

NGU Rapport nr. 86.136

GRUNNUNDERSØKELSER VED HJELP AV  
SCHLUMBERGER VERTIKAL ELEKTRISK  
SONDERING

1986



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11  
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 86.136	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortryk	
Tittel: Grunnundersøkelser ved hjelp av Schlumberger vertikal elektrisk sondering			
Forfatter: Hans P. Moxnes		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Sør-Trøndelag Nord-Trøndelag		Kommune: Trondheim Stjørdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 8	Pris:
		Kartbilag: 13	
Feltarbeid utført: 1966, 1986	Rapportdato: 170786	Prosjektnr.:	Prosjektleder: H. P. Moxnes
Sammendrag:  Vertikal elektrisk sondering er utført for å fastlegge dyp til berggrunn der overdekket består av et tykt leirlag. Undersøkelsene er utført ved Angeltrøa, Trondheim og Moksnes, Stjørdal. De viser at vertikal elektrisk sondering gir en god indikasjon på sjiktene i løsmassen og dyp til berggrunn.			
Emneord			
Grunnundersøkelser			
Vertikal elektrisk sondering, Schlumberger sondering			

## Innholdsfortegnelse

Grunnundersøkelser ved hjelp av Schlumberger  
vertikal elektrisk sondering

Ekspander.....	side	4
Energisering.....		5
Måleutstyr.....		5
VES(vertikal elektrisk sondering).....		6
Litteraturliste.....		8
Figurnummer 1- 13		
Fig. 1: Konfigurasjoner av elektroder- sonder		
Fig. 2: Skisse av ekspander		
Fig. 3: Sonderingskurve målt ved Angeltrøa		
Fig. 4: Sonderingskurve, ditto		
Fig. 5: Sonderingskurve, ditto		
Fig. 6: Indikerte sjikt ved Angeltrøa		
Fig. 7: Schlumberger- kurve tilpasset måleresultatet for Angeltrøa		
Fig. 8: Schlumberger- kurve, ditto		
Fig. 9: Schlumberger- kurve, ditto		
Fig. 10: Schlumberger- kurve tilpasset måleresultatet for Moksnes		
Fig. 11: Utsnitt av kart CM126-10, CL126-10, M 1: 10000, Trondheim med målested og utvidelsesretning for ekspander		
Fig. 12: Utsnitt av kart CP127-5-2, M 1: 5000, Stjørdal med målested og utvidelsesretning for ekspander		
Fig. 13: Logaritmeblad, modulus 62,5 mm		

GRUNNUNDERSØKELSER VED HJELP AV SCHLUMBERGER  
VERTIKAL ELEKTRISK SONDERING.

Ekspander

Figur 1 viser konfigurasjoner av elektroder- sonder brukt i elektrisk vertikal sondering. AMNB benevnes Schlumberger- oppsetting, AMN halv Schlumberger, <sup>AB</sup>MN "tvers dipol" og ABMN "langs dipol". Ved meget store avstander mellom elektroder- sonder og ved undersøkelser til vanns benyttes de to siste nevnte oppsettinger. Felles for dem alle er at det skal måles en tilnærmet infinitesimal potensialgradient som inngår i beregninger av den elektriske sonderingskurve. Tilnærmelsen gjelder så lenge  $\Delta r$  er betydelig mindre enn  $r$ , helst mindre enn en femtepart.

Virkingen fra sjiktene kommer frem ved bruk av et bi-logaritmisk koordinatsystem der avstanden  $r$  avsettes som absisse på et logaritmepapir med 62,5 mm modulus. Den beregnede, tilsynelatende ohmske motstand avsettes som ordinat. Samme punktavstand på papiret oppnåes ved at ekspander- lengden dobles fra sonderingspunkt til sonderingspunkt. Avstanden kalt  $L/2$  på figur 2 er ekspanderlengden.

Ved å benytte svake potensialgradienter kan det bli nødvendig å utvide  $\Delta r$  så mye som regelen tillater. Gradienten forsterkes ved å flytte sonde S2 nærmere elektroden. Se figur 2. Midtpunktet mellom sondene flyttes dermed innover mot elektroden, og avstanden  $r$  kortes inn. Denne utvidelse av  $\Delta r$  gir en skjøt på sonderingskurven som binder sammen deler av kurven målt med forskjellig  $\Delta r$ .

En enkel måte å utvide en monopol ekspander på , er å holde

sondene i ro og flytte elektroden. Sonderingen kan da utføres raskt med en operatør. Med en ekspander på 500 meter eller lengere vil en operatør med hjelper kunne utføre oppdraget raskt. Ekspandere i denne størrelsesorden gir mulighet for sonderinger ned til store dyp.

### Energisering

Et spenningsfelt lar seg skaffe på to måter, enten ved hjelp akumulatorer (og eventuelt en likestrømforsterker), eller ved hjelp av et lett transportabelt vekselstrømagregat på 220 volt og 800 watt med likerettere på 40v, 220v(500w) og 500v(1000). Med disse størrelser på spenningen er sonderinger til store dyp en lite komplisert feltoperasjon. Enkelt og liketil skaffes et elektrisk potensial ved jording av likerettet vekselstrøm fra elektrisitetsforsyningen. Det siste alternativ gir den fordelene at fjernelektroden for mono-pol konfigurasjonen blir satt ut av betraktning, da elektrisitetsverkets kraftoverføringslinjer fungerer som fjernelektrode.

### Måleutstyr

Måleinstrumentene består av et amperemeter og et potensiometer eller høyohmig voltmeter med en målenøyaktighet på 0,1 millivolt. Digitalvoltmetre har både positiv og negativ avlesing, (som tilsvarende ombytting av polaritet), og for disse instrumentene er det ikke bestandig nødvendig med spenningsdeler (forkompensator) på inngangen for å kunne avlese spenningen for positiv og negativ strømretning.

Det settes strenge krav til isolasjonen på kablene, både for å unngå lekasjestrøm som gir et feilaktig potensial, og for å unngå feilmåling av potensialgradienten. En betydelig rasjonalisering av målearbeidet oppnåes ved at det i kabelsnellene er innsatt slepekontakt.

Utstyret bæres eller kjøres til målestedet, alt etter som terrenget er. Ved måling av svake potensialgradienter er det en fordel med polarisasjonsfrie sonder, der man benytter kobbersulfat eller blyklorid. Stålsonder er det mest brukte, og disse er også lett å frakte med seg.

