

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Trondheim	Sted NTH	UTM NR 703 329
Byggherre Statsbygg			
Oppdragsgiver Statsbygg			
Oppdrag formidlet av Statsbygg v/overing. Rolf Jullum			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 6	Antall bilag 20	Tegn.nr. 101-120	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**STATSBYGG
NTH-REALFAGBYGG**

Rapport-tittel



**Grunnundersøkelse for nybygg
Datarapport**

Oppdrag nr.

10495

Rapport nr.1

27.mai 1994

Overingeniør Kyrre Emaus 	Saksbehandler Kåre Eggereide 
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Rapporten presenterer data fra grunnundersøkelsen. Sonderingsresultatene er presentert i 7 profil og rutinedata fra prøvetakingen i 6 borprofil. Resultatene fra spesialforsøkene er presentert i enkeltbilag.</p> <p>Resultater fra tidligere sonderinger og vingeboringer i nærheten av de nye profilene er tatt med i profilene. Kopier av tidligere borprofiler er samlet i et appendix.</p>	

INNHold

GENERELT

prosjekt
rapportens innhold
tidligere undersøkelser

GRUNNUNDERSØKELSER

markarbeid
laboratoriarbeid

GRUNNFORHOLD

terreng
grunnforhold
grunnvannstand
fjell

BILAG

Bilag nr.	Tegn. nr.	Titel
1	101	OVERSIKTSKART, M 1:50 000
2	102	SITUASJONSPLAN, M 1:500
3-9	103-109	PROFIL A - PROFIL G, M/BORERESULTATER, M 1:200
10	110	BORPROFIL PKT. 2
11	111	BORPROFIL PKT. 4
12	112	BORPROFIL PKT. 5
13	113	BORPROFIL PKT. 6
14	114	BORPROFIL PKT. 10
15	115	BORPROFIL PKT. 15
16	116	ØDOMETERFORSØK
17-20	117-120	TREKSIALFORSØK

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

APPENDIX VINGEBORINGER OG BORPROFIL FRA TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Rapport	Bilag nr.	hull nr.	Dato	Titel
O.208	3	12		vingeboring
O.208	7	8	jan.55	borprofil/vingeboring
O.208	8	13	jan.55	borprofil/vingeboring
O.208-2	4	22	mar.55	borprofil/vingeboring
O.208-2	6	24	feb. 55	borprofil/vingeboring
O.208-2	9	29	mars 55	borprofil/vingeboring
O.208-2	10	33	mars 55	borprofil
O.208-2	11	38	mars 55	borprofil/vingeboring
O.669	5	A-3	april 68	borprofil
O.669-5	7	1 og 2	okt. 70	borprofil
O.669-5	8	3	sept. 70	borprofil
O.669-5	9	4	sept. 70	borprofil

GENERELT

Prosjekt

I forbindelse med planer for nytt realfagbygg ved NTH, er det utført grunnundersøkelser på oppdrag fra Statsbygg. Bygget er planlagt i skråningen mellom kjemiblokkene og bygningsingeniøravdelingen, evt. øst for bygningsingeniøravdelingen.

Rapportens innhold

Rapporten inneholder resultater fra grunnundersøkelsen og laboratorieundersøkelsene. Boreresultat er presentert i profil og laboratorieresultat er presentert i borprofil. Resultatene fra spesialforsøkene er presentert i enkeltbilag.

Sonderingsresultater fra tidligere undersøkelser er tegnet inn i de nye profilene, i den grad de er sammenfallende med eller nærliggende til disse. Vingeboringer og borprofil er samlet som enkeltbilag i et appendix.

Tidligere undersøkelser

Området er tidligere undersøkt i forbindelse med bygging av materialteknisk institutt og nybygg for bygningsingeniøravdelingen. Tidligere rapporter med resultat fra grunnundersøkelser der data er relevant for dette prosjektet, er:

O.208	NGI 16. februar 1955	Grunnundersøkelser for materialteknisk institutt ved Norges tekniske høgskole, Trondheim
O.208-2	NGI 25. april 1955	Grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger av skråning syd for nybygg Kjemi ved Norges tekniske høgskole, Trondheim
O.669	KUMMENEJE 8. mai 1968	Nybygg bygningsingeniøravdelingen NTH, Trondheim. Orienterende grunnundersøkelse, stabilitets- og fundamenteringsvurdering.
0.669-5	KUMMENEJE 5. oktober 1971	Nybygg bygningsingeniøravdelingen NTH, Trondheim. Supplerende grunnundersøkelse Stabilitet og fundamentering.

GRUNNUNDERSØKELSER

Markarbeid

De utførte undersøkelsene omfatter følgende:

dreietrykkssonderinger	12	punkter
prøvetakinger	6	punkter
grunnvannstandsmålinger	4	punkter
CPT	4	punkter

Plasseringen av punktene er vist i situasjonsplanen i målestokk 1:500 i bilag 2. Borpunktene er målt ut fra bygningene i området, etter boring. Terrenghøgden i punktene er nivellert.

Borerresultatene er vist i profiler i målestokk 1:200 i bilag 3 - 9.

Det er tatt opp tilsammen 53 prøver, inkludert representative prøver og 54mm sylinderprøver.

Boremetodene er forklart nærmere i tillegg I.

Laboratoriearbeid

Rutineundersøkelsen i laboratoriet er i hovedsak utført etter program fra Statsbygg. I tillegg til rutineundersøkelse på representative prøver og 54mm sylinderprøver, er det utført 4 ødometerforsøk og 4 treaksialforsøk.

For detaljerte resultater fra rutineundersøkelsene i laboratoriet, vises til borprofil bilag 10 - 15.

Resultatene fra ødometerforsøkene er vist i bilag 16.

Resultatene fra treaksialforsøkene er vist i bilag 17 - 20.

Laboratoriemetodene er nærmere forklart i tillegg II og III.

GRUNNFORHOLD

Terreng

Terrenget ligger på den øvre, nordre delen på ca kote 52.5 ved matrialteknisk institutt, kote 48.0 - 48.5 på parkeringsplassen sør for kjemiblokk 4 og 5, og på ca kote 48.0 i sør-vestre hjørne av sydfløy kjemi. På den søndre delen er nivået ca. kote 40 nord og øst for bygningsingeniøravdelingen. Vestover faller terrenget til ca. kote +35 i punkt 15.

Grunnforhold

Original grunn består av sand over leire. I nord-østlige delen av området er leira kvikk ned mot fjell. Ned mot bygningsingeniøravdelingen er det lagt ut motfylling i forbindelse med bygging av matrialteknisk institutt. Fyllingshøyden er 3 - 6m i prøvetakingspunkt 2, 6, 10 og 15. I pkt. 6 er prøvene beskrevet som fyllmasse helt ned til 9m under terreng. Årsaken kan være en lokal grop som er gjenfylt. Iflg. kartet i O.208 skulle fyllingshøyden være ca. 6m i pkt. 6.

Lagdelingen i prøvetakingspunktene er vist nedenfor:

punkt	g.v. kote	ylling kote	sand/silt kote	leire kote	kvikkleire kote	ant. fjell kote
2	---	49.4-43.4	43.4-40.4	40.4-35.4*	---	36.4
4	37.6	---	52.5-42.5	42.5-36.0	36.0-30.5*	30.5
5	---	---	52.6-41.3	41.3-34.6	34.6-31.6*	---
6	30.6	43.7-35.2	35.2-30.2	30.2-28.7*		25.4
9	37.1					
10	---	41.9-38.9	38.9-24.9*			28.1
15	32.7	34.9-31.0	31.0-16.9	26.9-17.9*		---

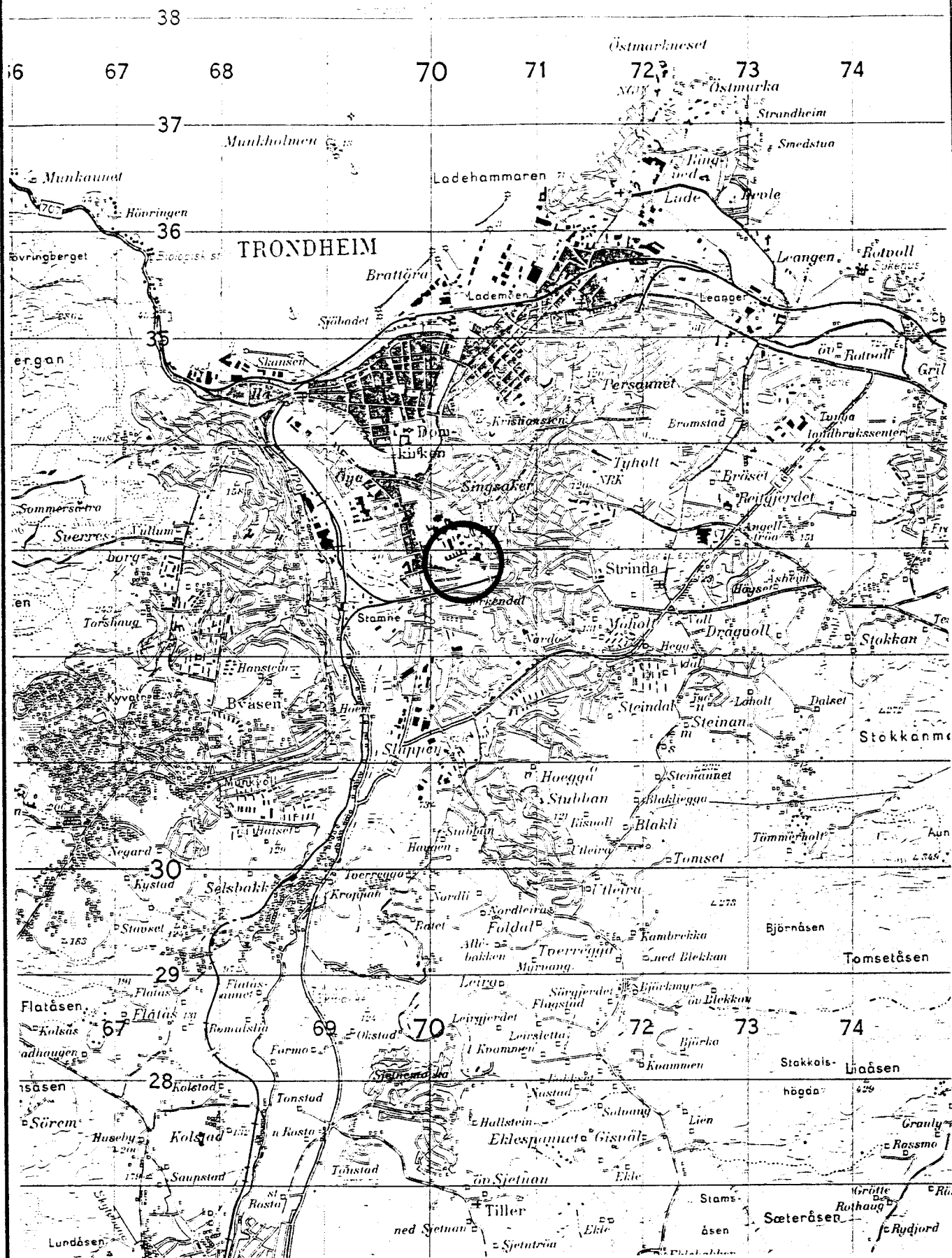
* nedre ende av siste prøve

Grunnvannstand

Vannstanden står dypt i punktene 4,6 og 9. I punkt 4 er vannstanden nede i leirlaget, mens den i punkt 6 og 9 står ca. i overgangen mellom sand og leire.

