

R. 444 HOVEDVEG HEIMDAL BRATSBERG  
Parsell Heimdal - Kambru

GRUNNUNDERSÖKELSER  
GEOTEKNISK VURDERING



15. 4. 77  
GEOTEKNISK SEKSJON  
TRONDHEIM KOMMUNE

R 444 HOVEDVEG HEIMDAL - BRATSBERG  
PARSELL HEIMDAL - KAMBRU

1. Innledning.

Etter oppdrag fra Veg- og trafikk-seksjonen ved siv.ing. Norddal er det utført grunnundersøkelse for Hovedveg Heimdal - Bratsberg, parsell E6 - Kambru. På denne strekningen, som er knapt 4 km lang, er en forelagt til vurdering 4 alternative fremføringslinjer for vegen, nummerert A, B, C og C<sup>1</sup> (bilag 1). Denne undersøkelse er av orienterende art, med det formål å avgjøre om vegen kan føres fram langs disse linjene. Det tas også sikte på å sammenlikne vanskelighetsgraden ved de forskjellige alternativer.

Grunnundersøkelsen er derfor konsentrert om de områder på strekningen hvor terrenget tilsier størst stabilitetsproblemer, dvs. innenfor de 2 kartutsnittene fra oversiktskartet i bilag 1, vist i målestokk 1:1000 i bilag 2 og 3.

2. Konklusjon.

På den undersøkte parsell av hovedveg Heimdal - Bratsberg er det på strekningen E6 - Kolobakken påvist til dels meget vanskelige grunnforhold med bløt leire og kvikkleire til stor dybde. Selv om enkelte fremføringslinjer for vegen vil by på store stabilitetsproblemer og anleggstekniske vanskeligheter med bløt, sensitiv grunn i vegtrauet, må samtlige alternativer sies å være mulige fremføringslinjer.

Fra geoteknisk synspunkt er den sydligste veglinje, alternativ C, den klart beste, da denne er best tilpasset terrenget. Dette alternativ har bare ett særlig vanskelig punkt, nemlig passeringen av Rønningsbekken i profil III, hvor en vil få 14 m høy fylling på bløt leire. Dette vil kreve omfattende stabilitetsbedrende tiltak, og en senkning av veglinjen bør overveies.

På strekningen Kolobakken - Nidelva ligger de alternative veglinjene mere samlet, og det ventes på denne strekning ingen store geotekniske problemer ved noen av alternativene. Ved gjennomskjæring av Kålhaugen ved Tilleregga kan det regnes med at anvendelige sand- og grusmasser blir frigjort.

Det vises ellers til mer detaljert vurdering i avsnitt 6.

3. Markarbeid.

Borearbeidet er utført i tiden 20.12 -76 til 28.1 -77 under ledelse av boreleder P. Dyrdaahl. Det er i alt utført 10 dreiesonderinger til maksimalt 30 m under terreng. Med 54 mm stempelprøvetaker er det tatt opp 4 prøveserier til 16 m dybde, og i et hull er det tatt skruprøver til 5 m under terreng. Videre er torvdybden bestemt i grove trekk langs tracéene. Sonderingsresultatene og jordartsbeskrivelse fra prøvetaking er gitt i profilene, bilag 4 - 14.

#### 4. Laboratoriearbeid.

De opptatte prøver, i alt 47, er åpnet og klassifisert ved vårt laboratorium på Valøya. Det er utført rutineundersøkelse av romvekt og vanninnhold. Den udrenerte skjærstyrke er bestemt ved hjelp av konusforsøk og enkle trykkforsøk. Leiras kompressibilitetsegenskaper er undersøkt i ødometer (bilag 20). Styrkeparametrene  $a$  og  $\phi$  er undersøkt i treaksialapparat, leid ved laboratorium for Geoteknikk, NTH.

Leiras konsistensgrenser er også bestemt og det er utført slemmeanalyse på 2 prøver for å bestemme kornfordelingen.

Rutinedata for laboratoriet er gitt i borprofilene bilag 15 - 19, setningsdata fra ødometerforsøkene i bilag 20 og skjærstyrkedata fra treaksialforsøkene fremgår av bilag 21.

#### 5. Topografi og grunnforhold.

Lengst vest vil den planlagte vegen krysse Løvåsmyra, en åpen flat strekning med torvdybde opptil 4 m og med relativt fast leire under torvlaget (vår tidl. rapport R-353).

Videre østover går vegtracéene i mer kupert leirterreng frem til Tilleraåsen ved Kolobakken. Terrenget er her gjennomskåret av bekkedaler, og den kupert overflaten må stort sett antas å være dannet ved erosjon og ras.

Denne strekningen er for det meste skogbevokst.

Grunnen er her påvist å bestå av bløt, sensitiv leire, til dels kvikkleire, med mektighet stort sett 20 - 40 m. Denne bløte leira har høyt vanninnhold og stor kompressibilitet.

Alternativ C krysser Bjørnmyra på denne strekningen, hvor det er målt torvdybde opptil 5 m.

Øst for Kolobakken passerer samtlige veglinjer Nonsmyra hvor torvdybden er målt opptil 4 m.

Videre mot øst ligger linjene relativt samlet langs bekkedalen sør for Tilleregga, passerer nordenden av Kålhaugen og frem til brusted ved Nidelva. På denne strekningen er det stort sett dyrket mark. Grunnen må også her antas i hovedsak å bestå av leire. Boringer er bare utført ved passeringen av Kålhaugen. Disse indikerer at selve Kålhaugen består av grus og sand ned til et visst nivå, og at det under dette nivå er leire, lagdelt med sandlag. Overgangen grus/leire synes ved nordenden av haugen (borhull 9 B) å ligge på kote +100-105.

#### 6. Vurdering av prosjektet.

a) Alternativene A og B.

De to alternativene er ikke undersøkt på strekningen pr.nr. 0 - 1200, da vegen på denne strekningen stort sett ligger i terreng, med små terrenginngrep som ikke skulle bli til hinder for fremføringen av vegen.

Ved profil I ligger begge alternativene på 6 m høy fylling. Det

er registrert leire i minst 20 m dybde. En har ingen fasthetsmålinger i dette profil, men fyllingene antas gjennomførbare da de ligger i dalbunnen og evt. kan stabiliseres med motfyllinger.

Ved profil II krysser alt. A en bekkedal på 10 m høy fylling. Selv om en ikke har fasthetsverdien i leira, er det klart at denne fyllingen ikke vil være stabil. For å komme frem med vegen må stabiliteten bedres ved at vegen senkes og/eller at det blir lagt opp motfylling på begge sider av hovedfyllingen. Alt. B ligger i samme profil på 5 m høy fylling, som ikke ansees problematisk.

Ved profil IV og V ligger alt. A i opptil 8 m skjæring. Stabilitetsoverslag tyder på at en slik skjæring ikke vil ha tilstrekkelig sikkerhet. Da vegen ligger langs en rygg er det mulig å planere ned terrenget på sidene for å få skjæringen stabil. Det som imidlertid må regnes med å bli hovedproblemet på dette parti er at vegtrauet kommer ned i bløt eller kvikk leire over en lengre strekning, med store anleggstekniske problemer til følge. Veggen bør derfor om mulig heves noe på dette parti. Alt. B ligger i profil IV omtrent i terreng og skulle derfor være gjennomførbar.

I profil V ligger alt. B i 10 m skjæring med bløt leire i skjæringen og kvikk leire i nivå med traubunnen. Overslag over stabiliteten ved Su-analyse gir  $F \sim 1,0$ . For å få vegskjæringen stabil må vegen enten heves eller forskyves lenger ut mot skråningen. Stabiliteten kan også bedres ved avlastning av terrenget ved topp skjæring. Også her vil en få store problemer i anleggsperioden med bløt leire og lite bæredyktig traubunn.

I profil VII krysser både alt. A og B dalen på 12 - 13 m høy fylling. Stabilitetsforholdene er undersøkt ved hjelp av a-ø analyse, der a og ø er tatt fra treaksialforsøkene og en har antatt poreovertrykket i grunnen. Sikkerheten er beregnet til  $F = 0,8 - 0,9$  både for alt. A og alt. B. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet anbefales vegen senket, samtidig som det legges ut stabiliserende motfylling. Det kan regnes med ca 5 m høydeforskjell mellom vegfylling og motfylling vil være stabilitetsmessig forsvarlig. Leira er meget kompressibel og en har derfor gjort et overslag over setningenes størrelse. For alt. B ventes over lang tid setninger på topp fylling av størrelse 1 m, for alt. A noe mindre.

Selv om en del av setningene vil påløpe i byggeperioden må det regnes med setningsproblemer i flere år etter at vegen er ferdig. Av tiltak for å redusere setningsproblemet, skal nevnes forhåndsoppfylling, bruk av lette fyllmasser og og fylling med overhøyde. Dessuten vil selvfølgelig en senkning av vegen også redusere setningene.

Øst for bygdevegen ved Kolobakken krysser alt. A og B Nonsmyra som på dette sted er 2 - 4 m dyp. Ved masseutskifting av torvlaget vil en i følge lengdeprofilen få en oppfyllingshøyde på 6 m. Med motvekt i torvlaget inntil vegfyllinga, skulle dette ikke by på stabilitetsproblemer.

Ved profil VIII skjærer alt. A dypt inn i Kålhaugen, mens alt. B

skjærer bare litt inn i fyggen.

I hull 9 B består massen til 5 m dybde av grus og leire, mens det lengre inn på plataet finns renere sand/grus. Det er vanskelig å avgjøre hvor meget ren sand og grus denne ryggen inneholder, men boringene og tidligere uttak tyder på at en gjennomskjæring av ryggen vil frigjøre en del anvendbare friksjonsmaterialer. Skjæringen ventes ikke å by på spesielle stabilitetsproblemer.

