en mektighet av kvikk/sensitiv leire på opp mot ca. 23 meter. Sør i området antyder sonderingene en mektighet av sensitiv leire på ca. to meter.

Langs søndre-, vestlige- og nordre randsone er det det berg i dagen. I tillegg er det påvist berg i dagen og liten løsmasseoverdekning ved eksisterende gravhaug. Berget er på det dypeste påvist på 35 meters dybde midt i området.

Forøvrig henvises det til datarapport med supplerende undersøkelser, G-rap-101<sup>[5]</sup>, og tidligere utførte grunnundersøkelser for mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene<sup>[6-16,18]</sup>.

Området er bebygd med samfunnsviktige institusjoner bestående av Sørlandets sykehus, Kristiansand.

### 2.3 Valg av profil

Det er planlagt å utføre beregninger for totalt fire profiler. Beliggenheten av profilene er vist på situasjonsplanen, tegning 202 og 203. Antatt lagdeling er vist på tegning 210, 220, 230 og 240.

#### 2.3.1 Profil B

Det er tidligere utført stabilitetsberegninger i profil B som viser lavere stabilitet enn krav i henholdt til TEK10. Ved tolkning av skjærstyrken til leira basert på utførte trykksonderinger vil en antageligvis kunne dokumentere høyere verdier enn hva eldre prøvedata viser. Det er derfor valgt å utføre nye beregninger basert på nye undersøkelser for minimere potensielle stabiliserende tiltak. Profilet representerer situasjonen fra eksisterende sykehusområde og mot Otra i nordøst.

#### 2.3.2 Profil S1

Det er valgt å inkludere profil S1 i tillegg til profil B da løsmassene i bakkant av profil B ikke er definert som sprøbruddsmateriale. Profil S1 representerer situasjonen for en utglidning mot Otra i øst, og som har potensiale til å bre seg bakover mot eksisterende sykehus.

#### 2.3.3 Profil S2

Valgt snitt for vurdering av stabilitet fra søndre platå med retning nordover og ut mot Otra. Det er tidligere beregnet stabilitet i profil 511 som er nærliggende. Dette profilet vurderes som lite konservativt da det ikke inkluderer hele høyden på platået. Det er derfor valgt å justere profil S2 noe i forhold til dette.

#### 2.3.4 Profil 514

Det er tidligere utført stabilitetsberegninger i profil 514 som viser lavere stabilitet enn krav i henholdt til TEK10. Ved tolkning av skjærstyrken til leira basert på trykksonderinger vil en antageligvis kunne dokumentere høyere verdier enn hva eldre prøvedata viser. Det er derfor valgt å utføre nye beregninger basert på nye undersøkelser for minimere potensielle stabiliserende tiltak.

## 2.4 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene vil bli utført både ved:

- Totalspenningsanalyse – ADP (udrenert korttidstilstand)
- Effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Totalspenningsanalysen vurderes som kritisk ved de opptredende grunnforhold med leire, stedvis kvikk eller sensitiv, for å ta hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen.

Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen for skråningene slik de ligger i dag.

Stabilitetsanalysene utføres med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som er en del av GeoSuite-pakken. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Beregninger utføres for sirkulære og sammensatte glideflater.

Stabilitetsberegningene utføres for en plan tilstand i profilene.

## 3 MATERIALPARAMETRE

### 3.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra utførte laboratorieundersøkelser. For sand og silt er det benyttet erfaringsverdier.

Det vises til beregningsprofiler for benyttet tyngdetetthet.

### 3.2 Overkonsolidering

Utførte ødometerforsøk er presentert i bilag 2. Tolket forkonsolideringsspenning ( $p_c'$ ), tidligere overlaging og beregnet OCR er oppsummert i Tabell 3.1. Ødometerresultatene fra de dypere 54mm prøvene er antageligvis noe forstyrret. Disse er vektlagt mindre i tolkning av tidligere overkonsolidering i forbindelse med styrketolkning.

Dagens effektivspenninger og poretrykk er basert på en skjønnsmessig vurdering i områdene hvor det ikke er utført poretrykksmålinger. For de eldre forsøkene er tidligere poretrykksmålinger og vurderinger langt til grunn. I oppdrag 34512 og 310137 er effektiv overlaging ( $p_o'$ ) oppgitt på selve forsøkene. Det er foretatt en ny vurdering av  $p_o'$  for oppdrag 34512 mens verdiene fra oppdrag 310137 er benyttet direkte for vurdering av OCR.

For vurdering av en sammenstilling av de ulike tolkningene av tidligere overlaging henvises det til tolkningene av trykksonderingene og ulike styrkeprofiler i beregningsprofilene. I de tilfellene resultatene fra ødometerforsøkene ikke samstemmer med tolkning av OCR fra CPTU er det lagt hovedvekt på å få en mest mulig korrekt overlaging i dybden, da tolkninger av skjærstyrken fra SHANSEP er mer avhengig av OCR enn tolkninger fra CPTU.

Tabell 3.1: OCR fra ødometerforsøk

Punkt	Prøvetype	Terreng-kote	Dybde (m)	$p_o'$ [kPa]	$u$ [kPa]	$p_c'$ [kPa]	$Dp'$ [kPa]	OCR [kPa]
R106	75mm	+23,0	6,35	70	50	260	190	3,6
R106	75mm	+23,0	9,40	108	70	350	242	3,2
R108	54mm	+8,5	5,25	50	41	255	205	5,3
34512-Pr.1	54mm	+13,1	7,85	83	58	300	217	3,6
34512-Pr.1	54mm	+13,1	13,45	189	45	240	151	1,27
34512-Pr.1	54mm	+13,1	18,25	238	80	350	112	1,47
600090-PRT5C	54mm	+18,6	6,4	Forstyrret prøve				
600090-PRT5B	54mm	+18,6	8,2	94	53,6	360	275	3,8
310137-PR.1	54mm	+22,7	6,95	Forstyrret prøve				
310137-PR.1	54mm	+22,7	17,3	165	Ikke oppgitt	260	95	1,58
310137-PR.2	54mm	+17,4	9,6	115	Ikke oppgitt	160	45	1,37

### 3.3 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av tolkede CPTU-sonderinger, klassifiseringsforsøk (enaks og konus) og treaksialforsøk utført på uforstyrrede 54 mm og 75 mm prøver i laboratoriet samt tidligere utførte vingeboringer.

Valg av udrenert skjærstyrke er prioritert i følgende rekkefølge:

1. Laboratorieundersøkelser (aktive treaksialforsøk) på 75 mm prøver
2. CPTU – tolkning
3. Laboratorieundersøkelser (konus – og enaksiale trykkforsøk samt aktive treaksialforsøk på 54 mm prøver)
4. Vingeboringer

#### 3.3.1 Trykksondering

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren  $N_{\Delta u}$  og spissmotstandsfaktoren  $N_{kt}$ . Generelt er  $N_{\Delta u}$  benyttet ved  $B_q$  – verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6 og  $N_{kt}$  er benyttet ved  $B_q$  lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene  $N_{\Delta u}$  og  $N_{kt}$  er korrelasjoner basert på CAUC – treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet.<sup>[17]</sup> For de valgte korrelasjonene for  $N_{\Delta u}$  og  $N_{kt}$  – faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet ( $S_t$ ) lavere og høyere enn 15.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en gjennomsnittlig romvekt på 17-19,2 kN/m<sup>3</sup> avhengig av løsmassene ved sonderingene.

In situ poretrykk er bestemt ved poretrykksmålinger i de aktuelle punktene, eller vurdert ut fra måling i nærliggende punkter/dybder (se kapittel 2.3). Ved tolkning av CPTU er det disse

poretrykksmålingene som er brukt som input. OCR (overkonsolideringsgrad) er beregnet ut fra tolkning fra CPTU og korrelert mot utførte ødometerforsøk.

Det er lagt hovedvekt på følgende verdier ved bestemmelse av aktiv udrenert skjærstyrke:

$$N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$$

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

OCR og  $I_p$  er henholdsvis overkonsolideringsgrad og plastisitetsindeks.

Det er iht. anbefaling i NVEs retningslinjer lagt inn en reduksjon for tolket aktiv skjærstyrke på 15 % i lag med kvikk eller sensitiv leire.<sup>[1]</sup> Stykereduksjonen inkluderes i beregningene, ikke ved tolkning av skjærstyrken. Vurdering av leiras sensitivitet er basert på utførte laboratorieundersøkelser og vurdering/tolkning av sonderinger (trykk- og dreietrykksondering).

Resultatene fra konus- og enaksiale trykkforsøk samt relevante treaksialforsøk er vist direkte i tolkningen av trykksonderingene.

### 3.3.2 SHANSEP

For områder uten CPTU- eller laboratoriedata vil det i beregningene bli benyttet SHANSEP betraktninger. Dette gjelder for eksempel for estimering av skjærstyrkeprofil i tå av en skråning hvor man kun har data for toppen av skråningen. Det vil også benyttes SHANSEP for estimering av utvikling av skjærstyrke med dybden.

Karakteristisk aktiv skjærstyrke benyttet i stabilitetsvurderingene er bestemt ut fra sammenhengen  $Su_A = \alpha \cdot p_o' \cdot OCR^\beta$  (i henhold til SHANSEP), med en antatt tidligere overlaging for bestemmelse av OCR. Tabell 3.2 viser normaliseringsforholdet  $\alpha$  og spenningsekspONENTEN  $\beta$  funnet fra kurvetilpasning mot design-profil funnet ved CPTU-tolkning, samt antatt OCR.

For bestemmelse OCR leddet i SHANSEP er det estimert en tidligere overlaging. For bestemmelse av tidligere overlaging er det samtolket OCR fra ødometerforsøk, samt OCR fra CPTU. Det for en del punkter konservativt valgt en forsiktig verdi for tidligere overlaging i forhold til OCR estimert fra ødometerforsøk.

Tabell 3.2: Normaliseringsforhold, spenningsekspONENT og antatt tidligere overlaging.

Punkt	$\alpha$	$\beta$	Dagens terreng	Antatt tidligere overlaging	Benyttet i profil
R101	0,25	0,70	+15,6	120 kPa	B, S1
R102	0,32	0,80	+22,3	200 kPa	B, S1
R105	0,30	0,80	+10,4	250 kPa	S2
R106	0,26	0,60	+23,0	150 kPa	S2
R108	0,32	0,85	+8,5	205 kPa	514

Effektiv overlaging ( $p_o'$ ) er beregnet ut fra tyngdetetthet som er bestemt i laboratoriet, samt antatt in situ poretrykk vist på terrengprofilene.

### 3.3.3 Vingebor

For nedre del av profil B og øvre del av profil S2 er den udrenerte skjærstyrken tolket fra tidligere utførte vingeboringer. I beregningsprofilen er målt skjærstyrke økt med en faktor 1/0,63 for å representere aktiv styrke.

### 3.4 Anisotropi og tøyningskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropien i leira, dvs. at udrenert skjærstyrke varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærstyrke  $s_{uA}$  (styrke der glideflaten ligger i aktiv sone).

Direkte og passiv skjærstyrke er beregnet ut fra følgende sammenheng:

Leire (Ikke sprøbruddsmateriale):

- $s_{uD} = 0,65 s_{uA}$  (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $s_{uP} = 0,37 s_{uA}$  (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

Kvikkleire (Sprøbruddsmateriale):

- $s_{uD} = 0,63 s_{uA}$  (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $s_{uP} = 0,35 s_{uA}$  (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

Plastisitetsforholdet i leirmassene varierer mellom 7 og 20 %. For vurdering av ADP-forholdet er NIFS anbefaling av anisotropifaktorer lagt til grunn.<sup>[4]</sup> For sprøbruddsmateriale er det tatt utgangspunkt i  $I_p$  mindre enn 10 %, mens for resterende leirmasser er det valgt å bruke  $I_p$  lik 15 %.

### 3.5 Effektiv skjærstyrke

Bestemmelse av effektive skjærstyrkeparametere i leiren (delt inn i sensitiv og ikke sensitiv) er basert på utførte treaksialforsøk (Bilag 12) og erfaringsverdier. Datagrunnlaget for bestemmelse av effektivspenningsparametere er noe tynt. Basert på erfaringsverdier er det derfor valgt å velge noe lavere designverdier enn verdiene tolket fra treaksialforsøkene.

Styrkeparametere for leire og kvikkleire tilsvarer parameterne Noteby tidligere har benyttet for vurdering av skråningstabiliteten mot Otra.

For sand og sand/silt er forsiktige erfaringsverdier lagt til grunn. Følgende verdier er benyttet for attraksjon og friksjonsvinkel:

Sand/Finsand og silt/sand	$a=0,0 \text{ kN/m}^2$	$\phi=32^\circ$
Leire	$a=20 \text{ kN/m}^2$	$\phi=29^\circ$
Kvikk/sensitiv	$a=20 \text{ kN/m}^2$	$\phi=27^\circ$
Morene	$a=5 \text{ kN/m}^2$	$\phi=35^\circ$

### 3.6 Poretrykk

Ved punkt R102 ble det målt meget lave poretrykk. De elektriske piezometerne på henholdsvis 7 og 11 meters dybde viste tilnærmet null poretrykk. Det ble besluttet å bytte ut sonden i det grunneste piezometeret og i tillegg installere en hydraulisk måler på 13 meters dybde for kontroll av måleresultatene. Måleren på 13 meters dybde viser et vanntrykk tilsvarende ca. 2,5 meter vannsøyle. I 2003 var det installert målere ca. 60 meter vest for punkt R102. Disse viste da hydrostatisk poretrykksutvikling fra ca. 4 til 10 meter under terreng og et undertrykk tilsvarende 55 % av hydrostatisk til 21 meter under terreng. Disse målerne er nå borte.

Generelt er det målt lav poretrykksutvikling i øvre deler av skråningene (ca. 60 % av hydrostatisk) og noe overtrykk i nedre deler (ca. 110 % av hydrostatisk).

Det vises til terrengprofiler på tegning 211, 221, 231 og 241 for vurderinger av poretrykksfordeling i områder hvor det ikke er utført poretrykksmålinger.

Lokalisering av poretrykksmålerne er vist på situasjonsplanene, tegning 202 og 203. Avlesninger fra poretrykksmålere er vist i Bilag 4.

Det presiseres at målingene i de nedsatte poretrykksmålere bør fortsette, slik at eventuelle årstidsvariasjoner blir "fanget opp".

### 3.7 Kvalitet av undersøkelser

Bestemmelse av prøve kvalitet for de nyeste treaksialforsøkene er basert på volumtøyning (utpresset porevann under konsolidering til antatt in-situ spenningsnivå) iht. tabell 5.1.<sup>[1]</sup> Det er ikke oversikt over utpresset porevann for de tidligere utførte treaksialforsøkene. Vurderingen av kvalitetsklasse er dermed basert på spenningssti og deformasjon ved maksimal skjærstyrke. Tabell 3.3 viser antatt kvalitetsklasse for hvert enkelt av treaksialforsøkene.

Resultatene fra tidligere treaksialforsøk er stedvis meget gode, selv fra større dyp. Dette kan tyde på relativt fast leire og lite innslag av grovere fraksjoner som sand og silt.

Tabell 3.3: Kvalitetsklasse for prøver basert på volumtøyning.

Punkt	Dybde	Type	Treaksial forsøk	Dw (%)	OCR	Kvalitetsklasse
R106	6,5	75mm	CAUA	0,8	3,3	1 Akseptabel
R106	8,5	75mm	CAUA	1,0	3,3	1 Akseptabel
R106	12,55	75mm	CAUA	3,5	2,1	2 Forstyrret
34512-PR.1	8,05	54mm	CAUA	-	-	(Forstyrret)
34512-PR.1	13,7	54mm	CAUA	-	-	(Akseptabel)
34512-PR.1	18,45	54mm	CAUA	-	-	(Akseptabel)
310137-PR.1	8,55	54mm	CAUA	-	-	(Forstyrret)
310137-PR.1	16,05	54mm	CAUA	-	-	(Forstyrret)
310137-PR.2	8,55	54mm	CAUA	-	-	(Forstyrret)
15673-VII	6,9	54mm	CAUA	-	-	(Akseptabel)
34512-PR.2	11,7	54mm	CAUA	-	-	(Akseptabel)
34512-PR.2	13,0	54mm	CAUA	-	-	(Akseptabel)

Poretrykksresponsen ved CPTU-sonderingene vurderes generelt å være god.

## 4 KRAV TIL MATERIALKOEFFISIENT

I områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer (kvikkleire) stiller NVEs retningslinjer krav til minste sikkerhet (materialkoeffisient). Kravet gjelder arealer med potensielle glideflater gjennom sprøbruddmaterialet, og er differensiert i forhold til tiltakskategori. I dette tilfellet hvor det planlegges beredskap institusjoner er det etter avtale med NVE satt krav til minste materialfaktor lik 1,4.<sup>[3]</sup>

## 5 VIDERE ARBEID

### 5.1 Stabilitetsberegning og ROS-analyse

Basert på foreliggende parameterrapport vil det beregnes stabilitet i viste profiler. Det vil utarbeides en egen rapport med resultatene fra disse beregningene. Rapporten vil også ta for seg en ROS-analyse for området og forslag til stabiliserende tiltak for kritiske profil.



## 6 REFERANSER

1. NVE Retningslinjer 7/2014: "Flaum- og skredfare i arealplaner", med Veileder for: "Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper".
2. Statens vegvesen håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging. Juni 2014.
3. Møte med Kristiansand kommune, NVE og Rambøll. 28.10.2014
4. NIFS. 14/2014 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Datert 30.01.2014.
5. Rambøll. G-rap-101. Datarapport fra grunnundersøkelser. 1350005219, Områdestabilitet Eg sykehusområde. (Ikke ferdigstilt)
6. Noteby, oppdragsnr. 15046: Orienterende grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering, datert 7.3.1975
7. Noteby, oppdragsnr. 15673 rapportnr.3: Fjellkontrollboring, datert 16.01.1986.
8. Noteby, oppdragsnr. 15673 rapportnr.4: Grunnundersøkelser, Geoteknisk data og fjellforhold, datert 5.3.1986
9. Multiconsult, oppdragsnr. 310137 rapportnr. 1, Sørlandet sykehus HF Kristiansand, Parkeringhus- Grunnundersøkelser, datert 10.9.2003
10. Multiconsult, oppdragsnr. 600090 rapportnr. 2, Barne- og ungdomspsykiatrisk poliklinikk Vest-Agder Sentralsykehus, Grunnundersøkelser, datert 12.12.2001
11. Multiconsult, oppdragsnr. 600117 rapportnr.1, Lindrende enhet Vest-Agder Sentralsykehus, datert 6.6.2001.
12. Noteby, oppdragsnr. 15046: Vest-Agder sentralsykehus, Sammenstillende stabilitetsvurderinger av tomteområdet på Eg, datert 14.9.1978.
13. Noteby, oppdragsnr. 34512 rapportnr.1, Vest-Agder Sentralsykehus Eg, Stabilitet mot Otra- Grunnforhold og vurdering, datert 20.12.1996.
14. Multiconsult, oppdragsnr. 311582 rapportnr.1, Sykehuset på Eg, Kristiansand – Stabilitet av skråning mot Otra, datert 18.12.2008.
15. Multiconsult, kart: Orienterende kvikkleirekart søndre område med utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand og Orienterende kvikkleirekart nordre område med utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand, datert 22.1.2013.
16. Multiconsult, oppdragsnr. 312937, Dokument: Liste over aktuelle geotekniske dokumenter med data fra grunnundersøkelser og tilhørende vurderinger arkivert hos Multiconsult AS, Kristiansand, datert 22.1.2013.
17. Karlsrud, K., Lunne, T, Kort, D.A. & Strandvik, S. 2005. CPTU correlations for clays. Proceedings, ICSMGE, Osaka, 2005: side 693 - 702.
18. Noteby, oppdragsnr. 15203, tegning nr.2a og 111a. Datert 06.10.1978.
19. Multiconsult, oppdragsnummer 313493, RIG-NOT-001\_rev00. Uavhengig kontroll av parameterrapport. Datert 23.02.2015





0	05.01.2015		MTV	ERPY	MTV
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350005219 Målestokk: 1:50 000 Status:

Områdestabilitet Eg sykehusområde  
Kristiansand kommune

Oversiktskart

UTM: 04400 64470 (Euref 89 - Sone 32V)

**RAMBOLL**

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

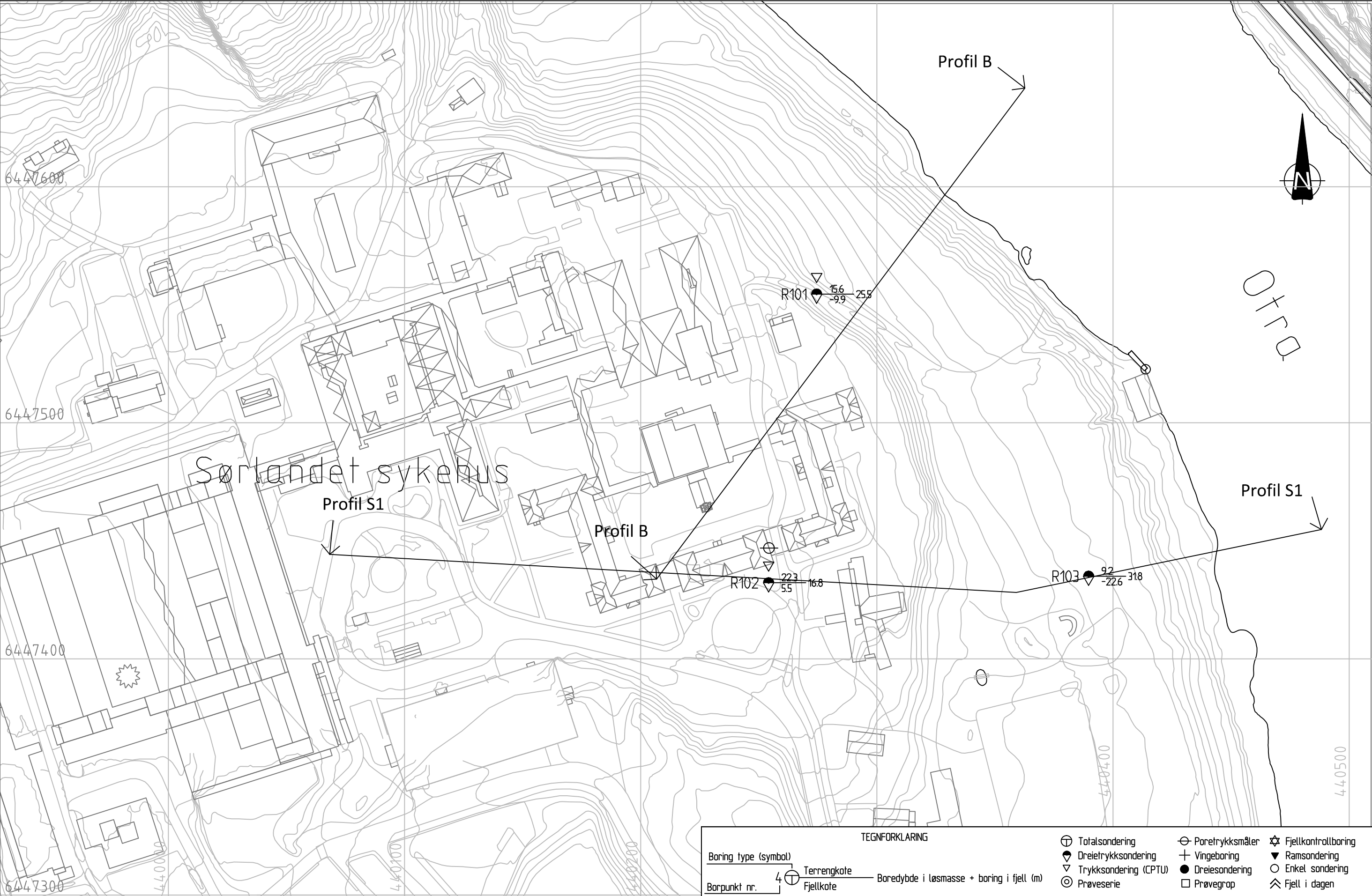
Tegning nr.

Rev.

201

0





TEGNFORKLARING					
Boring type (symbol)		Terrengekote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)		
Borpunkt nr.	4	Fjellkote			
⊕	Totalsondering	⊗	Poretrykksmåler	⚙	Fjellkontrollboring
⬇	Dreietrykkssondering	+	Vingeboring	⬇	Ramsondering
▽	Trykksondering (CPTU)	●	Dreiesondering	○	Enkel sondering
⊙	Prøveserie	□	Prøvegrop	⚙	Fjell i dagen

	06.01.2015		MTV	ERPY	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



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

OPPDRAG  
**Områdestabilitet Eg sykehusområde**

OPPDAGSGIVER  
**Kristiansand kommune**

INNHold  
**Situasjonsplan Nord**

OPPDRAG NR.  
**1350005219**

MÅLESTOKK  
**1:1500**

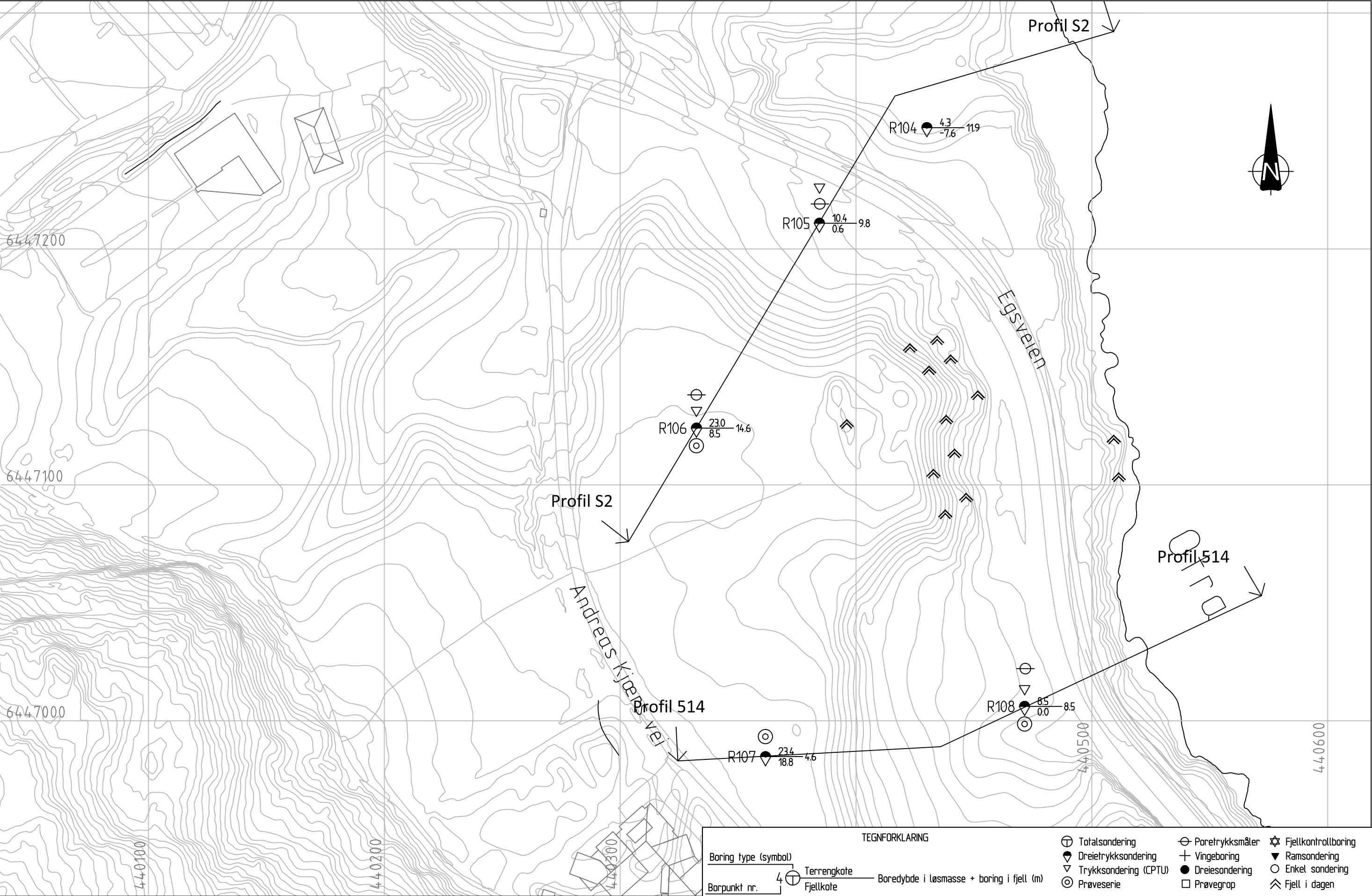
BLAD NR.

AV

TEGNING NR.

REV.

**202**



TEGNFORKLARING		
	Boring type (symbol)	
	Borpunkt nr.	4
	Terrengkote	
	Fjellkote	
	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	
	Totalsondering	
	Dreietrykksondering	
	Trykksondering (CPTU)	
	Dreiesondering	
	Prøveserie	
	Poretrykksmåler	
	Vingeboring	
	Fjellkontrollboring	
	Ramsondering	
	Enkel sondering	
	Fjell i dagen	
	Prøvegrop	

	06.01.2015		MTV	ERPY	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

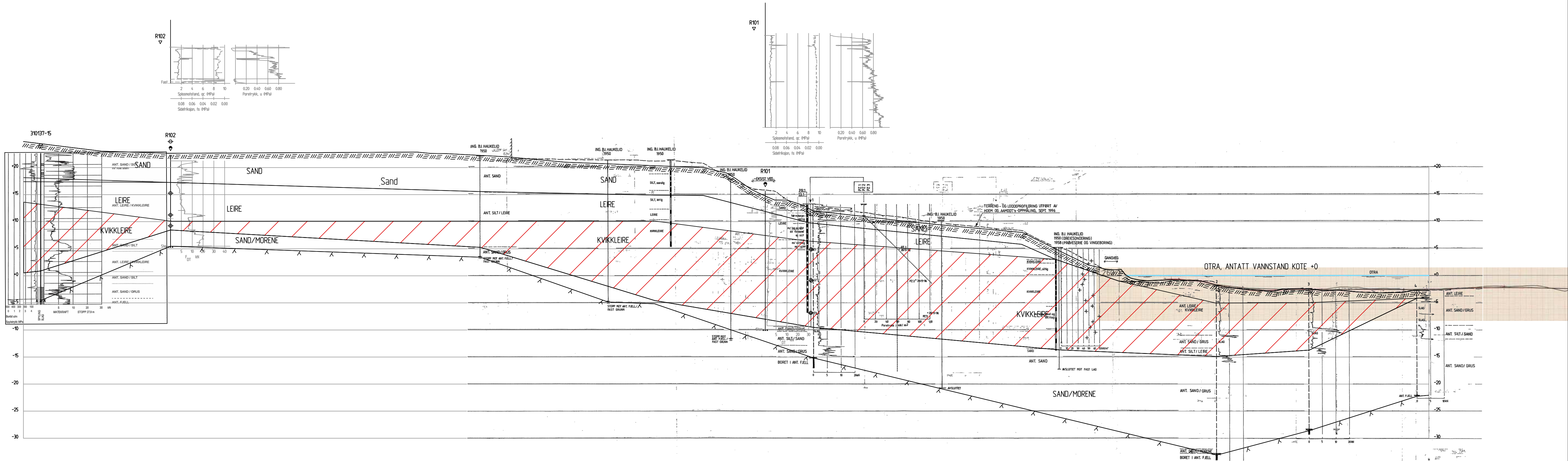


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
Områdestabilitet Eg sykehusområde  
INNHold  
Situasjonsplan Sør  
OPPDRAGSGIVER  
Kristiansand kommune

OPPDRAG NR. 1350005219	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 203			
REV.			