Fjell

Det er ikke benyttet borutstyr for sikker bestemmelse av fjell. Alle fjellnivå er derfor antatt ut fra bormotstanden under dreietrykksonderingene.



Kummeneje



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

OVERSIKTSKART

Kartblad : TRONDHEIM 1621 IV
UTM-ref. : NR 703 329

MÅLESTOKK

1:50000

TEGNET/KONTR.

00/

DATO

27.05.94

OPPDRAG

10495

BILAG

1

TEGN NR

101

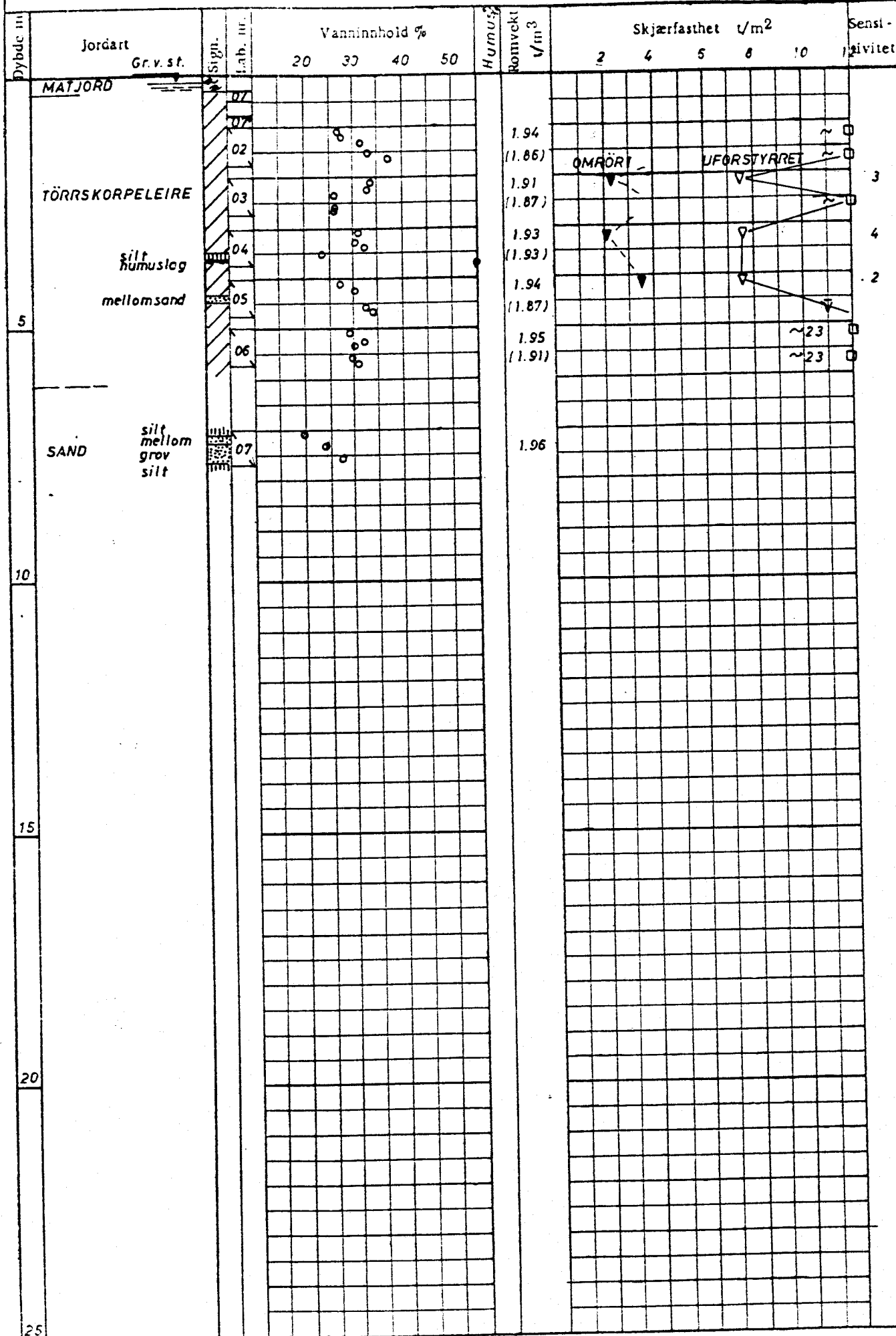
BORPROFIL

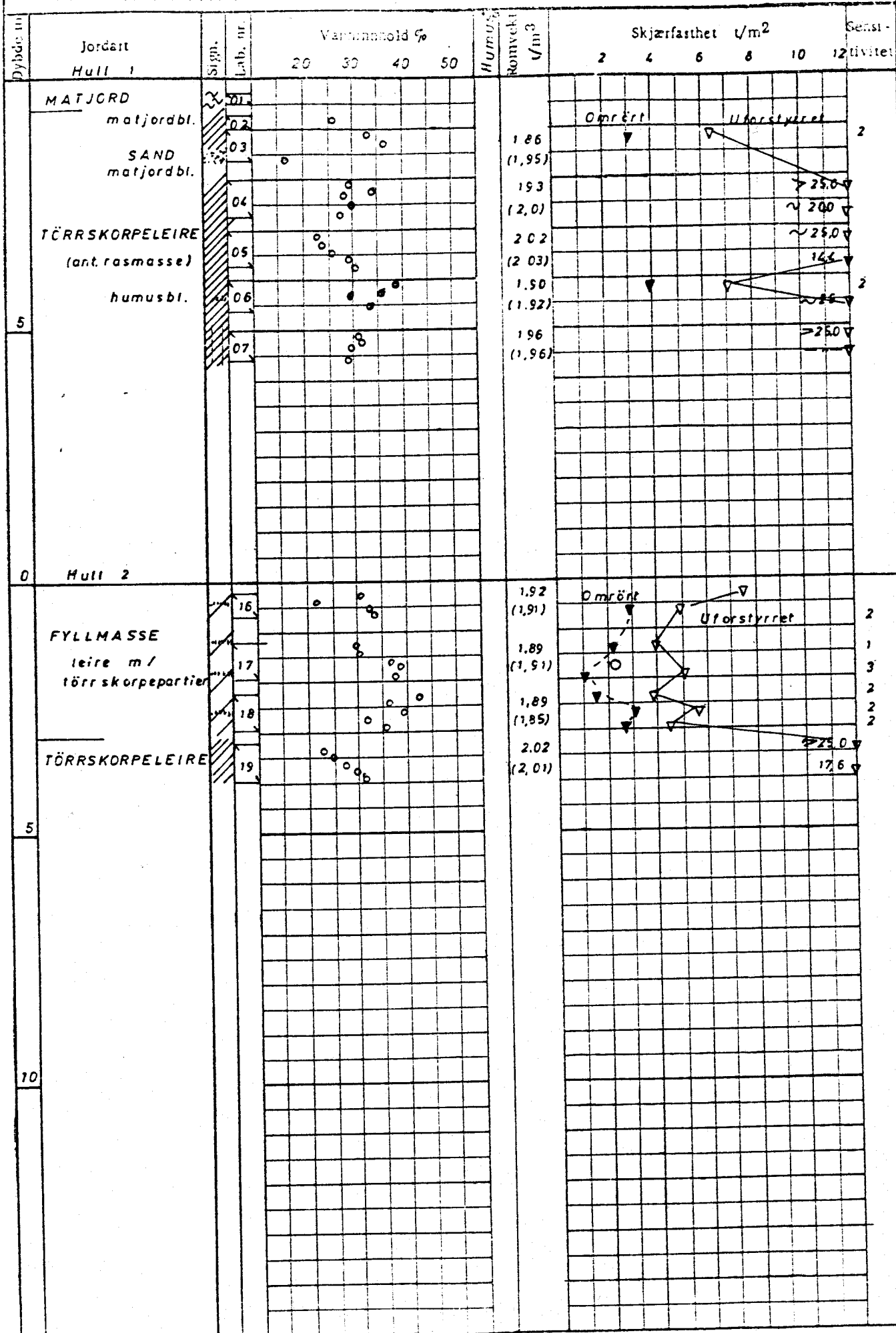
Sted N.T.H. BYGN. ING. AVD.