I profil IX like øst for grusryggen ligger alt. A på 10 m fylling, mens alt. B ligger på en beskjeden fylling. Grunnen antas å bestå av leire og synes relativt fast. Det skulle derfor være mulig å føre fram begge alternativene over dette parti.

## 6. Alternativ C og C<sup>1</sup>.

Alt. C og C<sup>1</sup> er ikke vurdert på strekningen pr.nr. 0-1500, da det her, i likhet med alt. A og B, ikke ventes stabilitetsproblemer.

I profil III ligger begge alternativene på 14 - 15 m høy fylling ved kryssing av dalen. Grunnen består av kvikkleire til 25 m dyp. Stabilitetsberegning er utført med  $a$  og  $\phi$  verdier som funnet i hull 6, og antatt poretrykk i grunnen. Beregnet sikkerhetsfaktor er da  $F=0,8$ . For å få denne fyllingen stabil må en senke vegplanum 5 m samtidig som en må ha ca 5 m høy motfylling. En fylling som foran skissert ansees å gi 0,5 - 1,0 setning. Setningshastigheten er større enn for fylling i profil VII, idet en kan regne med at ca halvparten av setningen er unnagjort i løpet av et år.

Videre østover har alt. C ingen større terrenginngrep til den løper sammen med alt. B. Ved kryssing av Bjørnmyra på strekningen pr.nr. 2000-2300 er det registrert torvdybder i størrelse 2 - 5 m (bilag 5) som ikke skulle by på større problemer.

Alt. C<sup>1</sup> skjærer gjennom terrengryggen ved profil VI med skjæringsdybde ca 8 m. Grunnen består av meget bløt leire, som i dybden går over til kvikkleire.

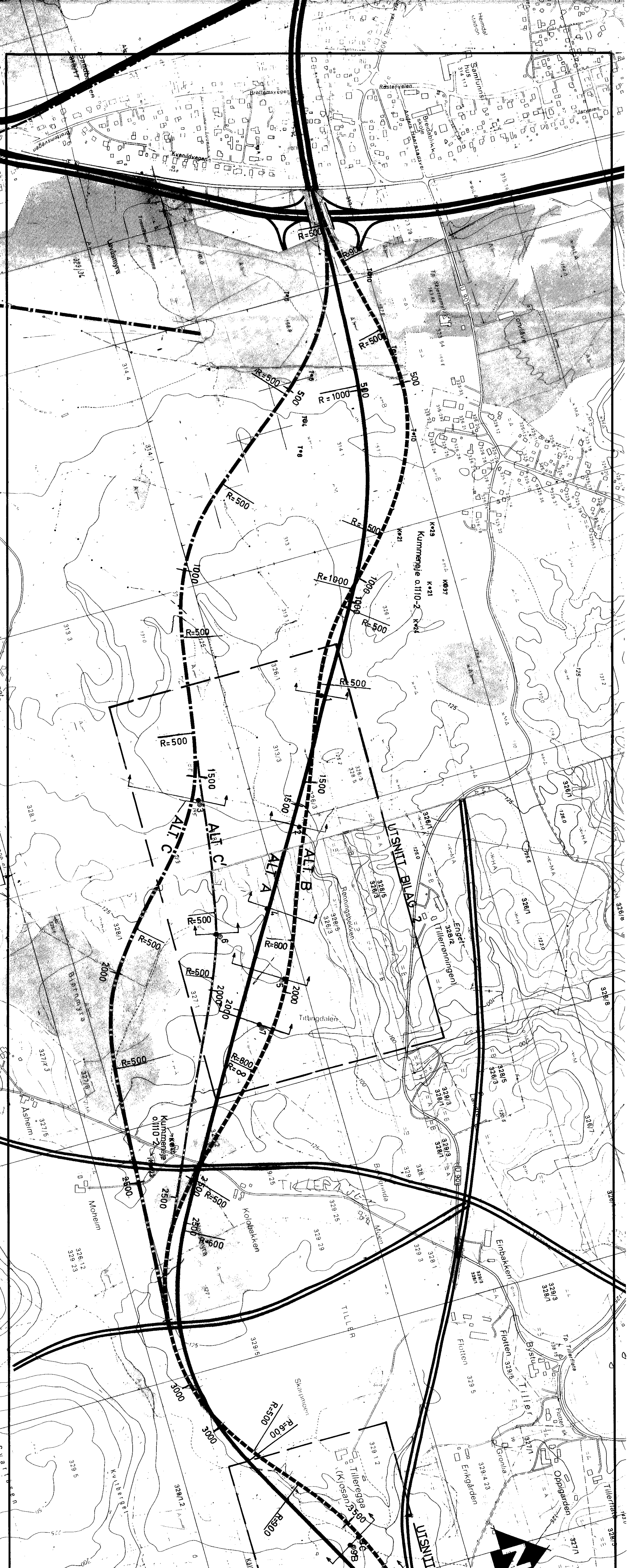
Beregning av sikkerheten på  $a - \phi$  basis gir  $F=0,8$ . Dette tilsier en ustabil skjæring og en må regne med heving av vegplanum for å komme gjennom på dette punkt. Ved heving til kote +126 dvs. 4 m skulle sikkerheten bli tilfredsstillende.

En vil selv med denne reduserte skjæringsdybde få store anleggsproblemer i den bløte leira. Ved å forskyve vegen nordover kan en redusere problemene litt da ryggen er smalere og litt lavere.

Vi står gjerne til tjeneste under det videre arbeidet med vegprosjektet

Plankontoret  
Geoteknisk seksjon

Øystein Røe



**TEGNFORKLARING:**

- ALT. II A
- - - ALT. II B
- · · ALT. II C

**HOVEDVEG**  
HEIMDAL - KAMBRU

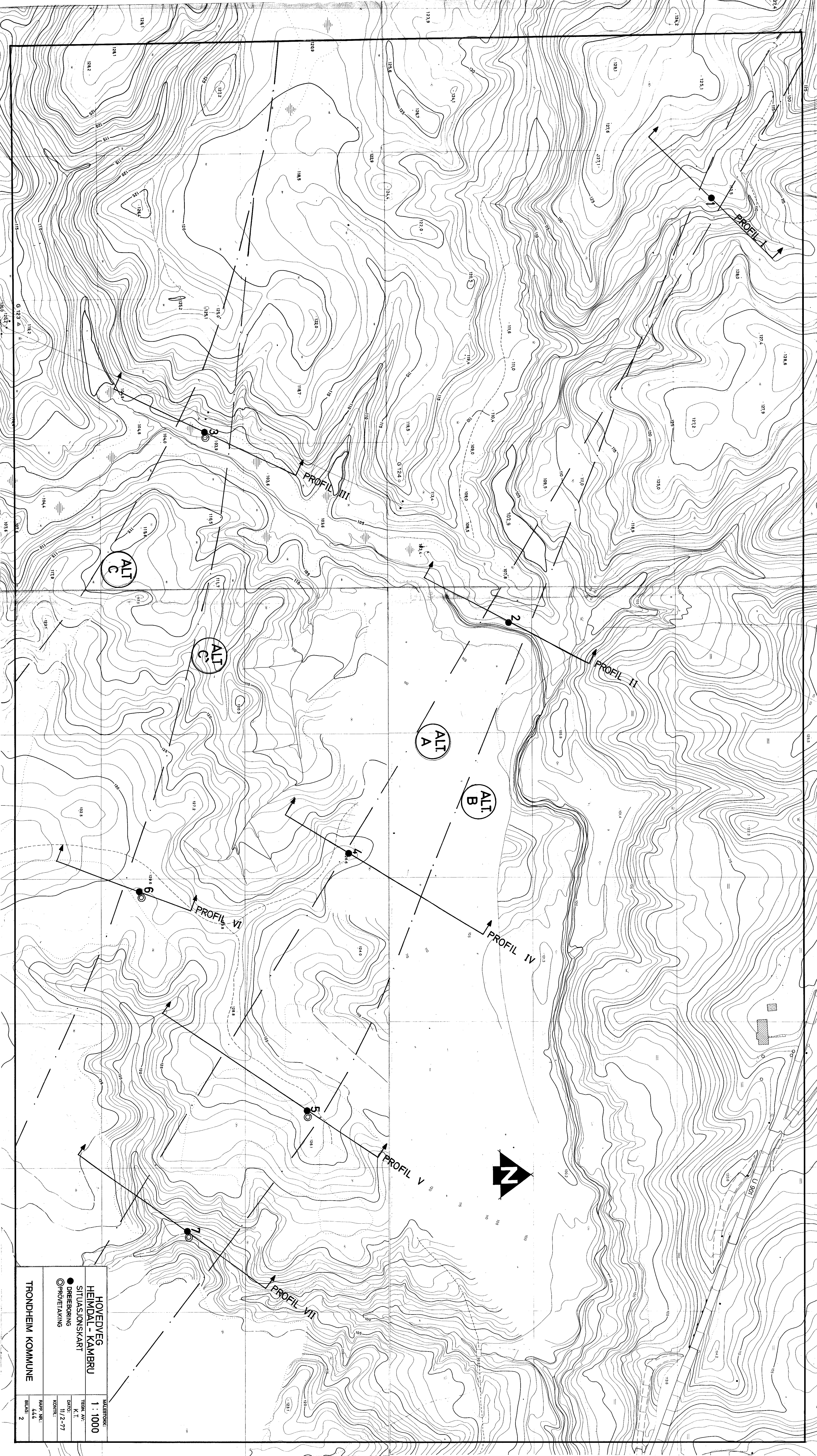
**SITUASJONSKART**

MALESTOKK: 1 : 5000

TEGN. AV: K.T.  
DATO: 17 / 2 -77  
KONTR.:  
RAPP. NR.: 4,4  
BILAG: 1

● Dreieboring  
⊙ Prøvetaking

TRONDHEIM KOMMUNE



**HOVEDVEG  
HEIMDAL - KAMBRU**  
 SITUASJONSKART  
 ● DREIBORING  
 ● PROVEIÅNING  
 TRONDHEIM KOMMUNE

MASTORKE:

1 : 1000

TEGN. AV:

K.T.

