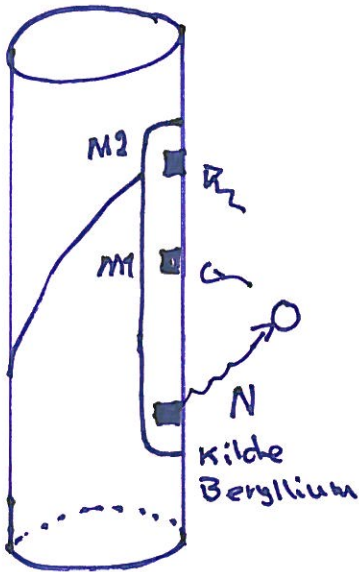


# Svar Borehullslogging Juni - 10

Oppg. 1

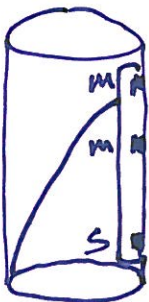
Nøytronlogg

a)



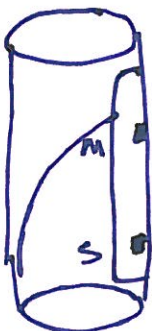
Nøytronloggen består av en nøytronkilde som sender ut nøytroner med høy energi inn i formasjonen og detektorene måler dempingen av energien til nøytronene. Når nøytronet kolliderer med atomer med like stor masse (H atomer) er energitapet størst  $\Rightarrow$  dempingen er en funksjon av H innholdet i formasjonen  $\Rightarrow$  funksjon av  $\phi$

b) CNL vs SNP



CNL måler termiske nøytroner

Lite påvirket av borehullseffekter p.g.a. 2 mottakere mer påvirket av matrisen



SNP måler epitermiske nøytroner

Mer påvirket av borehullseffekter (1 mottaker)

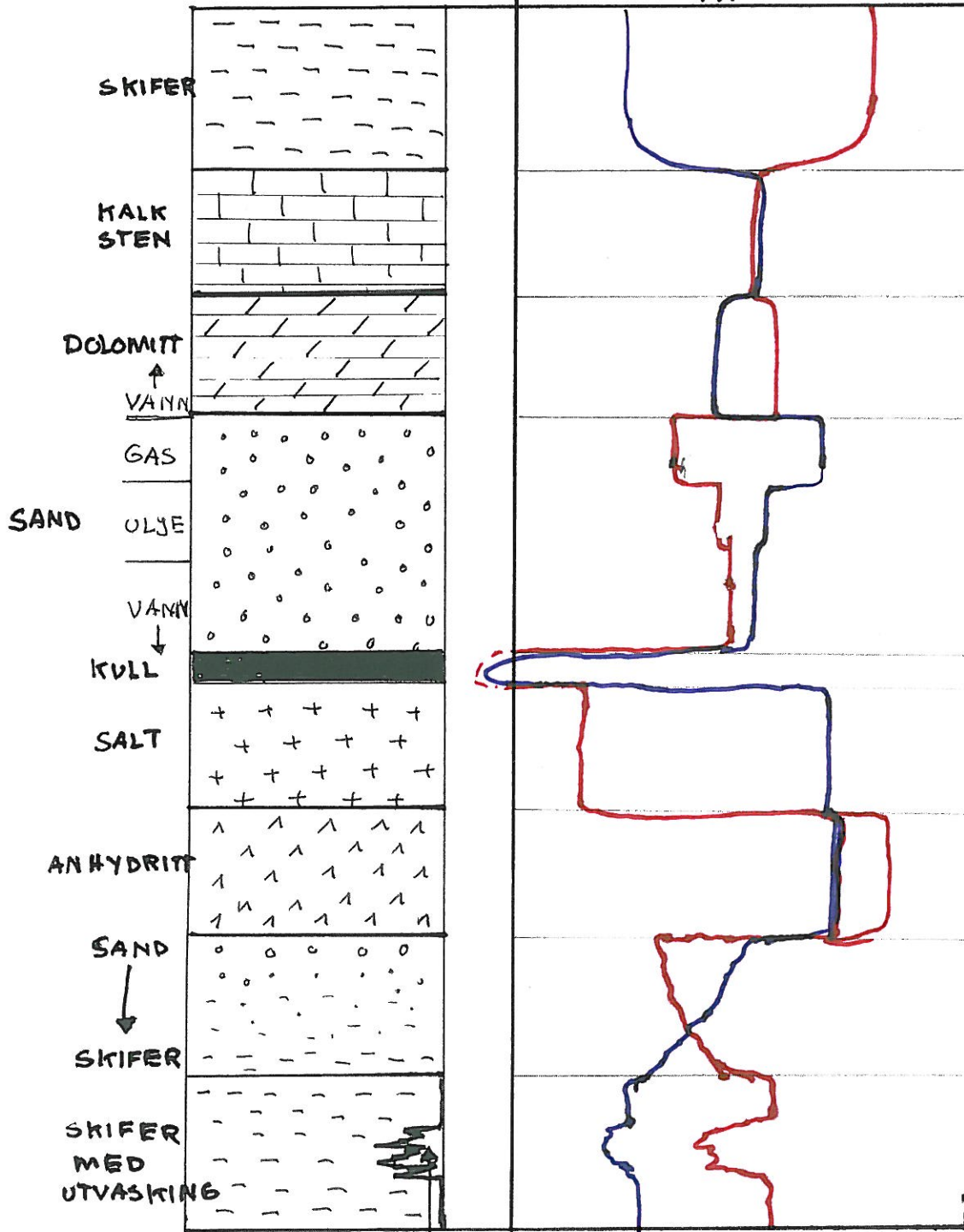
Lite påvirket av matrisen

CNL loggen best når  $\phi > 0.15$

SNP loggen best når  $\phi < 0.15$  p.g.a. lite påvirkning av matrisen

Ø ≈ 20% i de rene  
formasjonene

1.95 —  $\rho_b$  — 2.95  
0.45 - - -  $\varphi_N$  - - - -0.15



DÅRLIG  
HULL  
UTVASKING

Fig. 1.1

d)