Hull A-3 Bilag 5

Nivå + 35.60 Oppdrag 0.669

Prøve Ø 54 mm Dato April 1968





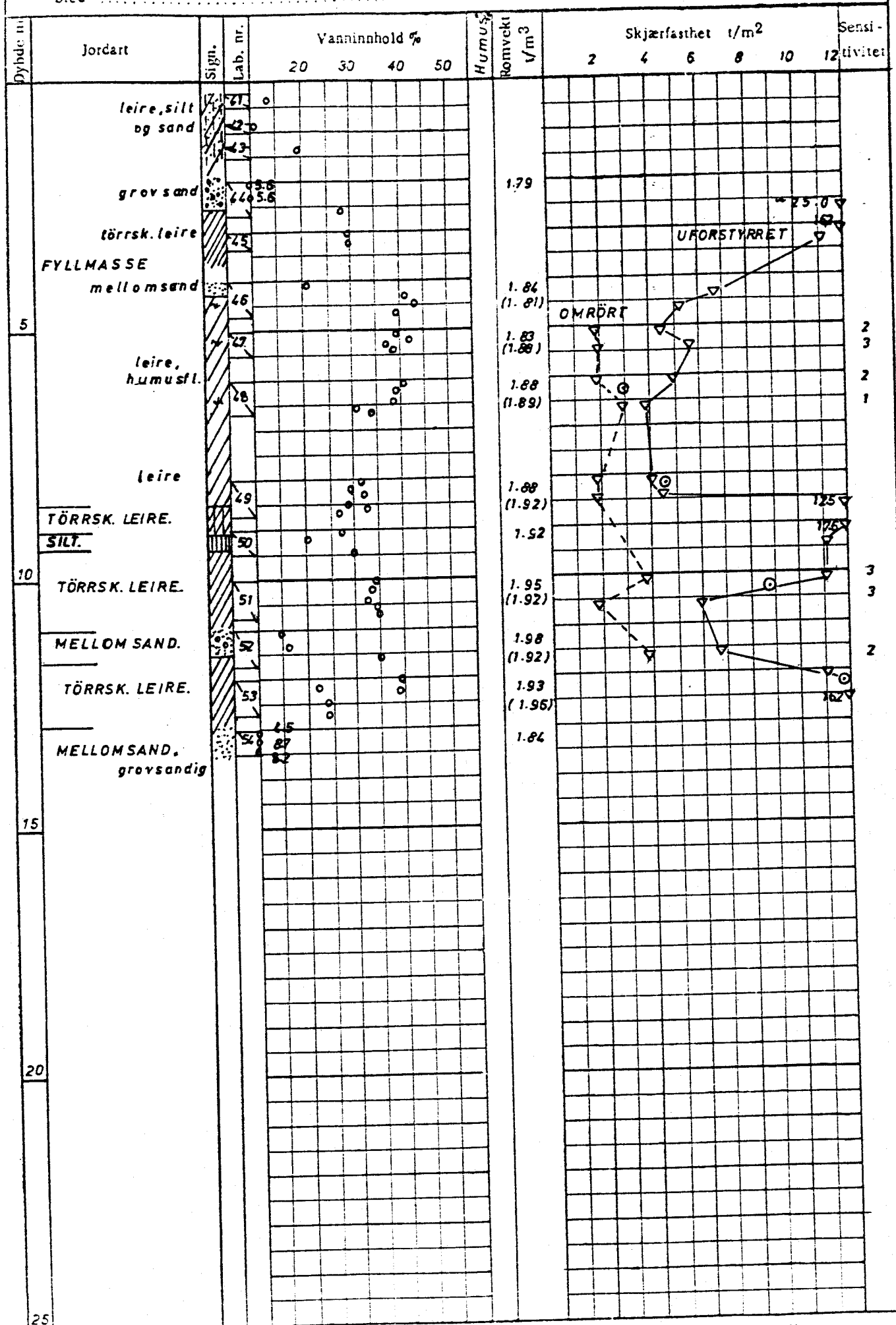
BORPROFIL

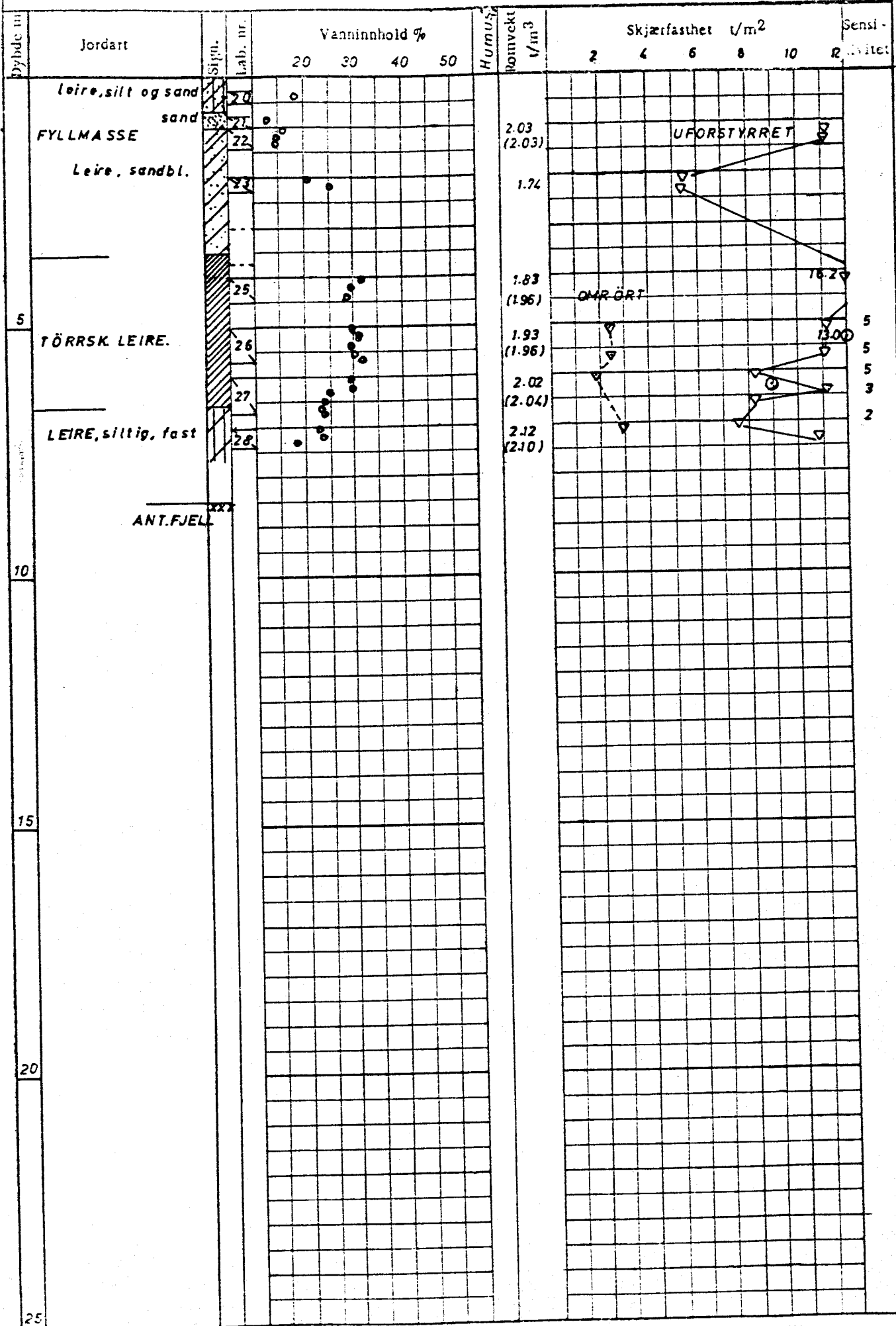
Sted NTH.

