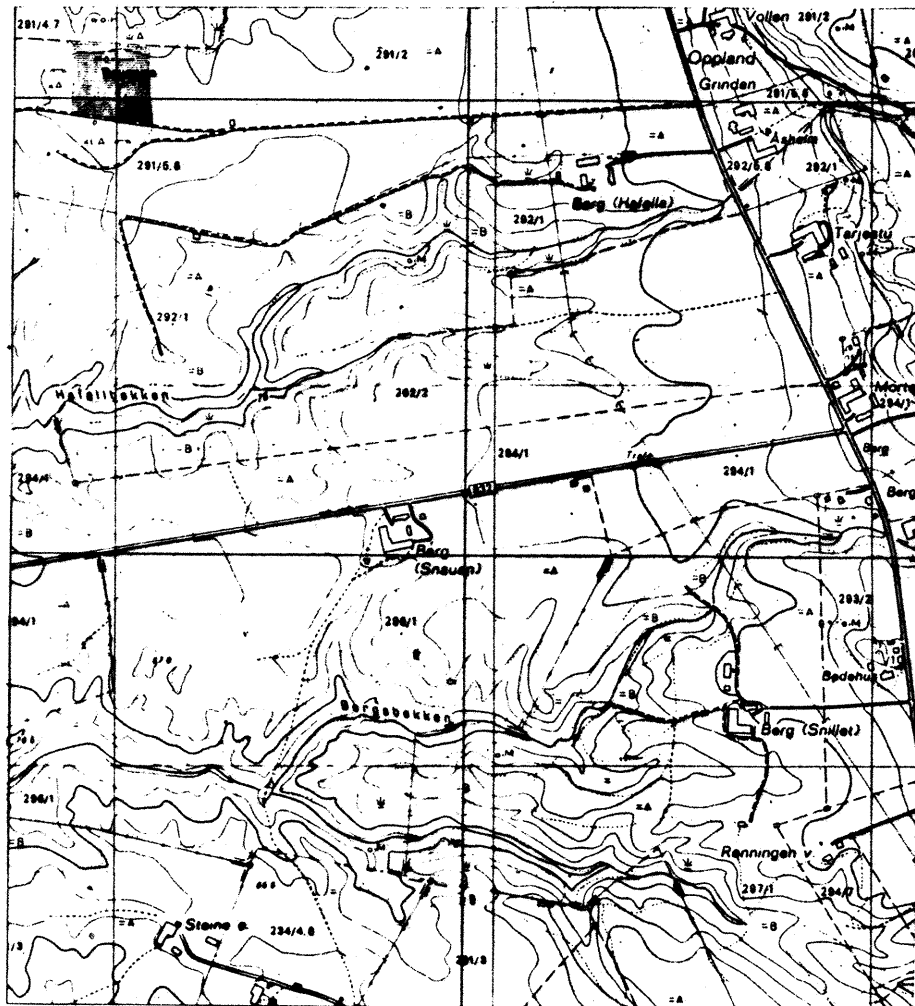


# 558 HAFELLBEKKEN

## GRUNNUNDERSØKELSER GEOTEKNISK VURDERING



16.10.. 81

GEOTEKNISK SEKSJON  
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE

## R 558 STABILITET LANGS HAFELLBEKKEN, BYNESET

## 1. INNLEDNING

Etter anmodning fra Jordseksjonen har vi utført grunnundersøkelse og stabilitetsvurdering på begge sider av Hafellbekken fra riksveg 707 ved Åsheim og ca 900 m nedover langs dalen.

Foranledningen til undersøkelsen var at en ved bygging av kloakkrenseanlegg like nedenfor riksvegen påtraff svært bløt, sensitiv leire.

Formålet med denne undersøkelsen er for det ene å gi en grov beskrivelse av grunnforholdene på strekningen, dessuten vil stabiliteten bli undersøkt og vurdert, med henblikk på faren for utvikling av ras langs Hafellbekken.

## 2. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Grunnen i det undersøkte område langs Hafellbekken består av bløt leire til stor dybde, under et fastere tørrskorpelag på 2 - 3 meter. Det kan regnes med forekomst av sensitiv eller kvikk leire under de høyestliggende deler av området. Ved befaring er det fastslått at det bare foregår mindre og spredt bekkeerosjon på den undersøkte strekning.

Stabiliteten i området gir ikke overhengende fare for utglidning i dagens situasjon, men på den annen side skal det forholdsvis lite til av ytre forandringer før likevekten forstyrres og situasjonen blir kritisk.

Det er derfor viktig å være på vakt mot ytre forandringer i området, som øket bekkegraving, ukontrollert bakkeplanering o.l.

Sikring av området kan oppnås ved gjenlegging av bekken i rør kombinert med en forsiktig bakkeplanering som gir slakere skråninger og bedret stabilitet.

Sikringstiltak av denne art er mest ønskelig på den øvre delen av bekkedalen forbi gården Berg Hafellen hvor beregnet sikkerhet er minst. Et slikt arbeide bør planlegges og utføres etter samråd med geotekniker.

## 3. UTFØRTE BORINGER

Borearbeidet er utført i tiden 9. sept. - 2. okt. 1980 under ledelse av boreformann Jakob Vårum.

Det er i 19 borpunkter utført dreiesondering til dybde 10 - 30 meter under terreng.

I 5 av disse borpunktene er det tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm sylindrerprøvetaker, i alt 45 prøver.

Borpunktene er fordelt på 7 tversgående profiler som vist på situasjonsplanen i bilag 1, satt ut i terrenget av siv.ing. Solheim ved Geoteknisk seksjon.

Sonderingsresultatene og jordartsbeskrivelse fra prøvetaking er presentert i terrengprofilene bilag 2 - 8.

#### 4. LABORATORIEARBEIDE

Prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium, hvor de først er klassifisert og beskrevet, og deretter er det utført forsøk for bestemmelse av romvekt og vanninnhold.

Udrenert skjærfasthet er bestemt i uforstyrret og omrørt tilstand og sensitiviteten er utregnet som forholdet mellom disse verdiene.

På 6 prøver er det dessuten kjørt treaksiale trykkforsøk for bestemmelse av skjærfasthetsparametrene  $a$  og  $\varphi$ .

Data fra rutineforsøkene i laboratoriet er gitt i borprofiler, bilag 9 - 13, mens resultatene fra treaksialforsøkene finnes i bilag 14 - 16.

#### 5. GRUNNFORHOLD

Grunnen i området består av marin leire. Dreiesonderingene er ført til stor dybde med liten dreiemotstand, til dels med synk uten dreieing i de øvre lag. I dybden er det bare en svak økning av dreiemotstanden.

Prøvetakingene viser at det øverst er et lag fast tørrskorpeleire med mektighet 3 - 4 m på de høyereliggende partier, noe mindre, 1,5 - 2 m under dalbunnen.

Under tørrskorpeleira er det påvist meget bløt og til dels kvikk leire til stor dybde, og boringene er avsluttet uten overgang til markert fastere lag eller fjell. Kvikkleira er påvist ved prøvetaking i hull B og 10, men indikeres også ved sonderboringer i flere punkter.

Det kan se ut som at kvikkleira stort sett er lokalisert under de høyereliggende områder på begge sider av dalen, mens det under selve dalbunnen ikke synes å være kvikkleire.

Imidlertid er leira også her meget bløt og sensitiv.