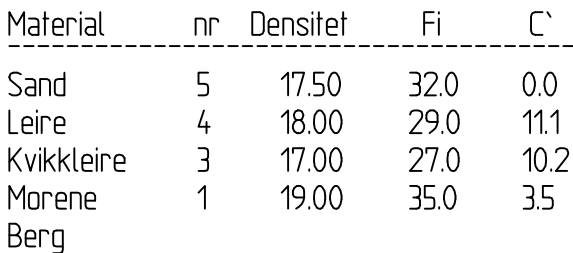
00	26.02.2015		MTV	ERPYP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

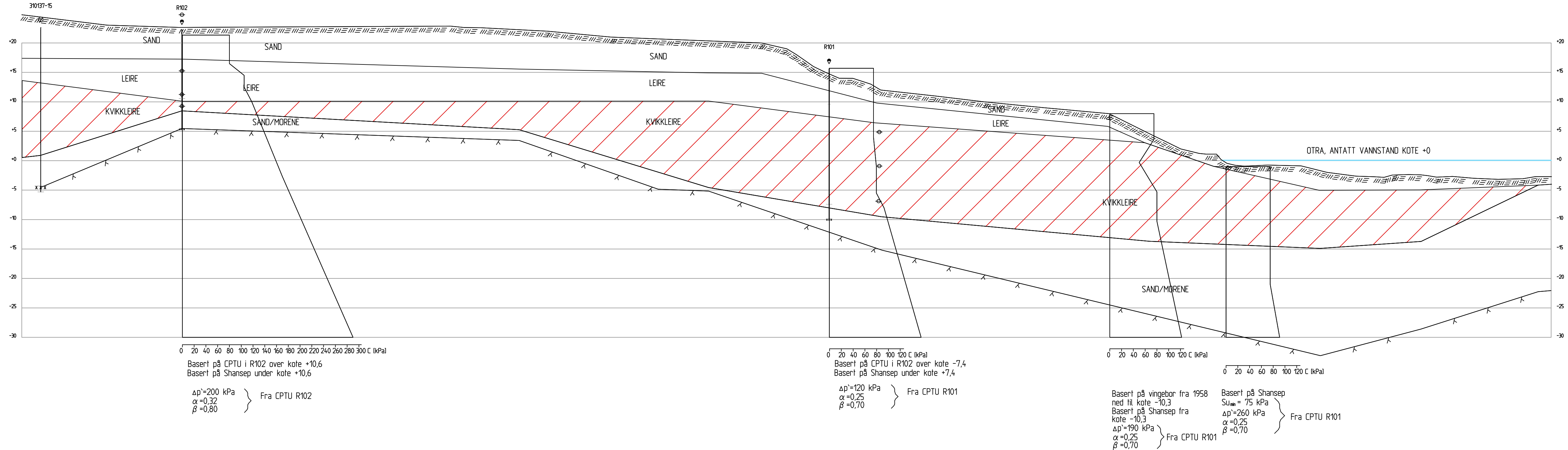
OPPDRAG  
Områdestabilitet Eg sykehusområde  
OPPDRAGSGIVER  
Kristiansand kommune

INNHOOLD  
Profil B  
Dagens situasjon  
Lagdeling

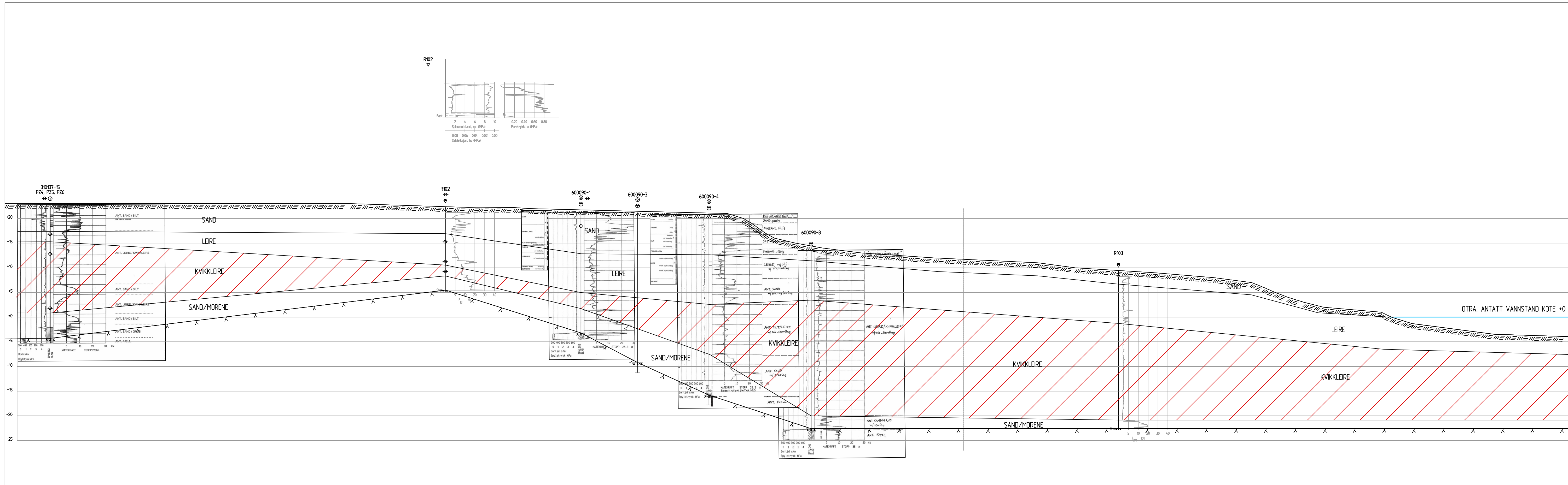
OPPDRAG NR. 1350005219	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR.	REV.
		210	0

[illegible]

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	5	17.50	32.0	0.0				
Leire	4	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	17.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	1	19.00	35.0	3.5				
Berg								

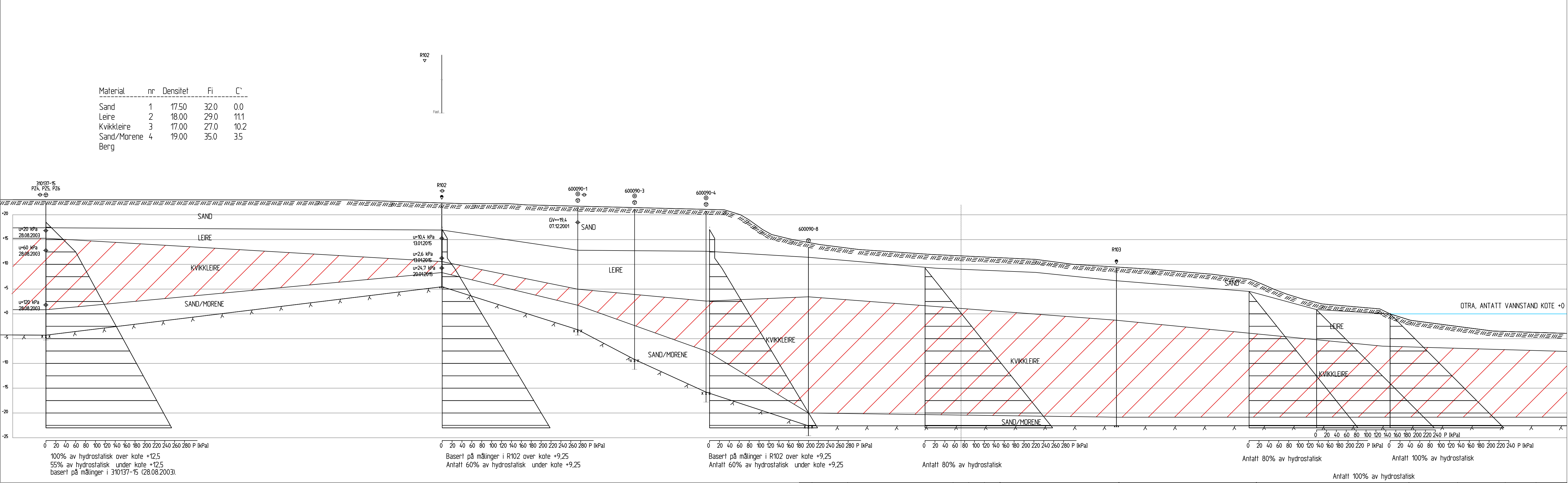
[illegible]



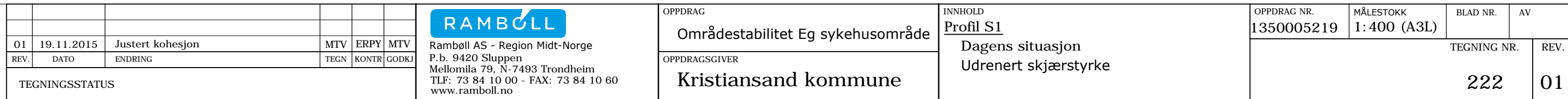


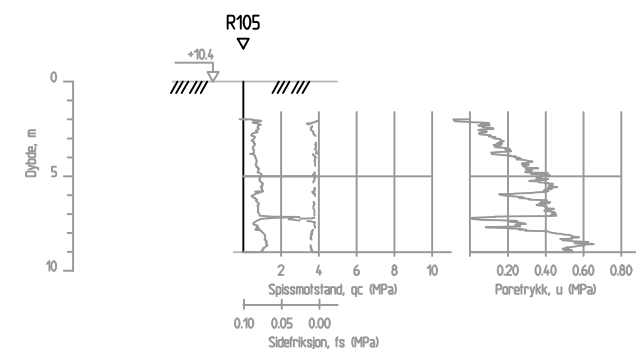
								<div><div></div><div>RAMBOLL</div></div> <div>Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim Tlf: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no</div>		OPPDRAG Områdestabilitet Eg sykehusområde		INNHOLD Profil S1 Dagens situasjon Lagdeling		OPPDRAG NR. 1350005219	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
00	11.01.2015					MTV	ERP	MTV	OPPDRAGSGIVER Kristiansand kommune				TEGNING NR. 220			REV. 0	
REV.	DATO	ENDRING		TEGN	KONTR	GODKJ											
TEGNINGSSTATUS																	





R102  
▽



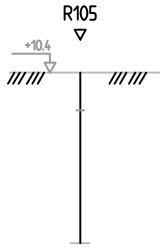
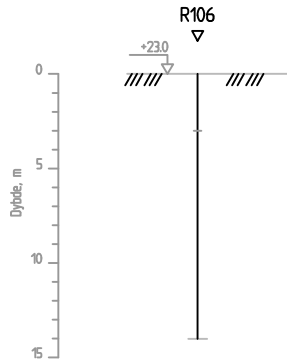


**RAMBOLL**  
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
[www.ramboll.no](http://www.ramboll.no)

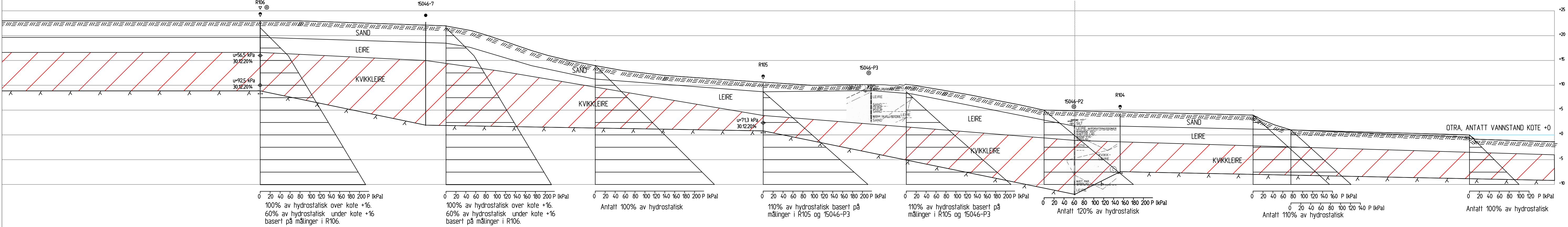
OPPDAG	Områdestabilitet Eg sykehusområde
OPPDAGSGIVER	Kristiansand kommune

INNHold	Profil S2
	Dagens situasjon
	Lagdeling

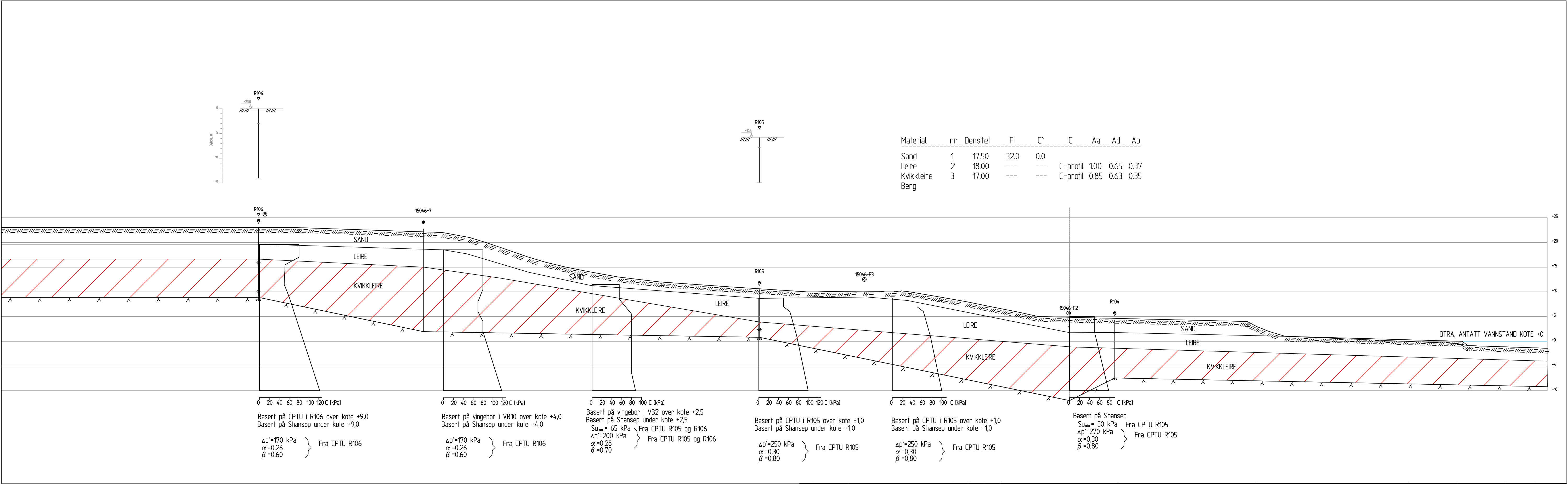
OPPDRAK NR. 1350005219	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 230			RE C

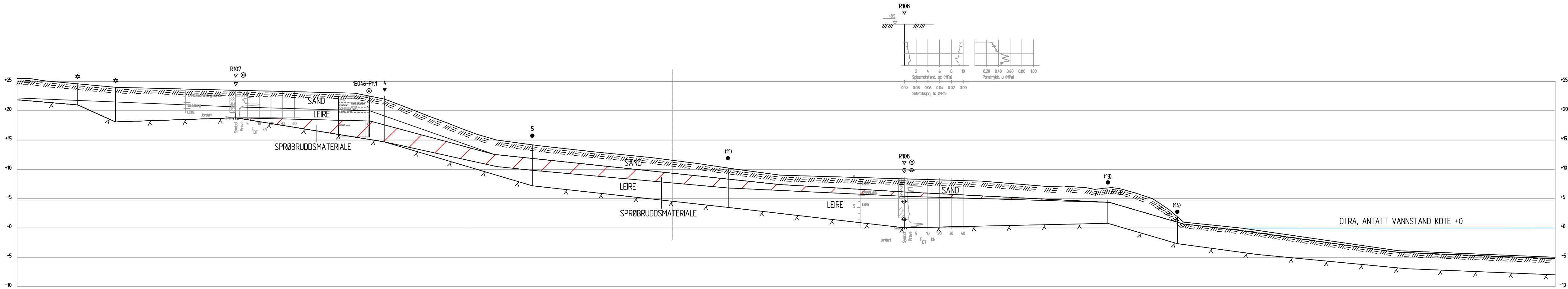


Material	nr	Densitet	Fi	C'
Sand	1	17.50	32.0	0.0
Leire	2	18.00	29.0	11.1
Kvikkleire	3	17.00	27.0	10.2
Berg				









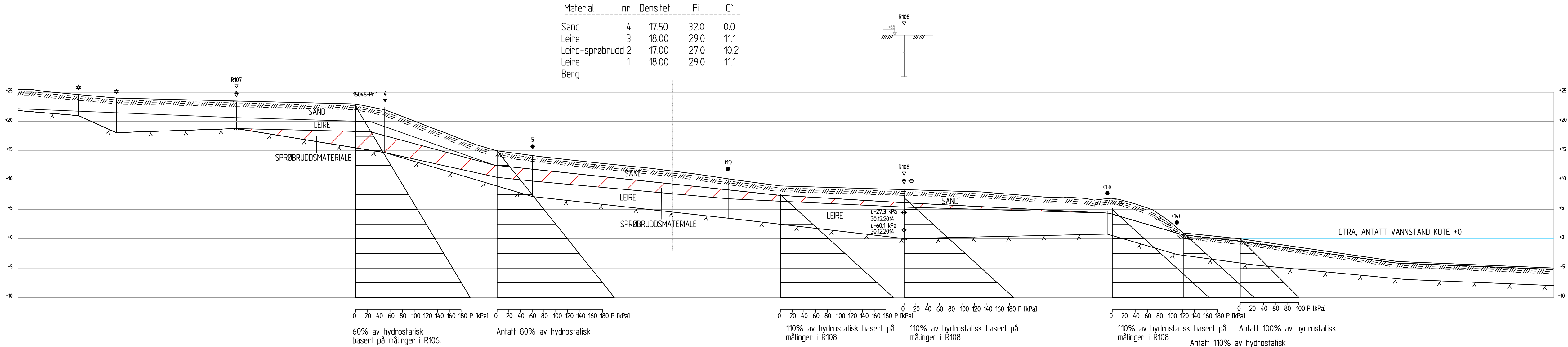
00	11.01.2015		MTV	ERP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

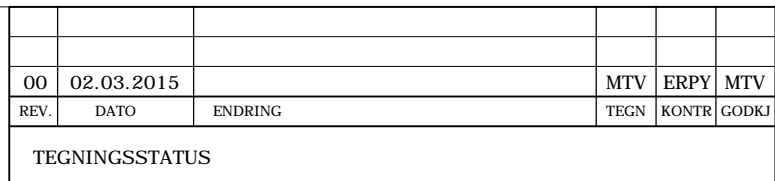
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG
Områdestabilitet Eg sykehusområde
OPPDRAGSGIVER
Kristiansand kommune

INNHold
Profil 514
Dagens situasjon
Lagdelling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350005219	1:400 (A3L)		
TEGNING NR.			REV.
240			0





OPPDRAAG	Områdestabilitet Eg sykehusområde
OPPDRAAGSGIVER	Kristiansand kommune

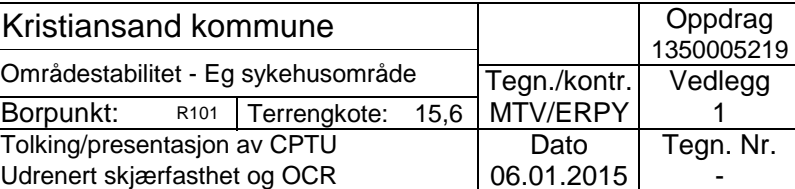
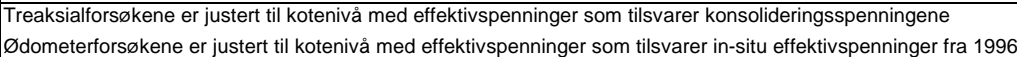
OPPDRAK NR. 1350005219	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR.  242			REV.  0

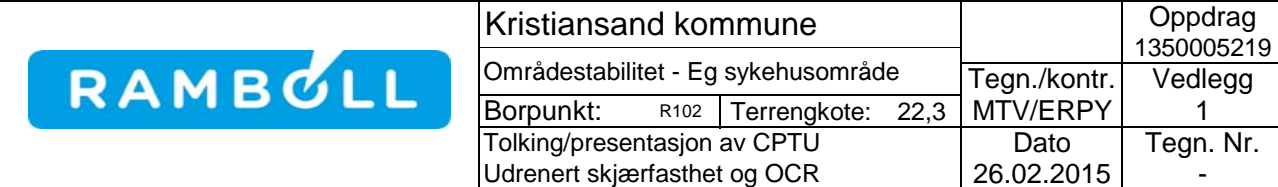
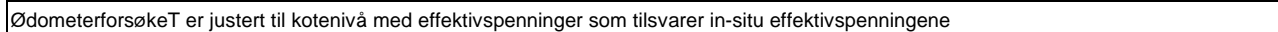


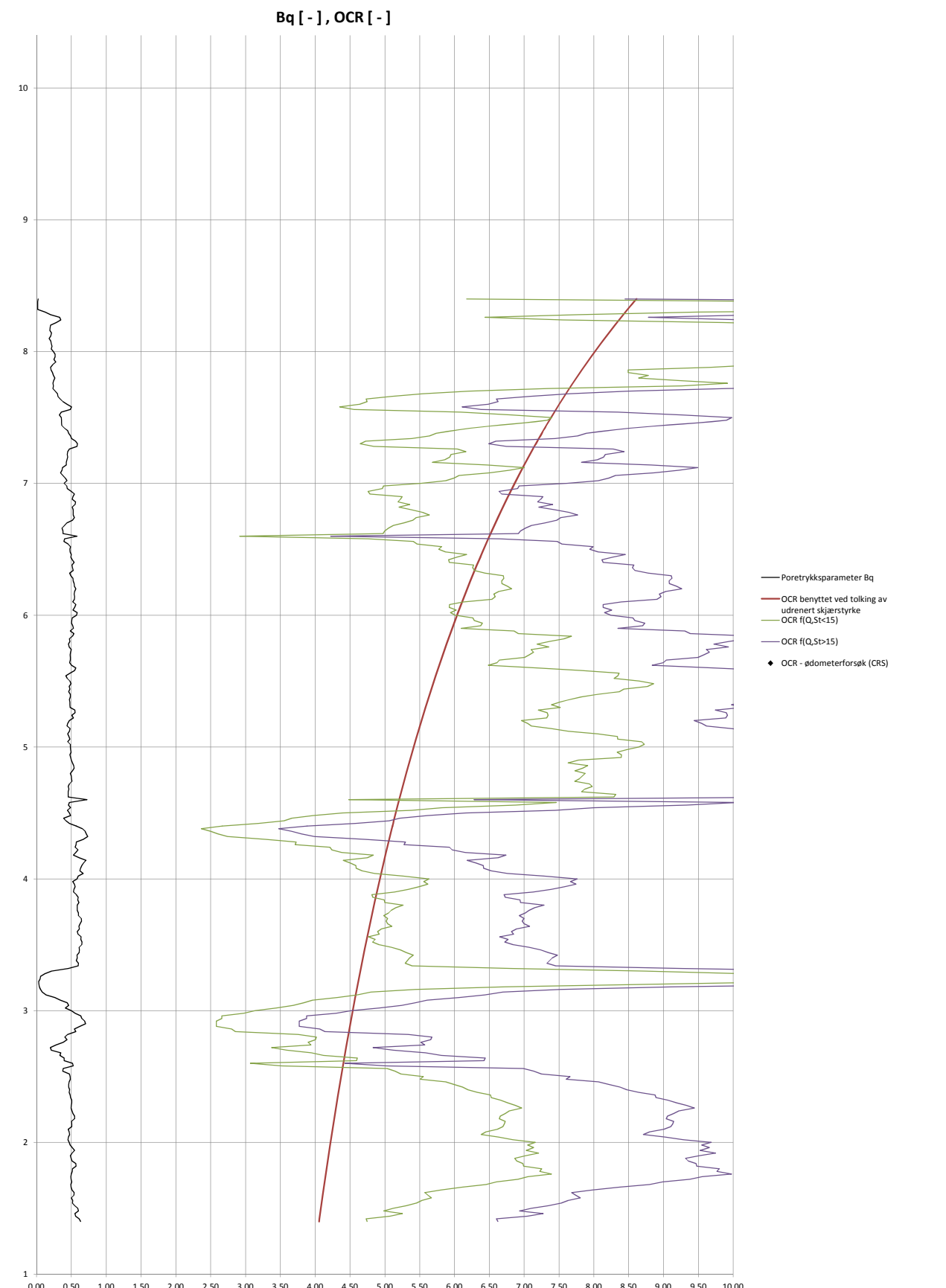
# **BILAG 1**


## **TOLKNING AV TRYKKSONDERINGER (CPTU) BENYTTET FOR TOLKNING AV SKJÆRSPENNING**

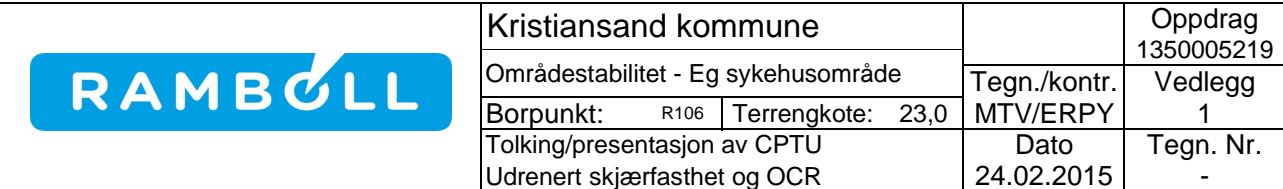
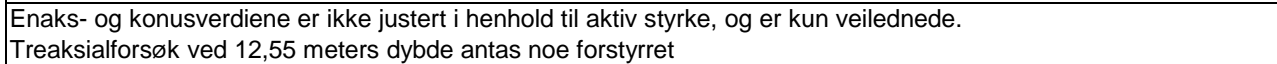
**5 SIDER**

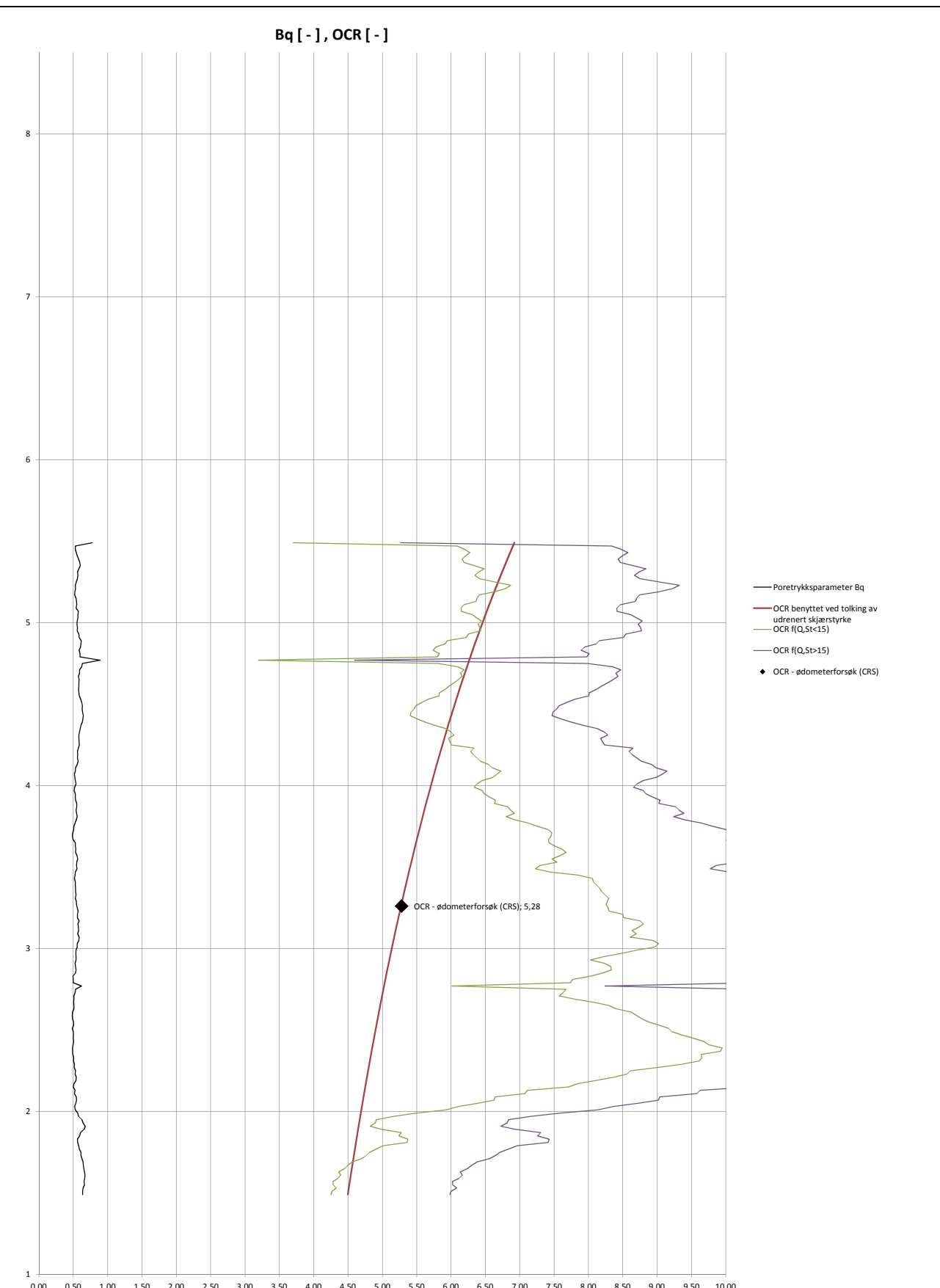







		Kristiansand kommune			Oppdrag 1350005219
		Områdestabilitet - Eg sykehusområde		Tegn./kontr. MTV/ERPY	Vedlegg 1
		Borpunkt: R105	Terrengkote: 10,4		
		Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 02.02.2015	Tegn. Nr. -



