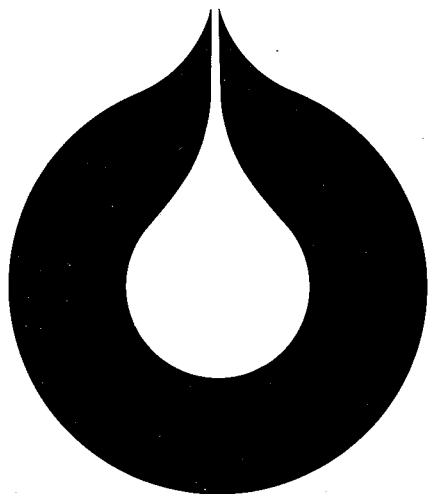


L-222

725.5



**statoil**

KAPILLÆR-TRYKKS-STUDIE  
RANNOCH 34/10-4

PETROFYSIKK GRUPPA  
Juni 1981  
Eng.: T. Helgøy

**Den norske stats oljeselskap a.s**

-9 JUL 1981

RESUME  
OF THE RESULTS

KAPILLÆR-TRYKKS-STUDIE

RANNOCH 34/10-4

PETROFYSIKK GRUPPA

Juni 1981

Eng.: T. Helgøy

## Introduksjon.

Formålet med denne rapporten er å samle kapillærtrykks-datene for Rannoch på 34/10-4 slik at man har fått sjekket om det er homogenitet i datamengden eller ikke. Dessuten har hensikten også vært å se på forskjellen mellom metningsverdiene generert fra kapillærtrykk og de som er kalkulert fra logger.

## Historikk.

Kapillær-trykk måles ved å fortrenge en fuktende væske med en ikke fuktende væske/gass til det ikke er mulig å drive ut mer av den fuktende fasen uansett trykk. Man har da en stabil tilstand i pluggen som kalles "ikke bevegelig" metning. Dette skulle tilsvare den tilstand som migrasjonen av petroleum har ført til i reservoaret. Det eneste problemet er at den pluggen som målingene kjøres på ikke lenger er i reservoaret. Man har derfor lansert en teori som ikke kan bevises på det nåværende tidspunkt.

## Postulat.

Ved reduksjon av trykket fra reservoarforhold til overflaten, vil pluggen ekspandere slik at alle de leire-aggregatene som er i pluggen vil åpne seg i  $\text{-XA}$  og derved være i stand til å suge til seg mye mer vann. Vannet vil bli sugd opp i disse mikro-porene og bli sittende der som bundet vann.

Dette vannet vil være en del av den totale vannmengde som pluggen blir mett med og den totale mengde blir da referert til 100%. Dette vil være referansen når man rekner ut det vannet som er tilbake ved "ikke-bevegelig" tilstand. I de fleste målinger som er foretatt med luftsaltvanns-systemer, viser kapillær-trykkene mye for høye metninger sammenliknet med de kalkulate verdiene fra loggene. Det er i denne rapport vist en måte å kompensere for dette.

## Data-grunnlag.

Det er tatt 12 plugger fra 34/10-4 (Rannoch) som Geco har kjørt kapillær-trykks-analyser på. I tillegg til dette har Core-lab

kjørt fire plugger som også er i Rannoch. For å få dataene fra lab-forhold over til reservoar-forhold er det brukt følgende data:

luft - vann  $\sigma \cos \theta = 72$

vann - olje  $\sigma \cos \theta = 26$

olje fra PVT data = 0.34 psi/ft

vann = 0.45 psi/ft

For å sjekke at de genererte kapillærtrykks-kurvene fra Corelab og Geco har samme respons-karakteristikk, er alle kurvene lagt inn på ett plot (Fig. 1). Grunnlagsdatene er vist i tabell 1 og 2.

### Resultater.

Det ble først kjørt en del J-funksjoner for å se på hvilke plugger som faller innenfor det homogene området. Med dette menes de pluggene som kan sammenfattes med en J-funksjon. Fra figur 2 ser man at det er bare fire plugger som faller utenfor det homogene området eller sagt på en annen måte; har en annen bergarts-type. Det er pluggene 134, 159, 156 og 158 (fig. 3). Alle disse har permeabiliteter fra 350 m til 18 md, og er bare representative for den dårligste delen av Rannoch. Alle de andre pluggene faller innenfor samme bergarts-type og kan karakteriseres ved J-funksjonen til plugg nr. 100 på fig. 3.