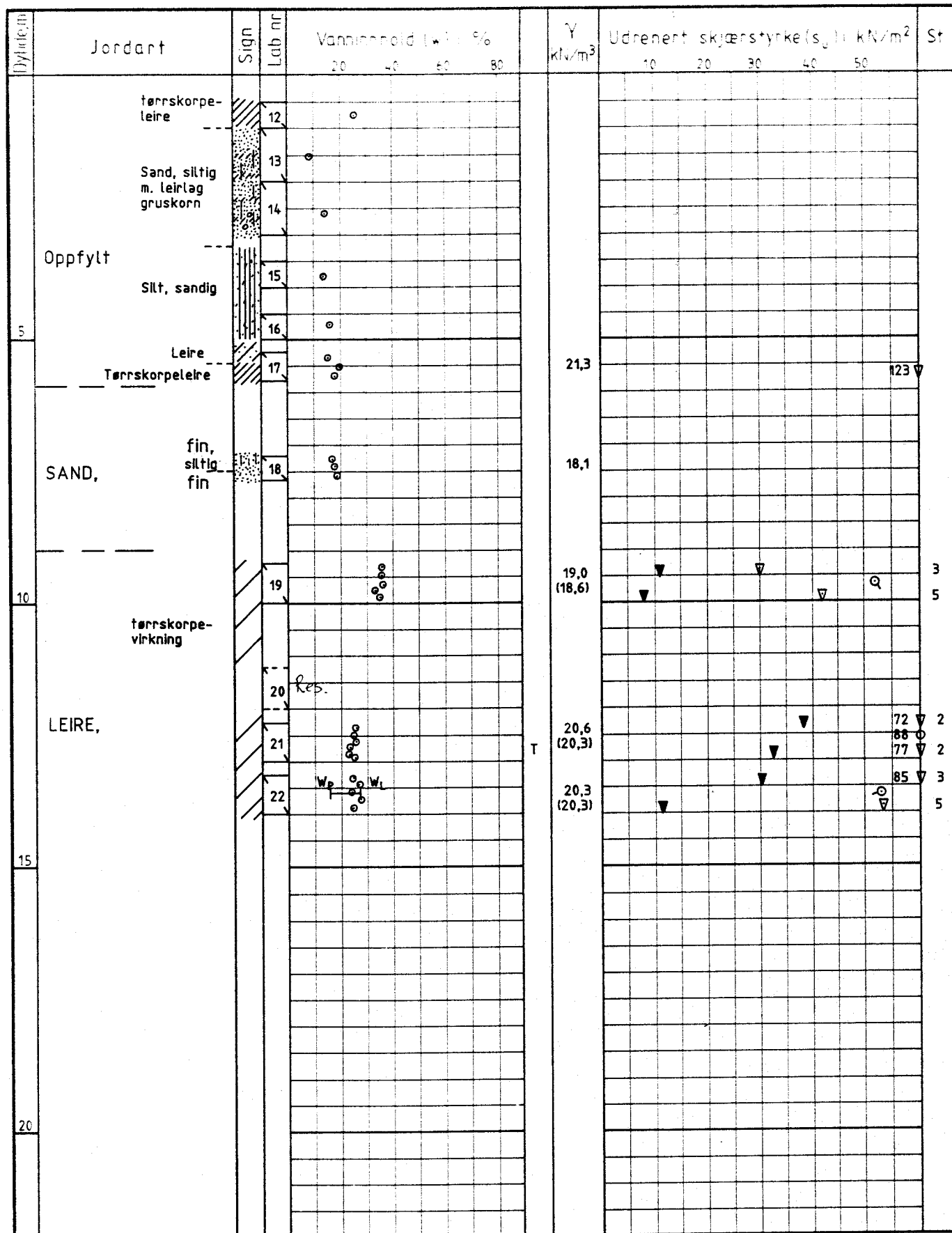
Hull 3 Bilag 8

Nivå k 46.94 Oppdrag O. 669-5

Prøve Ø 54mm Dato sept. 70







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

Kommune

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 2

Terr høyde +49,37 Prøve \emptyset 54mm

DATO

05/94

TEGNET AV

KS/00

KONTR

OPPDRAG

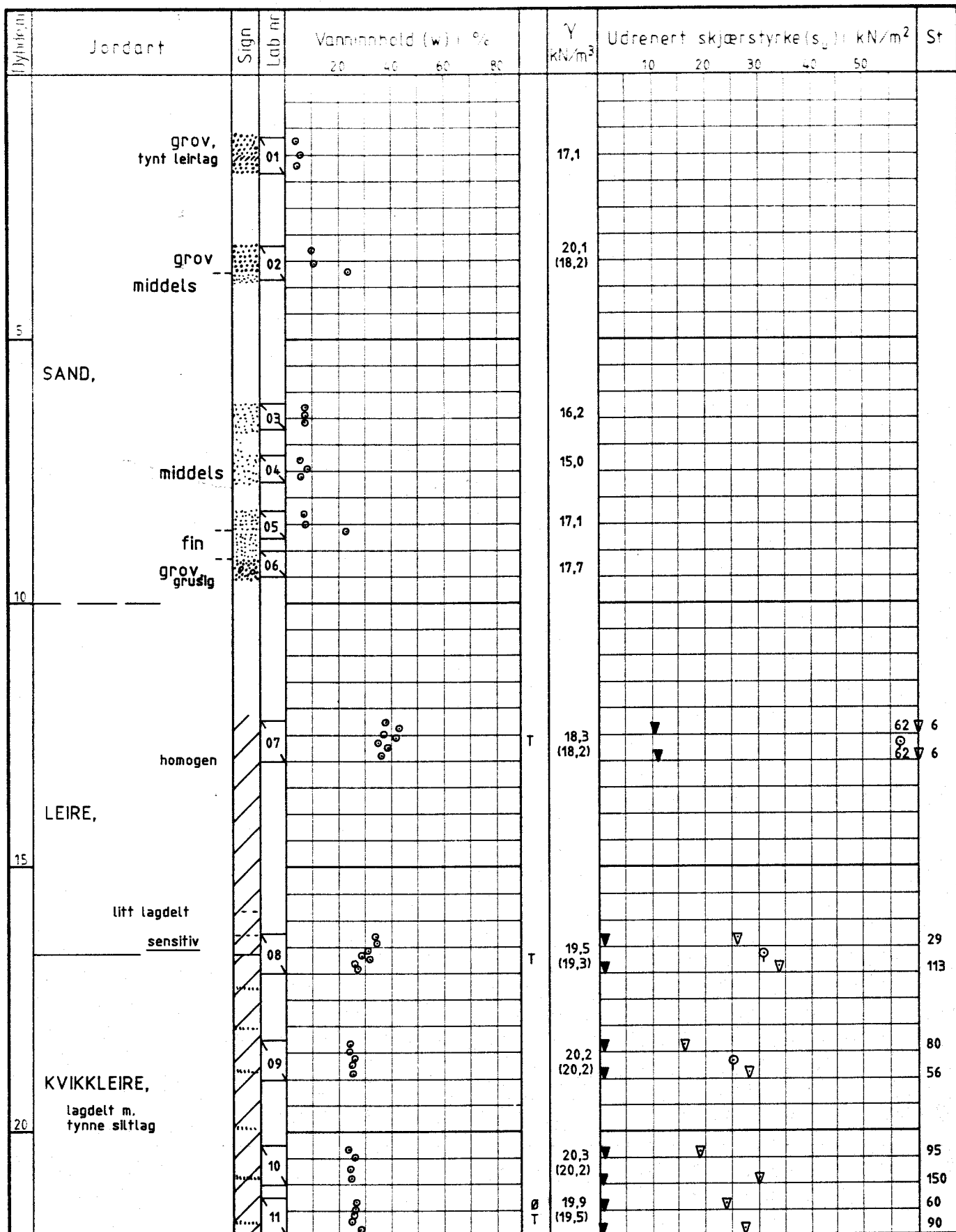
10495

BILAG

10

TEGN NR

110



Enkelt trykkforsøk: σ_1 σ_3 (strek angir def% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▽ / ▽
 Penetrometerforsøk: □ Konsistensgrenser: W_p — W_L Andre forsøk:
 T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 4

Terr høyde +52,56 Prove ø 54mm

DATO

05/94

TEGNET AV

KS/00

KONTR

OPPDRA

10495

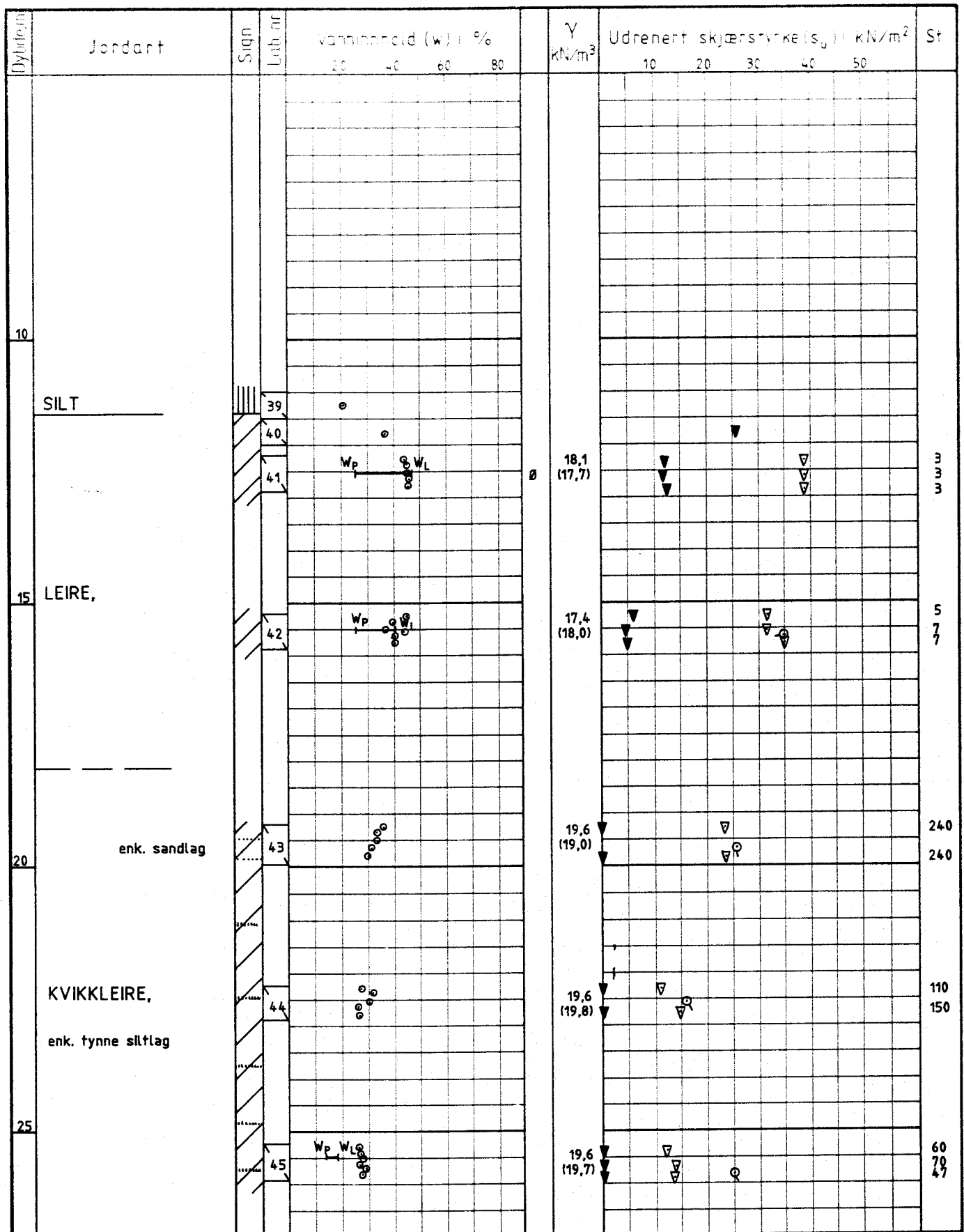
BILAG

11

TEGN NR

111

OBS! Dybdeskala forskjjøvet 5m!



Enkelt trykkforsøk: $\sigma_1 - \sigma_3$ (strek angir def% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ∇ / ∇
 Penetrometerforsøk: \square Konsistensgrenser: W_p — W_L Andre forsøk:
 T = Treaksialforsøk \odot = \odot dometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 5

