

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Levanger	Sted Levanger	UTM PR 138 714
Byggherre Trelast as			
Oppdragsgiver Trelast as			
Oppdrag formidlet av Ivar Tronstad			
Oppdragsreferanse Ordrebekreftelse 8. januar 1996			
Antall sider 4	Antall bilag 9	Tegn.nr. 101 - 109	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Trelast as  
Levanger Byggevarer as**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Geotekniske vurderinger**

Oppdrag nr.

11201

Rapport nr.1

19.02.1996

Overingeniør	Jarle Th. Nestvold	Saksbehandler	Erling Romstad
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Denne rapporten gir resultatene fra den utførte grunnundersøkelsen, en kort beskrivelse av grunnforholdene og mulighetene for gjenoppbygging av det utraste anlegget.</p> <p>Løsmassene i området består i hovedsak av bløt leire ned til antatt fjell i dybder 22 til 29 meter under terrenget. Leira er stedvis kvikk.</p> <p>Det er teknisk mulig å bygge opp anlegget. Følgende hovedprinsipp bør legges til grunn for det videre arbeidet med å løse problemene med de dårlige grunnforholdene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• motfylling i elva, lett fylling mellom lagerbygget og elva eller</li> <li>• kalkstabilisering av de bløte leirmassene slik at det kan fylles med ordinære masser til nivå før raset</li> </ul> <p>Planene må bearbejdes nærmere for å beregne kostnadene for de aktuelle alternativene.</p>			

## INNHold

- 1 ORIENTERING
- 2 UTFØRTE UNDERSØKELSER
- 3 GRUNNFORHOLD
- 4 GJENOPPBYGGING, AKTUELLE LØSNINGER

## BILAG

Bilag nr.	Tegn. nr.	Tittel
1	101	OVERSIKTSKART
2	102	SITUASJONSPLAN
3	103	PROFIL 1 MED BORERESULTATER
4	104	PROFIL 2 MED BORERESULTATER
5	105	BORPROFIL PUNKT 104
6	106	BORPROFIL PUNKT 105
7	107	ØDOMETERFORSØK
8	108	TREKSIALFORSØK PUNKT 104, D = 9 METER
9	109	TREKSIALFORSØK PUNKT 104, D = 11 METER

## TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

## 1 ORIENTERING

Etter at lagerbygninga raste ut den 22. desember 1995 er det aktuelt å vurdere mulighetene for gjenoppbygging av anlegget. Grunnundersøkelsen som er utført, danner grunnlaget for de geotekniske vurderingene.

Denne rapporten refererer resultatene fra grunnundersøkelsen. I tillegg har vi skissert mulige løsninger for gjenoppbygging. Disse løsningene må utredes nærmere for å beregne gjenoppbyggingskostnadene.

## 2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

KUMMENEJE har tidligere utført grunnundersøkelser i området. Resultatene fra undersøkelsen er referert i vår rapport *O.1760 Kloakkanlegg, Levangerelva, datert 20. november 1974*.

De supplerende undersøkelsene omfatta følgende boringer:

dreietrykksonderinger	6 punkt
prøveserier	2 punkt

Prøvene som ble tatt opp, er rutineundersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim. I tillegg er massenes setningsegenskaper målt ved ødometerforsøk, og de effektive styrkeparametrene er målt ved treaksiale trykkforsøk.

Borpunktene er plassert som vist på situasjonsplanen i bilag 2 der også tidligere boringer er inntegna.

Borerresultatene er framstilt på profilene i bilag 3 og 4.

Resultatene fra rutineundersøkelsene i laboratoriet er vist i borprofil, bilag 5 og 6.

Resultatene fra ødometerforsøkene er framstilt i bilag 7, og treaksialforsøkene i bilag 8 og 9.

## 3 GRUNNFORHOLD

Grunnundersøkelsen viser at løsmassene i området i hovedsak har følgende lagdeling:

kote 6 til 5	fyllmasse, pukk, grus, bark
kote 5 til 0	silt
kote 0 til -16/-23	leire

Fast grunn, trolig fjell, er påtruffet på ca kote -16 til -23.

Ned til ca kote -5 er det påvist kvikkleire under deler av den utraste lagerbygninga (tidligere prøveserie 1760/14). Leira er bløt til meget bløt og middels setningsgivende for moderate belastninger.

#### 4 GJENOPPBYGGING, AKTUELLE LØSNINGER

Eventuell gjenoppbygging må utføres på en slik måte at stabiliteten blir ivaretatt både i byggefasen og i permanent tilstand. Rasmasser vil normalt være mer utsatt for erosjon enn konsoliderte masser. Raskanten mot Levangerelva må derfor erosjonssikres.

Det er teknisk mulig å bygge opp anlegget igjen.

Følgende hovedprinsipp bør legges til grunn for det videre arbeidet med å løse problemene på grunn av de dårlige grunnforholdene:

*Alternativ 1:* motfylling i elva, lett fylling mellom lagerbygget og elva

*Alternativ 2:* kalkstabilisering av de bløte leirmassene slik at det kan fylles med ordinære masser til nivå før raset

##### *Alternativ 1*

For å kunne oppnå en tilfredsstillende stabilitet må tiltakene som settes i verk, bedre den beregningsmessige stabiliteten med minimum 20 - 40 % i forhold til situasjonen før raset ble utløst. Overslagsmessige beregninger tyder på at det vil være mulig å oppnå en slik bedring ved å legge ut ei steinfylling i østre del av Levangerelva.

