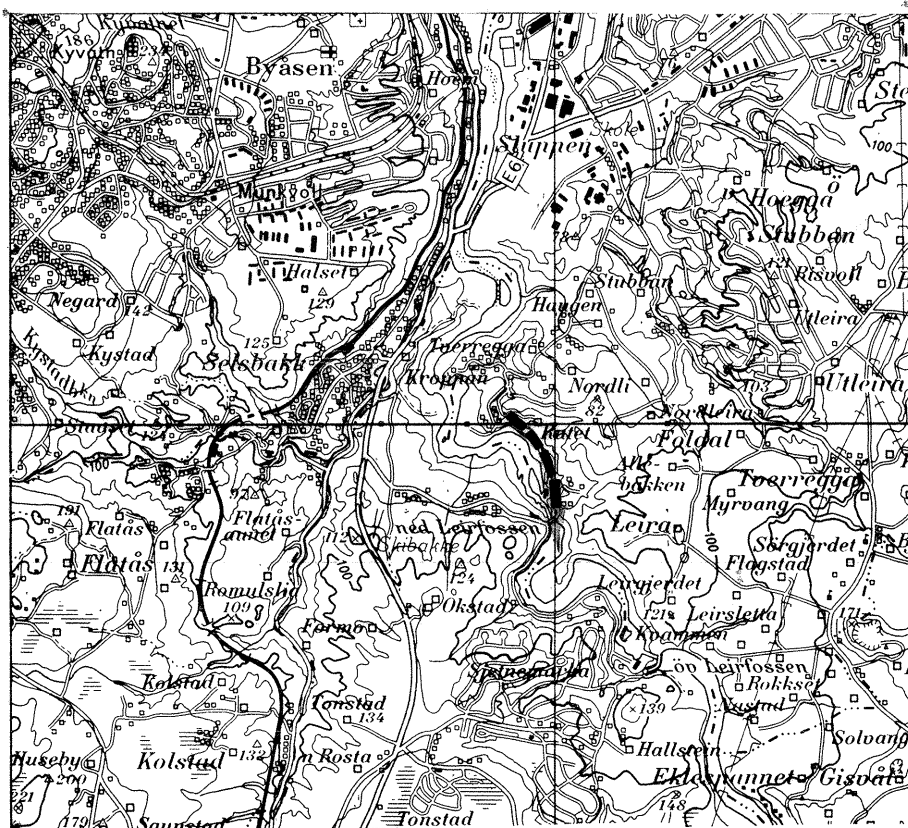


# R.695 NEDRE LEIRFOSS, OMLEGGING AV VEG

## GRUNNUNDERSØKELSER GEOTEKNISK VURDERING



10. 10.. 86

GEOTEKNISK SEKSJON  
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE

## INNHALD

1. ORIENTERING	side 1
2. TIDLEGARE GRUNNUNDERSØKINGAR	" 1
3. MARKARBEID	" 1
4. LABORATORIEUNDERSØKINGAR	" 2
5. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD	" 2
6. STABILITET. VURDERING AV MULIGE TERRENGINNGREP	" 4
7. SLUTTKOMMENTAR	" 6

## BILAG

Bilag 1:	Situasjonskart
2-3:	Borprofil boring 2, 5 og 7
4-5:	Treaksialforsøk boring 2 og 5
6-7:	Profil I, II, III, IV og V. Borerresultat, stabilitet
8:	Profil m/slagsonderingsresultat
9-12:	Borprofil frå tidlegare undersøkingar

## R 695 NEDRE LEIRFOSS, OMLEGGING AV VEG

1. ORIENTERING Etter oppdrag fra Reguleringsseksjonen v/ avd.ing. Håkon Haugan har vi utført grunnundersøking og geoteknisk vurdering for utbedring av Leirfossvegen frå Nedre Leirfoss til Leirøya.  
I tillegg til at sjølve kjørebane skal utvidast, skal det også byggast gang- og sykkelbane langs vegen.

Trondheim E-verk skal samtidig bygge ny dam for Nedre Leirfoss kraftverk.

2. TIDLIGARE GRUNNUNDER-SØKINGAR Det er tidligare utført fleire grunnundersøkingar i det aktuelle området. Dei viktigaste resultatane finst i desse rapportane:

Kummeneje:	0.538-3	Leirfossvegen, parsell E-G
	0.538-6	Leirfossvegen, parsell E-G
	0.689	Fossegrenda, planeringsprosjekt
	0.1494	Ytre Ringveg
	0.1682	Fossegrenda, terrassehusprosjekt

Geoteknisk seksj.: R 556 Rate, disposisjonsplan

3. MARKARBEID Markarbeidet vart utført i tidsrommet 15. april til 23. mai 1986.  
Boreprogrammet omfatta i alt:

- dreieboring i 11 punkt
- slagboring til antatt fjell i 25 punkt
- prøvetaking i 3 punkt

Borpunktene er plasserte som vist på situasjonskartet i bilag 1 der også resultatene frå slagboringane er påførte.

Resultatene frå dreieboringane og prøvetakingane er framstilte i terrengprofilene, bilag 6 og 7.

Resultatene frå slagboringane ved dammen er viste i terrengprofil, bilag 8.

4. LABORATORIE-UNDERSØKINGAR Prøvane som vart tatt opp, er opna og klas-  
sifiserte i laboratoriet vårt på Valøya.  
Alle prøvane er undersøkt rutinemessig, og  
det er målt:

- vassinnhald
- romvekt
- udrenert skjerstyrke i uforstyrta og om-  
rørt tilstand

For 3 av prøvane er dei effektive styrke-  
parametrane attraksjon ( $a$ ) og friksjon  
( $\tan \phi$ ) målte ved treksiale trykkforsøk.

Resultata frå dei rutinemessige målingane  
er viste i borprofila, bilag 2 og 3.  
Resultata frå dei treksiale trykkforsøka  
er framstilte i diagram, bilag 4 og 5.  
I bilag 9, 10, 11 og 12 er det lagt ved  
borprofil frå rapportane O.538-3 og  
O.538-6.

5. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD Det området som vi har undersøkt, ligg  
langs Leirfossvegen på austsida av Nidelva  
frå Nedre Leirfoss og ca 800 m nord og  
nordvestover mot Leirøya.

Generelt:

I hovudsak er terrenget bratt med inn-  
skjerande raviner og store høgdeforskjellar.  
Terrengformasjonane er eit resultat av ero-  
sjons- og rasaktivitet.

Dei maksimale høgdeforskjellane i skrå-  
ningane er opp mot 50 - 60 m.

Generelt er lausmassane i området ei massiv  
avsetning av marin leire. Mot sør ligg  
leira delvis direkte på fjell. I området  
omkring fossen er det lokalt påvist fjell  
i dagen.

I terrengryggane har den marine leira eit  
øvre, fast tørrskorpelag.  
I botn av ravinene er tørrskorpelaget mindre  
markert.

Dei underliggende massane er av variabel  
styrke og kvalitet. Leira er for det meste  
fast og middels fast, men det er også på-  
vist sensitiv og kvikk leire i området.

Den vidare omtalen av grunnforholda er  
hovudsakleg referert til terrengprofila I  
til V (bilag 6 og 7). Vi har grovt delt inn  
vegparsellen i 3 strekningar, nummerert  
A - C på situasjonskartet.

## Strekning A:

Dei brattaste skråningane har hellingar 1:1,4 til 1:1,9. "Effektive" skråningshøgder, dvs. skråningshøgder som virker inn på stabiliteten, er ca 15 - 20 m.

I nedre del av skråninga ved profil I og II viser boringane at det er relativt grunt til fjell. Ved profil I er det påvist fjell i dagen langs vegkanten.

Dreieboringane og prøvetakingane viser at det i overflata er utvikla eit lag av svært fast tørrskorpeleire. Den underliggende marine leira som delvis er noe siltig, er også fast.

