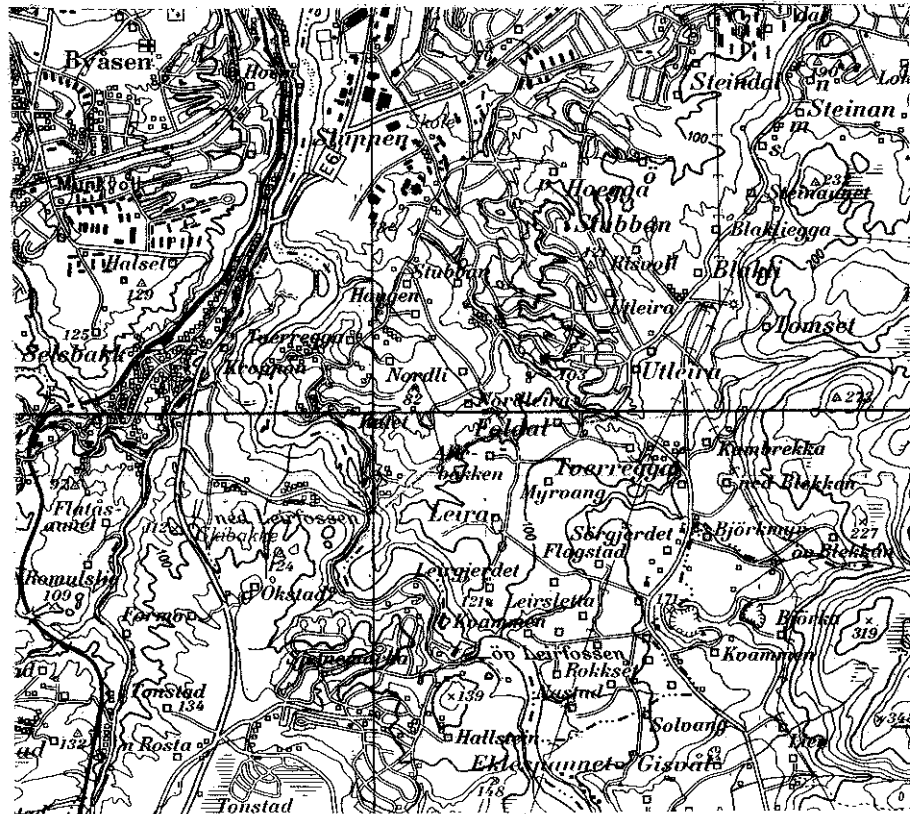


R. 460 YTRE RINGVEG

GRUNNUNDERSÖKELSER GEOTEKNISK VURDERING



30.. 11 . 77
GEOTEKNISK SEKSJON
PLANKONTORET, TRONDHEIM KOMMUNE

R 460 YTRE RINGVEG

STR. NEDRE LEIRFOSS - STEINANVEGEN

1. INNLEDNING

Etter anmodning fra Veg- og trafikkseksjonen v/overing. Ødegård har vi utført grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering for en fremføringslinje for Ytre Ringveg mellom Leira bunker og Steinanvegen. Denne parsellen inngår som en del av det nordre alternativ for denne vegen, dvs. fra Bjørndalsbrua, på bru over nedre Leirfoss forbi Leira bedehus og til Steinanvegen.

Tidligere grunnundersøkelse utført av rådgivende ingeniør Kummeneje har vist at bru over Nedre Leirfoss er geoteknisk mulig selv om stabilitetsforholdene i østre dalside må sies å være vanskelig. Denne undersøkelse tar sikte på å klarlegge om den videre fremføring av vegen østover fra brustedet er mulig, med hovedvekten lagt på stabilitetsforholdene i det til dels meget kuperte terreng.

2. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Den undersøkte parsell av Ytre Ringveg ligger i vanskelig terreng ute på kanten av skråningene ned mot Fossegrenda. De mange tversgående dalsøkk og terrengrygger fører til mange store fyllinger og skjæringer med høyde/dybde opp til 15 m.

Grunnen består av marin leire som er bløtest på den vestre delen av parsellen, frem til Foldal. Lengst vest, i profil II og III er det påvist kvikkleire i dybden. Øst for Foldal er grunnen stort sett fastere, men består også her av leire.

Ytre Ringveg vil fra geoteknisk synspunkt kunne føre fram omtrent som vist i bilag 1. Imidlertid skal det ikke legges skjul på at det vil bli et vanskelig prosjekt. Det må således for en stor del av strekningen regnes med motfyllinger ved kryssing av dalene, og utslaking til 1:3 i skjæringene. Skjæringsutslagene er antydnet i bilag 1.

Under utførelsen av vegen vil vegtrauet på en stor del av strekningen bli liggende i relativt bløt, lite bæredyktig leire, og det bør regnes med kalkstabilisering i stort omfang.

Ved evt videre prosjektering for dette tracéalternativ må det forutsettes mer detaljerte stabilitetsberegninger for bestemmelse av nødvendig omfang av motfyllinger og utslaking av skråninger.

3. MARKARBEID

Borearbeidet er utført i mai og juni 1977 under ledelse av boreformann P. Dyrdaahl. Det er i alt utført 20 dreiesonderinger som er supplert med enkelte slagsonderinger der grunnen er fast. I 8 hull er det tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm stempelprøvetaker. Videre er grunnvannstanden målt med filterpiezometer i 3 hull. Borepunktene plassering er vist på situasjonsplanen i bilag 1 og boreresultatene er fremstilt grafisk i terrengprofilene bilag 2-11.

4. LABORATORIEARBEID

De opptatte prøver, i alt 90, er åpnet og klassifisert ved vårt laboratorium på Valøya. Det er utført rutineundersøkelse av romvekt og vanninnhold. Den udrenerte skjærfasthet er bestemt med konus og enkle trykkforsøk. På et utvalg av prøvene er det kjørt i alt 20 triaksiale forsøk for bestemmelse av skjærfasthetsparametrene a (attraksjon) og φ . (friksjonsvinkel) Resultatene fra de rutinemessige laboratorieforsøk går fram av borprofilene bilag 12-18, mens vektorkurver fra triak-forsøkene er fremstilt i bilag 19-21.

5. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD

Vegen er planlagt ytterst ute på terrengplatået ved Leira, ved toppen av skråningen ned mot Fossegrenda. Platåkanten er gjennomskåret av større og mindre raviner og den prosjekterte veg vil krysse disse ravinene og terrengryggene mellom dem på vekselens fylling og skjæring.

Grunnen i området består hovedsakelig av marin leire, med en del silt- og sandlag. I den vestre del av tracéen, dvs. den nærmeste 350 m fra den prosjekterte bru over Nidelva er det konstatert kvikkleire i dybden.

Videre østover til Foldal synes grunnforholdene relativt ensartet. Under tørrskorpa er det middels fast leire som i 10-20 m dybde går over i meget fast grunn. Øst for Foldal er grunnforholdene mer vekslende. Det er påvist fast leire/silt på de framstikkende rygger, og i dalsøkkene er det en blanding av sand og leire, til dels torvblandet i de øvre lag.

For detaljer angående grunnforholdene henvises til profilene og borprofilene bilag 2-18.

6. STABILITET

a. Beregningsforutsetninger.

Ved stabilitetsberegningene har en $a\varphi$ -analyse både for skjæringer og fyllinger. For fyllingene har en dessuten brukt s_u -analyse idet det er regnet ut nødvendig udrenert skjærfasthet^u for likevekt. Når det gjelder grunnens fasthet har en lagt de målte s_u -verdier og resultatene fra triaksialforsøkene til grunn. Sammenstillingen av vektor-kurvene fra triaksialforsøkene, (bilag 19-21) viser at spredningen ikke er større enn at det på nåværende stadium av stabilitetsanalysen kan forsvares å bruke samme effektive skjærfasthetsparametre a og φ langs hele tracéen. Disse er valgt:

$$a = 2,5 \text{ t/m}^2 \quad (\text{attraksjon})$$

$$\varphi = 25,6^\circ \quad (\text{friksjonsvinkel})$$

Stabilitetsberegningene er utført etter terreng-tverrprofilene bilag 2-11 (tegnet opp etter kartkotene) og vegens plassering som vist på situasjonsplanen, bilag 1. I skjæringer er det regnet med traubunn 1 m under ferdig vegnivå, og det er i utgangspunktet forutsatt skråningshelning 1:2 både for skjæringer og fyllinger. Virkningen av utslaking av skjæringer og motfylling ved fyllinger er til dels beregnet.

Ved $a\varrho$ -analysen er det regnet med 50% tilleggsporetrykk ved fyllinger, og ved skjæringer hydrostatisk poretrykk fra skjæringsprofilen.

Ved s_u -analyse for fyllinger er benyttet de målte s_u -verdier i borprofilene, bilag 12-18.

b. Beregningsresultater.

Det er utført stabilitetsberegninger i 16 tverrprofiler. I nedenstående tabell er lavest beregnede sikkerhetsfaktor ført opp for de enkelte profiler (profilnr. i bilag 1): I parentes er oppført tilsvarende verdier ved utslaking/motfylling.

Profil	I	skjæring 10 m	Ingen stabilitetsberegning
"	II	fylling 15 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (motfyll. $F = 1,6$) Nødv. $s_u = 5,8 \text{ t/m}^2$ (motfyll. $4,4 \text{ t/m}^2$)
"	III	fylling 16 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,2$ (motfyll. $F = 1,4$) Nødv. $s_u = 6,1 \text{ t/m}^2$ (motfyll. $4,7 \text{ t/m}^2$)
"	IV	skjæring 9 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (skr. 1:3 $F = 1,6$)
"	V	skjæring 9 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (skr. 1:3 $F = 1,5$)
"	VI	Skjæring 11 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,0$ (skr. 1:3 $F = 1,3$)
"	VII	skjæring 8 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,2$ (skr. 1:3 $F = 1,5$)
"	VIII	fylling 10 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,3$ Nødv. $s_u = 3,0 \text{ t/m}^2$
"	IX	skjæring 9 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (skr. 1:3 $F = 1,5$)
"	X	skjæring 11 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (skr. 1:3 $F = 1,3$)
"	XI	fylling 10 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,4$ Nødv. $s_u = 3,1 \text{ t/m}^2$
"	XII	skjæring 12 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,1$ (skr. 1:3 $F = 1,3$)
"	XIII	fylling 12 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,0$ (motfyll. $F = 1,4$) Nødv. $s_u = 3,4 \text{ t/m}^2$ (motfyll. $2,4 \text{ t/m}^2$)
"	XIV	skjæring 13 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,0$ (skr. 1:3 $F = 1,5$)
"	XV	skjæring 12 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,2$
"	XVI	fylling 9 m	$a\varrho$ -analyse $F = 1,2$ Nødv. $s_u = 2,6 \text{ t/m}^2$

c. Vurdering av stabilitet.