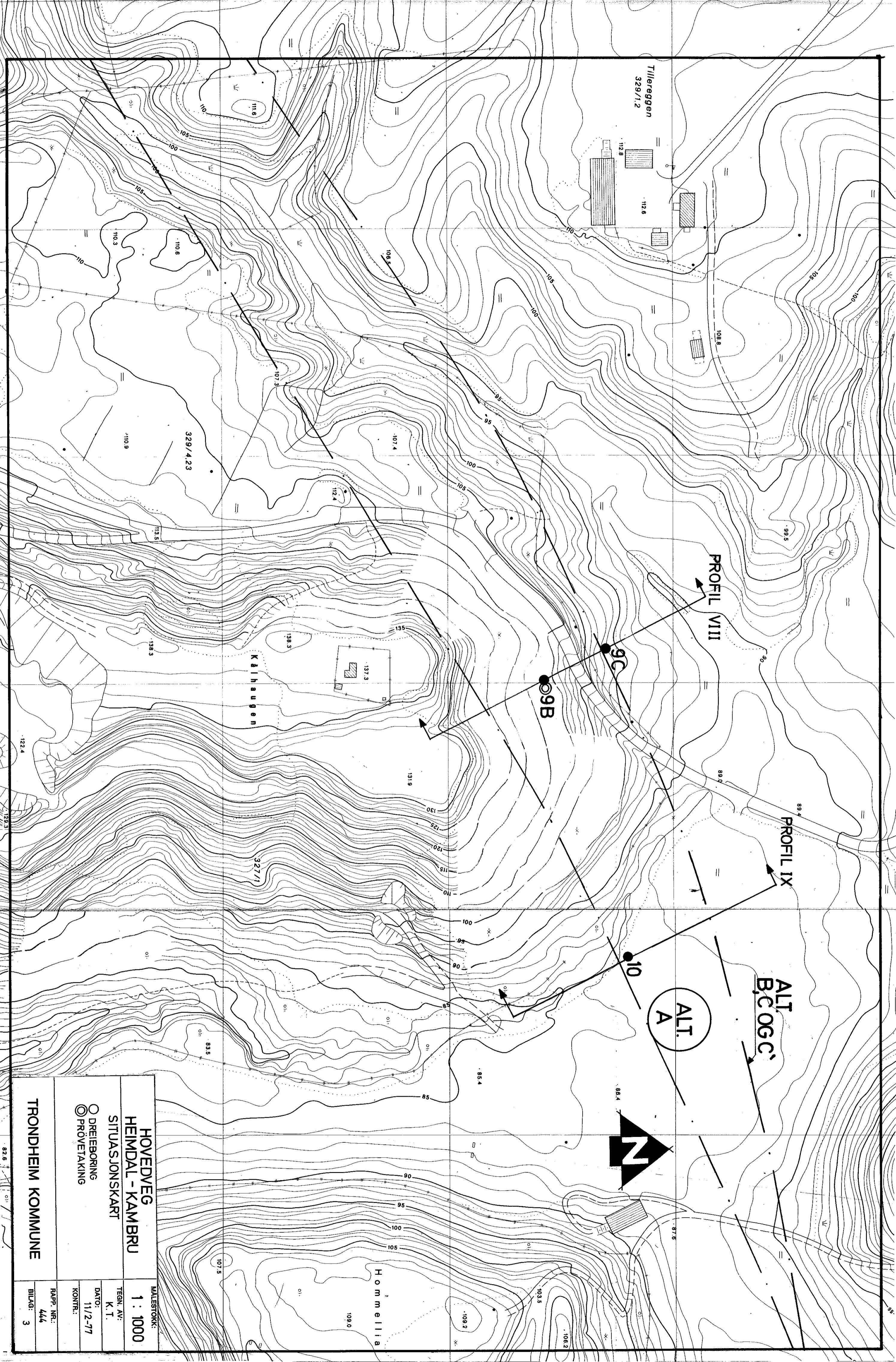
DATE:

11.2.77

KOMM.:

TRONDHEIM

BLÅS. 2



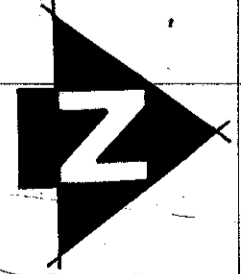
Tillerøeggen  
329/1,2

PROFIL VIII

PROFIL IX

ALT.  
A

ALT.  
BC OG C'



HOVEDVEG  
HEIMDAL - KAMBRU  
SITUASJONSKART

MALESTOKK:  
1 : 1000

○ DREIBORING  
⊙ PROVETAKING

TEGN. AV:  
K. T.

DATO:  
11/2-77

KONTR.:

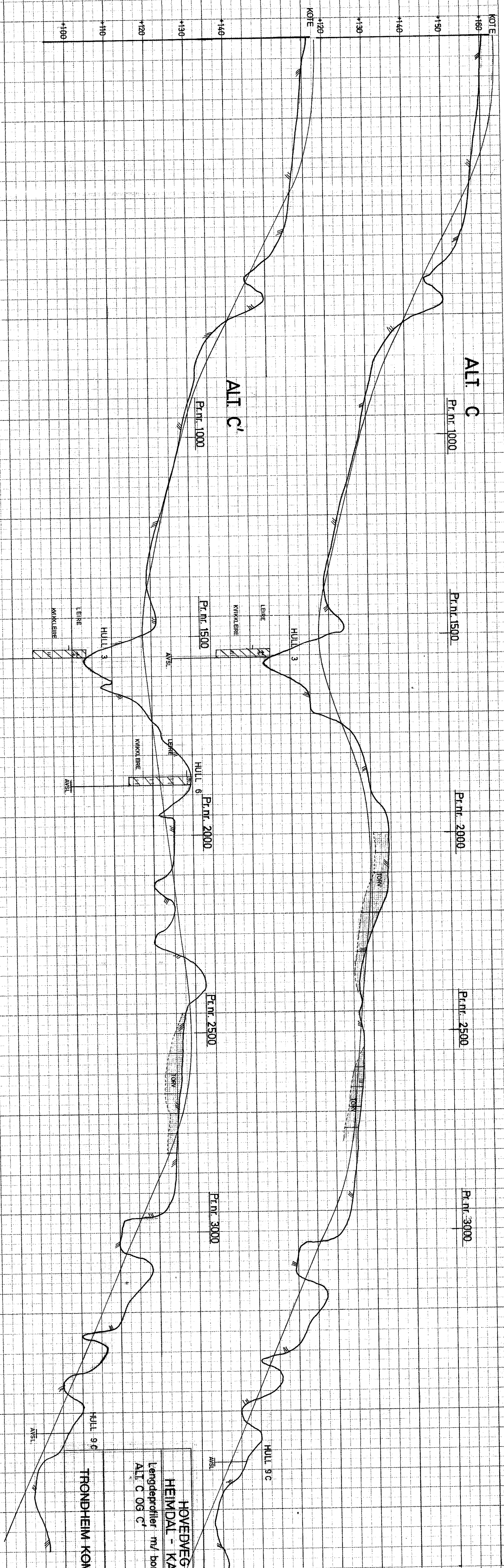
TRONDHEIM KOMMUNE

RAFF. NR.:  
444

BILAG:  
3





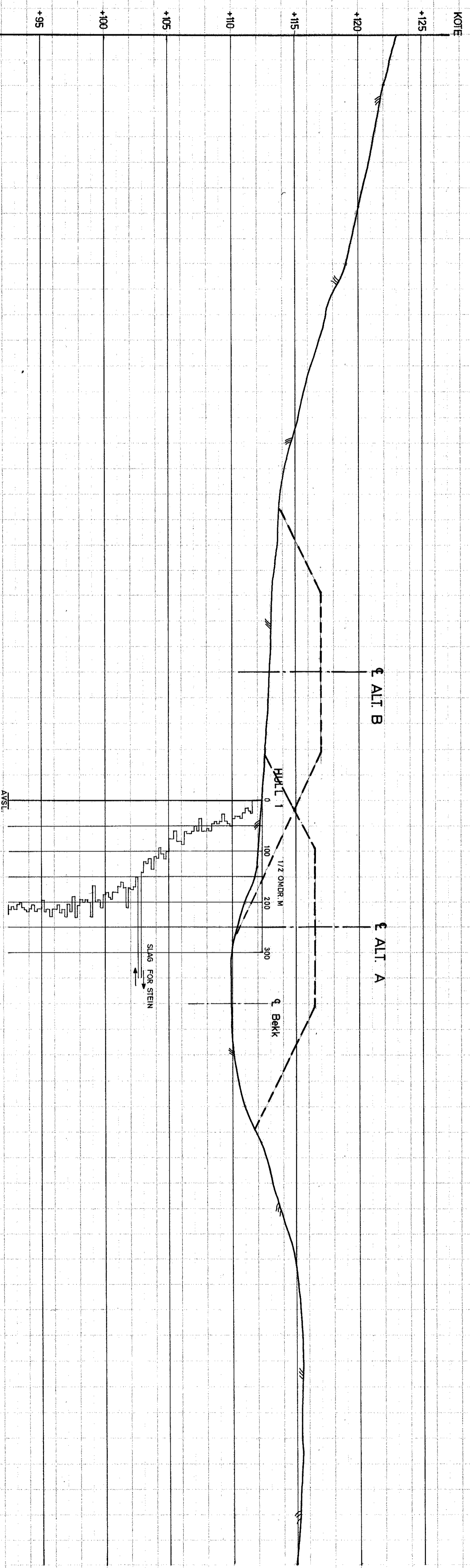


HØVEDVEG  
 HEIMDAL - KAMBRU  
 Lengdeprofiler m/ boreplasseringer  
 ALT C OG C'