Motfylling i elva må kombineres med utlegging av lette fyllmasser innafor elvebredden. Med lette fyllmasser mener vi her lettklinker (løs Leca) og sagbruksavfall (bark). Skumplast (EPS) bør ikke brukes under høyeste tenkelige vannstand.

Vestveggen på det utraste bygget kan fundamenteres på bankett direkte i fyllinga eller på betongpeler slått til fjell. Dersom fundamentering på bankett direkte i grunnen viser seg å påvirke stabiliteten i betydelig grad bør det alternativt vurderes å bygge kjeller under ytre del av bygget. Valget av fundamenteringsmåte vil blant annet være avhengig av valget av fyllmasstype under banketten.

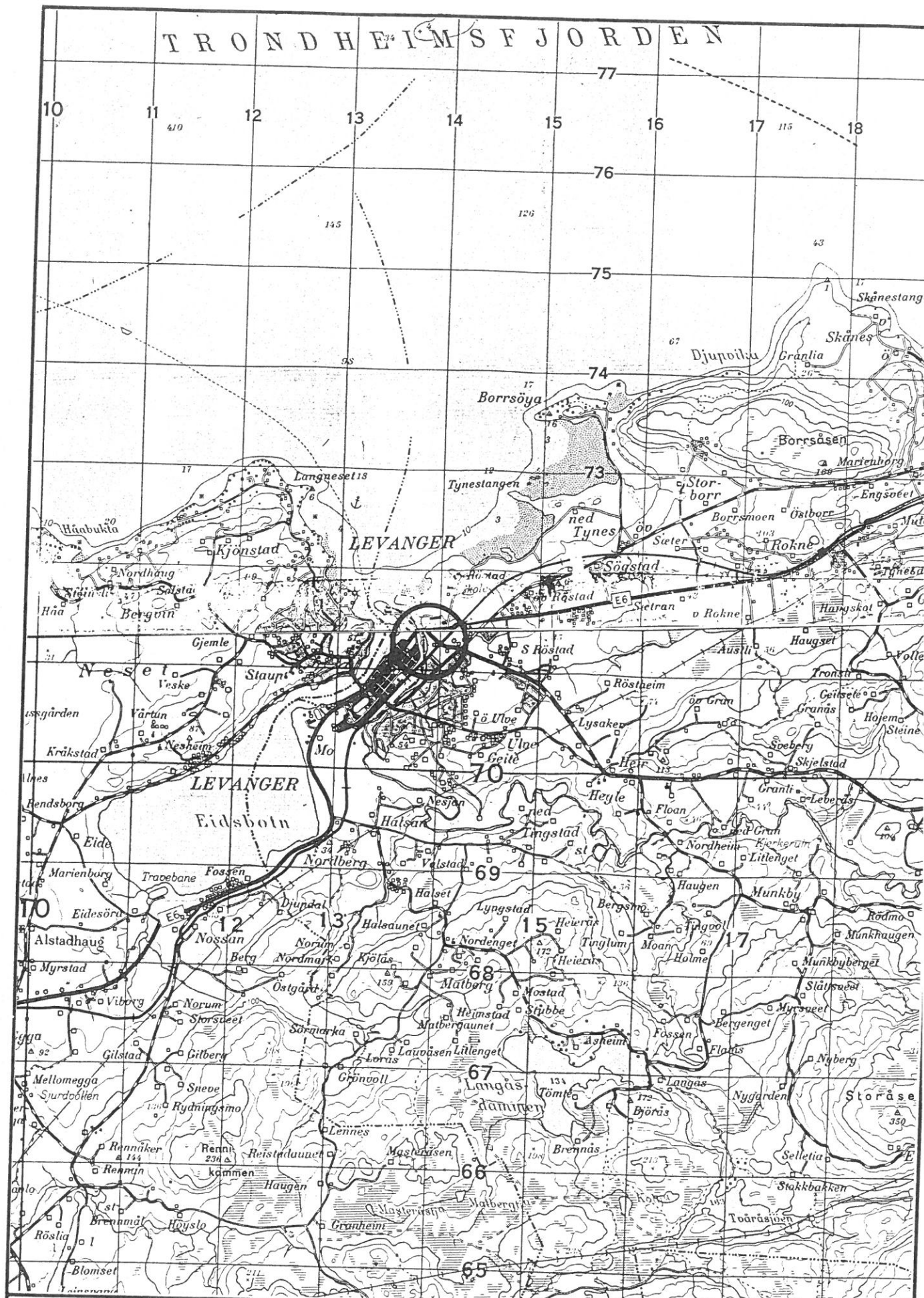
##### *Alternativ 2*

Området kan også gjøres stabilt ved å injisere kalk og sement i de underliggende, bløte leirmassene. Etter at kalk og sement har reagert kjemisk med leira vil massene få en vesentlig høyere styrke enn før injisering. I løpet av ca 1 måned etter injisering vil man ha oppnådd den nødvendige styrken. Erfaringer fra tilsvarende prosjekt viser imidlertid at det kan oppstå høye poretrykk i massene rundt de injiserte sonene. Det er derfor knyttet noe usikkerhet til hvor lang tid man må vente fra injeksjonen er utført til oppfyllingsarbeidene mellom bygget og elva kan gjennomføres.

