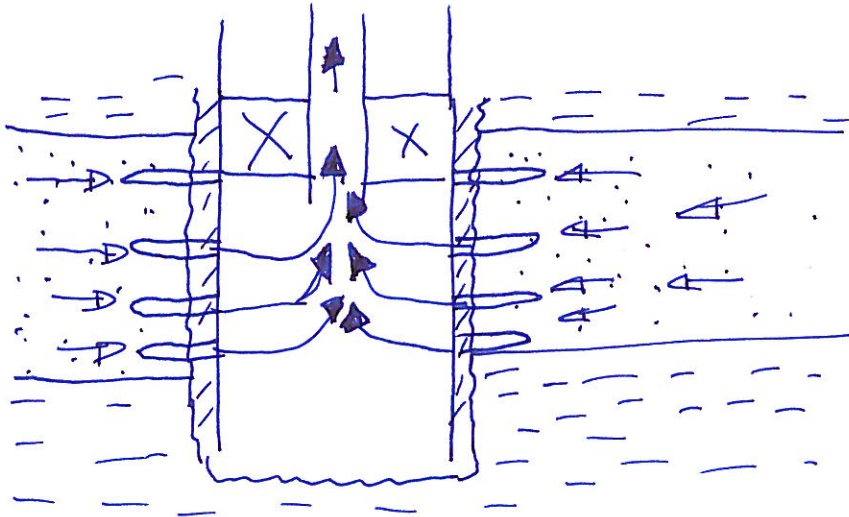


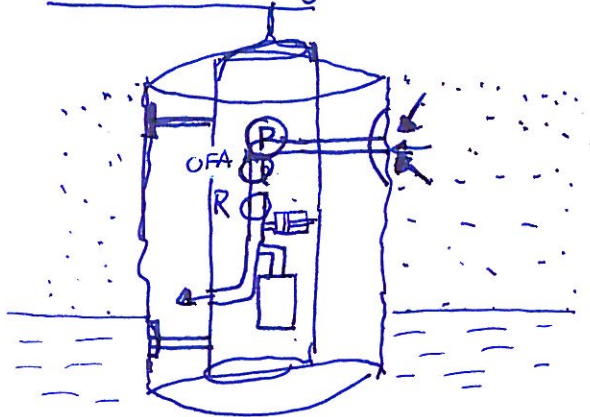
Oppg. 1 Testing

a) Produksjonstesting (DST)



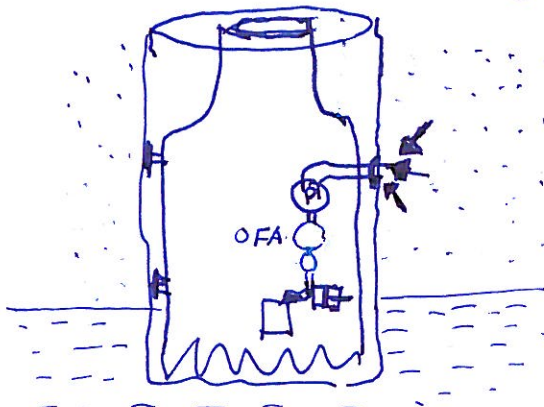
- Drawdown
- Build up
- Trykk
- Temp
- Rate
- Sampling
- GOR

Kabeltesting



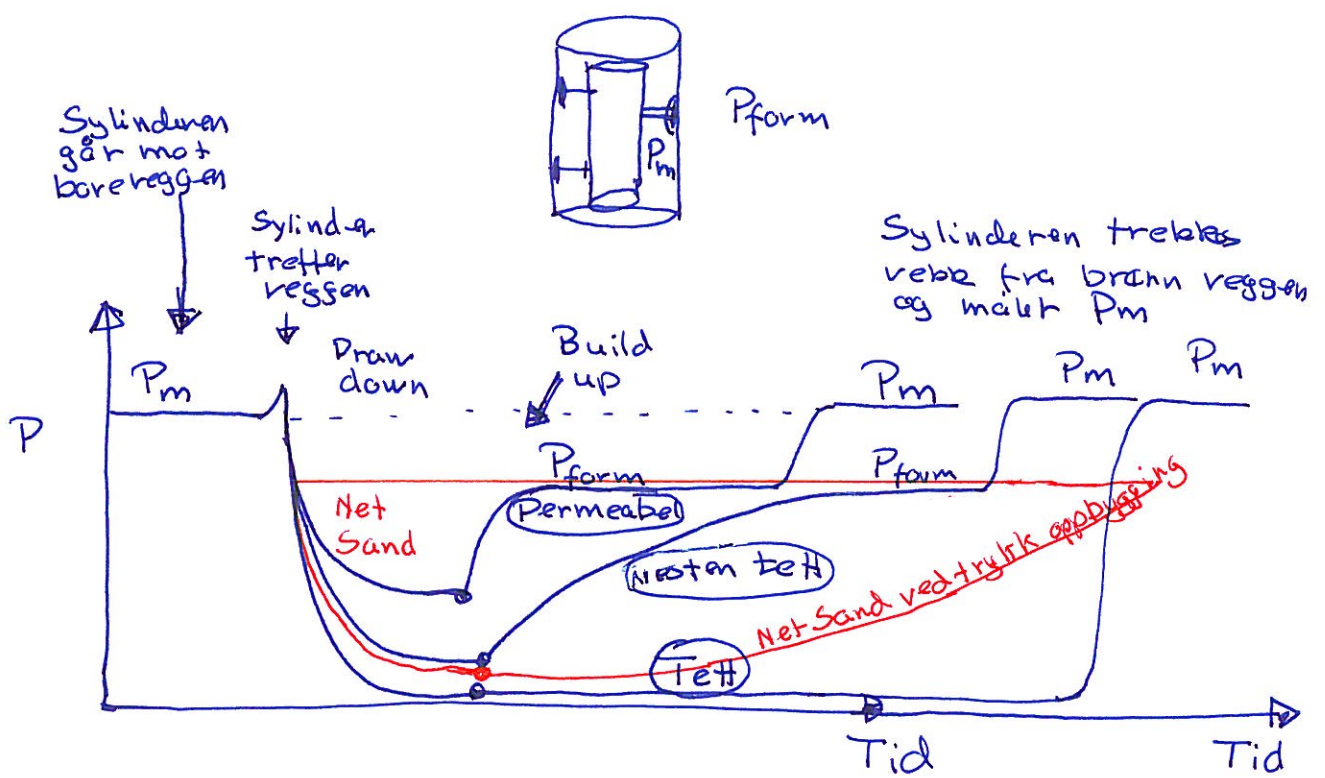
- Drawdown
- Build up
- Trykk
- Temp
- Sampling
- motstand
- Væske/gass analyse (OFA)