MÅLSTOKK:  
 LM 1:5000  
 HM 1:500  
 TEGN/AV: K.T.  
 DATO: 17/2-77  
 KONTR.:

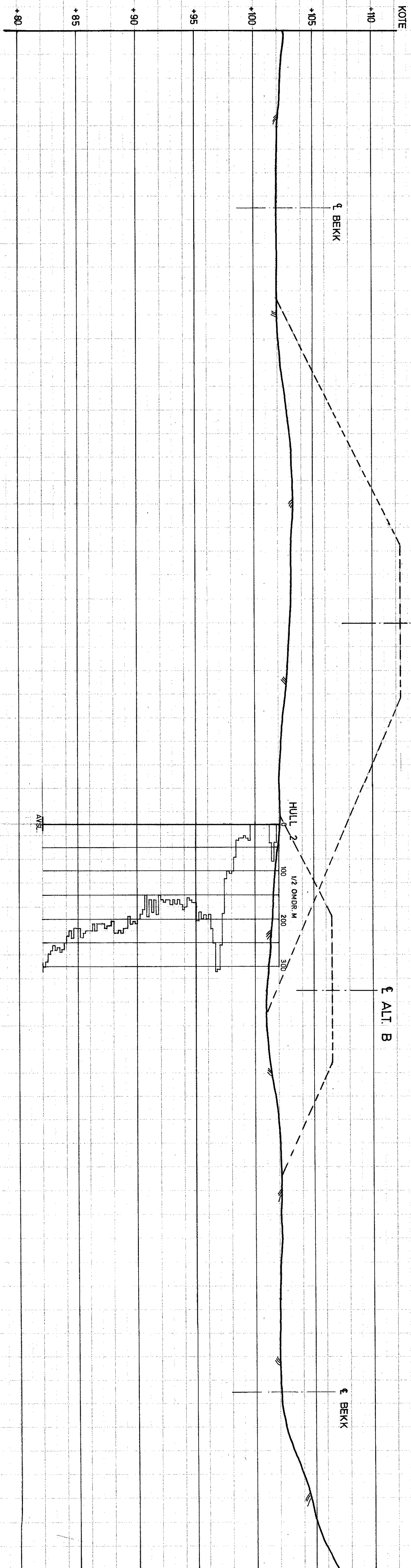
TRONDHEIM KOMMUNE  
 RAPPORT NR.: 444  
 BILAG: 5

# PROFIL 1



<b>HOVEDVEG.</b>		MALESTOKK:
<b>HEIMDAL - KAMBRU</b>		<b>1 : 200</b>
Tverrprofil m/ dreieborings-		TEGN. AV:
resultater		K.T.
Dato:		11/ 2-77
KONTR.:		
Profil 1		RAAPP. NR.:
		4/4
<b>TRONDHEIM KOMMUNE</b>		BILAG:
		6

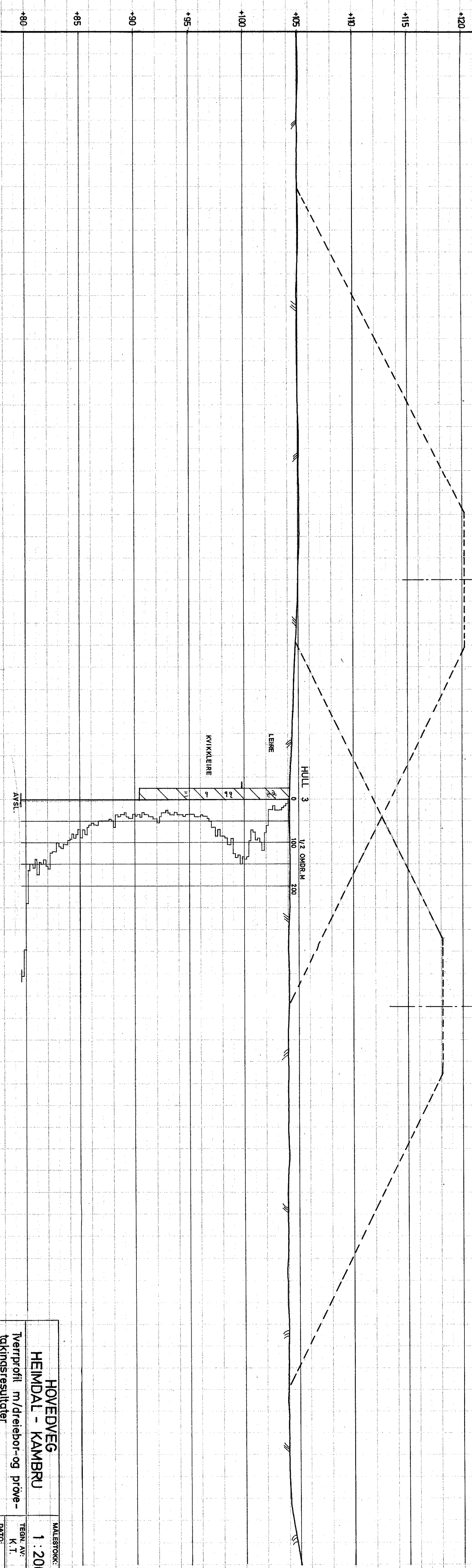
# PROFIL II



<b>HOVEDVEG</b>		MALESTOKK:
<b>HEIMDAL - KAMBRU</b>		<b>1 : 200</b>
Tverrprofil m/dreieborings- resultater		TEGN. AV: K.T.
PROFIL II		DATA: 14/2-77
TRONDHEIM KOMMUNE		KONTA.:
RAPP. NR.: 444		RAFP. NR.:
BILAG: 7		BILAG:

# PROFIL III

KOTE



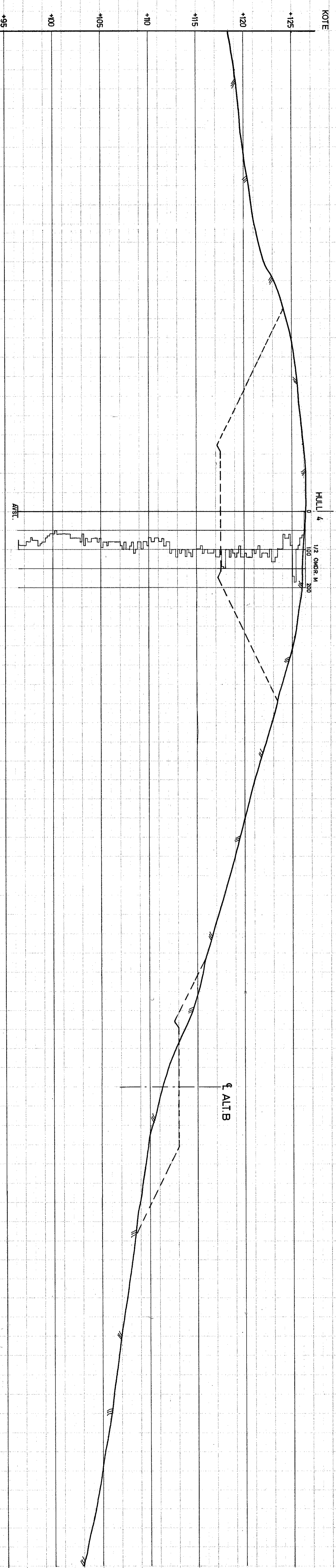
MALESTOKK:	1 : 200
TEGN. AV:	K. T.
DATE:	14/2 - 77
KONTR.:	

Tverrprofil m/dreiebor- og prøve-  
takingsresultater

Profil III  
TRONDHEIM KOMMUNE

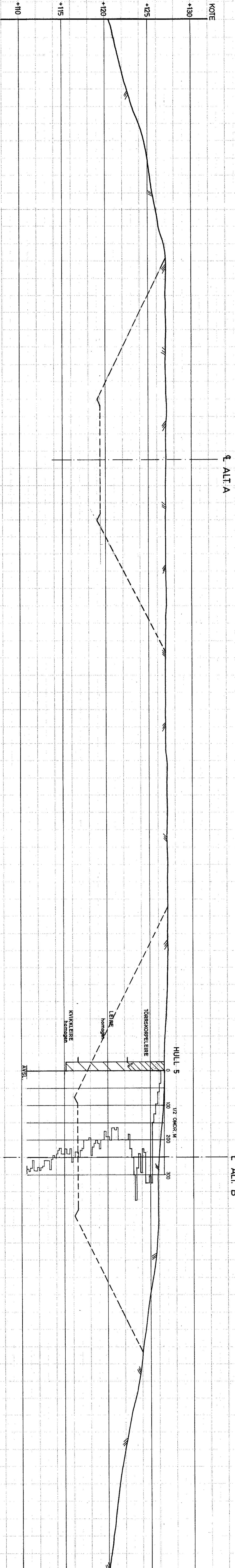
BAAPP. NR.:	444
BILAG:	9

# PROFIL IV



<b>HOVEDVEG</b>	MALESTOKK:
<b>HEIMDAL - KAMBRU</b>	<b>1 : 200</b>
Tverrprofil m/ dreieborings- resultater	TEGN. AV: K. I.
	DATO: 14/2-77
	KONTR.:
Profil IV	PAPP. NR.:
<b>TRONDHEIM KOMMUNE</b>	444
	BILAG:
	9