Det bør også nemnast at det ca 350 m aust for Leirfossvegen i profil II er påvist blaut kvikkleire frå ca 7,5 m under terrenget, dvs. under ca kote 74. Kvikkleirelaget er ca 12 m tjukt, jfr. rapport O.1494 frå Kummeneje.

I profil I synest fjelloverflata å gå relativt horisontalt frå vegen inn under skråninga.

I profil II er det noe meir usikkert om boringane har nådd fjellet.

Ei slagboring mellom profil I og II viser imidlertid ca 4 m lausmasseoverdekking over fjellet.

## Strekning B:

Dei brattaste skråningane i dette området har helling ca 1:2 med effektive skråningshøgder på ca 25 - 35 m.

Boringane, representerte ved profil III og IV, viser at det også her er fast og delvis middels fast, marin leire.

Dreieboringane tyder på at det i profil III kan vere eit lag med middels fast leire parallelt med overflata ca 6 - 7 m under terrenget.

Prøveserien i borpunkt 7, profil III, viser tørrskorpeleire ned til ca 2 m under terrenget. Vidare nedover er det påvist fast, marin leire med enkelte siltlag. Den udrenerte skjærstyrken varierer frå 60 - 100 kPa. Ved to målingar, ca 3,5 og ca 7 m under overflata, er det målt styrkeverdiar i området 45 - 50 kPa, dvs. middels fast til fast leire.

Leira under tørrskorpelaget er tildels svært sensitiv.

Strekning C: Nord for profil IV er grunnforholda noe meir kompliserte med forekomstar av mellom anna kvikkleire og blaut leire.

Vi vil her referere utdrag av vår rapport R 556 Disposisjonsplan Rate:

"Området har preg av å være et kvikkleire-område, hvor terrengformasjonene er dannet ved utglidninger og ras på grunn av Nidelvas erosjon. De gjenstående materialer ventes å være av samme type som skredmassene, men uttørking og drenering antas å ha ført til senket grunnvannstand og tørrskorpedannelse øverst, mens det i dybden fremdeles kan finnes kvikk og sensitiv leire".

Vidare:

"Grunnen i området består av marin leire, øverst som meget fast tørrskorpeleire. I dybden er leira stort sett middels fast til fast, likevel sensitiv i større soner og stedvis også kvikk. I enkelte borhull er også påtruffet relativt tynne lag av bløt og sensitiv leire. Boringene er avsluttet omkring 20 m dybde uten å treffe fjell, men enkelte i fastere lag".

Ellers viser ein til profil V og borprofilerna i bilag 9 - 12. Det framgår her at det ikkje er påvist kvikk leire heilt nede ved Leirfossvegen.

6. STABILITET. VURDERING AV MULIGE TERRENGINNGREP
- Utrekningar som er utførte, viser at stabiliteten av dei naturlige skråningane langs Leirfossvegen er tilfredsstillande. Utrekningane er gjort på grunnlag av terrengprofil tatt opp i marka, målte styrkeparametrar og grunnvassnivå (null-nivå for poretrykk) som vist, jfr. bilag 6 og 7. Sikringsfaktoren mot utrasing er for fleire av profila utrekna til å vere ca 1,25 - 1,4, og ein kan derfor ikkje akseptere ei varig svekking av stabiliteten for de ugunstigaste skråningane.

Ein bør vere særleg forsiktig med terrenginngrep på den nordlige delen av området, dvs. i skråningane ved Rate. Eit ras i dette området vil kunne få katastrofale konsekvensar p.g.a. kvikkleireforekomstane i grunnen.

TOBB har konkrete planar for utbygging av Rateområdet. I samband med dette vil det bli utført tildels store planeringsarbeid delvis også nedover mot Leirfossvegen. Planleggingsarbeidet for vegen må derfor samkjørast med planlegginga/utbygginga av Rate.

Ved planlegginga av den nye vegen må ein generelt legge vekt på å unngå terrenginngrep i foten av dei brattaste skråningane. Eventuelle terrenginngrep må vurderast geoteknisk.

Vi vil her peike på mulig tekniske løysingar som vil vere akseptable ut frå geotekniske omsyn.

#### Strekning A:

Med samla vegbreidde på 12 - 15 m vil det på denne delen av **parsellen** bli nødvendig å skjere seg inn i foten av skråninga aust for vegen.

Da det i dette området er relativt grunt til fjell, vil ei mulig løysing vere å støtte opp skråninga med forankra spuntkonstruksjon. Ein slik spuntvegg bør innmeislast/boltforankrast til fjellet i tillegg til stagforankring i toppen. Staget bør om mulig også forankrast i fjell.

Med ein slik konstruksjon kan ein sikre stabiliteten av skråninga.

Viss ein velger denne oppstøttingsmåten, må fjellet først kartleggast nærmare ved tilleggsboringar, dvs. slagboringar og fjellkontrollboringar.

Eit alternativ til spuntløysinga er å byggja ein armert betongstøttemur. Muren bør forankrast til fjell for å ta opp horisontalkreftene.

Ved avkjørslene ca 150 m nord for dammen er det ønskelig å trekke vegen noe vestover, ut mot skråninga som er relativt bratt.

På grunn av tekniske installasjonar nede i skråninga vil det trulig bli problematisk å legge vegen på vanlig fylling. Ein bør derfor støtte opp vegfyllinga med mur eller annan støttekonstruksjon.

#### Strekning B:

I området omkring profil III bør ein ikkje gjere inngrep i skråninga aust for vegen. Med dei relativt låge sikringsfaktorane mot utrasing som ein har her, bør ein unngå varige utgravingar i skråningsfoten.

Det medfører at vegen berre bør utvidast på vestsida. Vi vil peike på forskjellig geoteknisk mulige utbyggingsmåtar.

- alternativ 1: *Vanlig fylling:* Vegen kan leggest på fylling utlagt i skråninga ned mot Nidelva. Dette alternativet fører mellom anna til at det meste av vegetasjonen i skråninga må fjernast. Stabiliteten av ei slik fylling er ikkje sett på i denne rapporten, men må i tilfelle vurderast spesielt.
- alternativ 2: *Gangvegen på pelar, kjørebana på støttemur:* Kjørebana kan utvidast til ønska breidde ved ein relativt låg støttekonstruksjon ute i skråninga mot elva. Gangvegen kan byggast på pelar nede i skråninga.
- alternativ 3: *Gangvegen i kulvert under Leirfossvegen:* Ei mulig teknisk løysing vil vere å legge gang- og sykkelvegen i kulvert under kjørebana. Kulverten kan byggast opp av betongelement, f.eks. med armert fyllmasse på innsida. Eventuell bygging av sin slik kulvert må skje ved seksjonsvis utgraving/oppbygging.
- Med denne løysinga vil det ikkje vere nødvendig med eit varig terrenginngrep i foten av skråninga.
- Strekning C: Også her bør ein unngå vesentlige terrenginngrep i skråningsfoten. Ein kan delvis unngå dette ved å heve vegen på strekninga nord for avkjørsla til Nedre Leirfoss kraftstasjon.

Den regulerte vegen i profil V er tidligare vurdert i rapport 0.538-3 frå Kummeneje. Vi vil her referere delar av konklusjonen:

"Stabilitetsmessig er sikkerheten ved graving for støttemur og i ferdig tilstand med 3 m høy mur ikke vært høy, men synes dog å kunne godtas. Større murhøyde enn 3 meter gir så vidt usikker stabilitet at dette etter vår mening frarådes. Nedskjæring av skråningen bør utføres før graving for muren påbegynnes".

7. SLUTTKOMMENTAR Med dei krevande terreng og grunnforholda som ein har langs denne vegstrekninga, vil det vere svært viktig å tilpasse vegen med skjæringar og fyllingar etter terrenget. Særlig bør ein unngå skjæringar i foten av dei høgaste og brattaste skråningane.



Denne orienterende rapporten tar sikte på å gi oversikt over grunnforholda, samtidig som det er skissert mulige tekniske løysingar.

Kostnader er ikkje vurdert i rapporten.

Under planlegginga vidare bør det være eit nært samarbeid mellom vegplanleggaren og geoteknisk rådgjevar.