Testing under boring (MWD)



- Drawdown
- Build up
- Trykk
- Temp
- Sampling (problem)
- motstand
- Væske/gass analyse (OFA)

b)



Net Sand - Skille gir ved <sup>under</sup> Nesten Tett

Nesten Tett + Permeabel = Net Sand

c)

Kabel / MWD testing

vs. Produksjons testing (DST)

①	+ Lite riggtid Lav pris max 1 døgn	- Høy pris 2-3 uker
②	+ Liten/ingen forurensning	- Større forurensning må brenne gasser
③	+ Gir mest nøyaktig trykkverdier $\pm 0.01$ bar	- Mer unøyaktige trykkverdier
④	+ Tar mange trykk punkter Opptil 50, tester mange soner God vertikal oppløsning	- Tar for kun én til to soner (snittverdi)
⑤	+ Kan ta mange væskeprøver fra forskjellige soner, over 20	- Tar kun fra én el. 2 soner
⑥	+ Tar nedihull væskeprøve Kan isolere prøven på flaske under høyt trykk.	- Tar væskeprøven på overflaten Gassen i olje forsvinner
⑦	+ mobilitet/permeabilitet fra hvert trykkpunkt gir en god bestemmelse hvordan mobilitet/pam varierer gjennom hele reservoaret Skiller godt mellom tett, nesten tett og $P_{form}$ $\Rightarrow$ Net Sand	- Bestemmer kun snittverdi av permeabilitet fra én til to soner



## Kabel/MWD testing

## vs. Produksjonstesting (DST)

<p>①: Permeabilitetsmålinger er noe unøyaktig</p>	<p>+ Gir en god snitt permeabilitet for en hel sone som er viktig for den virkelige produksjonen</p>
<p>②: Ser bare litt inn i formasjonen rundt brønnen</p>	<p>+ Ser dypere inn i formasjonen</p>
<p>③: Kan ikke se barrierer og væskkontakting fra kun en test</p>	<p>+ Ser barrierer og væskkontakting fra en prod. test.</p>
<p>④</p>	<p>+ Interferenstest: Produserer i en brønn og måler trykkrariasjon i en annen brønn</p>
	<p>+ Preveproduksjon, ser hva som faktisk kommer ut av reservoar sonen</p>

# Oppgave 2

## a) Petrofysiker Før, under og etter boreoperasjonen

Før: Lage et datainnsamlingsprogram (mudlogging, logging, kjerner og kabel/MWD besting) før brønnen skal bores.  
Gjennomgå med service selskapene hvilke logger som skal kjøres over reservoaret og logger/testing/kjerne i reservoaret.

Under: Følger i dag boreoperasjonen fra et integrert operasjonsrom på land sammen med geologer, geofysiker, boreing- og res. ing. (var tidligere mer oppstørt)  
Følger opp loggeoperasjonene, kjernetakning og testing med kvalitetskontroll. Ved dårlig kvalitet må en ta nye målinger  
Tolke loggene fortløpende med CPI plot (Litologi, kontaktene  $\phi$ ,  $S_w$ ,  $K$ )  
Bestemme hvor trykkespunktene og tester skal taes

Etter: Videre rapportering av rå logger og tolkede data til operatør og partnere. Gjør en oppsummering av tidsbruk, kvalitet av data, hva kan gjøres bedre

b) Vcl bestemmelse Best når kontrasten mellom skiferzone og sand zone er størst

### Vcl fra GR

Gunstig	Ugunstig
Leirmineraler er eneste radioaktiv mineral	Andre radioaktive mineraler f.eks: K-feltpatr Glimmer, Siderit antveritt, pyritt

### Vcl fra SP-loggen må ha vannslam

Gunstig	Ugunstig
- SSP størst mulig $\Rightarrow$ stor forskjell $R_w - R_{mf}$	- SSP lav $\Leftrightarrow R_w \approx R_{mf}$
- Vannzone	- Tynne lag
	- Tett sand/kalk
	- HC zone $\rightarrow$ SSP nok redusert

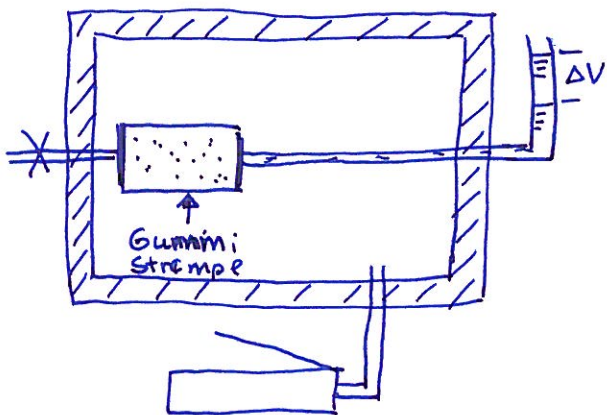
### Vcl fra Neutron loggen

Gunstig	Ugunstig
- Lav $\phi$	- Høy $\phi$
- Høy gassmetn.	- Lav gassmetn.
- $\phi_{Nd}$ høy	- $\phi_{Nd}$ lav