Tar man å plotter Sw-dataene generert for hver plugg fra tabell 1 og 2 mot væskepermeabiliteten til hver plug, får man det resultat som er vist i fig. 4. Det viser seg på dette plottet at det er mulig å trekke rette linjer mellom punkter med samme kapillærtrykk. De trykkene som er vist på figuren er trykkene som er generert ved omforming fra lab-forhold til reservoar-forhold. Det viser seg at dataene passer veldig bra inn langs de opptrukne linjene, det er bare 2 målinger fra Corelab som ikke stemmer helt med systemet. Den opptrukne linje på 18.05 psi representerer "ikke-bevegelig" vann og skulle i teorien være hva som foregår i reservoaret. Dersom man plotter væske-permeabilitet mot Sw kalkulert fra logger skulle man få 18.05 psi linjen som på fig. 4. Det viser seg at dette ikke

stemmer ut fra fig. 5. Dersom den linjen som er generert med regresjons-analyse på fig. 5 legges inn på fig. 4 får man en konstant forskyvning på 12.5% i Sw. Dette skyldes de ekspansjoner som skjer i leire-aggregatene når trykket reduseres fra reservoar-forhold til overflateforhold.

Det er en usikkerhet i den kalkulerte vannmetningen men der har man bedre kontroll ved at flere forskjellige vannmetnings likninger gir omtrent det samme svar.

Derfor har man sagt at for å få reelle reservoar-forhold på kapillærtrykkskurvene må disse forskyves mot bedre vannmetninger. Det man gjør da er å forskyve linjene på fig. 4 12.5% mot venstre og setter opp kapillærtrykkskurvene ut fra disse metningsverdiene. Det resultatet som fremkommer er vist på fig. 6 og dette stemmer meget godt med de metningsverdier som loggene gir.

Et resultat av denne prosedyren er at det nå skulle være mulig å kalkulere permeabilitet direkte fra Sw som da ville gi en mye riktigere fordeling i forhold til plugg-dataene.

### Konklusjon.

Man har her funnet en metode som kan transformere labdata over til reele reservoar-forhold som kan verifiseres ved hjelp av logg-data. De etablerte relasjoner kan også brukes til å estimere permeabilitet.