I den bløte leira og kvikkleira har en fått følgende måledata:

-vanninnhold	30 - 40 %
-romvekt	18 - 19 KN/m <sup>3</sup>
-udrenert skjærfasthet	10 - 40 KN/m <sup>2</sup>

Når det gjelder detaljer om grunnforholdene, vises til profiler og borprofiler, bilag 2 - 13.

#### 6. STABILITET

##### a. Generelt

Med de påviste, meget bløte grunnforhold langs Hafellbekken, er det av stor betydning å undersøke stabilitetsforholdene i dalsidene for å kunne vurdere faren for utglidning.

Derfor er boringene plassert i tverrprofiler tvers over dalen, opptegnet i bilag 2 - 8.

I en del av disse profilene, profil II, III, IV, V og VII er det utført stabilitetsberegninger for å vurdere faren for utglidning.

## b. Stabilitetsberegninger

I de nevnte 5 profiler er det lagt inn tenkte glideflater, og for hver av disse er det utført likevektsbetraktning av det "glidelegeme" som begrenses av hver glideflate. Ved disse beregningene sammenliknes den skjærstyrke jorden har med de beregningsmessig opptredende skjærspenninger langs glideflatene, og forholdet mellom disse verdier, sikkerhetsfaktoren  $F$  utregnes for hver flate.

Verdier for skjærstyrken er tatt ut fra de treaksiale trykkforsøkene som er utført, se bilag 14 - 16. Ved beregningene er benyttet attraksjon  $a = 20 \text{ KN/m}^2$  og  $\text{tg}\phi = 0,48$ . Videre er det ved beregningene forutsatt hydrostatisk økende porevantrykk i dybden fra inntegnet 0-linje i profilene.

## c. Beregningsresultater

Beregningsresultatene er ført opp i tabell ved siden av de aktuelle profiler. Det er ført opp beregnede sikkerhetsfaktorer for hver antatt bruddflate. I tabell nedenfor er ført opp laveste sikkerhetsfaktor for hvert profil:

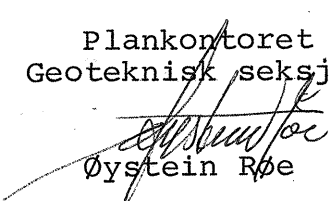
Profil II :	Beregnet sikkerhetsfaktor	$F = 1,4$
" III:	" "	$F = 1,2$
" IV :	" "	$F = 1,6$
" V :	" "	$F = 1,4$
" VII:	" "	$F = 1,4$

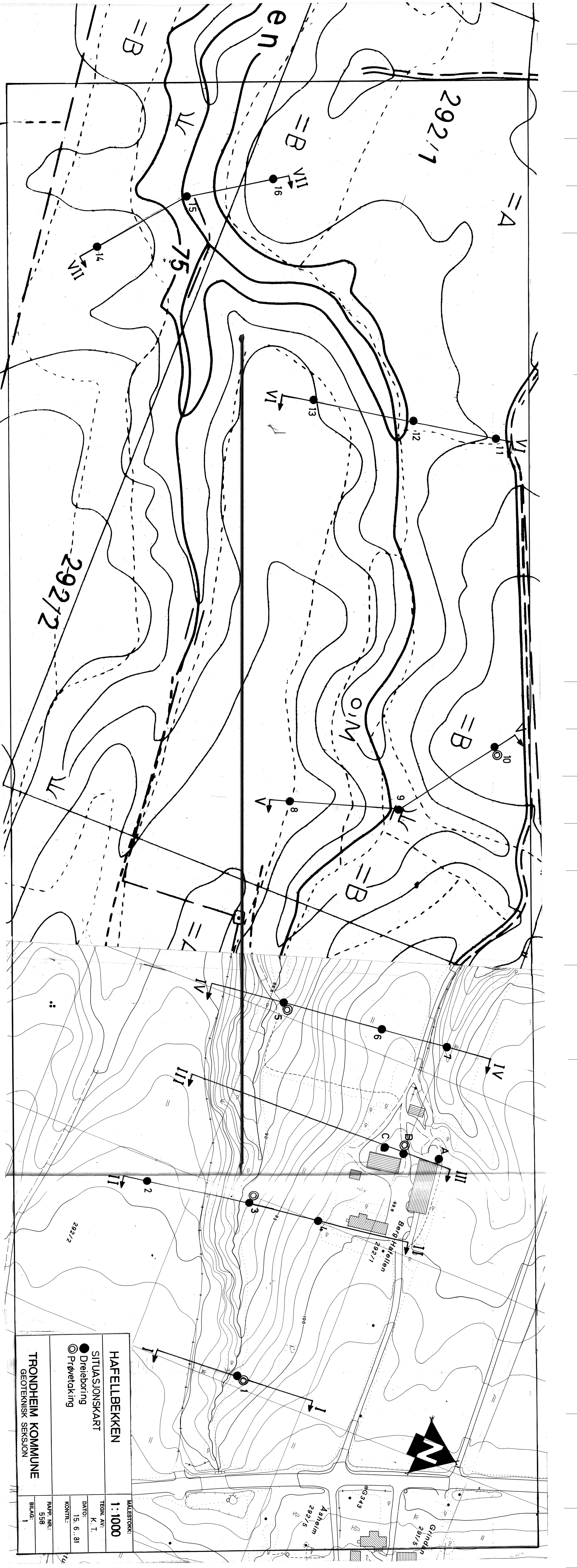
## d. Vurdering av stabilitet

Med målt sikkerhetsfaktor mellom 1,2 og 1,6 er det klart at dalsidene langs Hafellbekken ligger med en viss sikkerhet mot utglidning. Imidlertid må det presiseres at denne sikkerheten er så lav at stabiliteten raskt kan bli forverret og at situasjonen kan bli kritisk hvis det inntreffer ytre forandringer som f.eks. bekkeerosjon og oppfylling av masse ved toppen av dalsidene.

I dagens situasjon er det derfor viktig å være på vakt mot slike endringer i likevektstilstanden. Ved forsterket bekkeerosjon (graving) må det overveies å sikre bekken helt eller delvis ved steinplastring eller gjenlegging i rør. Bekkeplanering hvor skråninger slakes ut ved nedplanering ved toppen og oppfylling i bunnen, vil generelt føre til bedret stabilitet. Imidlertid er det uhyre viktig at en under arbeidets gang ikke lokalt fyller opp så mye at det oppstår grunnbrudd. I det kvikkleireområde som dette kan et lokalt grunnbrudd få de verste konsekvenser og må for all del unngås.

Plankontoret  
Geoteknisk seksjon

  
Øystein Røe



292/1

292/2



**HAFELLBEKKEN**

SITUASJONSKART

- Dreie boring
- ⊙ Prøvetaking

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK: 1:1000

TEGN. AV: K. T.

DATO: 15. 6. 81

KONTR.: \_\_\_\_\_

PAPP. NR.: 558

BILAG: 1

Grindan 291/5

Asheim 292/5

Berg/Hjellen 292/1

MALESTOKK: 1:1000

TEGN. AV: K. T.