# Oppgave 3 Tolkningsoppgave

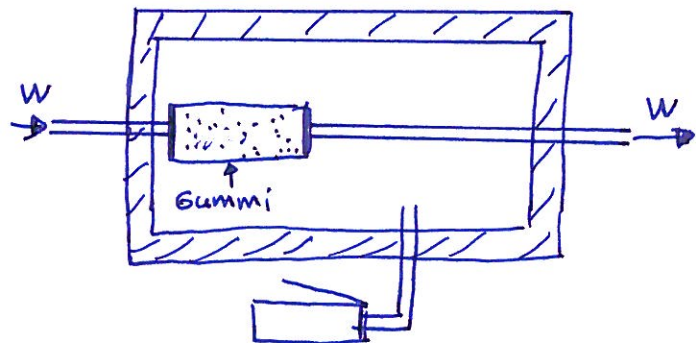
a) SCAL

## Overburdenmålinger $\phi$



$\phi$  kan trykkes rundt kjernen fra 2 bar til ca. 500 bar måler hvor mye vann som blir presset ut ( $\Delta V$ )  
 $\Rightarrow$  reduksjon i  $\phi$  ved økende trykk

## Overburdenmålinger $k$



$\phi$  kan trykkes rundt kjernen fra ca. 2 bar til ca. 500 bar måler reduksjonen i vannpermeabilitet ( $k_w$ ) med økende trykk rundt kjernen

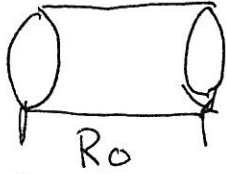
a)

Labmålinger for  $a$ ,  $m$  og  $n$

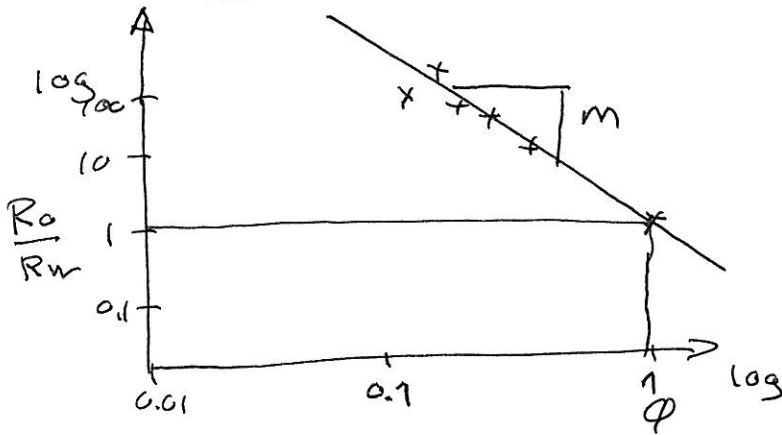
$a, m$

kjerne 100% mettet med vann  $\Rightarrow F = \frac{R_o}{R_w} = \frac{a}{\phi^m}$

$$\log \frac{R_o}{R_w} = \log a - m \log \phi$$



$R_w$  er motstanden av selve vannet vi metter pluggen med  
måler også  $\phi$  (Helium  $\phi$ ) for samme plugg



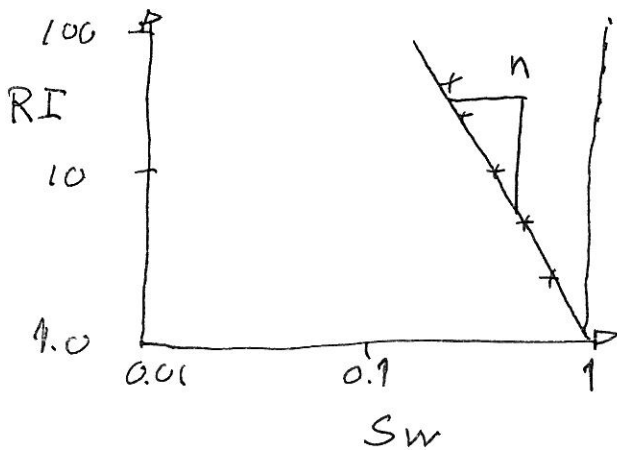
måler  $R_o$  og  $\phi$  fra flere kjerneprøver, bruker  $a=1$  ( $\phi=1 \Rightarrow a=F$ )

Trekker en linje gjennom  $\phi=1, F=1$  og punktene og bestemmer  $m$  (se \*)

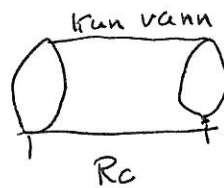
$n$

Resistivitetsindeks  $RI = \frac{R_b}{R_o} = S_w^{-n}$  (fra Archie ligning)

$$\log \frac{R_b}{R_o} = -n \log S_w$$

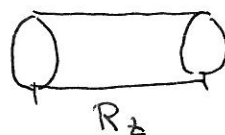


måler motstanden  $R_o$  for 100% vannmettet plugg ( $S_w=1$ )



$S_w=1$

Presser ut vann av kjerneprøven og måler  $R_b$ . Presser mer og mer vann ut og tar nye