Profil I: Her kan tilfredsstillende stabilitet oppnås ved nedplanering av terrengryggen ved Leira bunker.

Profil II og III: Ved disse 2 høye fyllinger har vi beregningsmessig lav sikkerhet mot utglidning, særlig ved s_u -analysen. Imidlertid er det ved beregningene forutsatt plan tilstand, dvs. at fyllingene har denne høyden over en lengere strekning. I virkeligheten er begge dalene relativt trange, slik at fyllingshøyden vil avta raskt til begge sider fra dalbunnen. Det kan regnes med at vegen kan føres fram på fylling over disse 2 dalsøkkene, men det vil bli nødvendig med stabiliserende tiltak som motfylling og/eller bruk av lette fyllmasser.

Profil IV, V, VI og VII dekker strekningen videre fram til Leira kapell. Vegen ligger stort sett bare i skjæring med dybde 8-11 m. Med skjæringshelning 1:2 er beregnet sikkerhet 1,0 - 1,2, dvs. for lav til å kunne aksepteres. Med utslaking til 1:3 heves beregnet sikkerhet til 1,3 - 1,6 som stort sett vil være tilfredsstillende. Dette vil si at vegen også her kan føres fram på forsvarelig måte.

Profil VIII. Her er vegen lagt på fylling over et trangt dalsøkk, og fyllingshøyden er opptil 10 m. Beregningsresultatene tilsier at denne fyllinga kan gjøres stabil uten spesielle tiltak som motfylling o.l. Det er nevnt muligheten for at en veg fra Fossegrenda skal krysse under Ytre Ringveg i denne dalen og tilknyttes denne fra oversiden. Uten at vi er forelagt planer for denne kryssingen, synes det å være muligheter for dette.

Profil IX og X dekker strekningen videre østover forbi Foldal. Med skjæringsdybde 9-11 m er beregnet sikkerhet ca 1,1 med skjæringshelning 1:2, mens en utslaking til 1:3 hever sikkerheten mot utglidning til 1,3 - 1,5. Med utslaking av skråningene vil vegen kunne føres fram som planlagt.

Profil XI, XII, XIII og XIV representerer strekningen videre fram til Bratsbergvegen. Her er det meget vanskelige terrengforhold med vekselvis passering av daler på fylling og terrengrygger i skjæring. Fyllingene, profil XI og XIII, er vanskelig å behandle stabilitetsmessig pga. uregelmessige og til dels humusholdige jordarter i de 2 dalene. Imidlertid er grunnen fast, beregningene tyder på at det er muligheter for framføring av vegen på fylling, evt. med motfylling på nedsiden. Skjæringene, profil XII og XIV, ligger i lokale terrengrygger, og med utslaking til 1:3 vil stabiliteten etter våre beregninger bli tilfredsstillende.

Profil XV øst for Bratsbergvegen er lagt gjennom en lokal rygg, hvor stabiliteten om nødvendig kan sikres med nedplanering etter utslaking.

I profil XVI lengst øst tyder beregningene på at den 9 m høye fyllinga er stabil uten spesielle tiltak.

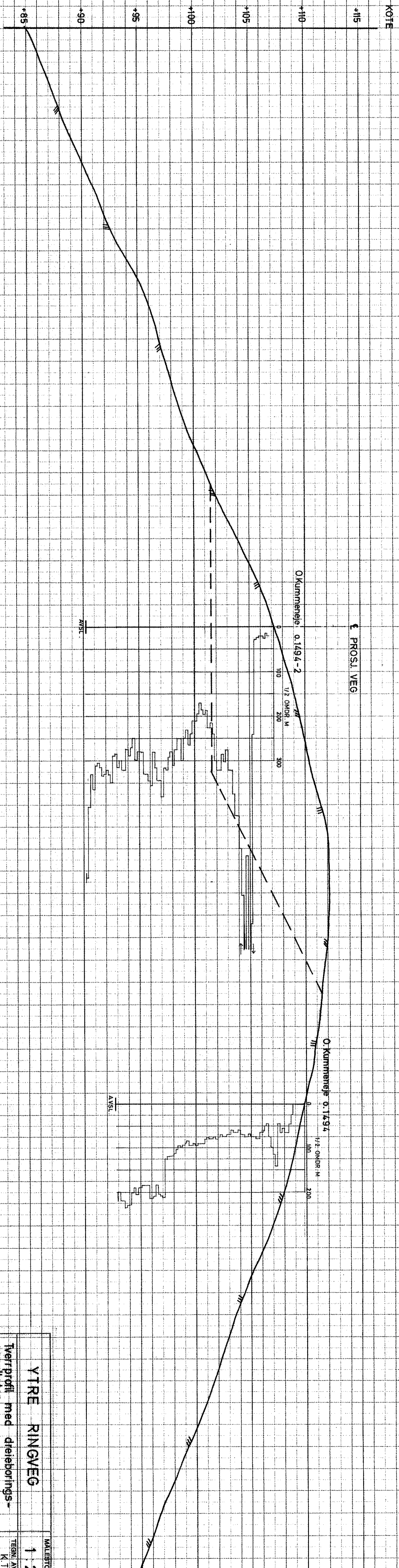
Vi står til tjeneste under planleggingsarbeide hvis dette alternativ skal utredes videre.

Plankontoret, Geoteknisk seksjon

Øystein Røe

S.E. Hove

PROFIL 1



YTRRE RINGVEG

Tverrprofil med dreieborings-
resultater

PROFIL 1

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:
1:200

TEGN. AV:
K.T.

DATE:
28.7.77

KONTR.:

RAPP. NR.:
460

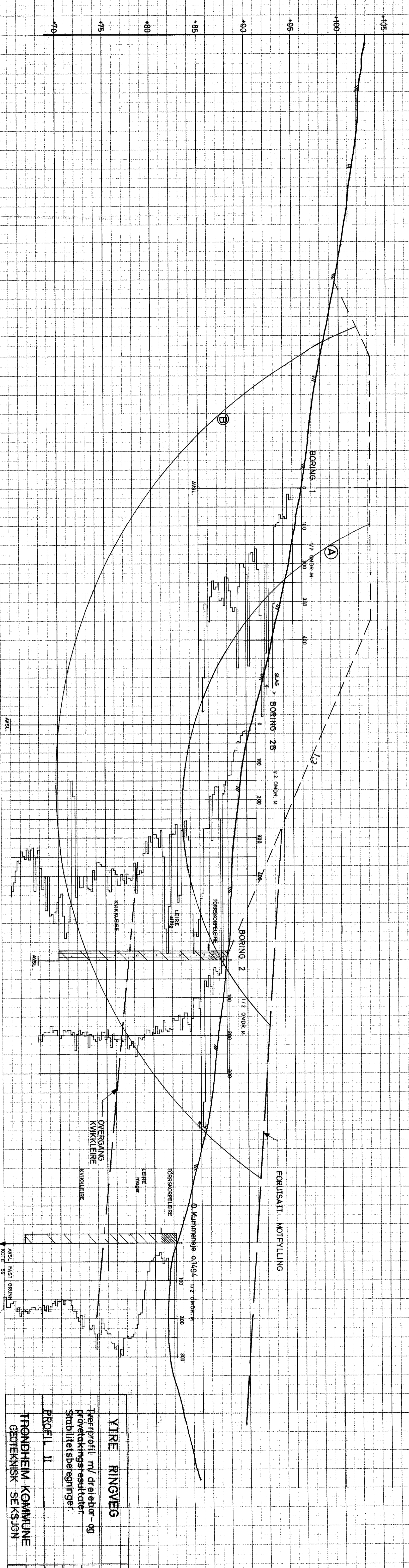
BILAG:
2

PROFIL II

PROSJEKT VEG

STABILITETSBEREGNINGER

	σ	σ'	Nödv. Su	Mottrylling
Gidfelt. A	1,16	1,50	5,81/m ²	4,41/m ²
Gidfelt. B				



YTRE RINGVEG

Tverrprofil m/ dreiber- og prøvetakingsresultater
Stabilitetsberegninger

PROFIL II

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MÅLSTOKK:
1:200

TEGN AV:
K.T.

DATO:
26. 7. 77

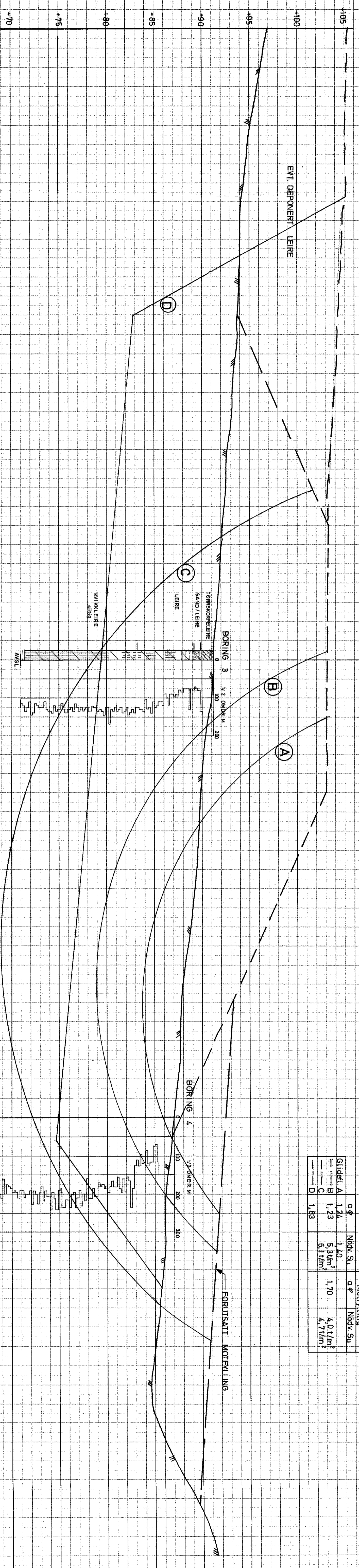
KONTR.:

RAPP. NR.:
460

BILAG:
3

PROFIL III

KOTE



STABILITETSBEREGNINGER

Glidfl.	α	Nödv. Su	Motvilling α	Nödv. Su
A	1,24	1,40	1,70	4,0 t/m ²
B	1,23	5,3 t/m ²		4,7 t/m ²
C		6,1 t/m ²		
D	1,83			

YTRE RINGVEG

MALESFORSK:

Tverrprofil med drelebør- og prøvettingsresultater. Stabilitetsberegninger.