Terre høyde +52,65 Prove ϕ 54mm

DATO

05/94

TEGNET AV
KS/00

KONT R

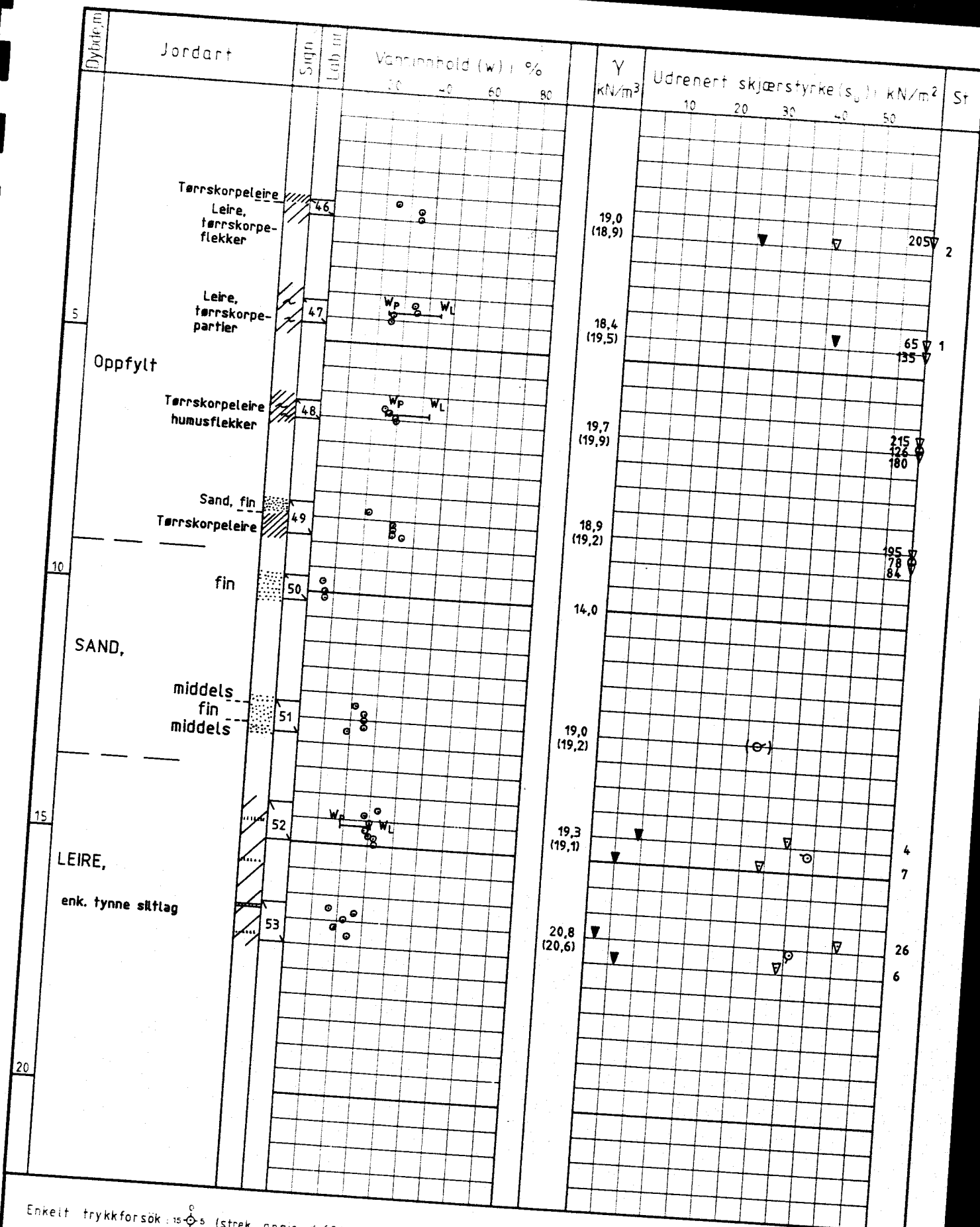
OPPDRAG

10495

BILAG
12

TEGN NR

112



Enkelt trykkforsøk: \odot (strek angir def % w/brudd)

Penetrometerforsøk: \square

T = Treaksialforsøk

Konsistensgrenser:

\odot = \odot dometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ∇ / ∇

Wp \longrightarrow WL

Andre forsøk:

K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 6

Terr høyde +43,73 Prøve ϕ 54mm

DATO

05/94

OPPDRAG

10495

TEGNET AV

KS/00

BILAG

13

KONTR

TEGN NR

113

Dybde m	Jordart	Sign	Lab nr	Vanninnhold (w) %				γ kN/m ³	Udrenet skjærstyrke (s_u) i kN/m ²					St
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
	Leire, m. sandlag tørrskorpepartier		23					19,8 (19,4)						2
	Oppfylt													
5	fin, siltig		24											
	Silt, grov middels		25					15,9						
	SAND, fin		26					14,1						
10	fin		27					17,4						
	GRUS, sandig		28					21,8						
	SAND, fin, siltig		29					20,9 (19,5)						
15														
	SILT, m. finsandpartier		30					19,9 (20,0)						
20														

Enkelt trykkforsøk: 5 (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼/▽
 Penetrometerforsøk: Konsistensgrenser: W_p ——— W_L Andre forsøk:
 T = Treaksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 10

Terr høyde +41,91 Prøve ø: 54mm

DATO
05/94

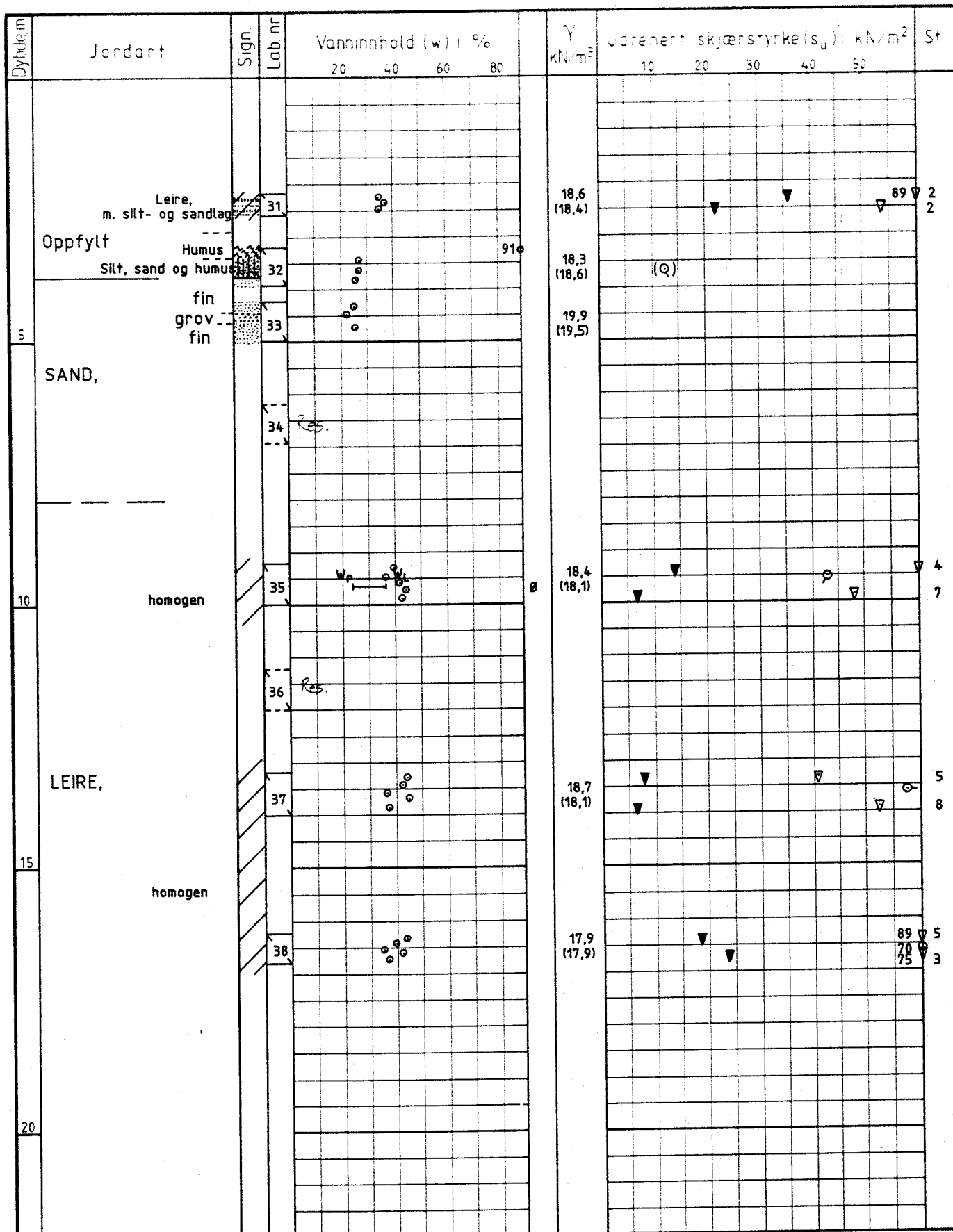
TEGNET AV
KS/00

KONTR

OPPDRAK
10495

BILAG
14

TEGN NR
114



Enkelt trykkforsøk: σ_1 (strek angir def% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ∇ / ∇
 Penetrometerforsøk: \square Konsistensgrenser: W_p — W_L Andre forsøk:
 T = Treaksialforsøk \emptyset = \emptyset dometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