# PROFIL V



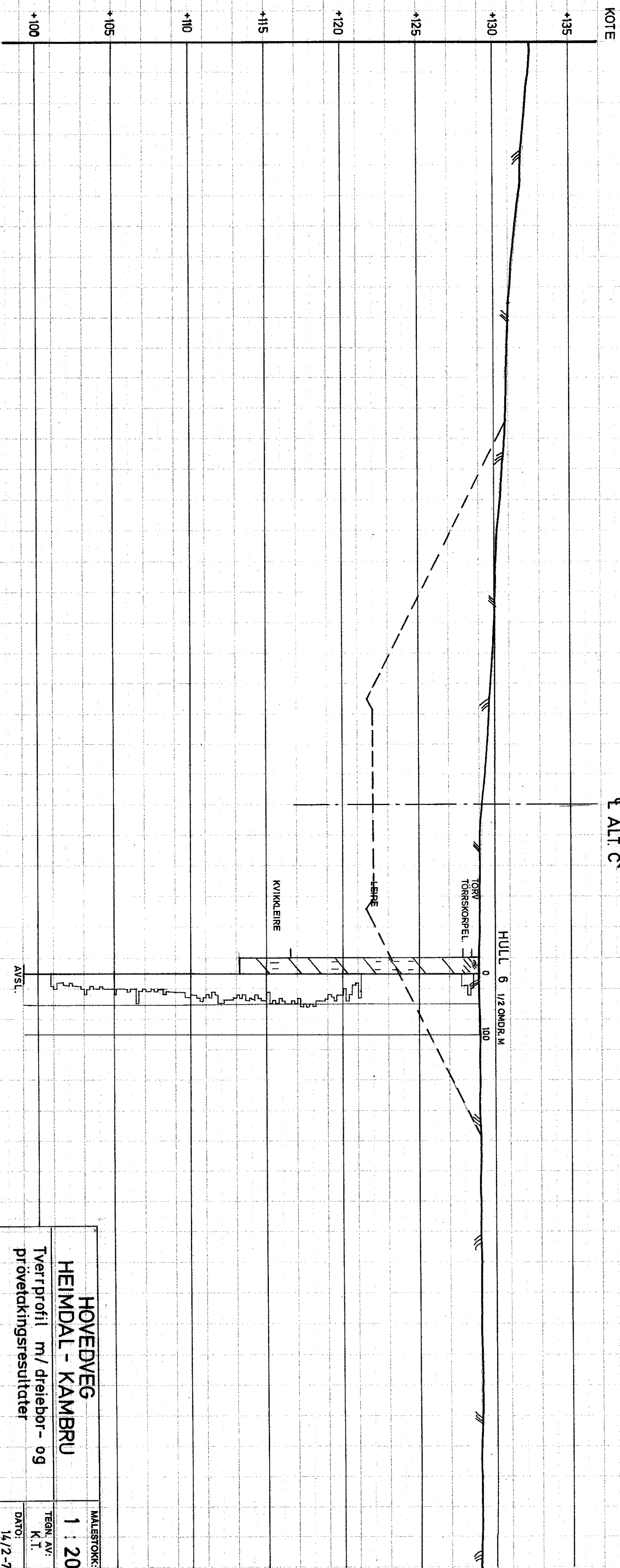
HOVEDVEG  
HEIMDAL - KAMBRU

Tverrprofil m/dreiebor - 09  
prøvetakingsresultater

Profil V  
TRONDHEIM KOMMUNE

MALESTOKK:	1 : 200
TEGNET AV:	K.T.
DATO:	15/2-77
KONTR.:	
SAKP. NR.:	444
BILAG:	10

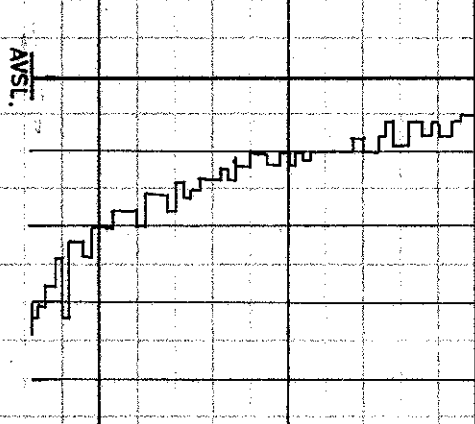
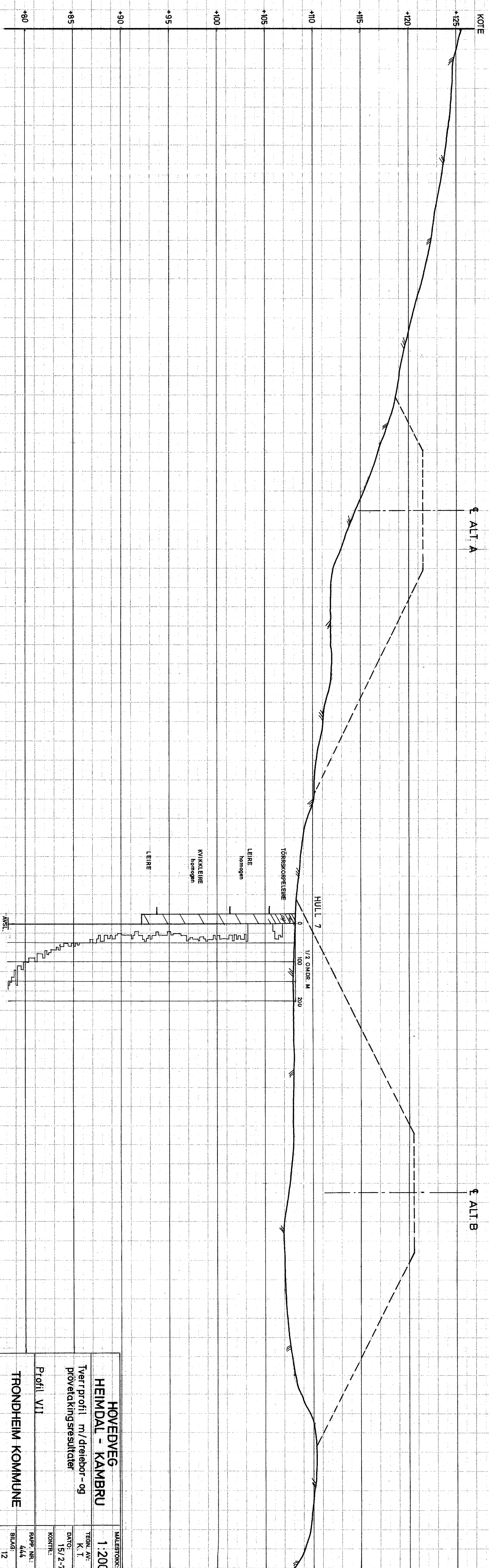
# PROFIL VI



MALESTOKK:	1 : 200
TEGN. AV:	K.T.
DATO:	14/2-77
KONTR.:	
RAPP. NR.:	444
BILAG:	11
HOVEDVEG HEIMDAL - KAMBRU Tverrprofil m/ dreiebor- og prøvetakingsresultater Profil VI TRONDHEIM KOMMUNE	



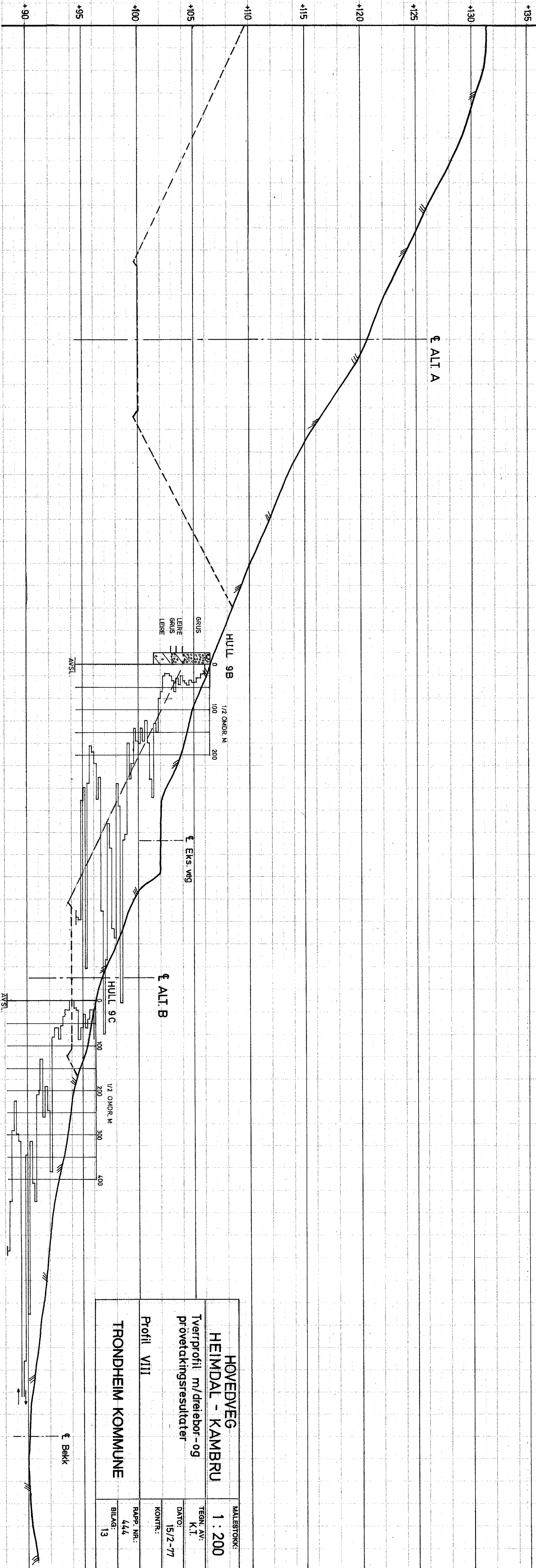
# PROFIL VII



<b>HOVEDVEG</b>		MALESTOKK:
<b>HEIMDAL - KAMBRU</b>		1:200
Tverrprofil m/drelebor- og prøvetakingsresultater		TEGN. AV: K. T.
DATO: 15/2-77		KONTR.:
Profil VII		RAP. NR.: 444
TRONDHEIM KOMMUNE		BILAG: 12

KOTE

# PROFIL VIII



**HOVEDVEG**  
**HEIMDAL - KAMBRU**

Tverrprofil m/ dreiebor - og  
 prøvetakingsresultater

Profil VIII  
**TRONDHEIM KOMMUNE**

MALESTORKE:  
**1 : 200**

TEGN. AV:  
 K.T.