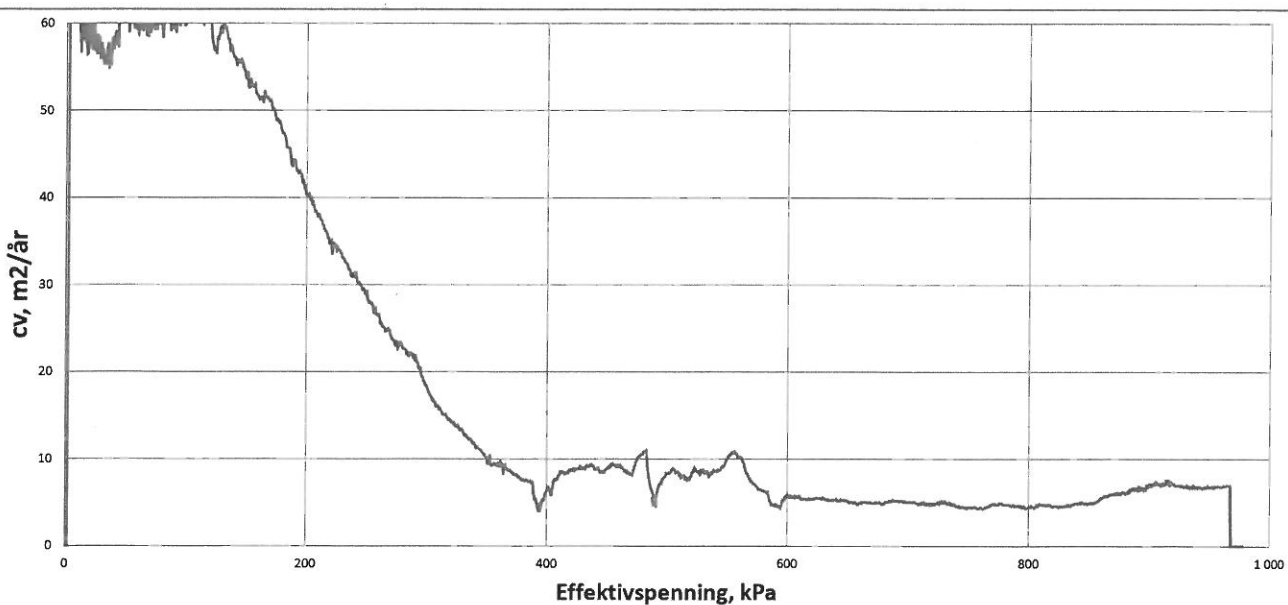
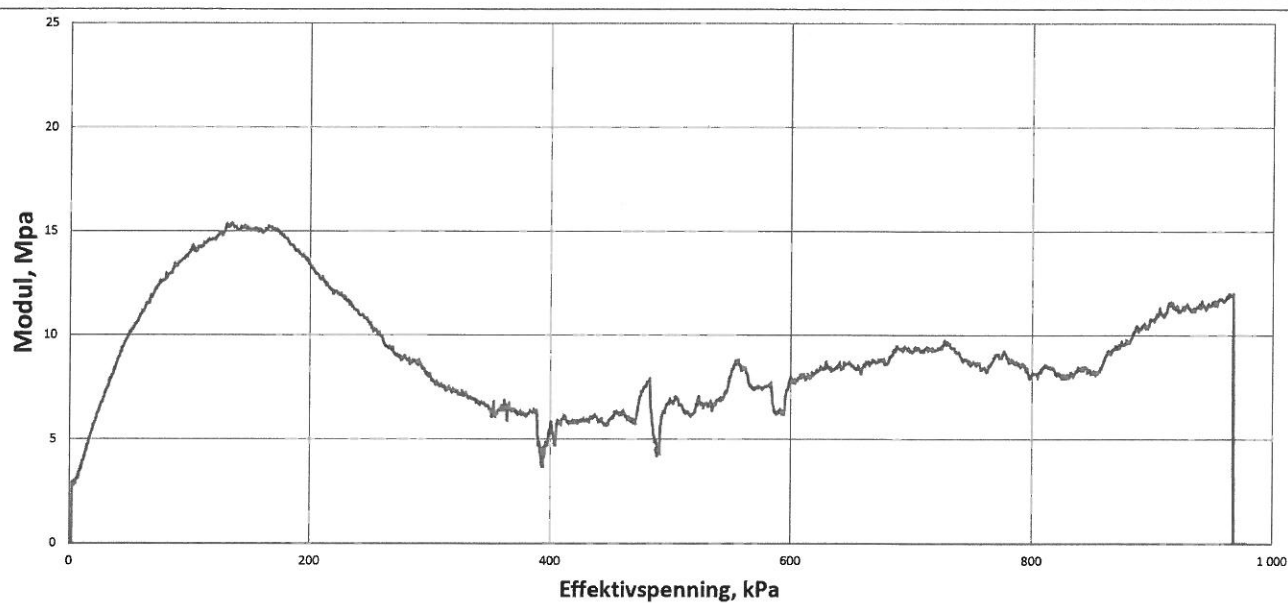
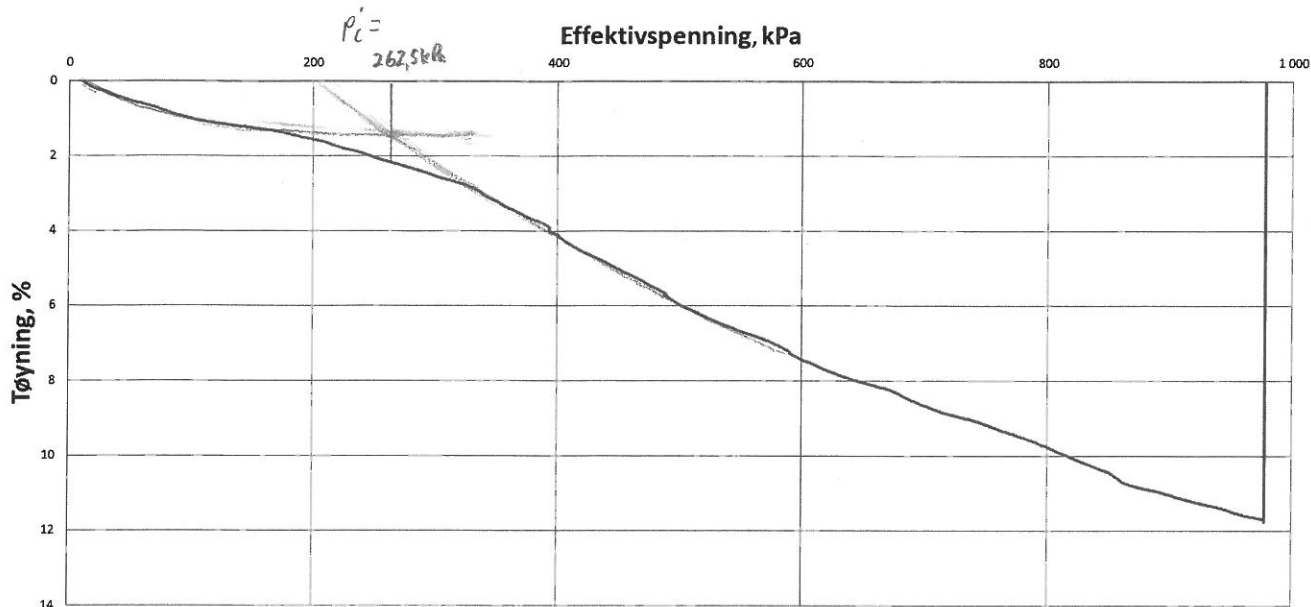


	Kristiansand kommune			Oppdrag 1350005219
	Områdestabilitet - Eg sykehusområde		Tegn./kontr. MTV/ERP	Vedlegg 1
	Borpunkt: R108	Terrengkote: 8,51		
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 02.02.2015	Tegn. Nr. -

## **BILAG 2**

### **TOLKNING AV ØDOMETERFORSØK BENYTTET FOR TOLKNING AV PREKONSOLIDERINGSSPENNING**

**12 SIDER**



pkt R106 lab 15 dybde 6,35m

Leire med siltlag

$OCR = 3,6$

$u = 50 \text{ kPa}$

$\sigma_v = 19 \cdot 6,35 = 120 \text{ kPa}$

$\Rightarrow \sigma'_v = 70 \text{ kPa}$

$\Rightarrow$

$\Delta p' = 192,5 \text{ kPa}$

**RAMBOLL**

Eg sykehusområde

Ødometer

Tegn./kontr.  
\*\*\* /

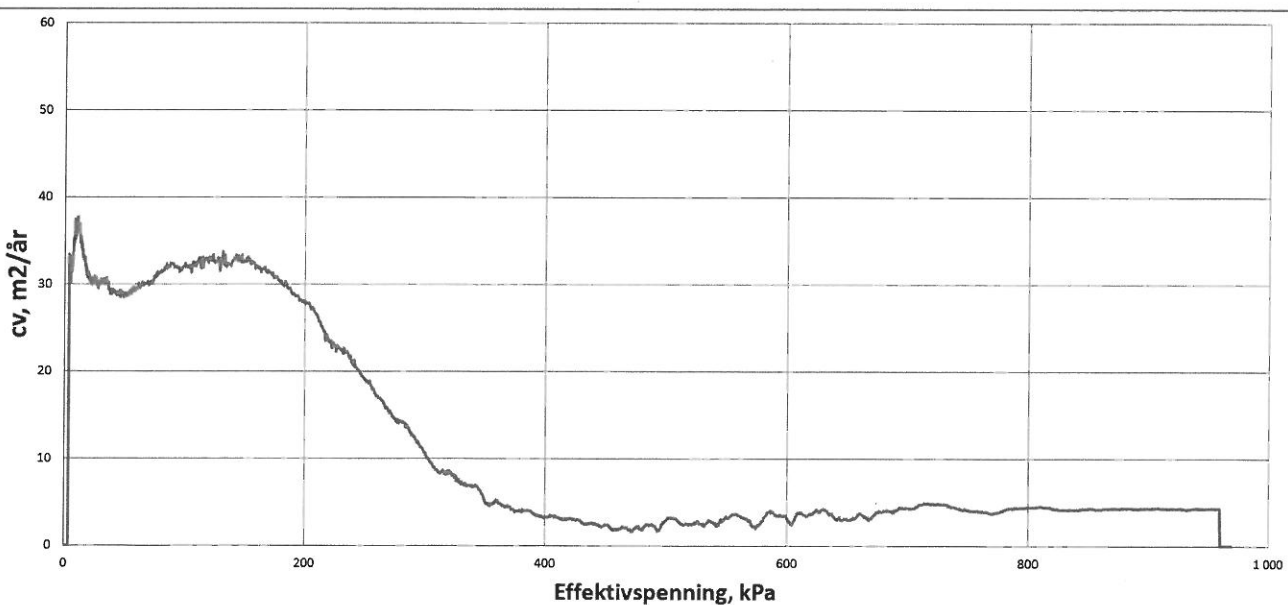
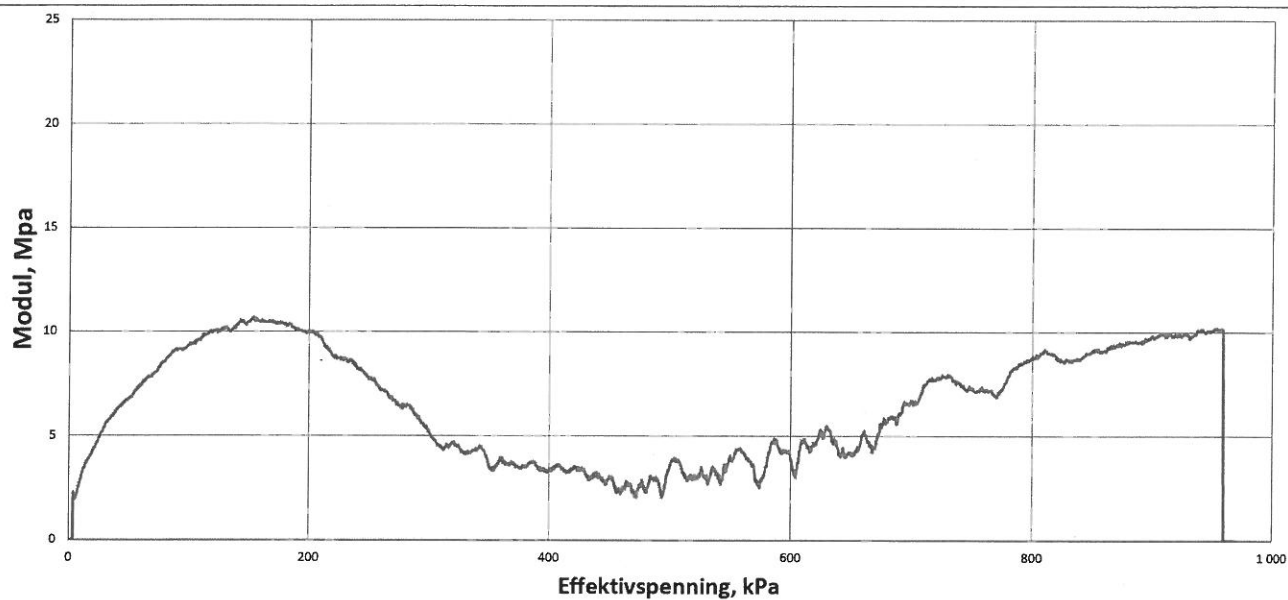
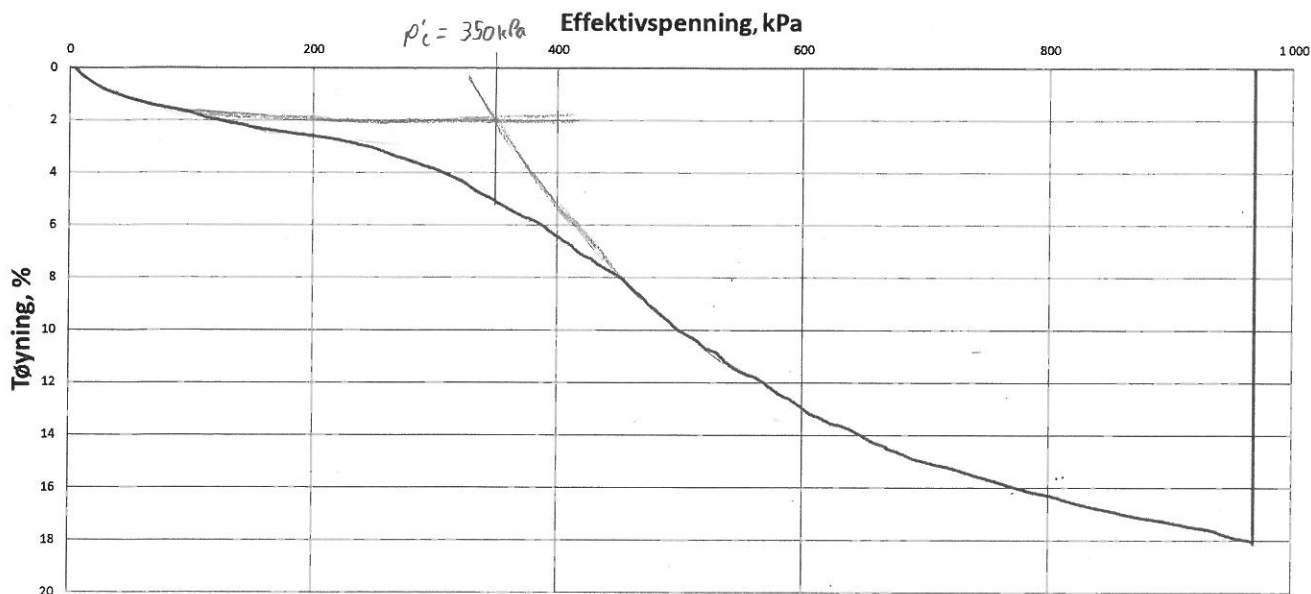
Dato  
16.01.2015

Oppdrag  
1,35E+09

Bilag

Tegn. Nr.  
-





pkt R106 lab 17 dybde 9,40m Leire

$$u = 70,6 \text{ kPa} \quad \sigma_v = 19 \cdot 9,4 = 178,6 \text{ kPa} \quad \Rightarrow \sigma'_v = 108 \text{ kPa} \quad \Rightarrow \begin{matrix} OCR = 3,2 \\ \Delta p' = 242 \text{ kPa} \end{matrix}$$

**RAMBOLL**

Eg sykehusområde

Ødometer

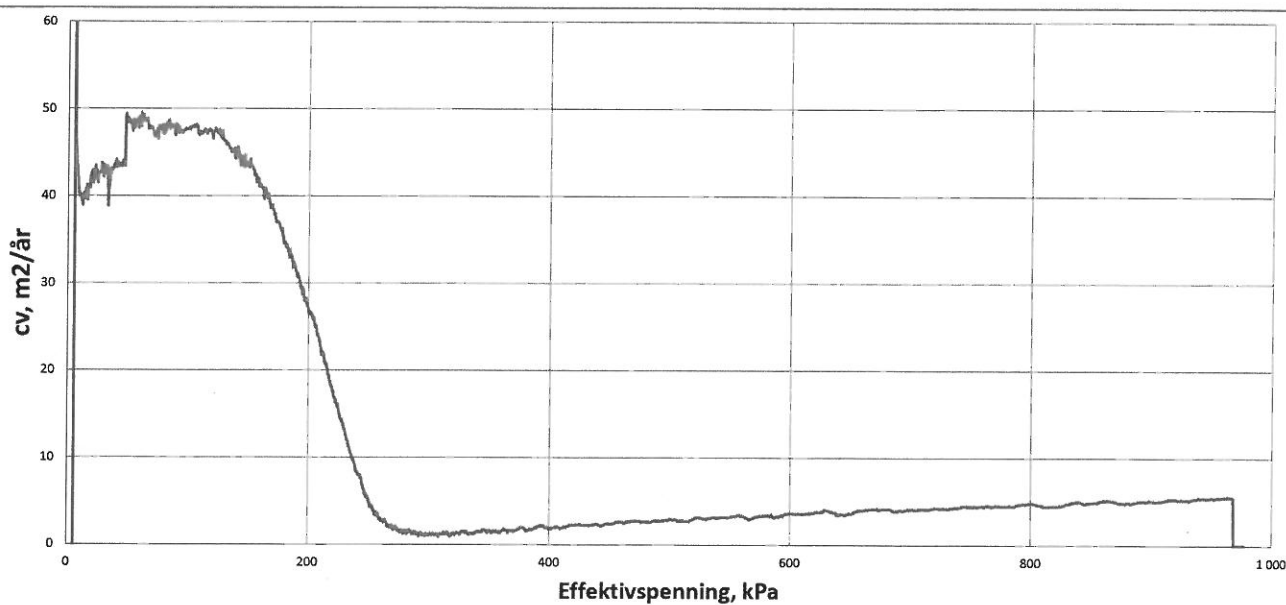
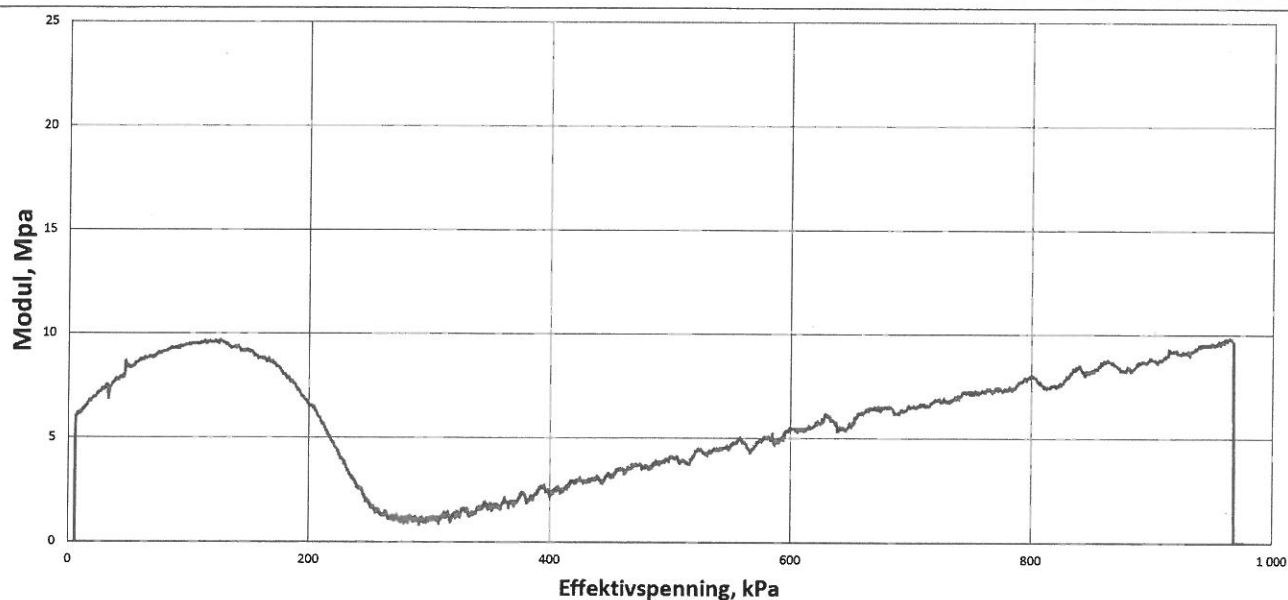
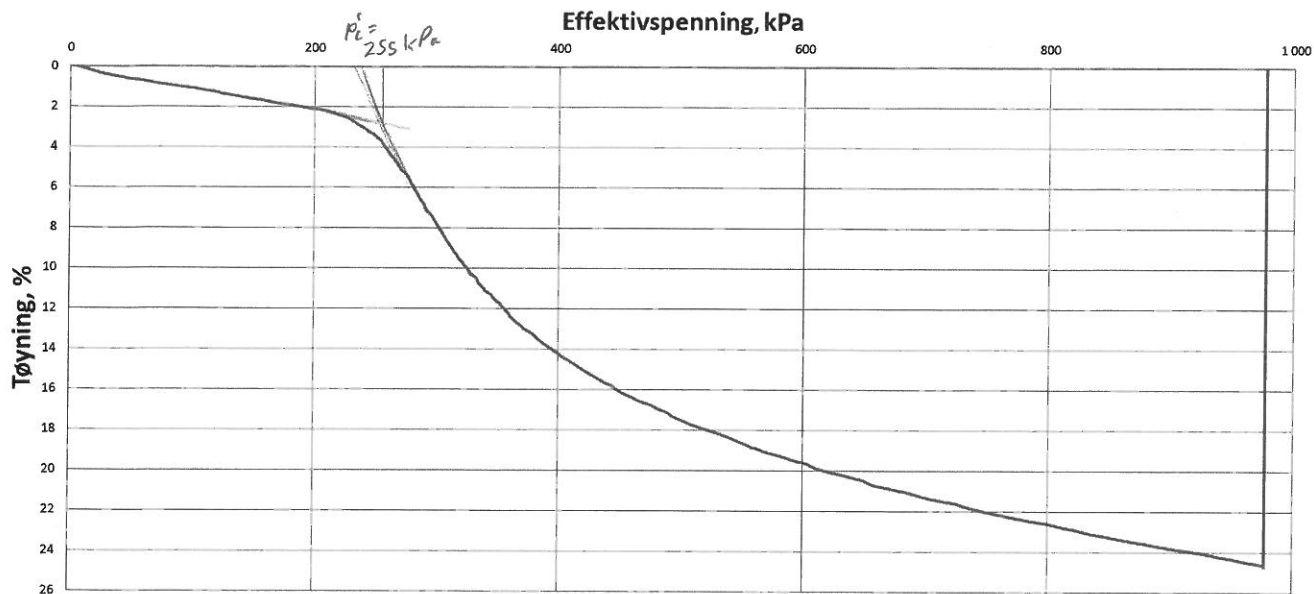
Tegn./kontr.  
\*\*\* /

Dato  
16.01.2015

Oppdrag  
1,35E+09

Bilag

Tegn. Nr.  
-



pkt R108 lab 5 dybde 5,25m

Leire

$OCR = 5,28$

$u = 41 \text{ kPa}$

$\sigma_v = 17,525$

$\sigma'_v = 48,3 \text{ kPa}$

$\Rightarrow$

$\Delta p' = 206,7 \text{ kPa}$

**RAMBOLL**

Eg sykehusområde

Ødometer

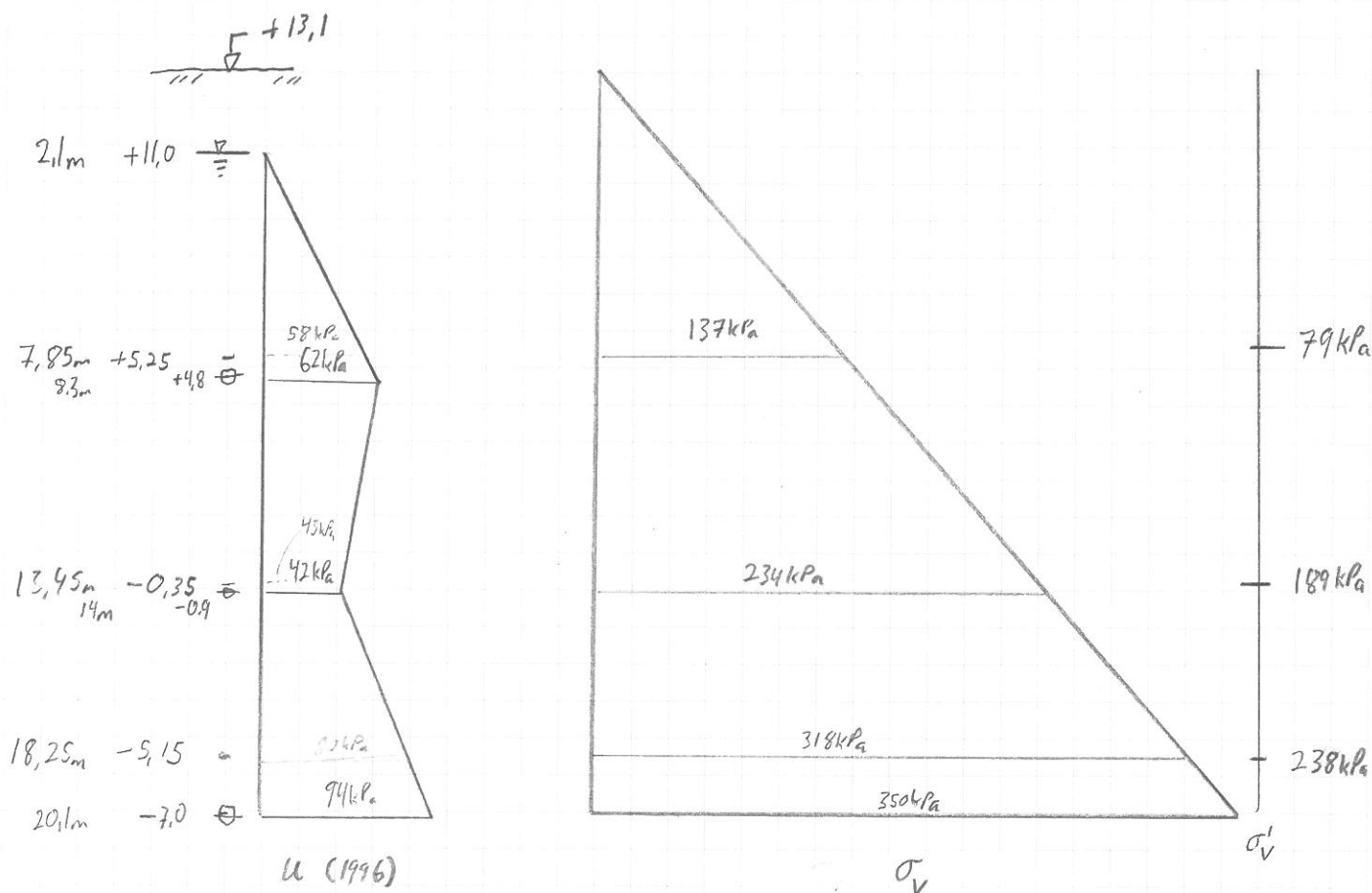
Tegn./kontr.  
\*\*\*/

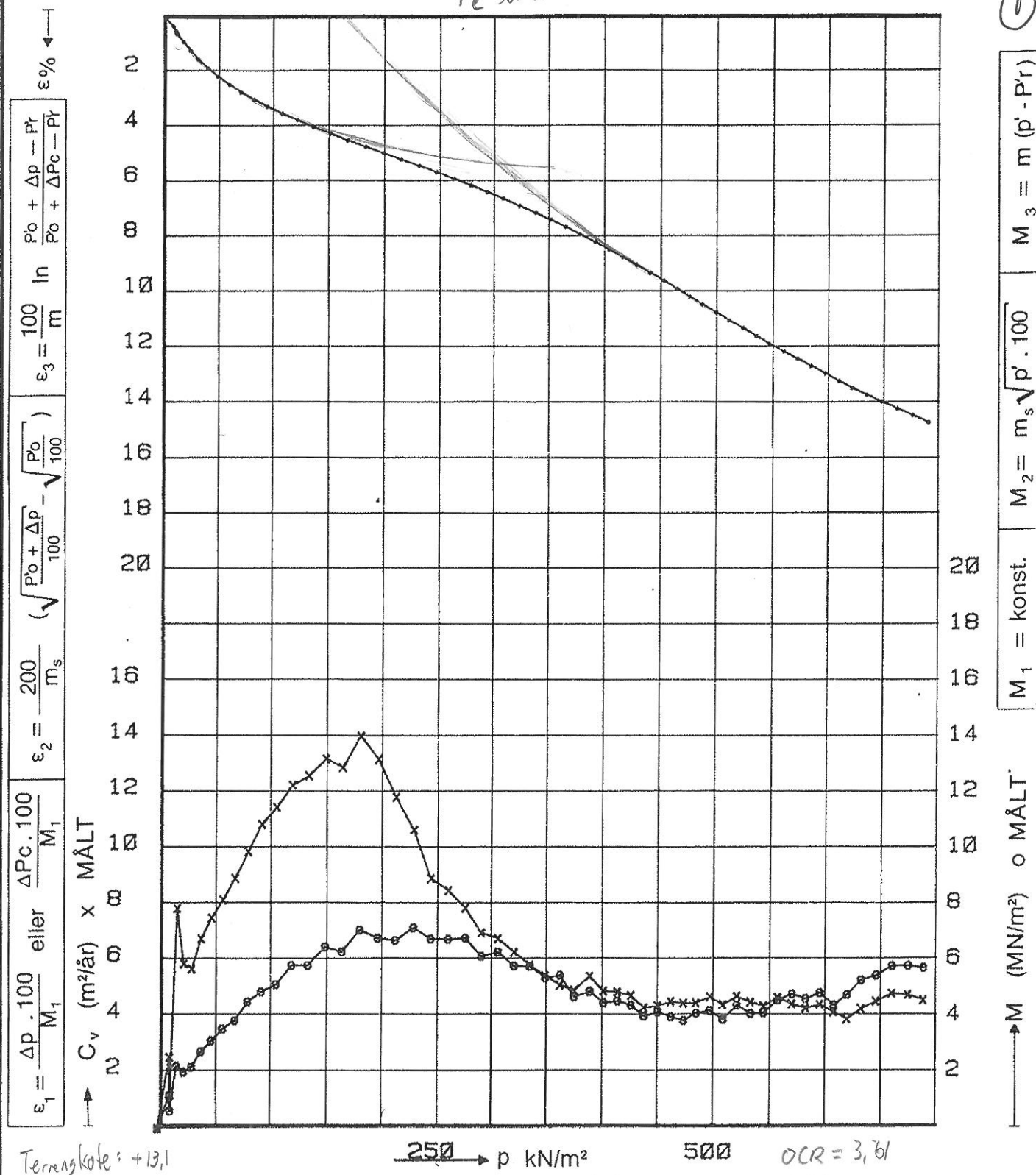
Dato  
15.01.2015

Oppdrag  
1,35E+09

Bilag

Tegn. Nr.  
-





PRØVE	PRØVE-SERIE	DYBDE (KOTE)	JORDART	W %	n %	P <sub>0</sub> kN/m²	P <sub>c</sub> kN/m²	P <sub>r</sub> kN/m²	m i REGNE-MODELL NR.
A	PR. 1	7.85 (+5.25)	KVIKKLEIRE	51.7	57	83	300	217	

ØDOMETERFORSØK - ØDOTREAKSFORSØK

BORING NR.  
PR. 1TEGNET  
SK

REV.

