

R.1088 MELLOMVEIEN

GRUNNUNDERSØKELSER
DATARAPPORT



15.09.99


TEKNISK SEKSJON

UTBYGGINGSKONTORET TRONDHIEM KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE
AVDELING BYUTVIKLING
UTBYGGINGSKONTORET
Teknisk seksjon

Rapport fra Geoteknisk faggruppe.

Oppdrag: R.1088	MELLOMVEGEN ledningsanlegg		
	Grunnundersøkelse m. vurderinger		
Trondheim den:	15.09.1999		
Oppdragsgiver:	Internt	Oppdrag ved:	A. Remmen
UTM-referanse:	NR 714 354	Sted:	Lademoen
Feltarbeide utført:	2/7, 5/7 og 27.08.99	Antall bilag:	11
		Antall tekstsider:	7
Feltmetoder:	dreieboringer	prøveserier	piezometer
Emneord:	grøftetrasè	kvikkleire	spunting
Saksbehandler:	Stig Vognild 		
Sammendrag:	<p>Gravearbeidet i forbindelse med utskifting av ledningsanlegg i Mellomvegen er vurdert.</p> <p>Det er utført dreieborig i 11 punkter, tatt opp 54 mm uforstyrrede prøver fra 6 borpunkt og satt ned ett piezometer.</p> <p>Grunnen i området er øverst friksjonsmasser (grusig sand) over middels fast til bløt leire som mot Innherredsvegen er meget sensitiv og kvikk.</p> <p>Grunnvannet langs trasèen står ca. 2,5 meter under terreng.</p> <p>Ved graving for AF-ledning, er det nødvendig å grave mellom stålsput (se tabell s 6).</p> <p>Vannledningen krever separat grøft med ca. 2,5 m dybde.</p> <p>Dette betyr at grøfta på enkelte strekninger kommer under GV, og på enkelte strekninger ned i leira.</p> <p>Der grøfta kommer ned under GV, må det graves inne i grøftekasse.</p>		

1. INNLEDNING.

Generelt I forbindelse med ombygging av Mellomvegen, skal vann- og avløpsledninger fornyes.

Langs husrekken Mellomvegen 1 - 14 går eksisterende avløpsledning under fortauet, nær inntil husveggene. Ledningen ligger her på ca. 3-4 m dybde, mens husfundamentene ligger på ca. 2,5 m dybde.

I nordøstre del av trasèen (Anders Buens gate forbi Grundtvigs gate) ligger avløpsledningen i vegbanen. Dybden er her mellom 2,5 og nesten 4 meter.

Vannledningen følger grovt sett samme trasé, men dybden er her mindre: ca. 2 m.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Feltarbeid Til denne rapporten er det utført dreiesonderinger til 15 m dybde i 8 punkter, til 10 m dybde i 2 punkter og til 40 m dybde i ett punkt. Det er tatt opp uforstyrrede prøver ned til 6 m dybde med 54 mm prøvetaker fra 5 borhull, og til 5 m i ett borhull. Det er satt ned ett piezometer i 5 m dybde.

Laboratorieundersøkelser Prøvene (boring 2, 4, 5, 7, 9 og 10) er undersøkt i fagguppens laboratorium. Prøvene er visuelt klassifisert ved åpning og det er utført rutineundersøkelser for å bestemme vanninnhold og skjærstyrkeparametre på totalspenningsbasis. Det er også foretatt bestemmelse av styrkeparametre på effektivspenningsbasis (treaks) for prøver fra borpunkt 4, 5 og 7.

Presentasjon Borpunktene plassering er vist på situasjonskartet bilag 1. Dreieboringene er vist på lengdeprofilen bilag 2. Resultatet fra laboratorieundersøkelsene er vist på borprofilene bilag 3 - 8 og treaksforsøkene er presentert i bilag 9 - 11.

3. GRUNNFORHOLD

Topografi Terrenget langs trasèen ligger på kote 11.5 - 13.0, svakt stigende i trasèens lengderetning mot nordøst. Det er et lite lavbrekk ved krysset Nidarholms gate.

