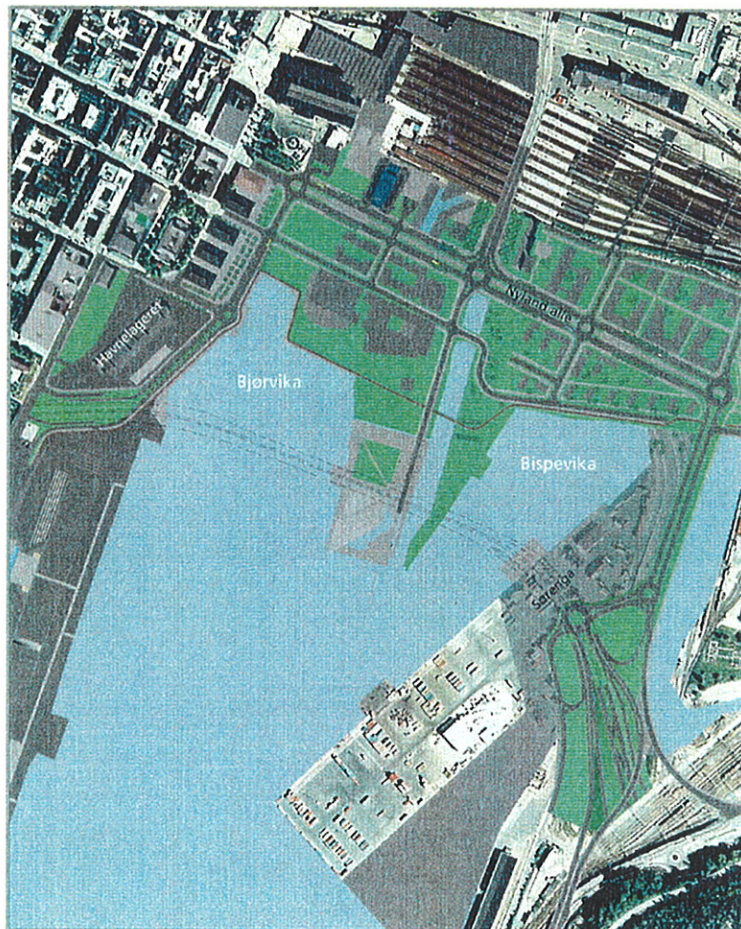


Oppdragsrapport

Oppdrag A-21A rapport nr. 7

**E18 mellom Festningstunnelen
og Ekebergtunnelen.
Loenga**

**Grunnundersøkelser for detalj-
og reguleringsplan.**



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

22. april 1999

Vegteknisk avdeling

Oppdrag A-21A, rapport nr. 7

E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen. Loenga

Grunnundersøkelser for detalj- og reguleringsplan.

Sammendrag

I forbindelse med utarbeidelse av detalj- og reguleringsplan for ny E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen er det utført grunnundersøkelser ved Havnelageret, i Bjørvika, på Bjørvikautstikkeren, i Bispevika, på Sørenga og på Loenga. Denne rapporten omhandler grunnundersøkelsene som er utført på Loenga.

Fjellnivået varierer i det undersøkte området fra kote ca. +12 til kote ca. -20 for østgående løp og fra kote ca. +19 til kote ca. -13 for vestgående løp. Fjellet faller av mot NV, dvs. mot Sørenga.

Ut i fra sonderingene er det grunn til å tro at løsmassene over fjell består av leire under fast lag. Det er også registrert et fast lag over fjell, mektigheten av dette laget er inntil 3 - 5 m.

Under det faste topplaget viser prøveseriene i grove trekk siltig leire/ leire ned mot fjell.

Forslag til anbefalt skjærstyrkeprofil, effektivspenningsparametre og setningsparametre framkommer av rapportens kapittel 3.

Emneord: *Grunnundersøkelser, totalsonderinger, 54 mm prøveserier*

Fylke: *Oslo*

Anlegg/parsell: *E18 Festningstunnelen - Ekebergtunnelen*

UTM-ref.: *NM 96 43*

Kontor: *Geoteknisk*

Saksbehandler: *Anne Braaten*

/ ANB

Dato: *22. april 1999*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

1. ORIENTERING	2
2. MARK- OG LABORATORIEARBEID	3
3. GRUNNFORHOLD	3

Bilag

Bilag	1:	Tegningsforklaring
	2:	Oversikt over rapporter fra grunnundersøkelsene i 1999.
	3:	Oversikt over utførte totalsonderinger.
	4:	Tolkningsparametre fra treaksialforsøk.
	5:	Aktive treaksialforsøk.
	6:	Passive treaksialforsøk.
	7:	Tolkningsparametre fra ødometerforsøk.
	8:	Kontinuerlige ødometerforsøk.

Tegninger

A-21A:	- 85:	Oversikt. Målestokk 1:5000
	- 86:	Oversikt med boringer. Målestokk 1:500
	- 87:	Lengdeprofil østgående løp. Profil 2900 - 3050: Høyre side.
	- 88:	Lengdeprofil østgående løp. Profil 2900 - 3050: Venstre side.
	- 89:	Lengdeprofil vestgående løp. Profil 2700 - 2880: Høyre side.
	- 90:	Lengdeprofil vestgående løp. Profil 2700 - 2850: Venstre side.