$S_w < 1$

$R_b$  og  $S_w$  målinger



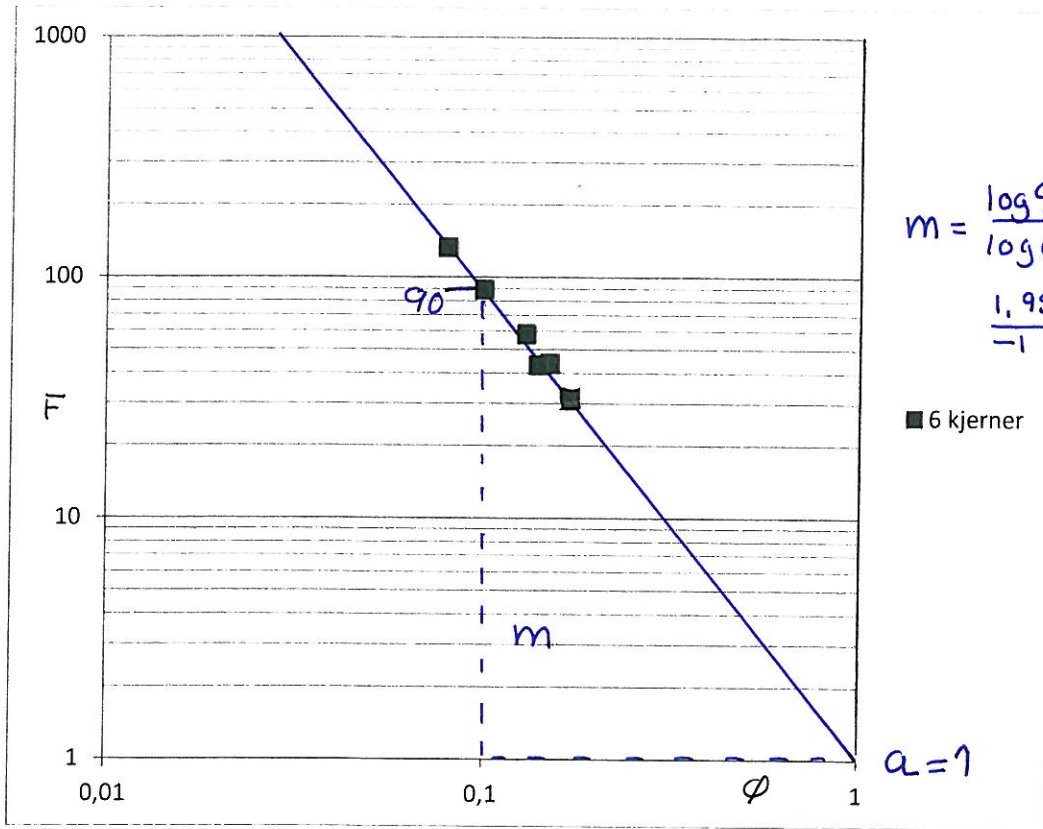


Fig. 3.2 F vs. Ø

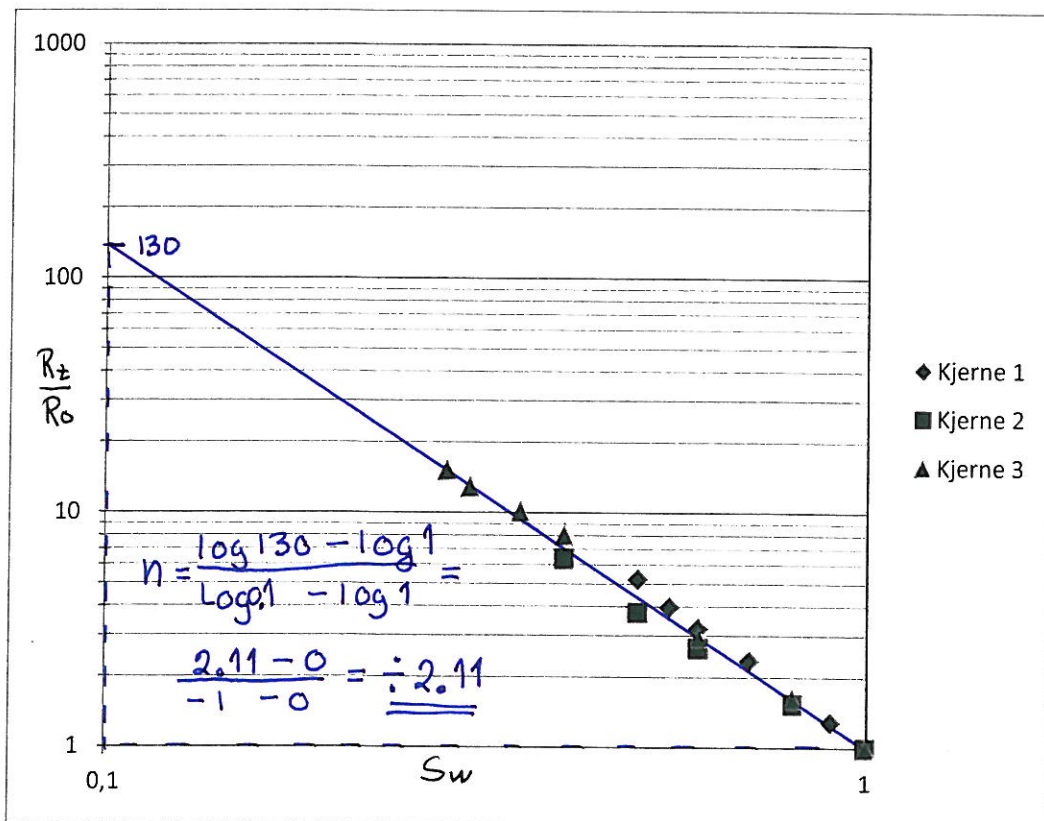


Fig. 3.3 Rt/Ro vs. Sw

3b) - Loggene er dlybdelearr.