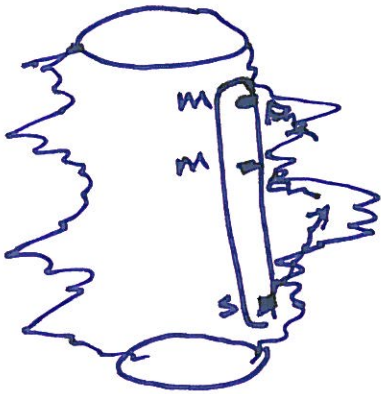
$\Phi_N$  er høy i skifer-sone p.g.a. økende H innhold

- 1) Bundet vann  $\underline{H_2O}$
- 2) Krystallvann i kornstrukturen  $\underline{OH}$

$\Phi_N$  er lav i gass-sone p.g.a. lite H atomer  
i porevolumet  $\Rightarrow \Phi_N$  Lav

e)

Dårlig hull / utvasket sone



Høy  $\Phi_N$   
 $\Phi_N$  er høy, måler både borevæske  
og formasjon

f)

Neutronloggen har mange borehullskorreksjoner  
derfor er den ofte unøyaktig

Fra kartet for korreksjoner s. 7 Kart levr. (Por-14c)

- 1) Borehulls størrelse
- 2) Tykkelse mud cake
- 3) Saltholdighet
- 4) mud vekt
- 5) Temperatur
- 6) Frykt

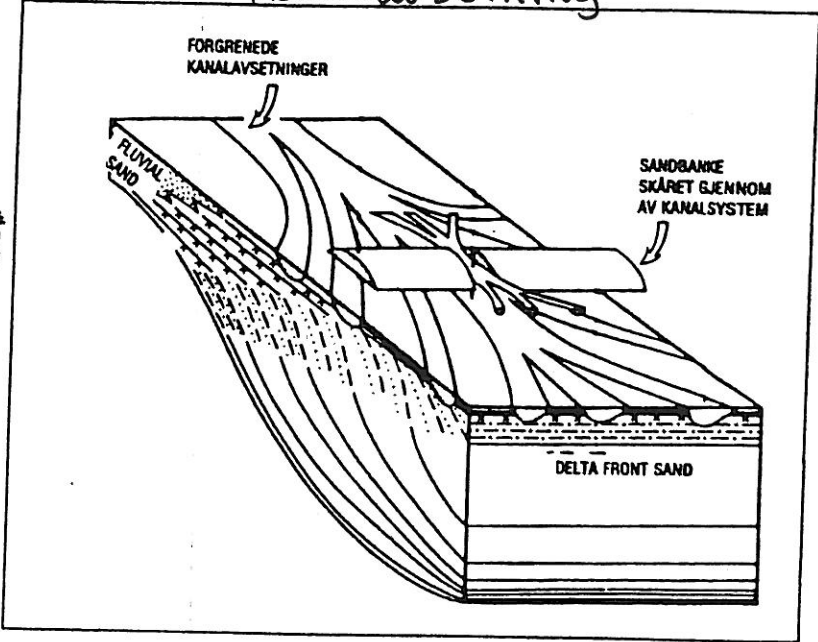
ørst på toppen av  
 alle sandlag er van  
 takket traufom på  
 at komstørrelsen  
 er av uregelmessig  
 stforkastning. Dette  
 lta. Figur 4.20 viser  
 unningen.

til forgrenede kan  
 i deltasonen er ve  
 gre, bløte sediment  
 lativt grovkornet, of  
 grovere materiale ne  
 mstørrelsen oppover  
 veform med en klot  
 kanalavsetningen har  
 sylindrisk kurveform