DATO:  
 15/2-77

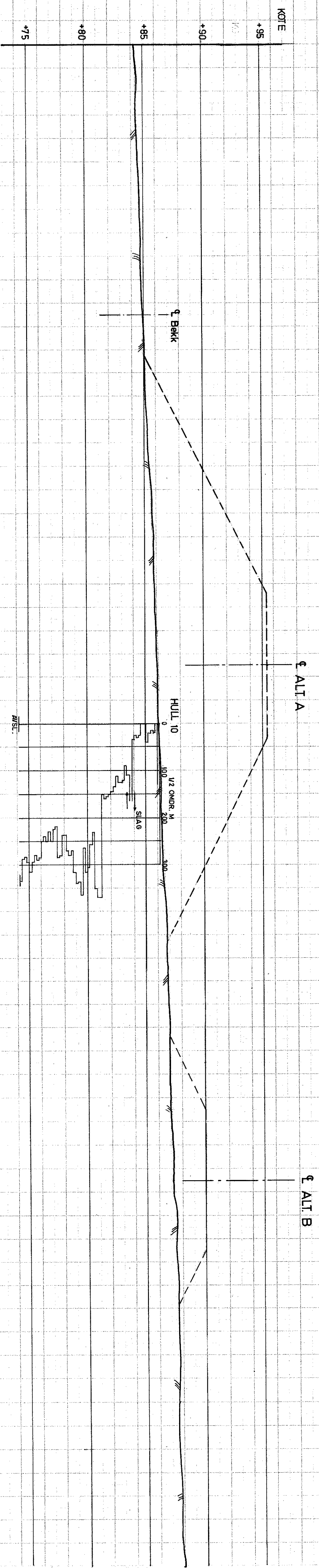
KONTR.:

RAPP. NR.:  
 444

BILAG:  
 13

⊥ Bekk

# PROFIL IX



**HOVEDVEG**  
**HEIMDAL - KAMBRU**  
 Tverrprofil m/ dreieborings-  
 resultater

MALESTOKK: **1 : 200**  
 TEGN. AV: K. T.  
 DATO: 15/2-77  
 KONTR.:

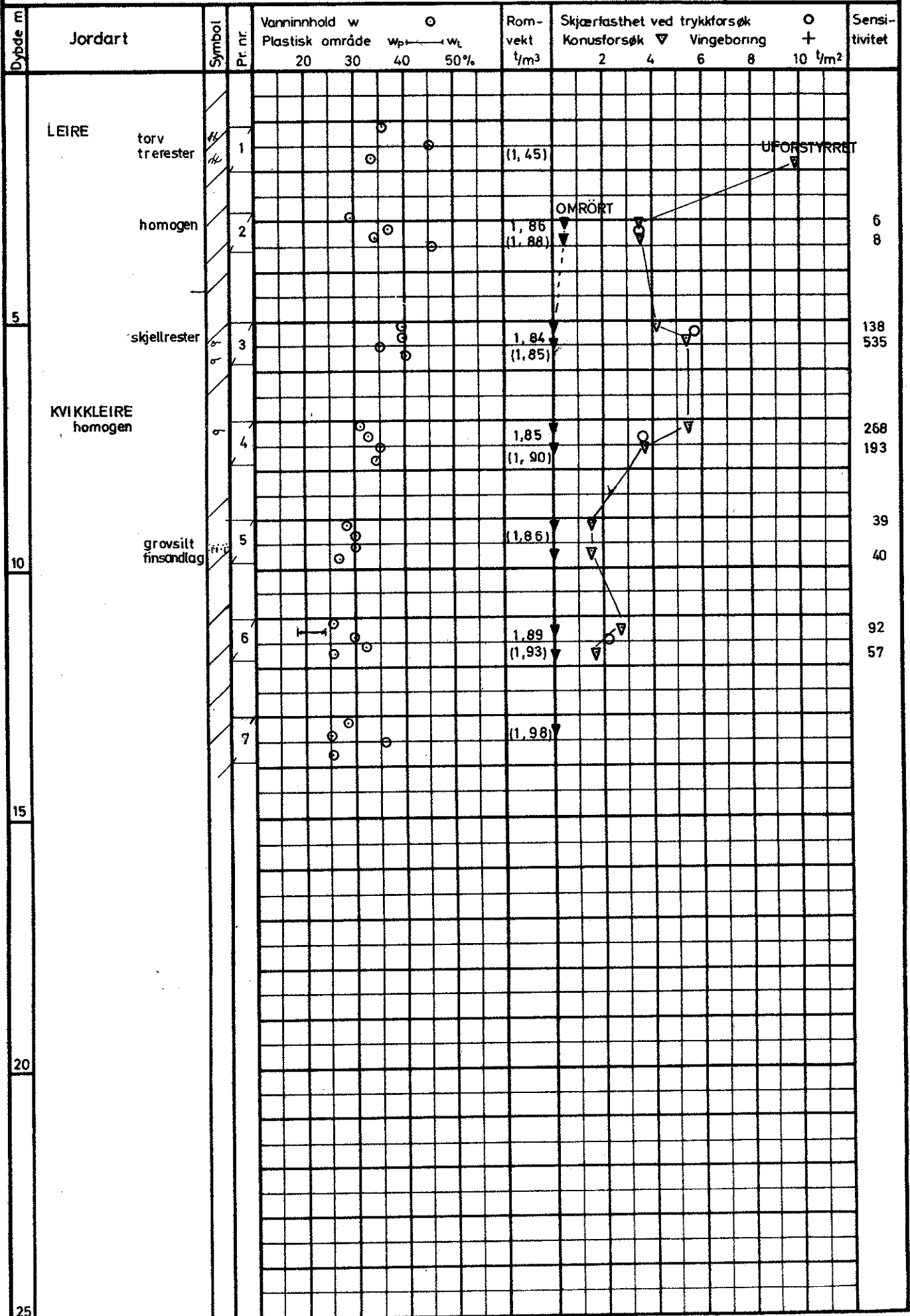
Profil IX  
**TRONDHEIM KOMMUNE**  
 RAP. NR.: 444  
 BILAG: 14

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull : 3  
Nivå : Terreng  
Prøveφ: 54 MM