Det må utføres beregninger av hvor stort leirvolum som må stabiliseres, for å kunne oppnå en tilfredsstillende stabilitet.

Denne stabiliseringsmetoden må kombineres med erosjonssikring langs Levangerelva. Behovet for motfylling i elva vil bli redusert med økende grad av kalkstabilisering.

Planene må bearbeides nærmere for å beregne kostnadene for de aktuelle alternativene.



**Kummeneje**



Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARE

OVERSIKTSKART

Kartblad (M711) : STIKLESTAD 1722 IV

LEVANGER 1722 III

UTM-ref. (ED50) : PR 138 713

MÅLESTOKK

1:50000

TEGNET/KONTR.

00/

DATO

08.02.96

OPPDRAG

11201

BILAG

1

TEGN NR

101

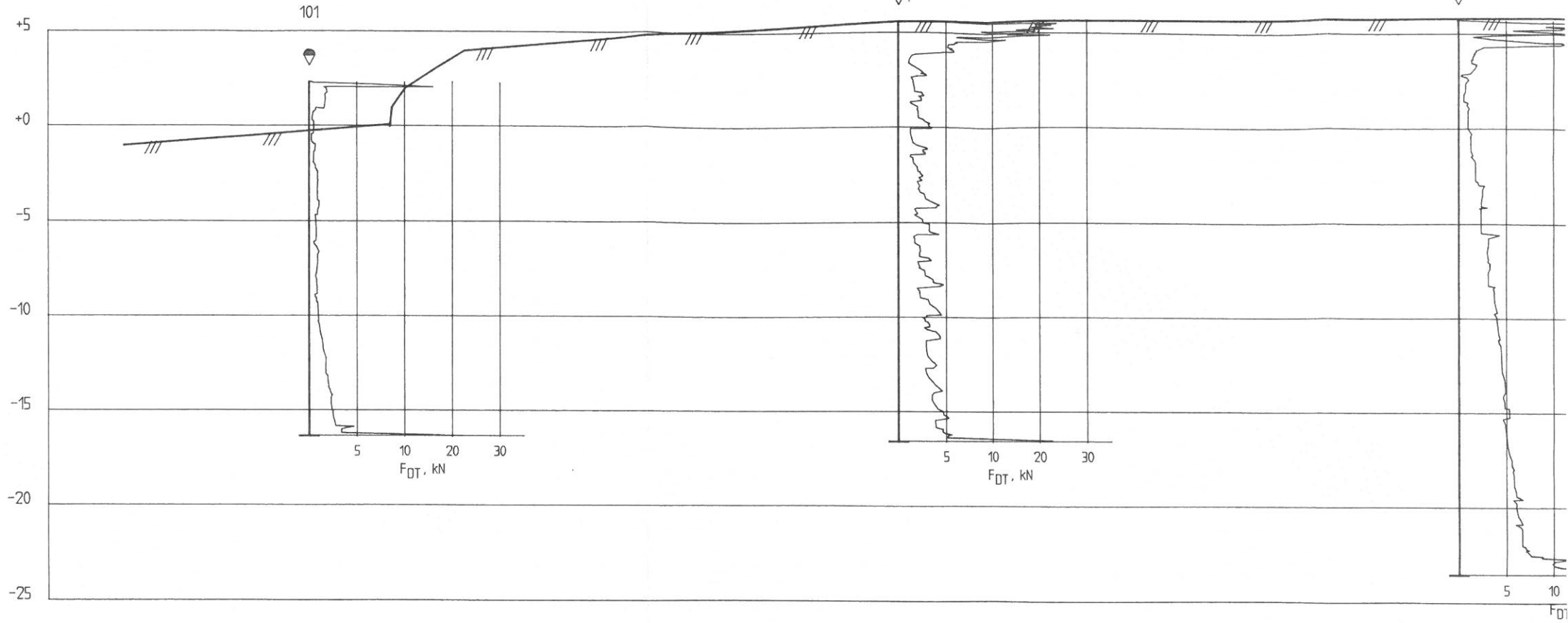


102

# Profil 1

102

103



KORR.