1. Orientering

I forbindelse med utarbeidelse av detalj- og reguleringsplan for ny E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen er det utført grunnundersøkelser ved Havnelageret, i Bjørvika, på Bjørvikautstikkeren, i Bispevika, på Sørenga og på Loenga. Denne rapporten omhandler grunnundersøkelsene som er utført på Loenga.

Angående grunnundersøkelser som er utført/rapportert i tidligere fase av prosjektet vises det til Vegteknisk avdelings (Veglaboratoriets) rapporter:

A-21A rapport nr. 1

E18 mellom Oslostunnelen og Ekebergtunnelen.

Loddinger og lette sonderinger i Bjørvika og Bispevika. Kartlegging av tykkelse på slamlag.
10. juni 1996

A-21A rapport nr. 2 - DEL I og DEL II

E18 mellom Oslostunnelen og Ekebergtunnelen

Grunnundersøkelser for detaljplan, Alternativ B

20. august 1996

A-21A rapport nr. 3

E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen

Supplerende loddinger og lette sonderinger i Bjørvika og Bispevika

21. august 1998

A-21A rapport nr. 4

E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen

Supplerende grunnundersøkelser.

6. november 1998

A-21A rapport nr. 5

E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen

Havnelageret

Grunnundersøkelser for detalj- og reguleringsplan.

12. februar 1999

A-21A rapport nr. 6

E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen

Sørenga

Grunnundersøkelser for detalj- og reguleringsplan.

15. april 1999

Videre vil øvrige grunnundersøkelser som er utført nå i 1999 bli presentert i rapportene A-21A nr. 8 og nr. 9. Området som dekkes av de ulike rapportene er vist på bilag 2.

De supplerende grunnundersøkelsene ved Loenga er planlagt ut i fra forslag fra konsulenten v/Geovita as.

2. Mark- og laboratoriearbeid

Grunnundersøkelsene utført i 1999 er delt inn i 5 områder og nummerert etter følgende system:

Sørenga: Borpunktsnummer 99001 - 99026

Loenga: Borpunktsnummer 99101 - 99152

Havnelageret: Borpunktsnummer 99201 - 99216

Bispevika: Borpunktsnummer 99301 - 99309

Bjørsvika: Borpunktsnummer 99401 - 99423

Borpunktsnumrene er for oversiktens skyld gjengitt på oversiktstegningen (-86), og på lengdeprofilene (-87 til -90).

Grunnundersøkelsene på Loenga er utført parallelt med borerigger fra henholdsvis Statens vegvesen Akershus og Statens vegvesen Buskerud. Boringene er utført i januar og februar 1999. Begge fylkene benytter borerigg GTB-150.

Det er utført 52 totalsonderinger til fjell.

Det er tatt opp tre prøveserier med 54 mm prøvetaker. Prøveseriene er tatt til stopp mot fast grunn eller fjell.

Det gjøres oppmerksom på at lengdeprofilene er tegnet opp fra Ekebergåsen og mot Sørenga/Bispevika i overensstemmelse med kjeding på linjene (dvs. fra SØ og mot NV). Der det var stor uoverensstemmelse mellom terrengmodellen og innmålt topp boring er terrenget på lengdeprofilene lagt i høyde med boringene.

Spyletrykket ved totalsonderingene er ikke vist på grunn av registreringsfeil.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Vegteknisk avdeling. På den ene prøveserien, hullnr. 99135, er det i tillegg til rutineundersøkelser utført kontinuerlige ødometerforsøk og treaksialforsøk.

3. Grunnforhold

Registrert fjellnivå varierer i det undersøkte området fra kote ca. +12 til kote ca. -20 for østgående løp og fra kote ca. +19 til kote ca. -13 for vestgående løp. Fjellet faller av mot NV, dvs. mot Sørenga.

Ut i fra sonderingene er det grunn til å tro at løsmassene over fjell består av leire under et fastere topplag. Det er også registrert et fast lag over fjell, mektigheten av dette laget er inntil 3 - 5 m.

De tre prøveseriene som er tatt opp ligger inntil ca. 80 m fra hverandre, imidlertid tyder resultatene av laboratorieforsøkene på at materialet er relativt homogent i området. Prøveseriene vil derfor bli beskrevet under ett.

Prøveseriene viser et fast lag i toppen, tykkelsen av dette er 3 - 4 m. Under det faste topplaget er det siltig leire/ leire ned mot fjell. I den siste prøven ned mot fast grunn, er det grovere masser (siltig, leirig sand). Glødetapsanalysene indikerer et innhold av organisk materiale på 1,6 - 2,7 %.

I den ene prøveserien, hull 99135, er det påvist en del skjellrester i materialet.

Treaksialforsøk

Prøvene for treaksialforsøkene er konsolidert anisotropt, det er benyttet $K_0' = 0,55$. Det gjøres oppmerksom på at prøvene er konsolidert til ca. 10 - 20 kPa under in-situ markspenninger, idet det ble benyttet en grunnvannstand 1 m under terreng for beregning av konsolideringspenninger.