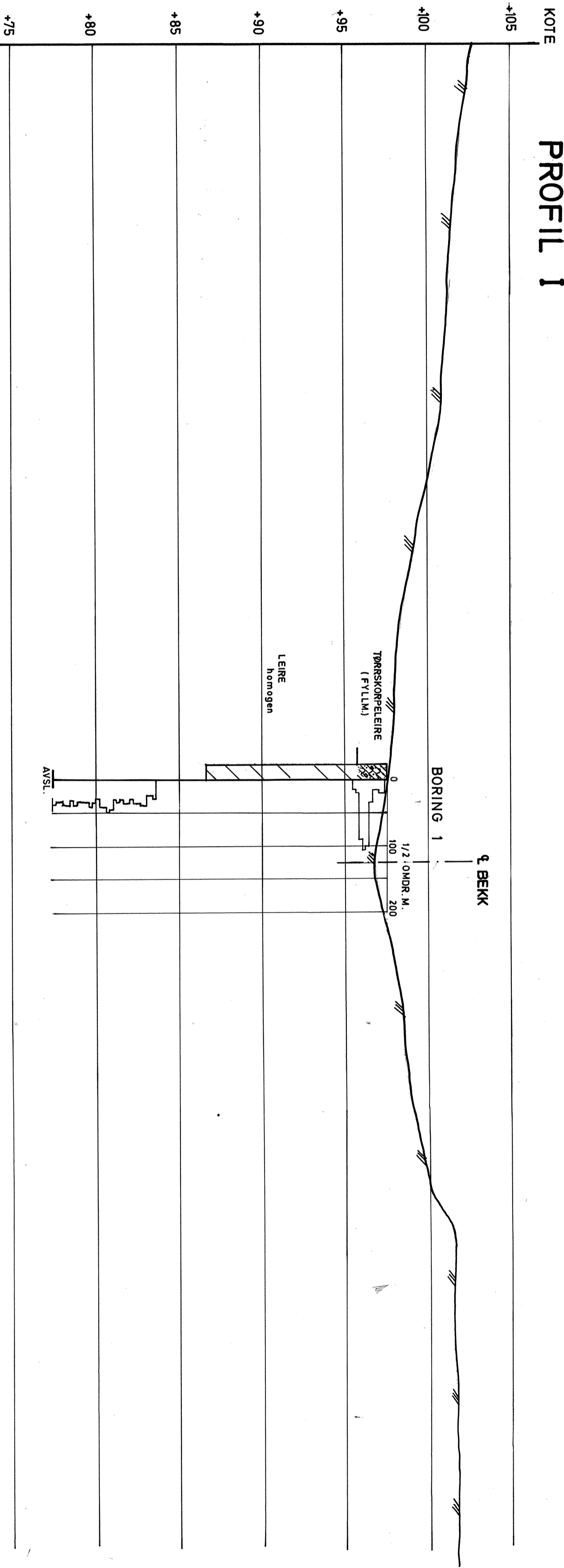
DATO: 15. 6. 81

KONTR.: \_\_\_\_\_

PAPP. NR.: 558

BILAG: 1

# PROFIL 1



MALESTOKK: **1:200**

**HAFELLBEKKEN**

Profil med dreiebor- og prøve-  
takingsresultater.

TEGN. AV:  
K. T.

DATO:  
12. 5. 81

KONTR.:

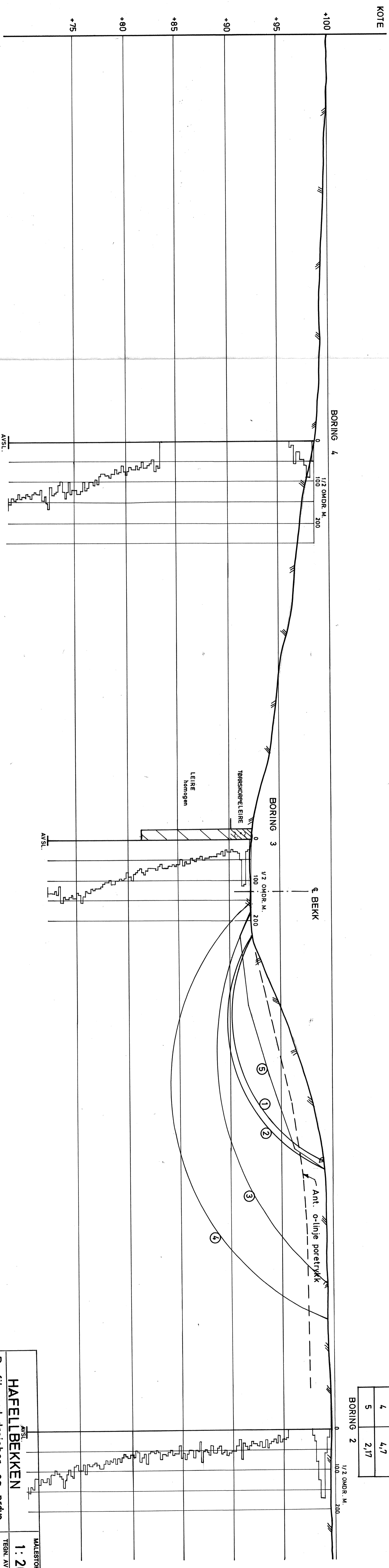
PROFIL 1

RAPP. NR.:  
558

BILAG:  
2

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

# PROFIL II



STABILITETET a-φ-ANALYSE  
Beregnet sikkerhetsfaktor F

FL.NR.	F	Direktemetoden
1	1,45	—
2	1,55	—
2	1,74	—
3	1,92	—
4	4,7	—
5	2,17	—

**HAFELLBEKKEN**  
AVSL.  
Profil med dreiebor- og prøve-  
takingsresultater

**PROFIL II**

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK: **1:200**

TEGN. AV: **K. T.**

DATO: **12.5..81**

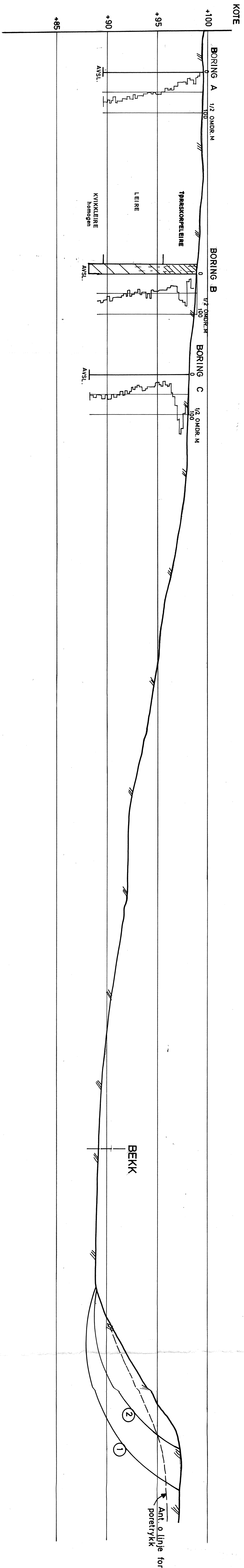
KONTR.:

RAPP. NR.: **558**

BILAG: **3**



# PROFIL III



STABILITET  $\alpha\phi$  ANALYSE  
Beregnet sikkerhetsfaktor F

FL.NR	F	Direktemetoden
1	1,18	
2	1,22	

## HAFELLBEKKEN

1:200  
MALESTOKK:

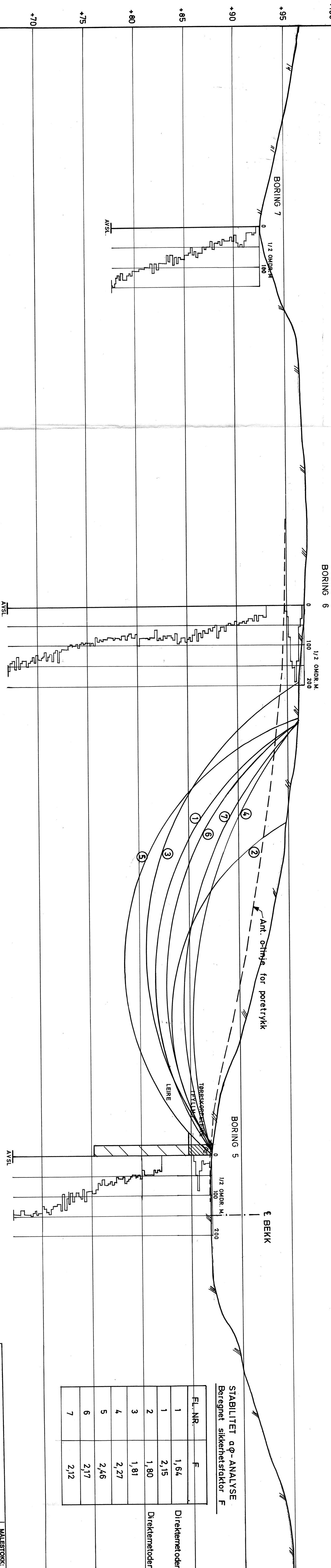
PRØFFIL III  
TEGN. AV: K. T.  
DATO: 12. 5. 81  
KONTR.:

PRØFFIL III  
RAPP. NR.: 558  
BILAG: 4  
TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

Prøffil med dreiebor- og prøve-  
talingsresultater



# PROFIL IV



**HAFELLBEKKEN**  
1:200

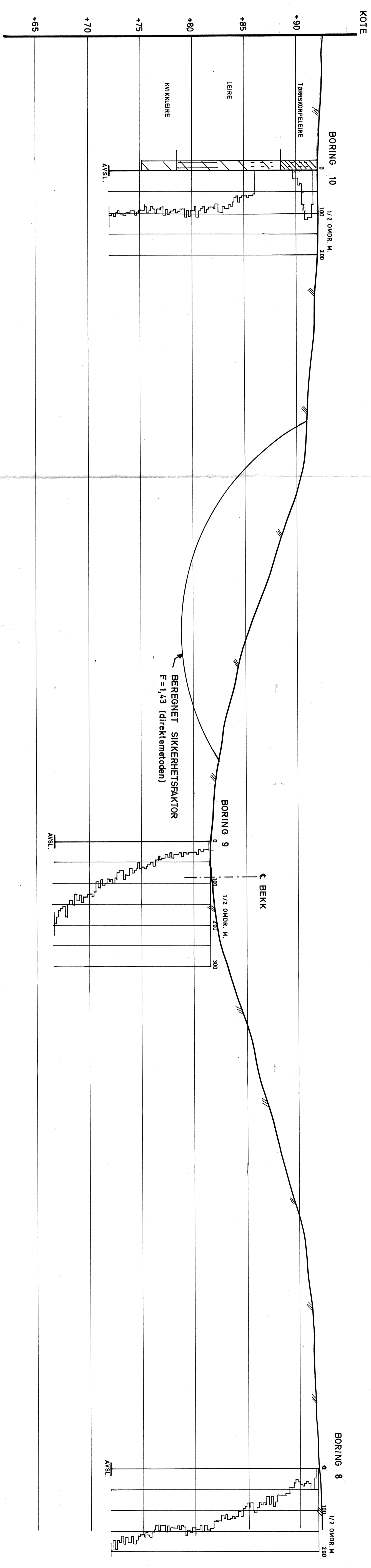
Profil med dreiebor- og prøvetakingsresultater

TEGN. AV: K.T.  
DATO: 12. 6. 81  
KONTR.:

TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

RAFF. NR.: 558  
BLAG: 5

# PROFIL V



## HAFELLBEKKEN

Profil med dreiebor- og prøve-  
takingsresultater.

TEGN. AV:  
K. T.  
DATO:  
15. 6. 81  
KONTR.:

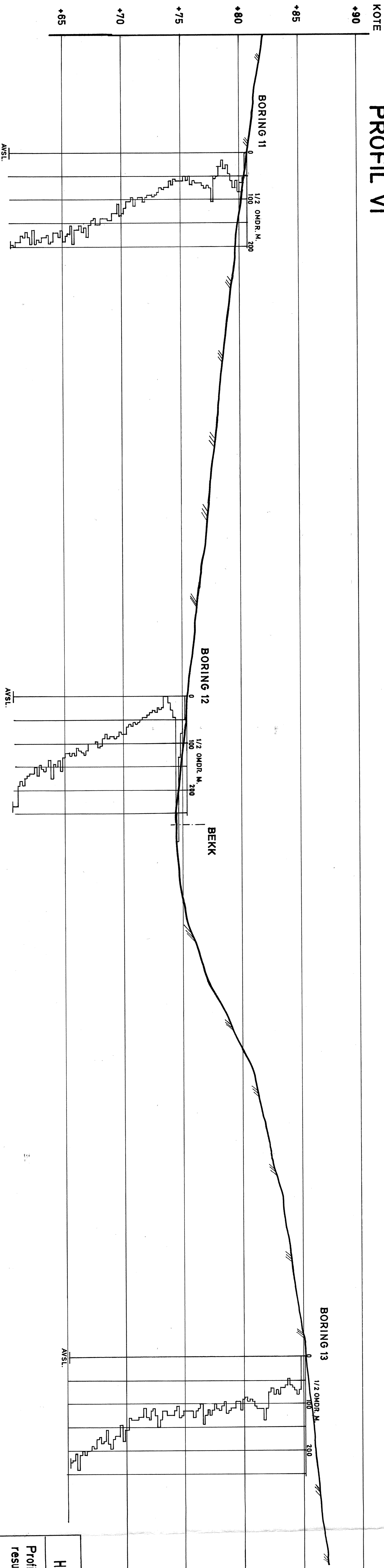
TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:  
1:200

RAAP. NR.:  
558

BILAG:  
6

# PROFIL VI



**HAFELLBEKKEN**

Profil med dreieborings-  
resultater.

PROFIL VI

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:  
**1 : 200**

TEGN. AV:  
A.E.

DATO:  
15.6.81

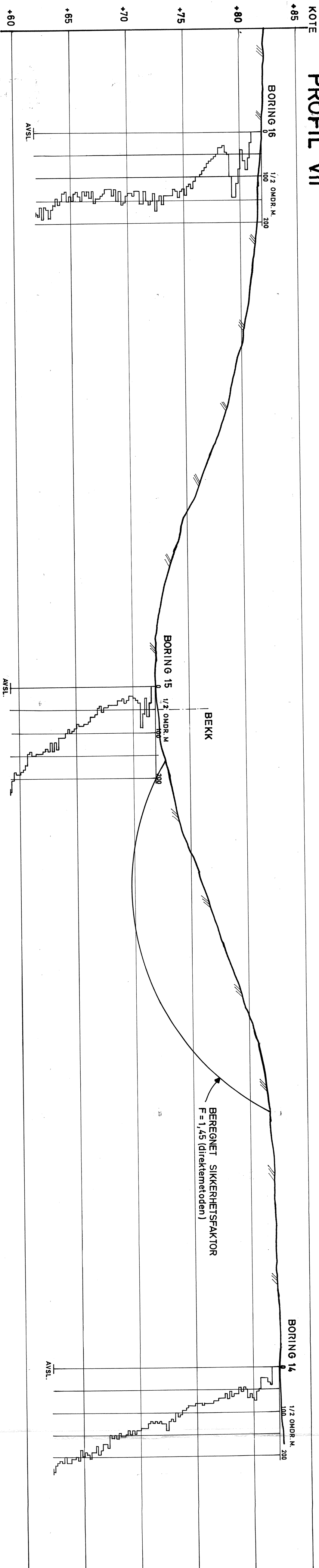
KONTR.:

RAPP. NR.:

558

BILAG:  
7

# PROFIL VII



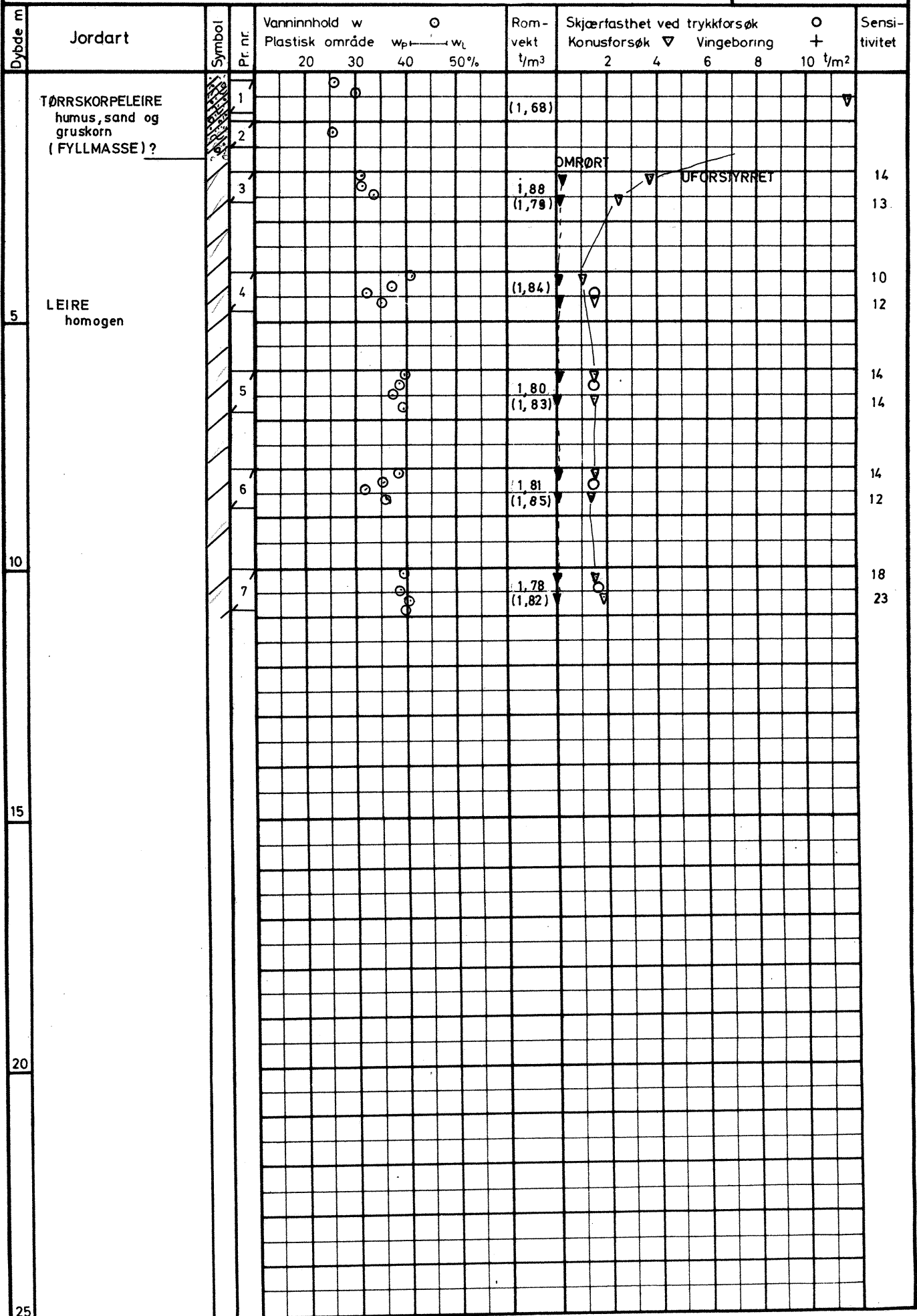
**HAFELLBEKKEN**

**1:200**

MALESTOKK:

TEGN. AV: A.E.  
 DATO: 16.6.01  
 KONTR.:  
 RAPE. NR.: 558  
 BILAG: 8

Profil med dreieborings-  
 resultater.  
**PROFIL VII**  
**TRONDHEIM KOMMUNE**  
 GEOTEKNISK SEKSJON



Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$		Vingeborring $+$			
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 $t/m^2$	
0	TØRRSKORPELEIRE humus enk. sand-gruskorn		1			35								
2			2											
3			3					1,80 (1,84)						10
4			4					1,82 (1,84)						16
5			5					1,84 (1,85)						9
5	LEIRE homogen		6					1,85 (1,85)						9
6			7					1,85 (1,87)						8
7			8					1,83 (1,82)						8
10														7
15														8
20														11
25														12

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull :     B    

Bilag :     11    

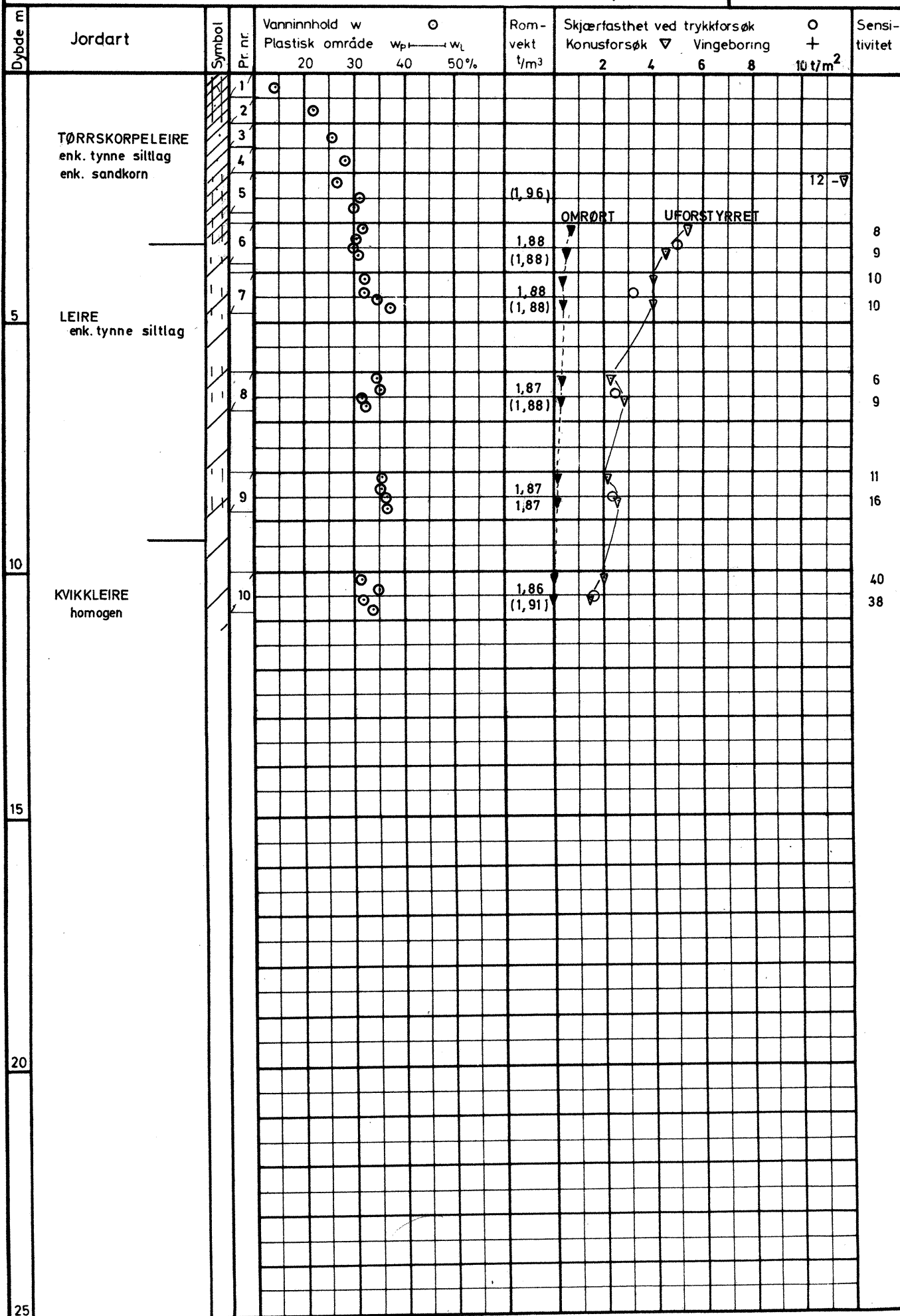
Nivå :           