I denne fasen må ein truleg gjera ein del tilleggsboringar.

Vi står derfor til tjeneste i det vidare arbeidet med vegprosjektet.

PLANKONTORET  
Geoteknisk seksjon

*Leif I. Finborud*  
Leif I. Finborud

*Erling Romstad*  
Erling Romstad





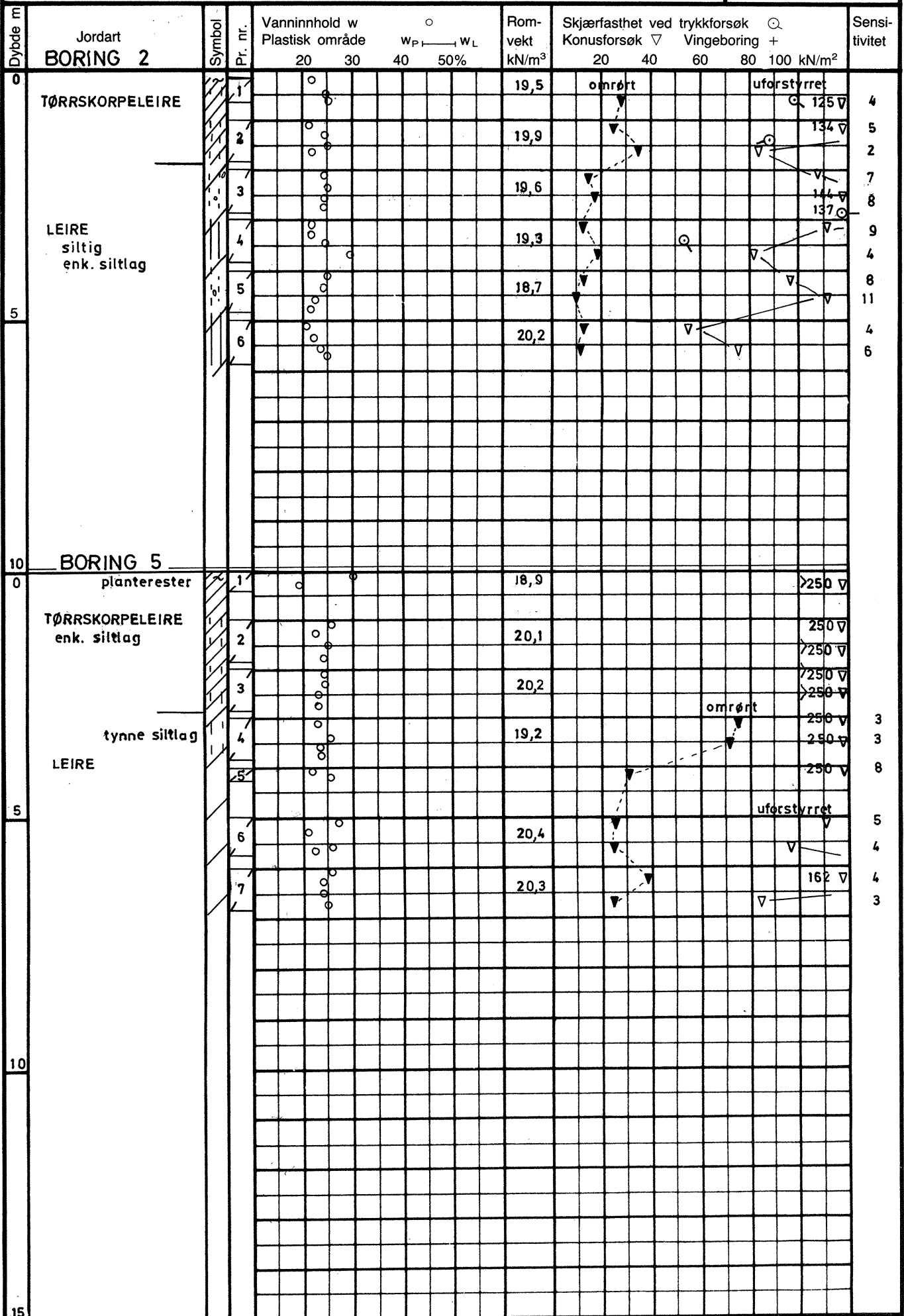
STREKNING C

STREKNING B

STREKNING A

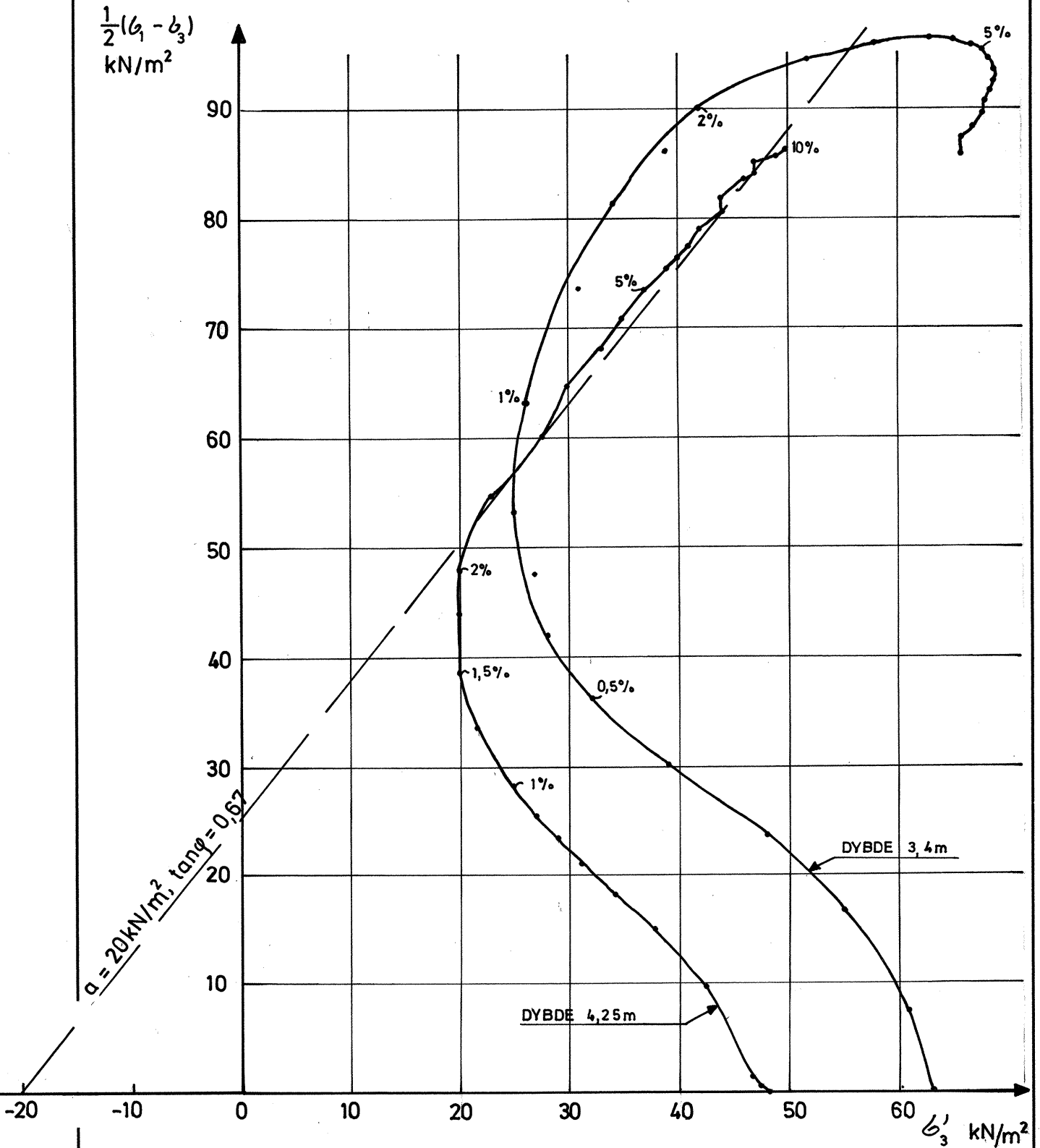
<b>NEDRE LEIRFOSS</b>		MALESTOKK:
<b>OMLEGGING AV VEG</b>		1 : 1000
SITUASJONSKART		TEGN. AV:
● DREIEBORING		K. T.
○ PRØVETAKING		DATO:
○ SLAGBORING TIL ANT. FJELL		21.8.86
(Tall i parentes angir vandybde)		KONTR.:
TRONDHEIM KOMMUNE		RAPP. NR.:
GEOTEKNISK SEKSJON		695
		BILAG:
		1