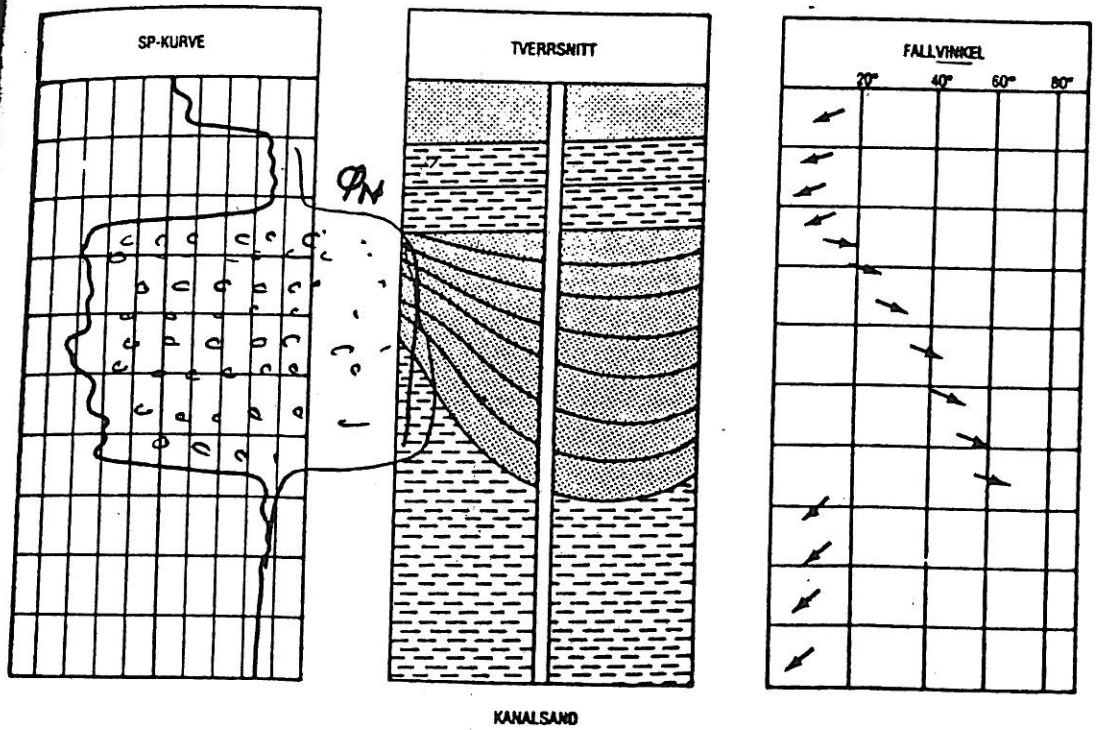
il forgrenede kanaler  
 formet (festoon) ne  
 ler i den øvre delen  
 mme som fallretnin  
 nen, har sandlagene  
 en flat topp (figur  
 er lett å se fra  
 ankelen mot sente  
 en. Fallvinklene er  
 en av kanalen være

ende elveavsetnin  
 e kanalavsetninger  
 ske tykke seksjo  
 le ha utstrekning  
 gredede kanalav

Kanalavsetning



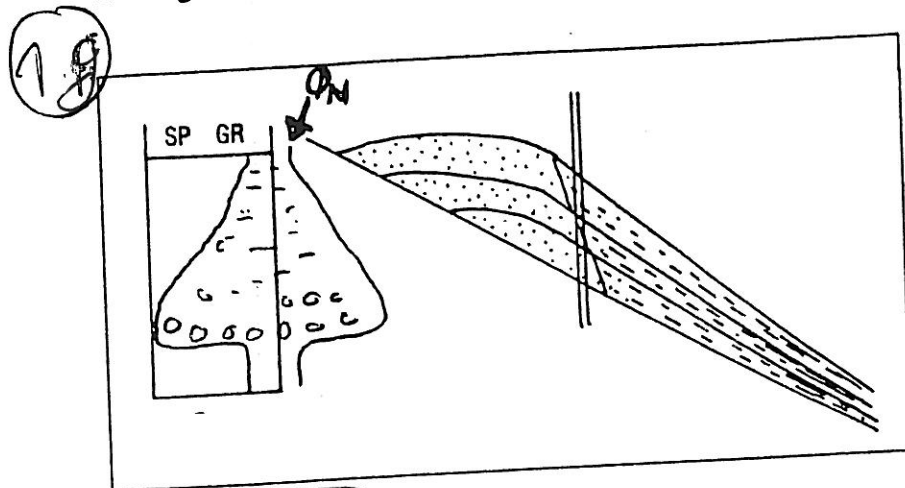
Figur 4.22. Forgrenede kanalavsetninger.



Figur 4.23. Små kanalavsetninger har ofte en økning i fallvinkelen med dybden (3).

### Transgressiv sandbanksekvens

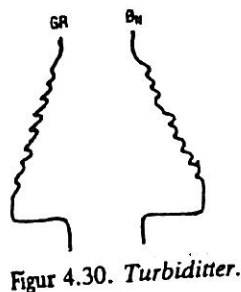
Ved transgresjon vil vanddybden i et gitt område øke, og bølgeenergien blir dermed mindre. Sedimentene vil derfor bli mer finkornete med økende leirinnhold oppover. Dette vil gi en klokkeform på loggkurvene. En sandbanke vil altså i en transgressiv sekvens gi den motsatte form på loggkurvene i forhold til regressiv sekvens. Sandbanken vil også inneholde mer karbonatmateriale og ha dårligere sortering i en transgressiv sand. Dipmetermålingene vil igjen vise svak helling av sandlagene mot sjøen og større helling mot land.



Figur 4.29. Transgresjon.

### Marinavsetninger

Sedimentasjonen i sokkelområde er i dag ubetydelig. For at avsetning skal finne sted, trengs tilførsel av sedimenter og vedvarende strømningsenergi. Dette gir bare langsom sedimentasjon. Sand avsatt på sokkelen er heller et resultat av repeterende regressiv-transgressiv sekvenser. Da det ikke er noen standard avsetningsmønster for denne sedimentasjonen, vil den heller ikke kunne bestemmes fra logger.