Bilag : 15  
Oppdrag : 444  
Dato : 9/2-77

Sted: HOVEDVEG HEIMDAL - KAMBRU

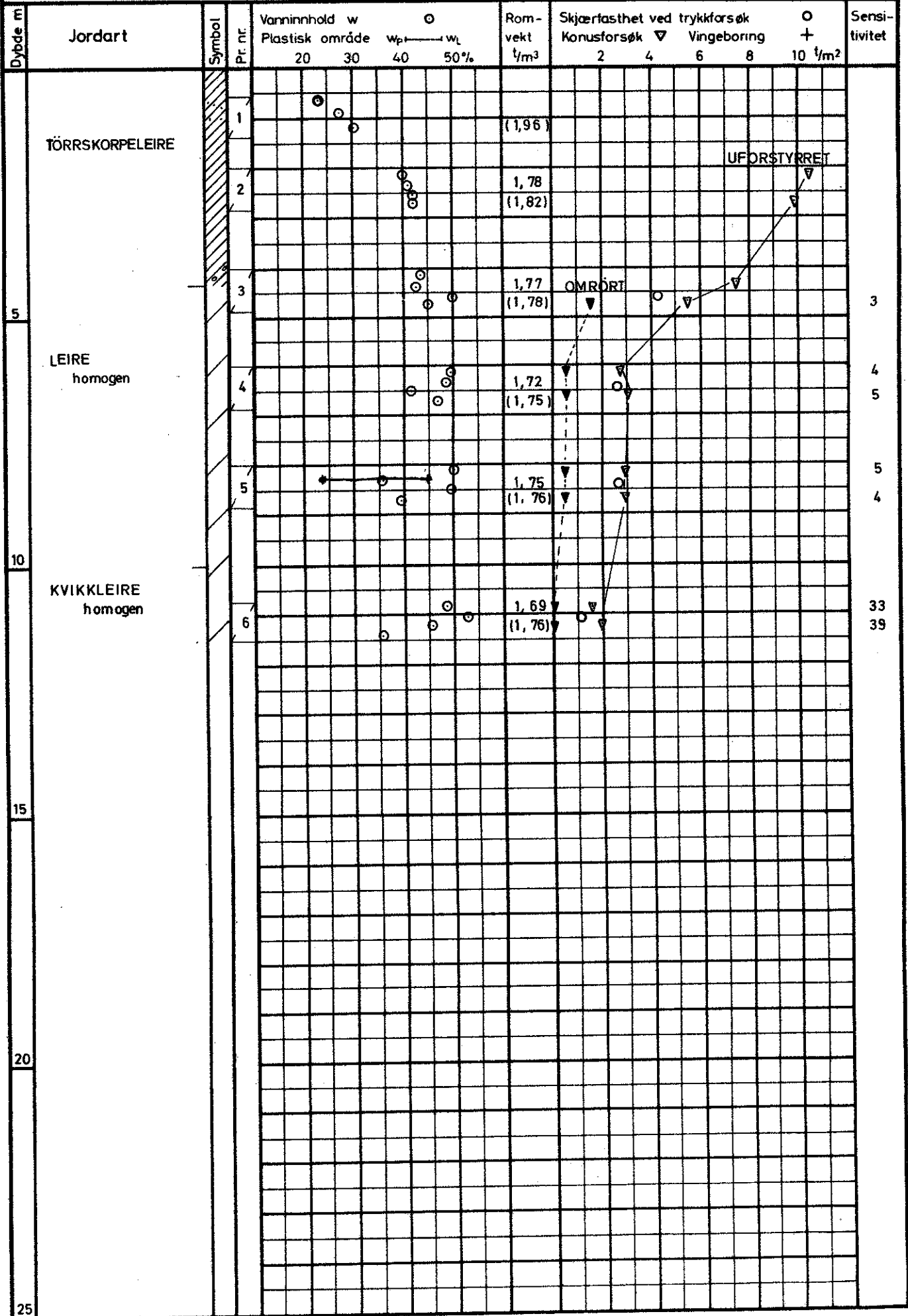


**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull : 5  
Nivå : Terreng  
Prøveφ: 54 MM

Bilag : 16  
Oppdrag : 444  
Dato : 9/2-77

Sted: HOVEDVEG HEIMDAL - KAMBRO



**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull : 6

Bilag : 17

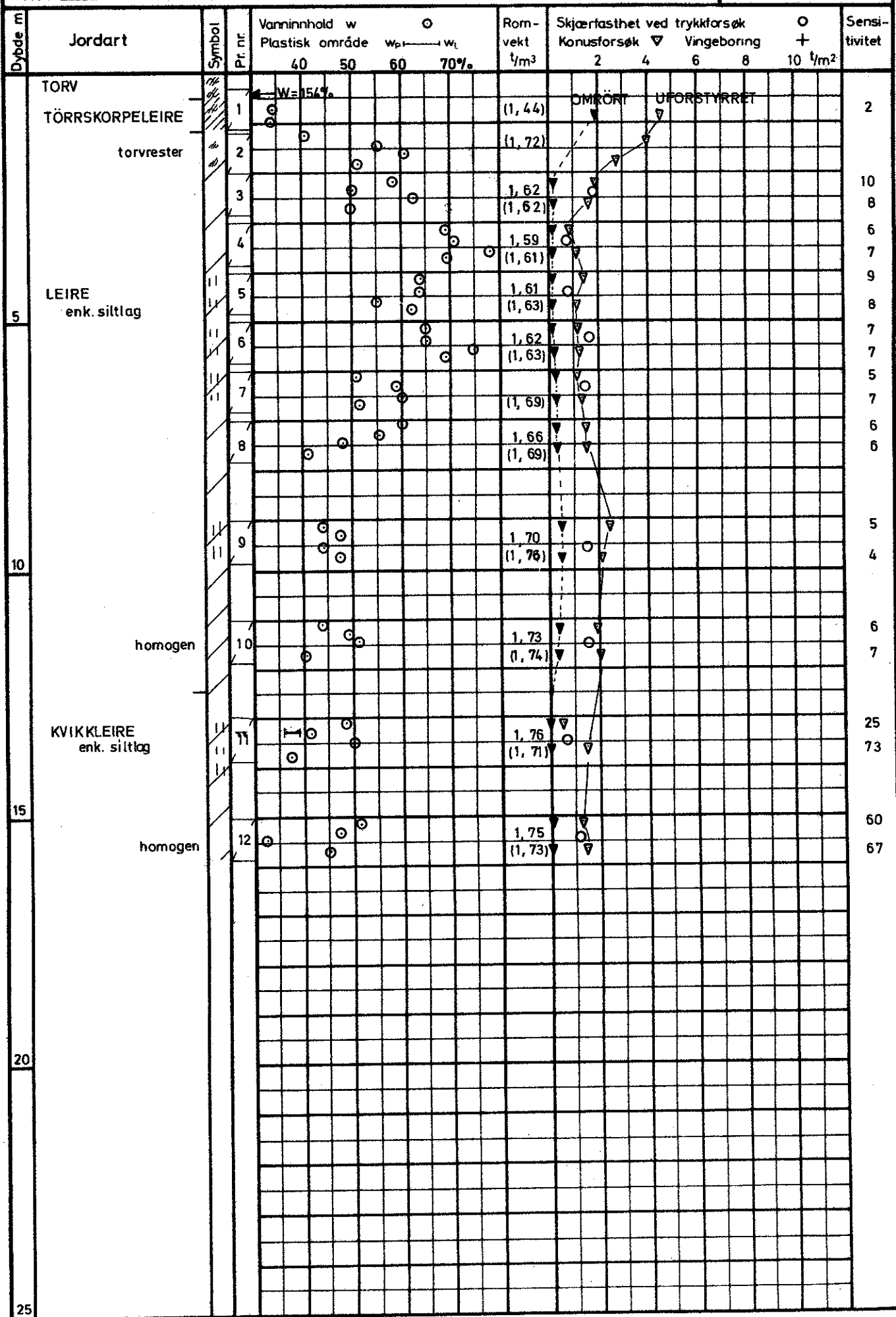
Nivå : Terreng

Oppdrag : 444

Sted : HOVEDVEG HEIMDAL-KAMBRU

Prøveφ : 54 MM

Dato : 9/2-77





TRONDHEIM KOMMUNE

BORPROFIL

Hull : 9B

Bilag : 19

Nivå : Terreng

Oppdrag : 444

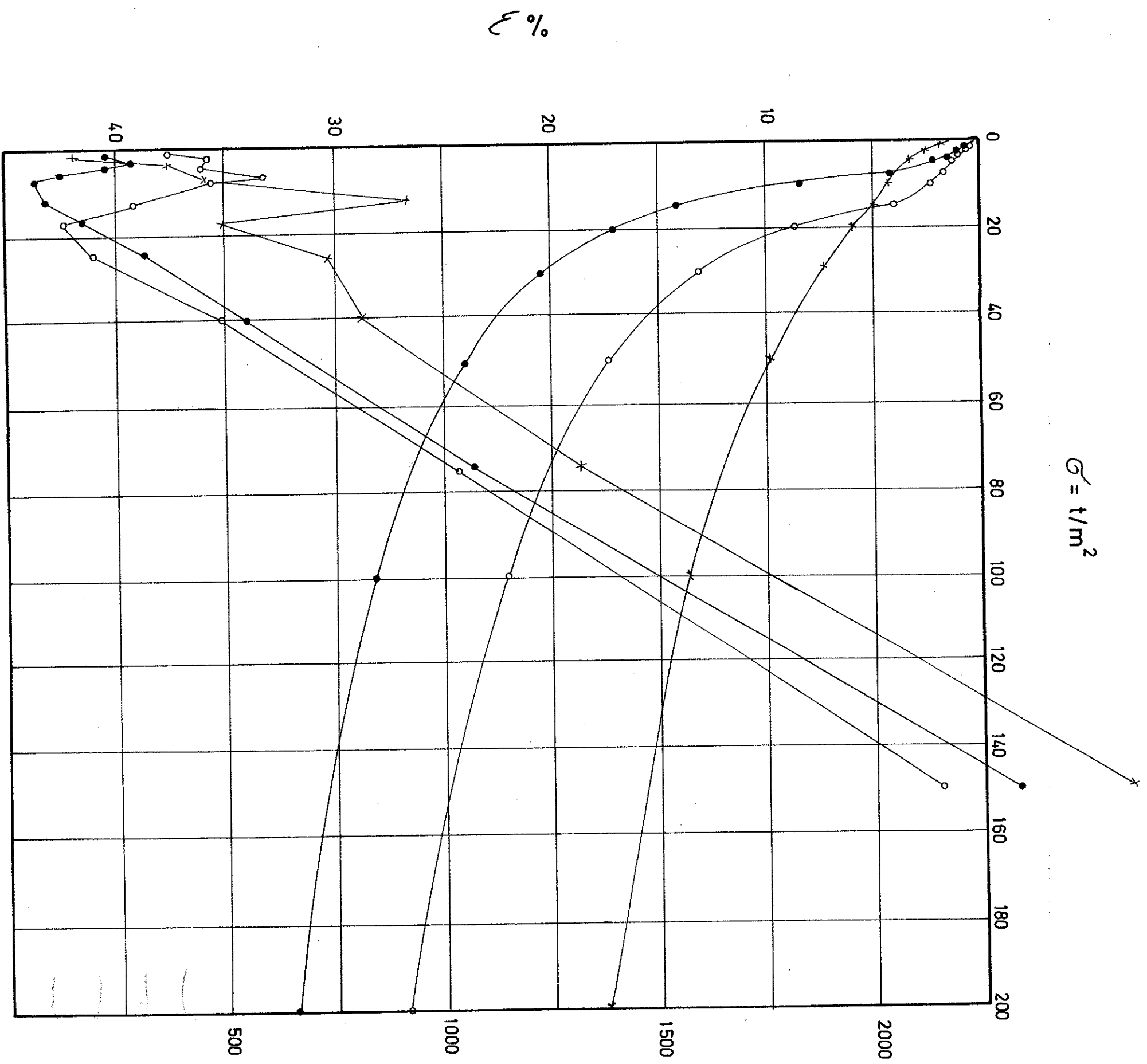
Sted : HOVEDVEG HEIMDAL - KAMBRU

Prøveφ: 54 MM

Dato : 10/2-77

Dybde m	Jordart	Symbol	P. nr.	Vanninnhold w				Rom-vekt $\gamma_m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi-tivitet
				Plastisk område					Konusforsøk $\nabla$		Vingeboring		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	
			1		○								
	GRUS noe leirblandet	○	2	○									
		○	3	○									
		○	4	○									
		○	5	○									
	LEIRE noe grusblandet	○	6		○								
	GRUS leirblandet	○	7	○									
		○	8		○								
	LEIRE grusblandet	○	9		○								
		○	10		○								
5													
10													
15													
20													
25													