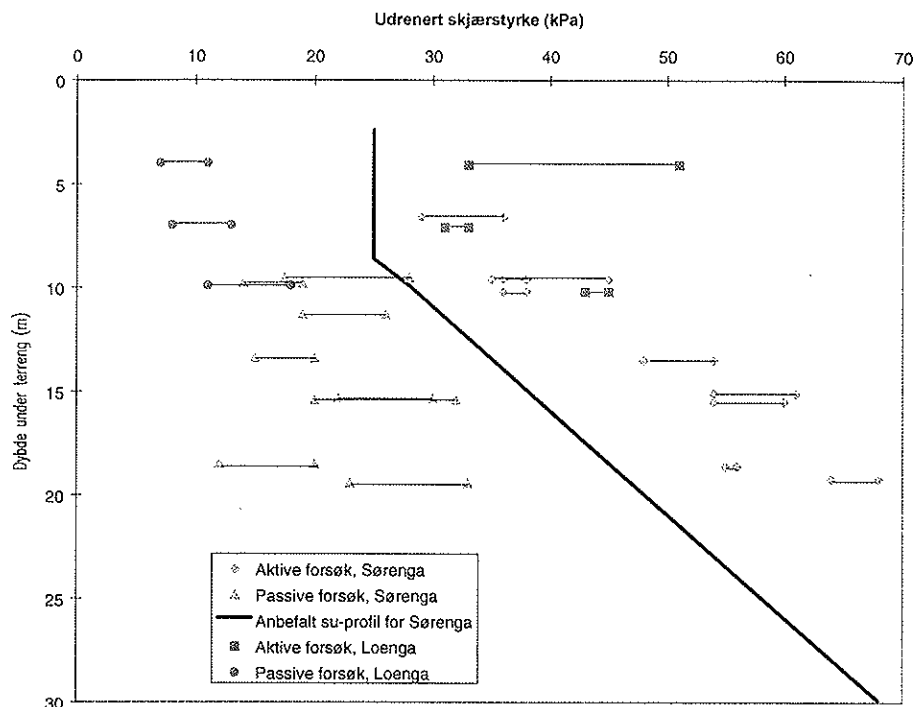
Volumet av utpresset porevann er målt under konsolideringen, og er brukt som et mål på graden av prøveforstyrrelse. Klassifisering av forsøket er i henhold til Håndbok 016, Geoteknikk i vegbygging (side 68).

Aktive treaksialforsøk			
Lab.nr.	Kote *)	Utpresset porevann (cm ³)	Kommentar
142C	+2,1	2,50	godt forsøk
145C	-0,9	5,00	godt - akseptabelt forsøk
148B	-3,8	5,00	godt - akseptabelt forsøk
Passive treaksialforsøk			
Lab.nr.	Kote *)	Utpresset porevann (cm ³)	Kommentar
142D	+2,0	3,00	godt forsøk
145D	-1,0	5,00	godt - akseptabelt forsøk
148E	-4,1	8,00	akseptabelt forsøk.

*) For beregning av kotehøyde er det tatt utgangspunkt i at terrengkote (dybde 0) er på + 6,1.

Treaksialforsøkene er tolket med hensyn på effektivspenningsparametrene attraksjon (a) og friksjonsvinkel (φ) samt med hensyn på udrenert skjærstyrke s_u . Tolkningparametrene er oppsummert i bilag 4.

Figur 1 viser tolkede udrenerte skjærstyrker for Loenga plottet sammen med forslag til anbefalt s_u -profil for Sørenga, samt skjærstyrkeverdier fra alle utførte treaksialforsøk på Sørenga (dvs. hull nr. 4-S fra 1996, hull nr. 9828 fra 1998 og hull nr. 99014 fra 1999). Det er vist tolket s_u ved henholdsvis 2% deformasjon og 8% deformasjon. Ut i fra en samlet vurdering av treaksialforsøkene samt rutineforsøk (konus og enaksiale trykkforsøk), anbefaler vi at det benyttes samme skjærstyrkeprofil for leira på Loenga som på Sørenga.



Figur 1 Forslag til skjærstyrkeprofil for Loenga og Sørønga, ved Loenga gjelder profilet ned til fast grunn over fjell (mellom 8 og 13 m under terreng).

Ut i fra de utførte treaksialforsøkene kan det etter vår mening være grunnlag for å tolke følgende effektivspenningsparametre:

Aktiv styrke:	$a_A = 10 \text{ kPa}$	$\varphi_A = 30^\circ$
Passiv styrke:	$a_P = 10 \text{ kPa}$	$\varphi_P = 11^\circ$

På grunn av at treaksialforsøkene er konsolidert til spenninger som er noe lavere enn in-situ markspenninger, kan dette gi noe for høye effektivspenningsparametre. Vi anbefaler derfor at aktiv styrke justeres ned, og at det benyttes samme aktive styrke for Loenga som for Sørønga.