#### VES (vertikal elektrisk sondering)

VES er utført ved Angeltrøa i Trondheim, like øst for omkjøringsvegen og ved Moksnes i Stjørdal. Til målingene ved Angeltrøa ble brukt et lavt elektrisk potensial, og for å oppnå tilfredsstillende stor spenningsgradient ble 1/5 regelen benyttet. Figurene 3, 4 og 5 viser sonderingskurvene målt ved Angeltrøa. Dybdebestemmelsen ble utført ved hjelp av katalog over Schlumberger-kurver. Figur 6 viser det vertikale snitt av unnergrunnen fastslått på grunnlag av VES.

Det fremgår av figur 6 at den underliggende berggrunn har en skrå stilling. Med skråstilling av sjiktene opp til 20 grader gir Schlumberger-kurver praktisk sett et tilfredsstillende resultat, selv om kurvene er beregnet for horisontale sjikt. For en AMN ekspander utføres en korreksjon for dyppet til skråsjikt ved at plottepunktet forskyves fra målepunktet med en halv ekspander lengde. Med ekspander lengde menes i dette tilfellet avstanden mellom elektroden og et spesielt sondepunkt.

Dette sondepunkt er det andre punktet fra det punktet på sonderingskurven der berggrunnen merkes, når utvidelsen foretaes med dobling av foregående avstand til elektroden.

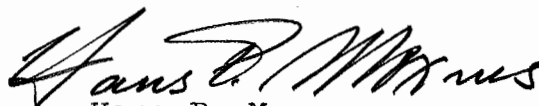
Til dybdebestemmelsen benyttes også dataprogrammer utviklet for dette bruk. Bestemmelsen utføres ved at beregnede verdier for tilsynelatende ohmsk motstand og elektrode- sonde avstanden tastes inn. Det velges en modell i form av antall sjikt, sjiktene motstand og tykkelse. På en skjerm ser man hvor godt modellens kurve passer til den målte kurve, og ved valg av parametrene i modellen oppnåes en akseptabel tilpassing. Figurene 7, 8 og 9 viser tilpassinger av Schlumberger- kurver til de målte kurvene 3, 4 og 5, utført vha. datamaskin.

Figur 10 viser måleresultater for VES utført ved Moksnes med tilpasset Schlumberger- kurve. Til denne måling ble benyttet et høyt elektrisk potensial, slik at man godt tilnærmet kunne måle den infinitesimale potensialgradient.

De øverste lagene er kjent og består av matjord, mo og grus. Matjord, mo og grus danner et lag på 5 meter tykkelse. VES viser at det under dette lag ligger et leirsjikt på 23 meter. Indikert dyp til berggrunn blir følgelig 28 meter.

Med hensyn til litteratur av mulig interesse henvises til literaturlisten.

Trondheim, 17. juli 1986



Hans P. Moxnes

geofysiker

Litteratur

Master Curves for Electrical Sounding  
CGG, EAEG 1963

L. M. Alpin: Dipole Methodes for Measuring Earth Conductivity  
Consultants Bureau. New York 1966

Ola Kihle: EDB-dokumentasjon 78-02  
VESABS- Et program for interaktiv tolking av vertikale, elektriske  
sonderinger. NGU 1978

Hans P. Moxnes: Forelesinger til Teknisk geofysikk grunnkurs.  
Kompendium, NTH 1973  
Fornyet utgave, NGU 1986