- Dårlig  $\rho_b$  og  $\phi_N$  i utvskete soner
- DT er for konstant i forhold til  $\rho_b - \phi_N$  i den rene sandsonen

CAL	
8 INCH	18
GR	
0 API	100

"DEPTH"

DT	
140 $\mu$ S/FT	40
NEUTRON	
.45 FRCT	-.15
DENSITY	
1.95 G/CC	2.95

RES_DEEP	
.2 OHMM	2000
RES_SHAL	
.2 OHMM	2000

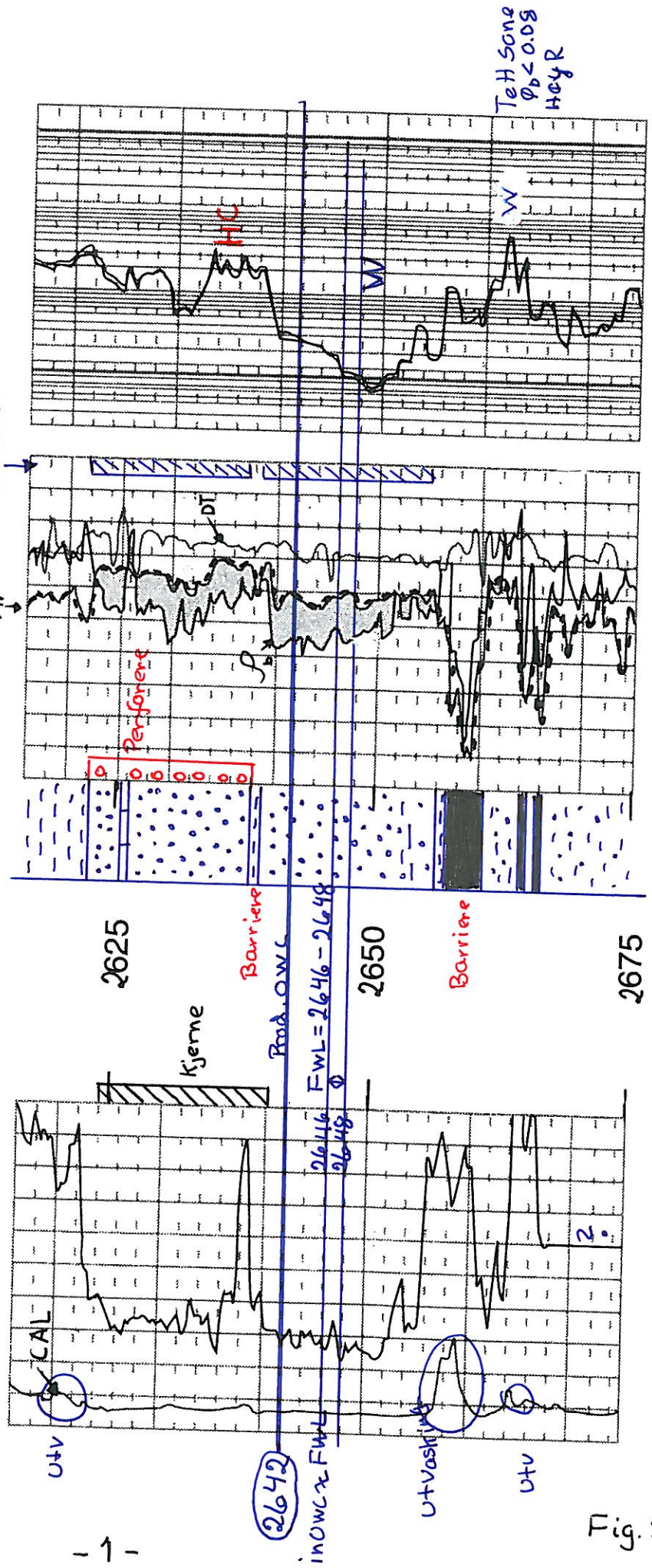


Fig. 3.1



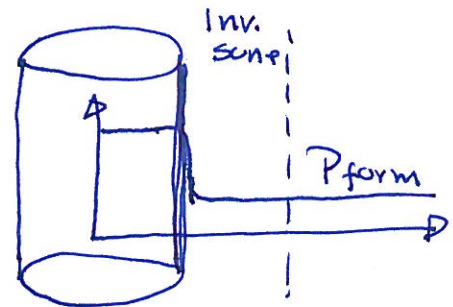
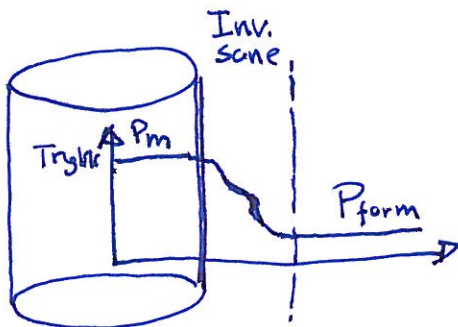
c) Trykermåling

① Supercharge

①

Lav permeabel sone

middels til høy  $p_{form}$



Ved lav permeable/nesten tett formasjon vil trykkløst rett bak mudkaken være større en formasjonstrykket ( $P_{form}$ ) Dette vil gi for høyt trykk fra MDT-trykkmåling (Superch)

② Punktet med dybde 2653 m viser supercharge (Fig. 3.4)

Kommunikasjon gjennom hele reservoaret?

③ - Trykkløst (Fig. 3.4) viser trykkløst ved den tynne skifer sonen ved 2638.