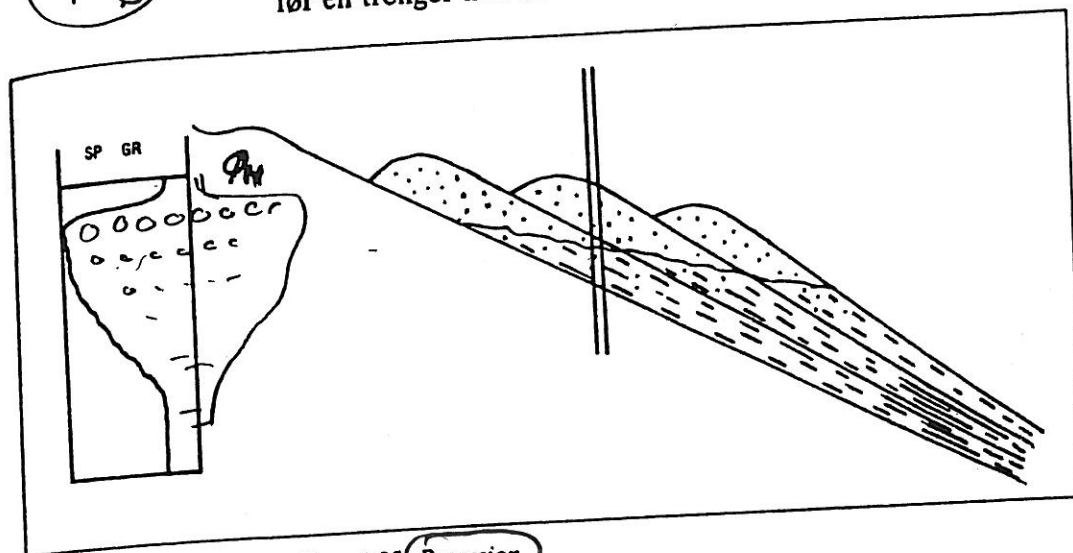
Figur 4.30. Turbiditter.

Turbiditter, som er avsetning av turbidittstrømmer, har derimot en karakteristisk avsetningsmodell (Bouma-sekvens) og er derfor lettere å bestemme fra logger. Nesten all sedimenttransport fra deltaer og grunne områder langs kysten til kontinentalskråningen og dyphavet foregår med turbidittstrømmer. Når avsetningen har foregått i undersjøiske daler (sub-

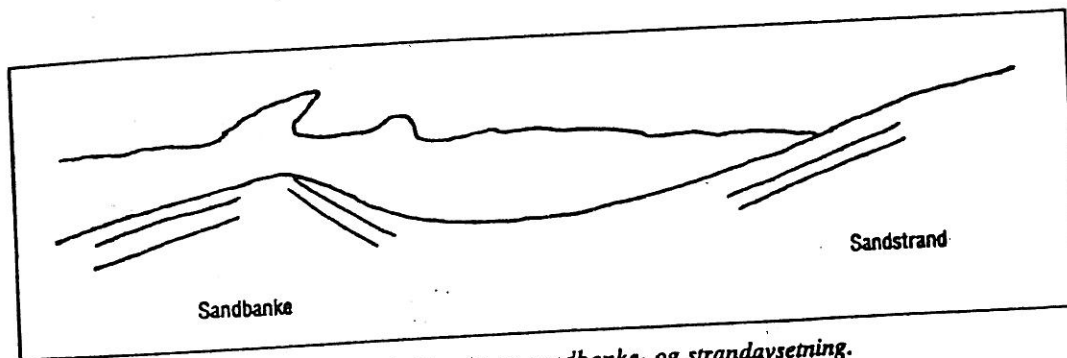
gene har fallretning mot sjøen og dermed fallretning vinkelrett på utstrekningen av avsetningen. Fallvinkelen mot sjøen for sandlagene er lav. En viss økning av fallvinkelen mot toppen av sandryggen er registrert. Mot landsiden er fallvinkelen større og kan gå opp i 25°. Sandryggavsetning i et regressivt miljø har en markert økning av kornstørrelsen mot toppen som gir en traktform på loggkurvene.

Avsetningen over sandryggen er ofte skifer eller sandskifer. Dette gir en god kappebergart for akkumulering av olje eller gass. Når overlagingstrykket på skiferen øker, blir det ofte variasjon i sammenpressingen. Dette vil gi en «draping»-form av skiferen over sandryggen (figur 4.28). Dipmeteret vil lett måle denne økningen i hellingen på lagene i skiferen før en trenger ned i sandformasjonen.

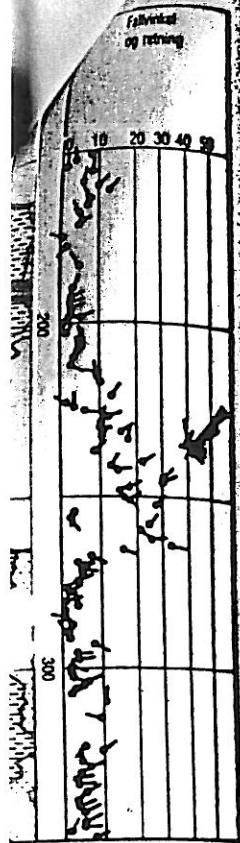
1 8



Figur 4.25 Regresjon.