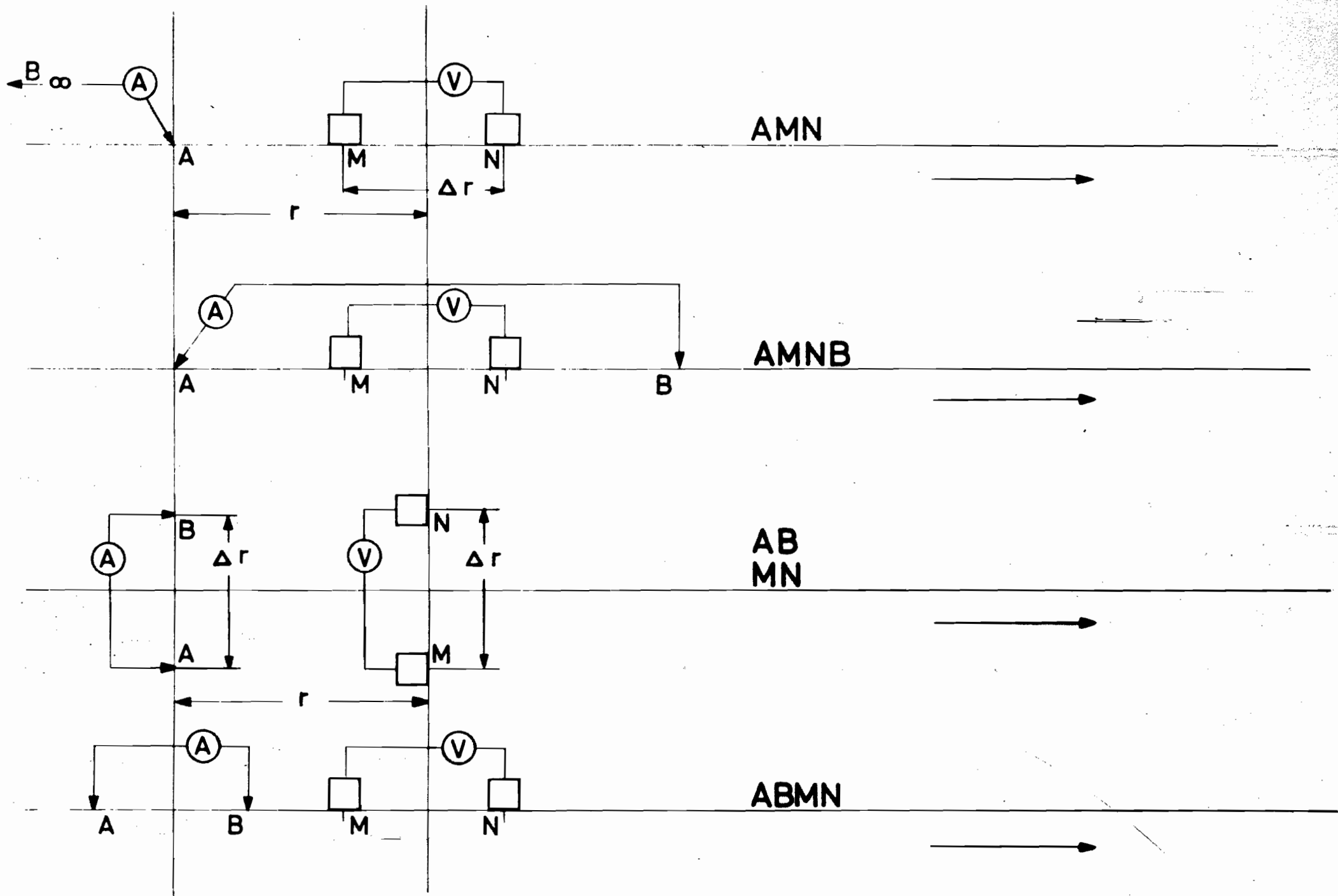


Fig.1

ekspander

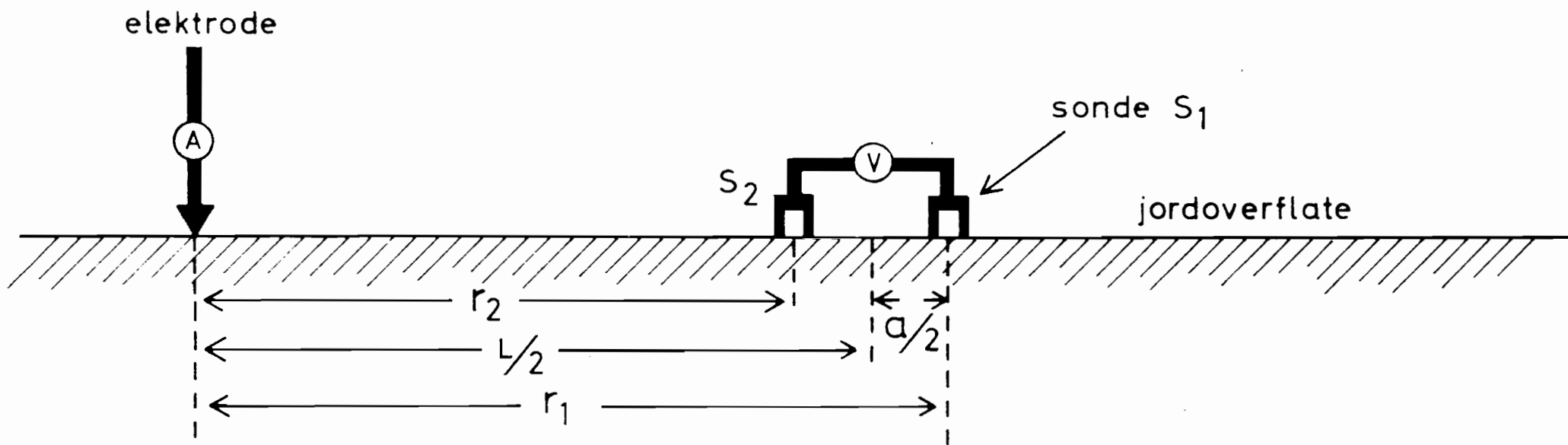


FIG. 2