Grunnen Under vegens overbygning kommer et topplag bestående av grusig sand. Dette sandlaget ser ut til å finnes i hele området. Topplagets mektighet er fra 1,8 - 3,5 meter (inklusive vegens overbygning). Topplaget ser ut til å være tynnere i lavbrekket ved Nidarholms gate.

Under friksjonsmassene er det leire til stor dybde (40 meter i borhull 5). Leira er generelt middels fast til bløt, fastest i nordøstre del.

Leira er meget sensitiv mot Innherredsvegen, avtagende til lite sensitiv mot nordøstre del av trasèen

I borpunkt 2, 4 og 5 er leira meget sensitiv med stort vanninnhold. I disse prøvehullene er det også registrert **KVIKKLEIRE**. Kvikkleira finnes i hhv. ca 4.6 m, 5.0 og 3.8 m dybde (ca. 1 m under topplaget).

I borhull 9 (helt nordøst i trasèen) er grunnforholdene trolig bedre, men både vanninnhold og sensibilitet ser ut til å øke med dybden. Dette kan indikere at leira går over til å bli kvikk med dyden også her. Dreiemotstanden øker imidlertid med dybden, noe som ikke indikerer kvikkleire.

Oversikt styrkeparametre leire					
Borpunkt	Dybde	Effektivspenningsbasis		Totalspenningsbasis	Kommentar
		a (kPa)	tan ϕ	s_u (kPa)	
2	3,3-4,5			25 - 40	
	4,5-6,0			18	kvikk
4	3,3-6,0			15 - 25	
	3,6	10	0,40		
	4,9 - 6,0			15	kvikk
5	3,2-3,65			ikke målt (omrørt)	
	3,65 - 4,2			- " -	kvikk
	4,2 - 6,0			20 - 35	
	4,5	10	0,4		
7	2,0 - 6,0			25 - 38	
	3,4	10	0,5		
9	2,0-6,0			30 - 50	sensitiv idybden
10	2,2 - 5,0			10 - 30	

Grunnvann	Det ble satt ned et piezometer i borhull 5. Poretrykket i 5 meters dybde tilsvarer GV 2,43 m under terreng med hydrostatisk forhold. Det er derfor antatt at GV står maksimalt 2 meter under terreng langs trasèens sørvestre del, økende til over 3 meter i krysset med Gunnevigsgate.
Fjell	Fjell ble ikke påvist ved boringene og forventes å ligge i stor dybde under terreng.

4. VURDERINGER

4.1 AVLØPSLEDNINGER

Fra Mellomvegen 1 - 8 skal eksisterende avløpsledning rehabiliteres med strømpeforing. Graving ikke påkrevd.

Fra Mellomvegen 12 til Jon Raudes gate (SK 12 - SK1 - SK2) skal det legges ny felles avløpsledning. Kum SK12 trekkes ut fra husveggen Mellomvegen 12 (innerkant graving minimum 4 meter fra vegg). Grøftedybden på dette strekket vil bli ca. 3 meter.

I borpunkt 4 er det tatt opp uforstyrrede prøver fra 1 til 6 meter. Borprofilet viser at topplaget av friksjonsmateriale her går ned til 3,3 m dybde. Under topplaget kommer bløt leire som er kvikk fra ca. 4,9 m dybde. På grunn av den høye grunnvannsstanden og usikkerhet i dybden på eksisterende kummer, vil spunting bli nødvendig på dette strekket, selv om grøfta trolig ikke kommer ned i leira.

Ved Lademoen skole (SK4 - SK5 - SK6) skal det også legges ny avløpsledning. Grøftedybden på dette strekket blir ca. 4 meter. Borprofilet fra pkt. 5 (se bilag ?) viser vegoverbygning/grusig sand ned til 3,2 meter. Deretter kommer ett tynt lag sensitiv leire over kvikkleire. Udrenert skjærfasthet avtar fra 35 til under 20 kPa fra 4 til 6 meter. Treksforsøk fra 4,5 m dybde viser attraksjon $a=10$ kPa og $\tan\phi=0,4$. Grunnvannstanden er målt til å stå ca. i 2,4 m under terreng. På dette strekket er det nødvendig med 8 m lang stålpunt med 2 stivernivåer.