Figur 4.26. Et snitt av sandbanke- og strandavsetning.



nede kanalavsetninger

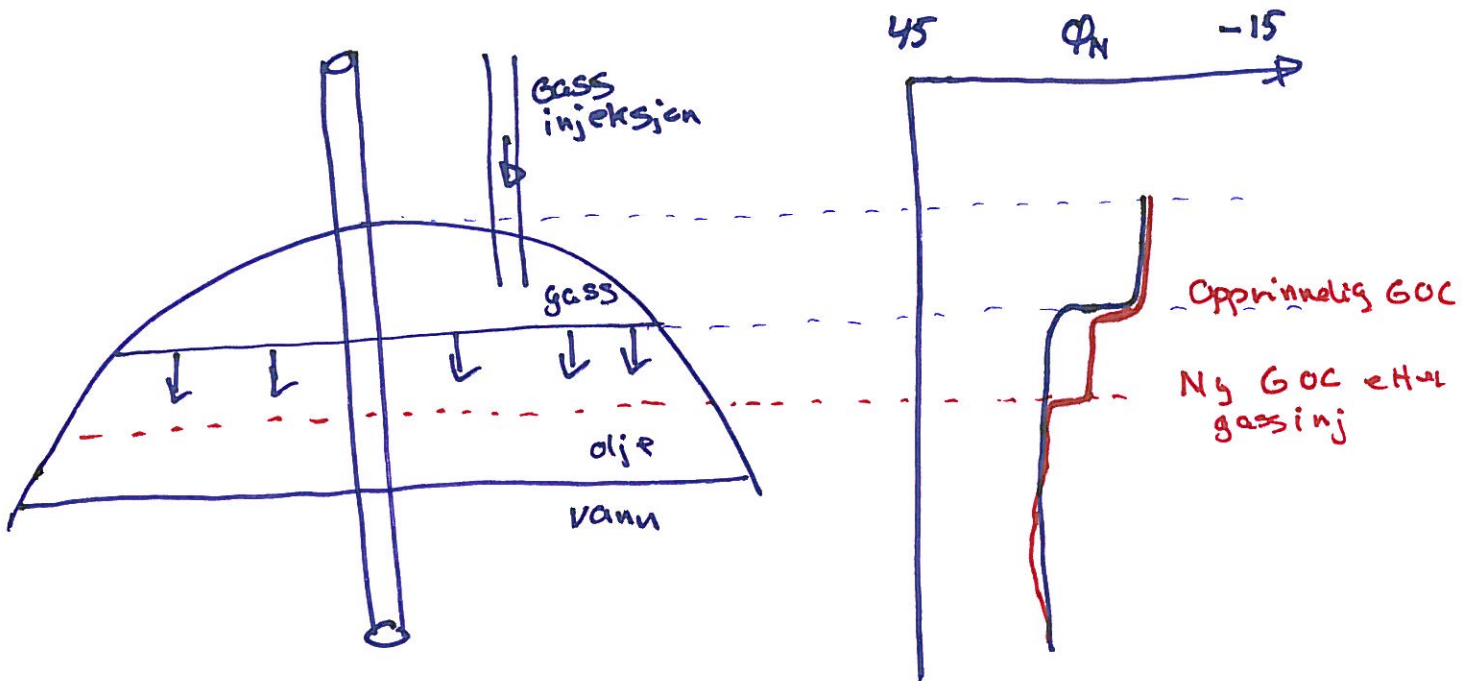
r sedimentasjonen  
is tilførsel av sedi-  
ene bryter, dannes  
en dybden der bøl-  
e når (figur 4.26).  
banker avsatt i  
gen mot sjøen.  
med en økning av  
ny erosjon gjør at  
Under transgresjo-  
sand.  
bryter, og avsettes  
med kysten. Sandla-

b) Vel fra Neutronloggen gunstig og ugunstig

Vel fra  $\Phi_N$

	Gunstig	Ugunstig
Gas-sone ( $\Phi_N$ lav)		$\Phi_N$ middels til høy
$\Phi_N$ lav		
$\Phi_{Na}$ høy		$\Phi_{Na}$ lav

i)  $\Phi_N$  er lite påvirket av casing (stål)