- Loggene Fig. 3.1 viser en tykk kull sone hvor det er vannsone over og HC sone under kull-laget. Kullsonen er derfor barriere

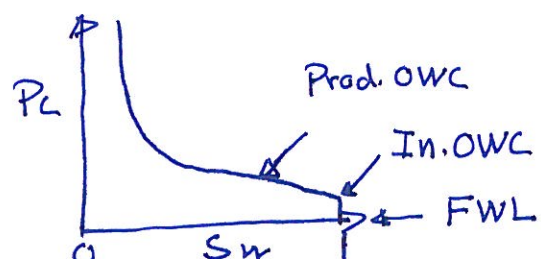
④ FWL fra logger er 2646-2648 (Fig. 3.1) og fra trykkløst 2646 m (Fig. 3.4)

⑤ FWL, in OWC, prod OWC

Fig 3.1

in OWC  $\approx$  FWL

Prod OWC = 2642



⑥  $\rho_w = 1 \text{ g/cc}$   $\rho_o = 0.58 \text{ g/cc}$  (Se Fig. 3.4)

⑦ Trykkløst (Fig. 3.4) viser ~~108 bar~~ overtrykk (ca. 90 bar) 2646 m - 354 bar

# TRYKK - PLOTT

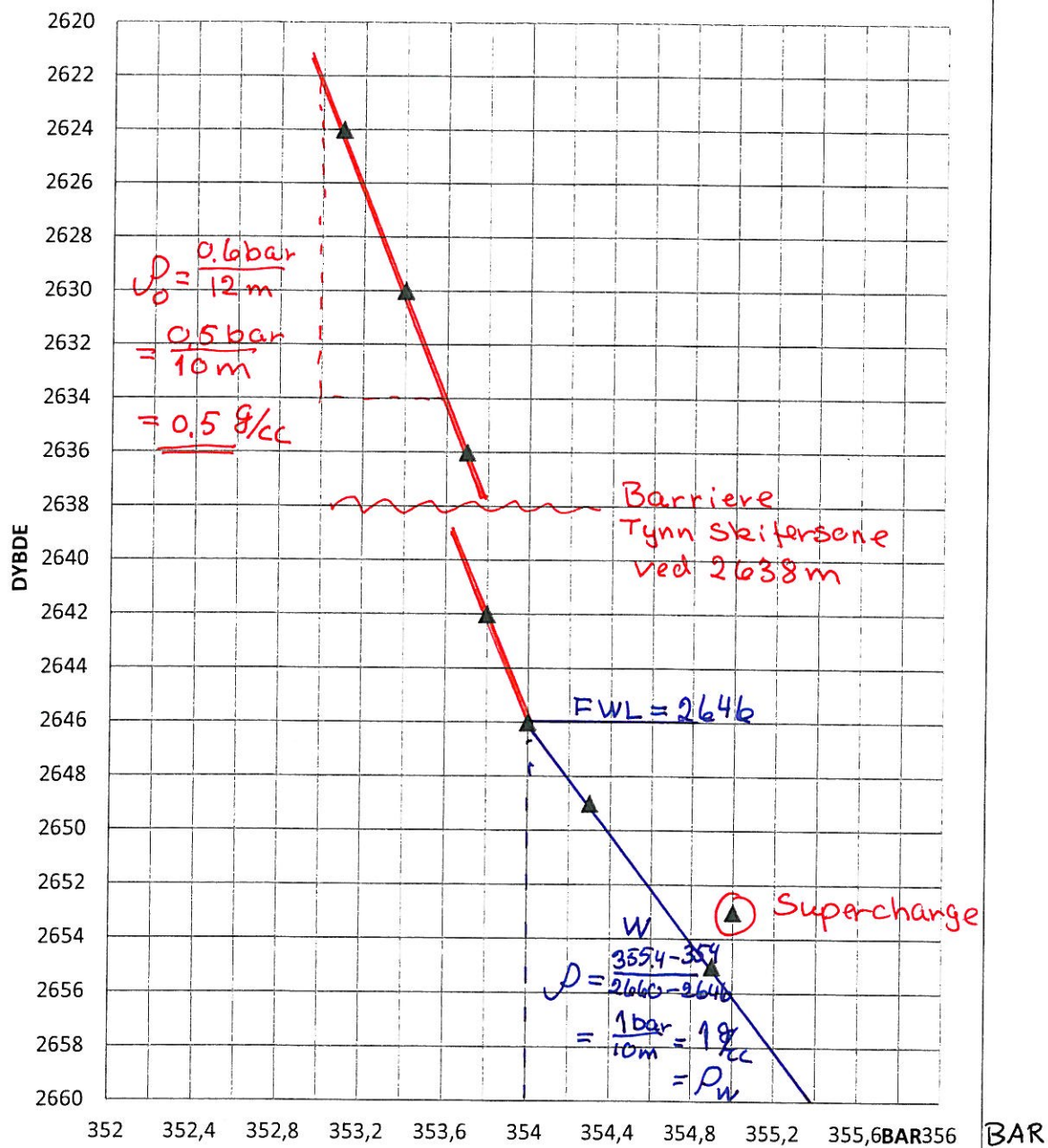


Fig. 3.4 Dybde vs. trykk (bar)

d) Dybdekorreksjon Kjerne-logg

Etter kjernen er tatt vil den bli lagt ut på boredekket i full lengde. Kjernen ligger inne i kjerneholderen/stål rør. På boredekket kjører en over kjernen med en Gamma logg.