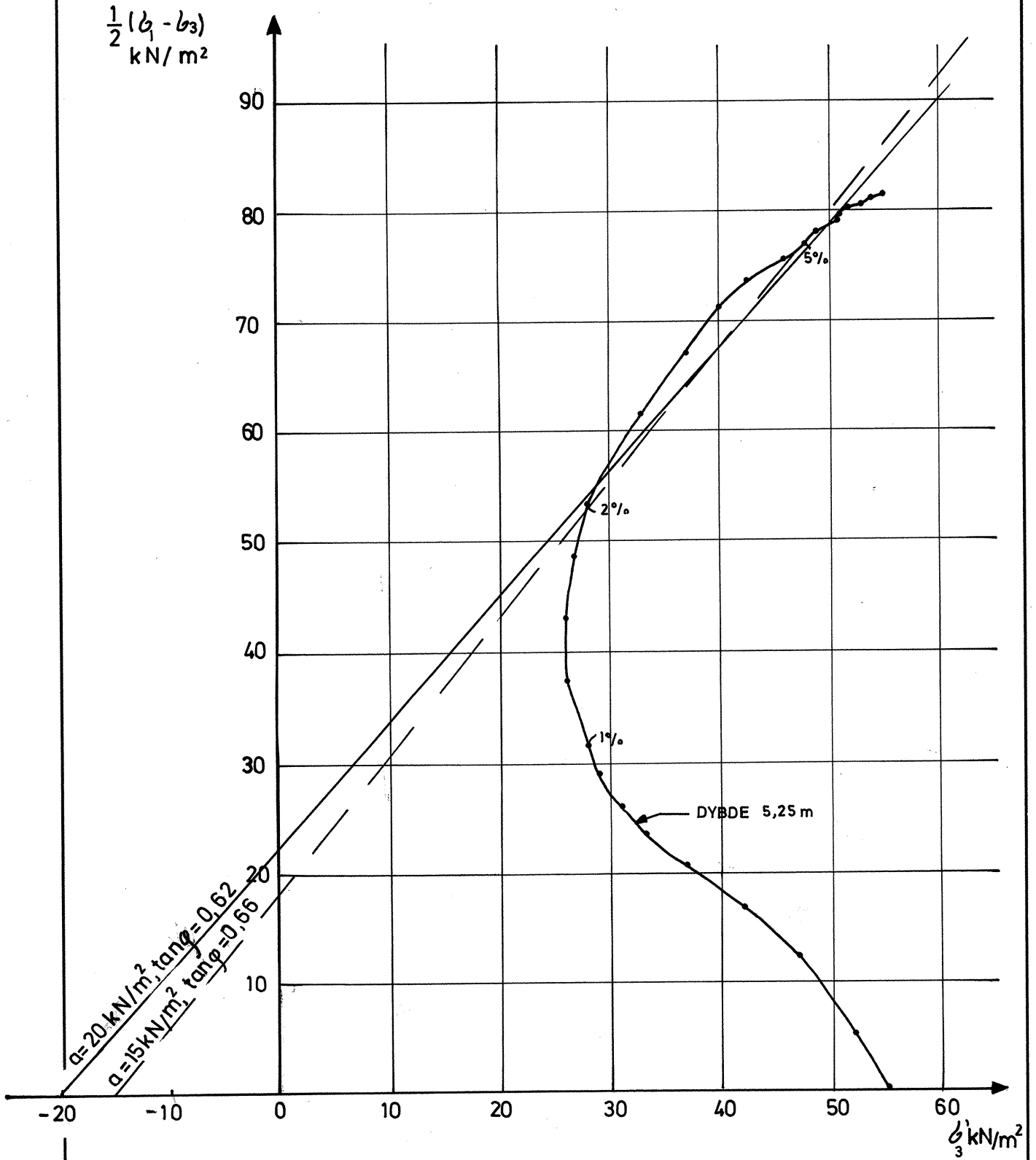
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
				Plastisk område					Konusforsøk ∇	Vingeborring +				
				20	30	40	50%			20	40	60	80	
	TØRRSKORPELEIRE enk. siltlag noe gruskorn		1					20,1						
			2					21,2						250 ∇
			3					20,4						162 ∇
			4					20,7						169 ∇
			5					19,6						162 ∇
5	LEIRE enk. siltlag		6					20,3						250 ∇
			7					18,1						162 ∇
			8					19,8						134 ∇
10														
15														
20														
25														

# BORING 2

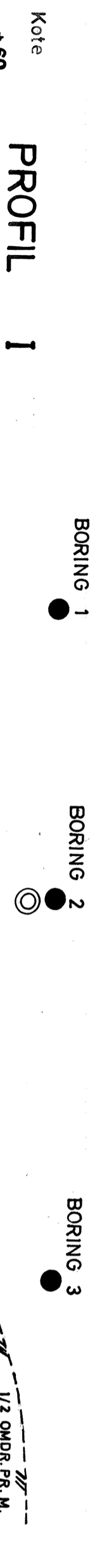


<b>TRONDHEIM KOMMUNE</b> GEOTEKNISK SEKSJON	NEDRE LEIRFOSS OMLEGGING AV VEG	MÅLESTOKK	
	TRIAKSIALFORSØK BORING 2	TEGNET AV <b>K.T.</b>	RAPP NR. <b>695</b>
		DATO <b>28.8..86</b>	BILAG <b>4</b>

# BORING 5



<b>TRONDHEIM KOMMUNE</b> GEOTEKNISK SEKSJON	NEDRE LEIRFOSS OMLEGGING AV VEG	MÅLESTOKK	
	TRIAKSIALFORSØK BORING 5	TEGNET AV <b>K. T.</b>	RAPP NR. <b>695</b>
		DATO <b>28.8..86</b>	BILAG <b>5</b>