Følgende effektivspenningsparametre anbefales benyttet på Loenga:

Aktiv styrke:	$a_A = 10 \text{ kPa}$	$\varphi_A = 28^\circ$
Passiv styrke:	$a_P = 10 \text{ kPa}$	$\varphi_P = 11^\circ$

Ødometerforsøk

Ødometerforsøkene er kjørt som kontinuerlige ødometerforsøk av typen CRS (Constant Rate of Strain).

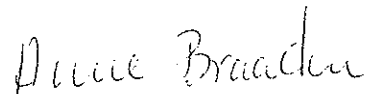
Forsøkene viser at modultallet er i størrelsesorden $m = 24$ for den siltige leiren og i størrelsesorden $m = 15$ for leira. Konsolideringskoeffisienten ligger i området $C_v = 10 \text{ m}^2/\text{år}$ for spenningsnivåer lavere enn p_0' . For spenningsnivåer større enn p_0' er konsolideringskoeffisienten i størrelsesorden $C_v = 15 \text{ m}^2/\text{år}$ for den siltige leira og $C_v = 6 \text{ m}^2/\text{år}$ for leira.

Tolkningsparametre fra ødometerforsøkene er oppsummert på bilag 7.

Vegteknisk avdeling
Geoteknisk kontor



Frode Oset
senioringeniør



Anne Braaten
overingeniør

Rapport nr. 7

Rapport nr. 6

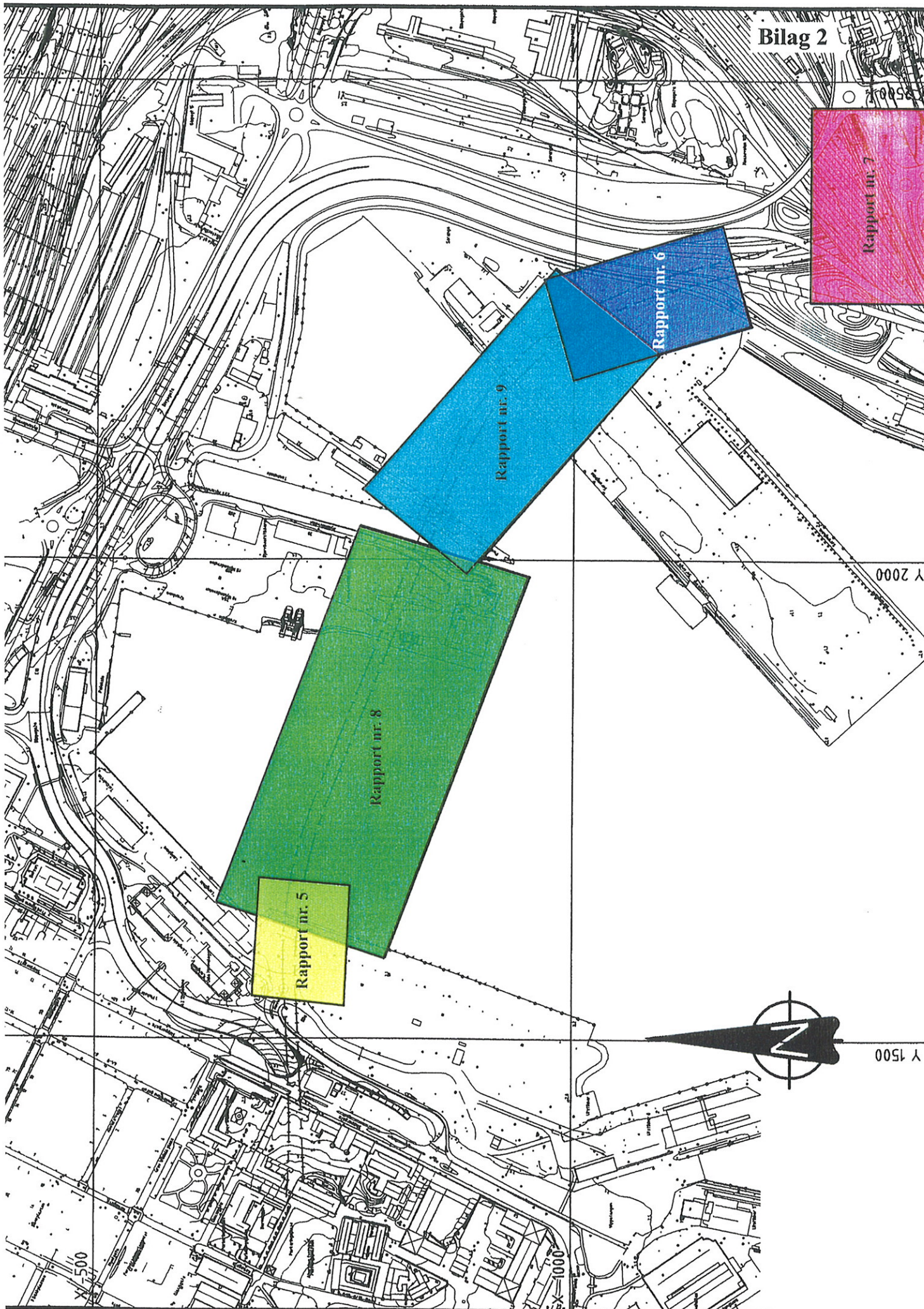
Rapport nr. 9

Rapport nr. 8

Rapport nr. 5

Y 2000

Y 1500



Totalsonderinger - Loenga

Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Terreng-kote	Fjellkote	Merknad	Rigg *)
99101	-1225,3	2344,6	+4,4	-12,9		A
99102	-1244,2	2284,7	+8,3	-20,6		B
99103	-1248,2	2293,6	+8,5	-17,3		B
99104	-1253,0	2285,5	+9,1	-18,1		B
99105	-1263,1	2296,1	+8,9	-12,1		B
99106	-1267,9	2287,7	+10,0	-15,4		A
99107	-1238,7	2350,2	+6,4	-9,6		A
99108	-1248,7	2355,3	+6,1	-8,0		A
99109	-1254,6	2347,5	+4,6	-6,9		A
99110	-1277,8	2298,7	+9,6	-8,6		B
99111	-1282,7	2290,5	+10,7	-12,3		A
99112	-1291,1	2291,4	+9,1	-12,2		B
99113	-1297,1	2302,4	+6,3	-8,3		B
99114	-1307,2	2305,6	+6,0	-7,6		A
99115	-1313,0	2296,3	+6,1	-9,9		A
99116	-1323,5	2298,5	+6,2	-7,4		A
99117	-1327,9	2308,9	+6,2	-4,9		B
99118	-1332,9	2300,6	+6,2	-6,5		A
99119	-1339,3	2311,9	+6,2	-4,0		B
99120	-1343,4	2303,3	+6,2	-4,4		A