j) WL og LUB gjennom det samme intervallet i en brønn

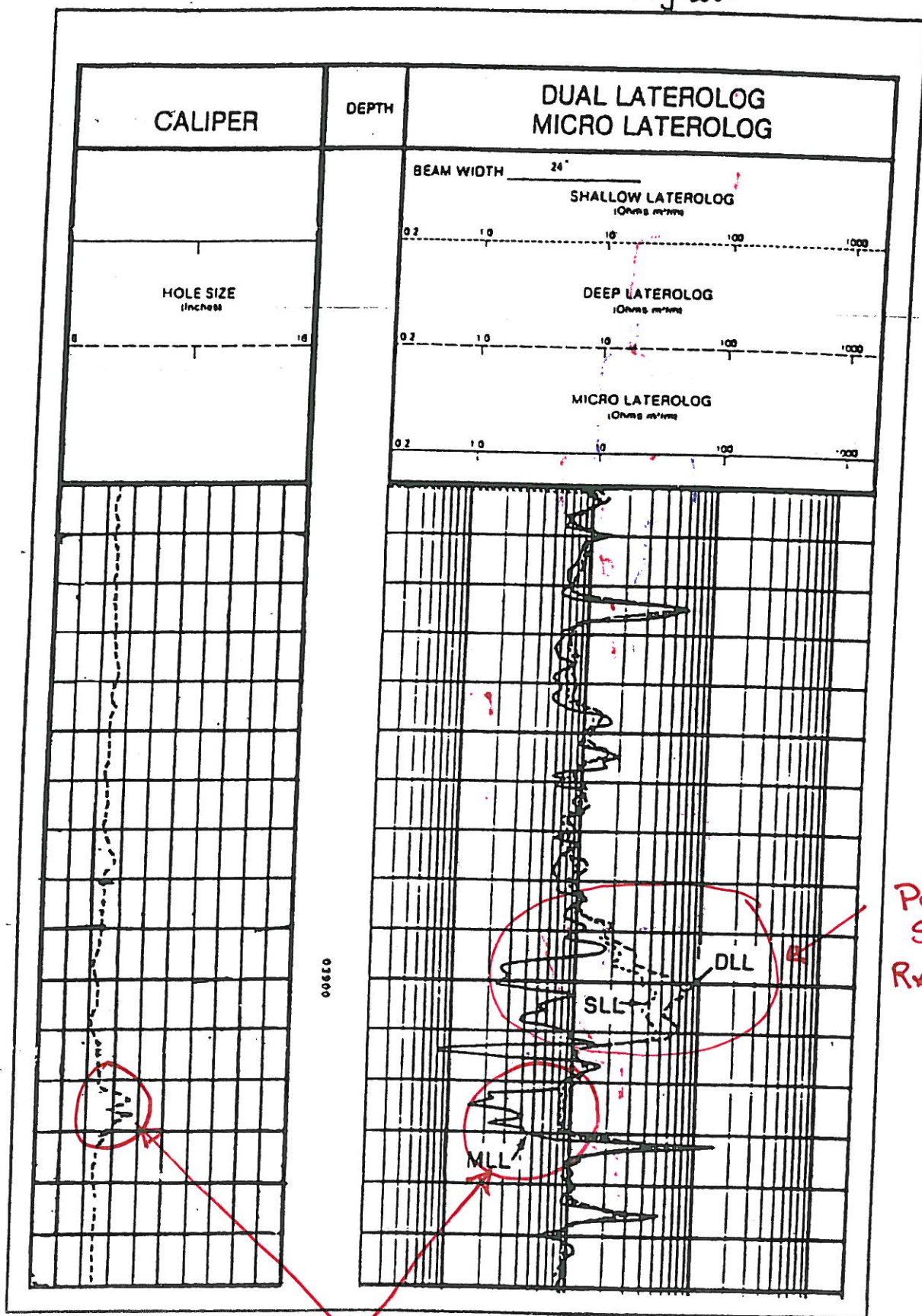
LUB:

- 1) Lite invasjon målt både i innvadert sone og utvært sone
- 2) Godt hull
- 3) Loggen mer avstand til brønnveggen  
Egne borehullskorreksjoner Dybdejustering

WL:

- 1) Store invasjon målt mest i innvadert sone
- 2) mer utvasket/dårlig hull p.g.a. lenger tid etter boring
- 3) Loggen inntil brønnveggen  
Egne borehullskorr. Dybdejust.