- x - Hull 3, dybde 7,4m
- o - Hull 6, dybde 6,3m
- - Hull 7, dybde 3,4m

**HOVEDVEG**  
**HEIMDAL - KAMBRU**  
 ODOMETERFORSÖK

Hull 3, 6 og 7

TRONDHEIM KOMMUNE

MALESTOKK:

TEGN. AV:

K.T.

DATO:

24/2-77

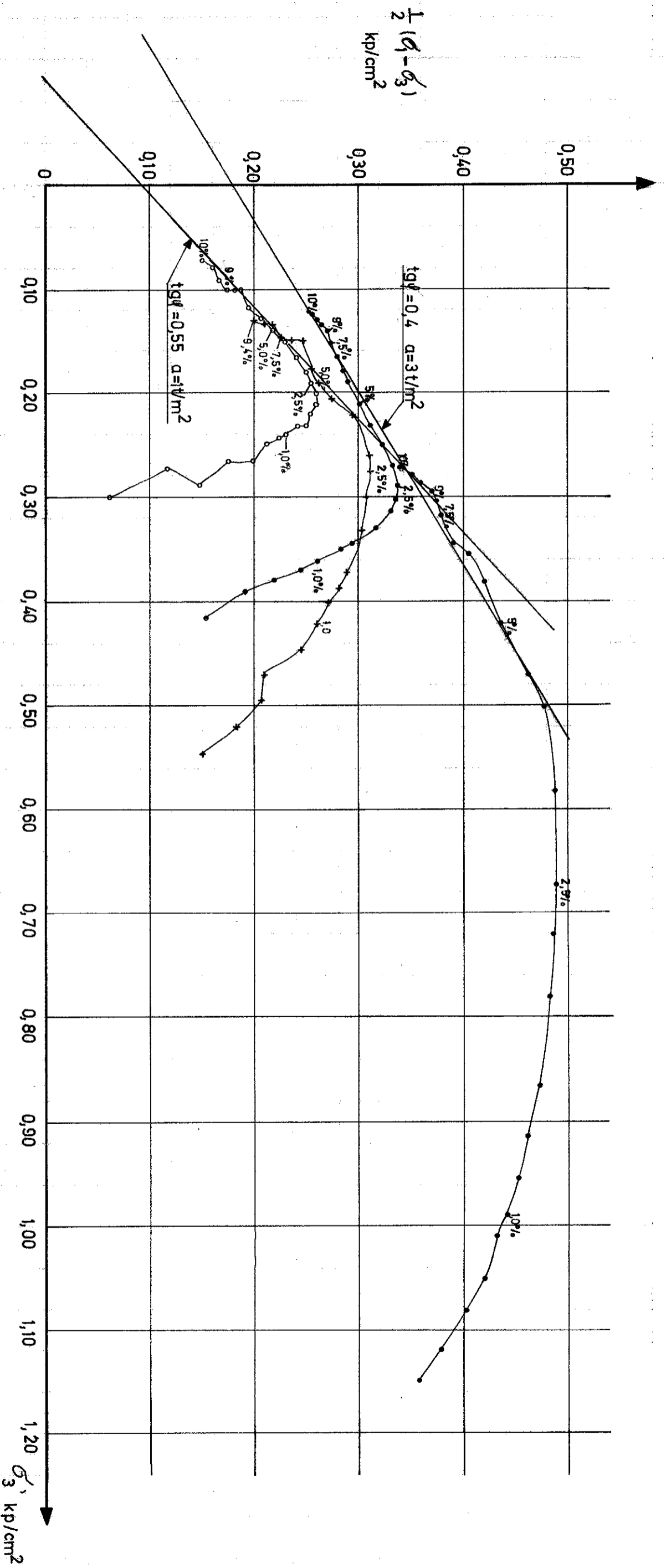
KONTR.:

RAPP. NR.:

444

BILAG:

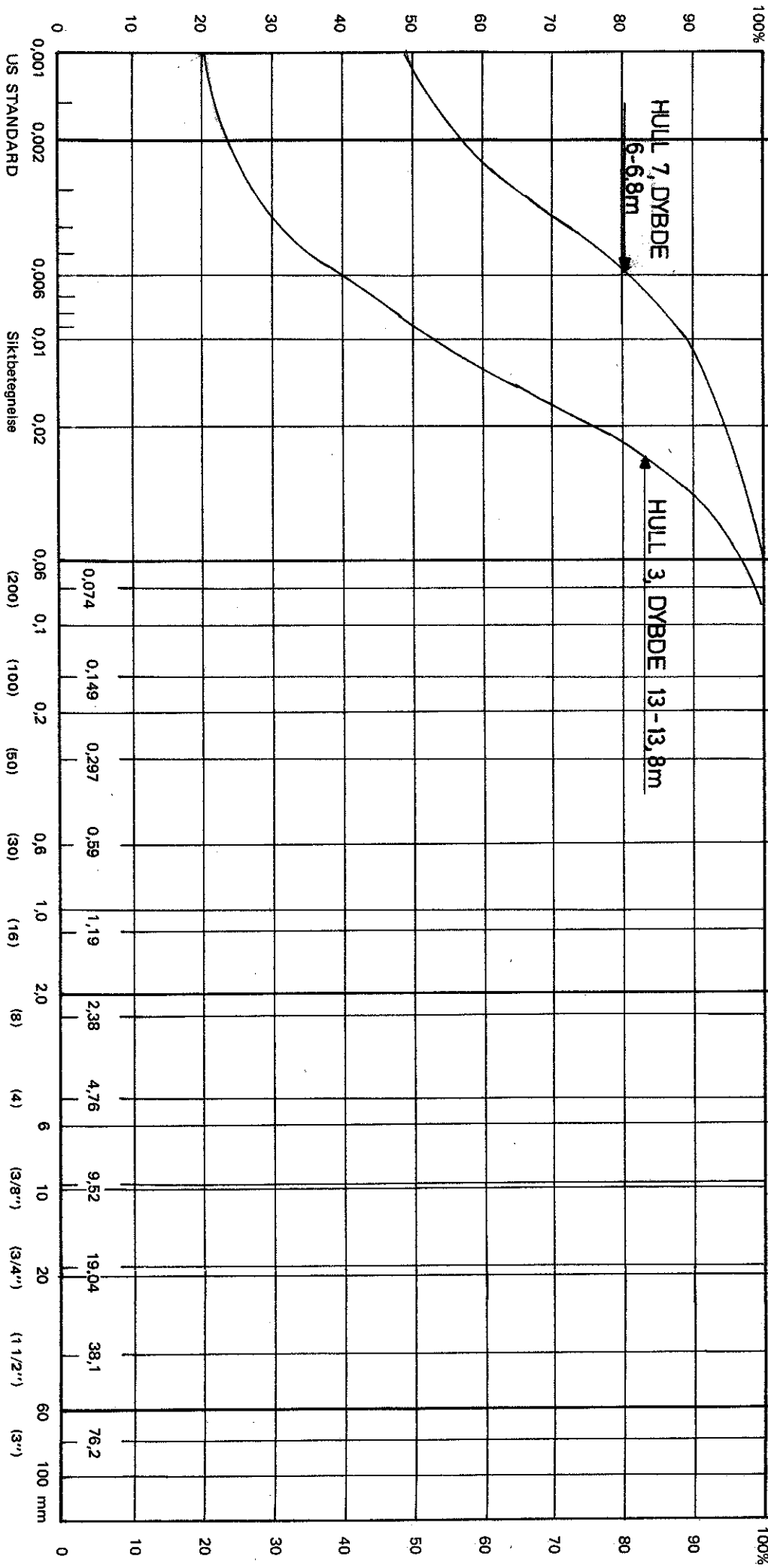
20



- = Hull 7, dybde 4,5m (2 kurver)
- ◄— = Hull 6, dybde 3,6m
- = Hull 6, dybde 7,2m

<b>HOVEDVEG</b>		MALESTOKK:
<b>HEIMDAL - KAMBRU</b>		
TRIAKSIALFORSÖK		TEGN. AV: K.T.
HULL 6 OG 7		DATO: 25/2 -77
TRONDHEIM KOMMUNE		KONTR.:
		RAPP. NR.: 444
		BILAG: 21

REL. VEKTMENGE N AV KORN > d  
Gjennomgang i vektprosent



TRONDHEIM KOMMUNE  
Kornfordeling

Sted **HEIMDAL - KAMBRU**  
HULL 3 og 7

Dato **21/2-77** Bilag **22**  
Sign. **FO.F.** Sak nr. **444**