99121	-1347,0	2314,1	+6,2	-0,6		B
99122	-1351,1	2315,7	+6,2	+2,2		B
99123	-1352,3	2305,4	+6,3	+2,5		A
99124	-1356,2	2304,5	+6,3	+4,2		A
99125	-1371,1	2321,1	+14,2	+9,3		B
99126	-1374,9	2312,2	+14,4	+7,4		B
99127	-1379,1	2314,1	+14,8	+11,9		B
99128	-1261,6	2362,9	+5,8	-9,7		B
99129	-1267,7	2355,7	+5,8	-7,6		B
99130	-1269,7	2368,6	+5,9	-7,1		B
99131	-1275,0	2360,1	+5,8	-6,9		B
99132	-1276,7	2373,8	+6,0	-6,2		A
99133	-1282,6	2366,2	+6,0	-6,3		B
99134	-1290,3	2372,1	+6,0	-5,4		B
99135	-1292,4	2385,7	+6,1	-3,9		A
99136	-1298,0	2378,2	+6,1	-3,8		B
99137	-1298,9	2391,0	+6,1	-2,7		A
99138	-1304,0	2394,8	+6,1	-1,7		A
99139	-1307,9	2398,9	+6,2	-0,5		B

99140	-1311,4	2401,8	+6,1	+0,4		B
99141	-1308,0	2387,0	+6,1	-1,5		B
99142	-1311,7	2390,3	+6,2	-0,9		A
99143	-1315,0	2393,2	+6,1	0,0	Rakk ikke bore 3 m i fjell pga. kommende tog.	A
99144	-1330,4	2406,8	+13,8	+3,1		B
99145	-1333,9	2420,2	+13,6	+3,6		B
99146	-1338,3	2413,3	+13,5	+9,0		B
99147	-1344,7	2418,2	+13,4	+10,2		B
99148	-1340,4	2427,5	+13,5	+10,7		B
99149	-1351,6	2437,9	+17,5	+12,7		B
99150	-1355,3	2428,8	+17,0	+16,4		B
99151	-1355,6	2440,4	+18,0	+14,2		B
99152	-1360,3	2432,3	+20,4	+19,0		B

*)Hullnummer merket med A i kolonnen for Rigg er boret av Statens vegvesen Akershus
Hullnummer merket med B i kolonnen for Rigg er boret av Statens vegvesen Buskerud

Tolkningsparametre fra treksialforsøk, totalspenningsbasis

Kote	Type forsøk	p_o' [kPa]	K_o'	u_o [kPa]	w [%]	ΔV [cm ³]	s_u [kPa]	s_u/p_o'	s_u [kPa]	s_u/p_o'
							$\varepsilon_v = 2\%$		$\varepsilon_v = 8\%$	
+2,1	CAUA1	48,0	0,55	30,0	30	2,5	33	0,69	51	1,06
-0,9	CAUA1	76,0	0,55	60,0	35	5,0	31	0,40	33	0,43
-3,8	CAUA1	103,0	0,55	89,0	30	5,0	43	0,42	45	0,44
+2,0	CAUP3	48,5	0,55	31,0	30	3,0	7	0,14	11	0,22
-1,0	CAUP3	77,0	0,55	61,0	35	5,0	8	0,10	13	0,17
-4,1	CAUP3	106,0	0,55	92,0	30	8,0	11	0,10	18	0,17

* p_o' er beregnet med en antatt grunnvannstand 1 m under terreng.