Oppdrag :     558    

Sted :   HAFELLBEKKEN  

Prøveφ :   54 MM / SRUEPR.  

Dato :   23.4. 81  





**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull : 5

Bilag : 12

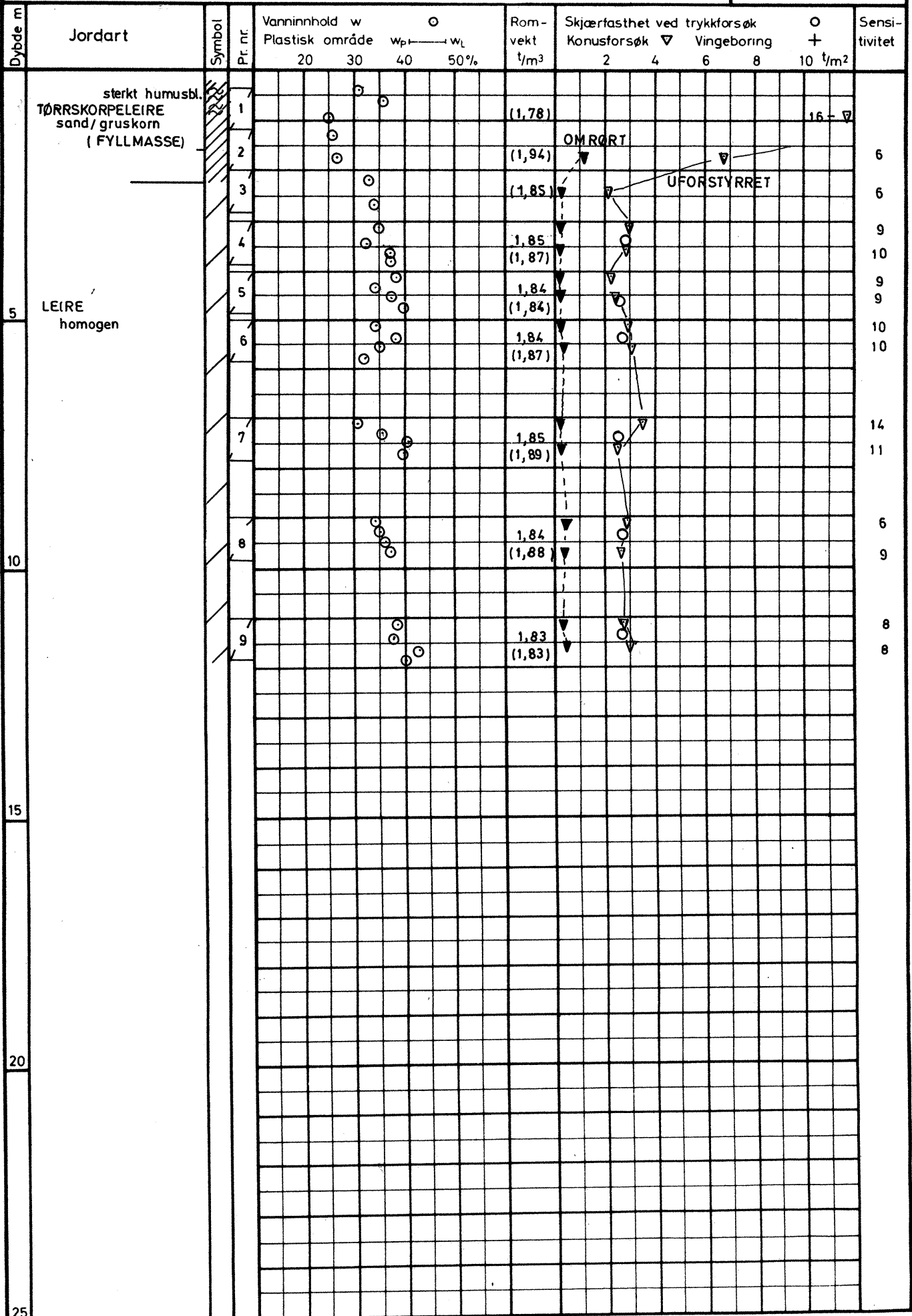
Nivå : \_\_\_\_\_

Oppdrag : 558

Sted : HAFELLBEKKEN

PrøveØ : 54 mm

Dato : 7. 5. 81



**TRONDHEIM KOMMUNE**  
**BORPROFIL**

Hull : 10

Bilag : 13