BORPROFIL HULL: 15

Terr. høyde +34,87 Prove \emptyset 54mm

DATO

05/94

TEGNET AV

KS/00

KONTR

OPPDRAG

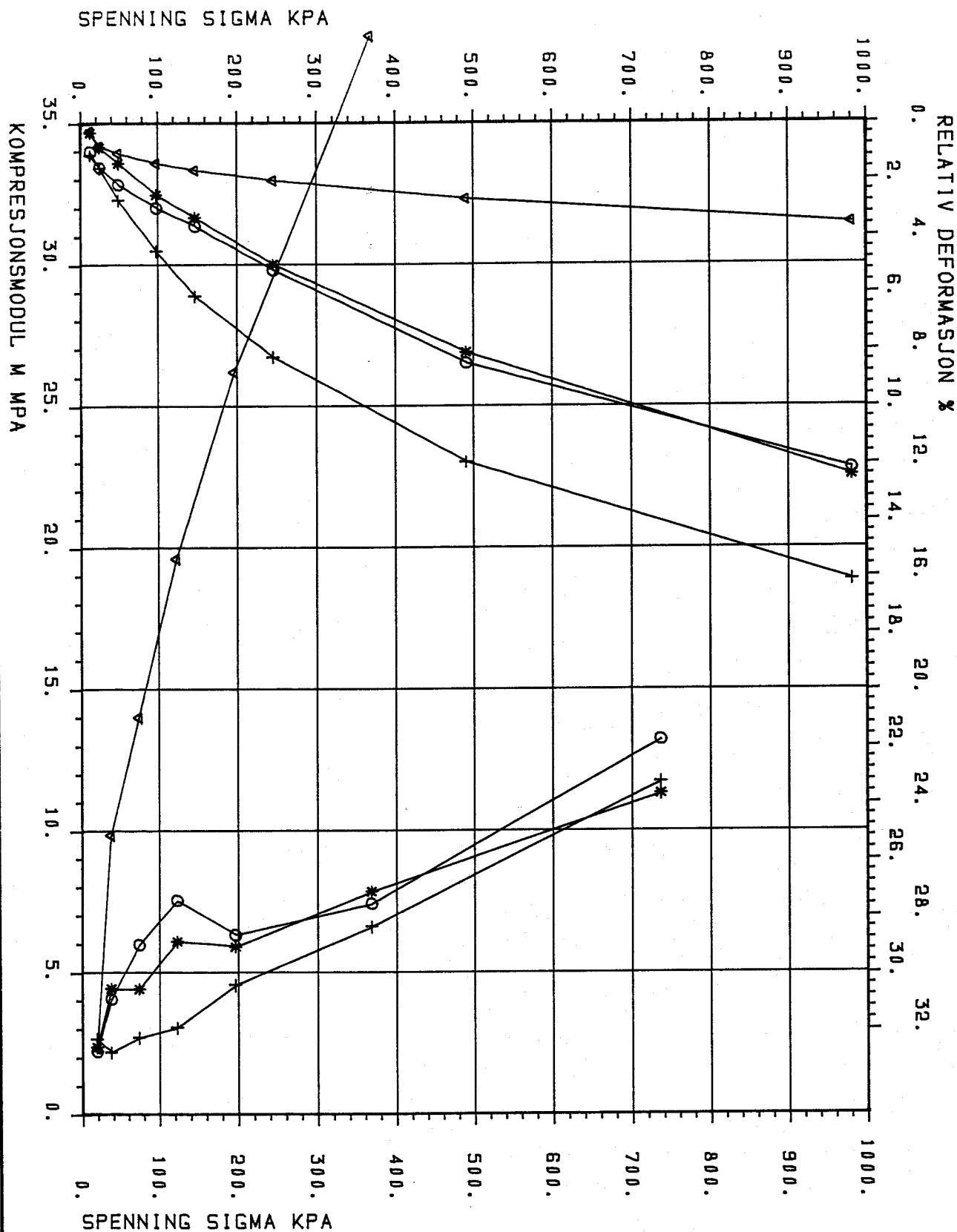
10495

BILAG

15

TEGN NR

115



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

ØDOMETERFORSØK

MALESTOKK

OPPDAG

10495

TEGNET AV

BILAG

16

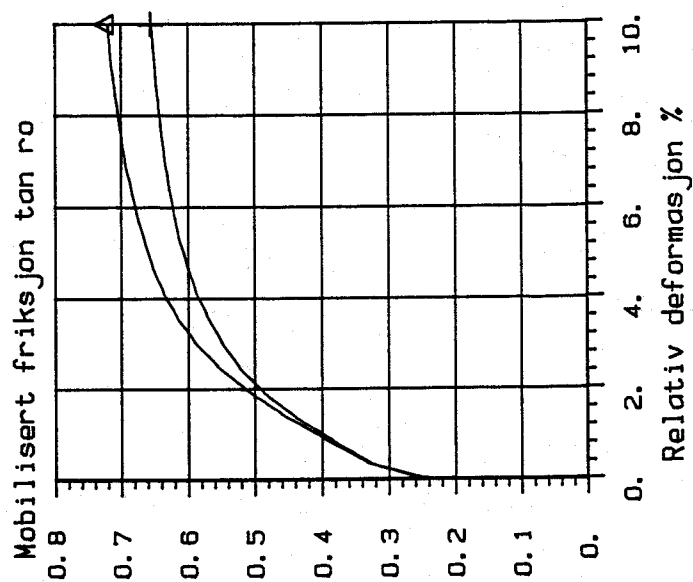
DATO

TEGN. NR

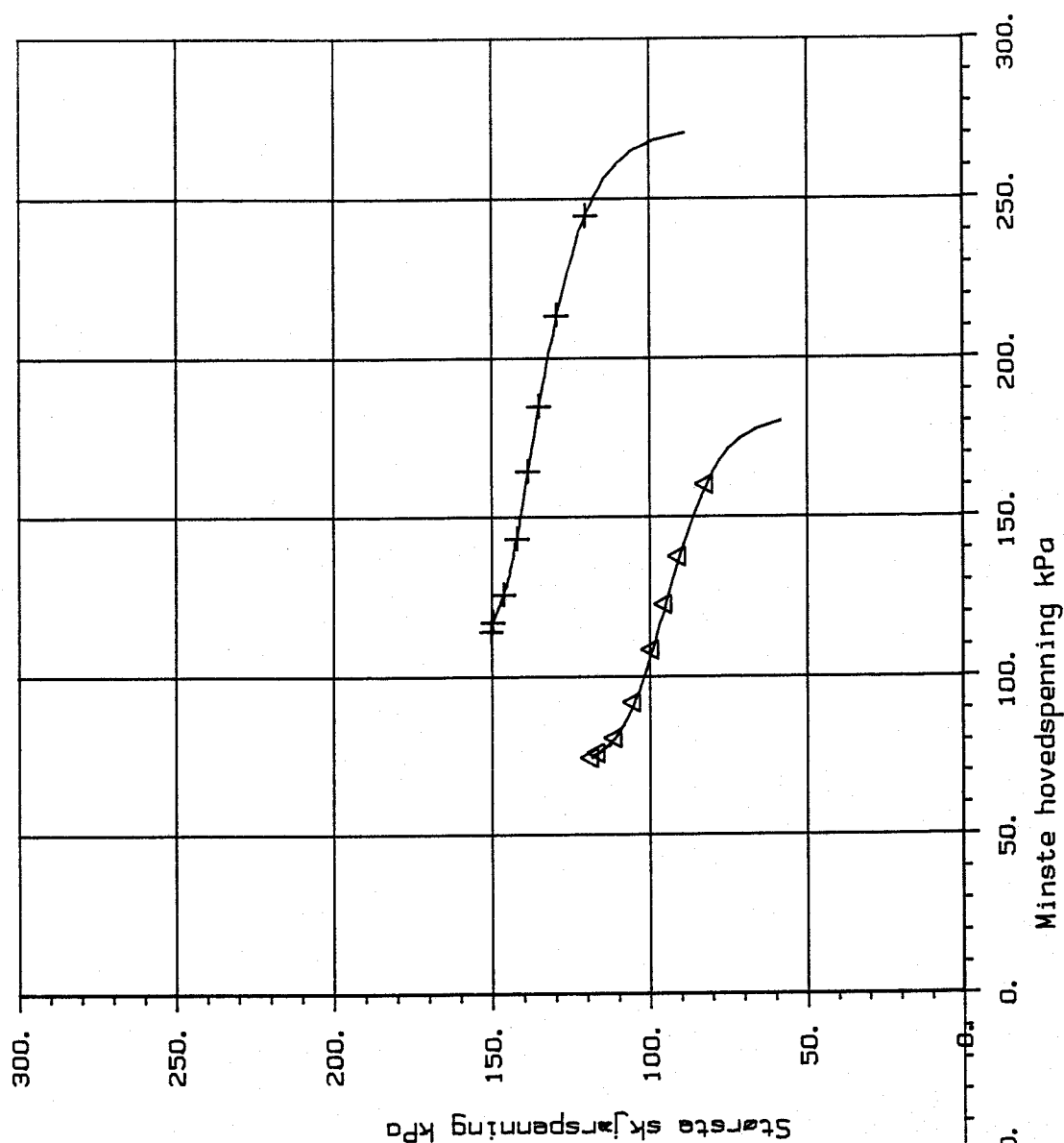
05/94

116

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøkttype	Jordart
+	4	15.55	08	CAU	LEIRE
Δ	4	15.45	08	CAU	LEIRE



+ σ = 10.0 kPa
Δ σ = 10.0 kPa



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

TREAKSIALFORSØK
11 MAY . 1994

MALESTOKK

TEGNET AV

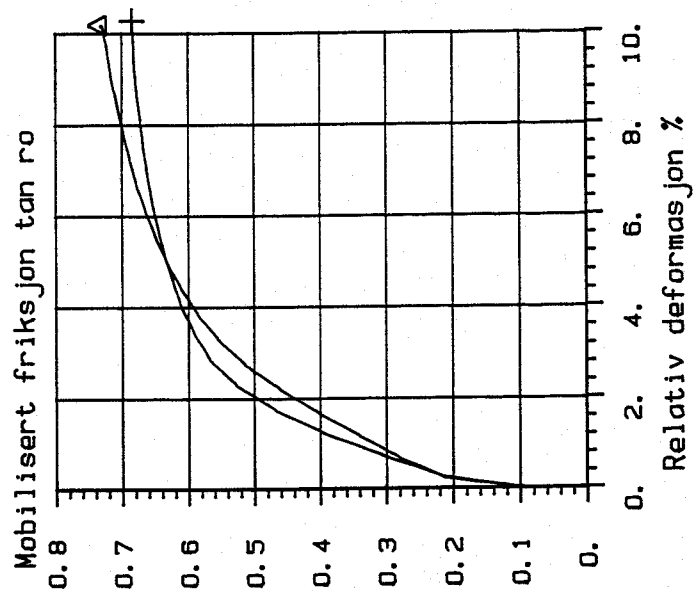
DATO
05/94

OPPDRAG
10495

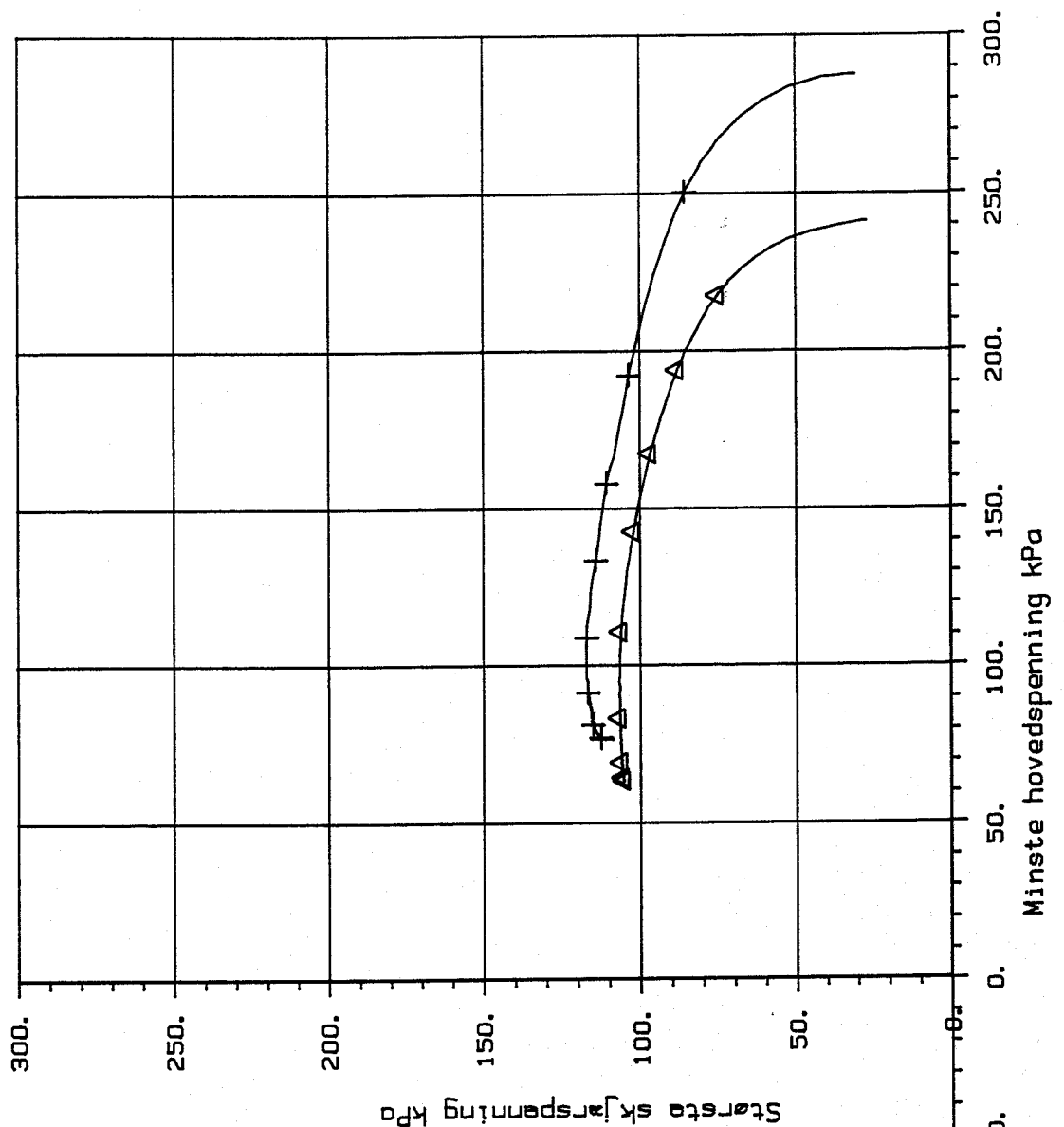
BILAG
17

TEGN NR
117

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøksnr.	Jordart
+	4	21.70	11	CAU	KVIKKLEIRE
Δ	4	21.55	11	CAU	KVIKKLEIRE