LEVANGER

PROFIL 1

Borerresult

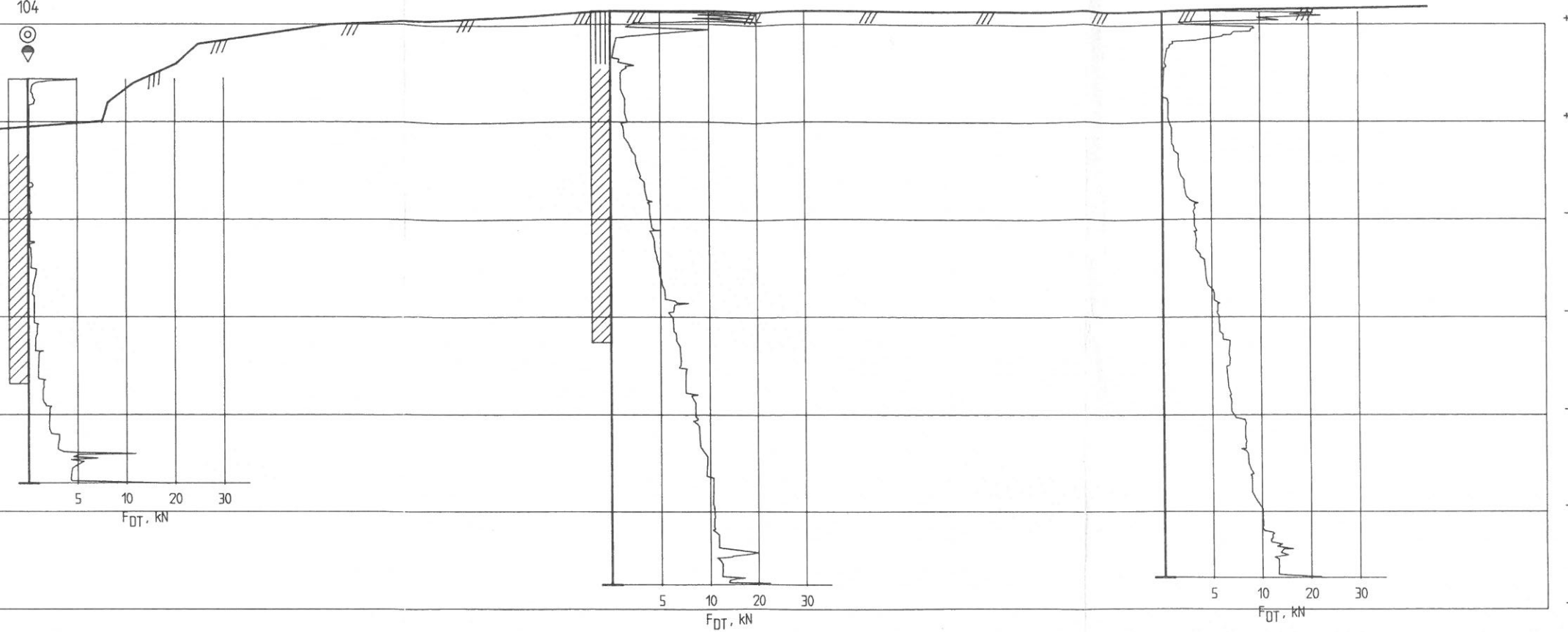
Kur



# Profil 2

105

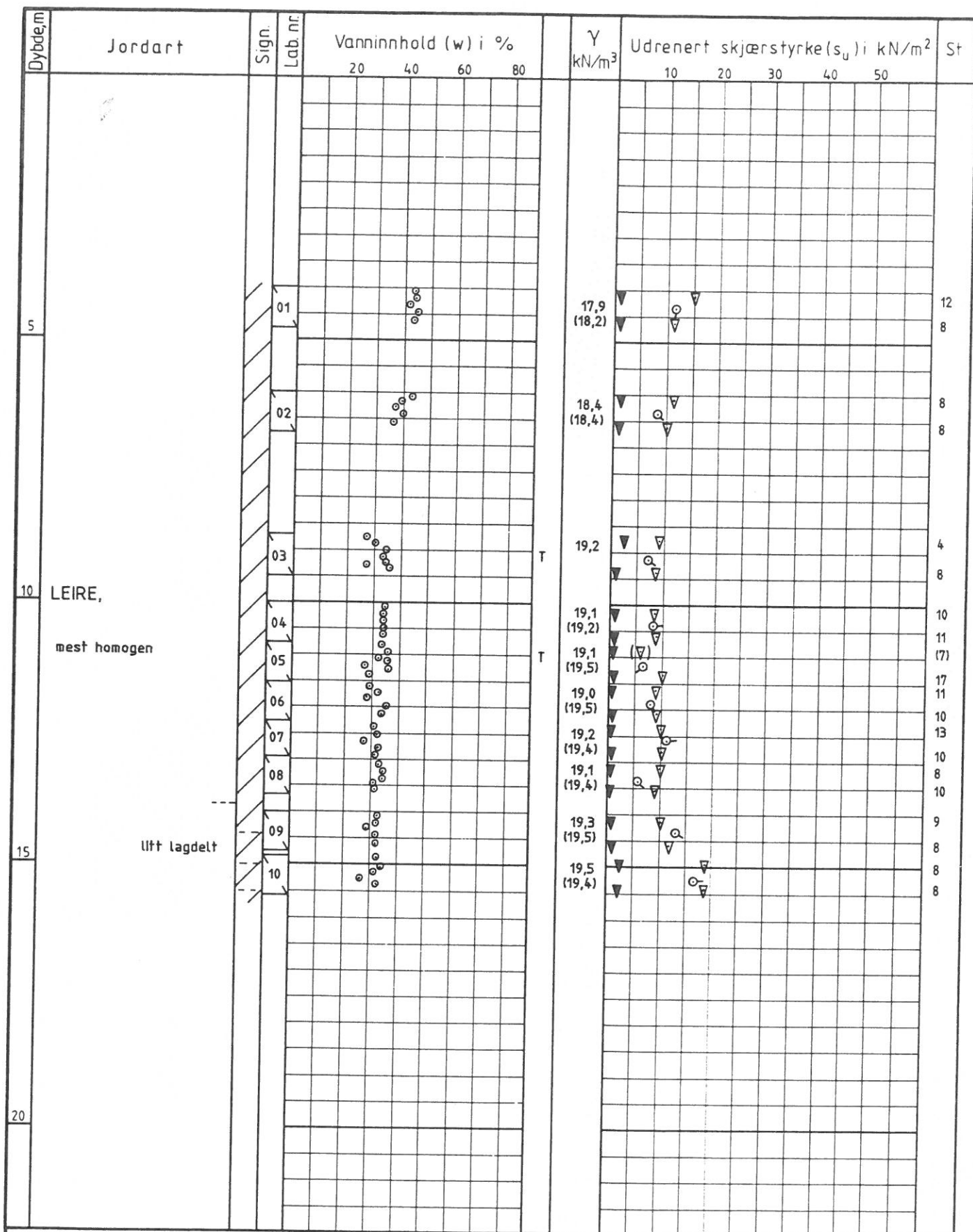
106

104



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER
LEVANGER BYGGEVARE	
PROFIL 2	
Boreresultater	
 	





Enkelt trykkforsøk:  $\sigma_1 - \sigma_3$  (strek angir def.% v/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret:  $\nabla / \nabla$   
 Penetrometerforsøk:  $\square$     Konsistensgrenser:  $W_p \text{ --- } W_L$     Andre forsøk:  
 T = Treksialforsøk     $\emptyset$  =  $\emptyset$ dometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

**R** Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARE

BORPROFIL HULL: 104

Terr.høyde: ~2,2    Prøve  $\emptyset$ : 54mm

DATO

01/96

OPPDRAK

11201

TEGNET AV  
KS/00

BILAG  
5

KONTR

N

TEGN. NR

105

Dybde[m]	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) i kN/m <sup>2</sup>					St
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
5	humusholdig		11											
	SILT,		12											
	fin, leirig		13					20,0	▼	(▼)				(3)
			14					19,7 (20,2)	▼		(▼)			(6)
	siltig		15					19,6 (19,8)	▼					7
10	LEIRE, litt lagdelt mest homogen		16					19,6 (19,6)	▼					6
			17					19,4 (19,6)	▼					7
			18					18,8 (18,3)	▼					3
			19					18,3 (18,6)	▼					4
			20					19,0 (19,3)	▼					6
15			21					19,5 (19,6)	▼					5
														3
20														5
														4
														(3)

Enkelt trykkforsøk:  $\begin{smallmatrix} \circ \\ \vdots \\ \circ \end{smallmatrix}$  (strek angir def.% v/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼/▽  
 Penetrometerforsøk: □    Konsistensgrenser:  $W_p \rightarrow W_L$     Andre forsøk:  
 T = Treaksialforsøk    Ø = Ødometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARE

BORPROFIL HULL: 105

Terr.høyde: 5,7    Prøve ø: 54mm

DATO

01/96

TEGNET AV

KS/00

KONTR

✓

OPPORAG

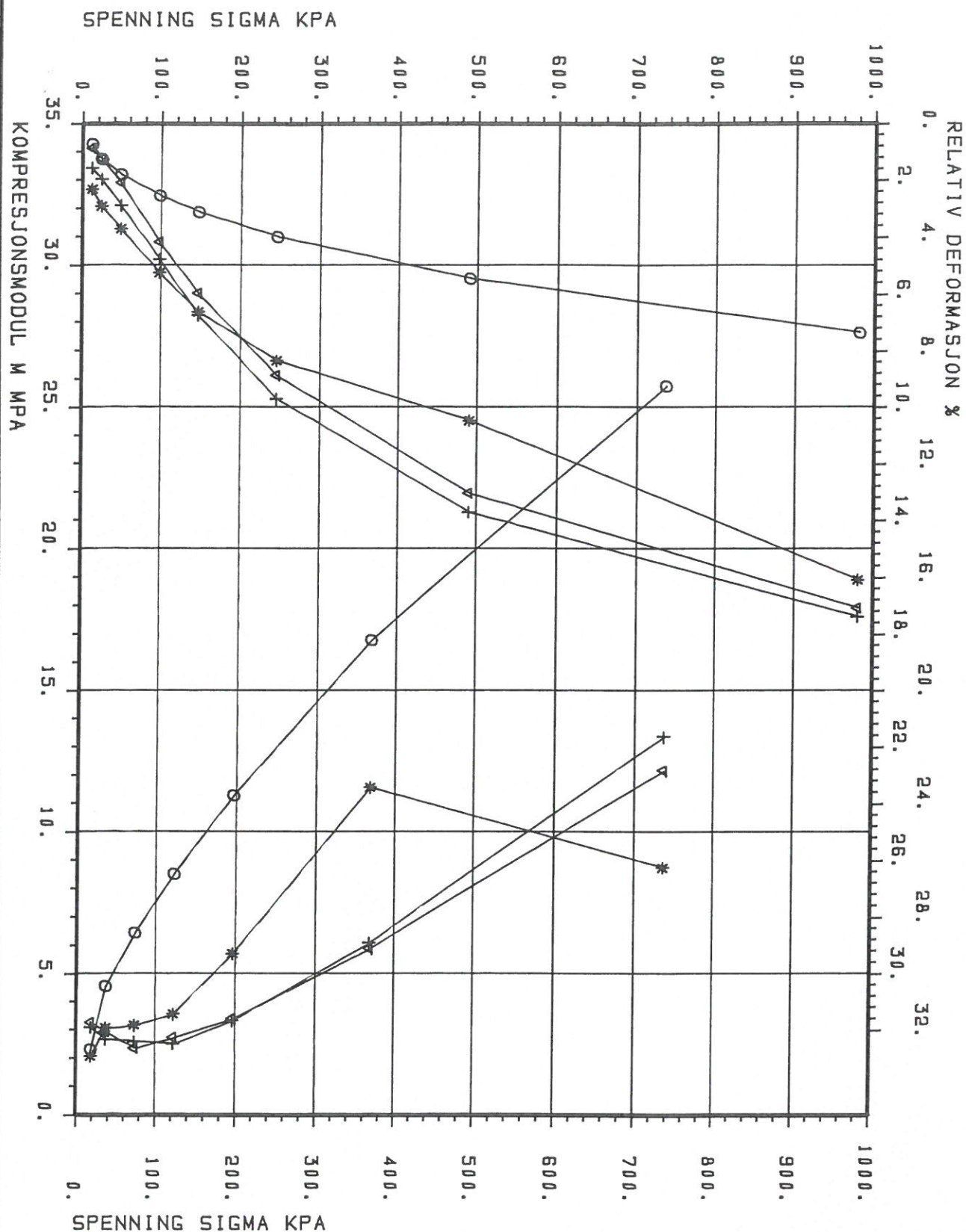
11201

BILAG

6

TEGN. NR

106



- LAB. 14 HULL 105 D=3.50m LEIRE, siltig
- △ LAB. 15 HULL 105 D=4.70m LEIRE
- \* LAB. 16 HULL 105 D=5.50m LEIRE