PLOTTING SPORDATA  
PC

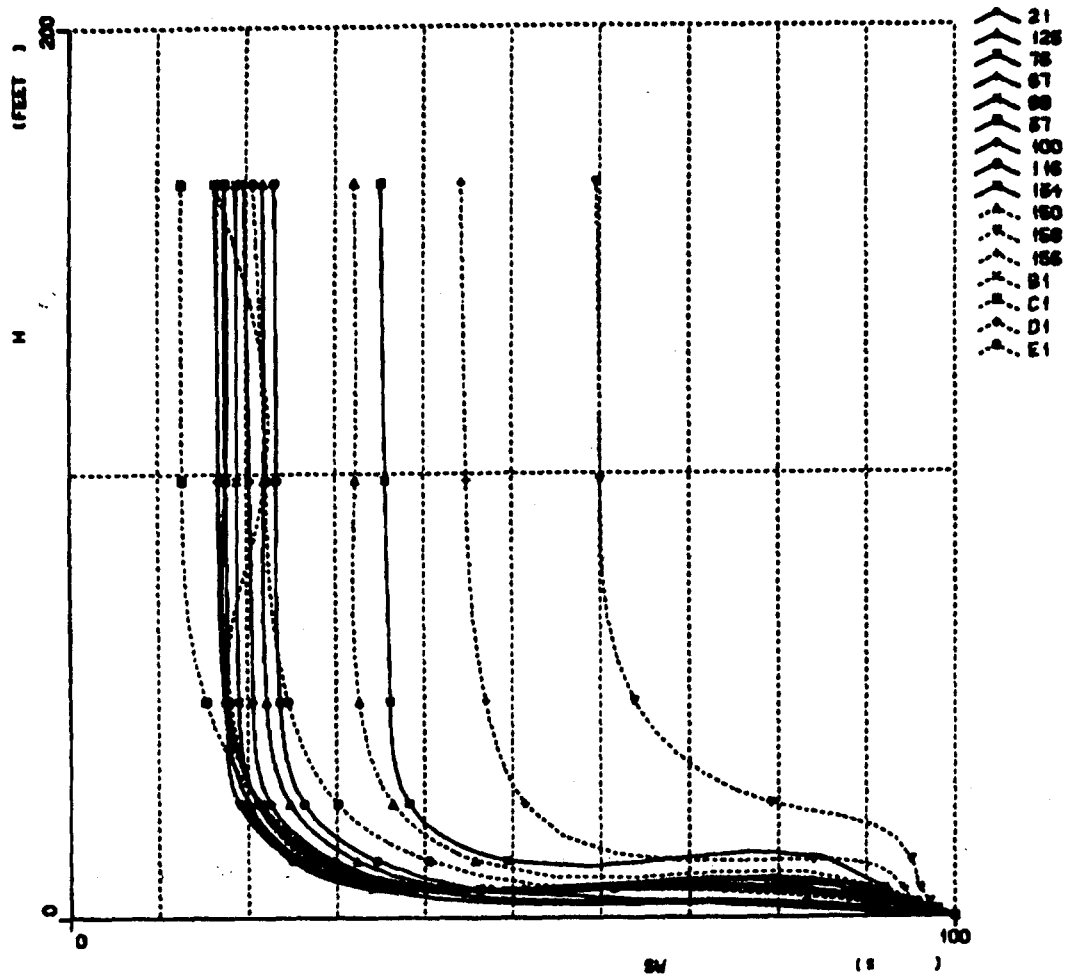


Fig. 1

PLOTTING SPORDATA  