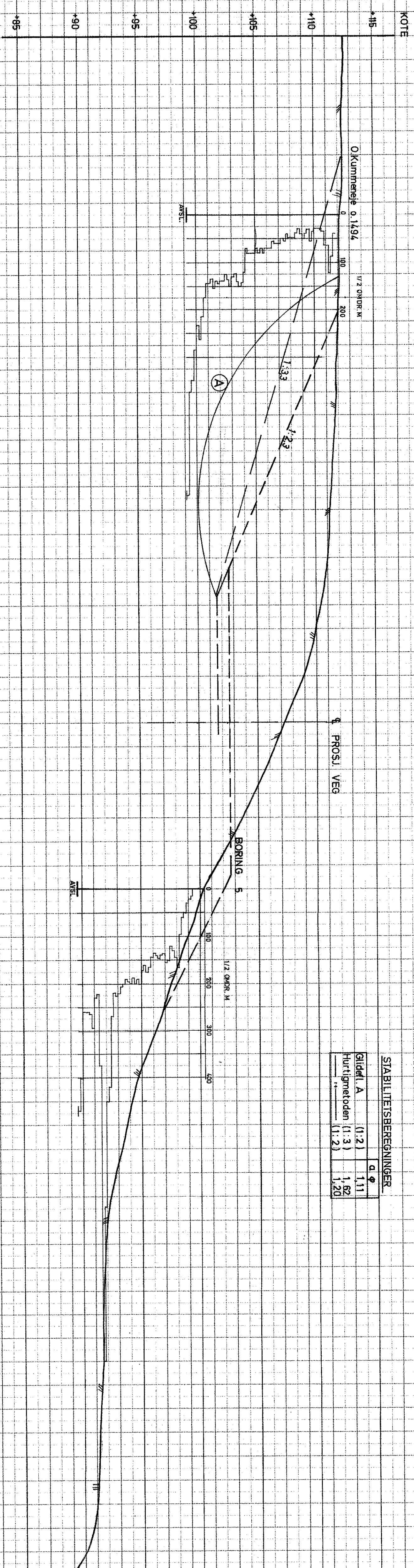
TEGN. AV: K. T.
DATO: 26. 7. 77
KONTR.:

PROFIL III

PAPP. NR: 4.80
BILAG: 4

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

PROFIL IV

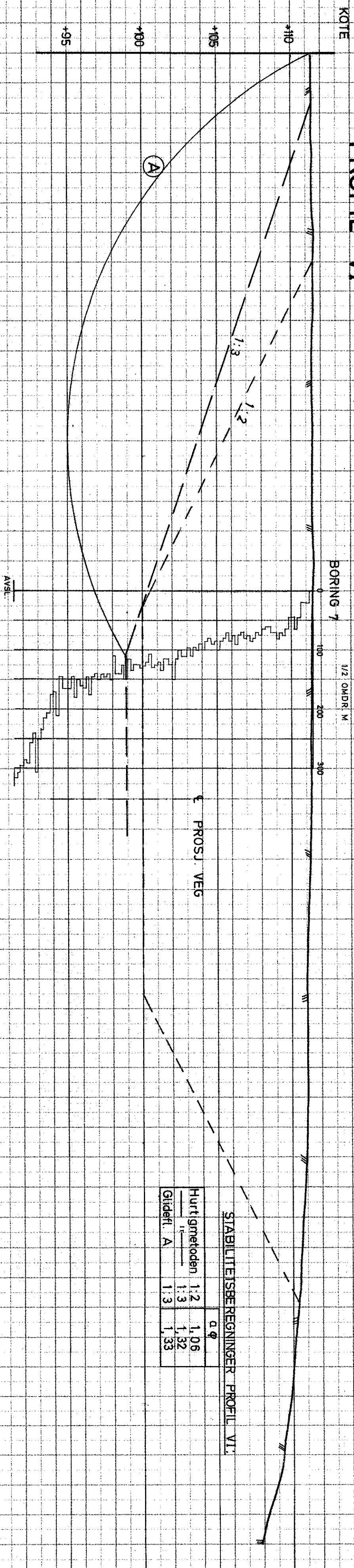


STABILITETSBEREGNINGER

Gidsl. A	(1:2)	d. 9
Hurtigmetoden (1.3)	1.11	1.52
" (1:2)	1.20	1.20

YTRER RINGVEG	MALESTOKK:	1 : 200
Tverrprofil med drelebørings-	TEGN. AV:	K.T.
resultater	DATE:	25.7.7
Stabilitetsberegninger.	KONTR.:	
PROFIL IV	RAPP. NR.:	460
TRONDHEIM KOMMUNE	BILAG:	5
GEOTEKNISK SEKSJON		

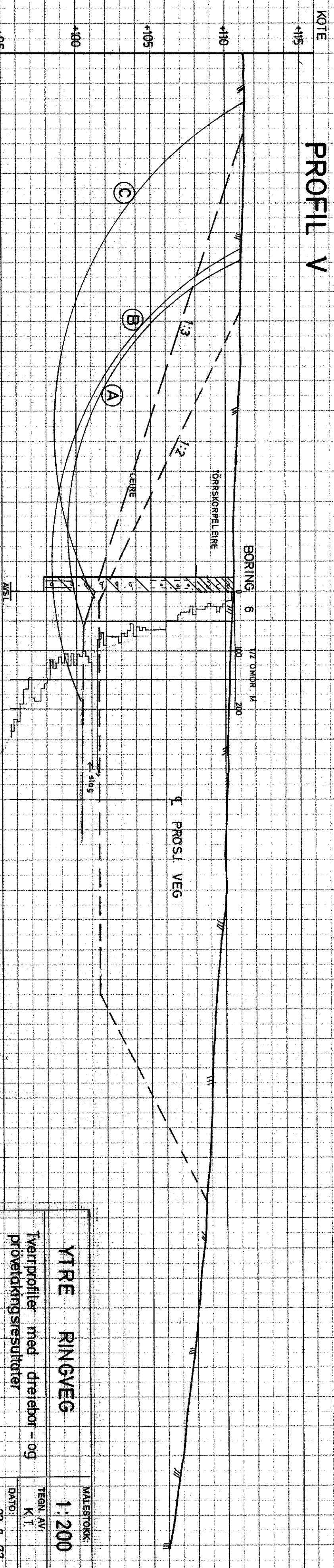
PROFIL VI



STABILITEISBEREGNINGER PROFIL VI:

	d φ	
Hurtigmotoden	1:2	1,06
"	1:3	1,32
Glidefl. A	1:3	1,33

PROFIL V



STABILITEISBEREGNINGER PROFIL V:

	d φ	
GLIDEFLATE A	1,11	
" B	1,17	
" C(13)	1,46	

YTRE RINGVEG

Tverrprofiler med dreiebor - og prøvetakingsresultater

MALESTOKK: 1:200

TEGN. AV: K.T.