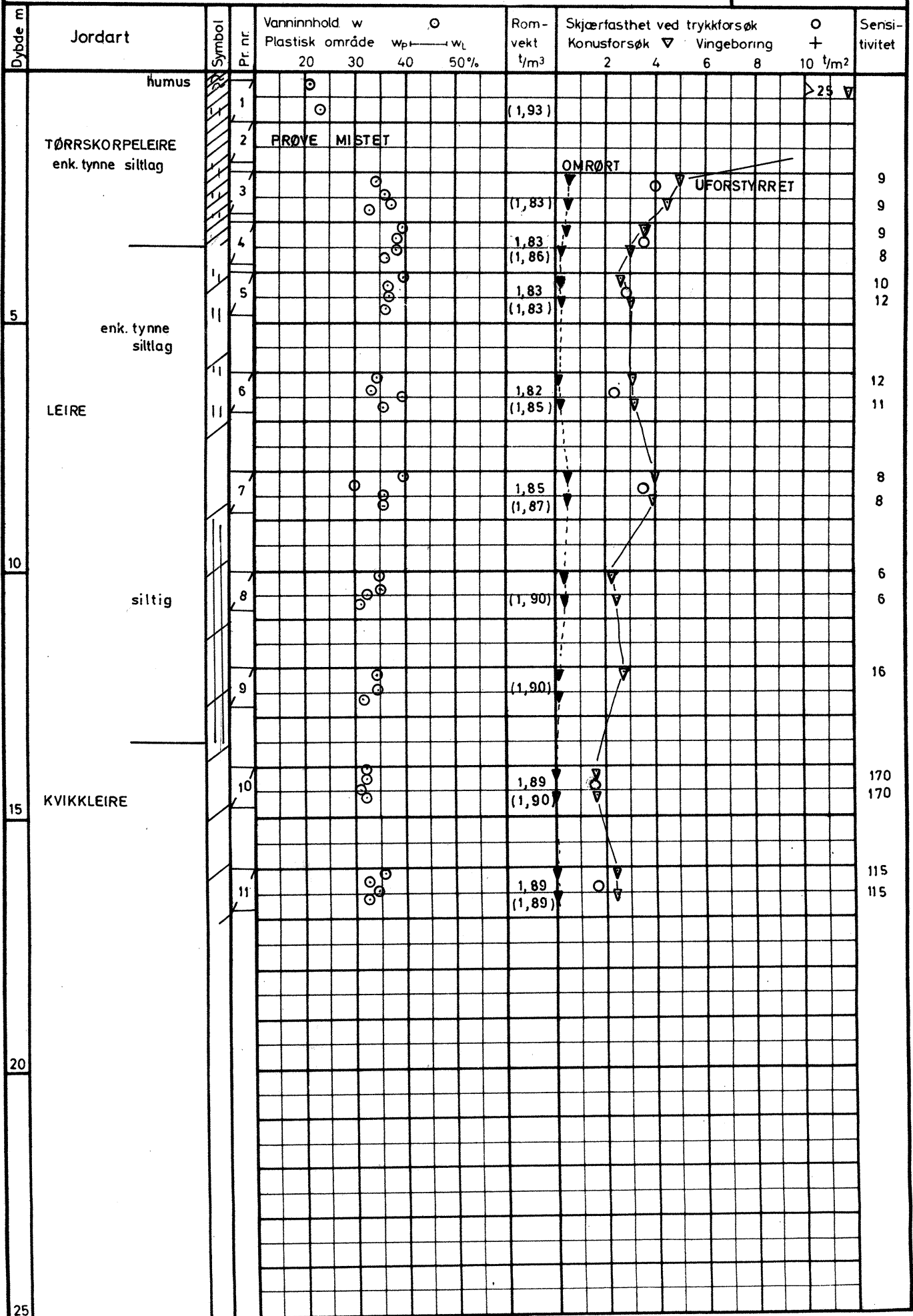
Nivå : \_\_\_\_\_

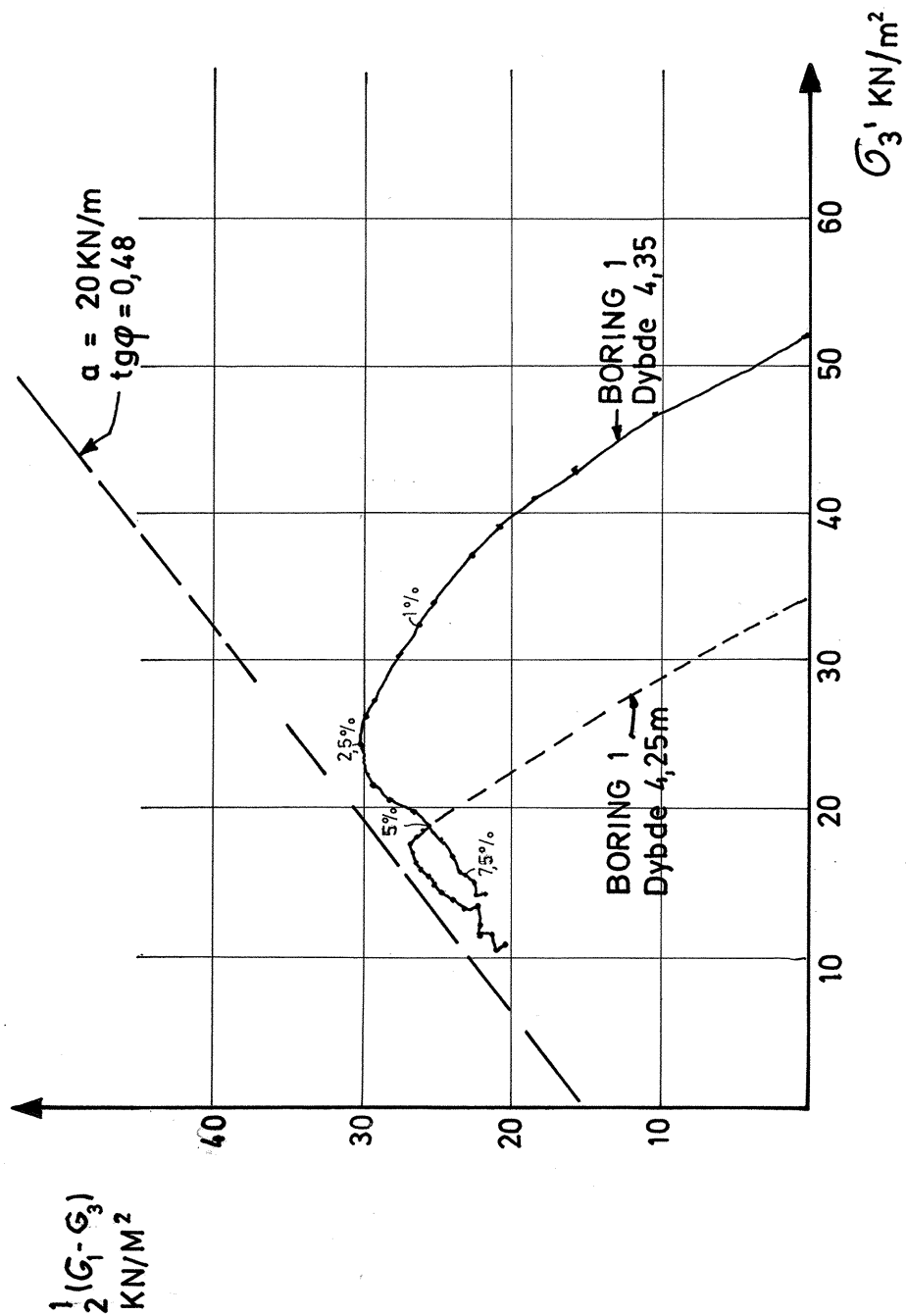
Oppdrag : 558

Sted : HAFELLBEKKEN

Prøve Ø : 54 mm

Dato : 6.5..81





TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

HAFELLBEKKEN

Treaksialforsøk  
BORING 1

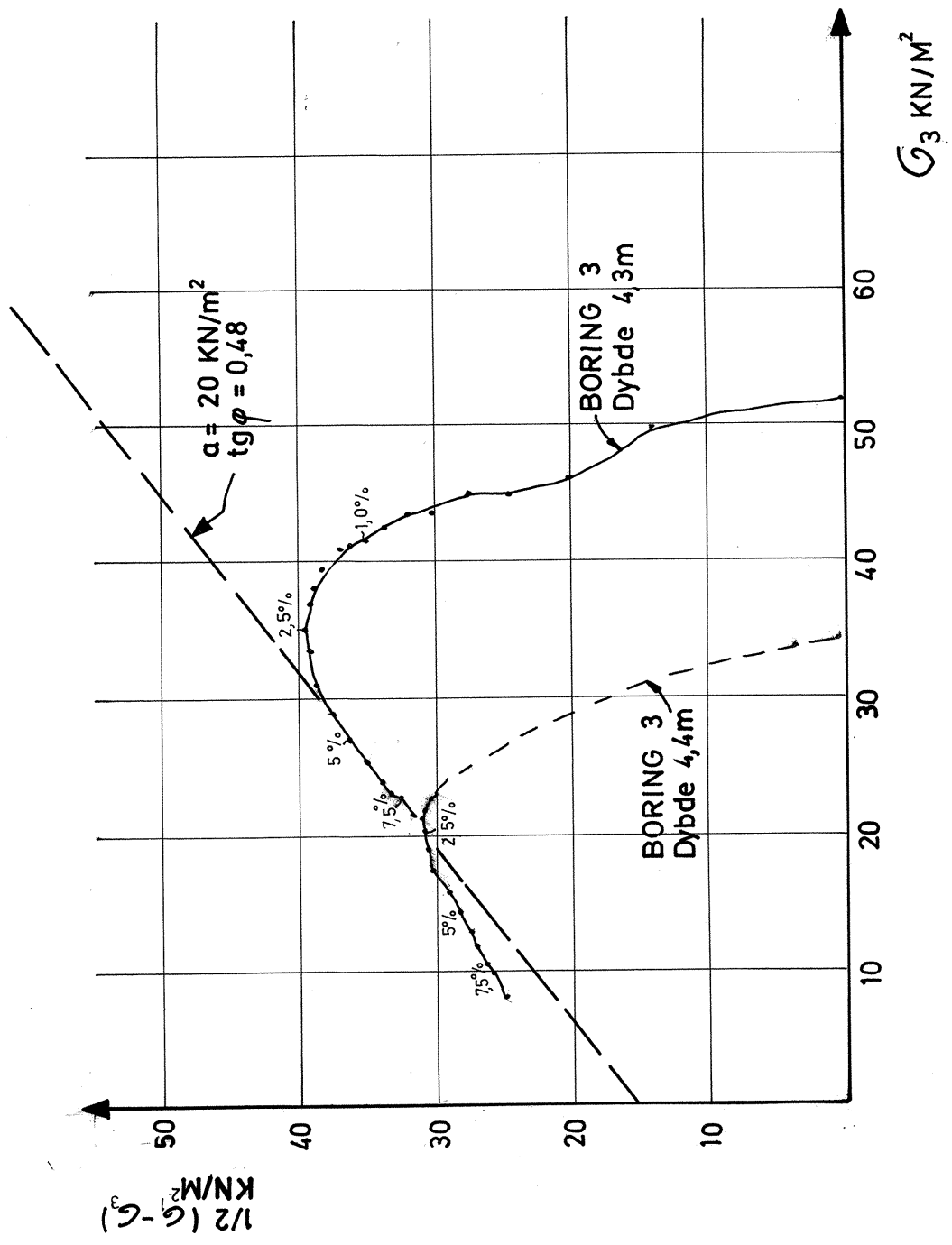
MÅLESTOKK

TEGNET AV  
K. T.

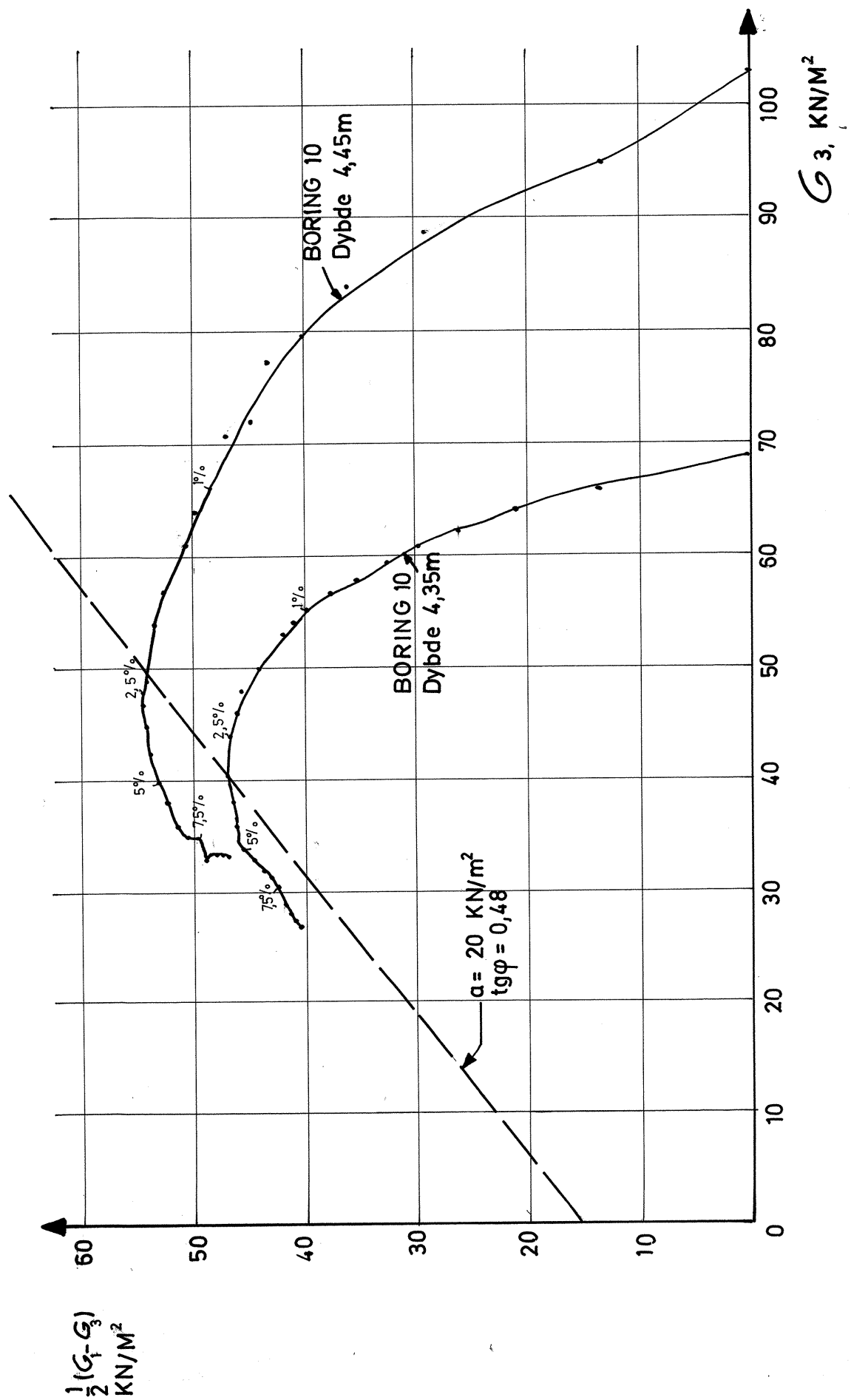
RAPP NR.  
558

DATO  
14.6..81

BILAG  
14



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	HAFELLBEKKEN	MÅLESTOKK	
	Treksialforsøk	TEGNET AV K.T.	RAPP NR. 558
	BORING 3	DATO 14.6.81	BILAG 15



TRONDHEIM KOMMUNE  
GEOTEKNISK SEKSJON

HAFELLBEKKEN

Treaksialforsøk  
BORING 10

MÅLESTOKK

TEGNET AV  
K. T.

RAPP NR.  
558

DATO  
14/6..81

BILAG  
16