Mellomvegen 24 forbi Grundvigs gate (SK7 - SK8 - SK9 - SK10). Grøftedybden blir her noe mindre (3,0 - 3,5 meter). Dessuten øker leira skjærstyrke. Her holder det med 6 meter lang stålpunt med ett stivernivå.

Oversikt om spunting kapittel 5.

4.2 VANNLEDNINGER

Det blir nødvendig med separat grøft for vannledning fra Biskop Sigurds gate (VK1) til Anders Buens gate (VK89) med unntak av en kortere strekning ved Mellomvegen 14 (SK12 - SK1).

Grøftedybden blir her opptil 2,5 meter. Prøvetaking i borpkt. 2 og 4 og 5 viser at topplaget i dette området går ned til ca. 3,2 m dybde, mens det i borpunkt 10 er kun 2,2 meter. Grøfta for vannledningen kommer altså i sandlaget fram til ca. Mellomvegen 20, derfra og fram til Anders Buens gate kan grøfta komme ned i leira. Grunnvannet er i borpkt. 5 målt til 2,43 meter under terreng. Det er derfor stor sannsynlighet for at denne grøfta kommer ned under GV. Der en kommer ned under ca. 2,4 meter (GV) må det graves inne i grøftekasser. Det kan bli nødvendig å senke GV lokalt for å lage fundament for ledningen.

Så lenge grøfta ikke når ned til GV, kan det graves uten grøftekasse. Grøfta må graves seksjonsvis (seksjonslengder inntil 4 meter) og igjenfylles før neste seksjon påbegynnes. Grøfta må ikke stå åpen lengre enn 1 døgn.

5. OVERSIKT SPUNTING

Det brukes **spunt** med tillatt bøyemoment >60 kNm/m f.eks:

U-spunt med kvalitet StSp37 eller bedre, f. eks. Larsen 20

Z-spunt med kvalitet StSp37 eller bedre, f. eks. Hoesch 122

Som **pute** benyttes HE220B eller tilsvarende.

Som **stivere** benyttes HE100B (eller tilsvarende bjelke i kvalitet St.37 og med treghetsradius $i_y > 25$ mm). Stiverne plasseres med senteravstand c/c 4,0 meter **forutsatt knekk lengde $< 3,0$ meter**. Ved økt knekk lengde (dvs. grøftebredden) til 4 meter, må senteravstanden mellom stiverne reduseres til 2,5 meter.

Gravemaskin må ikke stå langs grøftesiden, og gravemassene må legges minst 2 meter fra grøftkant.

FRAMGANGSMÅTE ved spuntarbeidene for avløpsledning (ledning og kummer).

1. Eventuell tele skal tines!
2. For å lette rammingen, må det umiddelbart før spunting forgraves (massen løsgjøres med smal skuff) til ca 1,5 meter under terreng (ikke ned i leira). Løsgjorte og telefrie masser fylles inntil ansatte spuntnåler slik at rammingen ikke forårsaker utrasing mot spuntgrøfta.
3. Spunt rammes på begge grøftesider.
4. Grøfta graves ut til nivå 0,5 meter under øvre stiverrekke.
6. Umiddelbart deretter monteres øvre stiverrekke. Stiverne monteres med senteravstand 4 meter.

Ved 2 stivernivå:

7. Det graves videre til 0,5 meter under 2. stivernivå.
8. Umiddelbart deretter monteres nedre stiverrekke. Utforming i h.h.t. beskrivelse foran.

Ved 1 eller 2 stivernivå:

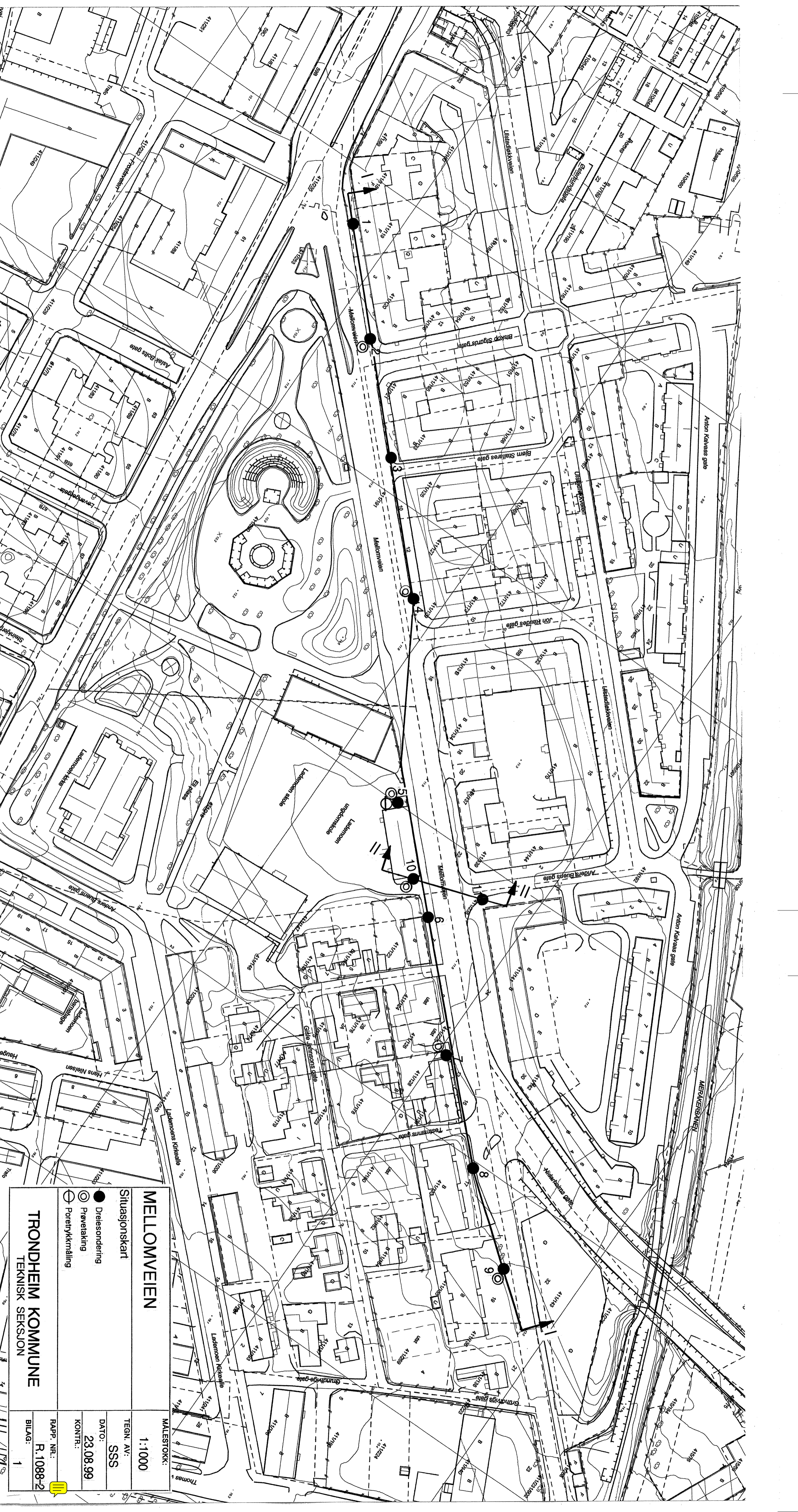
9. Det graves til full dybde.
- X. Dersom det oppstår vannproblemer under gravearbeidet må geotekniker varsles umiddelbart.

Se spuntoversikt neste side.

SPUNTOVERSIKT

STREKKNING	GRAVE- DYBDE (m)	MOMENT SPUNT	SPUNT TYPE (eks.)	SPUNT- LENGDE	STIVERNIVÅ (m under terr.)	BELASTNING STIVER	Stiver- lengde	STIVER- TYPE	senteravst stivere	PUTE
SK4-SK5	4,0	60 kNm/m	Larsen 20, StSp45 Larsen 22, StSp37	8 meter	1,3 og 2,7	50 kN/m	<3 meter	HE100B	4 meter	HE220B
SK5-SK6	4,0 - 3,5	60 kNm/m	- " -	8 meter	1,3 og 2,7	50 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK6-SK7	3,5-3,0	60 kNm/m	- " -	6 meter	1,75	60 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK7-SK8	3,0-3,5	60 kNm/m	- " -	6 meter	1,75	60 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK8-SK9	3,5	55 kNm/m	- " -	6 meter	1,75	60 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK9-SK10	3,5	55 kNm/m	- " -	6 meter	1,75	60 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK12-SK1	3,0	40 kNm/m	- " -	6 meter	1,5	50 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B
SK1-SK2	3,0?	40 kNm/m	- " -	6 meter	1,5	50 kN/m	<3 meter	HE100B	- " -	HE220B