VEST-AGDER SENTRALSØKEHUS

KONTR.  
SES

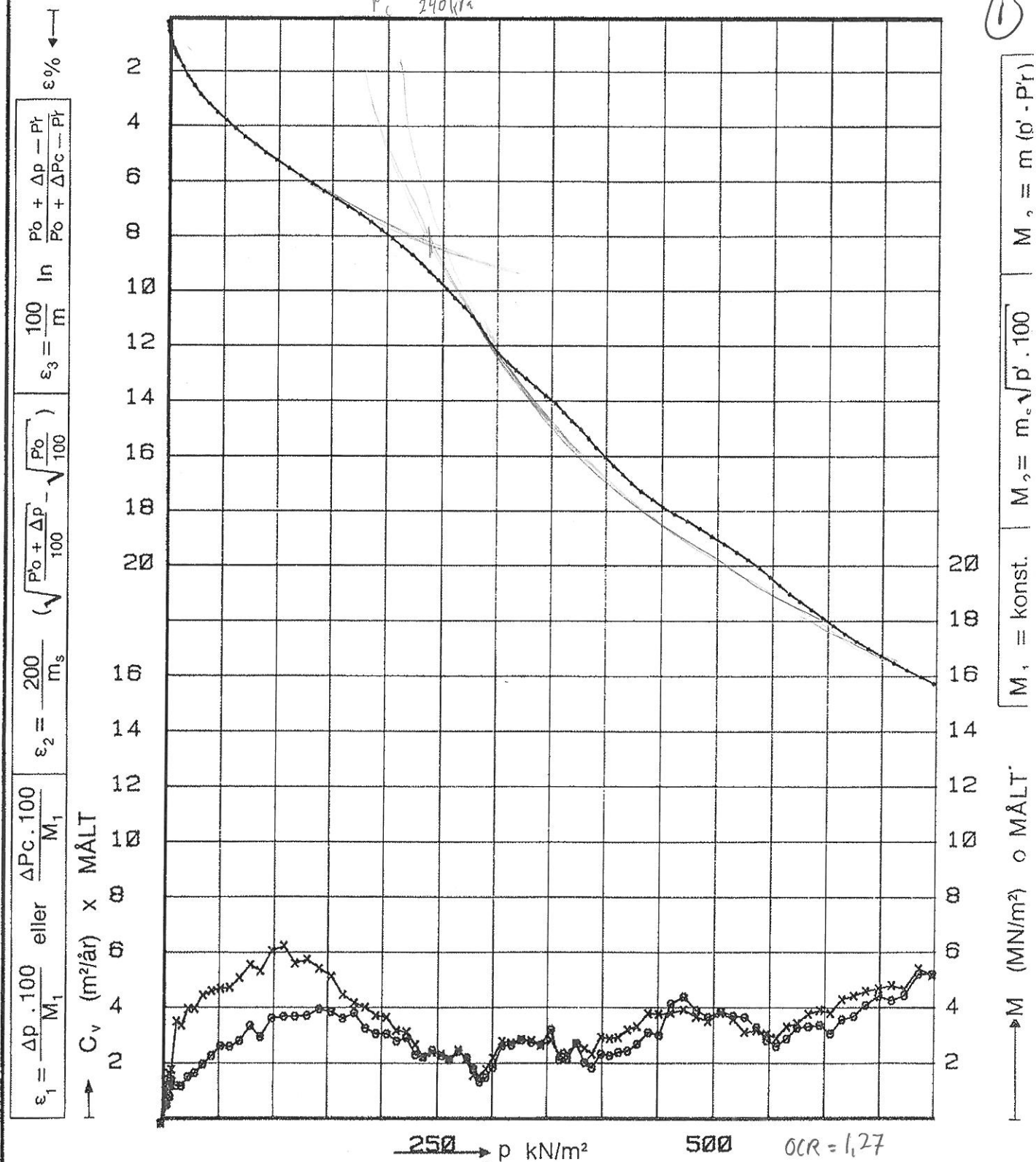
KONTR.

STABILITET MOT OTRA

DATO

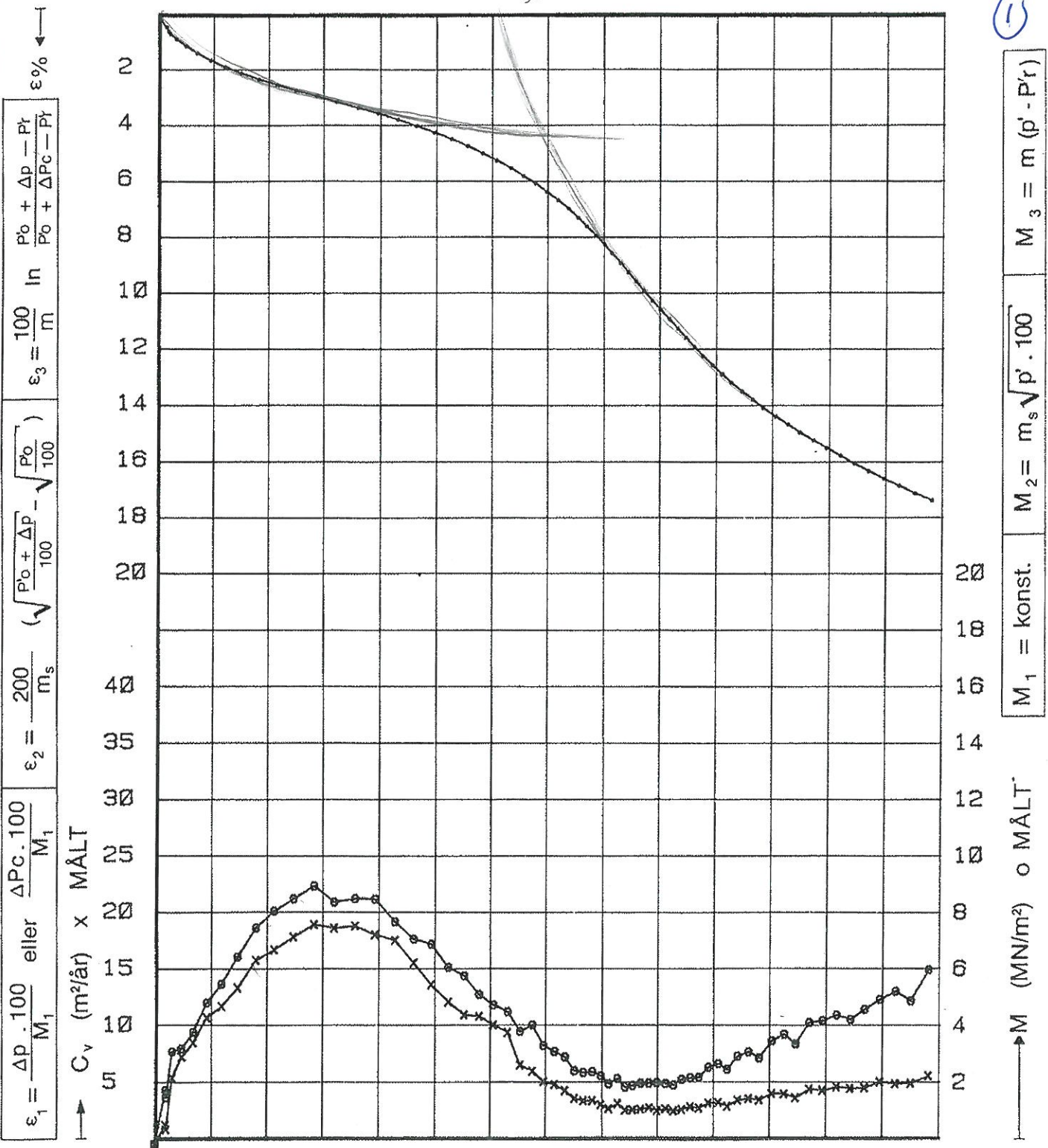
DATO

25. 09. 96



PRØVE	PRØVE-SERIE	DYBDE (KOTE)	JORDART	W %	n %	$p_0$ kN/m <sup>2</sup>	$p_c$ kN/m <sup>2</sup>	$p_r$ kN/m <sup>2</sup>	m I REGNE-MODELL NF
B	PR. 1	13.45 (-0,35)	KVIKKLEIRE	50.7	56	189 124	240	151	
ØDOMETERFORSØK - ØDOTREAKSFORSØK						BORING NR. PR. 1	TEGNET SK	REV.	
VEST-AGDER SENTRALS YKEHUS							KONTR. SES	KONTR.	
STABILITET MOT OTRA							DATO 26. 09. 96	DATO	
OPPDRAG NR. 34512				TEGN. NR. 83		REV.		SIDE	

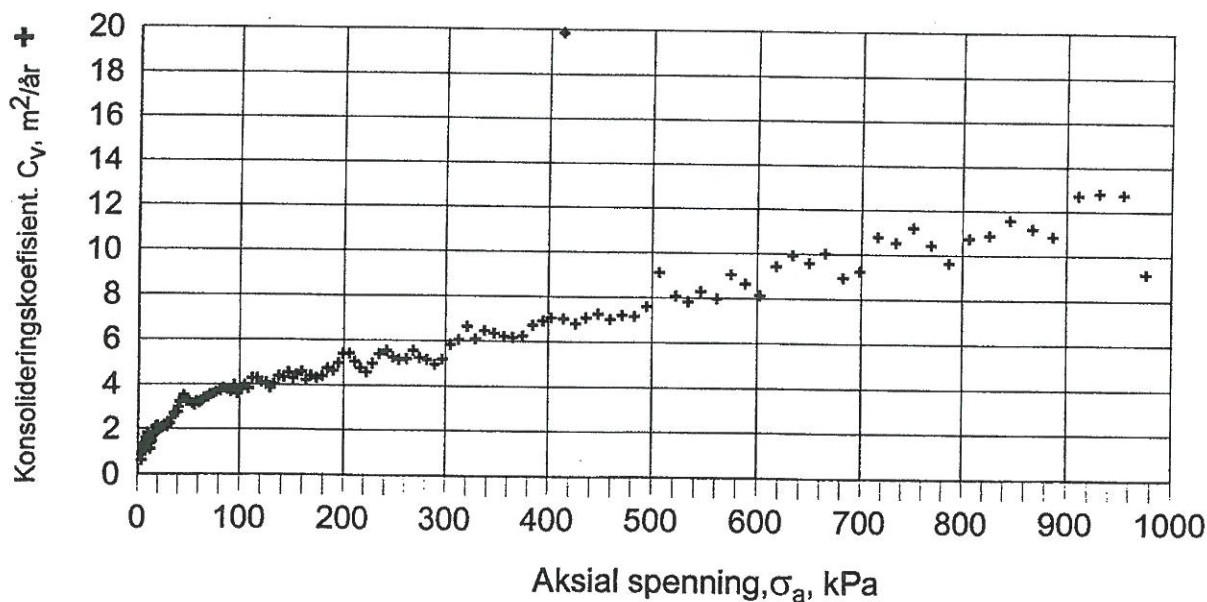
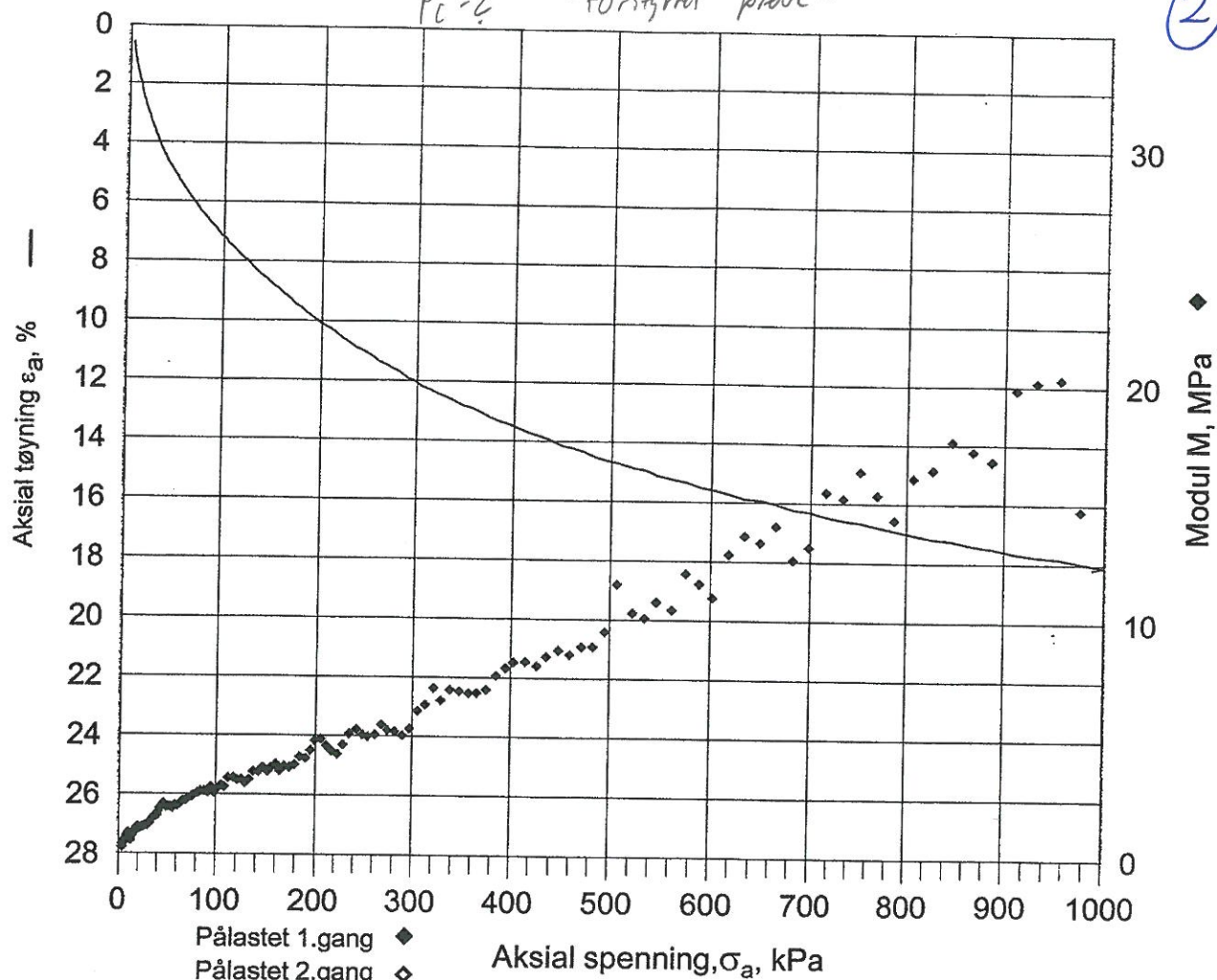




PRØVE	PRØVE-SERIE	DYBDE (KOTE)	JORDART	W %	n %	P <sub>0</sub> kN/m <sup>2</sup>	P <sub>c</sub> kN/m <sup>2</sup>	P <sub>r</sub> kN/m <sup>2</sup>	m i REGNE-MODELL NR.		
C	PR. 1	18.25	KVIKKLEIRE	50.6	56	238 <del>160</del>	350	112			
ØDOMETERFORSØK - ØDOTREAKSFORSØK					BORING NR. PR. 1		TEGNET SK		REV.		
VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS STABILITET MOT OTRA							KONTR. SES		KONTR.		
							DATO 29. 09. 96		DATO		
 <b>NOTEBY</b> NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S				OPPDRAG NR. 34512		TEGN. NR. 84		REV.		SIDE	

$P'_c = 2$  - Forstyrret prøve -

(2)



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P'_o$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PRT5C	3	6,4	44,3			—	—			

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

VEST-AGDER FYLKESKOMMUNE  
BARNE- OG UNGDOMSPSYKIATRISK  
POLIKLINIKK VAS



**NOTEBY AS**

Hoffsveien 1 - pb. 285 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
04.12.2001

Oppdrag nr.  
**600090**

Konstr./Tegnet  
ÅS

Tegningsnr.  
**77**

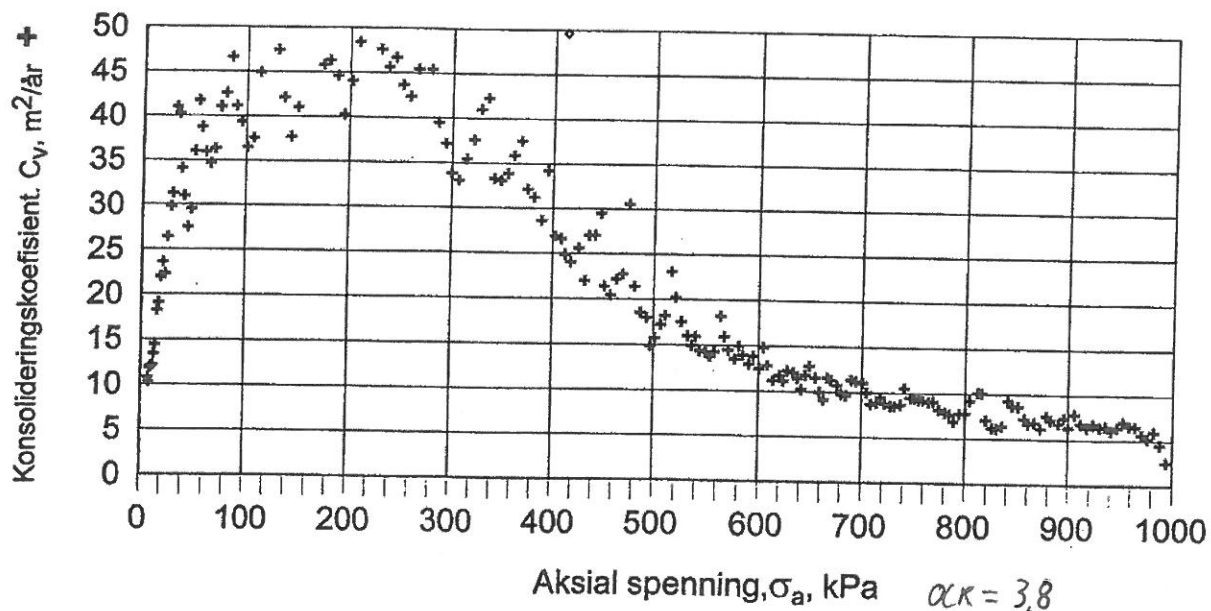
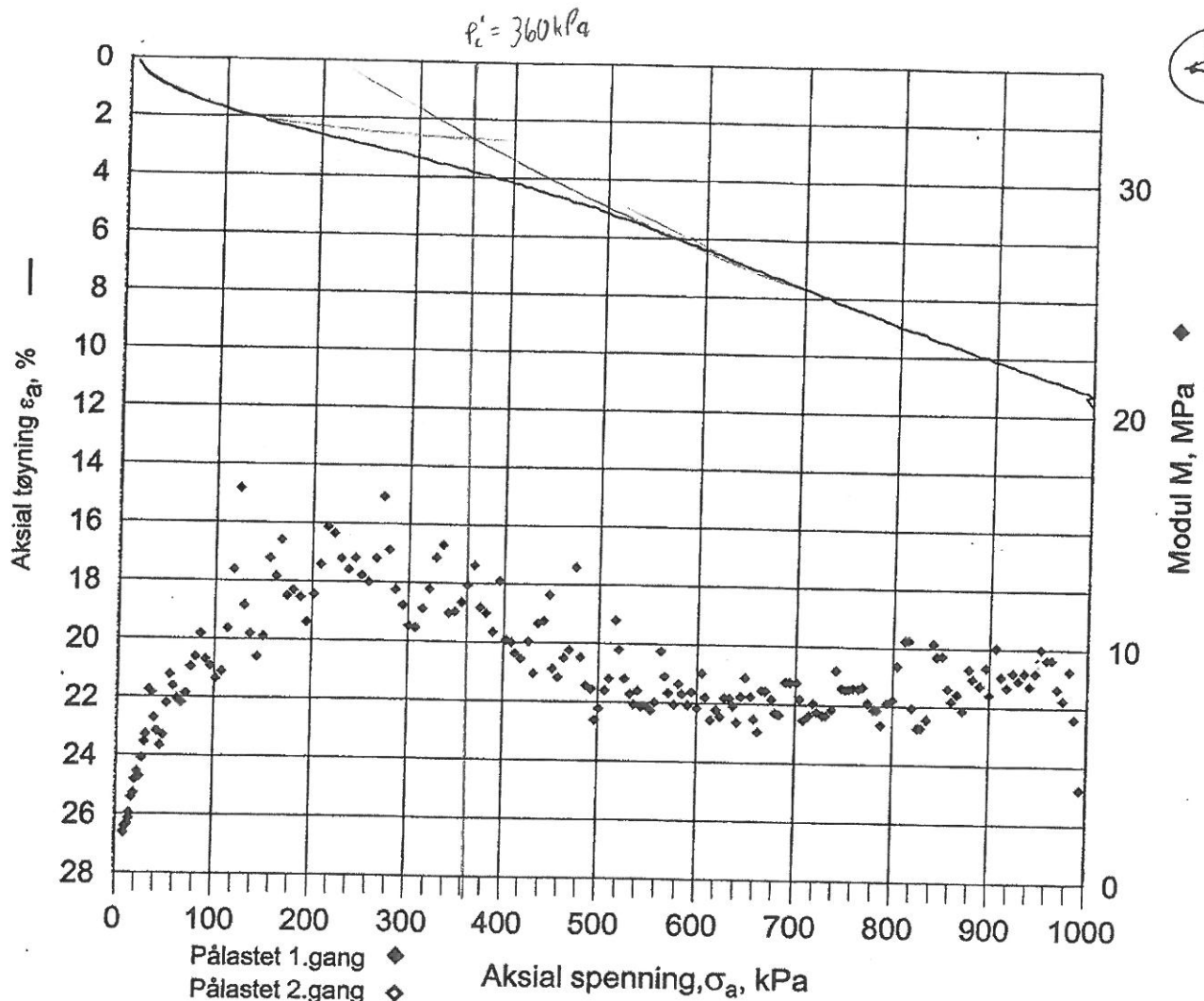
Kontrollert  
*[Signature]*

Rev.

Godkjent  
*[Signature]*

Rev.





Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P'_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PRT5B	PRT5A	8,2	42,4	1,15	94	360	276,2			

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

VEST-AGDER FYLKESKOMMUNE  
BARNE- OG UNGDOMSPSYKIATRISK  
POLIKLINIKK, VAS



**NOTEBY AS**

Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
07.02.2001

Oppdrag nr.  
600090

Konstr./Tegnet  
SK

Tegningsnr.  
76

Kontrollert  
*[Signature]*

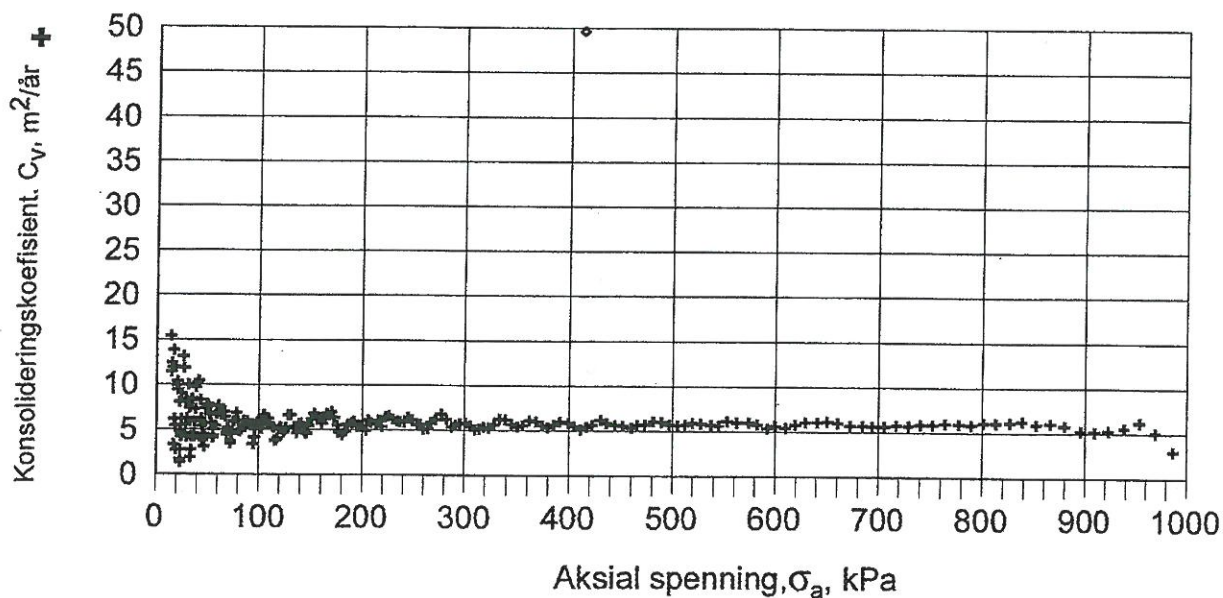
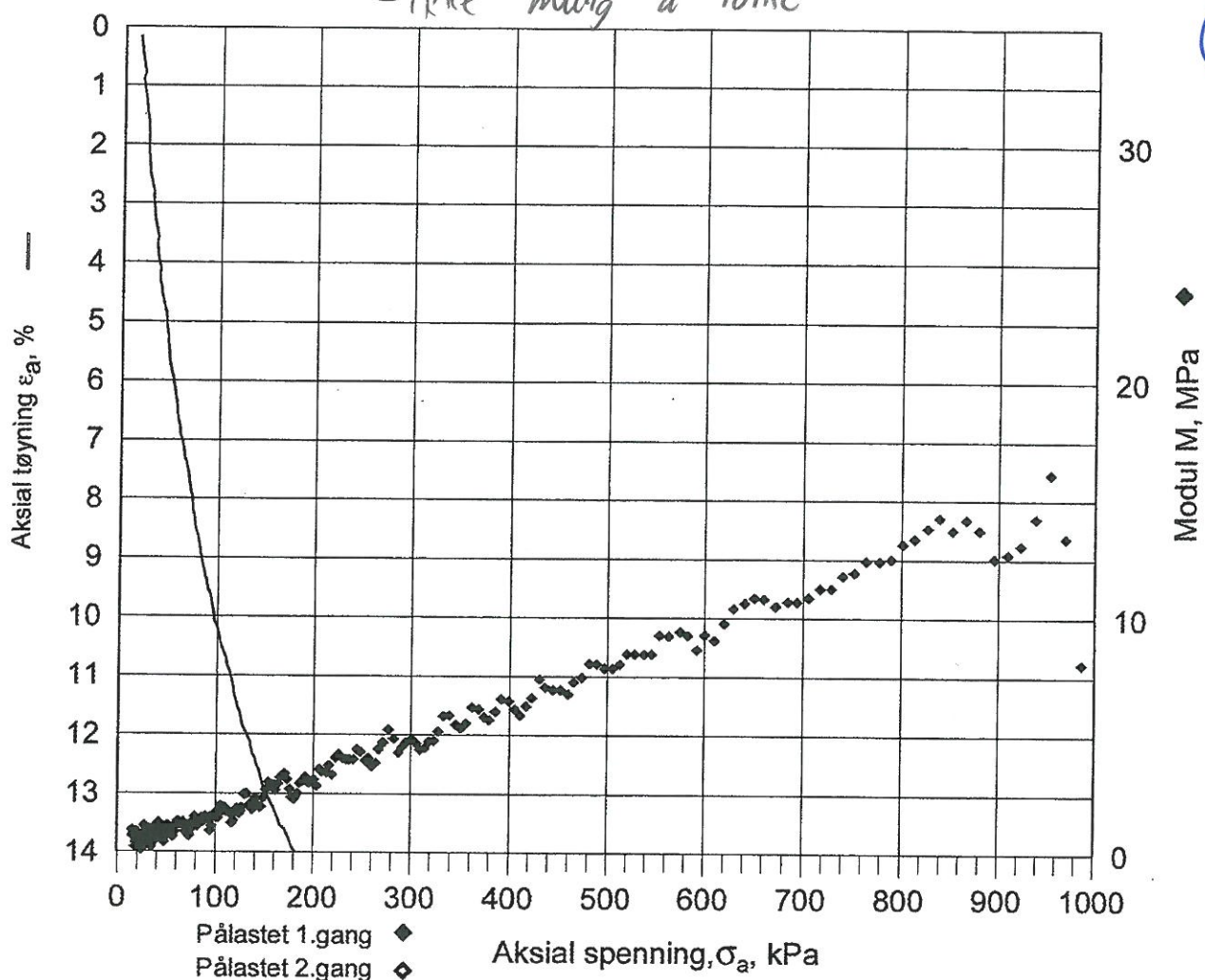
Godkjent  
*[Signature]*

Rev.



- Ikke mulig å tolke -

4



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PR.1	A	6,95	48,6	1,29	95	—	—			

KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS



**MULTICONSULT AS**

Avd. NOTEBY

Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO

Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
18.08.2003

Oppdrag nr.

310137

Konstr./Tegnet  
SK

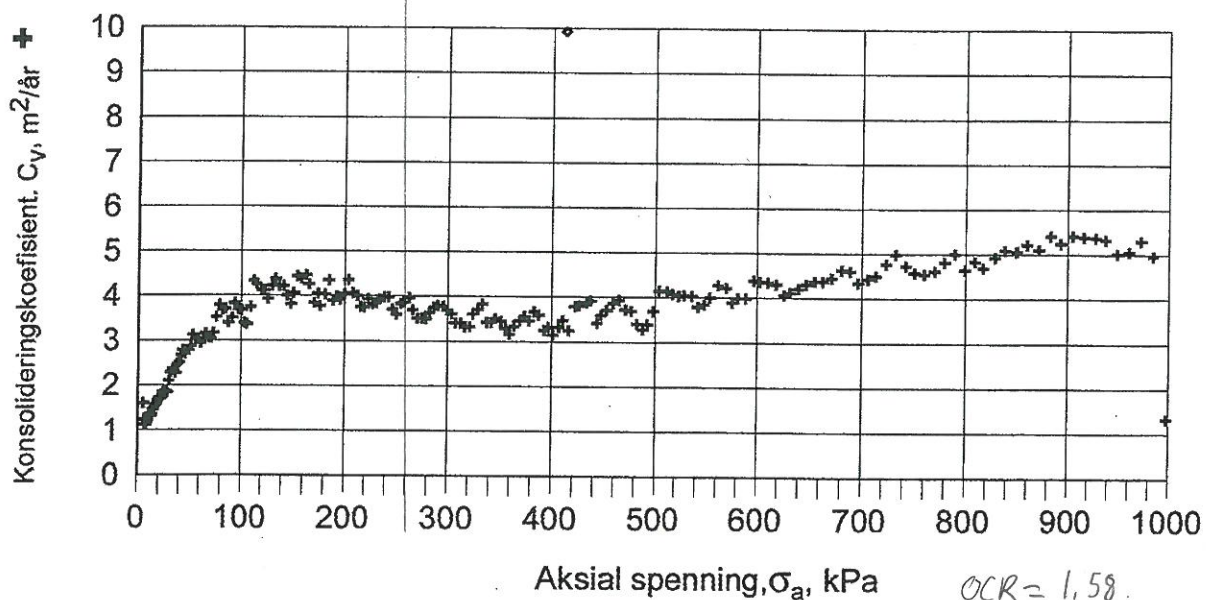
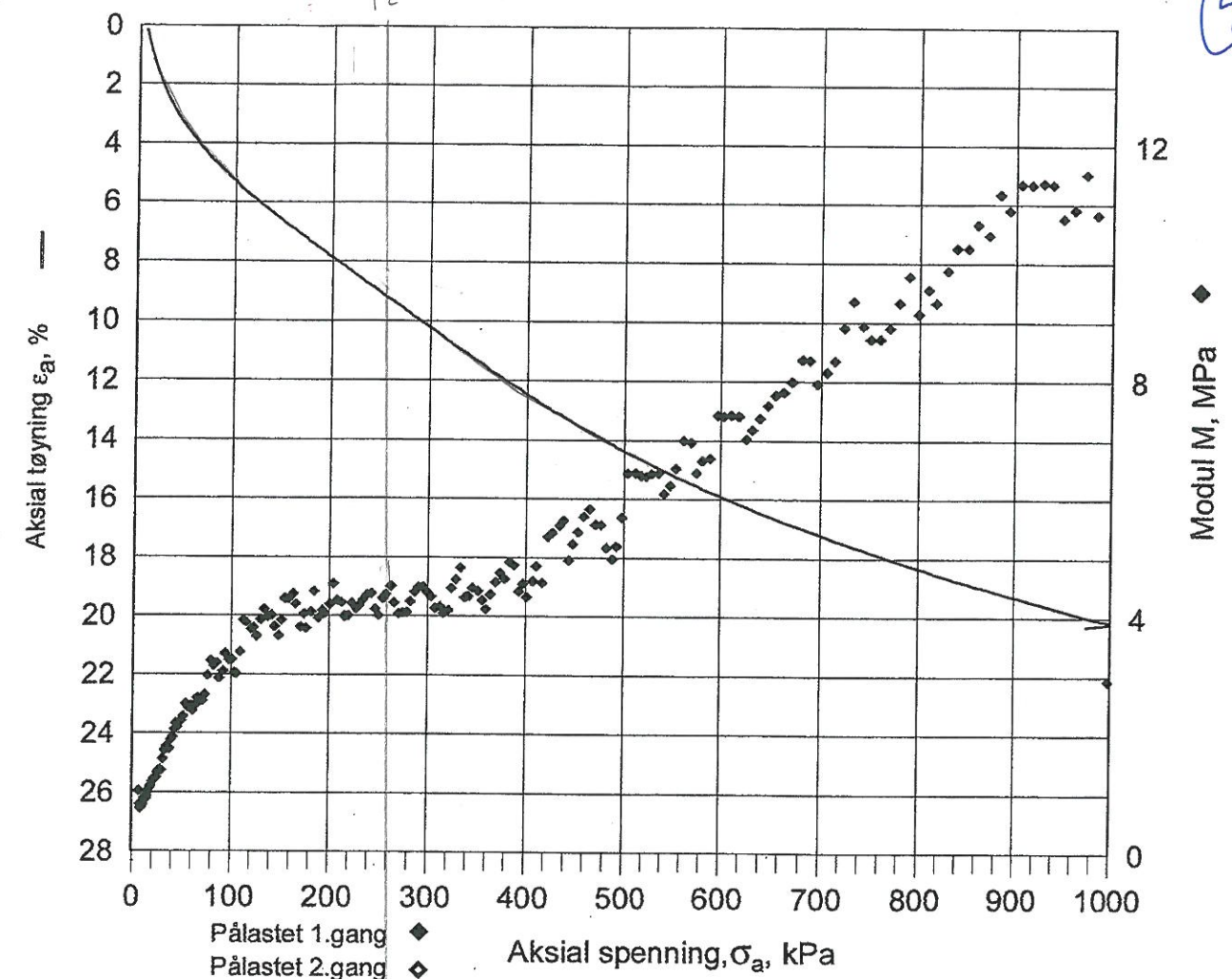
Tegningsnr.