PC

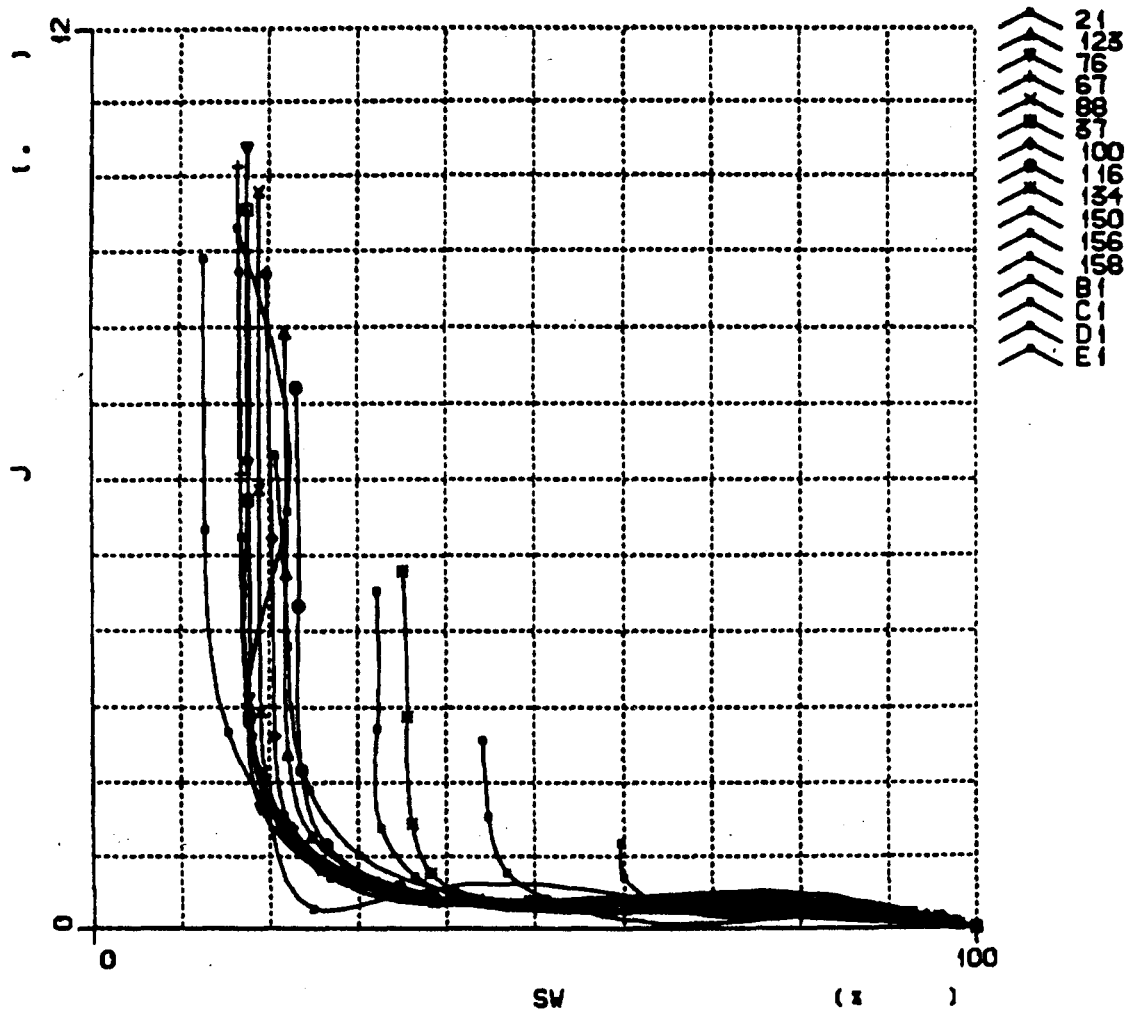


Fig. 2

PLOTTING SPORDATA  