Tolkningsparametre fra treksialforsøk, effektivspenningsbasis

Kote	Type forsøk	p_o' [kPa]	K_o'	u_o [kPa]	w [%]	ΔV [cm ³]	a [kPa]	ϕ [°]	Materiale	Bilag
+2,1	CAUA1	48,0	0,55	30,0	30	2,5	10	30	leirig silt	5
-0,9	CAUA1	76,0	0,55	60,0	35	5,0	10	30	leire	
-3,8	CAUA1	103,0	0,55	89,0	30	5,0	10	30	leire (sandkorn)	
+2,0	CAUP3	48,5	0,55	31,0	30	3,0	10	11	leirig silt	6
-1,0	CAUP3	77,0	0,55	61,0	35	5,0	10	11	leire	
-4,1	CAUP3	106,0	0,55	92,0	30	8,0	10	11	leire (sandkorn)	

CAUA1: "Anisotrop konsolidert, udrenert, aktiv, type 1", dvs. selve skjærforsøket utføres ved å øke vertikalspenningen, mens horisontalspenningen holdes konstant.

CAUP3: "Anisotrop konsolidert, udrenert, passiv, type 3", dvs. selve skjærforsøket utføres ved å minske vertikalspenningen, mens horisontalspenningen holdes konstant.

p_o' : effektivt overlagringstrykk

K_o' : effektiv hviletrykkskoeffisient under konsolideringen

u_o : poretrykk

w : initielt vanninnhold

ΔV : utpresset porevann under konsolidering

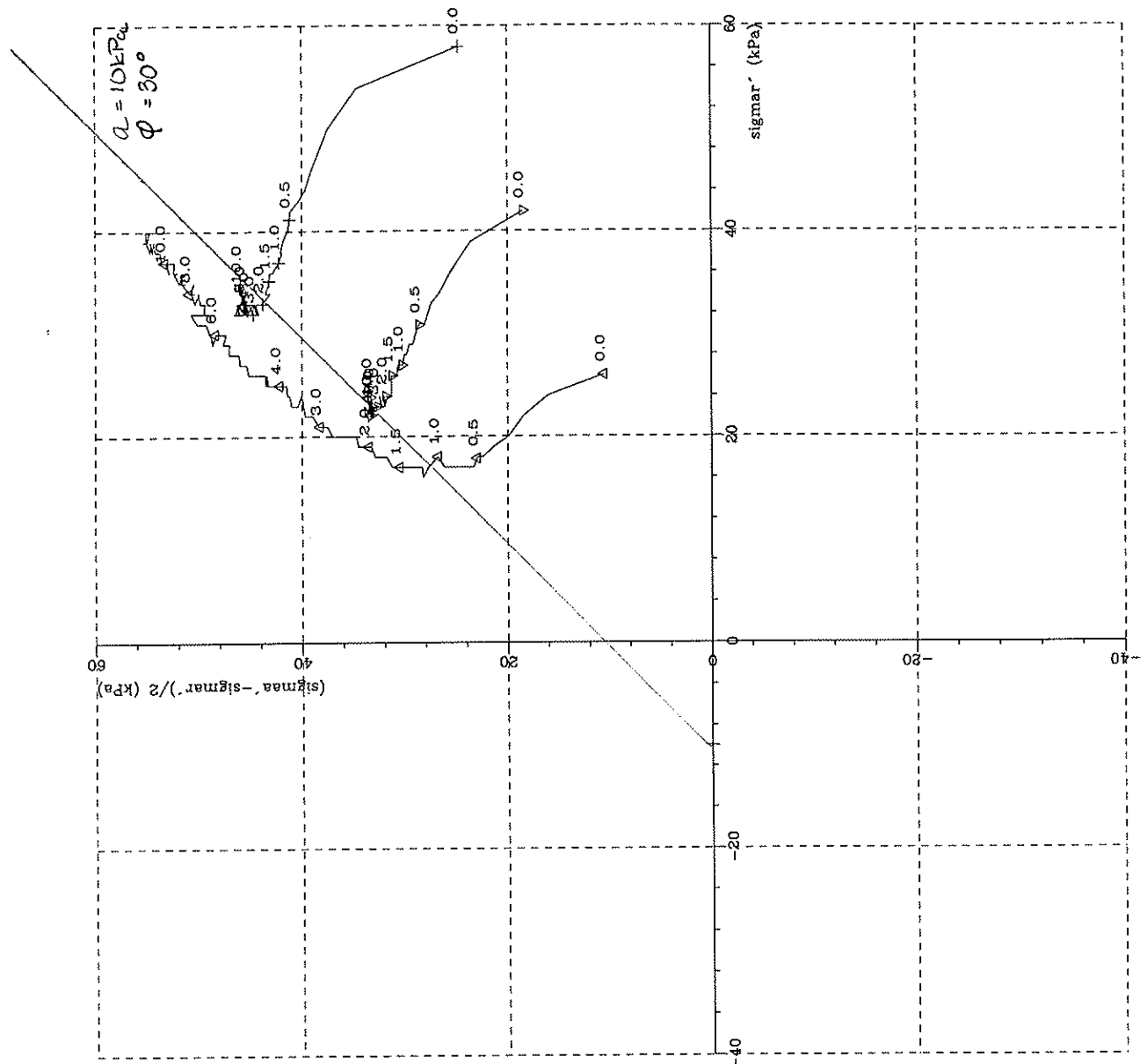
a : attraksjon

ϕ : friksjonsvinkel

s_u : udrenert skjærstyrke fra treksialforsøk

ε_v : vertikal tøying

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
△	99135A	4.00	142C	CAUA1	2.50	12 4	leirig silt
△	99135A	7.00	145C	CAUA1	5.00	12 4	leire
△	99135A	9.90	148B	CAUA1	5.00	12 4	leire, sand og gruskorn