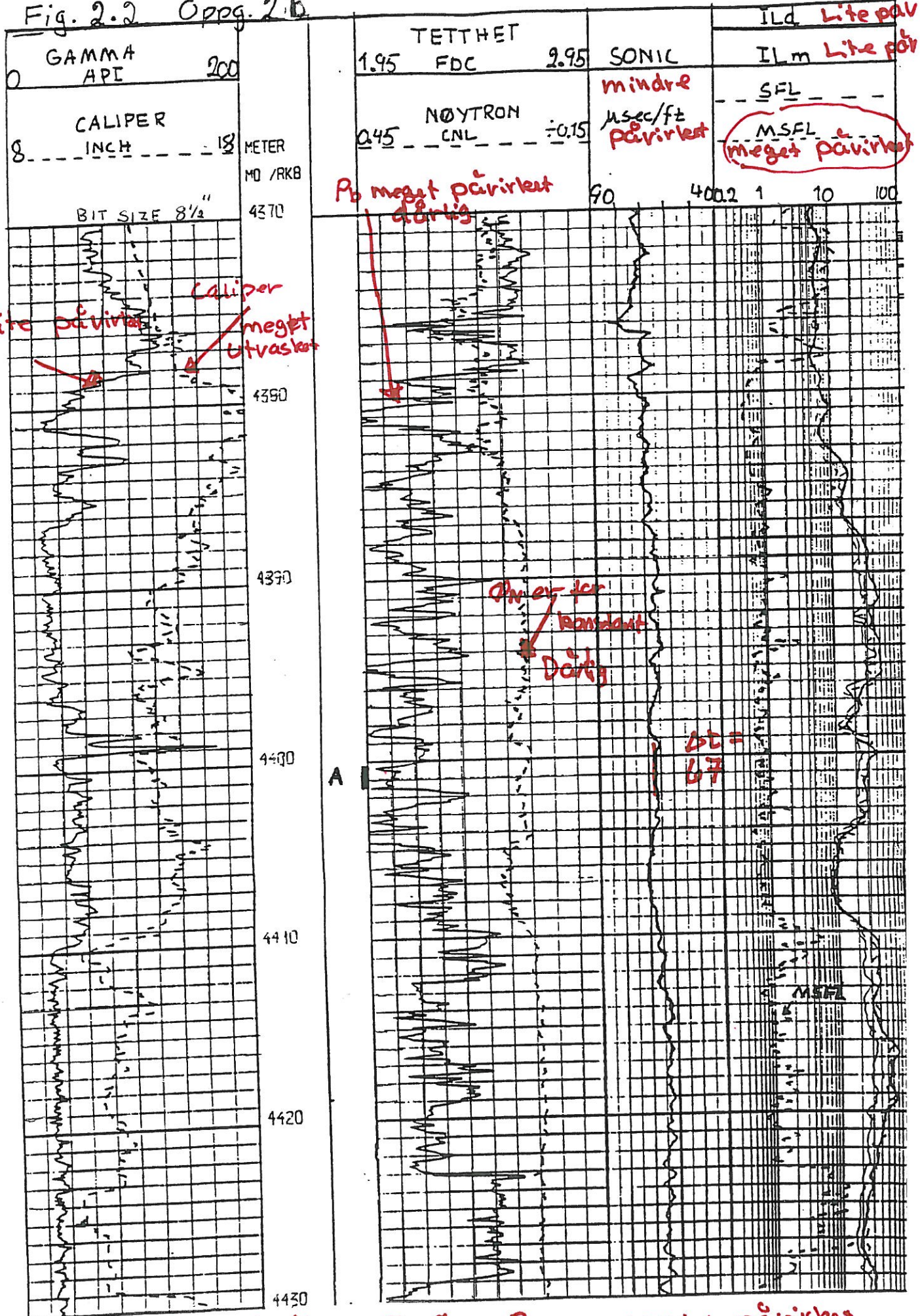
Fig 2.1



Utvasking



Fig. 2.2 Oppg. 2.b



Sone A bruker kun sonic  

$$\phi_s = \frac{68 - 56}{189 - 56} = 0.09$$

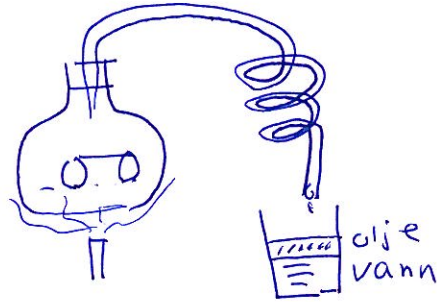
P<sub>b</sub>, Q<sub>n</sub> og R<sub>xo</sub> er meget påvirket av dårlig hull siden de går inntill hullveggen

Oppg. 2 c) Andre metoder utenom logging

$\varnothing$  fra kjernemåling (Heliumgass)

SW

1) Dean and Stark

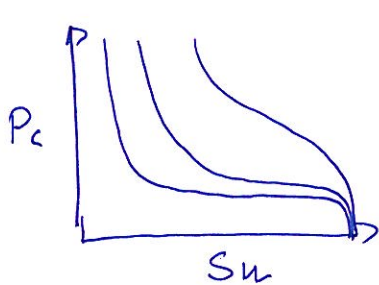


Koker ut vann av  
ferske prøver  
måler vannmengden som kommer ut  
Når porevolumet er kjent  $\Rightarrow S_w$

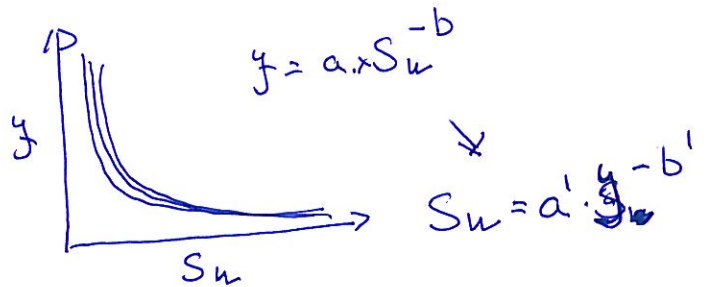
Retort målinger er en enklere form for Dean and Stark

2)

Kapillærttrykk kjernemåling



$\Rightarrow$



$$P = \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot h}{\cos \theta} \cdot \sqrt{\frac{k}{\varnothing}}$$

$k$  og  $\varnothing$  fra kjerne el. logs

$$S_w = a' \cdot P^{-b'}$$

## 2c) Saraband

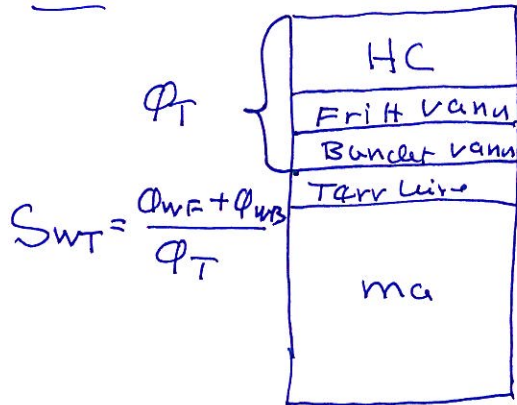


For bestemmelse av  $S_u$   
Skiller mellom silt og leire

$$V_{sh} = V_{silt} + V_{cl}$$

Saraband brukes mye i Mexicogulven

Total



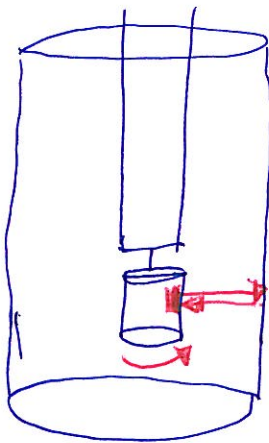
Effektiv

$$S_{WE} = \frac{\phi_{WF}}{\phi_{HC} + \phi_{WF}}$$

2d)

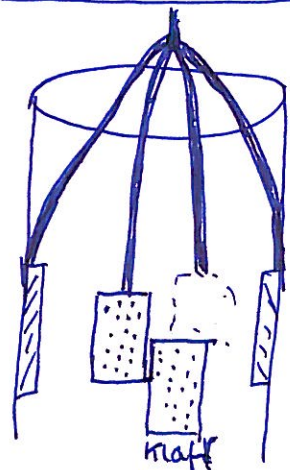
## Image

Ultrasonic



Sylindren  
roterer  
og scanner  
helt brannveggen  
fra rette ksjoner  
fra ultrasonic  
bølge