PC

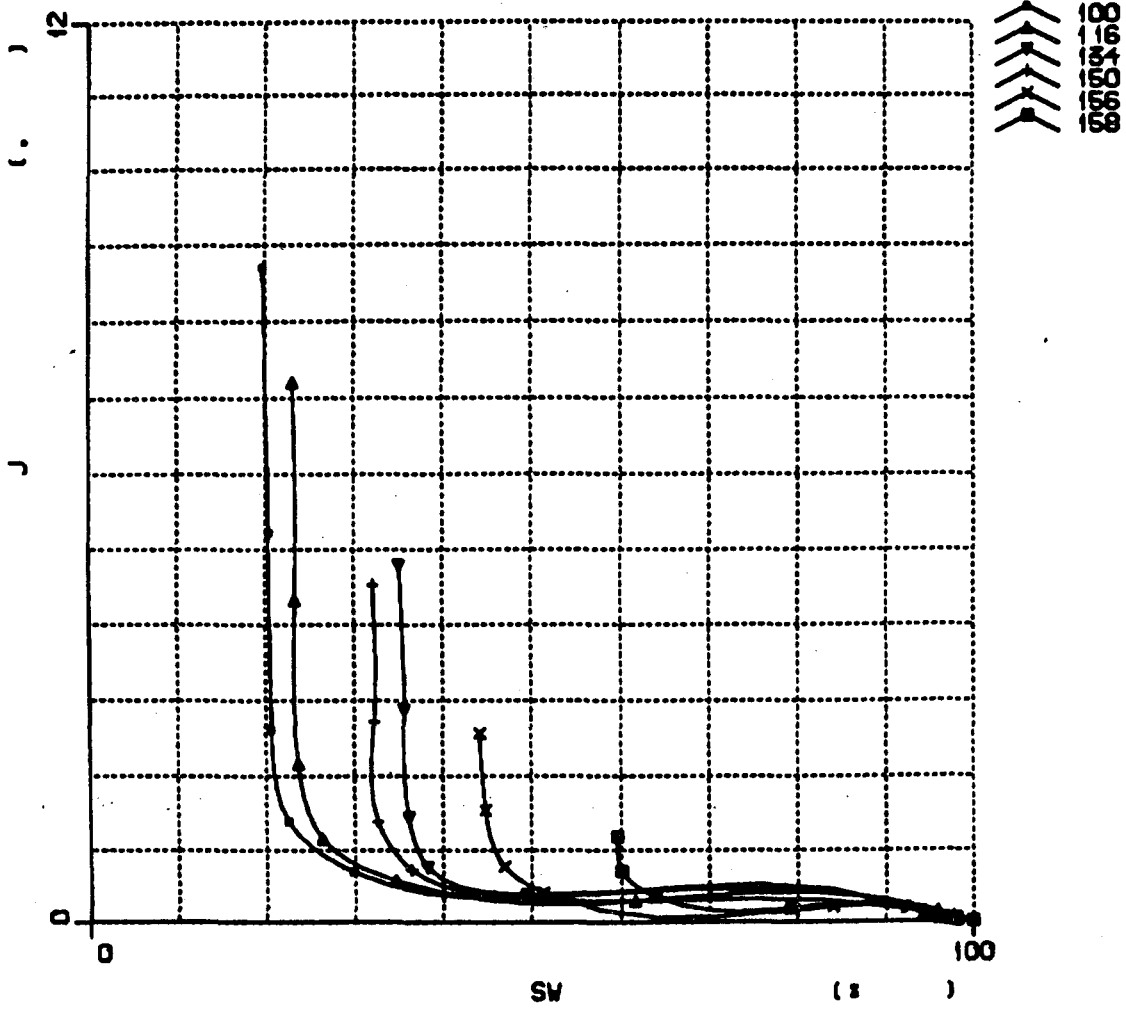
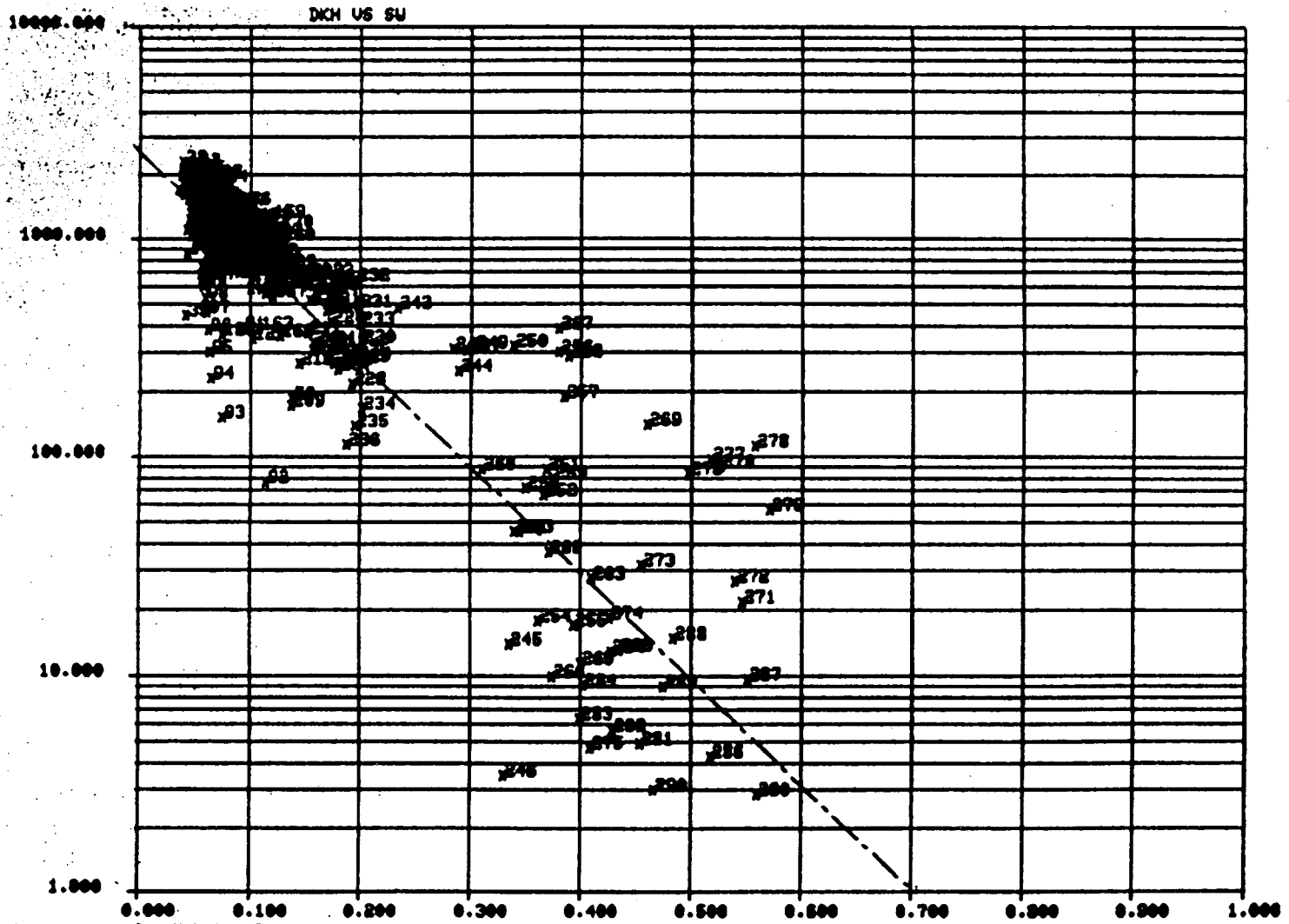