Gamma loggen fra kjerne blir deretter sammenliknet med gamma loggen fra logger for å få kjerne og logger til samme dyp.

e) HC korreksjon av  $\rho$  fra logg sammen med kjerneporositetene (TROLL metoden)

Noen har brukt Slipner metoden som også er rett

Fra plott av  $\rho_b$  (logger) med  $\rho_{kjerne}$  (se fig)

$$\Rightarrow \rho_{ma} = 2.66 \text{ og } \rho_f = 0.86$$

$$\text{Punkt 2642 } (\rho_b = 2.39) : \Phi_0 = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f} = \frac{2.66 - 2.39}{2.66 - 0.86} = \underline{\underline{0.15}}$$

f) Permeabilitetsbestemmelse - Se fig. 3.5 med tekst

Punkt 2642:  $k = 138 \text{ mD}$

g) Vannmetning ( $S_w$ ) Punkt 2642

Fra 3 a):  $a = 1, m = -1.95, n = -2.11$

$R_w$  bestemmes fra vannsonen (2649 m)  $\rho_b = 2.42, R_o = 0.8$  (0.7) <sup>el.</sup>

$$\Phi_0 = \frac{2.65 - 2.42}{2.65 - 1} = 0.14 \quad R_w = \frac{R_o}{F} = 0.017$$

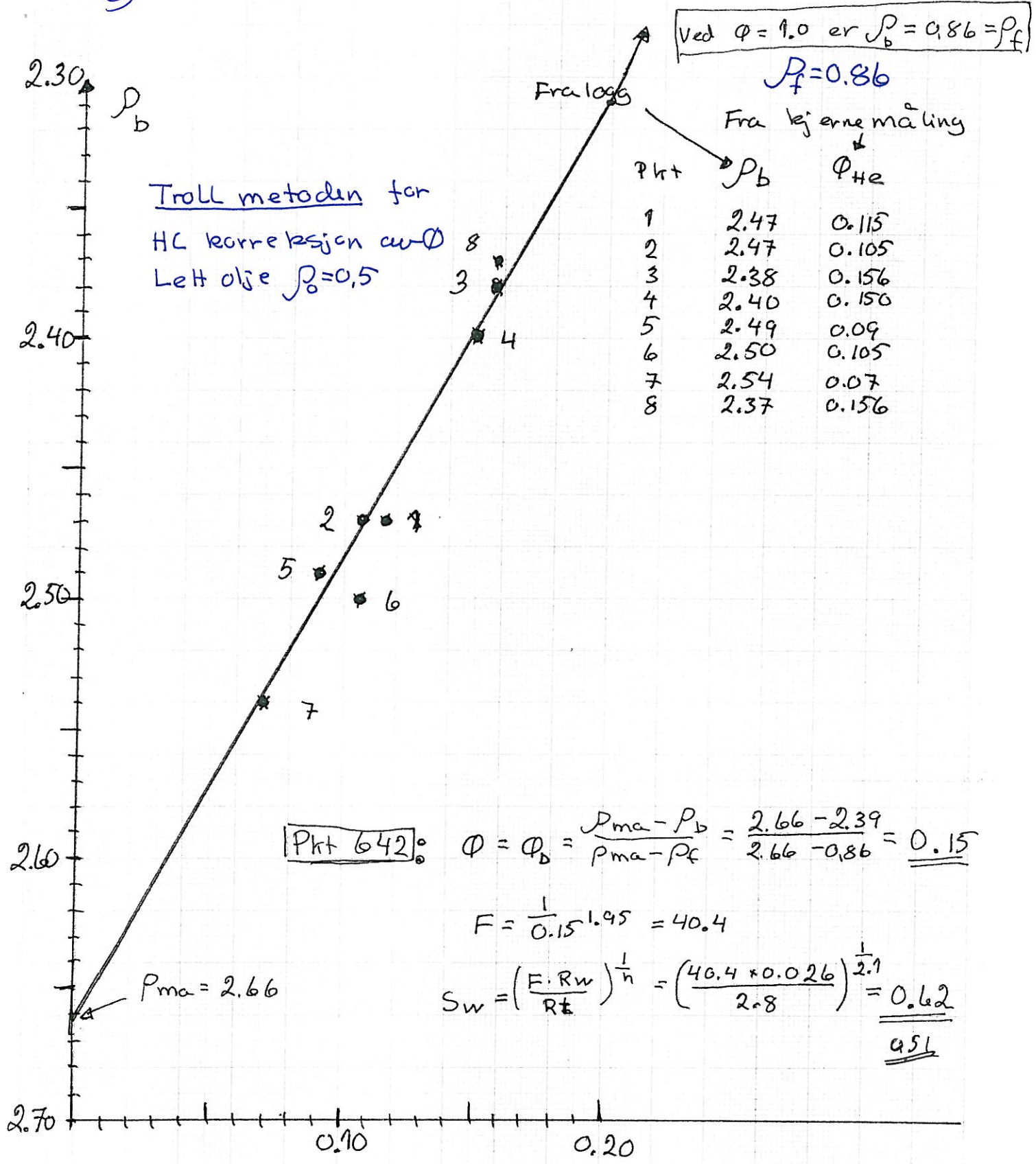
$$S_w = \left( \frac{F \cdot R_w}{R_b} \right)^{\frac{1}{n}} = \left( \frac{40.4 \cdot 0.017}{2.8} \right)^{\frac{1}{-2.11}} = \underline{\underline{0.51}}$$



a)