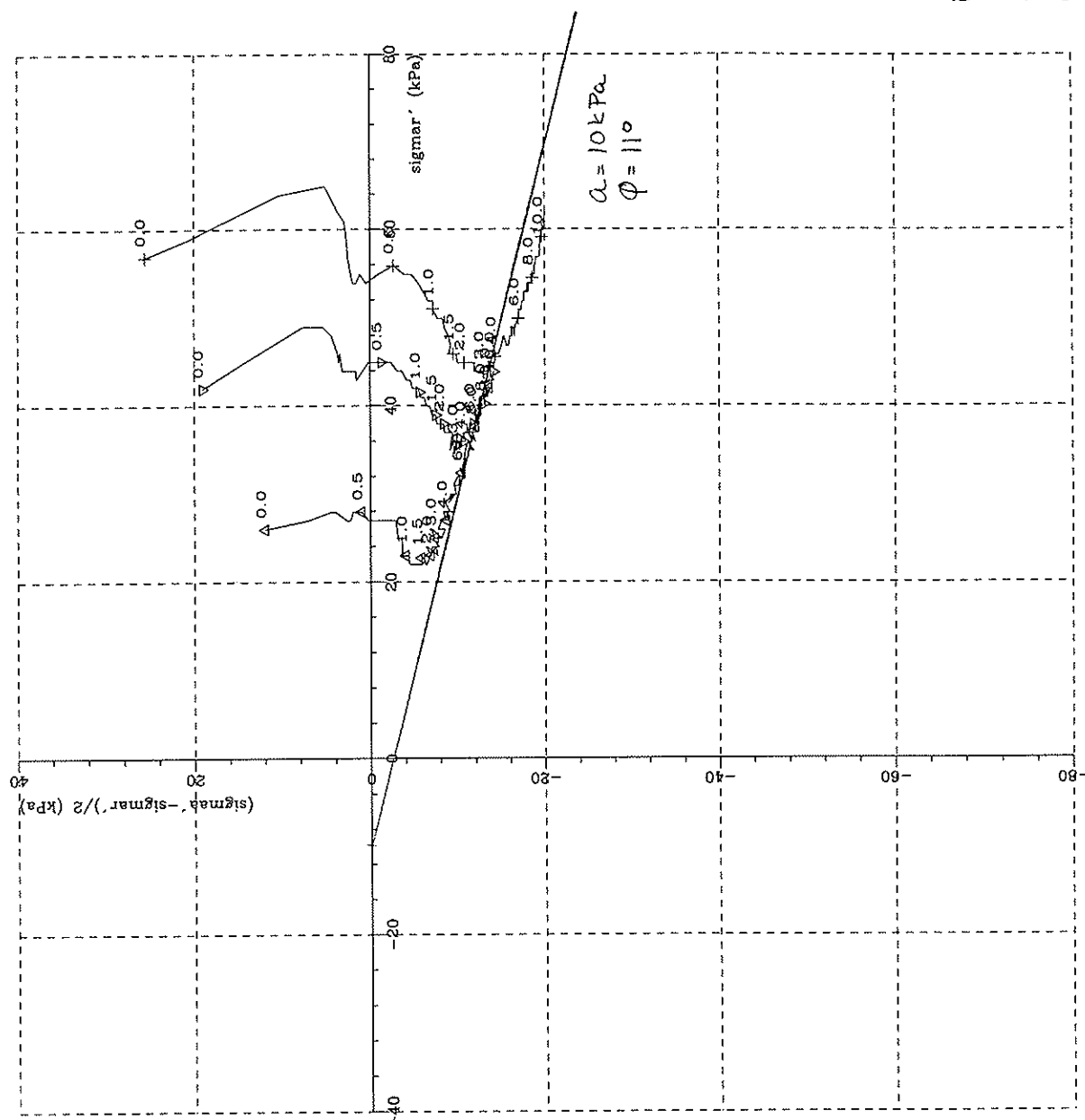
TREAKSIALFORSØK

VEGTEKNISK AVDELING

Oppdr.nr.
A21ADato
6. 4.99

Fig.