Fig. 3





$\text{Log}(Y) = AX + B$   
 A = -4.84008134    B = 3.41325088    C = 0.79175567  
 DO YOU WANT TO DELETE ANY POINTS?  
 NO

WELL S34-10-4    DEPTH: 1880.00    1900.00    TOTAL: 290    X.AU: 0.1357    Y.AU: 981.2864

PLOTTED BY: MELBY

FIG. 5

# CAPILLARY PRESSURE BY RESTORED STATE METHOD



COMPANY: STATOIL

WELL: 34/10-4

DEPTH m	NO	PERMEABILITY Kair Klinkenberg (md)	POROSITY Ø	BRINE SATURATION VERSUS PRESSURE BAR (gauge)									
				0	0.0345	0.0690	0.138	0.276	0.551	1.034	2.069	3.103	
21	2154		39.7	100	90.9	74.9	33.9	24.9	19.6	Sample broke down			
76	1821		38.9	100	95.6	92.5	38.4	25.5	19.0	17.7	17.6	17.5	
67	1693		37.9	100	Replaced sample no.71 which broke		40.9	26.1	20.1	17.4	16.8	16.4	
88	1616		38.7	100	Replaced sampl.n72		92.4	43.5	27.7	21.4	19.1	18.9	18.8
37	1546		38.9	100	91.9	83.2	38.6	28.6	21.4	17.7	17.6	17.5	
100	1277		38.7	100	96.8	94.2	51.3	29.8	22.5	20.6	20.3	19.7	
123	1029		37.6	100	97.3	95.2	55.2	32.3	24.7	22.1	21.9	21.8	
116	860		38.0	100	97.7	95.8	61.5	34.6	26.3	23.6	23.3	23.1	
134	352		35.3	100	98.0	94.3	92.1	49.4	38.2	36.1	35.6	35.1	
150	316		35.5	100	97.5	95.6	91.8	45.7	36.4	32.6	32.2	32.1	
156	88		30.9	100	97.7	95.3	94.2	84.0	51.3	46.9	44.8	44.2	
158	18		29.7	100	98.1	97.2	96.1	95.1	79.2	63.8	60.0	59.6	

- 10 -

tabell 1

**PRELIMINARY DATA**

SUBJECT TO VERIFICATION

Page \_\_\_\_\_ of \_\_\_\_\_

File: UKSCAL 7964AIR-BRINE CAPILLARY PRESSURE DATA

Pressure, PSI:            1            2            4            8            15            30            200

<u>Sample Number</u>	<u>Permeability Millidarcys</u>	<u>Porosity Per Cent</u>	<u>Brine Saturation, Per Cent Pore Space</u>						
B1	1496	37.9	89.8	46.2	27.5	21.3	17.5	16.9	16.4
C1	1286	37.2	92.0	46.3	29.4	21.4	15.3	12.7	12.6
D1	1275	38.4	91.2	47.5	26.8	21.1	18.1	16.8	16.7
E1	639	36.6	93.9	73.9	40.5	30.1	24.5	22.1	20.7