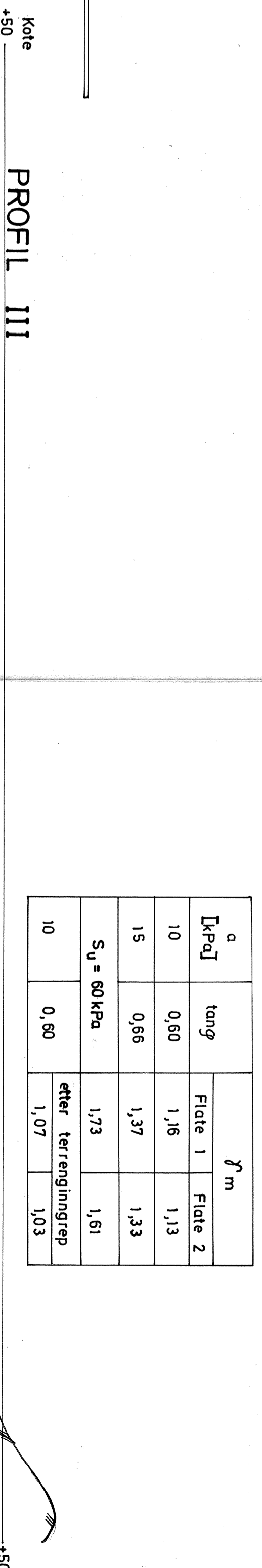
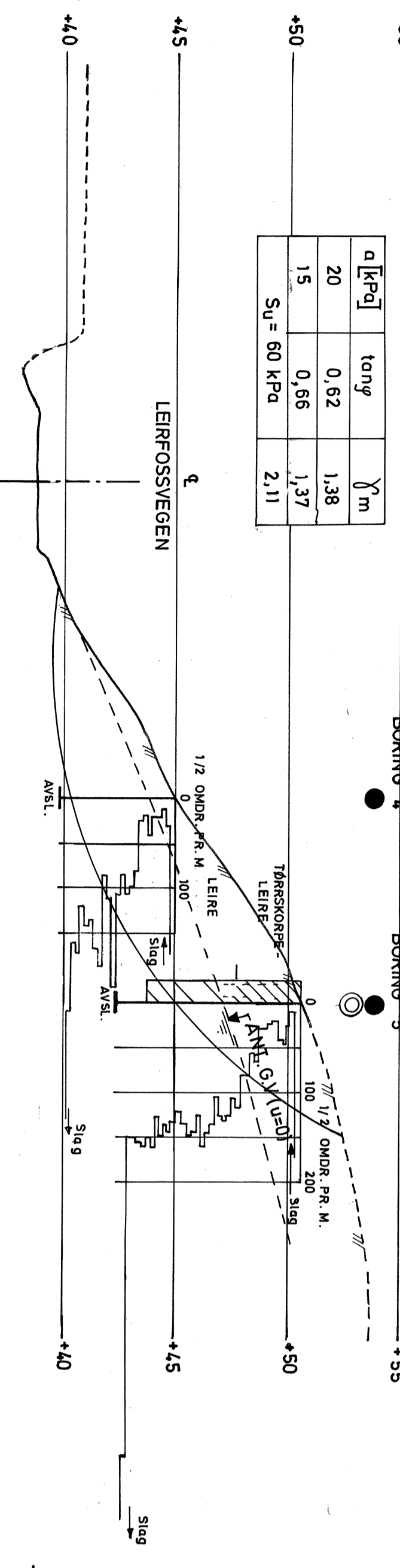
$\alpha$ [kPa]	$\tan\phi$	$\gamma_m$
20	0,67	1,38
20	0,62	1,28
15	0,66	1,28
$S_u = 60$ kPa		
$S_u = 60$ kPa		

Kote

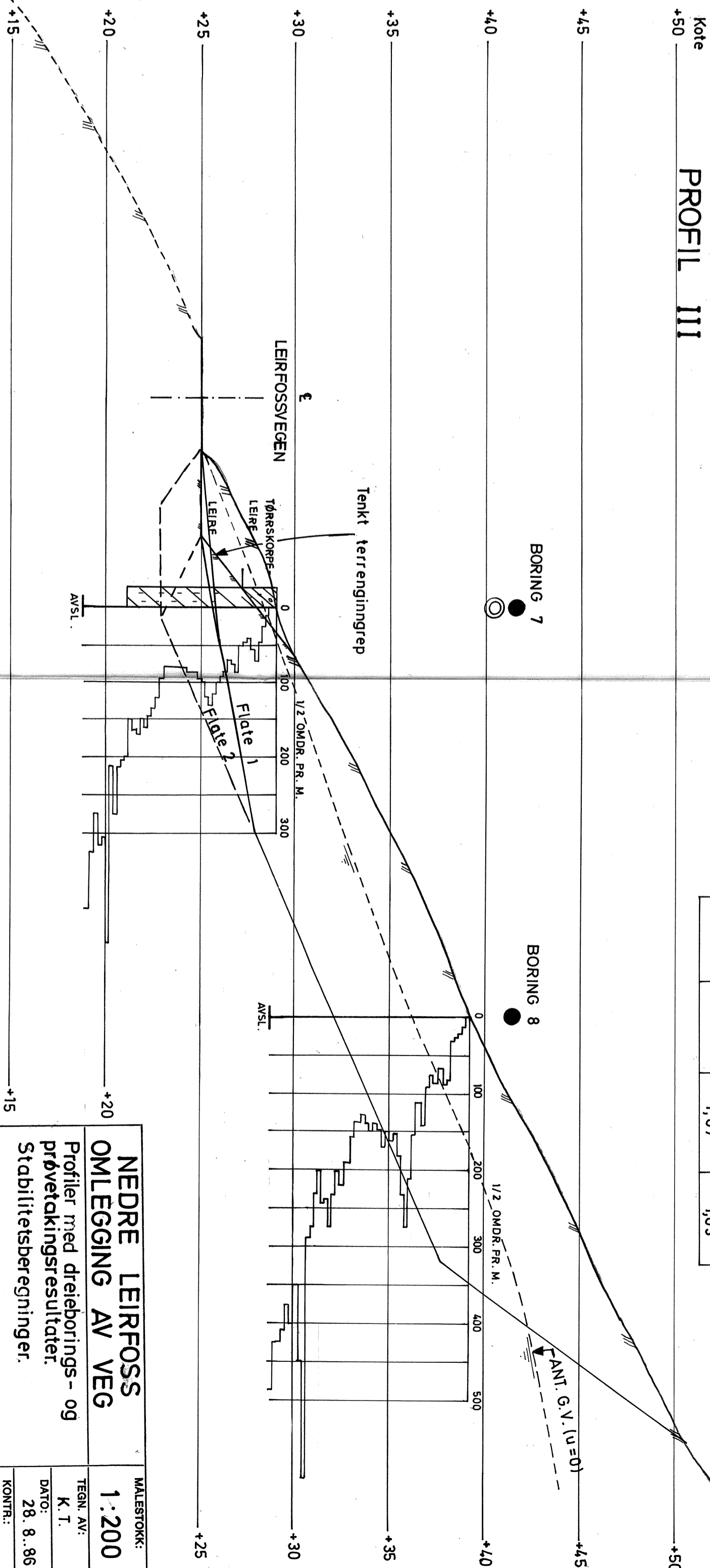
**PROFIL II**

BORING 4 ● BORING 5 ●

$\alpha$ [kPa]	$\tan\phi$	$\gamma_m$
20	0,62	1,38
15	0,66	1,37
$S_u = 60$ kPa		



$\alpha$ [kPa]	$\tan\phi$	$\gamma_m$	
		Flate 1	Flate 2
10	0,60	1,16	1,13
15	0,66	1,37	1,33
$S_u = 60$ kPa		1,73	1,61
		etter terrengingreip	
		1,07	1,03



TEGNFORKLARING:

- DREIEBORING
- PRØVETAKING

**NEDRE LEIRFOSS OMLEGGING AV VEG**

Profiler med dreieborings- og prøvetakingsresultater. Stabilitetsberegninger.