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
△	99135A	4.10	142D	CAUP3	3.00	12 4	leirig silt
△	99135	7.10	145D	CAUP3	5.00	12 4	leire
△	99135A	10.20	148E	CAUP3	8.00	12 4	leire, sand og gruskorn



TREAKSIALFORSØK

VEGTEKNISK AVDELING

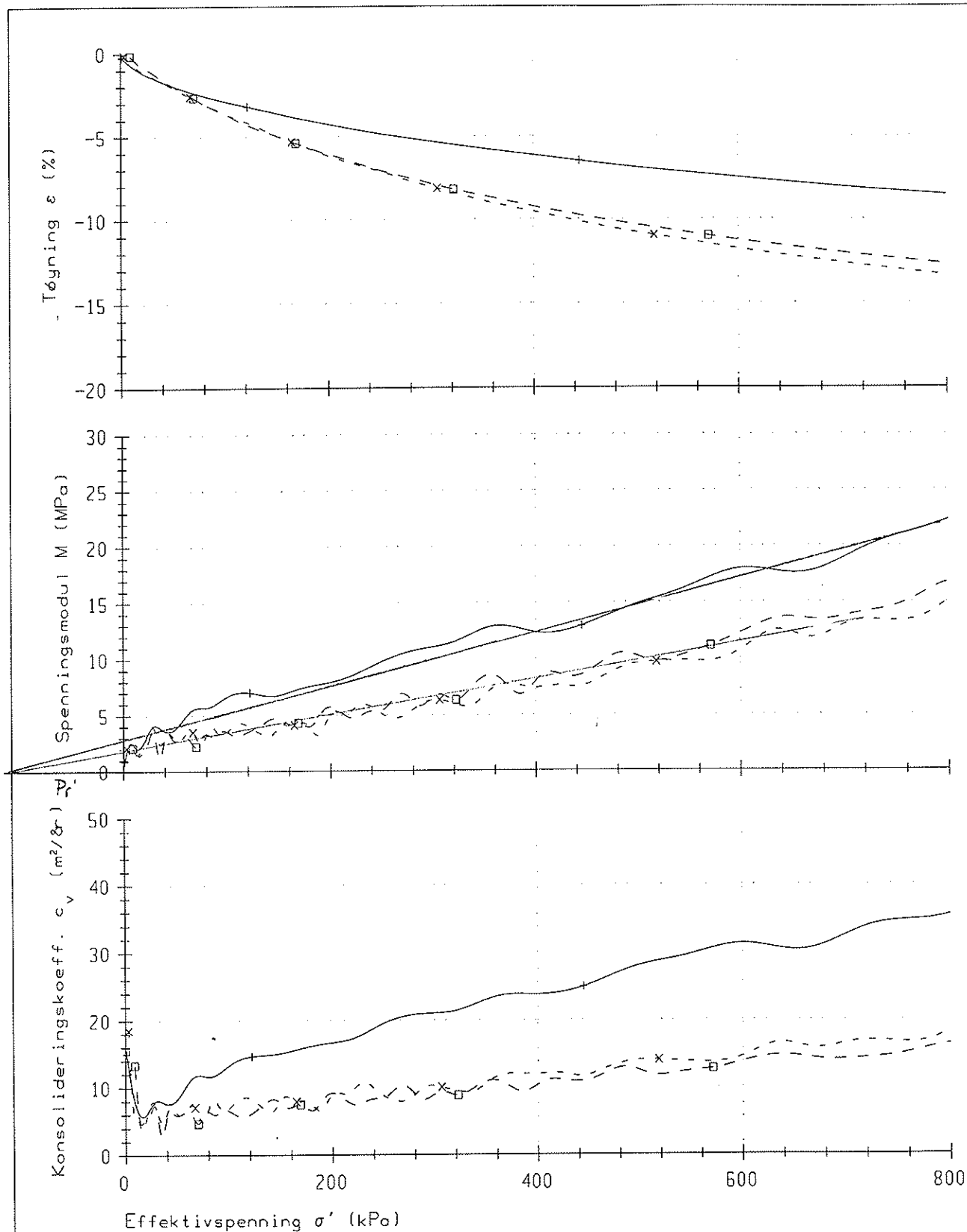
Oppdr.nr.
A21ADato
6. 4.99

Fig.

Tolkningsparametre fra ødometerforsøk

Kote/dybde	p_o' [kPa]	p_c' [kPa]	M [MPa]	m	p_r' [kPa]	c_{v1} [m ² /år]	c_{v2} [m ² /år]	Materiale	Bilag
+1,8 / 4,3	50	-	3	24	110	10	15	siltig leire	8
-1,1 / 7,2	77	-	3	15	110	10	6	leire	8
-4,0 / 10,1	105	-	3	15	110	10	6	leire	8

p_o' : effektivt overlagringstrykk
 p_c' : effektivt forkonsolideringstrykk
 p_r' : referansespenning
M: modul for spenninger mindre enn p_c' (p_o')
m: modultall
 c_{v1} : konsolideringskoeffisient gjeldende for spenningsområdet mindre enn p_o'
 c_{v2} : konsolideringskoeffisient umiddelbart etter passering av p_o'
w: initielt vanninnhold



	Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
+	99135A	4.3	142F	CRS	siltig leire
x	99135A	7.2	145E	CRS	leire
□	99135A	10.1	148D	CRS	leire

KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag

A21A

Dato

1999-03-16

Fig.