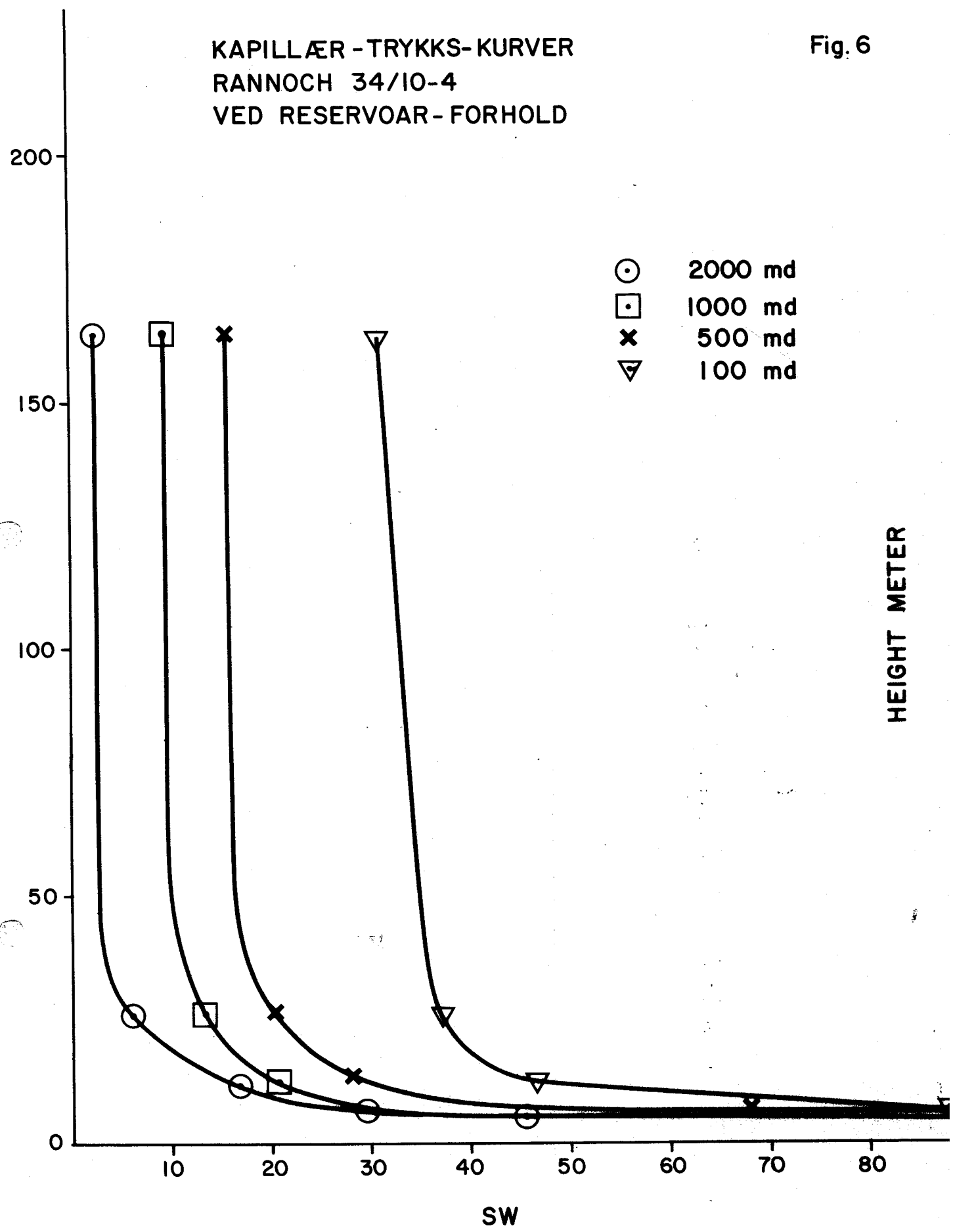
KAPILLÆR - TRYKKS-KURVER  
RANNOCH 34/10-4  
VED RESERVOAR-FORHOLD