+ $\sigma = 10.0$ kPa
 Δ $\sigma = 10.0$ kPa



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
 Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
 NTH - REALFAGBYGG

TREAKSIALFORSØK

19 MAY . 1994

MÅLESTOKK

TEGNET AV

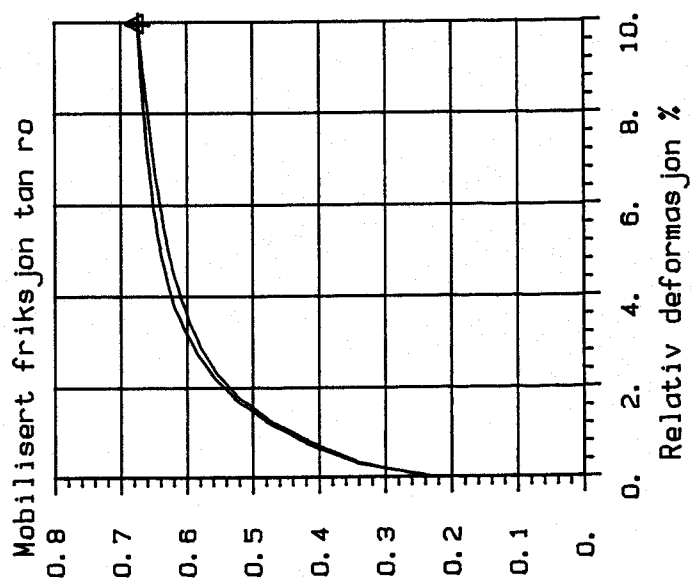
DATO
 05/94

OPPDRAG
 10495

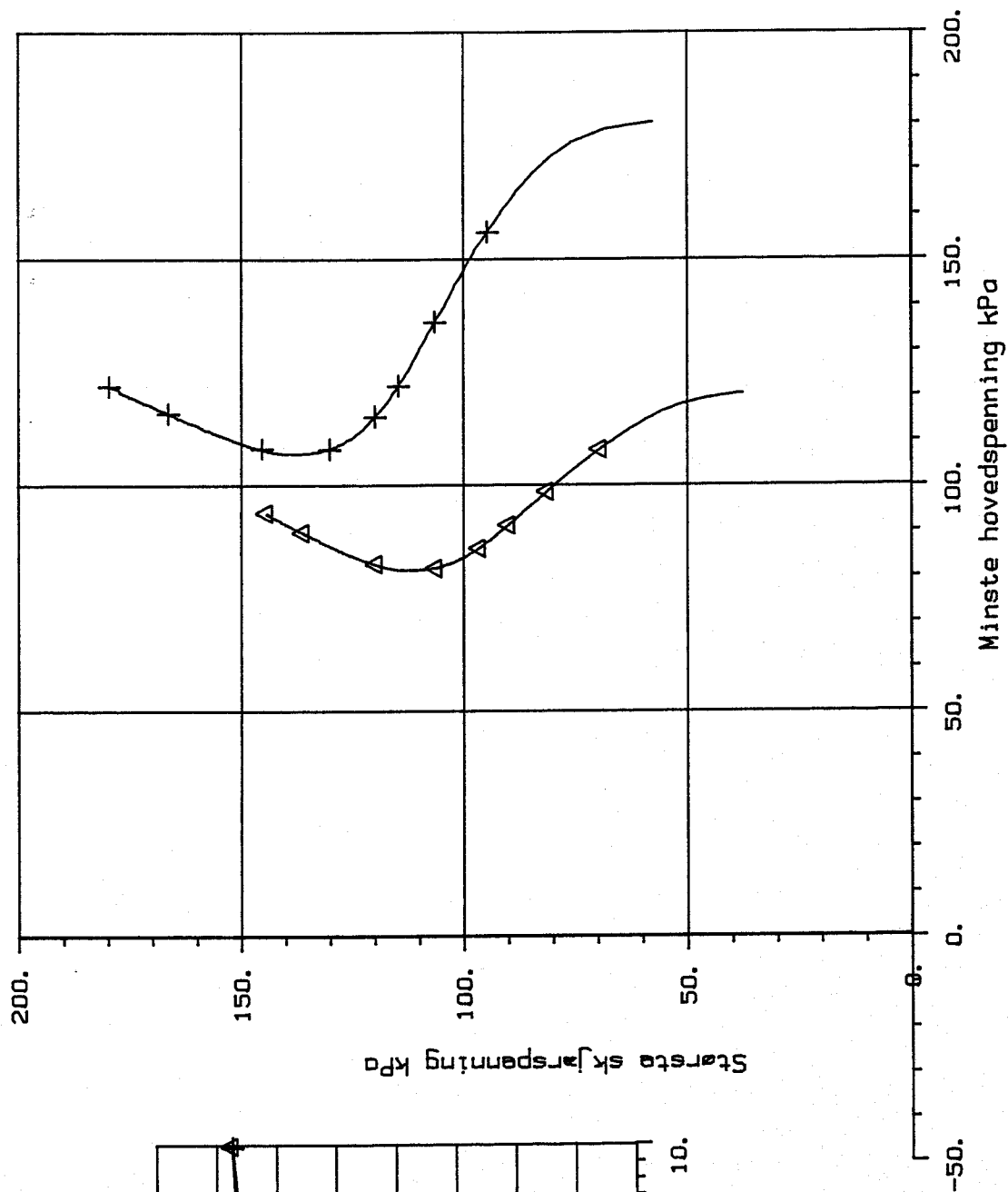
BILAG
 18

TEGN. NR
 118

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøkttype	Jordart
+	2	12.65	21	CAU	LEIRE
Δ	2	12.55	21	CAU	LEIRE



+ $\sigma = 20.0$ kPa
 Δ $\sigma = 20.0$ kPa



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
 Geoteknikk og ingeniørgeologi

STATSBYGG
 NTH - REALFAGBYGG

TREAKSIALFORSØK
 10 MAY . 1994

MALESTOKK

TEGNET AV

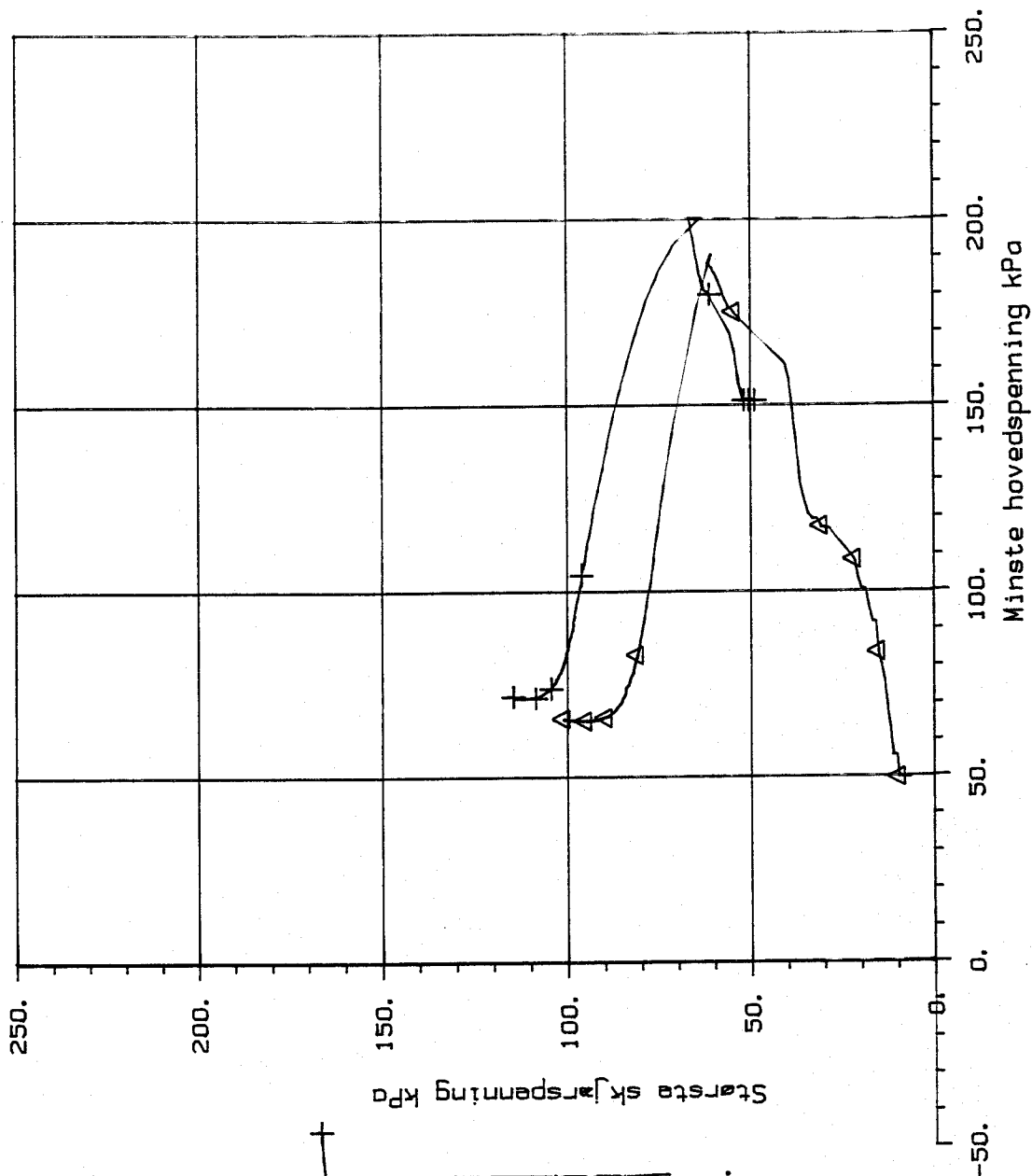
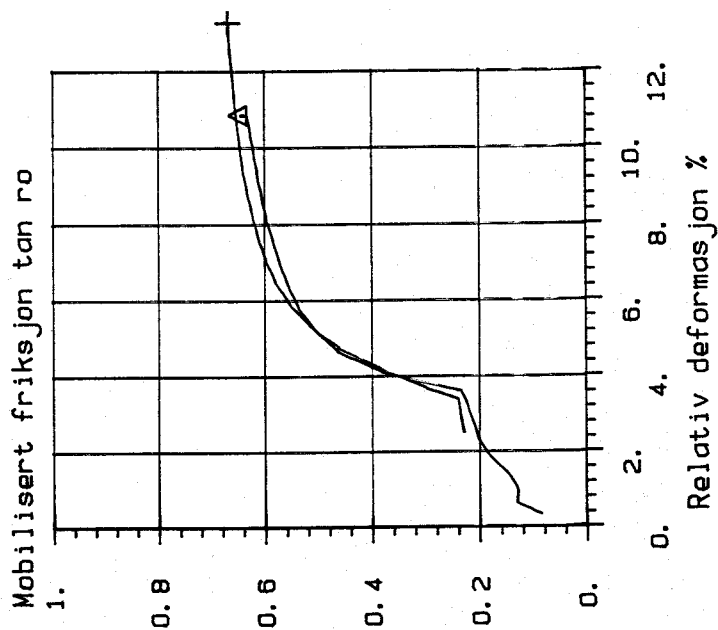
DATO
 05/94