- + LAB. 17 HULL 105 D=6.5m LEIRE

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARE  
LEVANGER

ØDOMETERFORSØK

MÅLESTOKK

—

TEGNET AV

DATO  
01/96

OPPDRAG

11201

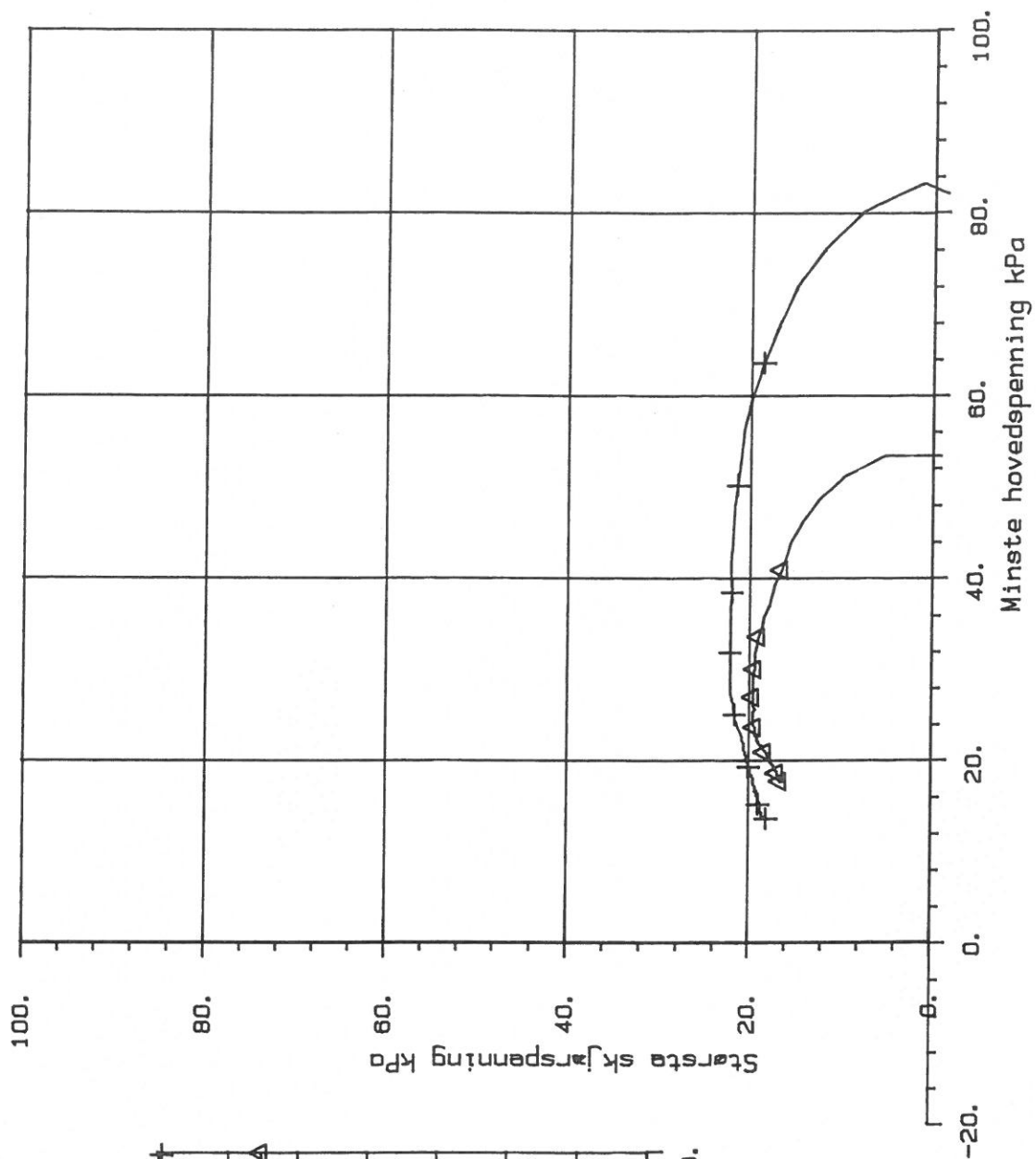
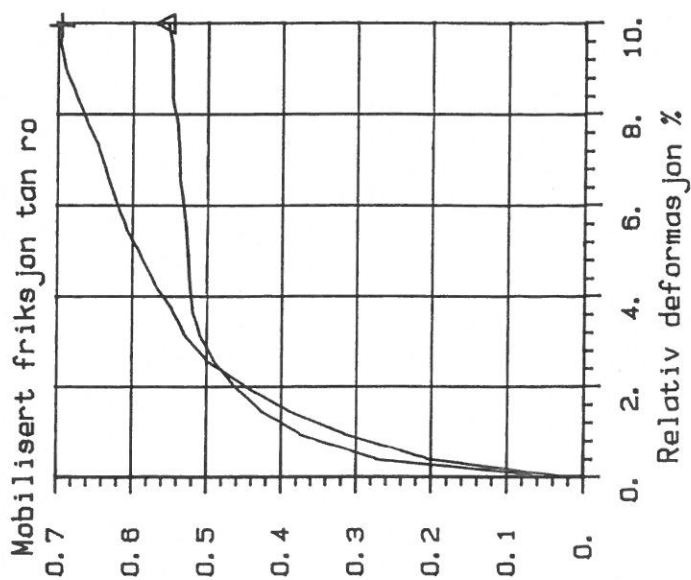
BILAG