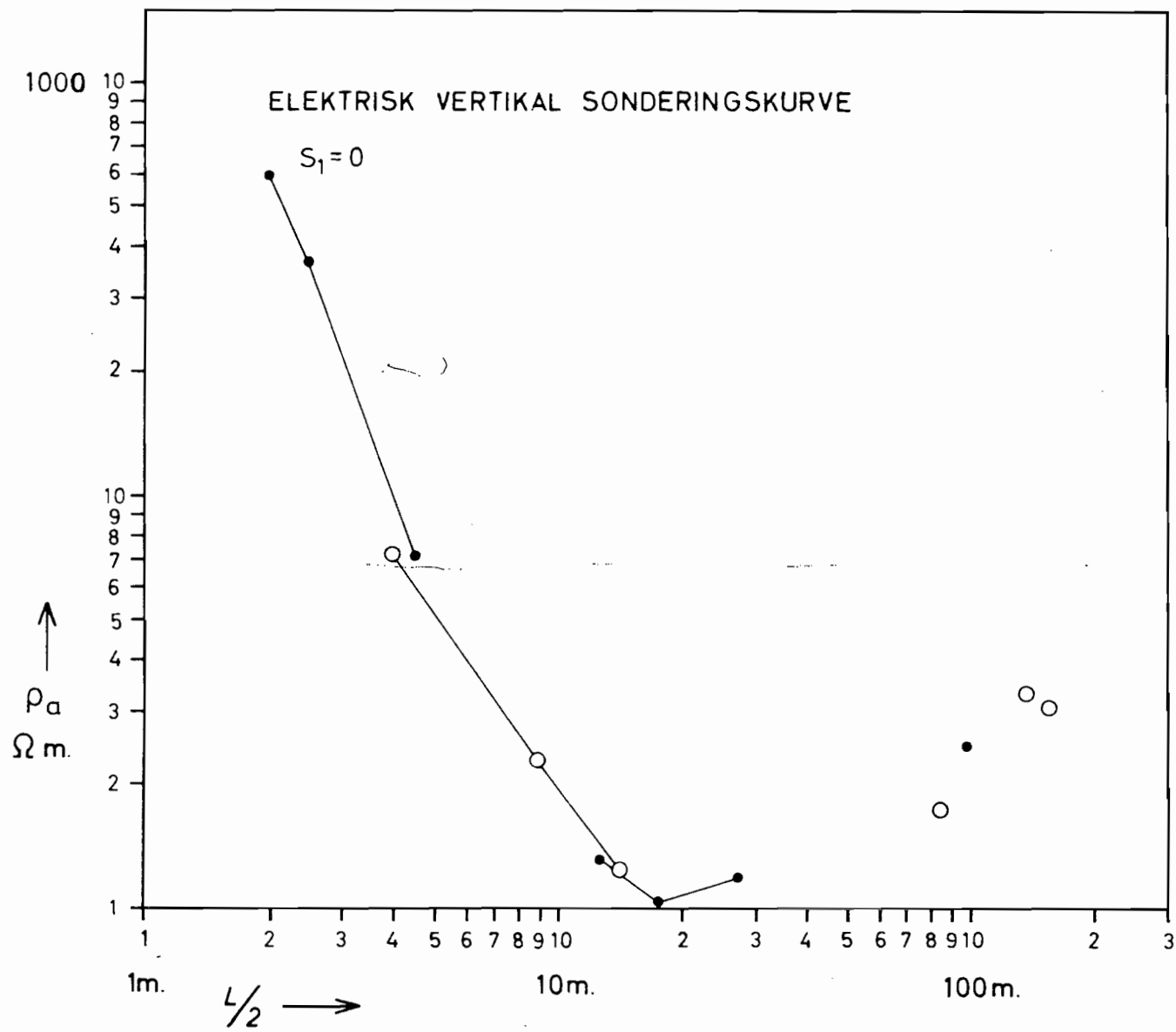


FIG. 3

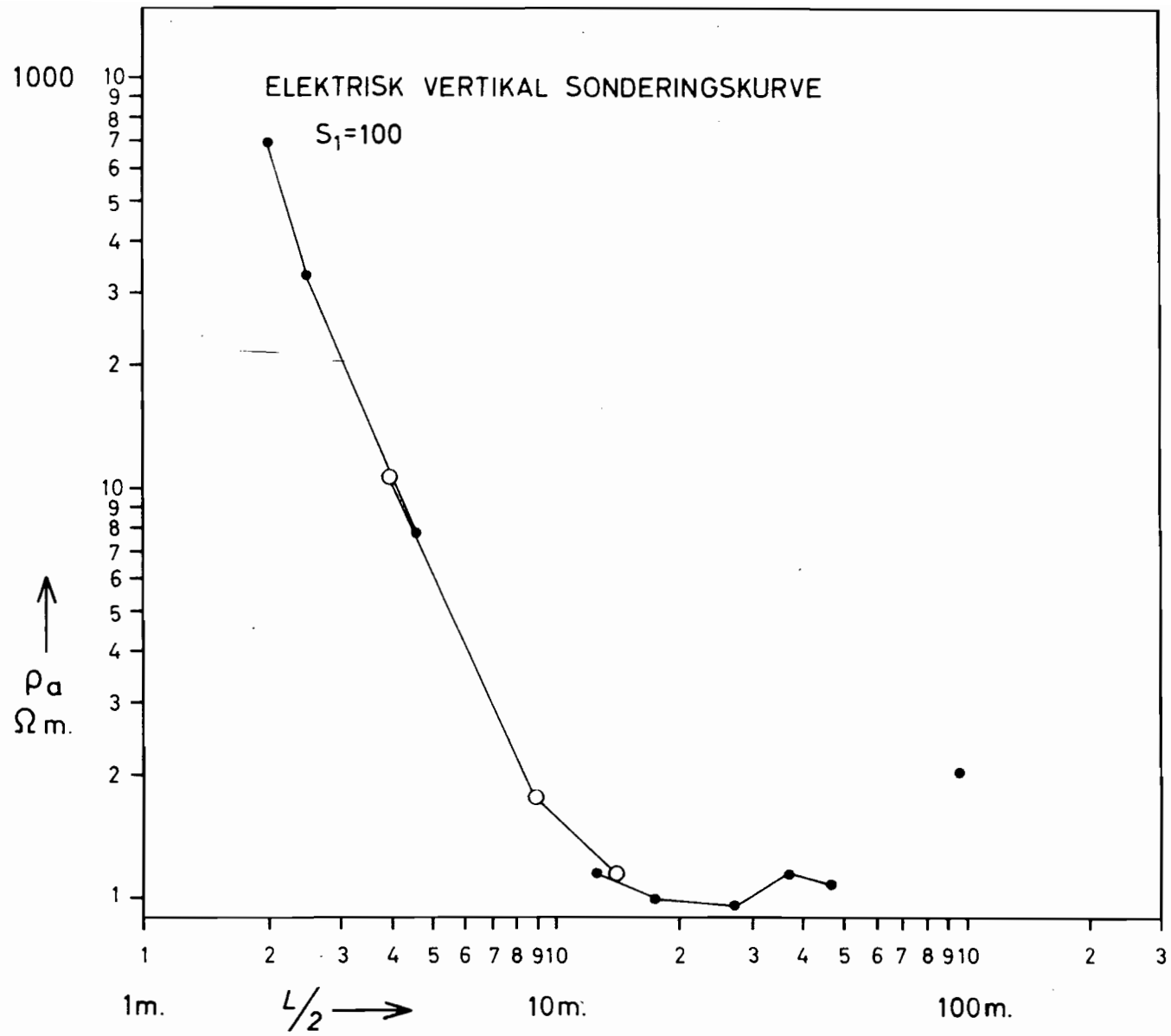


FIG. 4

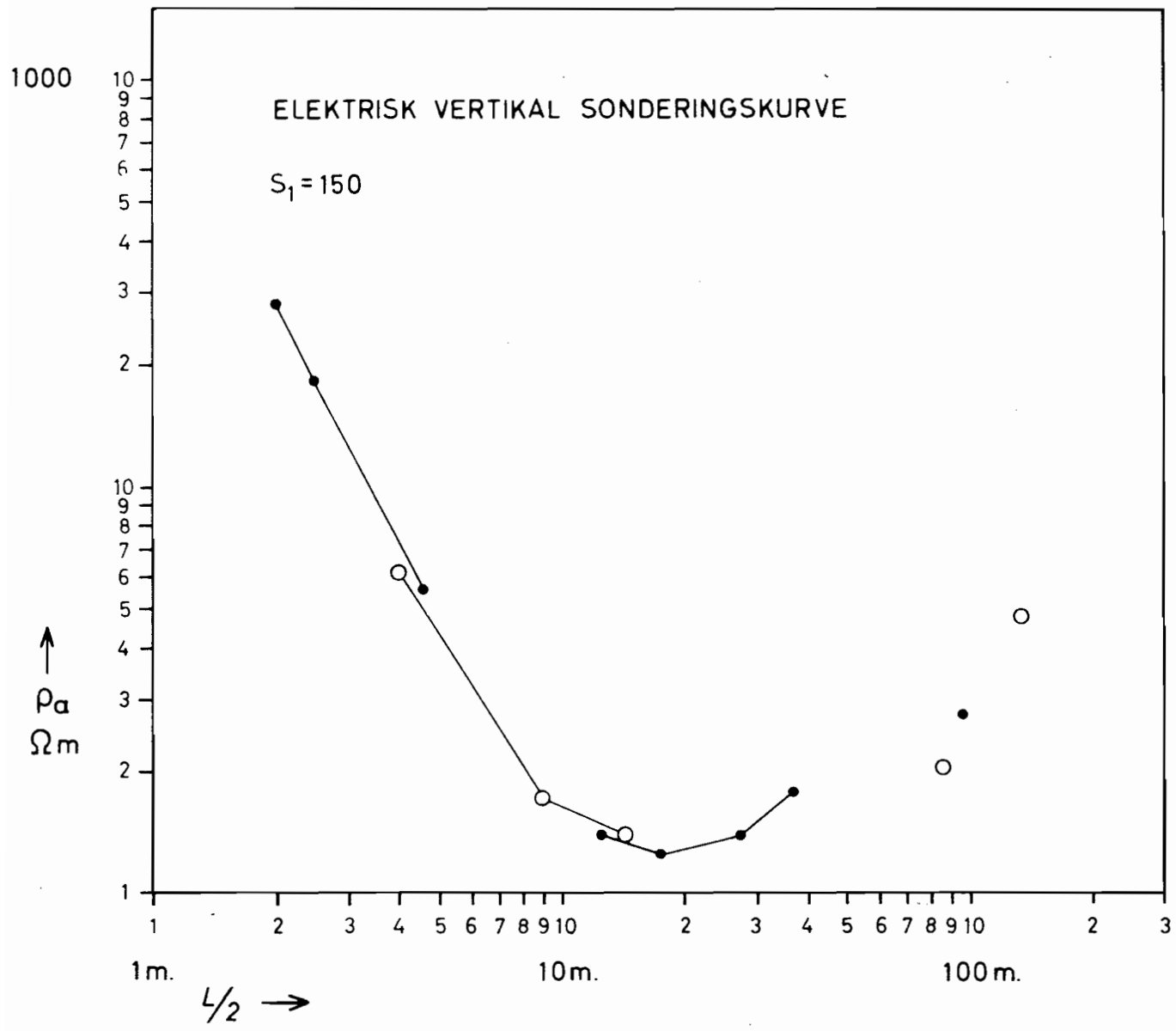