DATO: 22.7.77

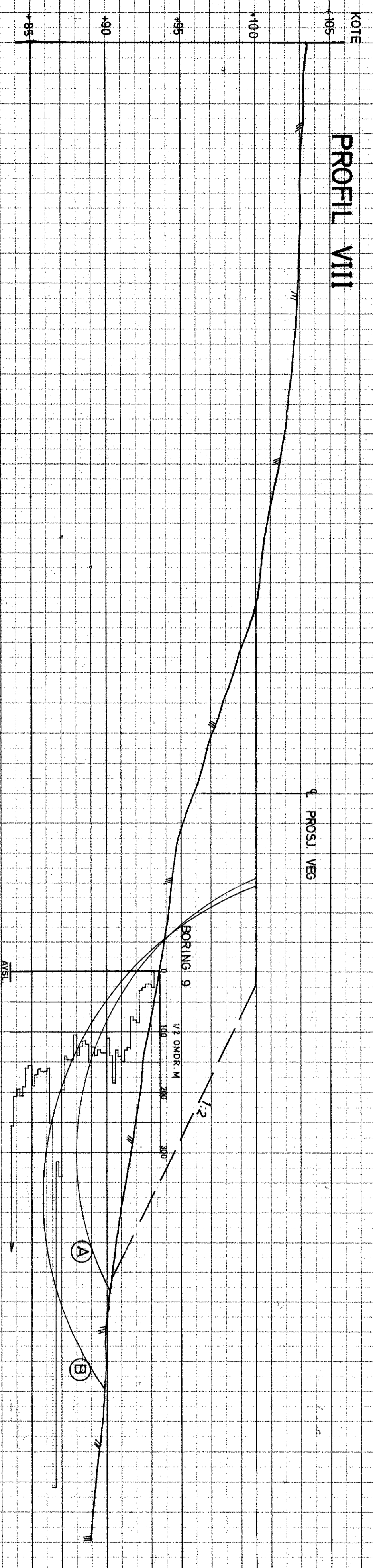
PROFIL V OG VI

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

RAPP. NR.: 460

BILAG: 6

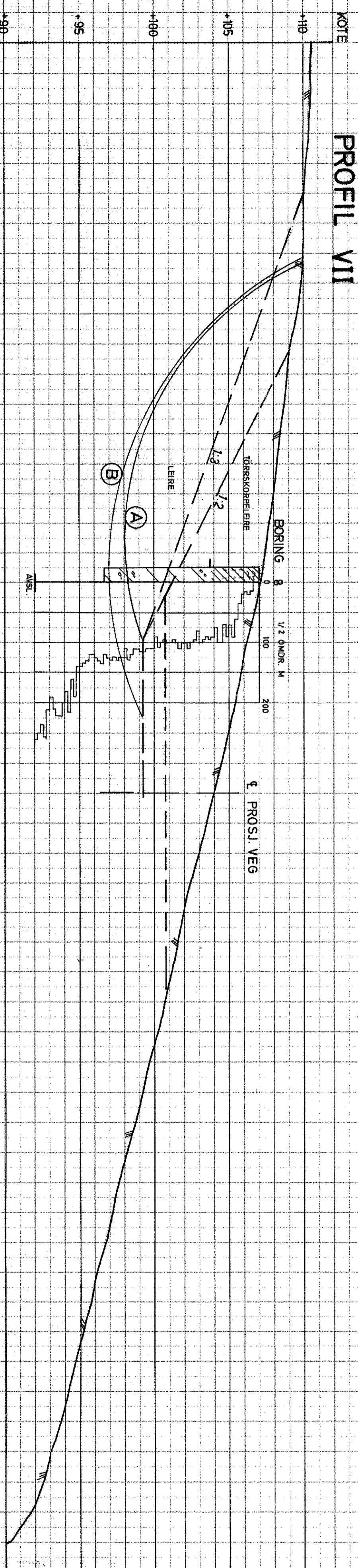
PROFIL VIII



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL VIII

Glidefl.	α	Nödv. Sull
A	1,33	3,0 t/m ²
B	1,28	

PROFIL VII



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL VII

Glidefl.	α
A	1,24
B	1,15

Hurtigmatoden 1:3 1,55

YTRE RINGVEG

Tverrprofiler med dreiebor og prøvetakingsresultater
Stabilitetsberegninger

MALESTORKE
1:200

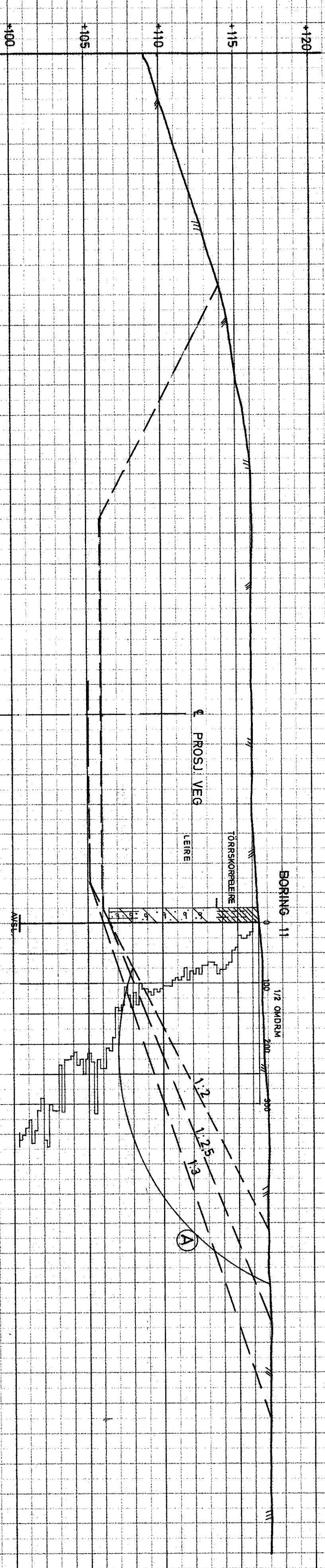
TEGN. AV:
K. T.
DATO:
21.7.77
KONTR.:

PROFIL VII OG VIII

RAPP. NR.:
460
BILAG: 7

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

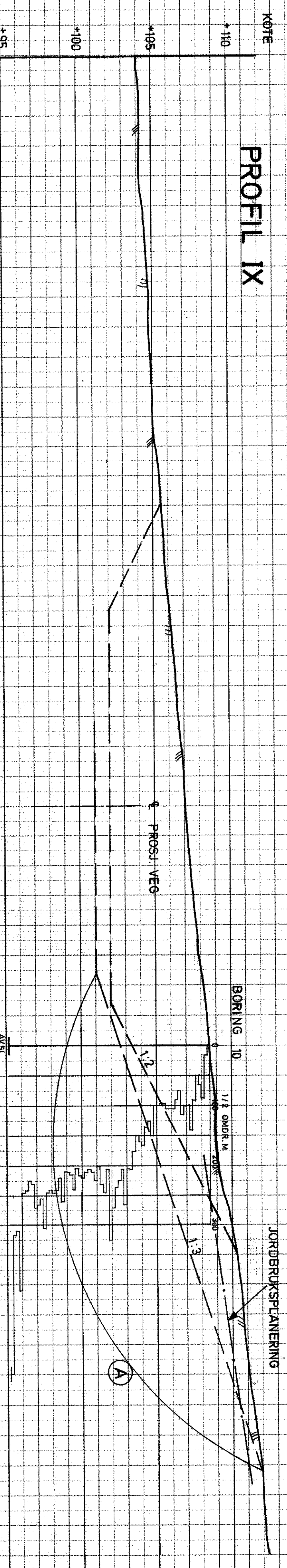
PROFIL X



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL X

α	Skidningsteining	
1:2	1:25	1:3
Furtigmotoden F3	1,13	1,22
Giddefl. A	1,15	1,32

PROFIL IX



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL IX

Hurtigmotoden	α	
1:2	1:3	1:52
Giddefl. A	1:3	1,56

YTRE RINGVEG

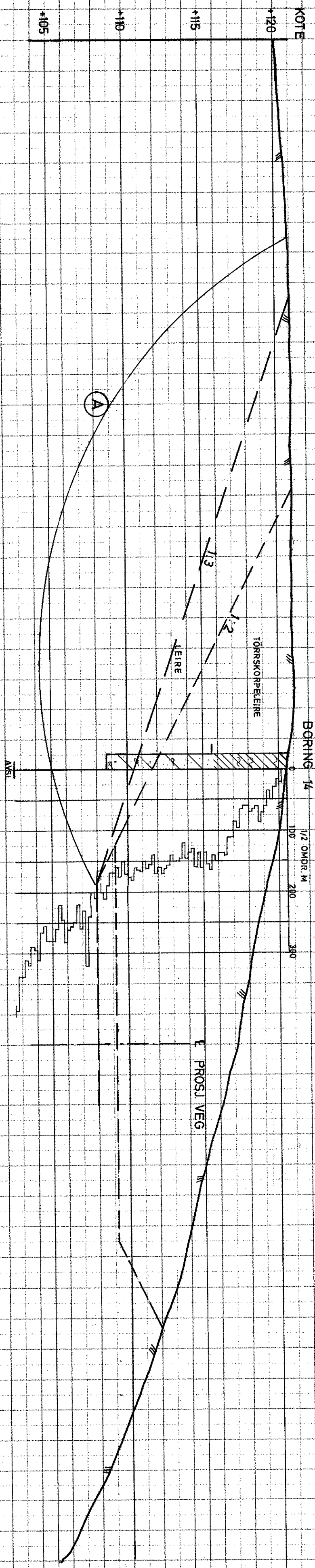
Tverrprofiler med dreiebor - og prøvetakingsresultater. Stabilitetsberegninger.

PROFIL IX OG X

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK	1:200
TEGNET AV:	K. T.
DATE:	21/7-77
KONTR.:	
RAPP. NR.:	460
BILAG:	8

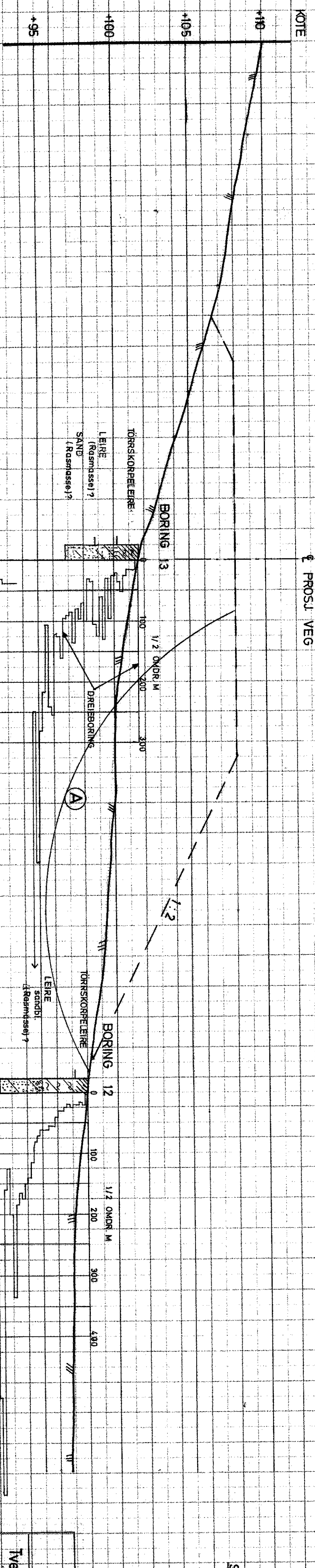
PROFIL XII



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL XII

Hurtighet	$a \cdot \phi$	Hurtighetoden	$a \cdot \phi$
1:2	1,35	1,11	
Gidert. A 1:3		1,44	

PROFIL XI



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL XI

Gidert. A	$a \cdot \phi$	Nödv. S_u
	1,40	3,1 t/m ²

YTRE RINGVEG

Tverrprofiler med dreiebor- og prøvetakingsresultater
Stabilitetsberegninger

PROFIL XI OG XII

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MÅLSTOKK:
1:200

TEGN. AV:
K.T.

DATE:
21.7.7

KONTR.:

RAPP. NR.:
460

BILAG:
9

PROFIL XIV

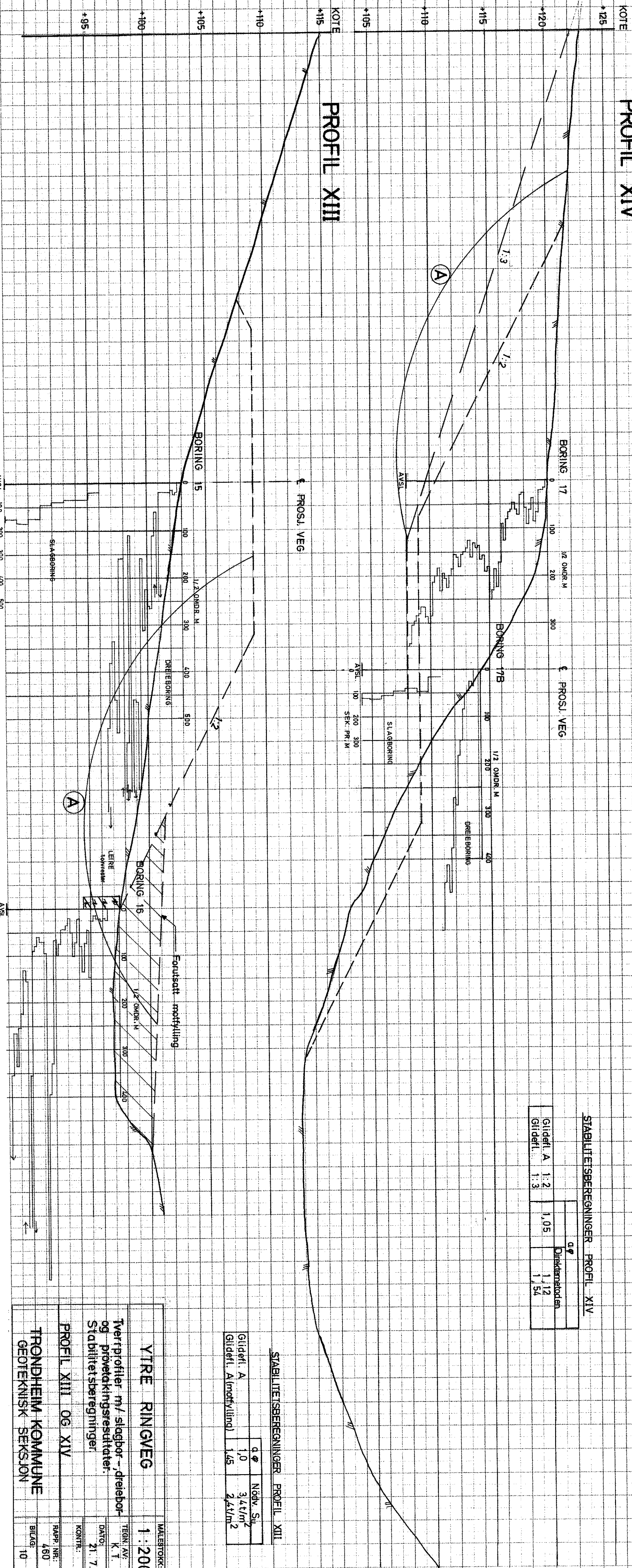
PROFIL XIII

STABILITETSBEREGNINGER PROFIL XIV

	α	β
Gliderfl. A 1:2	1,05	1,12
Gliderfl. 1:3		1,54

STABILITETSBEREGNINGER PROFIL XIII

	α	β
Gliderfl. A	1,0	3,47/m ²
Gliderfl. A (motfylling)	1,45	2,47/m ²



YTRE RINGVEG

Tverrprofiler m/ slagbor - dreiebor og prøvetakingsrestitater. Stabilitetsberegninger

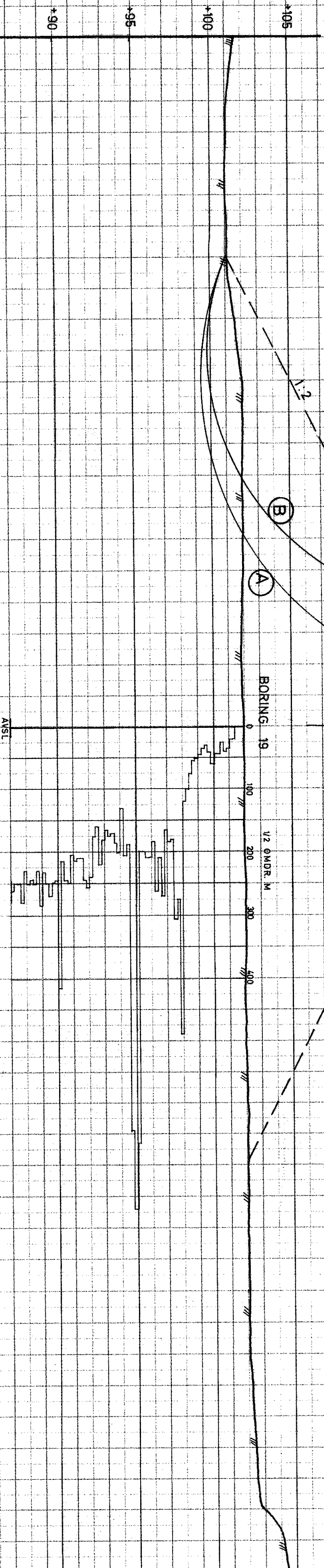
PROFIL XIII OG XIV

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTORKE:	1:200
TEGN. AV:	K. T.
DATE:	21. 7. 77
KONTR.:	
RAPP. NR.:	460
BILAG:	10

PROFIL XVI

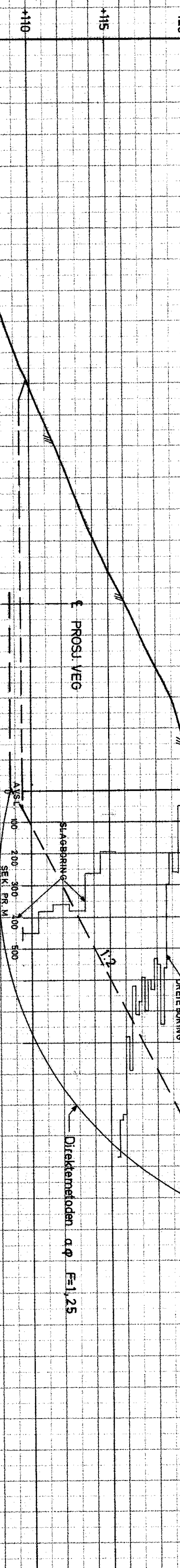
KOTE



STABILITETSBEREGNINGER PROFIL XVI:

α	ϕ	Nødv. S_u
Glidefl. A	1,49	2,6t/m ²
Glidefl. B	1,20	

PROFIL XV



YTRE RINGVEG

Tverrprofiler m/ dreiebor- og slagborresultater.
Stabilitetsberegninger

PROFIL XV OG XVI
TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:
1:200

TEGN. AV:
K. T.

DATO:
3.6.77

KONTR.:

RAAP. NR.:

460

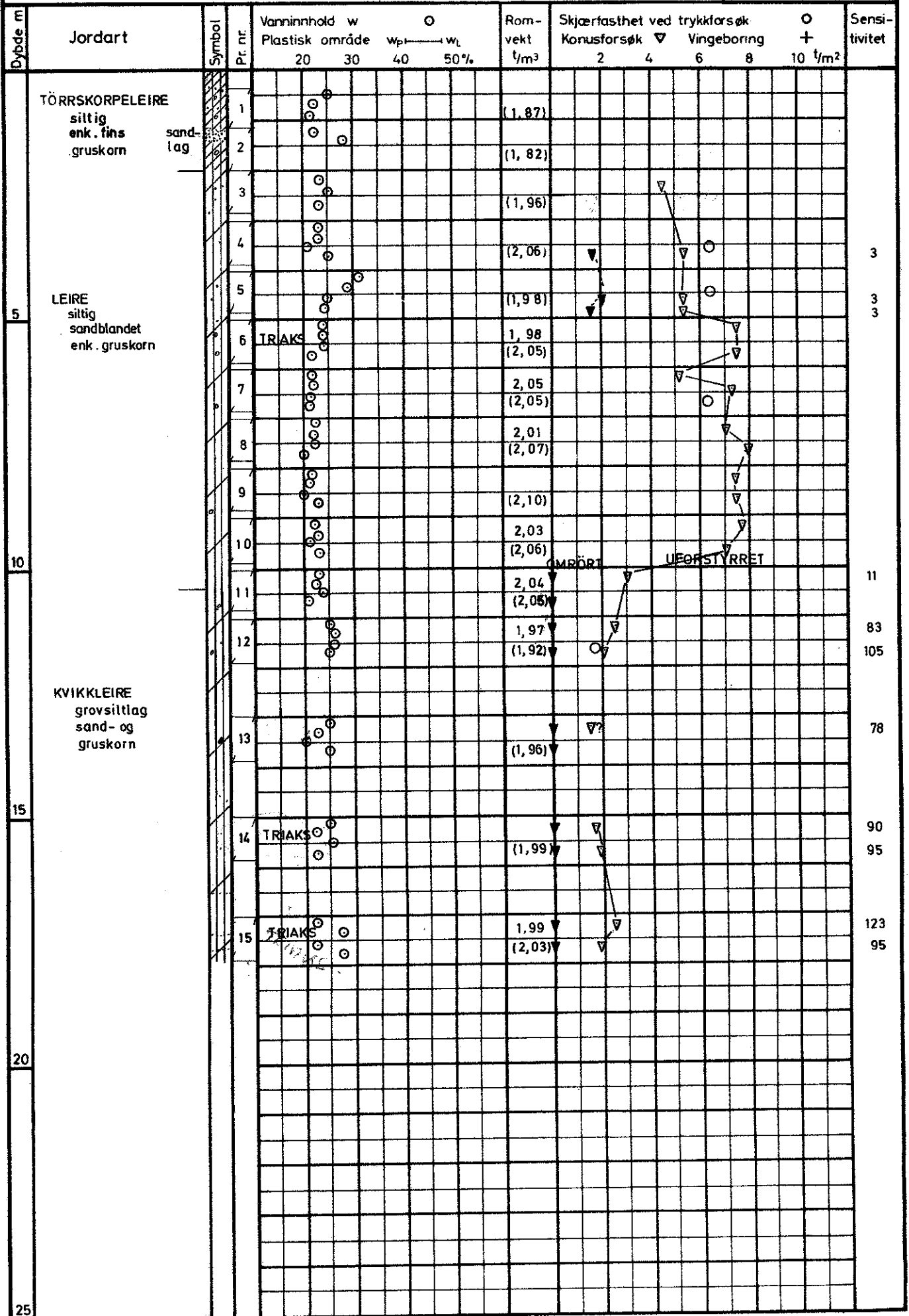
BILAG: #

TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 2
Nivå : Terreng
Prøveø: 54 mm