Fig. 6

HEIGHT FEET

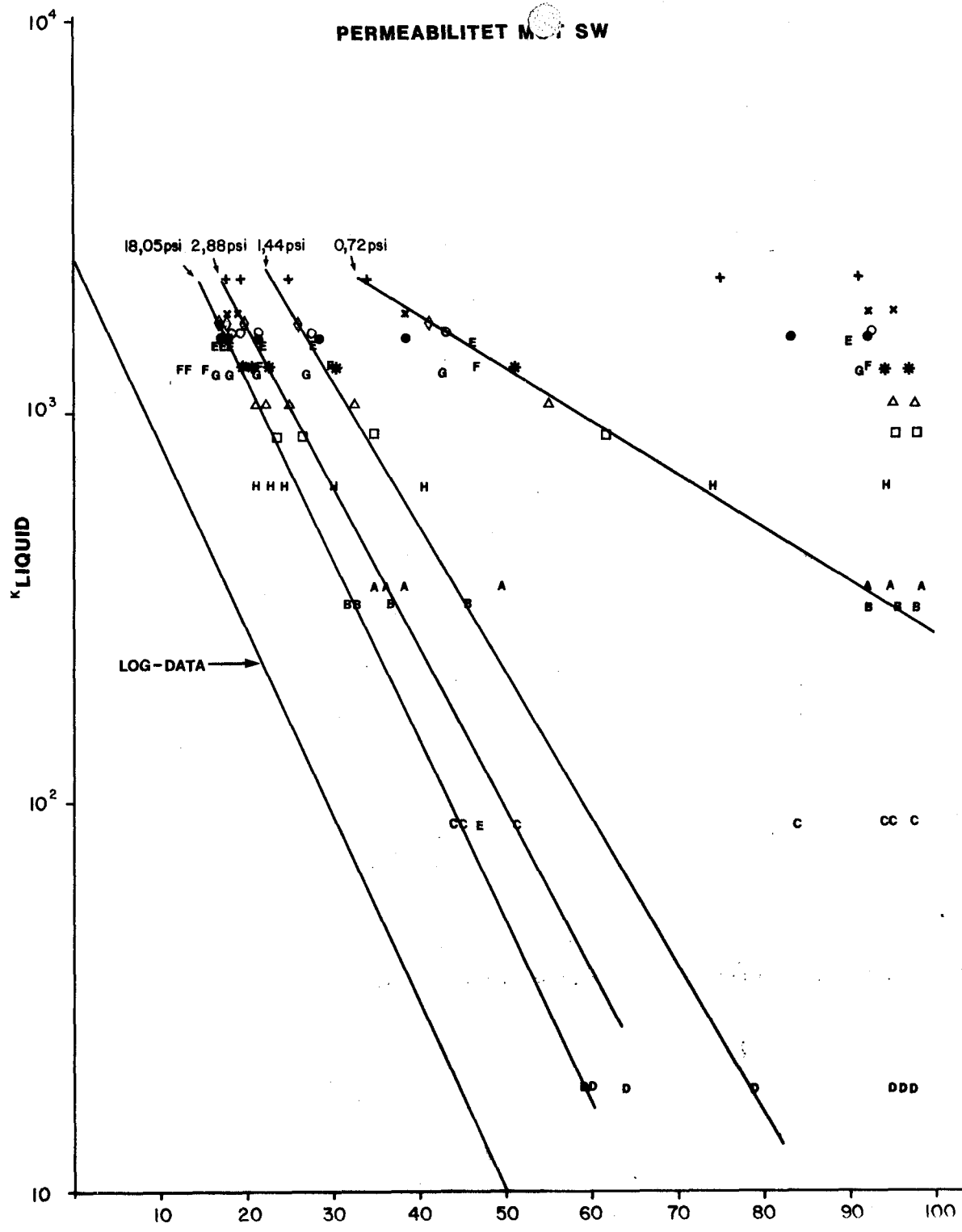
HEIGHT METER

- 2000 md
- 1000 md
- × 500 md
- ▽ 100 md



PERMEABILITET M. SW

FIG. 4



K LIQUID	SYMBOL	LAB
2154	+	GECO
1821	x	— " —
1693	◇	— " —
1616	○	— " —
1546	●	— " —
1277	*	— " —
1029	△	— " —
860	□	— " —
352	A	— " —
316	B	— " —
88	C	— " —
18	D	— " —
1496	E	CORE-LAB
1286	F	— " —
1275	G	— " —
639	H	— " —