7

TEGN NR

107

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøksnr.	Jordart
+	104	9.05	03	CIU	LEIRE
Δ	104	9.00	03	CIU	LEIRE



**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARE

TREKSIALFORSØK

19 JAN. 1996

MÅLESTOKK

TEGNET AV

DATO

OPPDRA  
11201

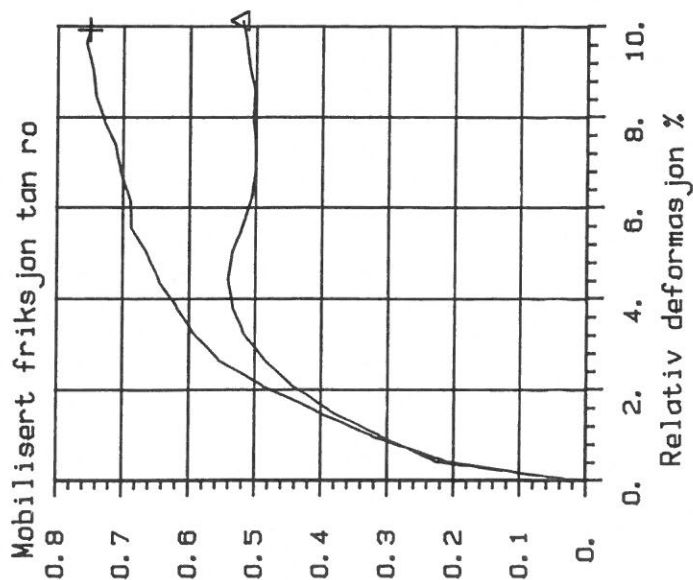
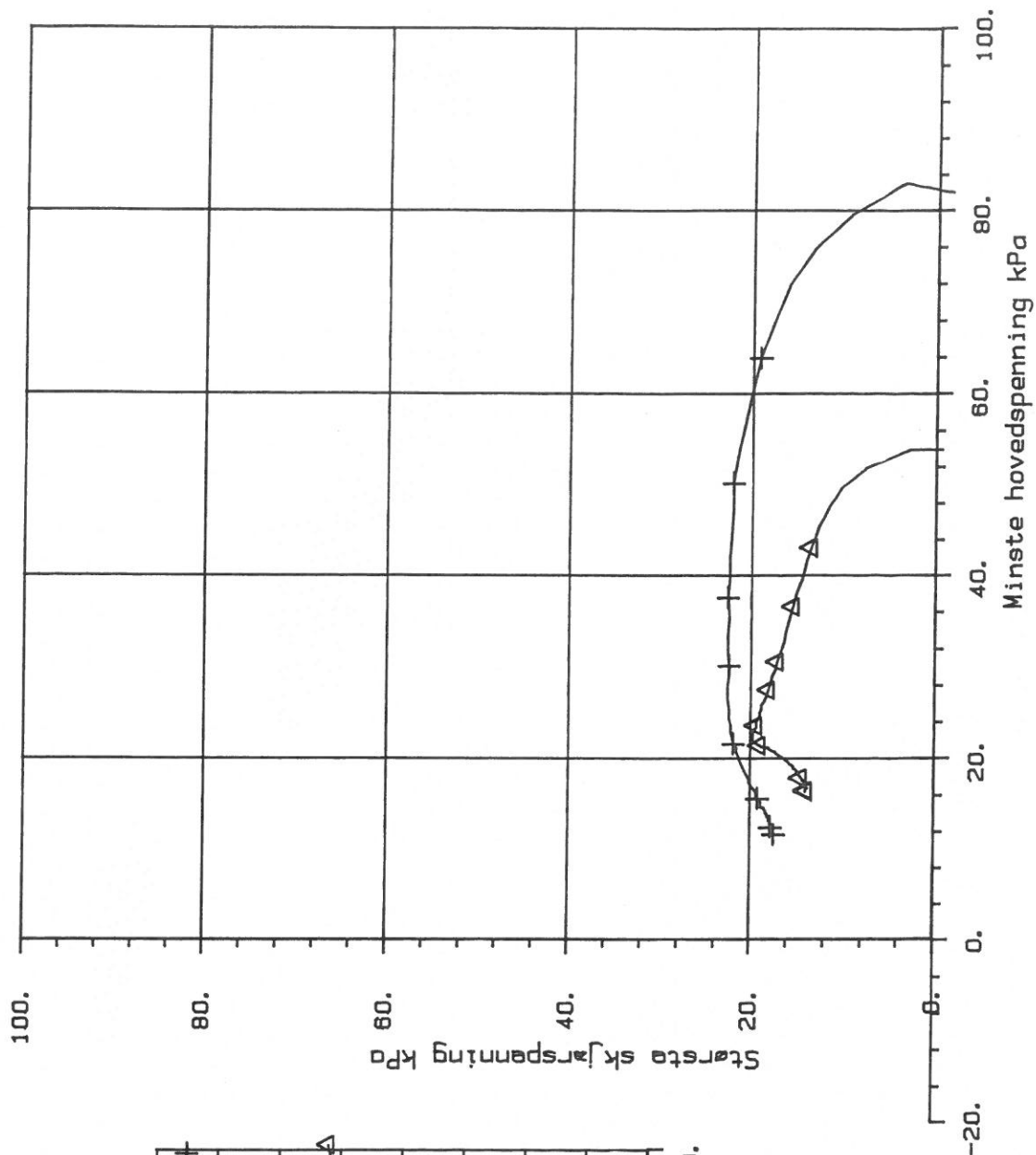
BILAG