FIG. 5

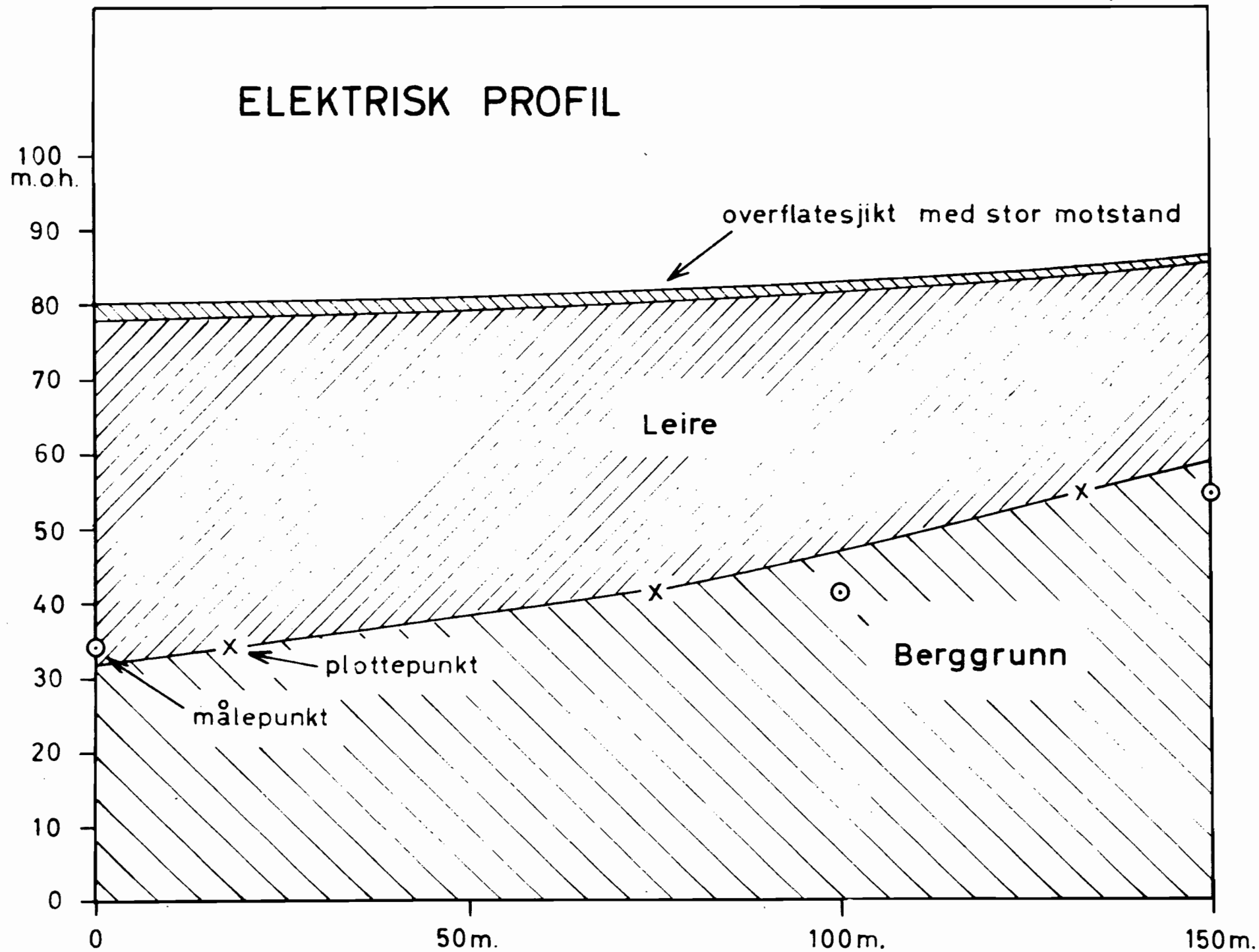


FIG. 6

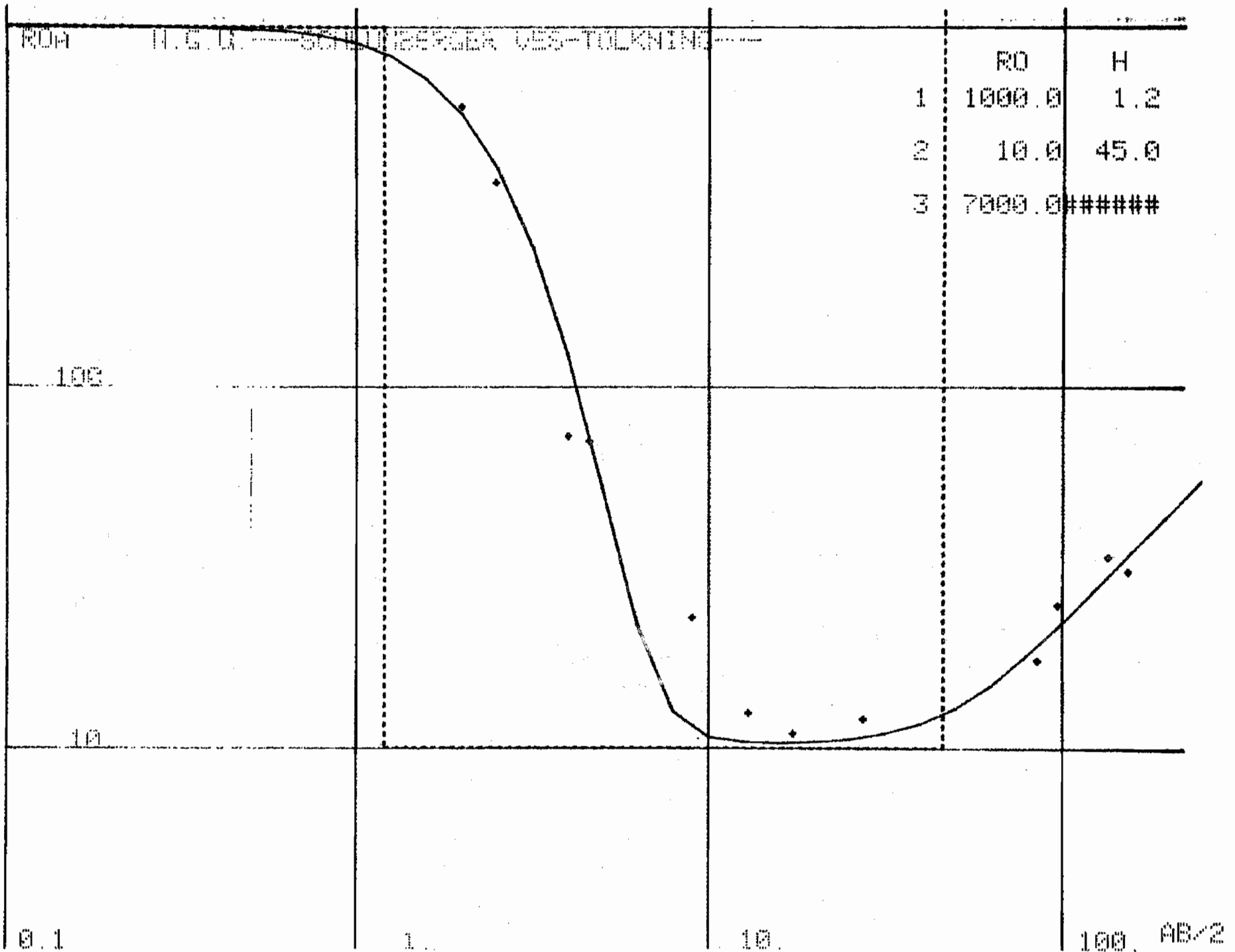


FIG. 7