75

Kontrollert  
GES

Godkjent

Rev.



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PR.1	B	17,3	46,4	1,21	165	260	$P'_r = 95$			

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS



**MULTICONSULT AS**  
Avd. NOTEBY

Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
18.08.2003

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert  
GES

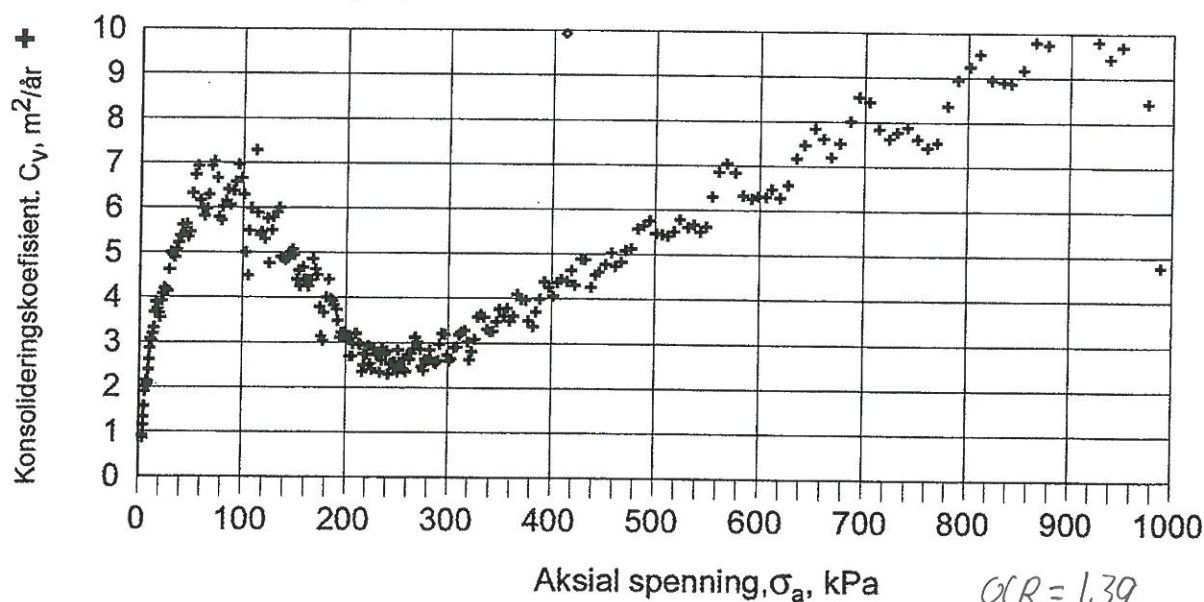
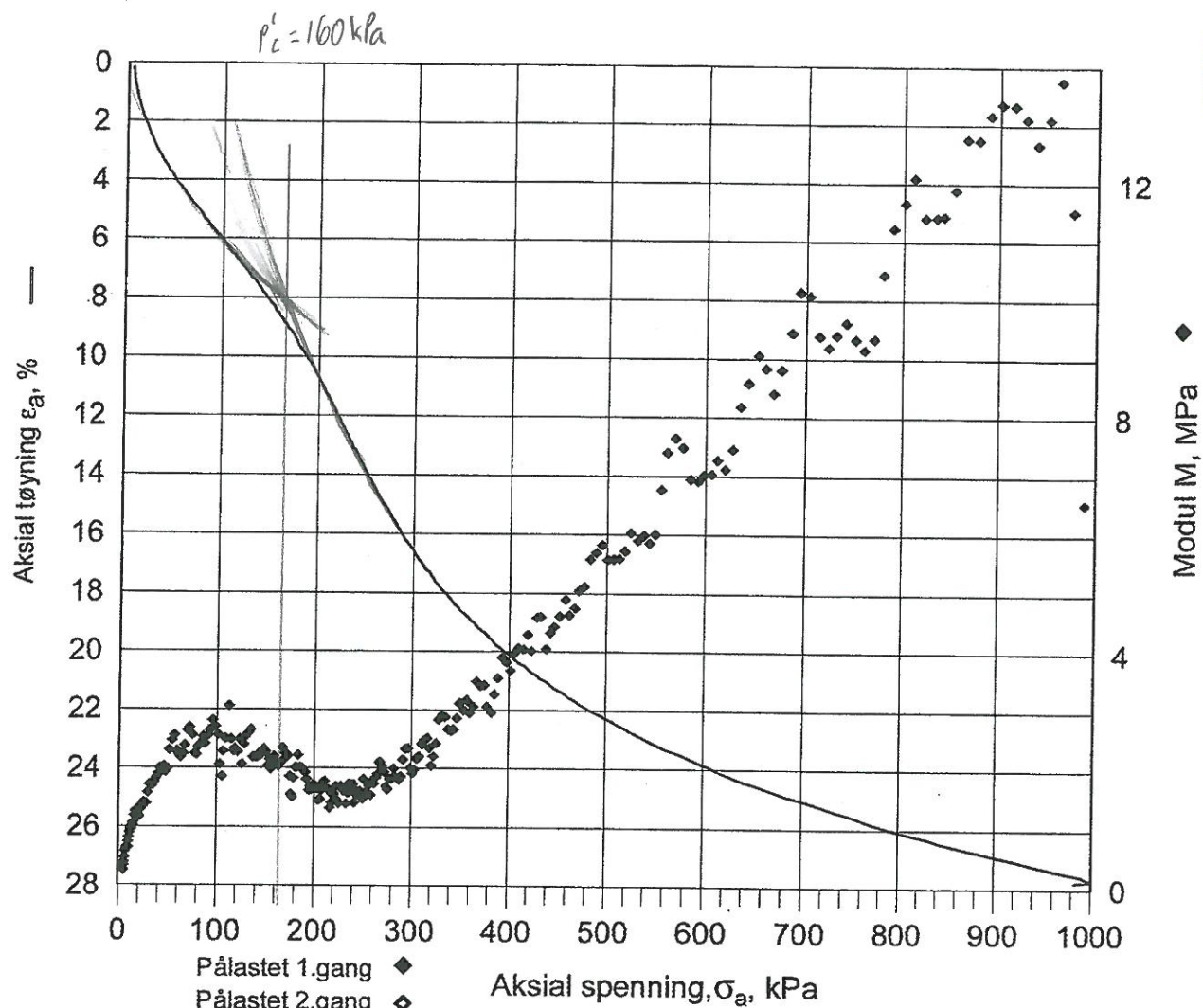
Godkjent

Oppdrag nr.  
310137

Tegningsnr.  
76

Rev.





Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	ε-vol %	P <sub>0</sub> kPa	P' <sub>c</sub> kPa	P' <sub>r</sub> kPa	m	m <sub>r</sub>	M
PR.2	C	9,6	62,9	1,67	115	160	45			

### KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS



**MULTICONSULT AS**  
Avd. NOTEBY

Hoffsveien 1 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
18.08.2003

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert  
GES

Godkjent

Oppdrag nr.  
310137

Tegningsnr.  
77

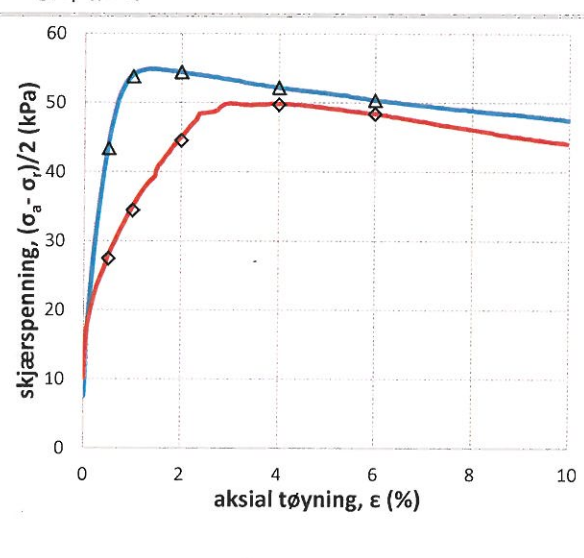
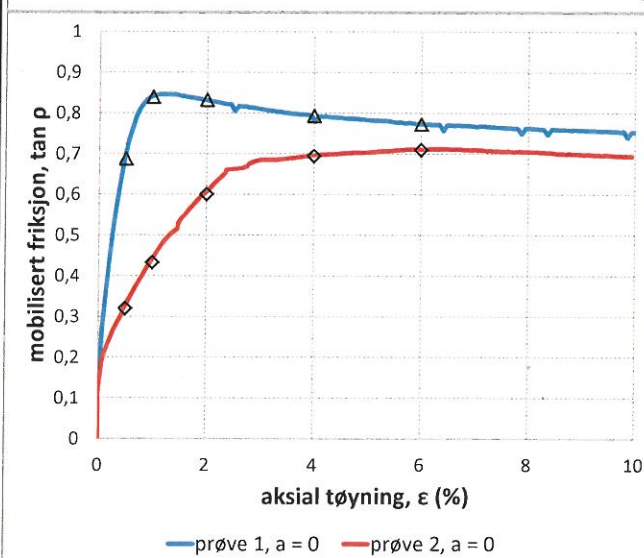
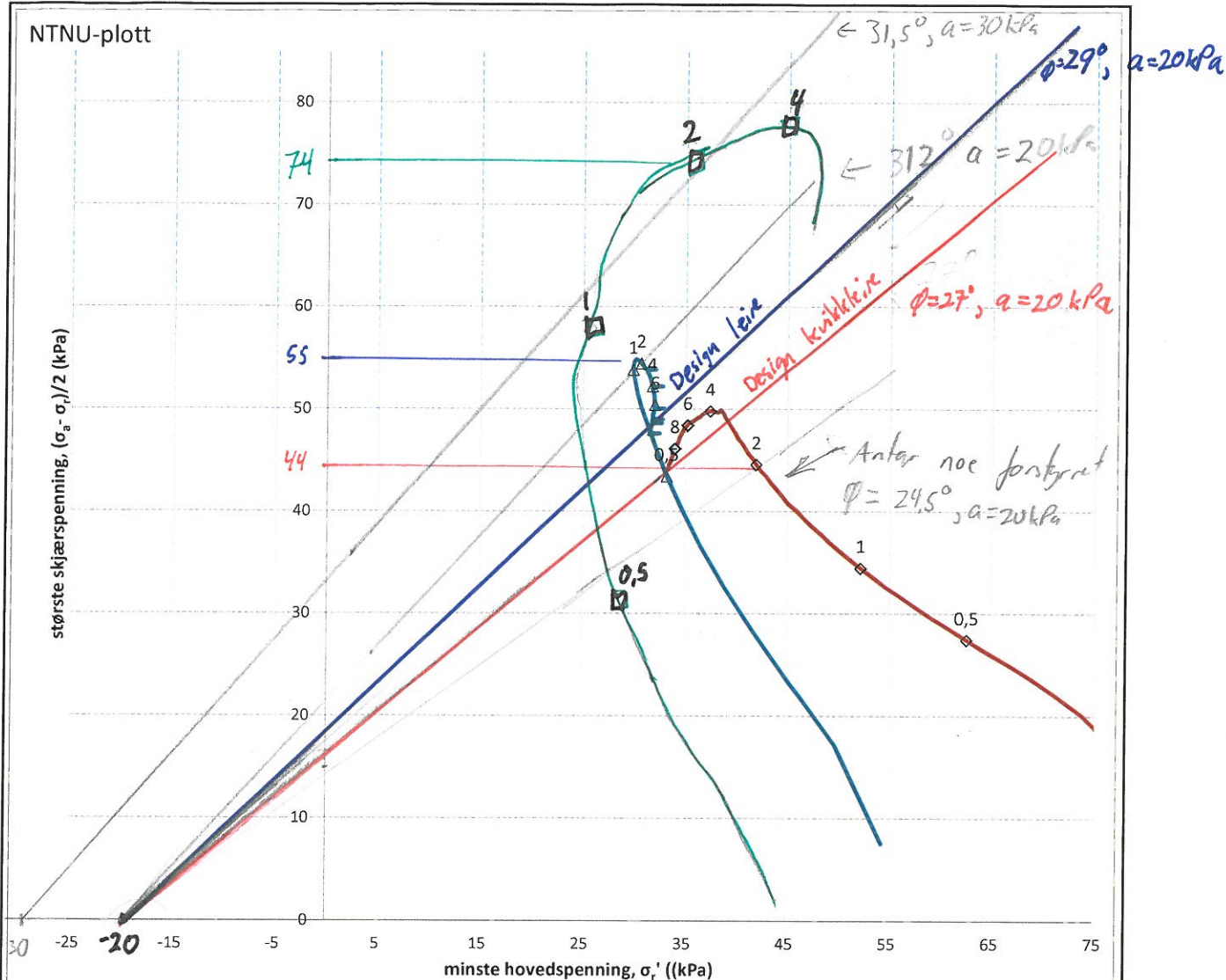
Rev.

# **BILAG 3**

## **TOLKNING AV TREAKSIALFORSØK BENYTTET FOR TOLKNING AV STYRKEPARAMETERE**

**20 SIDER**

# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	KOMMENTAR
1	▲	R106	16	8,50m	CAUc	48,0	1,0	0,017	90	70	55	Leire (sprøbrud)
2	◆	R106	18	12,55m	CAUc	49,0	3,5	0,062	130	100	80	Kvikkleire

3 D R106 15 6,5 CAUc

**RAMBOLL**

Eg sykehusområde

TREKSIALFORSØK

leire m silte

Tegn./kontr.

MTV/ANDG

Dato

22.01.2015

Oppdrag

1350005219

Bilag

-

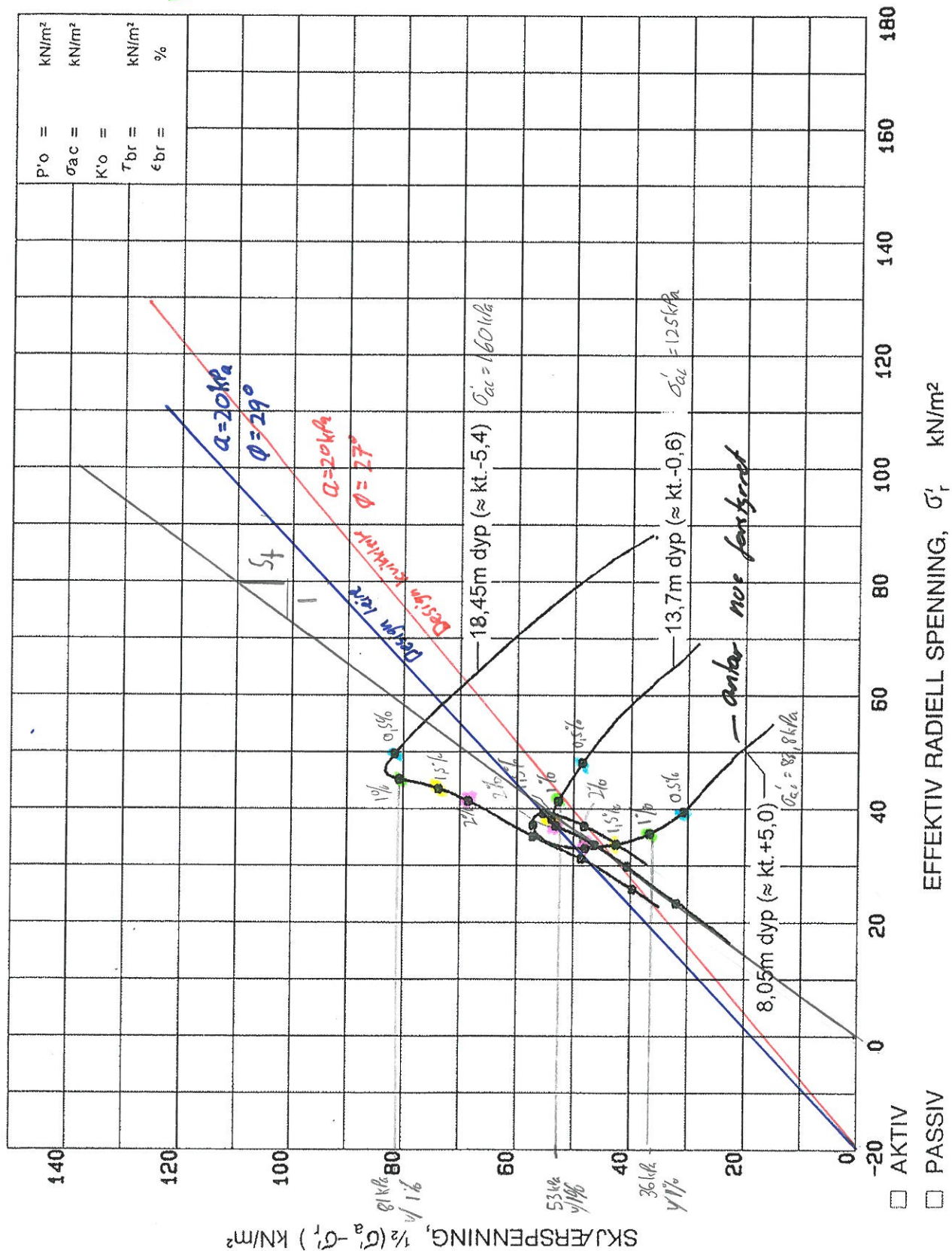
Tegn. Nr.



$$S_f = 1,375$$

$$\tan \phi = \frac{S_f}{\sqrt{1+2S_f}} = 0,71 \quad \phi = 35,4^\circ$$

0,5%  
1,0%  
1,5%  
2,0%



# TREKSIJALFORSØK - SAMMENSTILLING

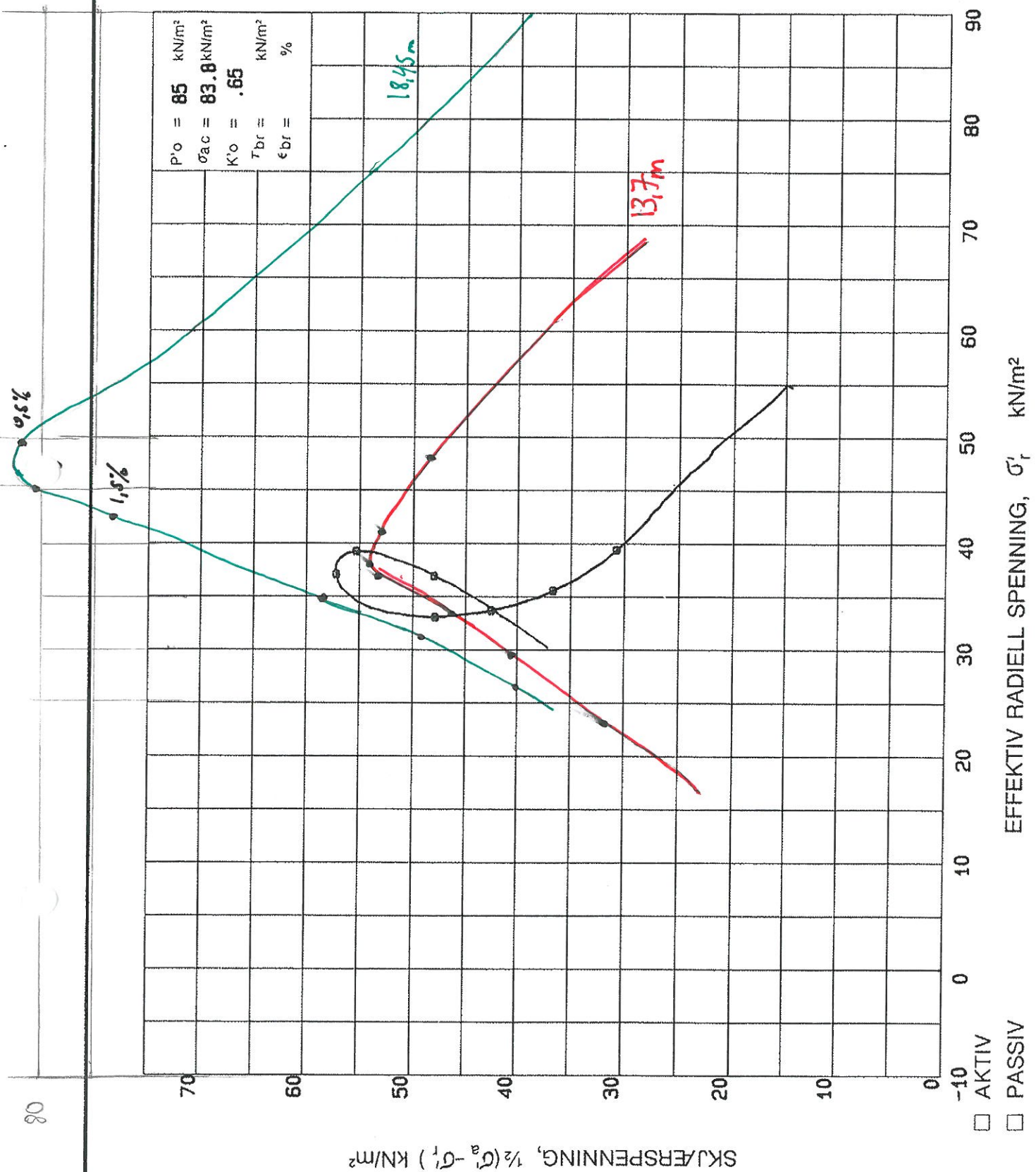
## HOVEDSPENNINGSEKTEOR

VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR. PR. 1	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE)	KONTR. SES	KONTR.
PRØVE NR.	DATO 06.12.96	DATO
TEGN. NR. 81	REV.	SIDE

OPDRAG NR.  
34512

①



TREKSIALLFORSØK  
HOVEDSPENNINGSVEKTOR

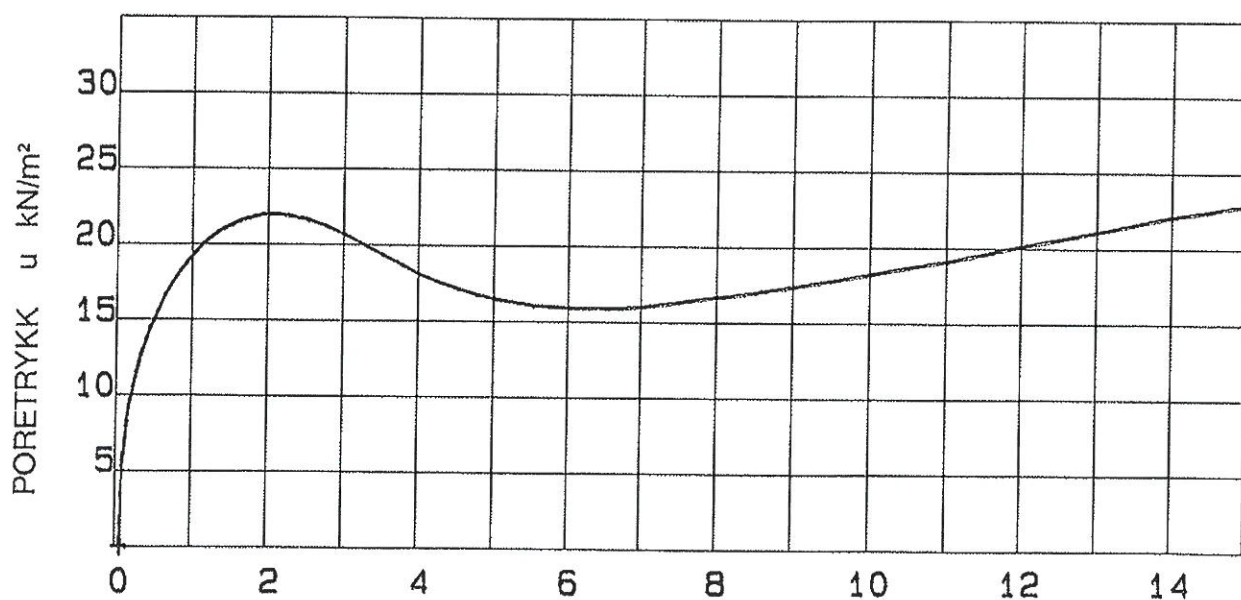
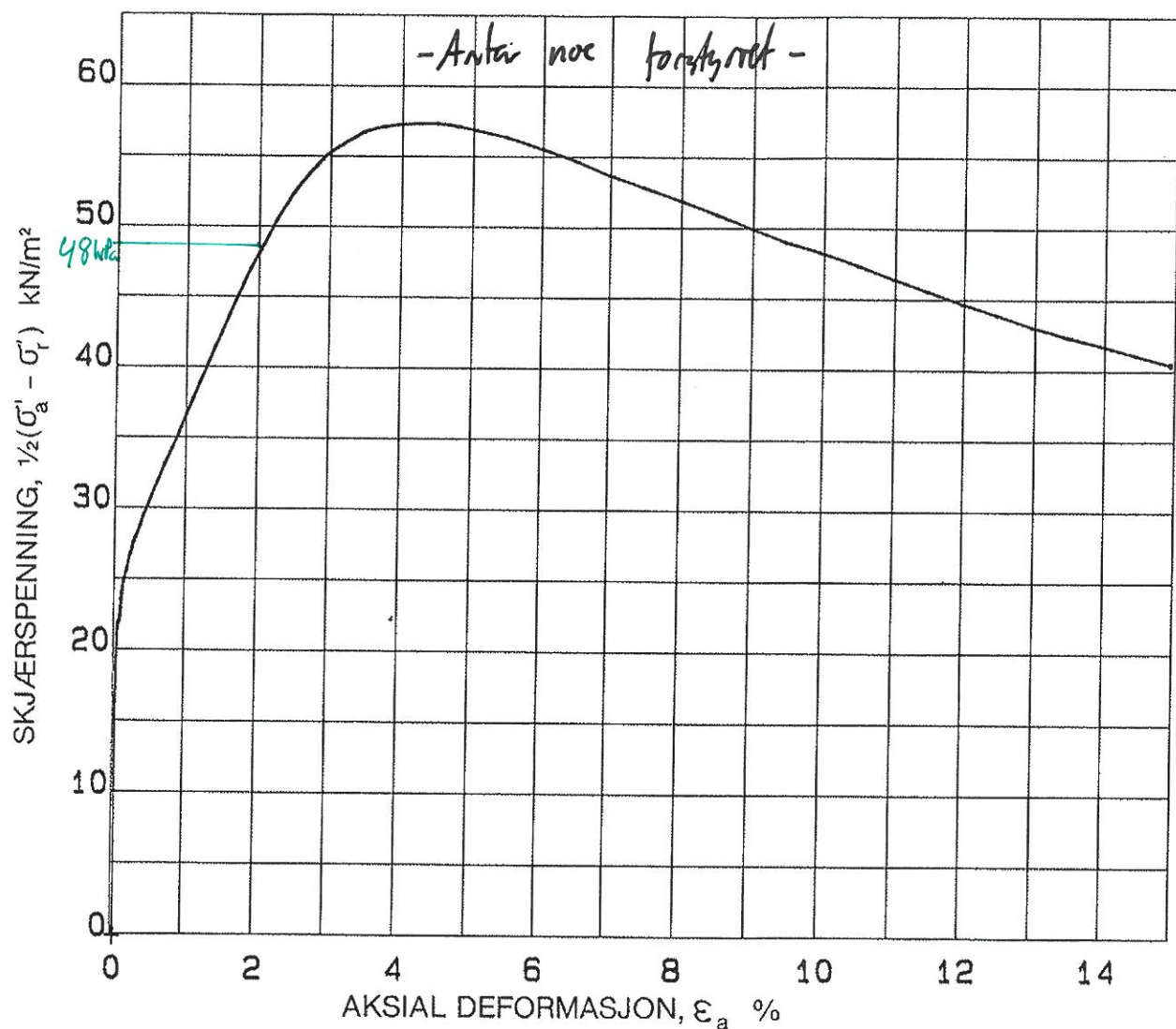
VEST-AGDER SENTRALSØKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR. PR. 1	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE) 8.05	KONTR. RES	KONTR.
PRØVE NR. A	DATO 2 Oct 1996	DATO
TEGN. NR. 75	REV.	SIDE

OPPDRAG NR.  
34512







$\sigma'_{ac} = 83.8$  kN/m<sup>2</sup>,

$\sigma'_{rc} = 54.8$  kN/m<sup>2</sup>,

$w_i = 47.5$  %     $n =$  %

## TREAKSIALFORSØK

ARBEIDSKURVE - PORETRYKK

VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR. PR. 1	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE) 8.05	KONTR. SES	KONTR.
PRØVE NR. A	DATO 2 Oct 1996	DATO
TEGN. NR. 76	REV.	SIDE

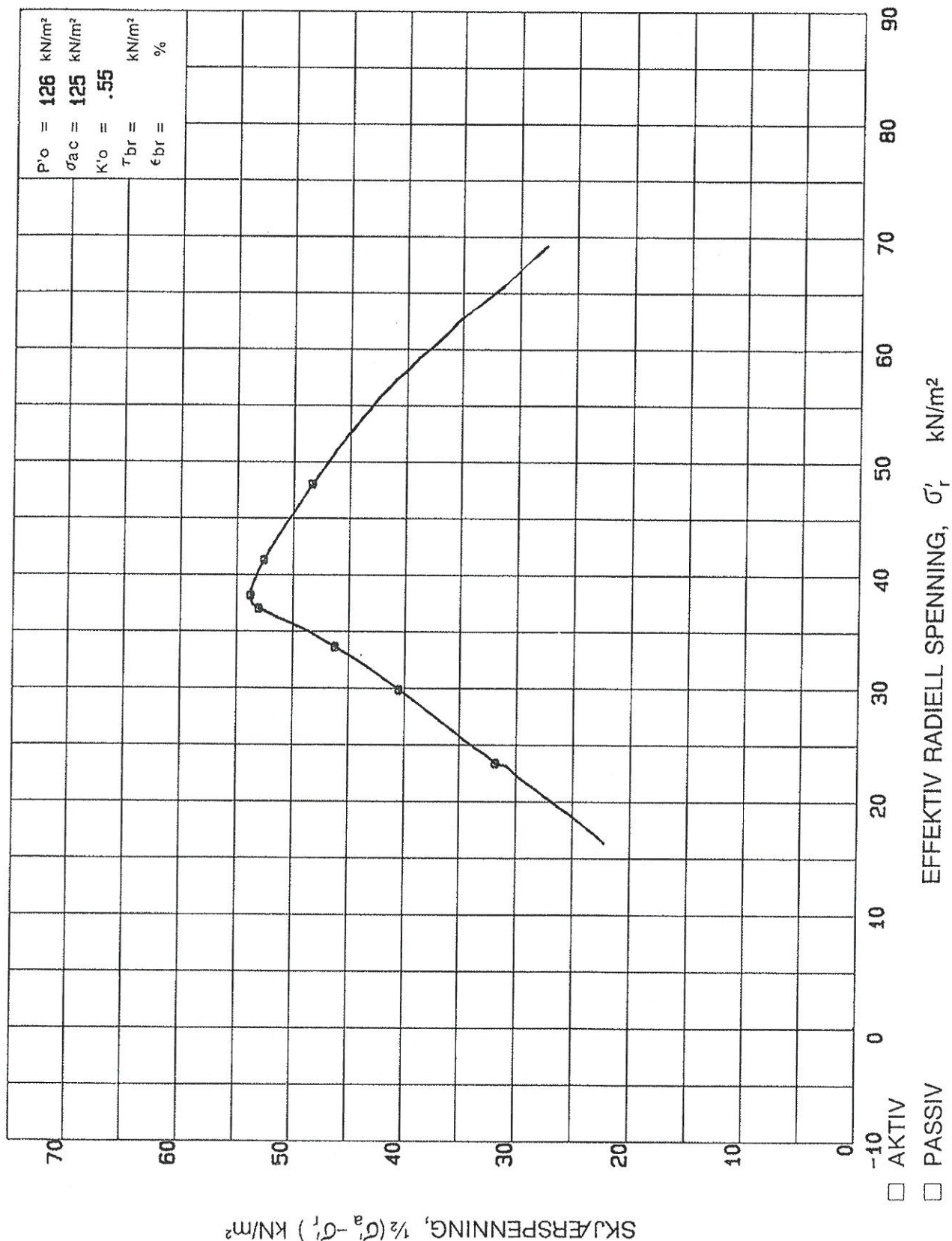
OPPDRAG NR.