POST	KODE	TEKST	ENH	MGD	PRIS	SUM
	H3	SPUNT OG AVSTIVING				
	H31	SPUNTVEGGER AV STÅL				
	H31.100	Protokoll for stålpunt	RS			
	H31.200	Rigging for ramming av stålpunt	RS			
	H31.300	Forgraving før ramming av stålpunt	RS			
	H31.410	Levering av spuntnåler som beskrevet	m ²	3600		
	H.31.520	Oppstilling for nedramming av spunt	stk			
	H31.530	Nedramming av spunt	m ²	3600		
	H31.810	Rigging for trekking av stålpuntvegg	RS			
	H31.820	Trekking av stålpuntvegg	m ²	3600		
	H35	FORANKRING OG AVSTIVING				
	H35.1	PUTER				
	H35.110	Levering og montering av pute som beskrevet	m	1310		
	H35.120	Fjerning av puter	RS			
	H35.3	STIVERE				
	H35.310	Stivere av stål som beskrevet	stk	100		
	H35.340	Demontering av stivere	RS			



MELLOMVEIEN

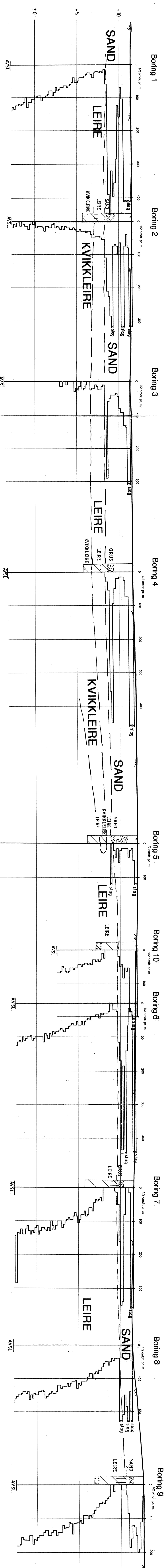
Situasjonskart

● Dreiesonerding
 ⊙ Prøvetaking
 ⊖ Poretrykkmåling

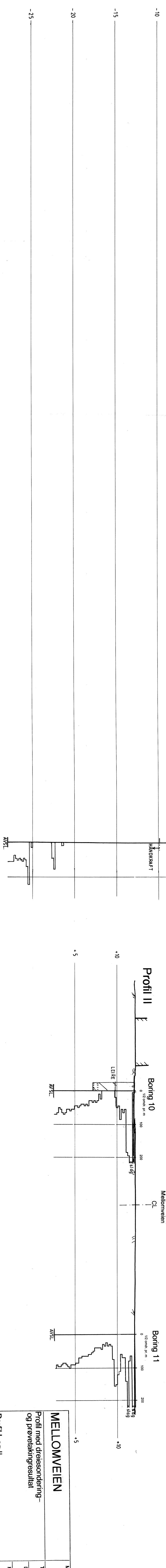
TRONDHEIM KOMMUNE
 TEKNISK SEKSJON

MALESTOKK: 1:1000
 TEGN. AV: SSS
 DATO: 23.08.99
 KONTR.:
 RAPP. NR.:
 R.1088-2
 BILAG: 1

Profil I



Profil II



MELLOWVEIEN
 MÅLSTOKK:
 LM 1:500
 HM 1:200
 TEGN. AV:
 SSS
 DATO:
 26.08.99
 KONTR.:

Profil I og II
TRONDHEIM KOMMUNE
 TEKNISK SEKSJON
 RAPP. NR.:
 R.1088-2
 BILAG:
 2

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi- tivitet	
				Plastisk område		W _P	W _L		Konusforsøk ▽	Vingeborring +	kN/m ²			
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	
				Prøve mistet										
	GRUS, fin sandig		16											
	LEIRE		17					(17,2)	OMRØRT	UFORSTYRRET				8
	LEIRE		18					(16,9)						10
5	KVIKKLEIRE		19					17,2						14
	KVIKKLEIRE		19					(17,0)	(▽) noe omrørt					22
10														45
15														63
20														
25														