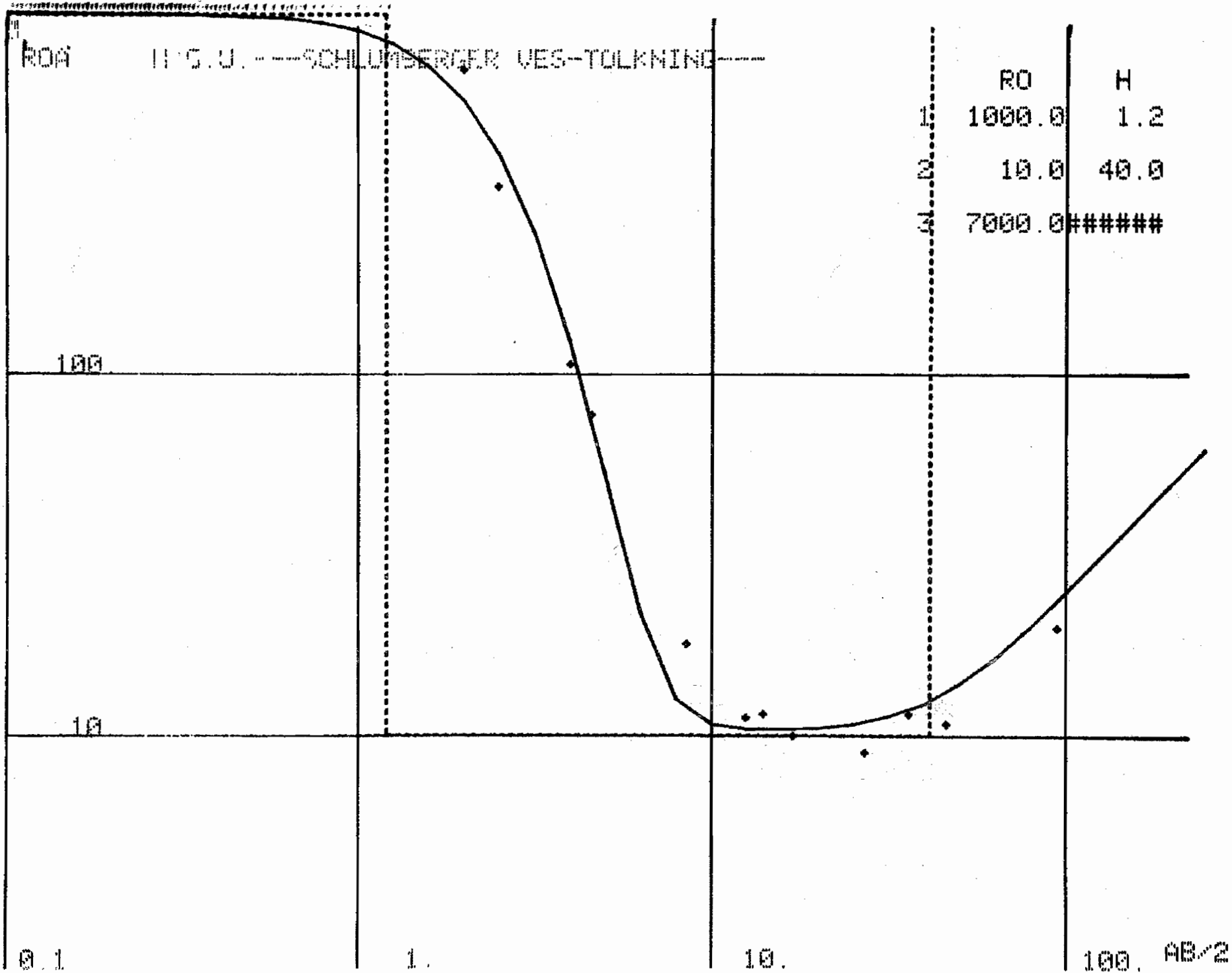


FIG. 8



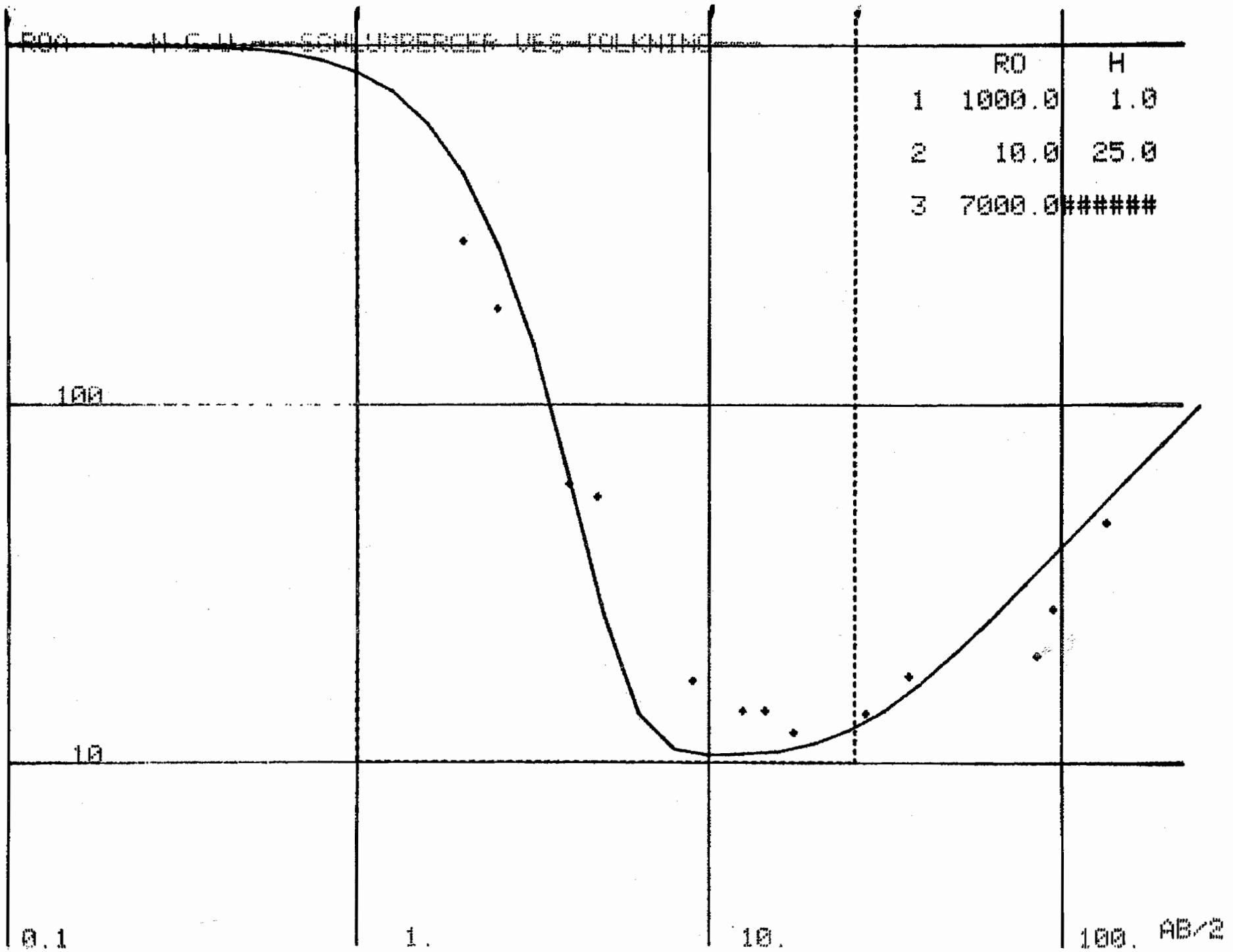


FIG. 9

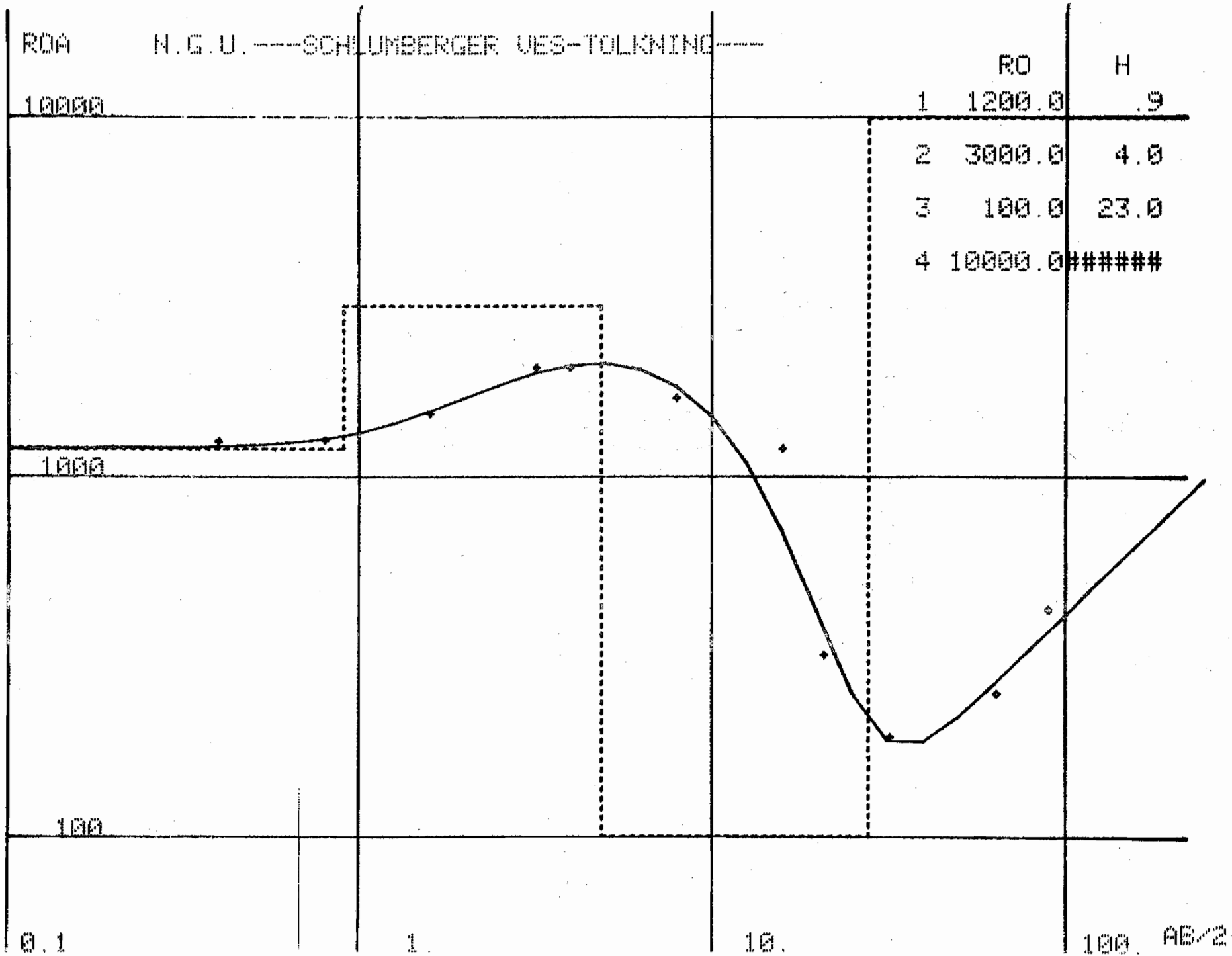