34512

**NOTEBY**  
NORSK TEKNISK  
BYGGEKONTROLL A/S



①



# TREAKSIALFORSØK

HOVEDSPENNINGSVEKTOR

VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR.  
PR. 1

TEGNET

REV.

DYBDE m (KOTE)  
13.7

KONTR.  
SES

KONTR.

PRØVE NR.  
B

DATO  
2 Oct 1996

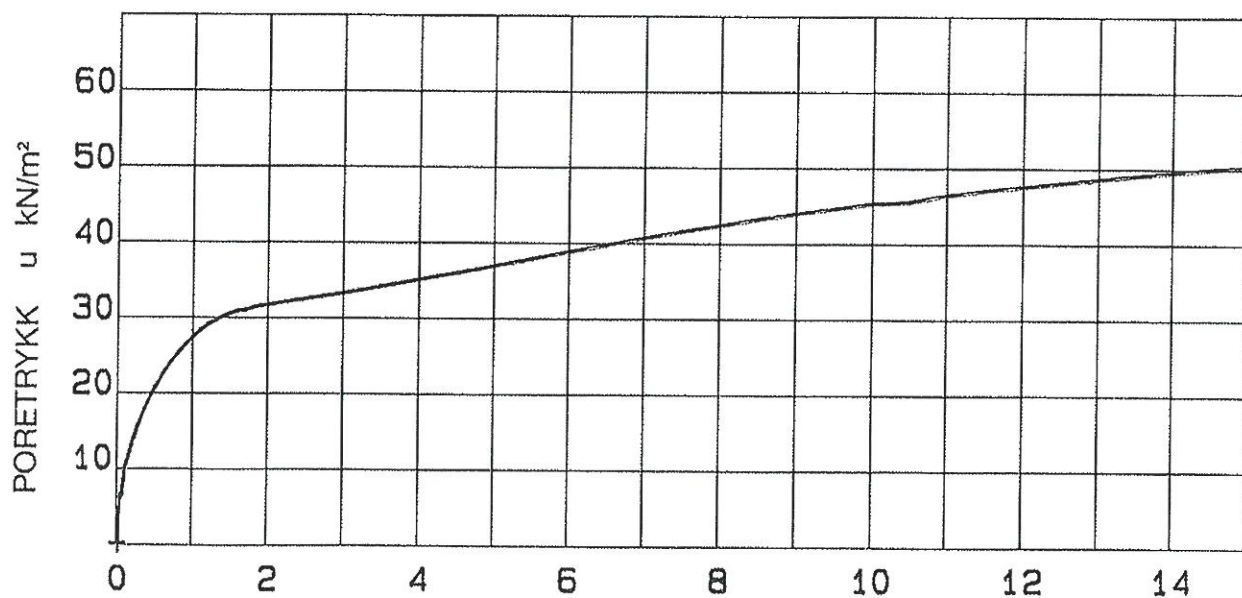
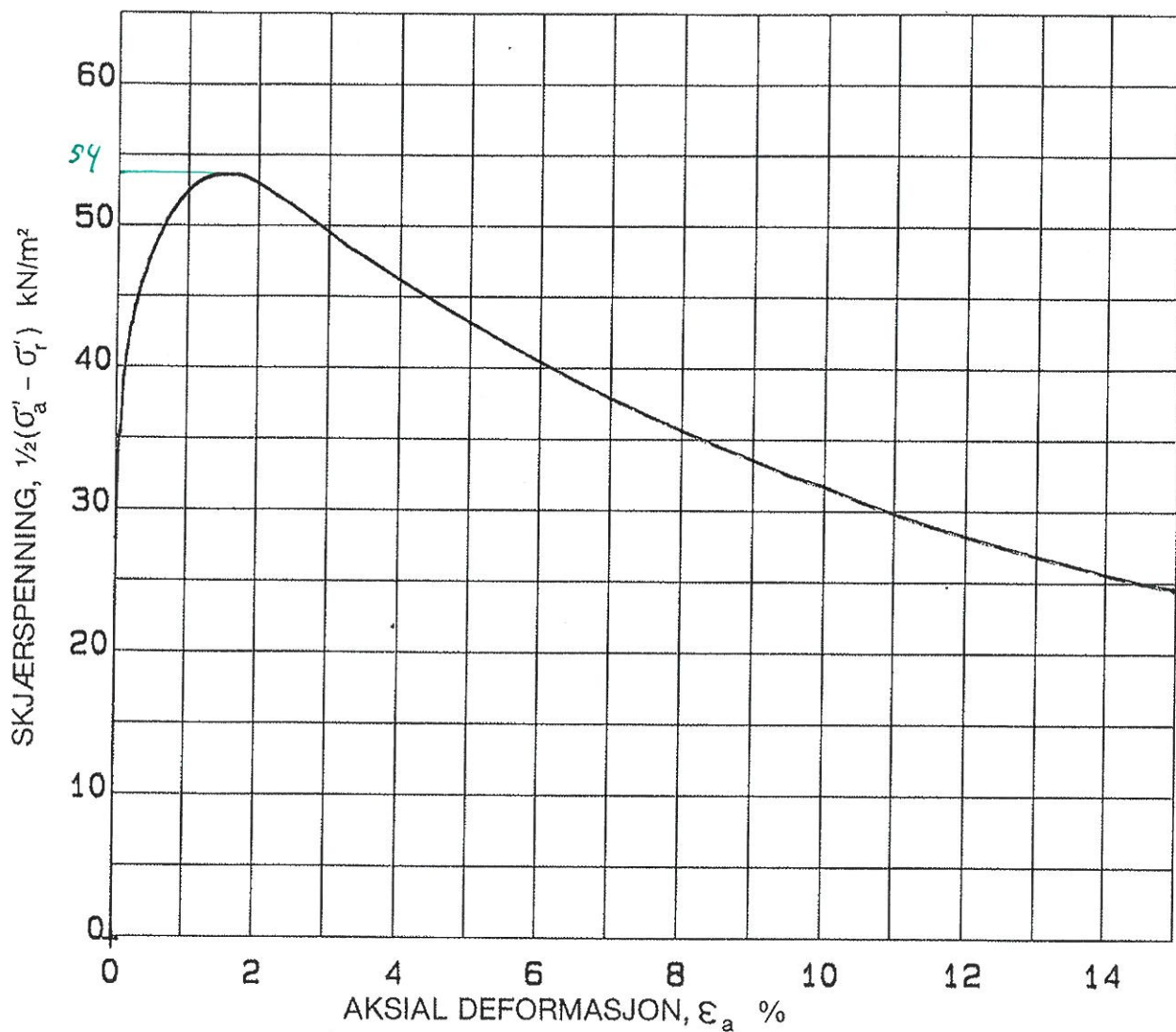
DATO

TEGN. NR.  
77

REV.

SIDE

OPPDRAG NR.  
34512



$\sigma'_{ac} = 125$  kN/m<sup>2</sup>,

$\sigma'_{rc} = 69.3$  kN/m<sup>2</sup>,

$w_i = 56$  %  $n =$  %

# TREAKSIALFORSØK

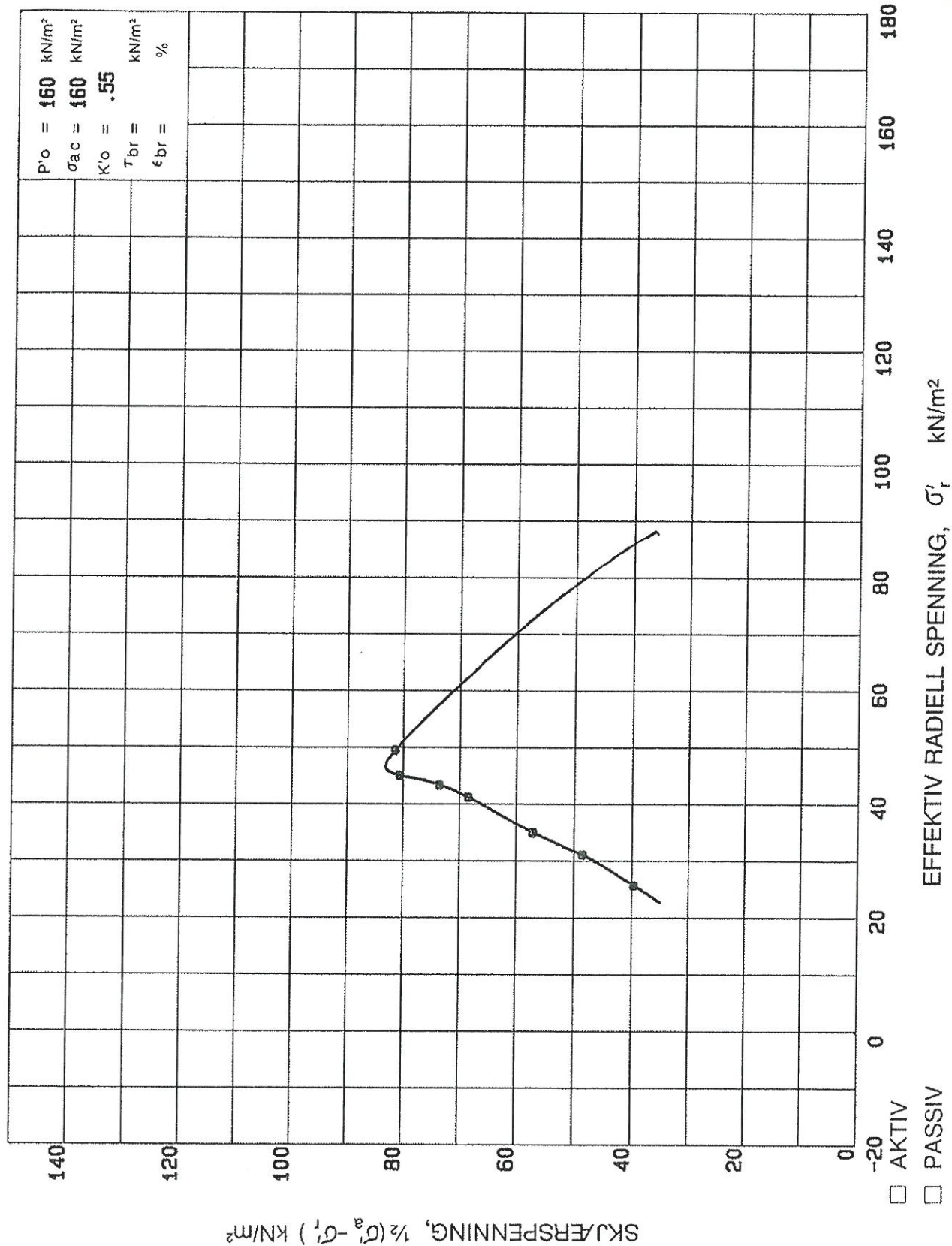
ARBEIDSKURVE - PORETRYKK


VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT ØTRA

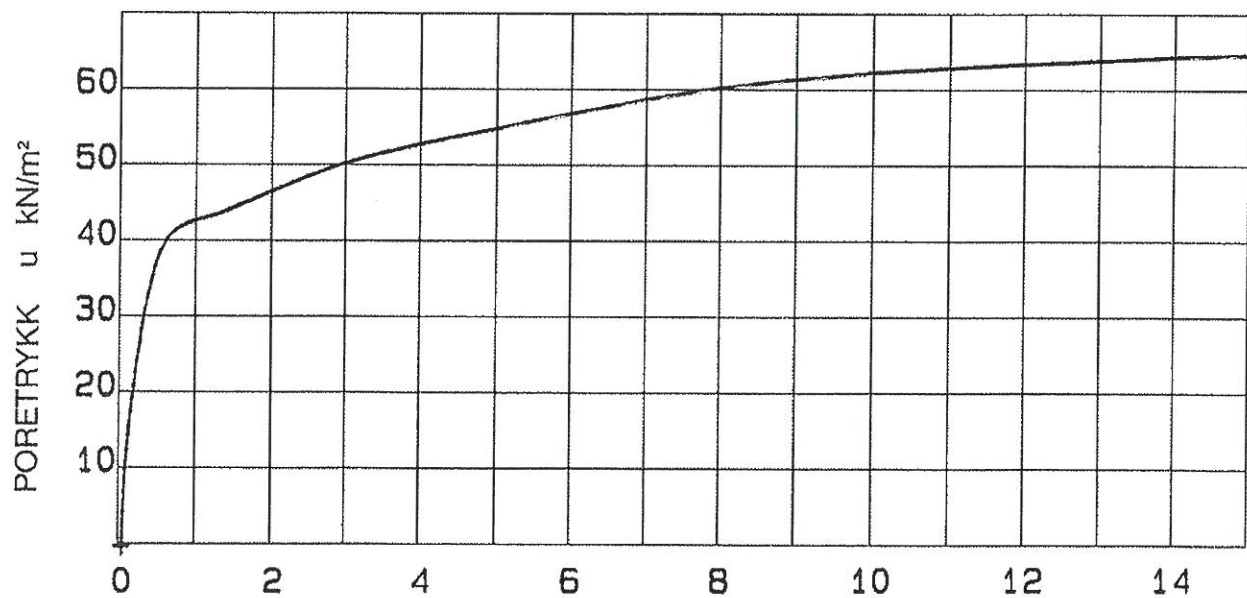
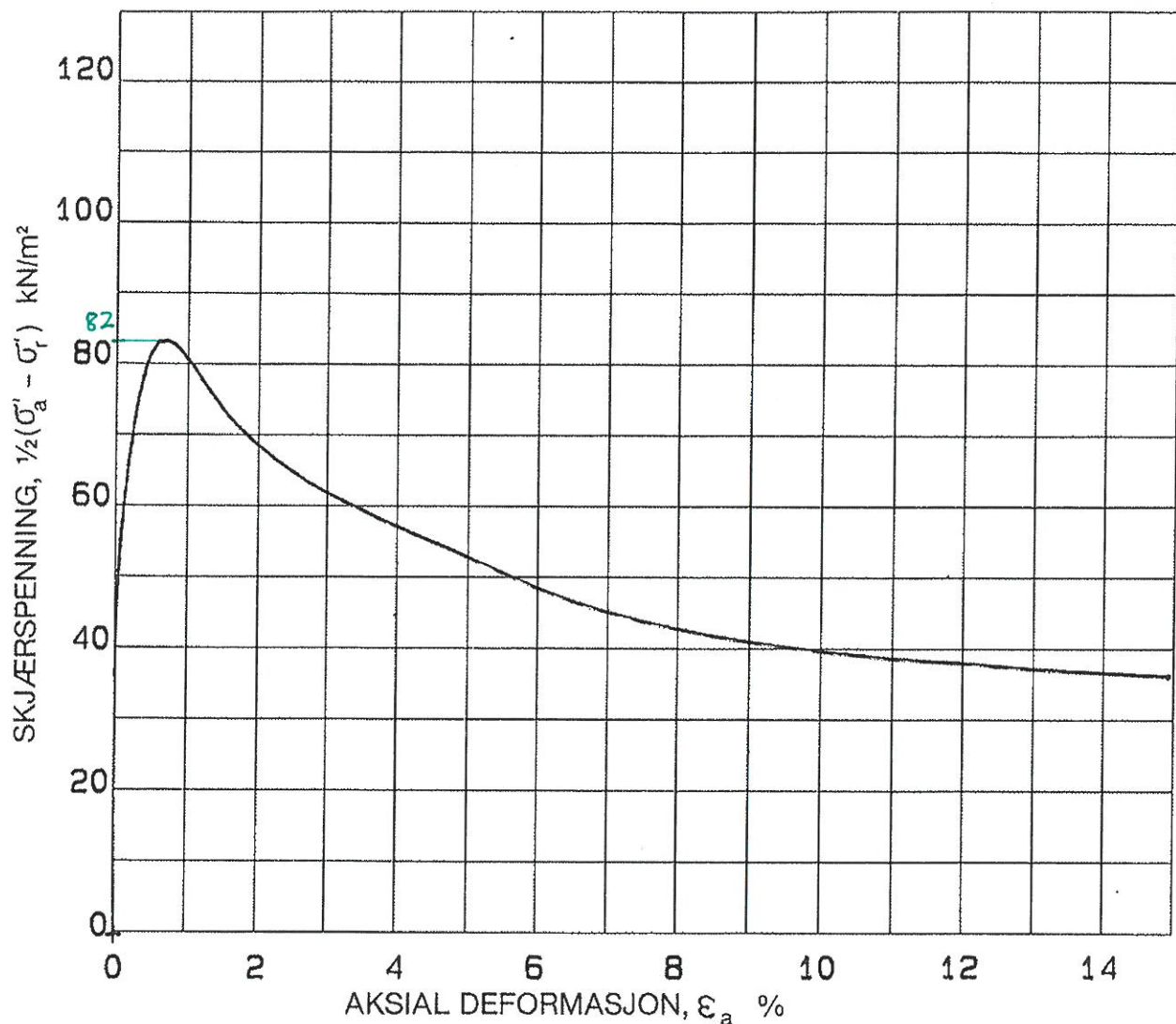
BORING NR. PR. 1	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE) 13.7	KONTR. SES	KONTR.
PRØVE NR. B	DATO 2 Oct 1996	DATO
OPPDRAK NR. 34512	TEGN. NR. 78	REV.
		SIDE



11



TREAKSIALFORSØK HOVEDSPENNINGSVEKTOR		BORING NR. PR. 1	TEGNET	REV.
		DYBDE m (KOTE) 18.45	KONTR. SES	KONTR.
VEST-AGDER SENTRALSYPKEHUS STABILITET MOT OTRA		PRØVE NR. C	DATO 2 Oct 1996	DATO
		OPPDAG NR. 34512	TEGN. NR. 79	REV.
		SIDE		



$\sigma'_{ac} = 160$  kN/m<sup>2</sup>,

$\sigma'_{rc} = 88$  kN/m<sup>2</sup>,

$w_i = 51.5$  %  $n =$  %

# TREAKSIALFORSØK

ARBEIDSKURVE - PORETRYKK

VEST-AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR.

PR. 1

TEGNET

REV.

DYBDE m (KOTE)

18.45

KONTR.

SES

KONTR.

PRØVE NR.

C

DATO

2 Oct 1996

DATO

TEGN. NR.

80

REV.

SIDE

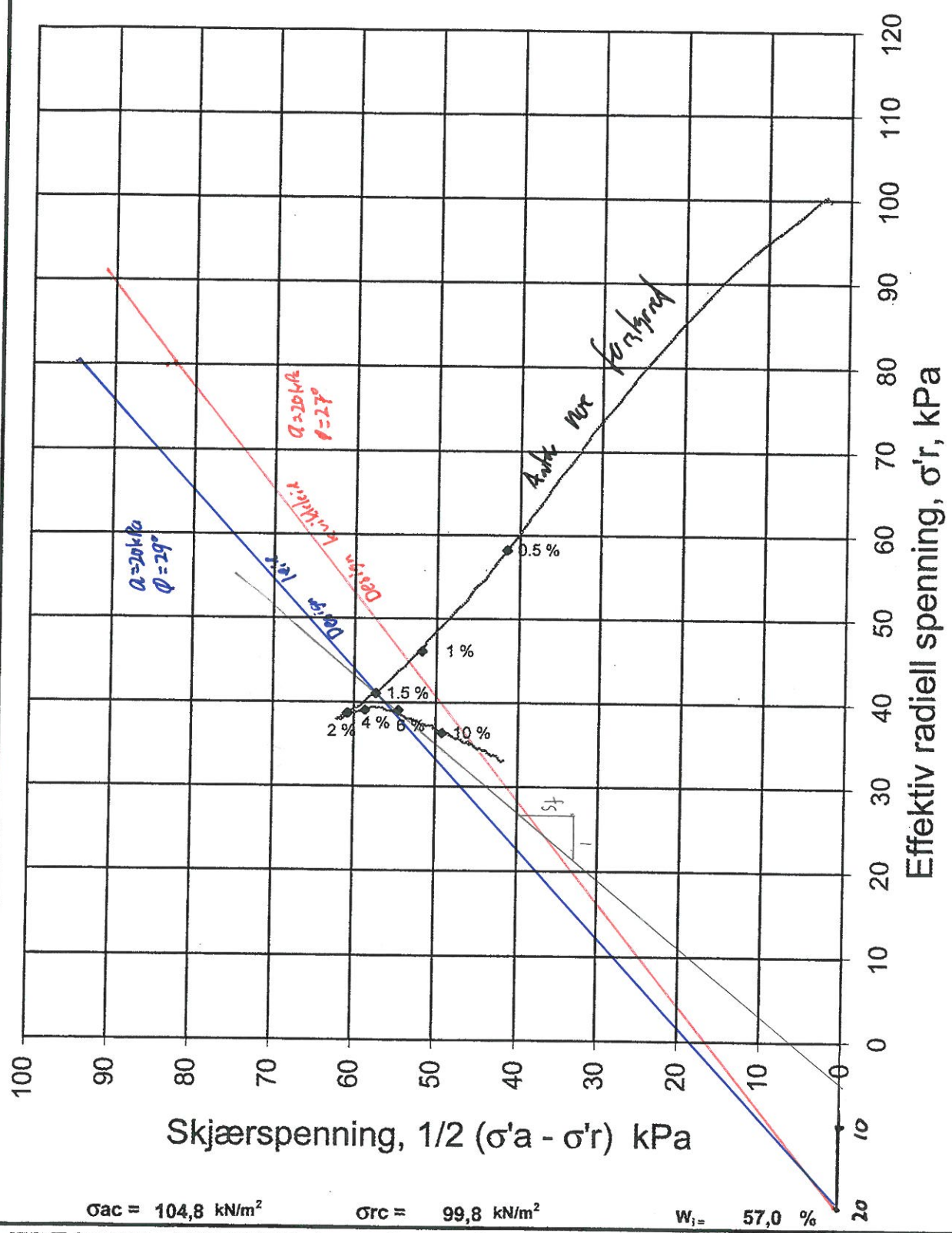
OPPDAG NR.

34512




4

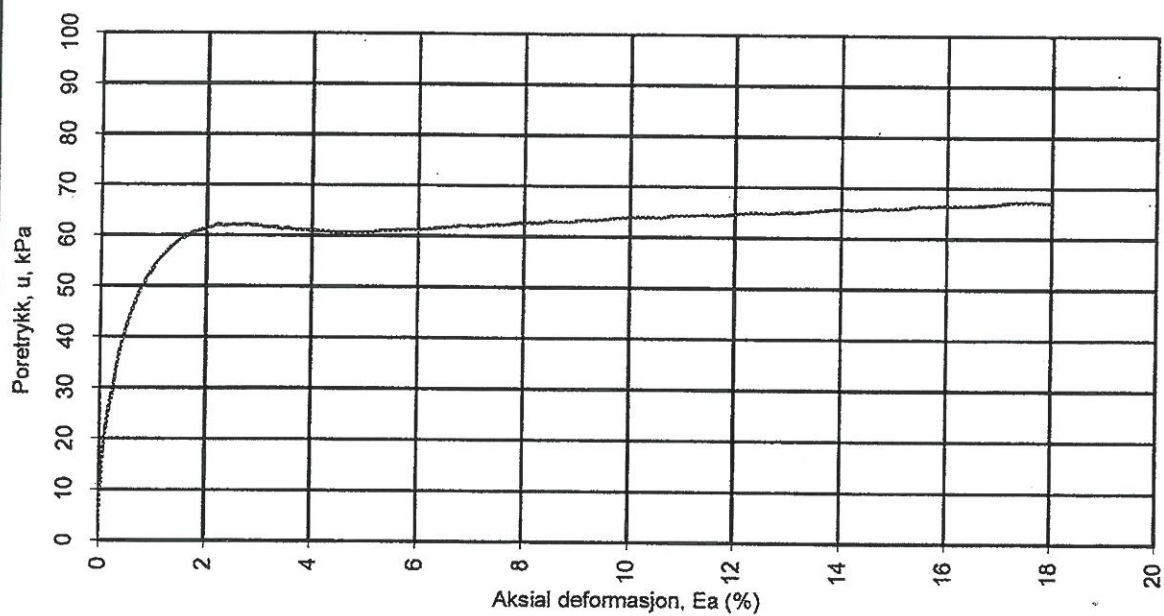
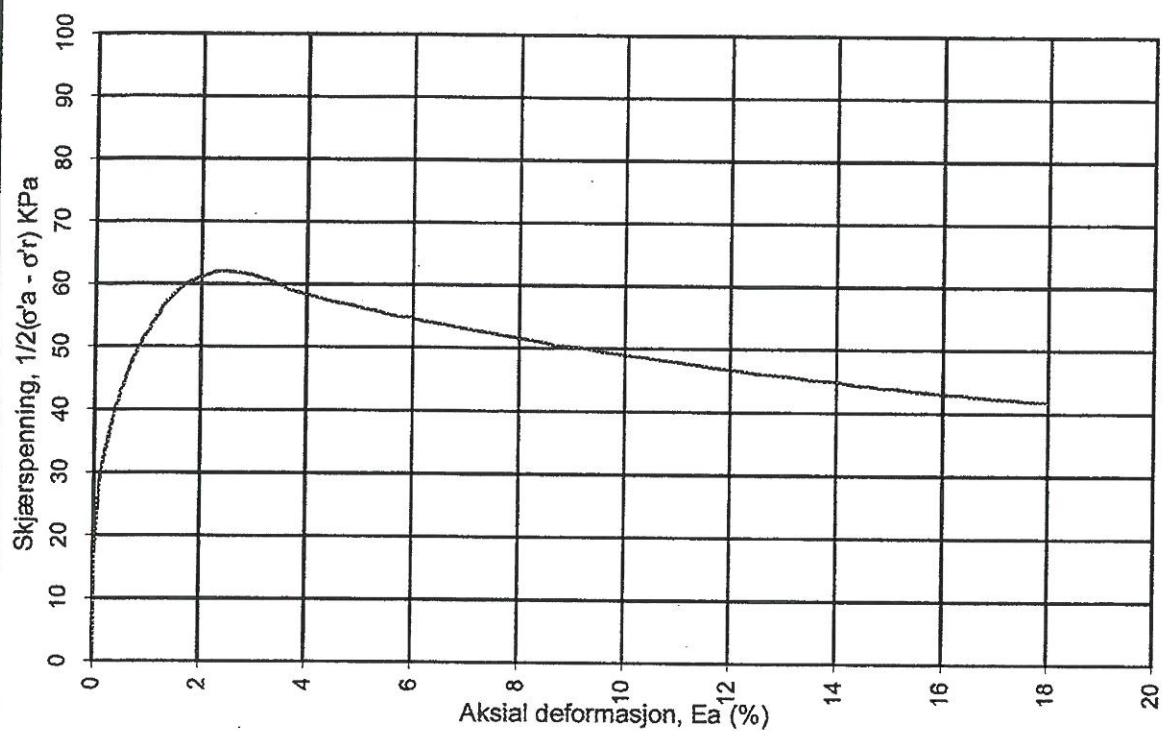
$S_f = 1,24 \Rightarrow \tan \phi = 0,66 \Rightarrow \phi = 33,5^\circ, a = 5 \text{ kPa}$



TREAKSIALFORSØK, hovedspenningsvektor

PR.1      Dybde: 8,55      Testnr. 0			Konstr./Tegnet	Kontrollert  GES	
SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  PARKERINGSBUS					
MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY		OPPDRAG NR. 310137	TEGN.NR. 78	REV.	

4



$\sigma_{ac} = 104,8 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{rc} = 99,8 \text{ kN/m}^2$

$W_i = 57,0 \%$

### TREAKSIALFORSØK, arbeidskurve, poretrykk

PR.1 Dybde: 8,55 Testnr. 0

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND

PARKERINGSBUS

Konstr./Tegnet

Kontrollert

GES

Dato

20.08.03

Godkjent

TEGN.NR

79

REV.