Bilag : 12
Oppdrag : 460
Dato : 28. 7. 77

Sted: YTRE RINGVEG

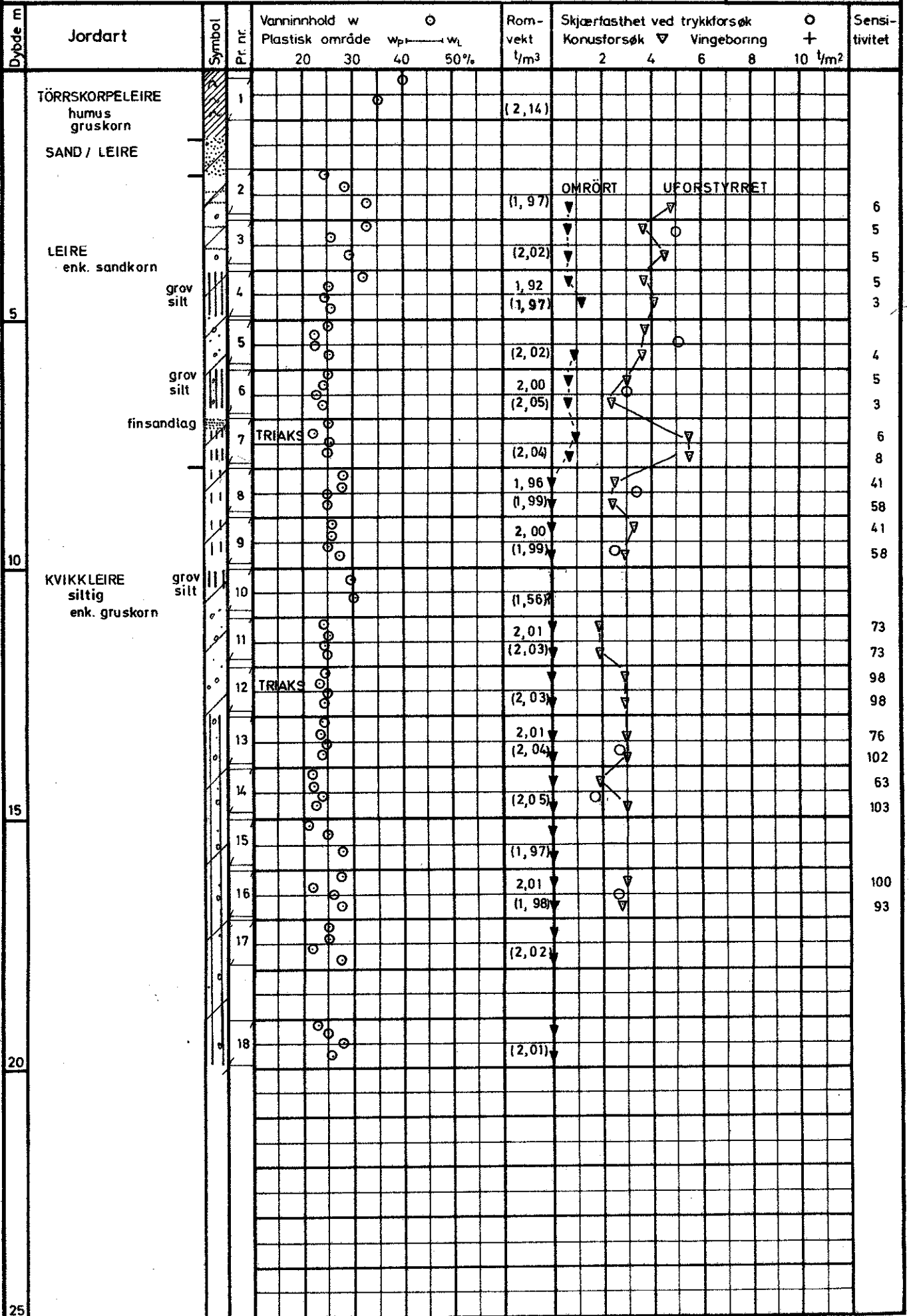


TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 3
Nivå : Terreng
Prøveø: 54 MM

Bilag : 13
Oppdrag : 460
Dato : 1/8-77

Sted: YTRE RINGVEG

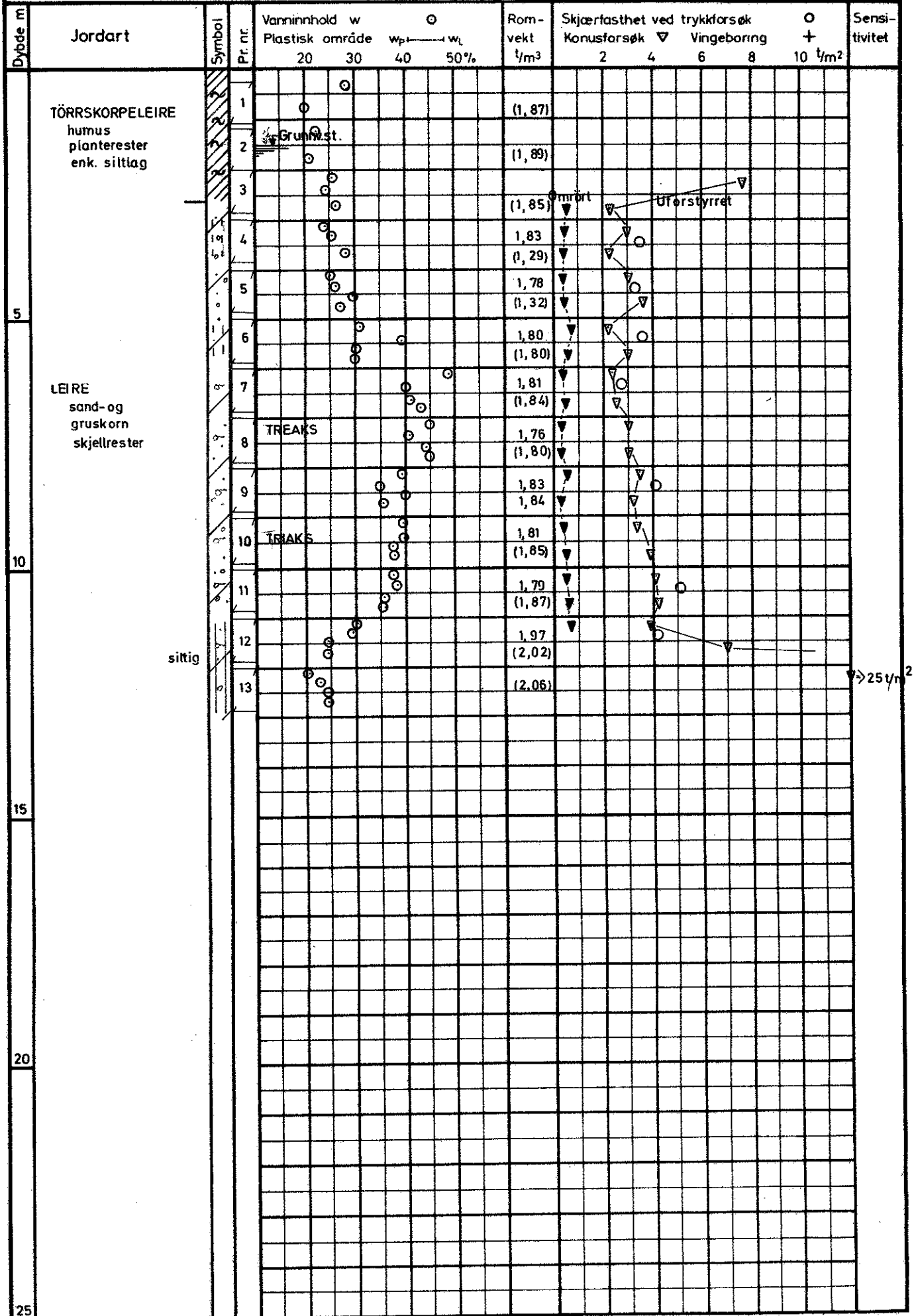


TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 6
Nivå : Terreng
PrøveØ: 54 MM