8

TEGN NR

108

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøkstype	Jordart
+	104	11.20	05	CIU	LEIRE
Δ	104	11.10	05	CIU	LEIRE



+  $\sigma = 0.0 \text{ kPa}$   
 $\Delta \sigma = 0.0 \text{ kPa}$

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

LEVANGER BYGGEVARER

TREAKSIALFORSØK

24 JAN. 1996

MÅLESTOKK

TEGNET AV

DATO

OPPDRAG

11201

BILAG

9

TEGN. NR

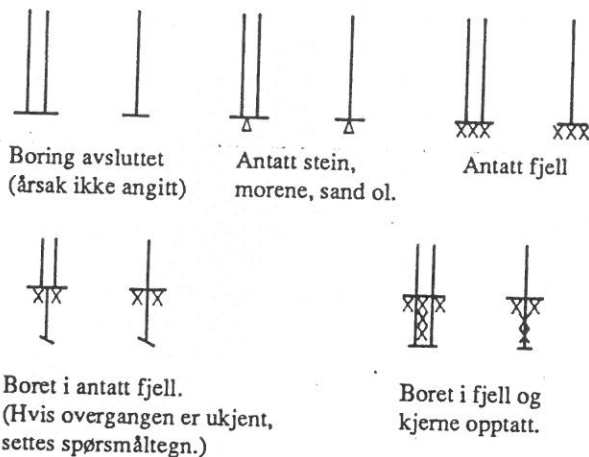
109



## MARKUNDERSØKELSER

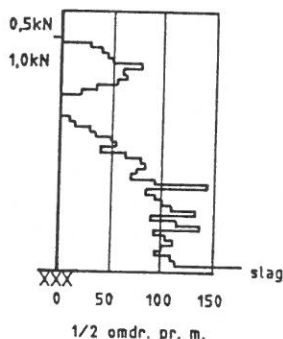
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



### Dreiesondering

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



### Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

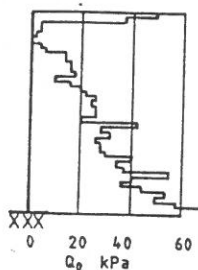
### Ramsondering

utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.



### Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkrone nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

### Prøvetaking

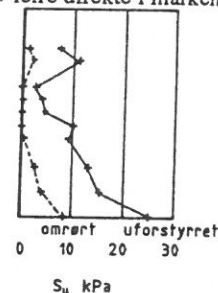
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

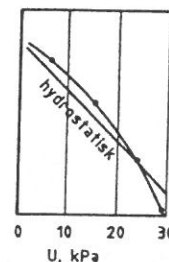
### Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



### Porevanntrykket

i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

### Dreietrykksondering

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min.

Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.