**MULTICONSULT AS**

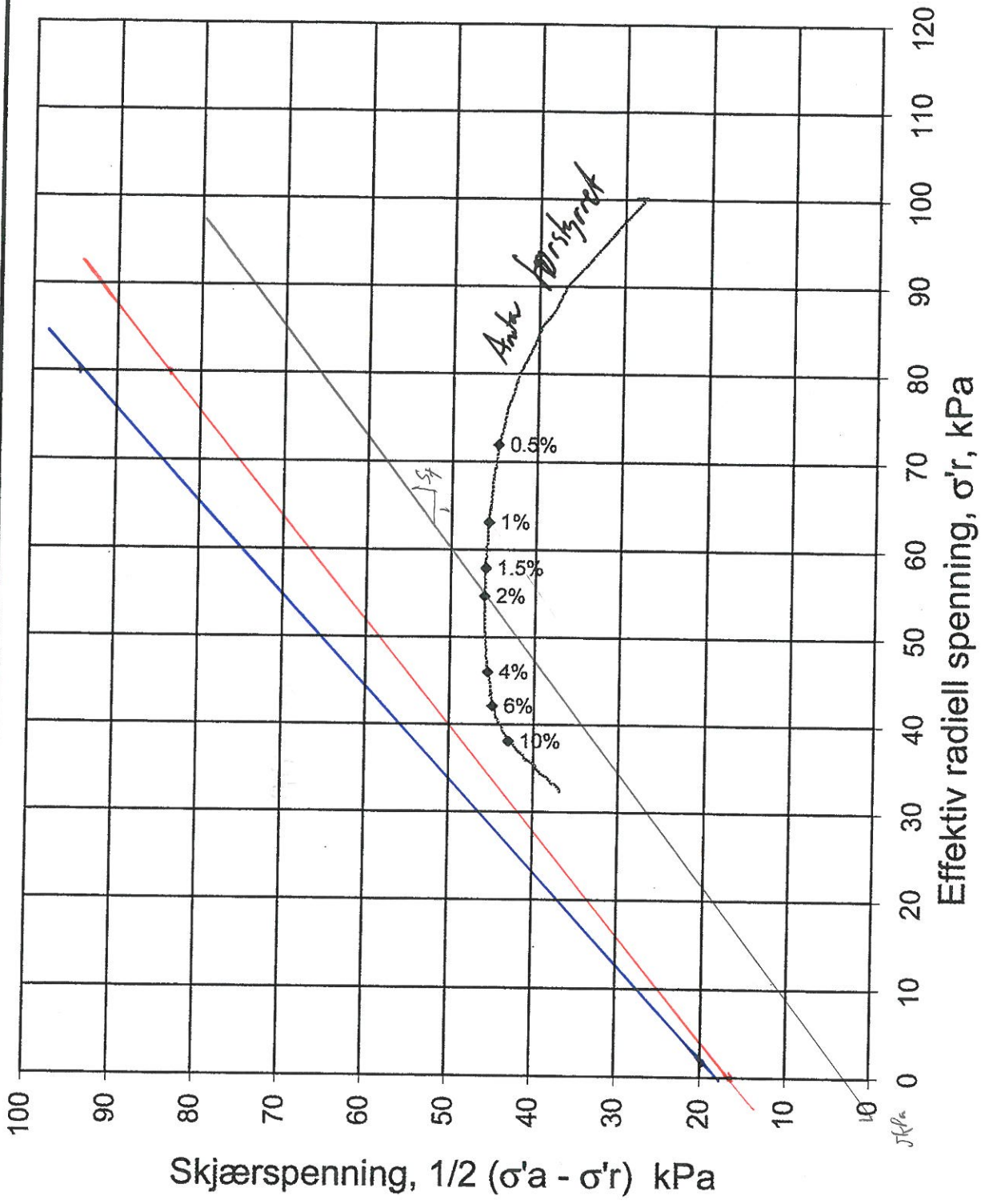
Avd. NOTEBY

OPPDRAG NR.

310137

MULTICONSULT

$S_f = 0,77 \Rightarrow \tan \phi = 0,48 \Rightarrow \phi = 25,8^\circ, a = 5 kPa, b = 10 kPa$



$\sigma_{ac} = 157,5 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{rc} = 100,2 \text{ kN/m}^2$

$w_i = 55,3 \%$

### TREAKSIALFORSØK, hovedspenningsvektor

PR.1 Dybde: 16,05 Testnr. 0

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS

Konstr./Tegnet

SK

Kontrollert

GES

Dato

20.08.03

Godkjent



**MULTICONSULT AS**

Avd. NOTEBY

OPPDRAG NR.

310137

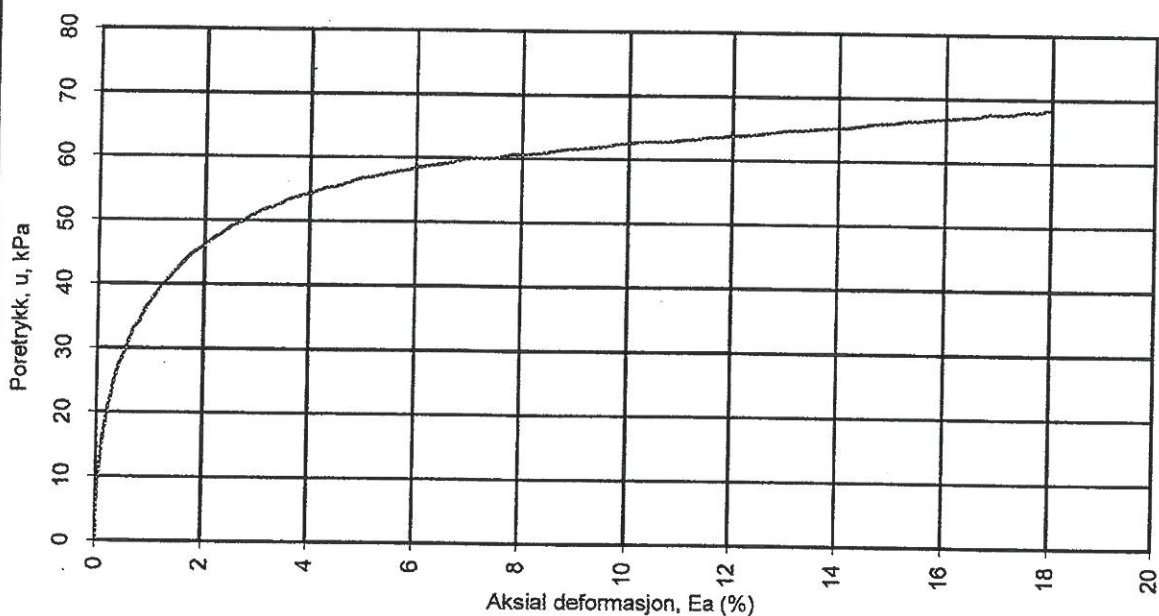
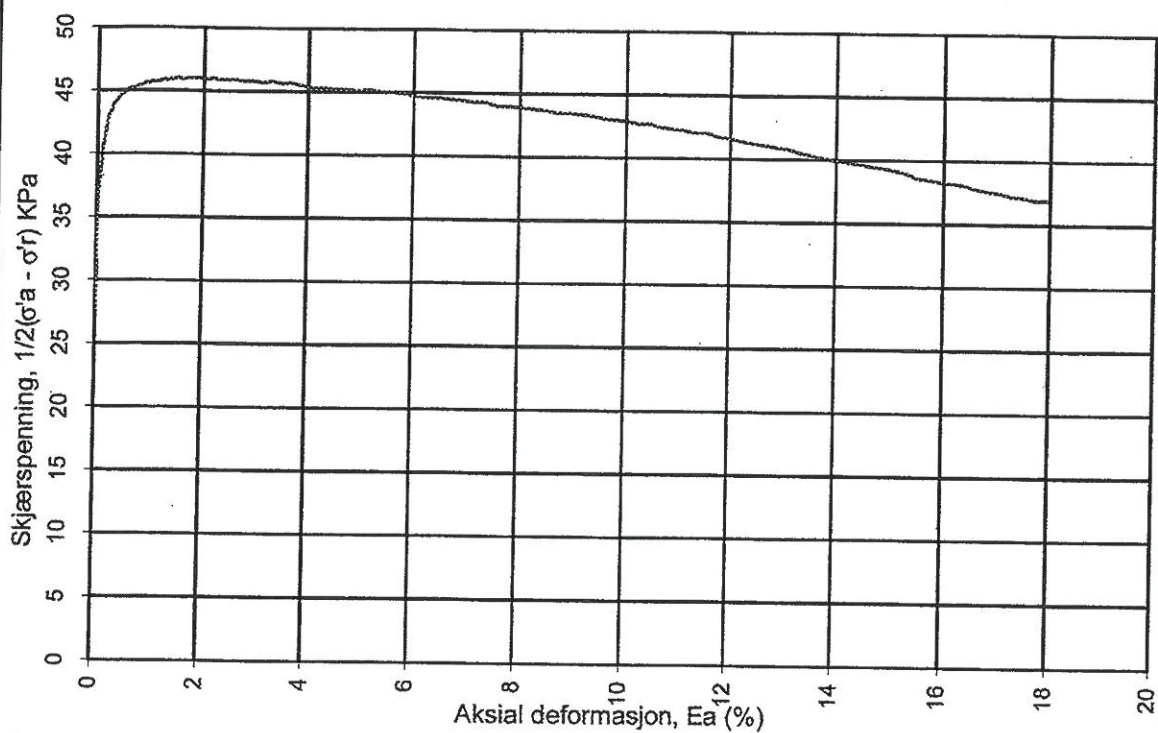
TEGN.NR.

80

REV.



4



$\sigma_{ac} = 157,5 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{rc} = 100,2 \text{ kN/m}^2$

$w_L = 55,3 \%$

### TREAKSIALFORSØK, arbeidskurve, poretrykk

PR.1 Dybde: 16,05 Testnr. 0

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSHUS

Konstr./Tegnet

Kontrollert

SK

GES

Dato

Godkjent

20.08.03

**MULTICONSULT AS**

Avd. NOTEBY

OPPDRAK NR.

310137

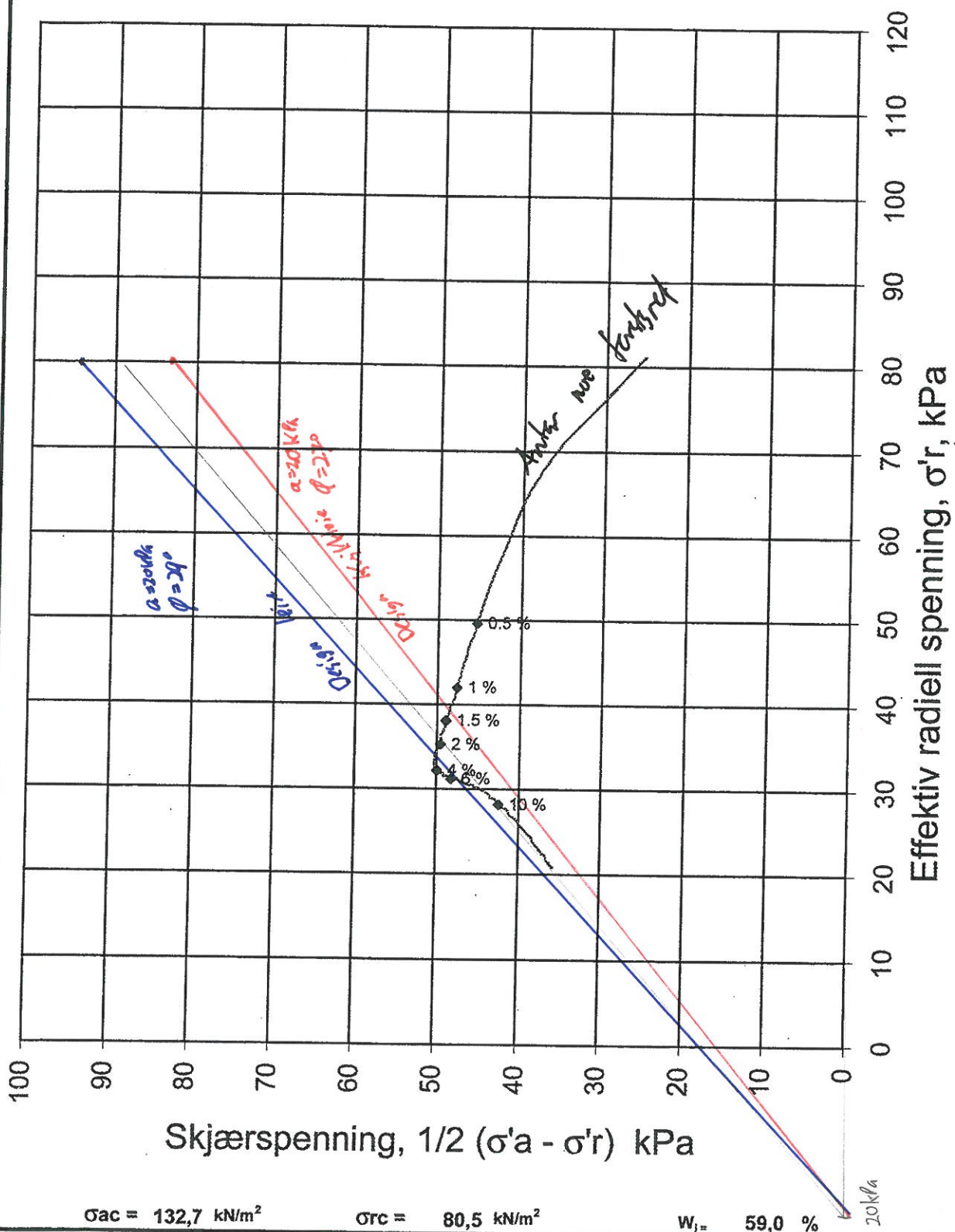
TEGN.NR.

81

REV.







### TREAKSIALFORSØK, hovedspenningsvektor

PR.2    Dybde: 8,55    Testnr. 0

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS

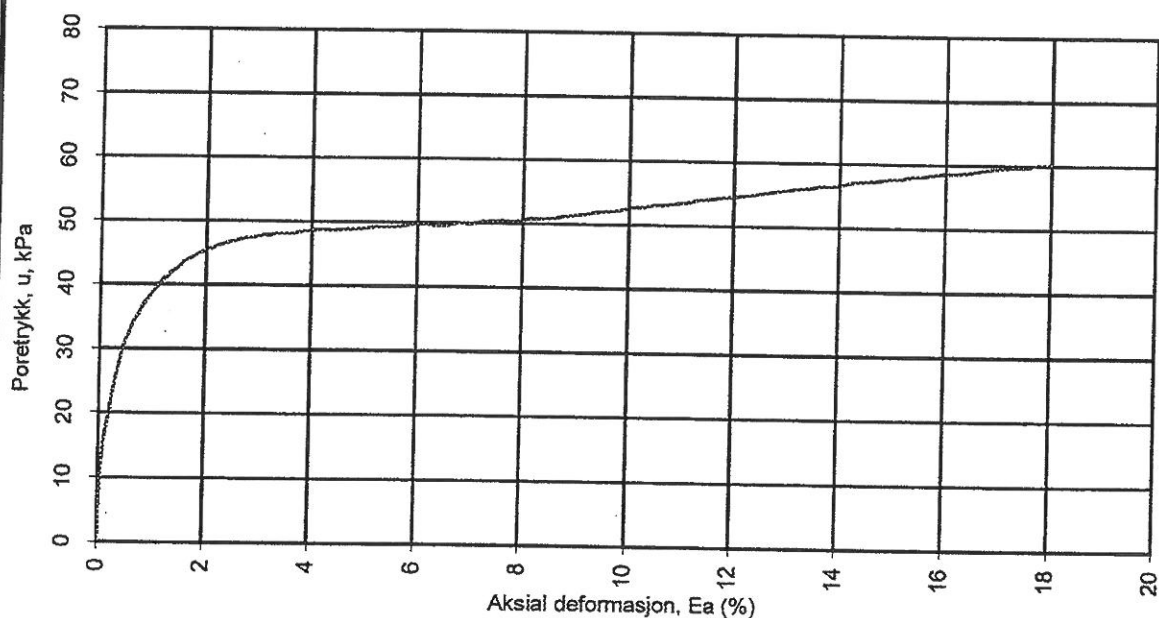
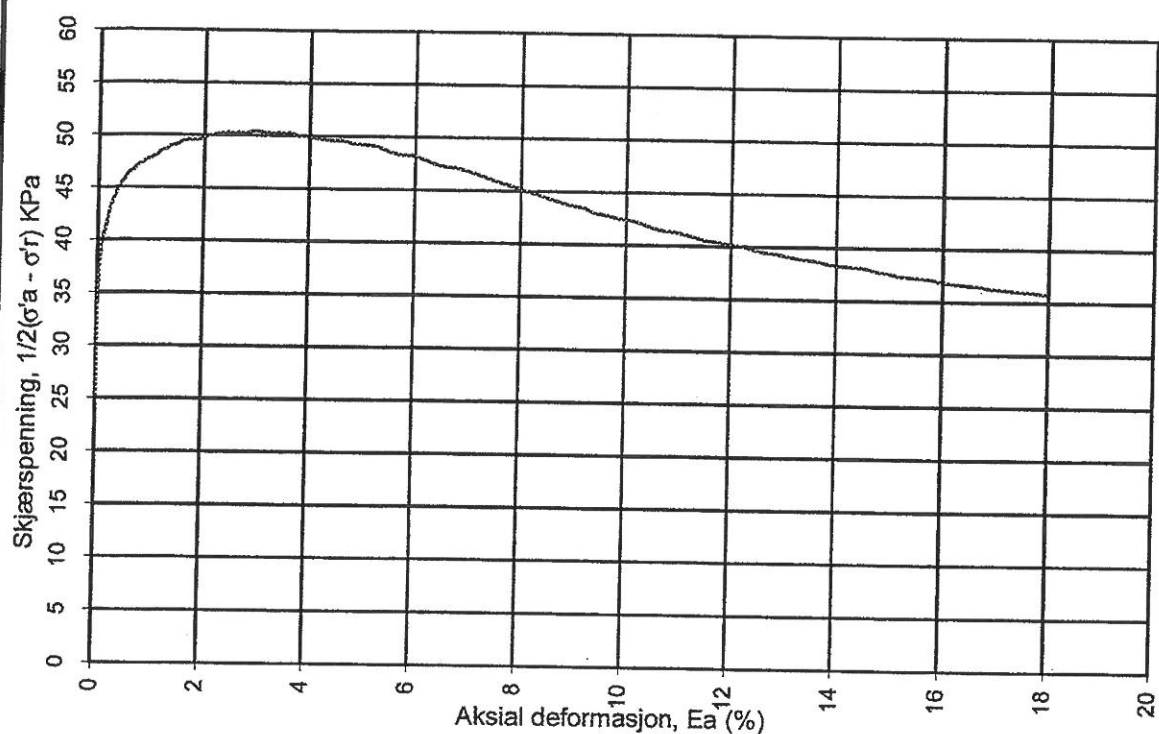
Konstr./Tegnet	Kontrollert	
SK	GES	
Dato	Godkjent	
20.08.03		
TEGN.NR	REV.	
82		

**MULTICONSULT AS**  
Avd. NOTEBY

OPPDRAG NR.

310137

5



$\sigma_{ac} = 132,7 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{rc} = 80,5 \text{ kN/m}^2$

$w_l = 59,0 \%$

### TREAKSIALFORSØK, arbeidskurve, poretrykk

PR.2      Dybde: 8,55      Testnr. 0

SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND  
PARKERINGSBUS

Konstr./Tegnet      Kontrollert

SK

GES

Dato

20.08.03

Godkjent

**MULTICONSULT AS**

Avd. NOTEBY

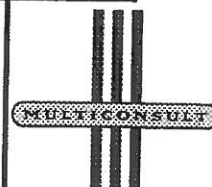
OPPDRAK NR.

310137

TEGN.NR.

83

REV.



$$Q = 5 \text{ kPa}$$

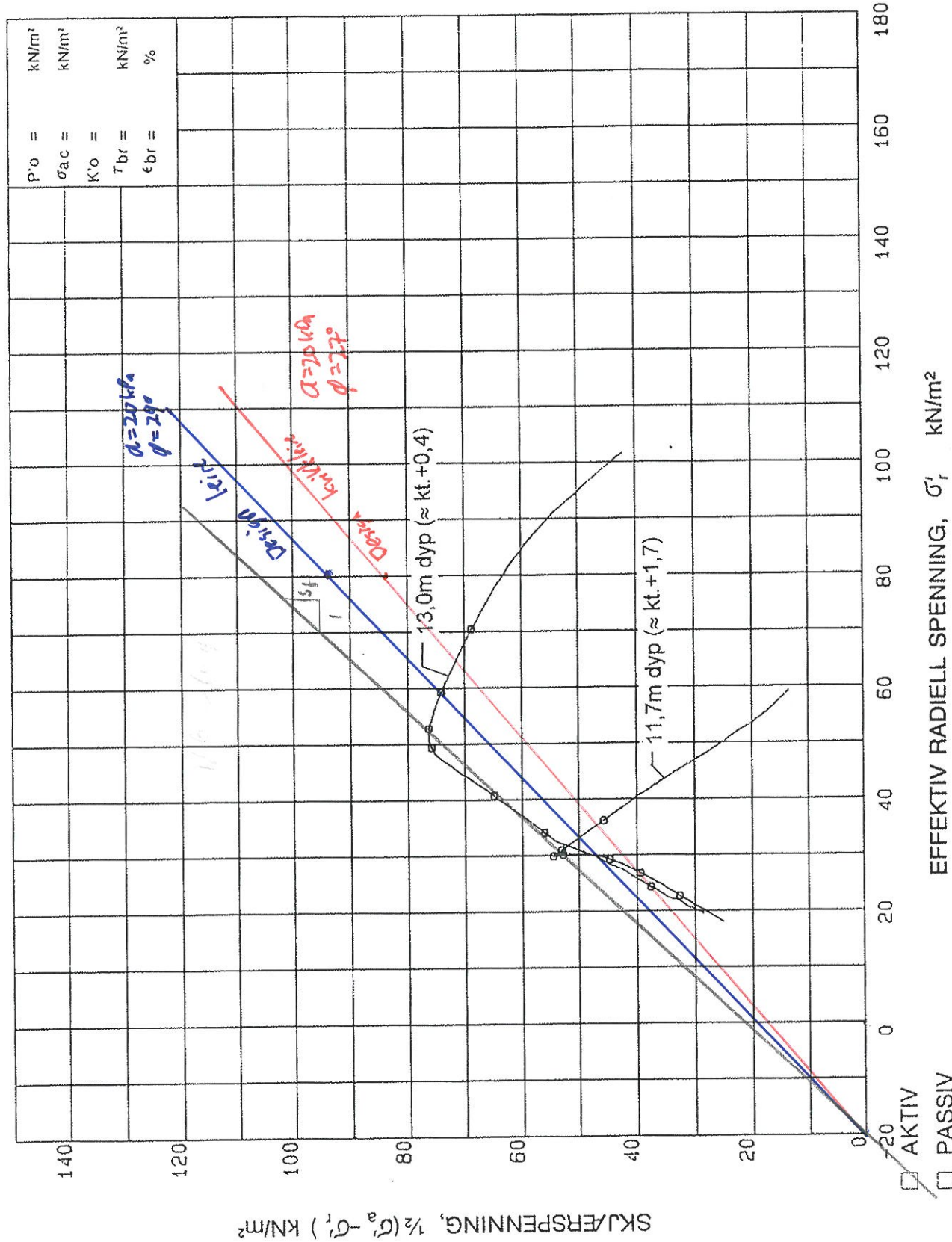

77



7

$\phi = 31^\circ, a = 20 \text{ kPa}$

$S_f = 1,06 \Rightarrow \tan \phi = 0,6$



# TREKSIALFORSØK - SAMMENSTILLING

## HOVEDSPENNINGSVEKTOR

VEST - AGDER SENTRALSKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

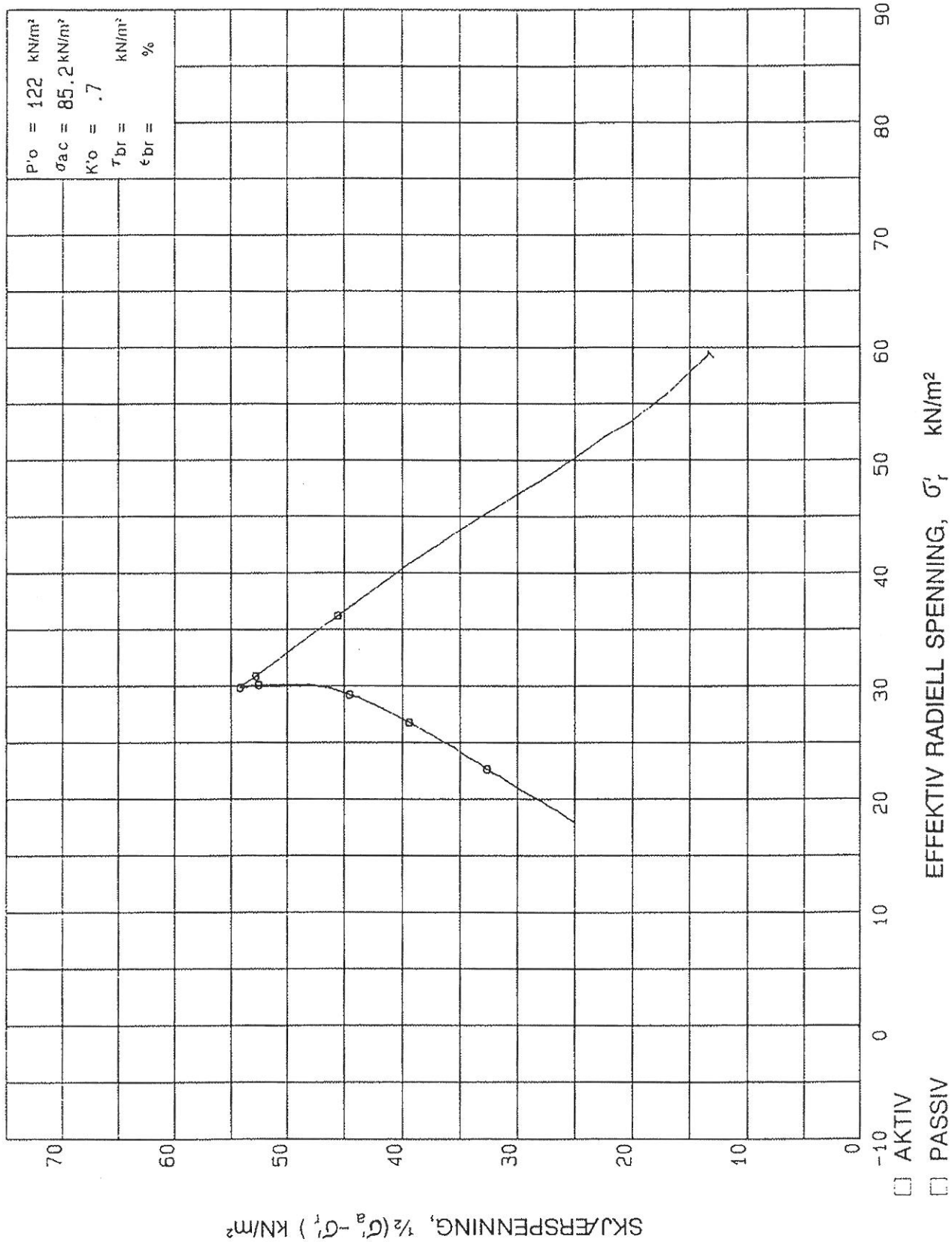
BORING NR. PR. 2	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE)	KONTR. SES	KONTR.
PRØVE NR.	DATO 06.12.96	DATO
TEGN. NR. 89	REV.	SIDE

OPPDRAK NR.