Bilag : 14
Oppdrag : 460
Dato : 1/8 - 77

Sted: YTRE RINGVEG



TRONDHEIM KOMMUNE

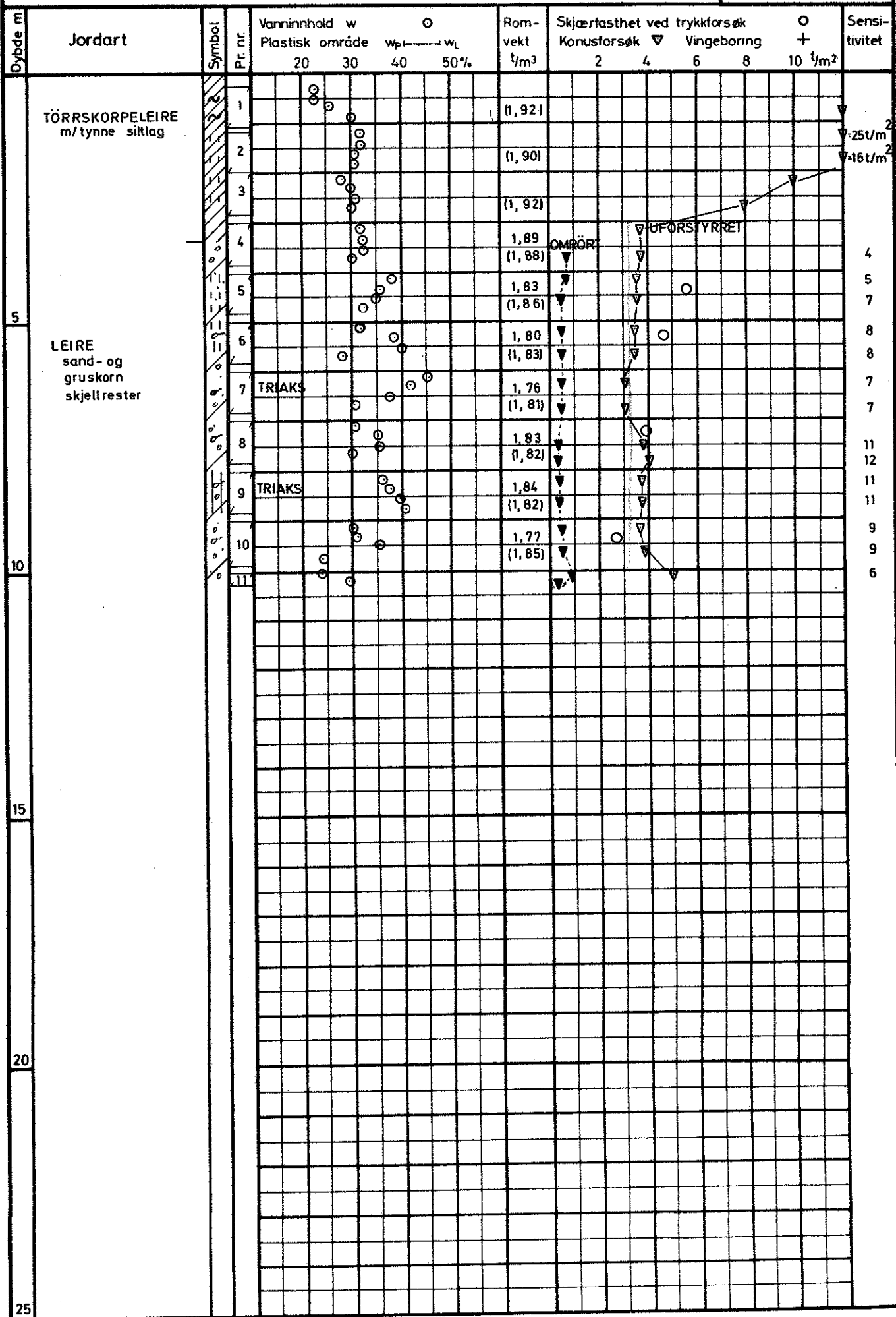
BORPROFIL

Sted: YTRE RINGVEG

Hull : 8 Bilag : 15

Nivå : Terreng Oppdrag : 460

Prøveφ: 54 MM Dato : 1/8 -77

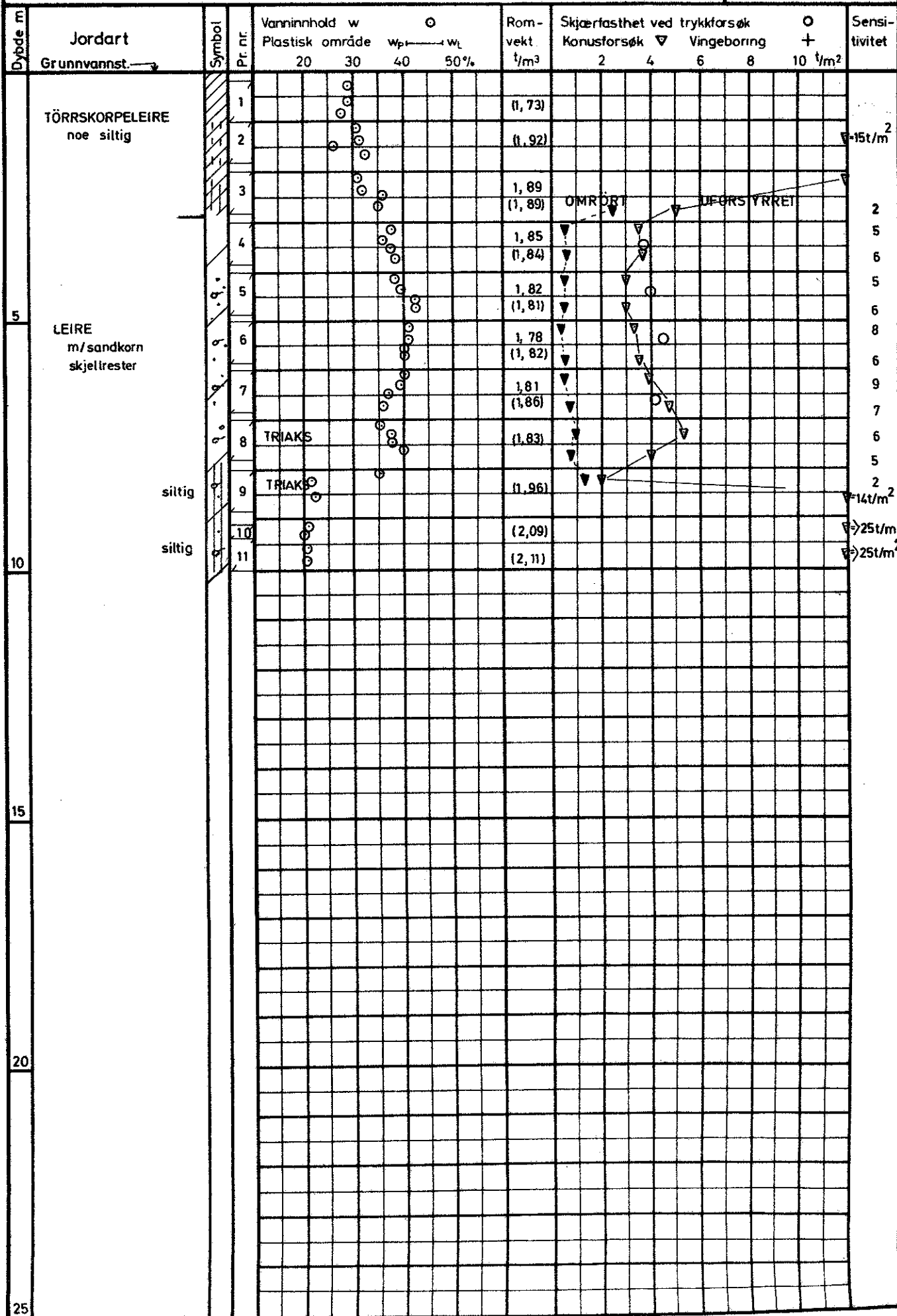


TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 11
Nivå : Terreng
Prøve Ø : 54 MM

Bilag : 16
Oppdrag : 460
Dato : 1/8-77

Sted : YTRE RINGVEG



TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 12 OG 13

Bilag : 17

Nivå : Terreng

Oppdrag : 460

Sted : YTRE RINGVEG

PrøveØ: 54MM

Dato : 2/8-77

Dybde m	Jordart BORING 12	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Rom- vekt 1/m ³	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi- tivitet			
				Plastisk område		w _p — w _L			Konusforsøk ▽		Vingebooring					
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	1/m ²		
5	TÖRRSKORPELEIRE planterester		1			○		(1,48)								
			2				○	(1,54)								
			3					○	(1,49)							
			4			○	○	(1,77)								
			5		○	○	○	(1,91)								
			6		○	○	○	(1,89)								
5	LEIRE humus sandblandet (Rasmasse)? grus		7													
			8													
			9													
			10													
			11													
10	BORING 13		1			○		(1,88)						▽=20t/m ²		
			2			○		(1,94)								
			3			○		(1,93)								
			4			○		(1,91)								
			5			○		(1,90)								
5	LEIRE m/lag av finsand (Rasmasse)? SAND enk.leirlag (Rasmasse)? silt		6													
			7													
			8													
			9													
			10													
15			11													
			12													
			13													
			14													
			15													

TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 14 OG 16

Bilag : 18

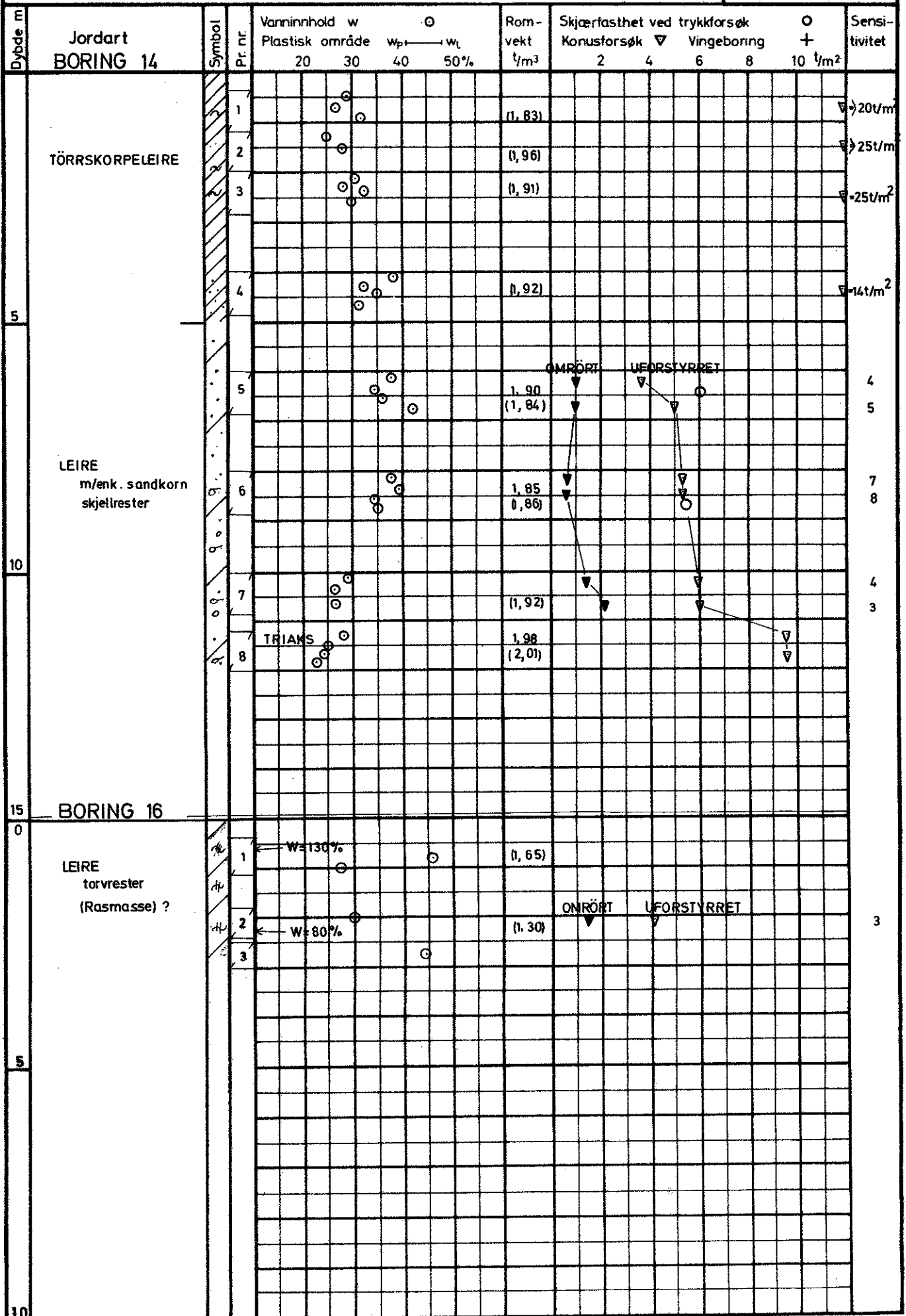
Nivå : Terreng

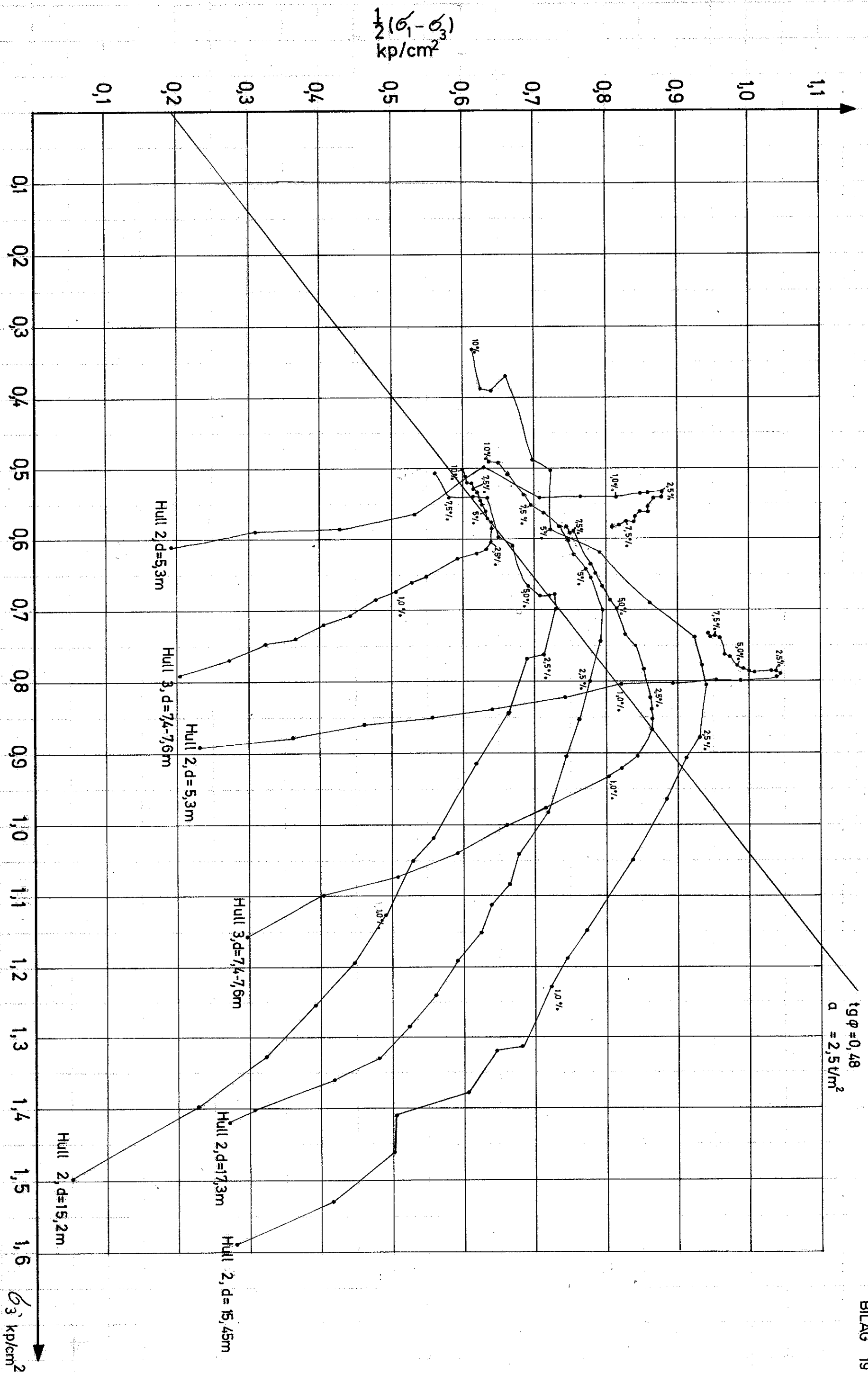
Oppdrag : 460

Sted : YTRE RINGVEG

PrøveØ: 54 MM

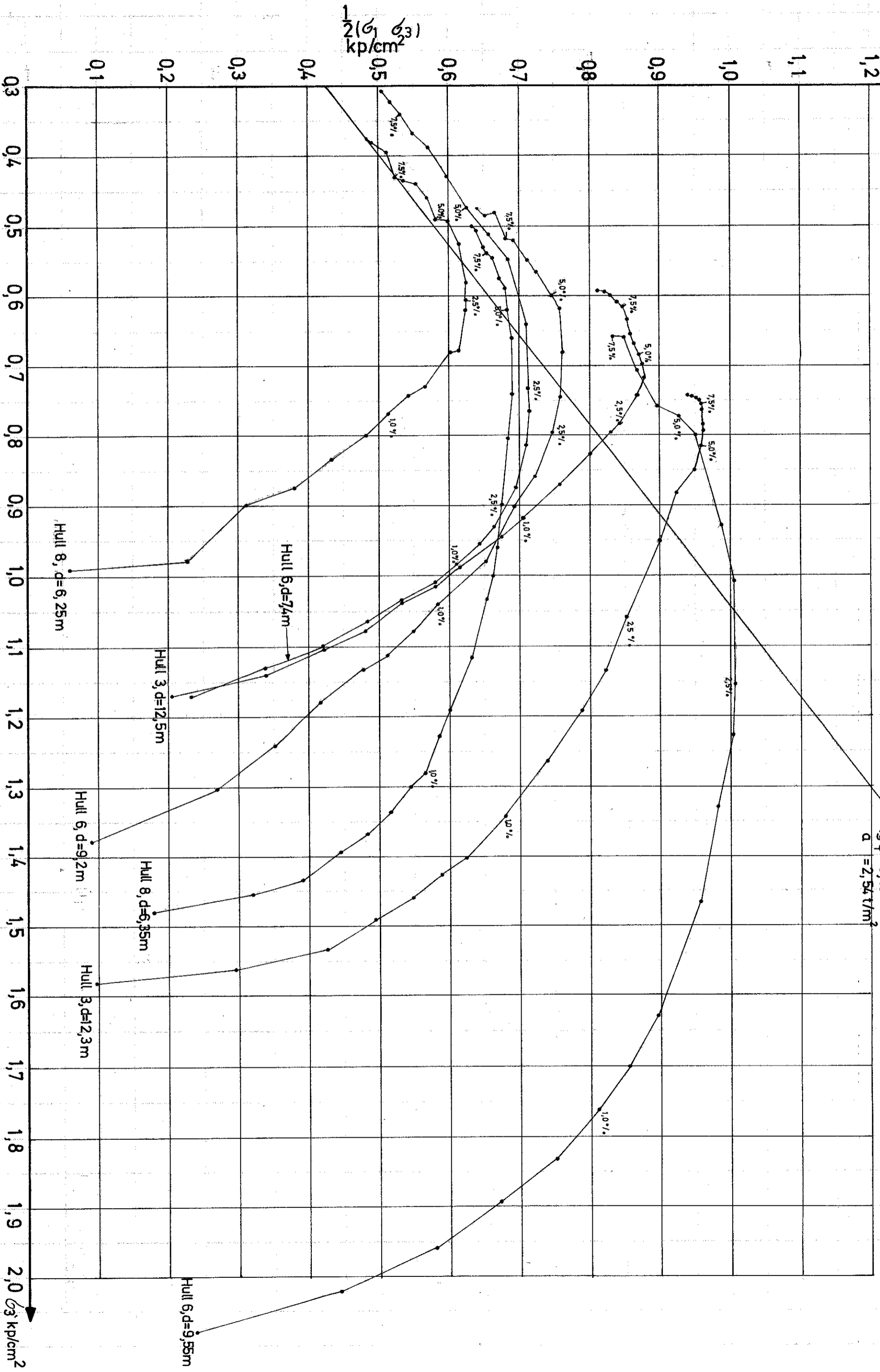
Dato : 2.8.77





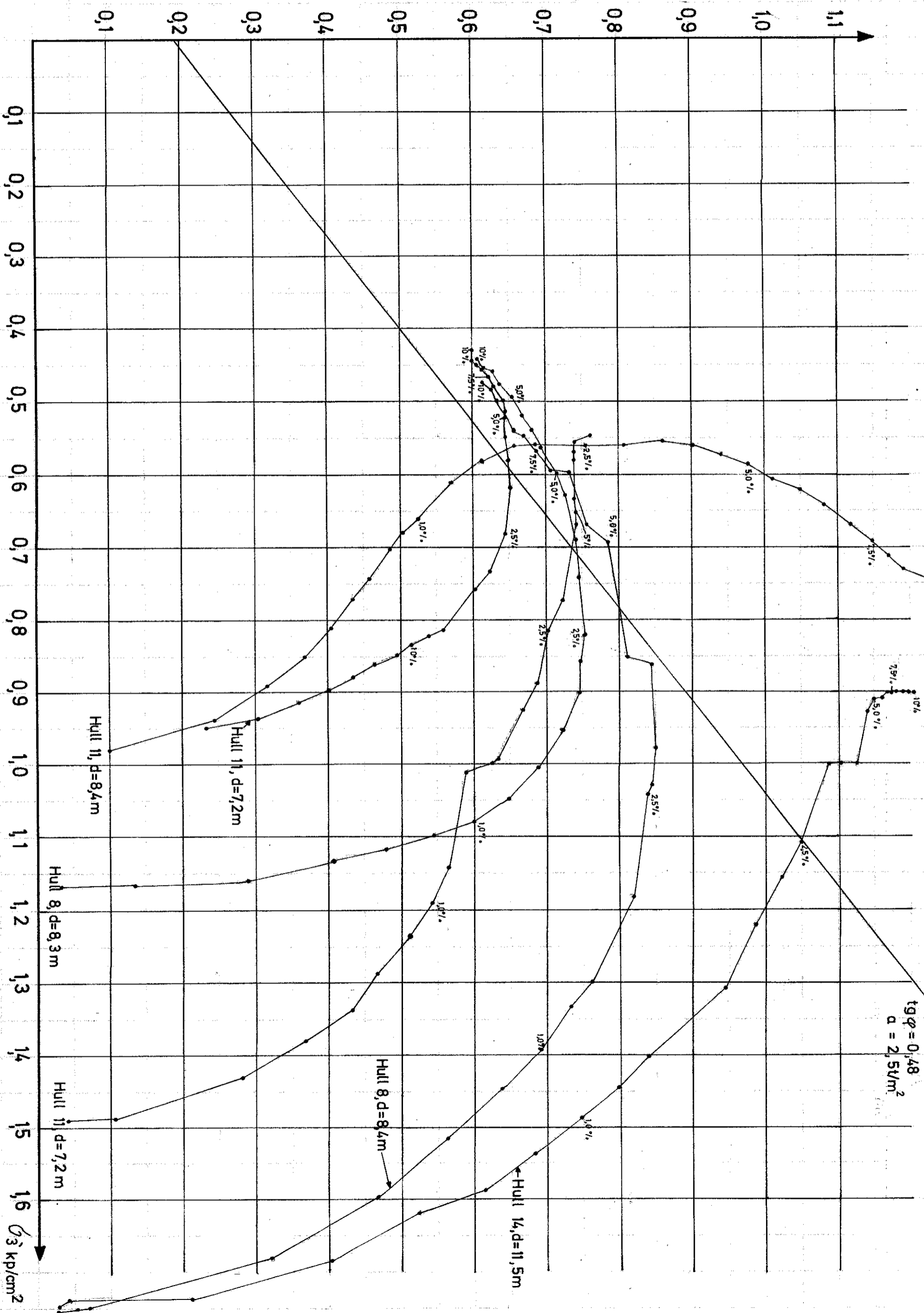
TREAKSIALFORSÖK
 R.460 YTRE RINGVEG
 GEOTEKNISK SEKSJON 28/7-77

$\tan \varphi = 0,48$
 $\sigma = 2,54 \text{ t/m}^2$



TREAKSIALFÖRSÖK
R.460 YTRE RINGVEG
GEOTEKNISK SEKSJON 2717-77

$$\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \text{ kp/cm}^2$$



TREAKSIALFORSÖK
 R.460 YTRE RINGVEG
 GEOTEKNISK SEKSJON 26/7-77