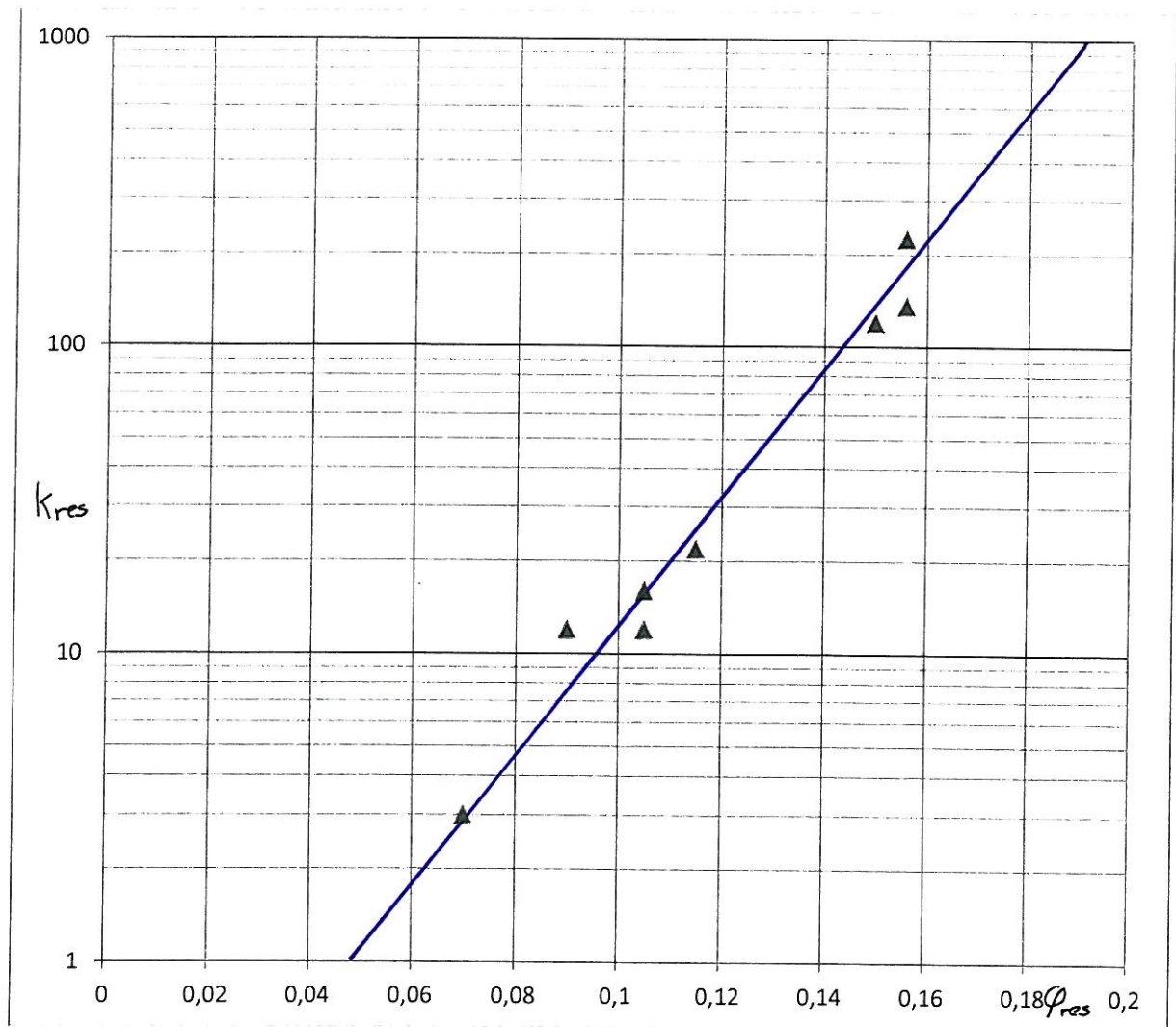
Bestemmelse av  $\phi$  fra logg + kjerner

e)



Sw fra kapillær trykk 642

- ① Trenger kjernemålinger
- ② Trenger  $\sigma \cos \theta$  kontakvinkel og overflate krefter



Figur 3.5 Kjerne: kres vs. Øres (fra tabell 3.1)

f) For bestemmelse av permeabilitetskurven for hele reservoaret prøver en først og fremst å bruke kjernedata sammen med loggar. I fig 3.5 har en plottet kjerne  $k$  vs. kjerne  $\phi$  i loggskala og  $\phi$  i lineær skala dette vil da gi en korrelasjon mellom  $k$  og  $\phi$  på følgende formel  $k = 10^{A\phi + B}$   
 For bestemmelse av  $A$  og  $B$  bruker vi 2 punkter på linjen over og får da 2 likninger med 2 ukjente dette gir:

$$\underline{k_{kjern} = 10^{21.4 \phi_{kjern} - 1.07}} \Rightarrow \underline{k_{logg} = 10^{21.4 \phi_{logg} - 1.07}} \quad \text{Log } k = A\phi + B$$

Denne korrelasjonslikningen mellom  $k$  og  $\phi$  bruker en også i soner uten kjernedekning

Permeabiliteten i punkt 2642  $k = 10^{21.4 \times 0.15 - 1.07} = \underline{\underline{138 \text{ mD}}}$

h) Net sand er produsert/er/permeabel sand

Avkuttingsverdier (Standard):  $V_c < 0.40$ ,  $\phi > 0.10$

Net sand intervallene se loggene Fig. 3.1

i) Perforering for olje produksjon.

Barrieren ved 2638 blir her viktig.

Under barrieren har vi 3-4 m med høy  $S_w = 0.5$   
Og nær OWC. Her vil vannet trenge fort inn hvis vi  
Perforerer under 2638 m.

⇒ Perforerer kun over 2638 (Se fig)

Alt. 1

vi kan også vurdere å perforere 1 m rett under  
2638 og så isolere denne ~~til~~ oljesonen under 2638  
når vi får for mye vann inn.

Alt. 2

Har bunn



j) Reservoar temp:  $5^\circ\text{C} + (2630 - 280) \times 2.8^\circ\text{C}/100 = \underline{\underline{71^\circ\text{C}}}$