OPPDRA
 10495

BILAG
 19

TEGN. NR
 119

SYMB	Boringnr.	Dybde, m	Labnr.	Forsøkttype	Jordart
+	6	14.45	52	CØUA	LEIRE
Δ	6	14.55	52	CØUA	LEIRE



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG
NTH - REALFAGBYGG

TREAKSIALFORSØK
26 MAY . 1994

MÅLESTOKK

TEGNET AV

DATO
05/94

OPPDRAG
10495

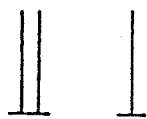
BILAG
20

TEGN NR
120

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).



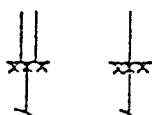
Boring avsluttet
(årsak ikke angitt)



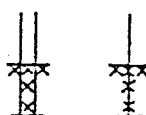
Antatt sten,
morene, sand
o.l.



Antatt fjell



Boret i antatt
fjell. (Hvis
overgangen er
ukjent, settes
spørsmålstegn.)

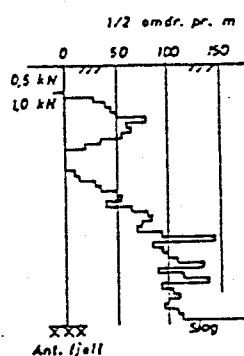


Boret i fjell
og kjerne opp-
tatt.

• 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 opp-tegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



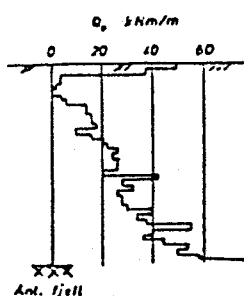
Totalsondering

Totalsondering kombinerer dreiestrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhj. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkshastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinner). 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 fall-høyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden

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

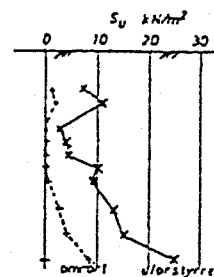
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempeprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindre med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før 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 sylindprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

+ Vingeboring

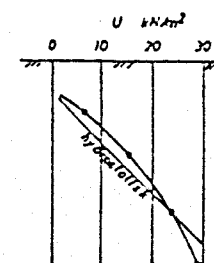
bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ).

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 leires udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



⊖ Porevanntrykket

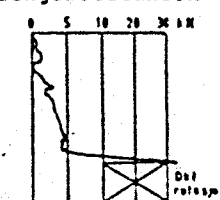
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng)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



⊖ Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ Dreiestrykksondering

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 enhver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERØKELSE R.

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

(γ i kN/m³) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense

(w_L i %) og utrullingsgrense (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen $w_L - w_p$ benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

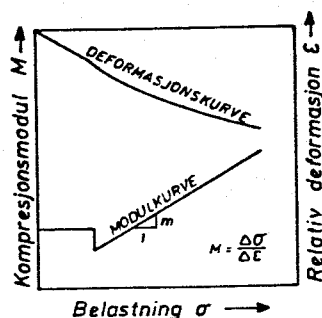
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S)

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm² og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Planterester
	Stein		Fyllmasse		Tre rester
	Grus		Matjord		Sagflis
	Sand		Gytje, dy		Skjell
					Moreneleire
					Grusig morene

Anmerking

T = tørrskorpe

-Leire: R = resedimenterte masser

K = kvikkleire

-Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.

-Morene vises med skyggelegging.

-For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:

Ca = kalkkonkresjoner

Fe = jernkonkresjoner

AH = aurhelle

SPESIELLE UNDERSØKELSER.SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_d \text{ max.}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

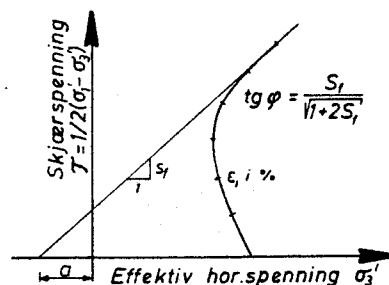
- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.Skjærstyrkeparametrene,

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i KN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).



Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.

Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnholdetter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineral-kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_d \text{ max.}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

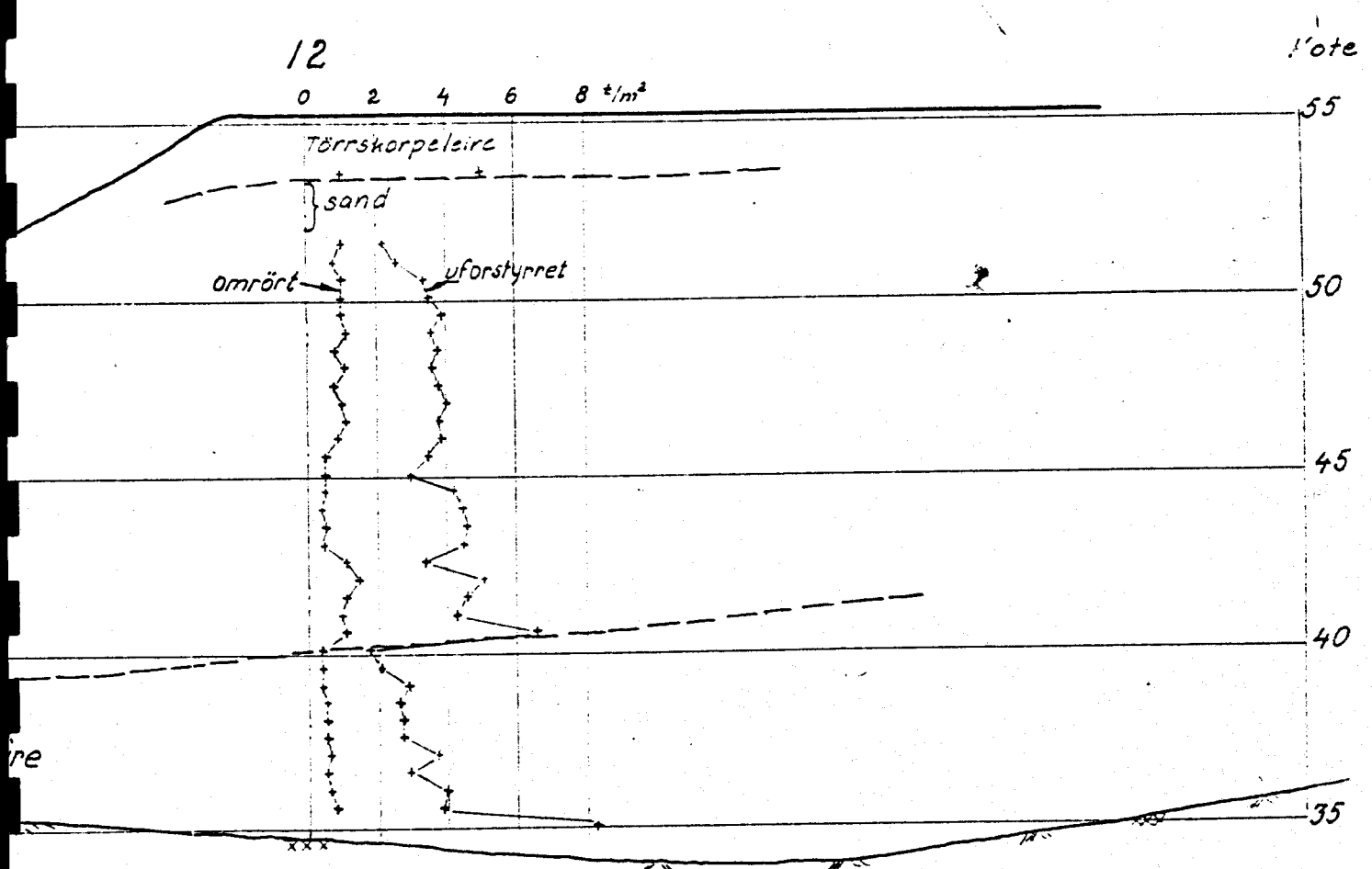
For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarende Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelseshastighet $= 0,05$ inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stampelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarende vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stampelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.

APPENDIX

BORPROFIL OG VINGEBORINGER FRA TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Rapport	Bilag nr.	hull nr.	Dato	Tittel
O.208	3	12	feb.55	vingeboring
O.208	7	8	jan.55	borprofil/vingeboring
O.208	8	13	jan.55	borprofil/vingeboring
O.208-2	4	22	mar.55	borprofil/vingeboring
O.208-2	6	24	feb. 55	borprofil/vingeboring
O.208-2	9	29	mars 55	borprofil/vingeboring
O.208-2	10	33	mars 55	borprofil
O.208-2	11	38	mars 55	borprofil/vingeboring
O.669	5	A-3	april 68	borprofil
O.669-5	7	1 og 2	okt. 70	borprofil
O.669-5	8	3	sept. 70	borprofil
O.669-5	9	4	sept. 70	borprofil



Profil II

M=1:200

Vingeboringer, skjærfasthet

xxxx Ant. fjell

Norges geotekniske