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi- tivitet	
				Plastisk område		w _p — w _L			Konusforsøk ▽		Vingebooring +			
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²
	SAND, grusig		05											
			06											
	LEIRE, sensitiv homogen		07					16,8						
	KVIKLEIRE sensitiv homogen		08					(17,5)						
	LEIRE, sensitiv homogen		09					16,4						
5								(16,8)						
								17,6						
								(16,8)						
10														
15														
20														
25														

OMRØRT

UFØRSTYRRET

60
34
32
32

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet	
				Plastisk område		WP → WL			Konusforsøk ∇		Vingeborring +				
				20	30	40	50%		20	40	60	80	100	kN/m ²	
5	LEIRE homogen	○	25					(17,2)							6
			26					17,6 (17,1)							9
			27					16,7 (16,6)							(6)
	tynne siltlag														(5)
10															6
15															5
20															
25															

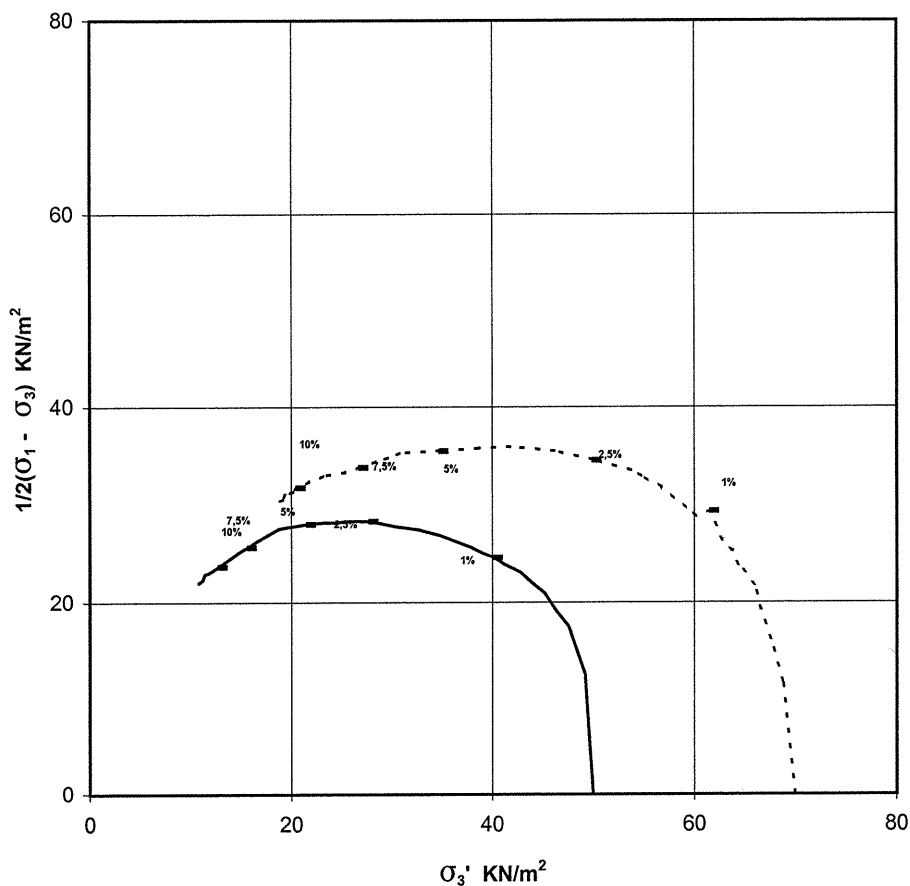
OMRØRT UFORSTYRRET

▼ (∇) noe omrørt

▼ (∇) noe omrørt



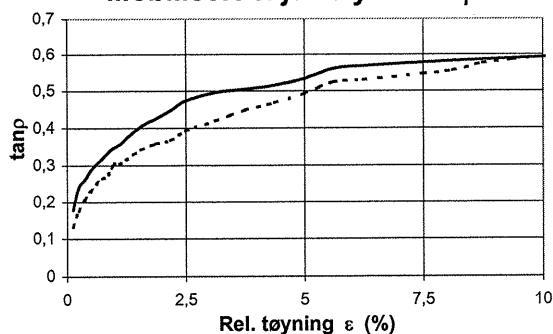
TREAKSIALFORSØK



— Kjøring 1 - - - - Kjøring 2

Mobilisert skjærstyrke $\tan \phi$

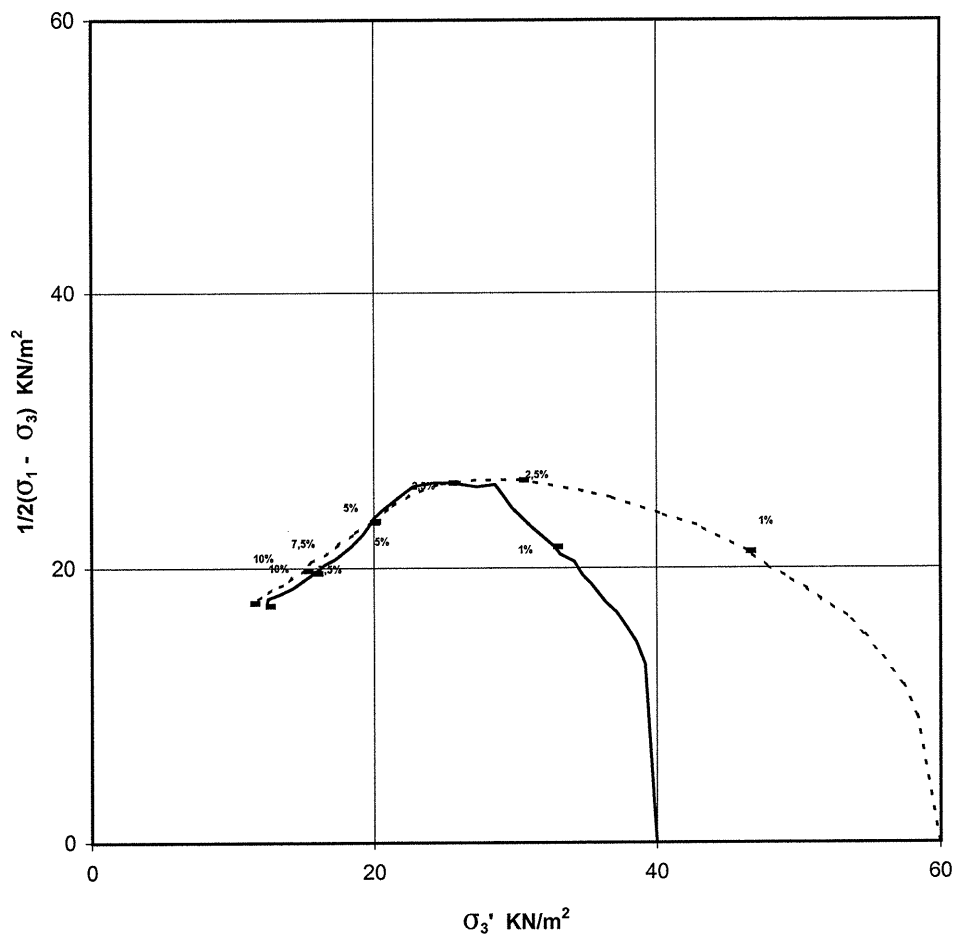
$a = 10 \text{ kPa}$



Kjøring	Lab. Nr.	Dybde (m)	Beskrivelse
1	16	3,55	Leire m. enkelte sandkorn
2	16	3,70	Leire m. enkelte sandkorn