PROFIL I, II OG III

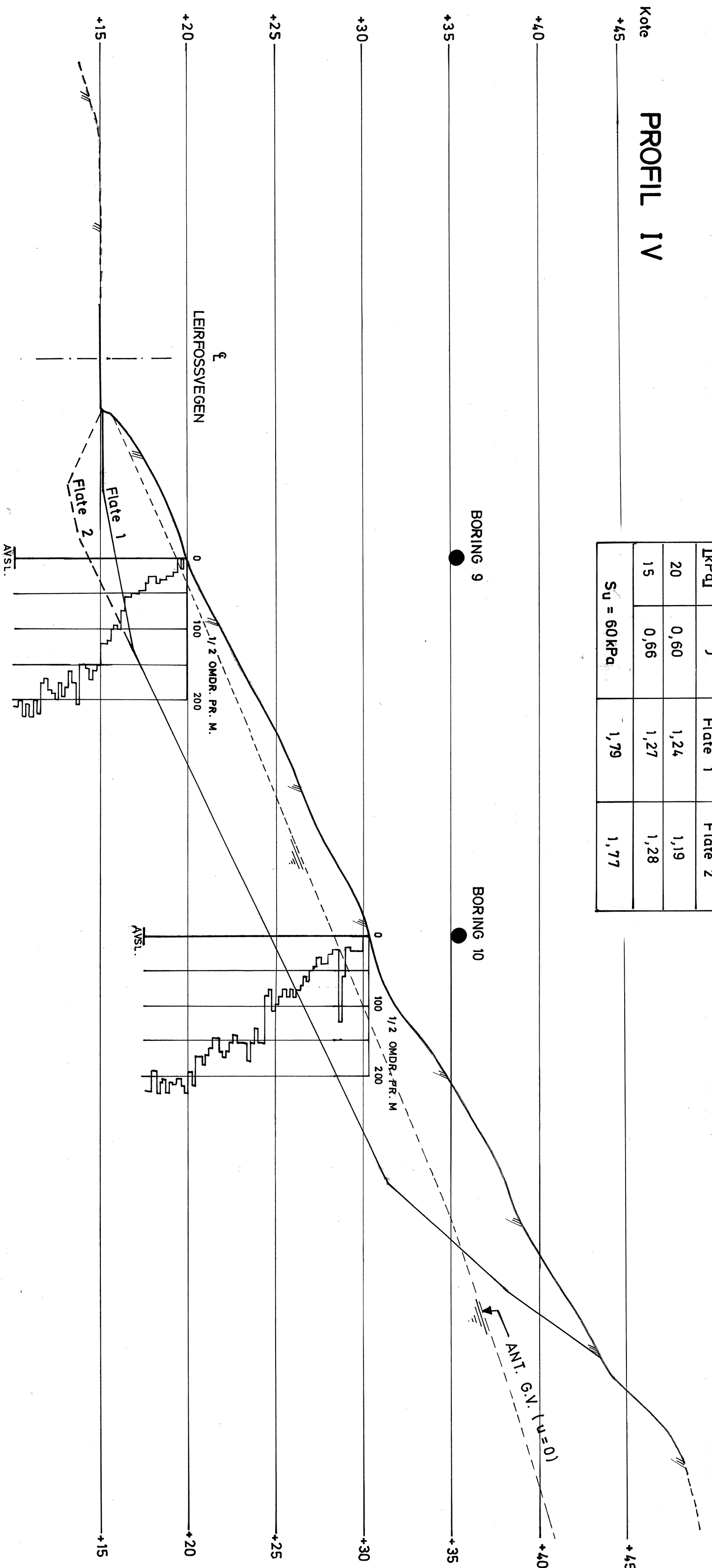
TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK: 1:200  
TEGN. AV: K. T.  
DATO: 28. 8. 86  
KONTR.:  
RAP. NR.: 695  
BILAG: 6

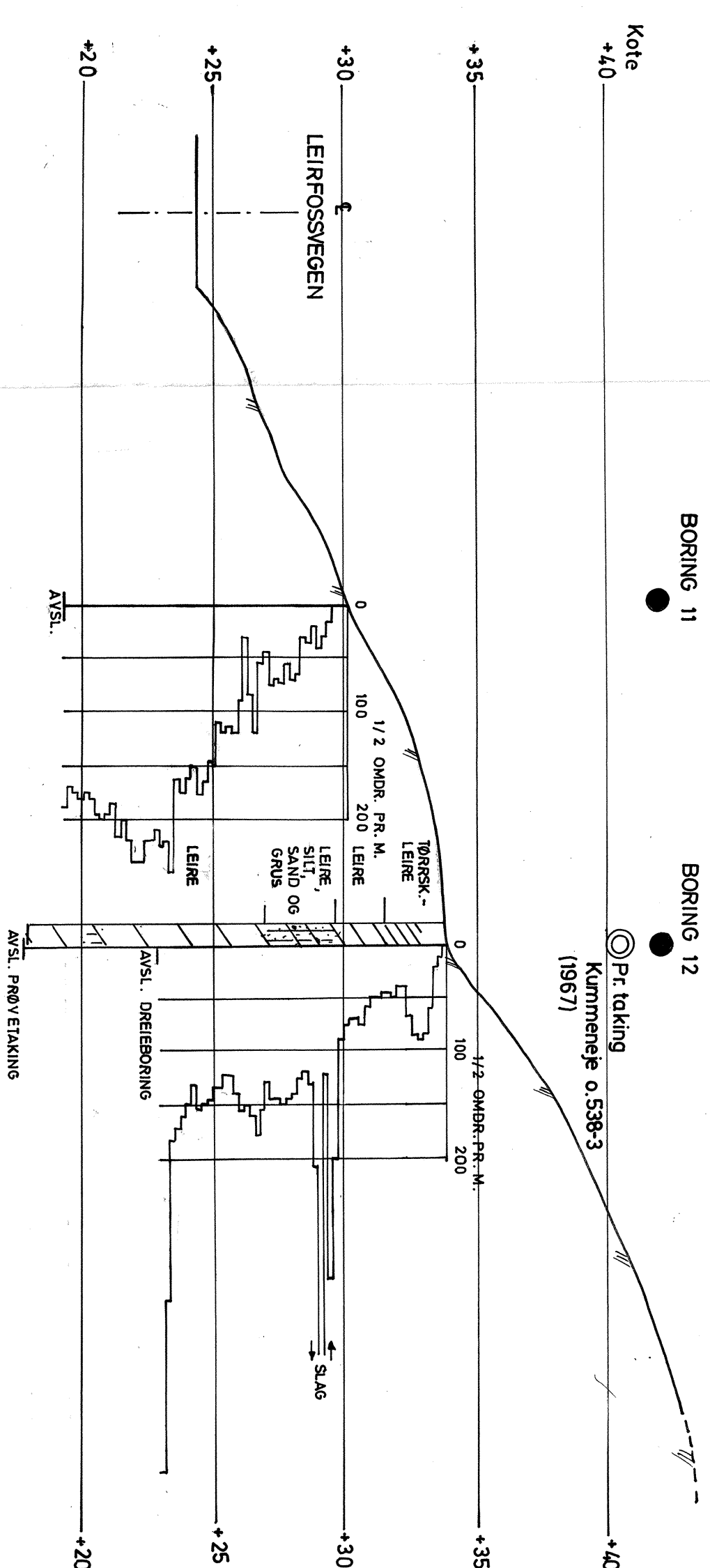
Kote

# PROFIL IV

[kPa]	tang	γ <sub>m</sub>	
		Flate 1	Flate 2
20	0,60	1,24	1,19
15	0,66	1,27	1,28
S <sub>u</sub> = 60 kPa		1,79	1,77



# PROFIL V



TEGNFORKLARING :