34512



7

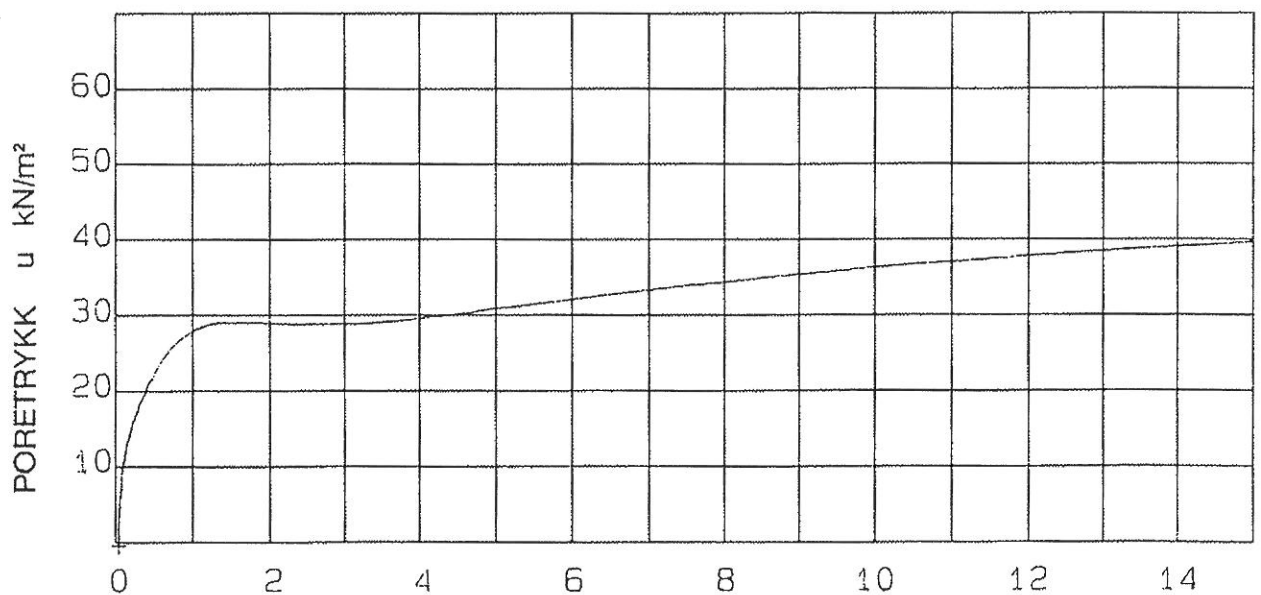
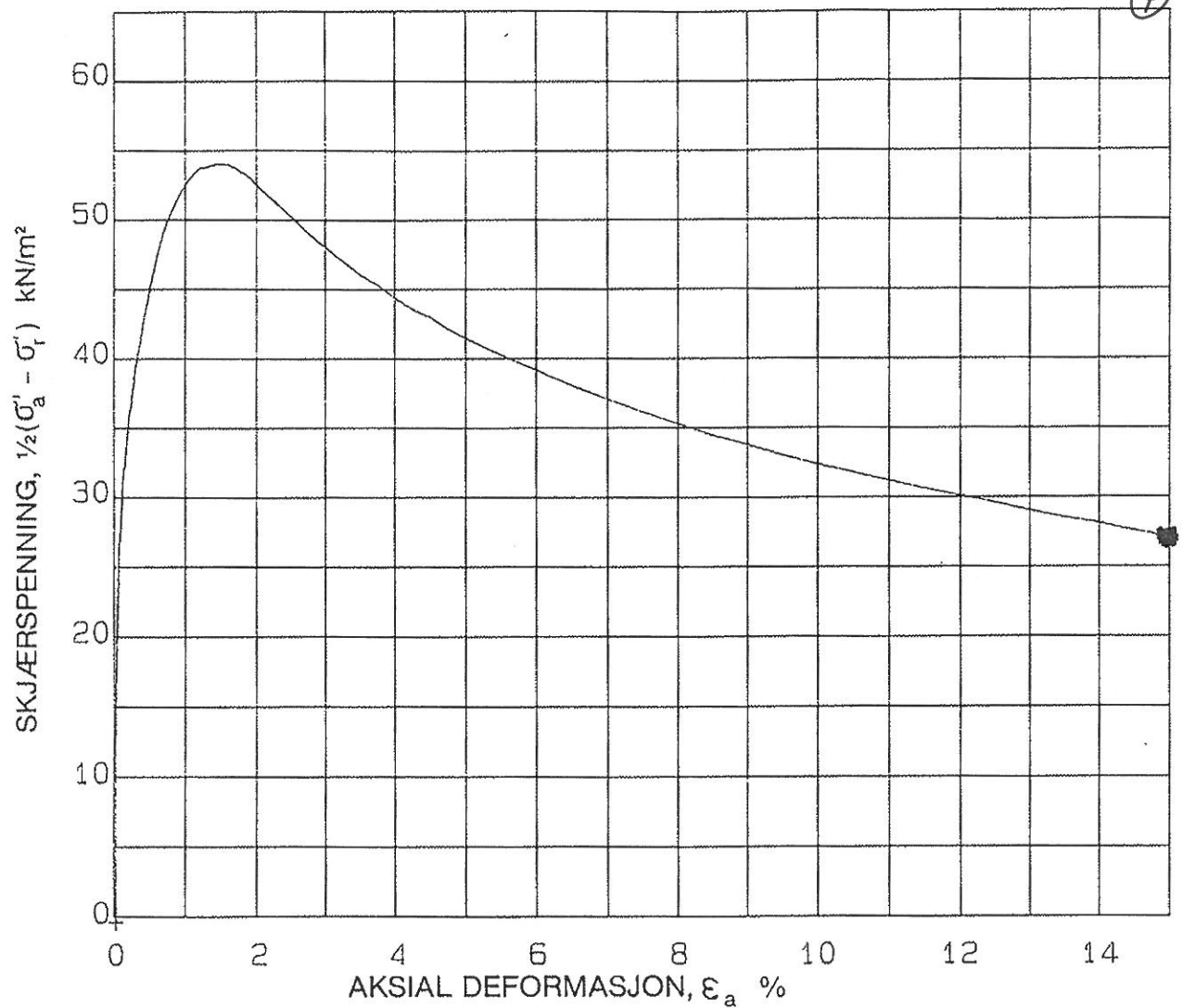


$p_o = 122$  kN/m²  
 $\sigma_{ac} = 85.2$  kN/m²  
 $K_o = .7$   
 $\tau_{br} =$  kN/m²  
 $\epsilon_{br} =$  %

TREAKSIALFORSØK HOVEDSPENNINGSVEKTOR		BORING NR. PR. 2	TEGNET	REV.
VEST - AGDER SENTRALS YKEHUS STABILITET MOT OTRA		DYBDE m (KOTE) 11.7	KONTR. SES	KONTR.
		PRØVE NR. D	DATO 4 Nov 1996	DATO
OPPDRAG NR. 34512		TEGN. NR. 85	REV.	SIDE

4000.795a





$\sigma'_{ac} = 85.2 \text{ kN/m}^2$ ,

$\sigma'_{rc} = 59.3 \text{ kN/m}^2$ ,

$w_i = 59.6 \%$      $n = \%$

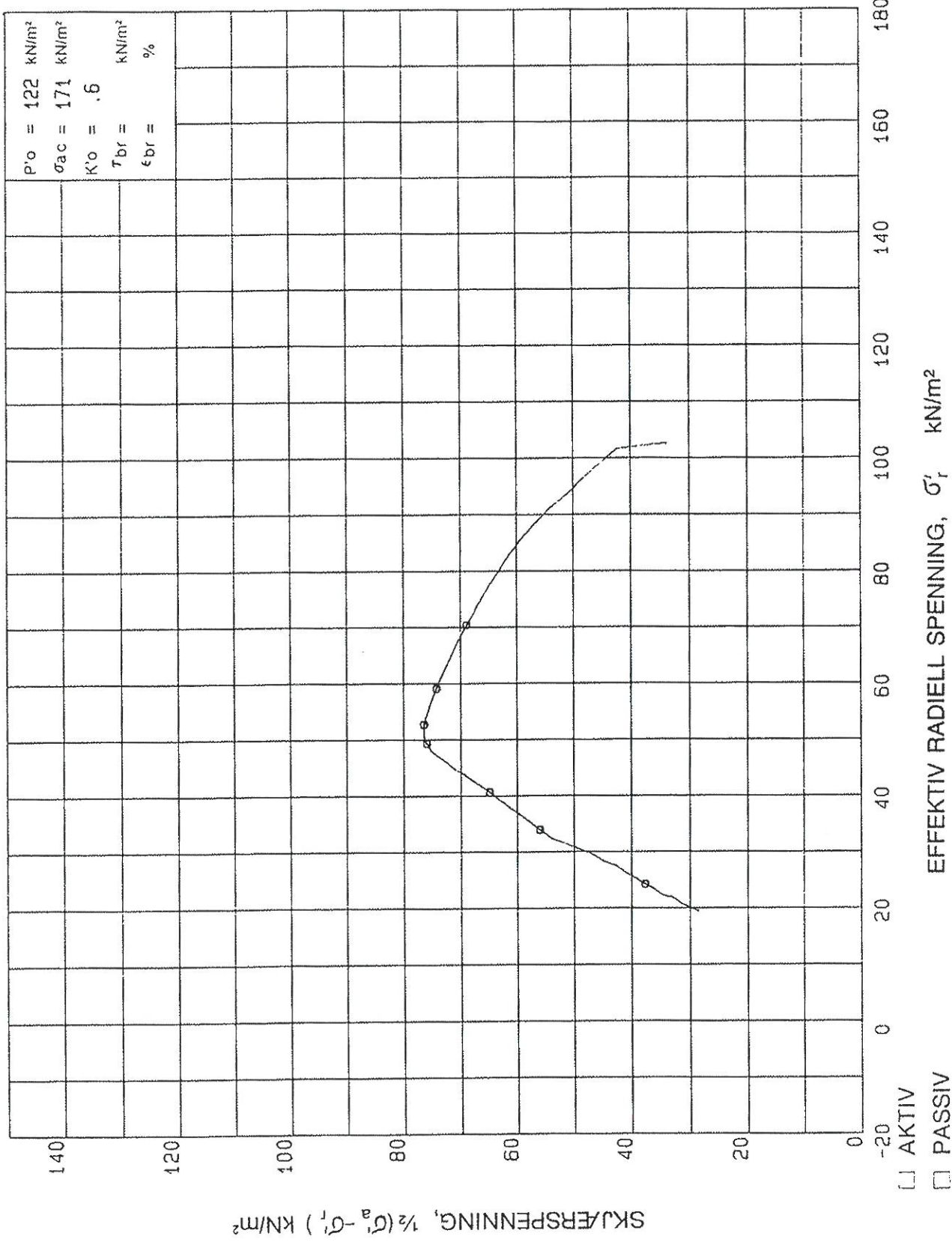
## TREAKSIALFORSØK

ARBEIDSKURVE - PORETRYKK

VEST - AGDER SENTRALSYKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR. PR. 2	TEGNET	REV.
DYBDE m (KOTE) 11.7	KONTR. SES	KONTR.
PRØVE NR. D	DATO 4 Nov 1996	DATO
TEGN. NR. 86	REV.	SIDE

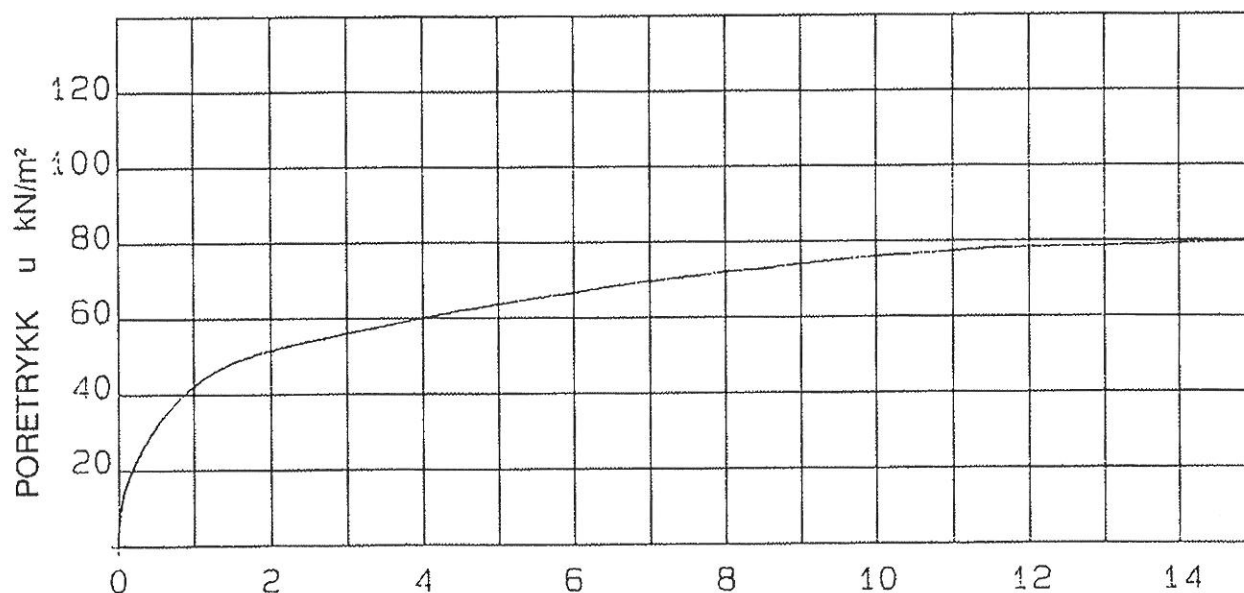
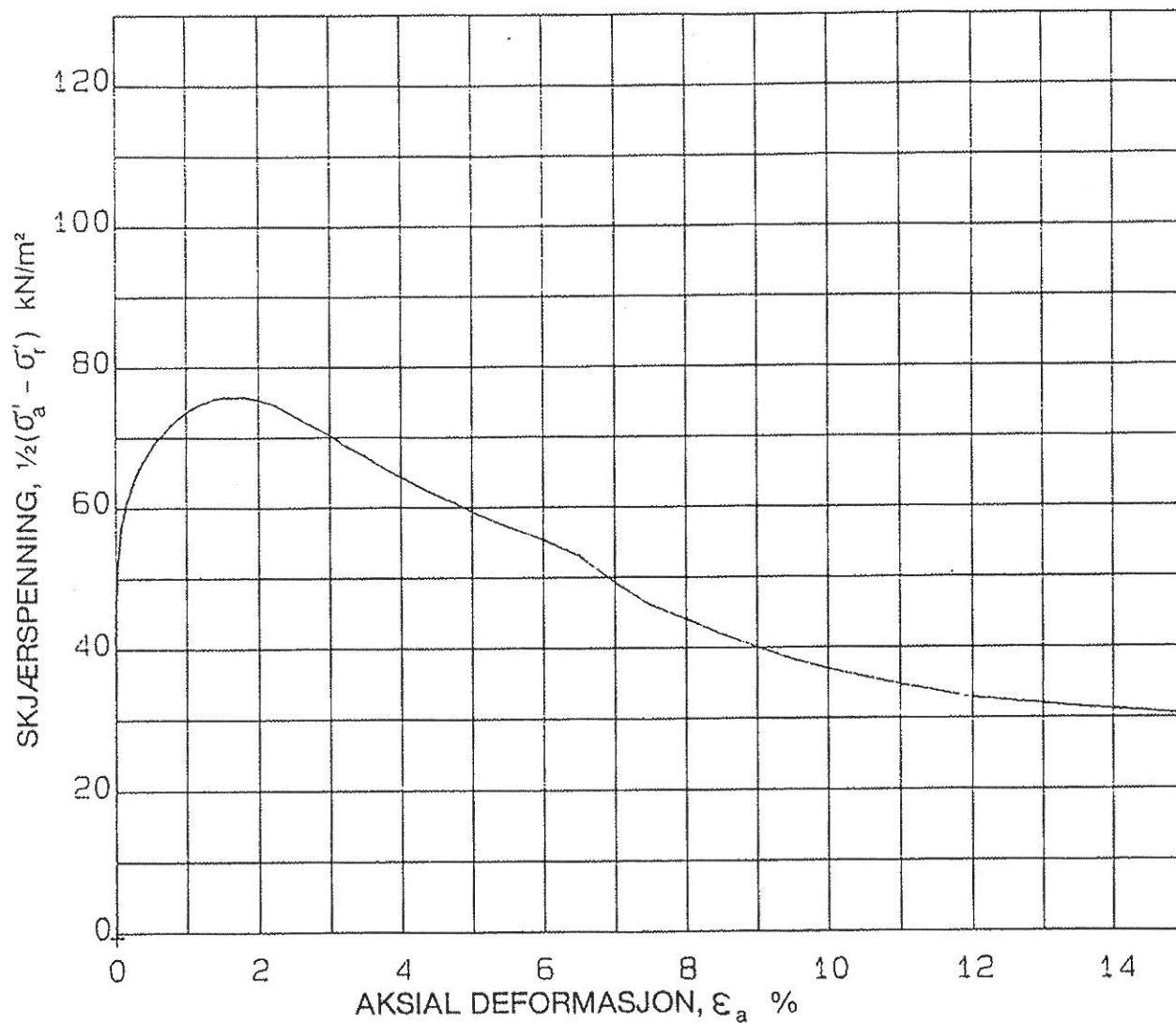
7



TREAKSIALFORSØK		BORING NR.	TEGNET	REV.
HOVEDSPENNINGSVEKTOR		PR. 2		
VEST - AGDER SENTRALSKEHUS		DYBDE m (KOTE)	KONTR.	KONTR.
STABILITET MOT OTRA		13.0	SES	
		PRØVE NR.	DATO	DATO
		E	4 Nov 1996	
		TEGN. NR.	REV.	SIDE
		87		



(7)

 $\sigma'_{ac} = 171 \text{ kN/m}^2$ , $\sigma'_{rc} = 103 \text{ kN/m}^2$ , $w_i = 55.2 \%$  $n = \%$ 

## TREAKSIALFORSØK

ARBEIDSKURVE - PORETRYKK

VEST - AGDER SENTRALSKEHUS  
STABILITET MOT OTRA

BORING NR.

PR. 2

TEGNET

REV.

DYBDE m (KOTE)

13.0

KONTR.

SES

KONTR.

PRØVE NR.

E

DATO

4 Nov 1996

DATO

OPPDRAK NR.

34512

TEGN. NR.

88

REV.

SIDE



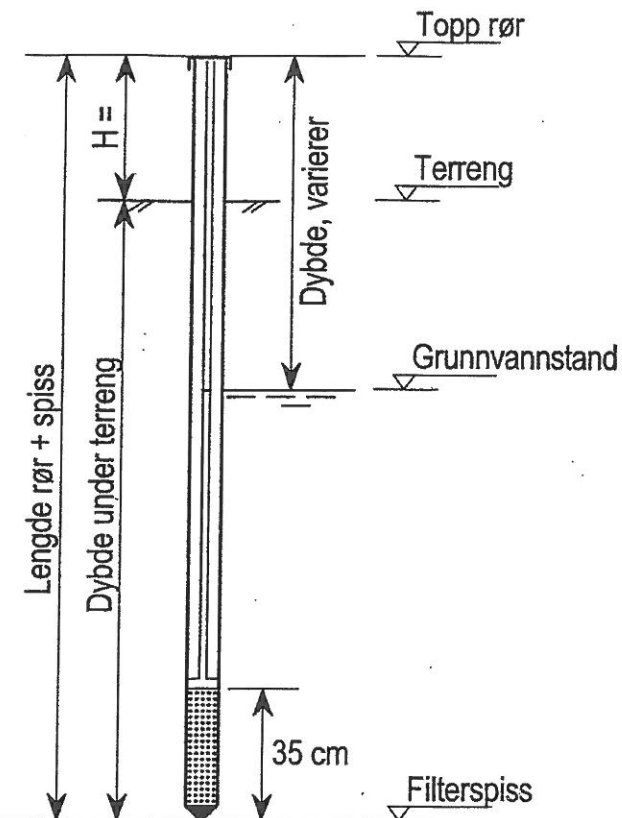
# **BILAG 4**

## **BENYTTETEDE PORETRYKKSMÅLINGER**

**4 SIDER**



Avlesning piezometer						
Punkt	Type/ Sonden.	Filterdybde	Dato	Målt vannsøyle [mVp]	Målt dybde [m u/terr]	Kommentar
R102	Elektrisk	7m	30.12.2014	-0,73		Plassering mot bygg
			13.01.2015	1,04		
	Elektrisk	11m	30.12.2014	0,02		Plassering mot vegg
			13.01.2015	0,26		
	Hydraulisk	13m	20.01.2015		10,53	
R105	Elektrisk	8m	30.12.2014	7,13		
			13.01.2015	7,41		
R106	Elektrisk	7m	30.12.2014	5,65		Plassering mot sykehus
			13.01.2015	6,62		
	Elektrisk	13m	30.12.2014	9,25		Plassering lengst fra sykehus
			13.01.2015	10,32		
R108	Elektrisk	4m	30.12.2014	2,73		Plassering nærmest veg
			13.01.2015	3,4		
	Elektrisk	7m	30.12.2014	6,01		Plassering lengst fra veg
			13.01.2015	6,46		



Terrenghøyde = 22,5 m.o.h.

H = 1,0 m

Topp rør = 23,5 m.o.h.

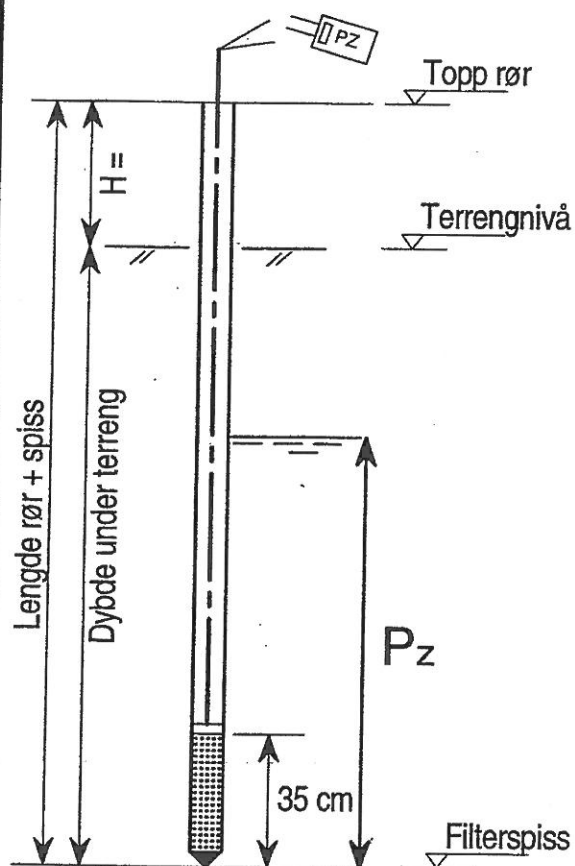
Lengde rør + spiss = 7,0 m

Kote spiss = 16,5 m.o.h.

Evt. merknader:

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
14.08.03			INSTALLERT
28.08.03	5,02	18,5	

<b>PIEZOMETER NR. 4</b>		Originalformat	Fag	
		Tegningens filnavn		
<b>SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND PARKERINGSBUS</b>		Målestokk		
<b>MULTICONSULT</b> avd. NOTEBY Lumberveien 9, Pb. 8161, 4675 Kristiansand Tel.: 38003600 - Fax.: 38012746	Dato	Konstr. tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	GES	Rev.
		<b>310137</b>	<b>1003</b>	



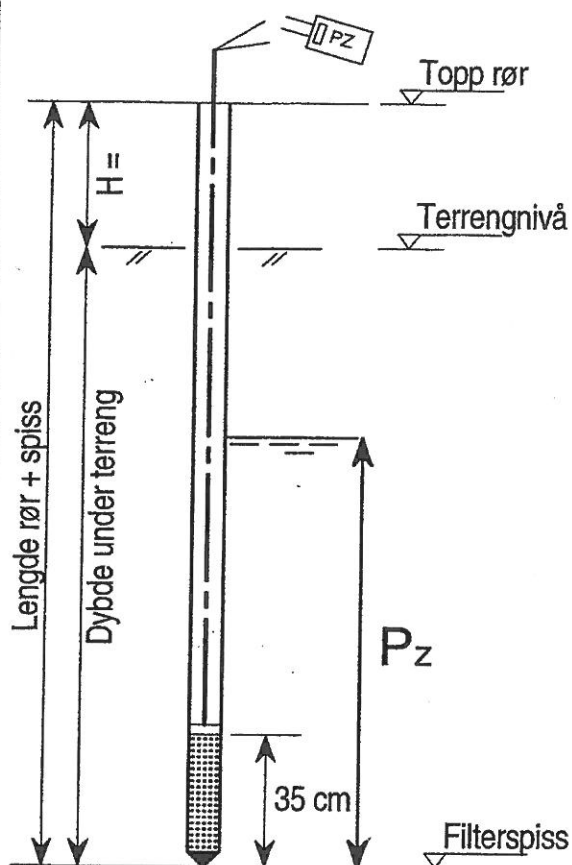
Høyde terreng = 22,5 m.o.h.  
 H = 1,0 m  
 Topp rør = 23,5 m.o.h.  
 Lengde rør + spiss = 11,0 m  
 Kote spiss = 12,5 m.o.h.

Evt. merknader:

Dato	Frekvens	Tilsvarende trykk (bar)	Anmerkning
14.08.03			INSTALLERT
28.08.03	1743	0,6	

<b>PIEZOMETER NR. 5</b>		Originalformat	Fag	
		Tegningens filnavn		
SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND PARKERINGSBUS		Målestokk		
<b>MULTICONSULT</b> avd. NOTEBY Lumbeveien 9, Pb. 8161, 4675 Kristiansand Tel.: 38003600 - Fax.: 38012746	Dato	Konstr./tegnert 	Kontrollert GES	Godkjent
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		<b>310137</b>	<b>1004</b>	





Høyde terreng = 22,5 m.o.h.  
 H = 1,0 m  
 Topp rør = 23,5 m.o.h.  
 Lengde rør + spiss = 22,0 m  
 Kote spiss = 1,5 m.o.h.

Evt. merknader:

Dato	Frekvens	Tilsvarende trykk (bar)	Anmerkning
14.08.03			INSTALLERT
28.08.03	1646	1,2	

PIEZOMETER NR. 6		Originalformat	Fag	
		Tegningens filnavn		
SØRLANDET SYKEHUS HF KRISTIANSAND PARKERINGSBUS		Målestokk		
<b>MULTICONSULT</b> avd. NOTEBY Lumerveien 9, Pb. 8161, 4675 Kristiansand Tel.: 38003600 - Fax.: 38012746	Dato	Konstr./tegn.	Kontrollert GES	Godkjent
	Oppdragsnr. <b>310137</b>	Tegningsnr. <b>1005</b>	Rev.	

## **BILAG 5**

### **SITUASJONSPLAN MED TIDLIGERE UTFØRTE OG SUPPLERENDE BORINGER SAMT BEREGNINGSPROFILER**

**2 SIDER**



Bilag 5, 1350005219, G-rap-002  
 Tilnærmet plassering av supplerende  
 profil og grunnundersøkelser.  
 Henvisninger til plassering av folkede  
 spesialforsøk og poretrykksmålinger.

26/2-15

MTV, Rambøll

**Tegnforklaring/anmerkninger:**

- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing.
- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er ikke påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing, men er sannsynlig pga. relativ liten motstand i nærliggende sonderboringer til større dybde.
- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er ikke påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing, og er lite sannsynlig pga. beskeden løsmassemeknighet og/eller relativt stor motstand i nærliggende sonderboringer.
- : Skissemessig grenselinje mellom områder med meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire og områder med bedre grunnforhold.

- : Boringer utført av Ingeniørfirma Bjørgulf Haukelid 1950 og 1957.
- : Boringer utført av Ing. Becks Oppmåling 1964 og 1967. Sak nr. hos Multiconsult AS.

Alle øvrige viste boringer (både merket og ikke merket med sak nr.) er utført av NOTEBY AS (nå innlemmet i Multiconsult AS) og av Multiconsult AS i tiden etter 1974.

For en samlet oversikt vedr. geotekniske grunnboringer utført på sykehusområdet på Eg, og som er arkivert hos Multiconsult AS i Kristiansand, henvises det til egen liste og tilhørende oversiktskart utarbeidet av Multiconsult AS i forbindelse med foreliggende oppdrag, sak nr. 312937.

- DREIFSONDERING
- SNKPR. SONDERING
- RATAISONDERING
- FJELLKONTROLLBORING
- KJERNEBORING
- TRYKKDREIFSONDERING
- PRØVESERIE
- PIRVEGHOP
- TRYKKSØNDERING
- VINVEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- SETTINGSMÅLER

Grunnlag: Tegn. nr. 15673-2c  
 av 7/6.1985, rev. 11/2.1987,  
 fra NOTEBY AS.

Profil S2

Orienterende kvikkleirekart nordre område med et utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand		Dato: 11.12.13	
Serlandet sykehus HF		Kontroll: [Signature]	
Ny utviklingsplan 2030		Tegn: KLADD	
MULTICONULT		Prosjekt nr: 312937	
Pålegg nr: 15-1575 Kristiansand		Tegn nr: [Blank]	
1:1 000 (A1)		Tegn nr: [Blank]	
[Blank]		Tegn nr: [Blank]	
[Blank]		Tegn nr: [Blank]	

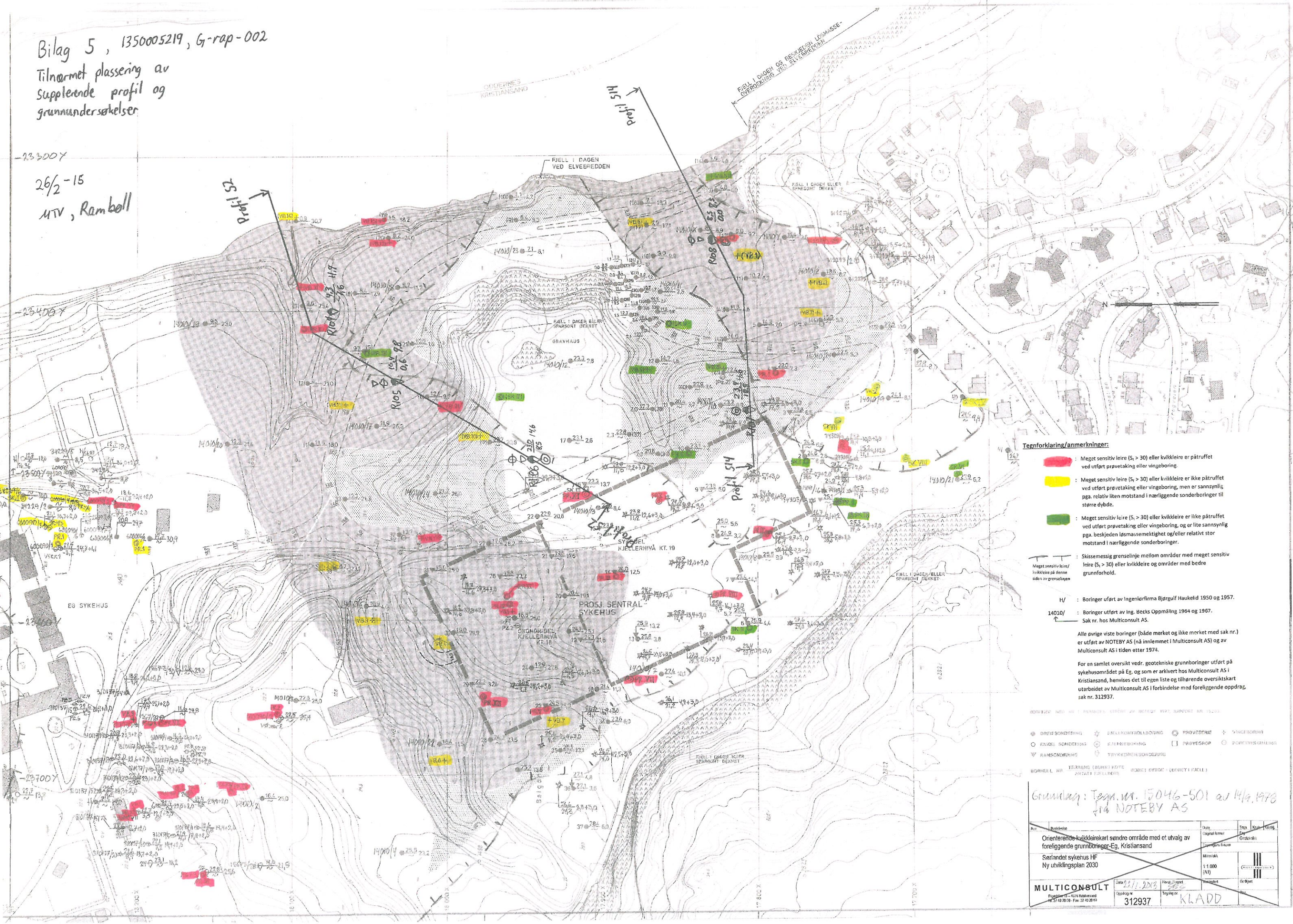


Bilag 5, 1350005219, G-rap-002  
Tilnærmet plassering av  
supplende profil og  
grunnundersøkelser

-23300Y

26/2-15  
MTV, Rambøll

251-ford



Tegnforklaring/anmerkninger:

- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing.
- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er ikke påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing, men er sannsynlig pga. relativ liten motstand i nærliggende sonderboringer til større dybde.
- : Meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire er ikke påtruffet ved utført prøvetaking eller vingeboing, og er lite sannsynlig pga. beskjeden løsmasseemektighet og/eller relativt stor motstand i nærliggende sonderboringer.

: Skissemessig grenselinje mellom områder med meget sensitiv leire ( $S_v > 30$ ) eller kvikkleire og områder med bedre grunnforhold.

H/ : Boringer utført av Ingeniørfirma Bjørgulf Haukelid 1950 og 1957.

14010/ : Boringer utført av Ing. Becks Oppmåling 1964 og 1967.  
Sak nr. hos Multiconsult AS.

Alle øvrige viste boringer (både merket og ikke merket med sak nr.) er utført av NOTEBY AS (nå innlemmet i Multiconsult AS) og av Multiconsult AS i tiden etter 1974.

For en samlet oversikt vedr. geotekniske grunnboringer utført på sykehusområdet på Eg, og som er arkivert hos Multiconsult AS i Kristiansand, henvises det til egen liste og tilhørende oversiktskart utarbeidet av Multiconsult AS i forbindelse med foreliggende oppdrag, sak nr. 312937.

NOTEBY BYGG OG I ANLEGG, STREKT AV NOTEBY BYGG, SAMPTET NR. 15293

- DRØYE SONDERING    ✱ BÅLLENDYLLBOLBORING    ○ PROVESIE    ✚ VINGEBORING
- KVALIT. SONDERING    ✱ BÅLLENDYLLBOLBORING    □ PRØVEGRUPP    ○ PORETRYKSMÅLING
- ▽ RAMPSONDERING    ✱ TRYKKORREKTSONDERING

NOTER NR. 1: TEGNING (BOKST) KOTE    NOTER DYBDE (BOKST) FJELL

Grunnlag: Tegn. nr. 15046-501 av 14/4.1978  
f. NOTEBY AS

Orienterende kvikkleirekart søndre område med et utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand		Dato: Originalt format		Tegn: Enkelt	
Sørlandet sykehus HF		Målestokk: 1:1.000 (A1)		Tegning: KLADD	
Ny utviklingsplan 2030		Dato: 2011.2013		Tegning: 312937	
MULTICONSULT		Oppdrag nr. 312937		Tegning nr. KLADD	