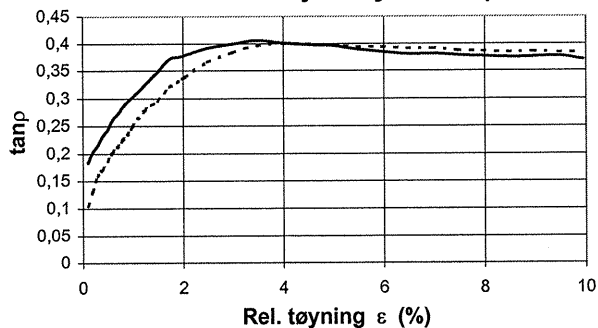
TREAKSIALFORSØK



— Kjøring 1 - - - - Kjøring 2

Mobilisert skjærstyrke tanφ

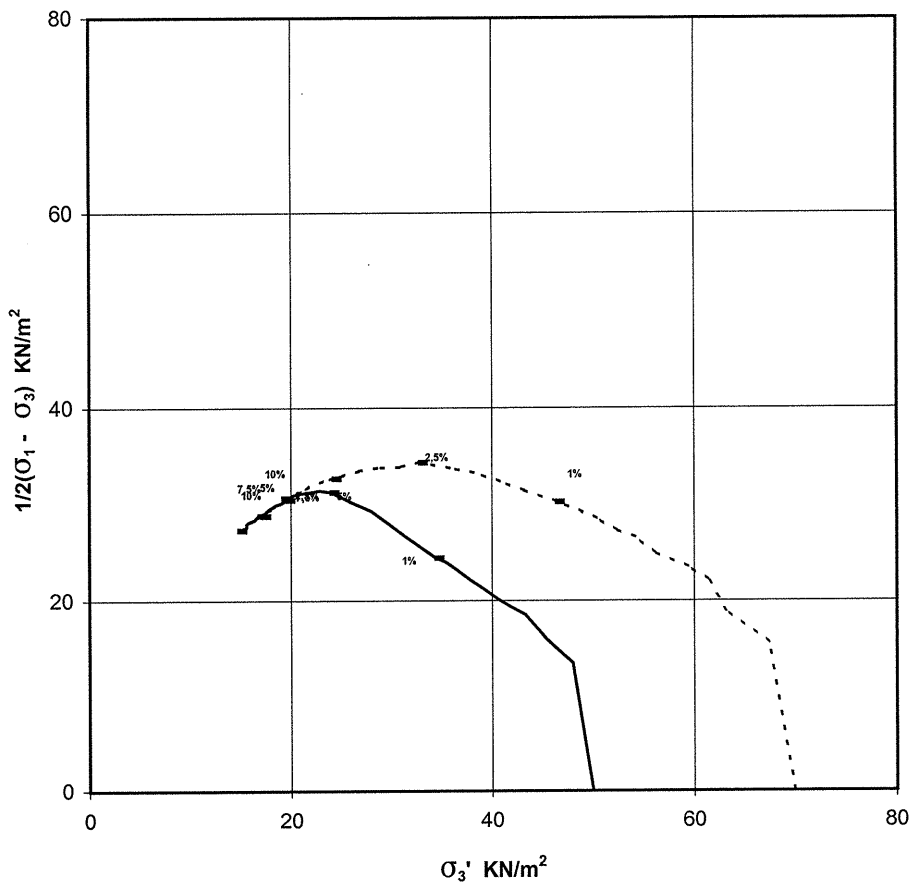
a= 20 kPa



Kjøring	Lab. Nr.	Dybde	Beskrivelse
1	8	4,35	LEIRE, sensitiv, homogen
2	8	4,55	LEIRE, sensitiv, homogen



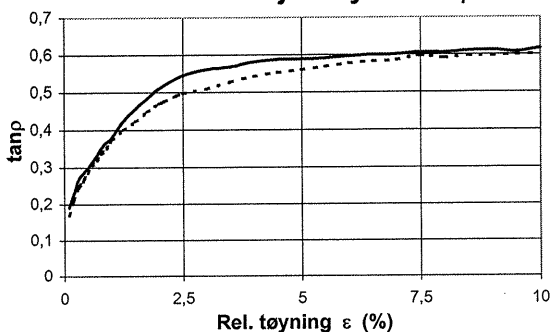
TREAKSIALFORSØK



— Kjøring 1 - - - - Kjøring 2

Mobilisert skjærstyrke tanφ

a= 10 kPa



Kjøring	Lab. Nr.	Dybde (m)	Beskrivelse
1	22	3,45	Leire, homogen
2	22	3,60	Leire, homogen