- DREIEBORING
- PRØVETAKING

## NEDRE LEIRFOSS OMLEGGING AV VEG

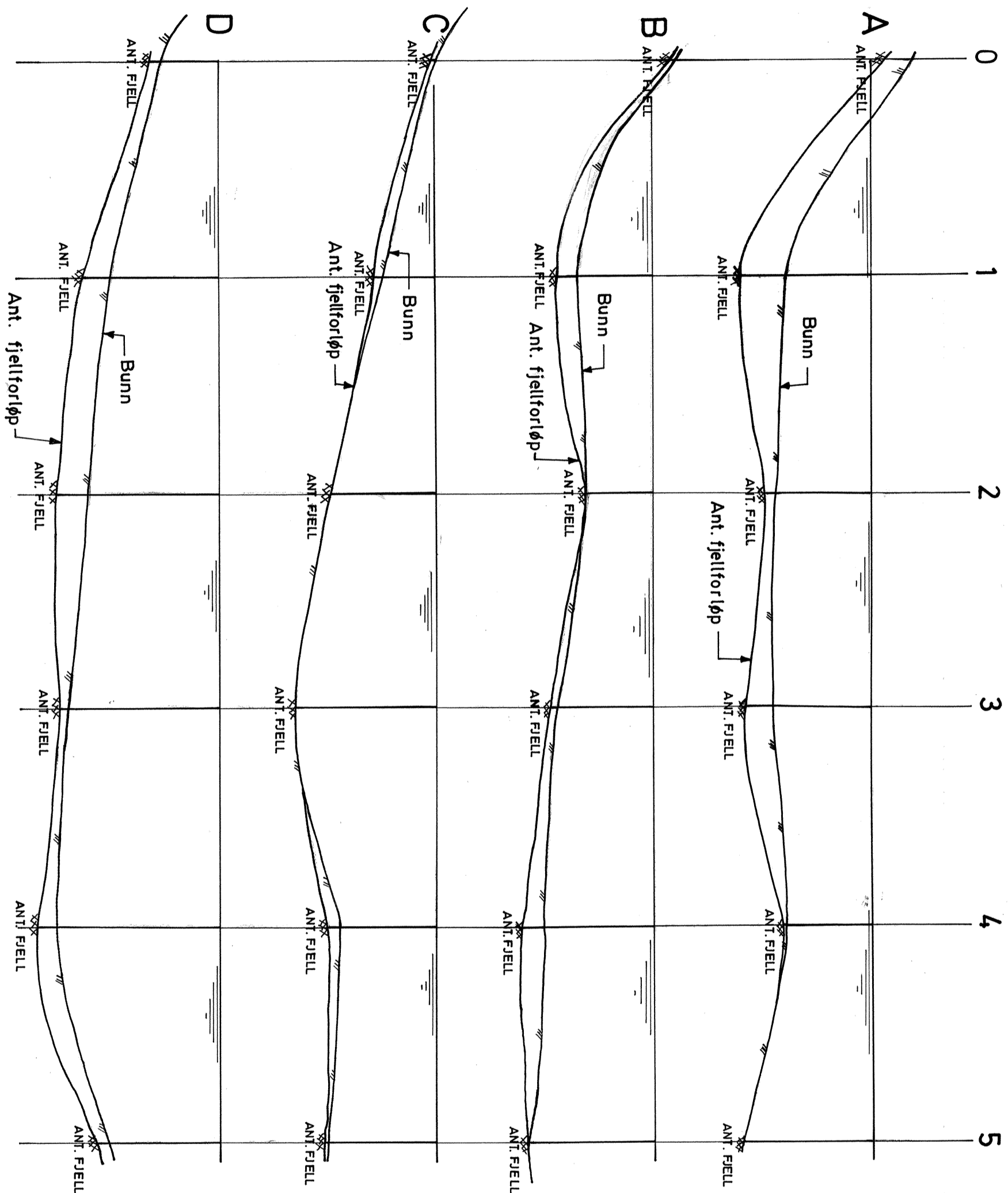
Profiler med dreieborings- og prøvetakingsresultater. Stabilitetsberegninger.

PROFIL IV OG V

TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

MÅLSTOKK:	1:200
TEGN. AV:	K.T.
DATO:	28.8.86
KONTR.:	
RAPP. NR.:	695
BILAG:	7





**NEDRE LEIRFOSS  
OMLEGGING AV VEG**

Profiler med slagsonderinger  
til ant. fjell

Profil A, B, C OG D

MALESTOKK:  
**1:200**

TEGN. AV:  
K.T.

DATO:  
10. 10.. 86

KONTR.:

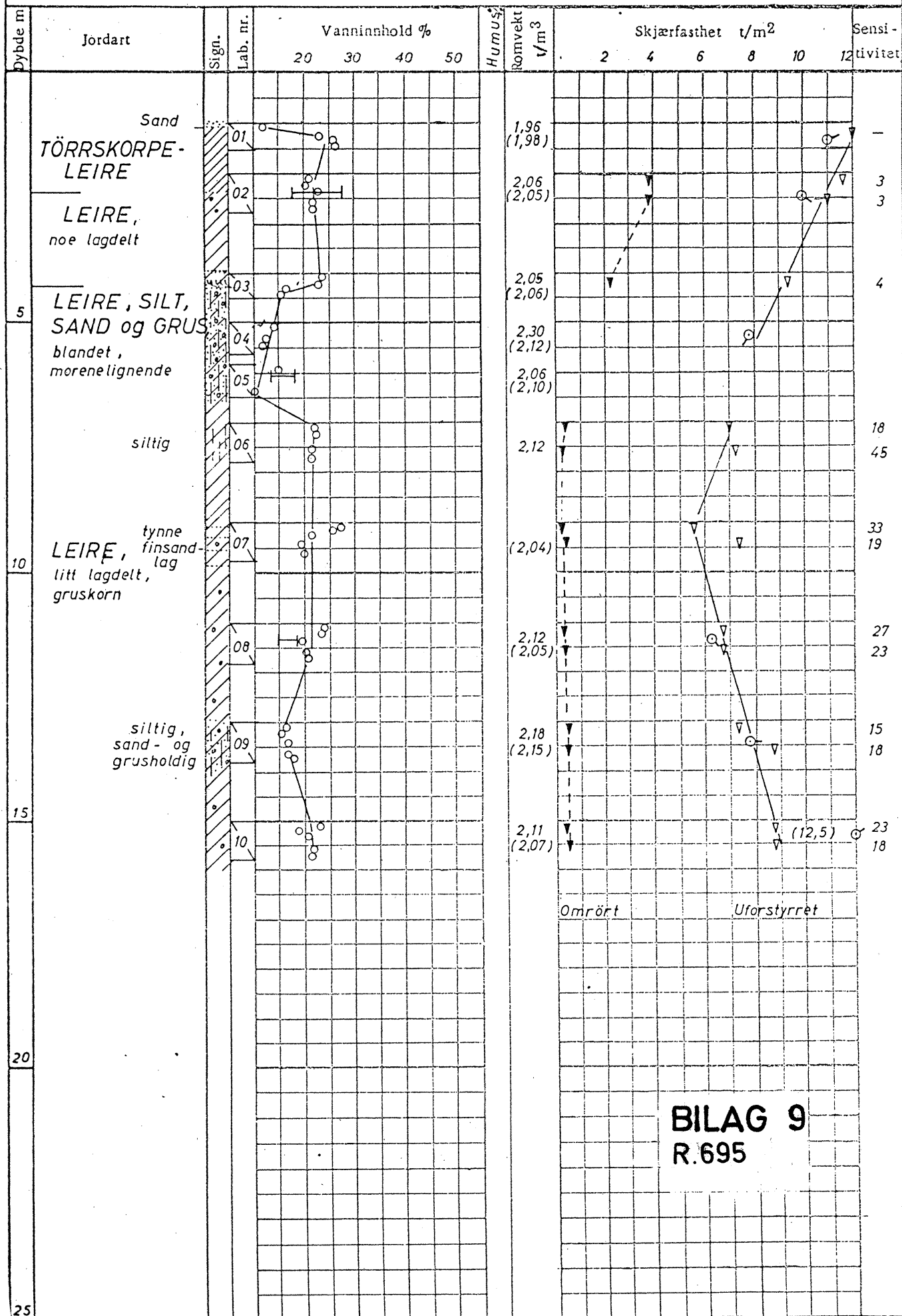
RAPP. NR.:

695

BILAG:

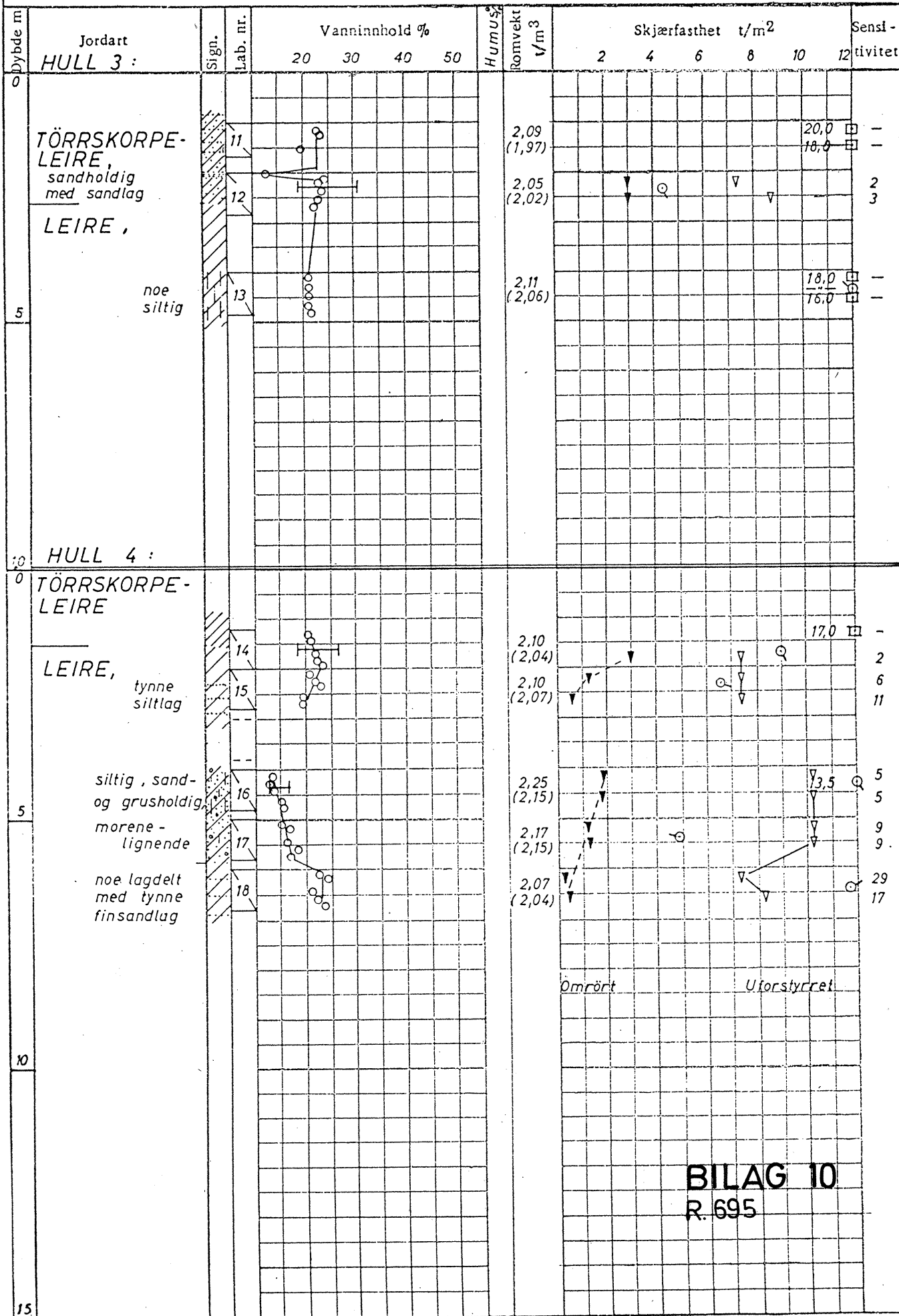
8

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON



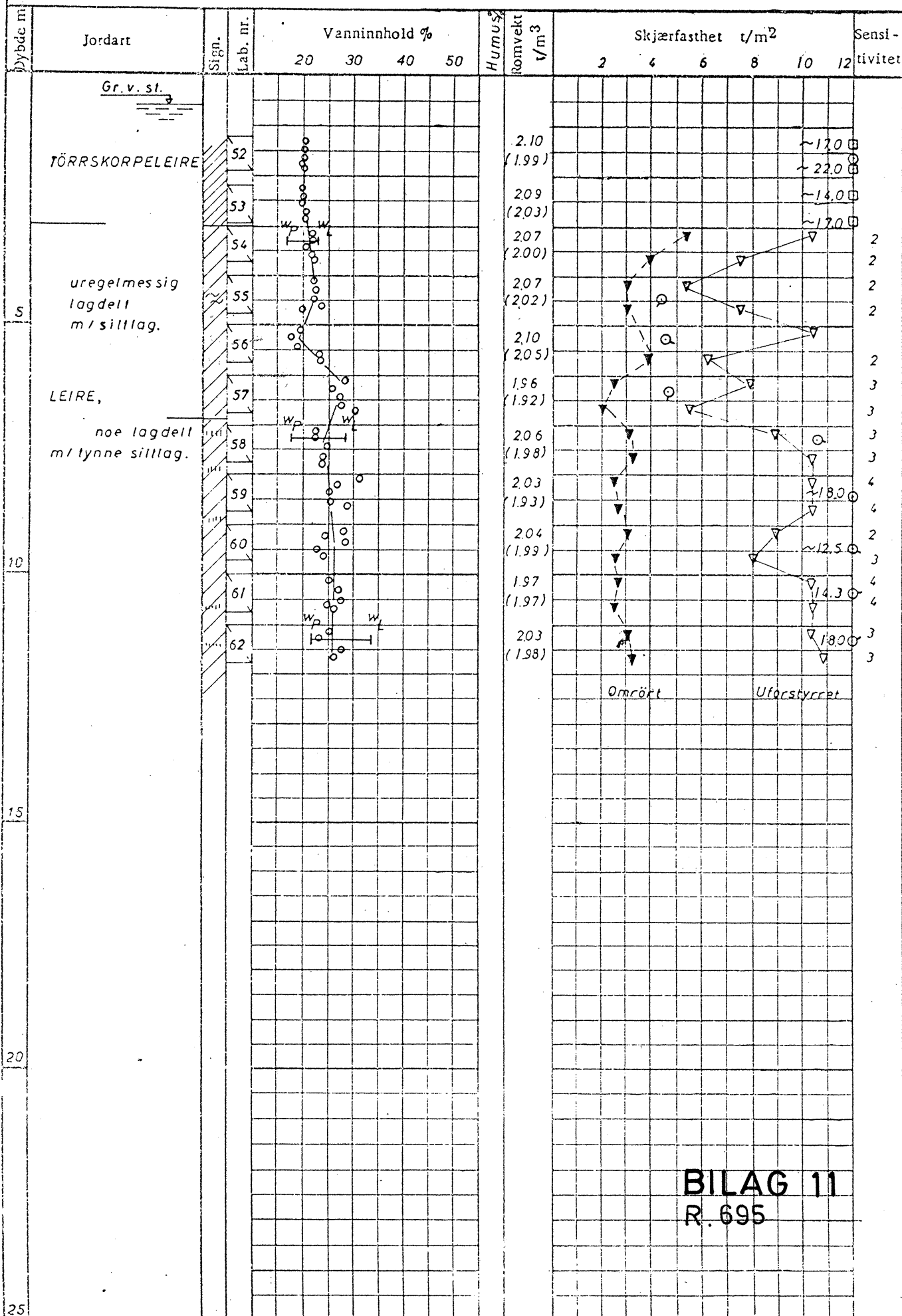
**BILAG 9**  
**R.695**

+ vingeoring    ⊙ enkelt trykkforsøk    ▽ konusforsøk    w = vanninnhold     $w_L$  = flytegrense     $w_p$  = utrullingsgrense



BILAG 10  
R. 695

+ vingeboring    ○ enkelt trykkforsøk    ▼ konusforsøk    w = vanninnhold     $w_L$  = flytegrense     $w_p$  = utrullingsgrense  
□ penetrometer



**BILAG 11**  
R. 695

+ vingeboring    ⊙ enkelt trykkforsøk    ▽ konusforsøk    w = vanninnhold    w<sub>L</sub> = flytegrense    w<sub>p</sub> = utrullingsgrense  
□ penetrometer

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus Romvekt V/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet τ/m <sup>2</sup>					Sensi- tivitet	
				20	30	40	50		2	4	6	8	10		12
5	Gr.v.st. ▽ TÖRRSKORPELEIRE		63					2.03 (2.02)						~12.0 □	
	LEIRE, grov, homogen, fast.		64					2.06 (2.03)						~15.0 □	
			65					2.08 (2.00)						16.0 □	2
			66					2.15 (2.07)						~12.0 □	
			67					2.11 (2.15)						~23.0 □	
	LEIRE, m/ tynne siltlag.												~15.0 □	8	
10															
15															
20															
25															

Omrørt Uforstyrret

**BILAG 12**  
R. 695

+ vingebooring    ⊙ enkelt trykkforsøk    ▽ konusforsøk    w = vanninnhold    w<sub>L</sub> = flytegrense    w<sub>p</sub> = utrullingsgrense  
□ penetrometer