FIG. 10

VEDLEGG: UTSNITT AV KART CM126-10, CL126-10, M 1: 10000, TRONDHEIM  
OG CP127-5-2, M 1: 5000, STJØRDAL MED MÅLESTED OG  
UTVIDELSESPRETTNING FOR EKSPANDER

LOGARITMEPAPIR, MODULUS 62,5 mm



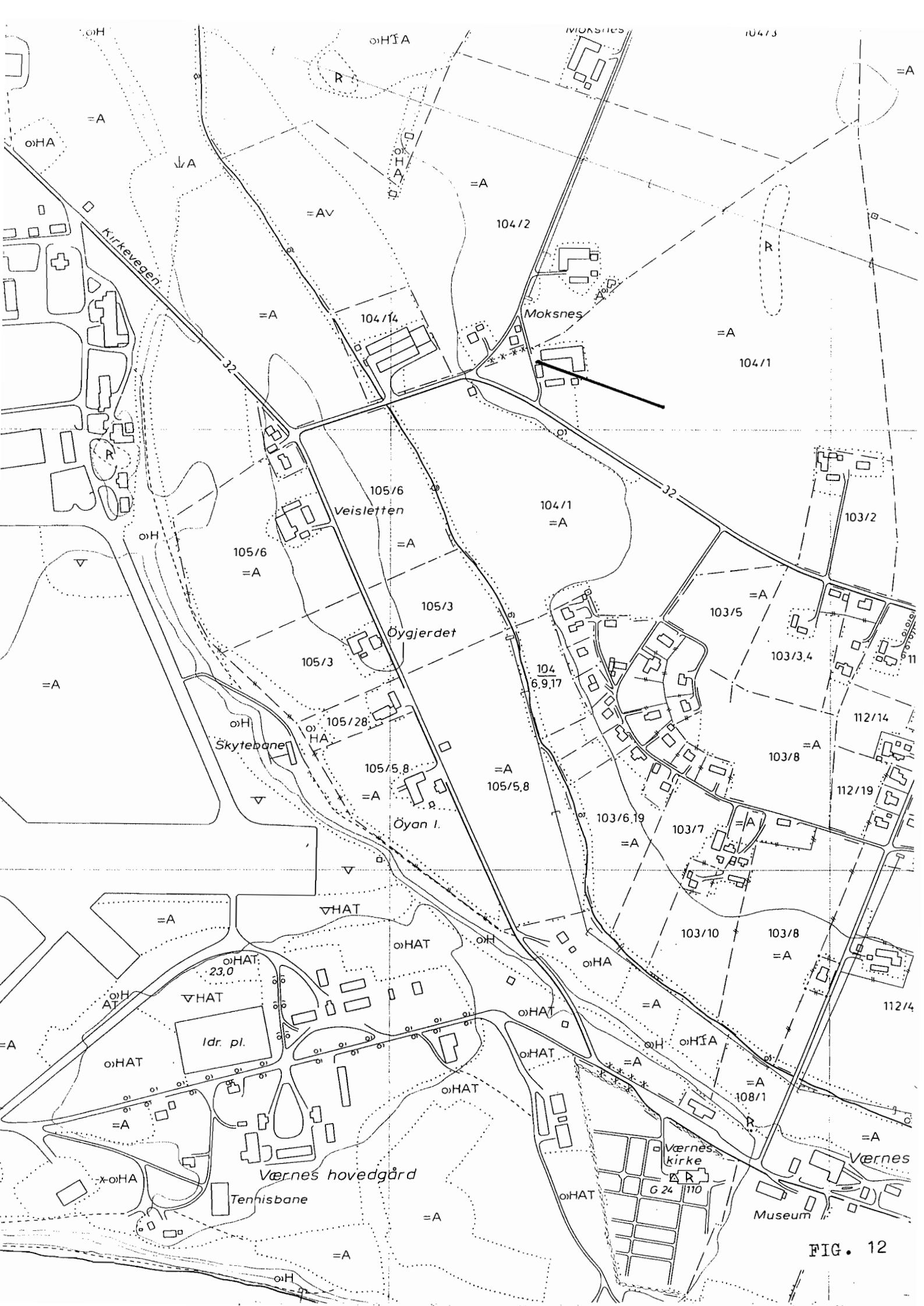


FIG. 12