Micromotstand



Fire puter med  
fire klaffer dekker  
nesten hele  
brannveggen med  
fra flere hundre  
micromotstands kupper

3 anvendelser

- 1) Sprekker og forkastninger
- 2) Sedimentologi (kornstørrelse, lagning, <sup>kryst</sup>)
- 3) Heterogenitet - reservoar egenskaper  
sammen med mikroporøsitet  
og kjernefoto

## Oppgave 3 Loggtolkning

a)

- 1) • Caliper loggen viser godt hull  $\Rightarrow$  god loggkvalitet  
• Loggene korrelerer godt med hverandre  $\Rightarrow$  god loggkvalitet

2) Lithologien - se loggen

3) Den rene sandsonen i Etive har høyere GR enn Tarbert og Ness

- Sanden består av glimmer og/et. K-feltspat

Kan ikke være KCL i muddet da den KCL vil virke inn på alle 3 formasjonene

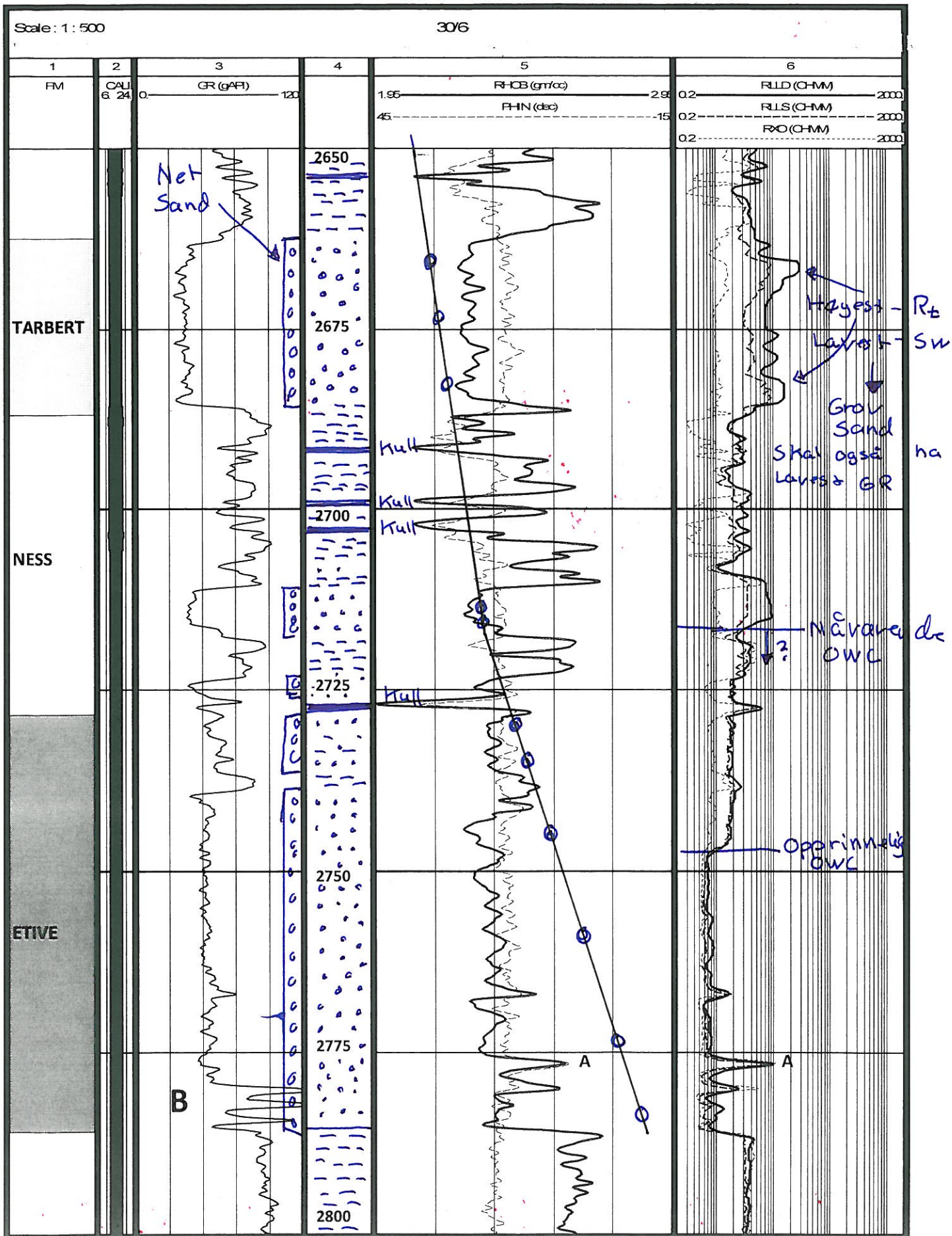
4) A-A: Tett kalk & Anhydritt

Sone B: Radioaktive mineraler i sanden (ankeritt, pyritt, sideritt osv.)

5) Ness inneholder kullsonen og er derfor en ikke marin avsetning, Ness er fluvial avsetning

6) Grove korn gir lav  $S_w$  og dermed høyest  $R_z$   
Da det er samme porøsitet i Tarbert vil de sonene med høyest  $R_z$  mest sannsynlig være soner med grovt sand (lavest  $S_w$ )

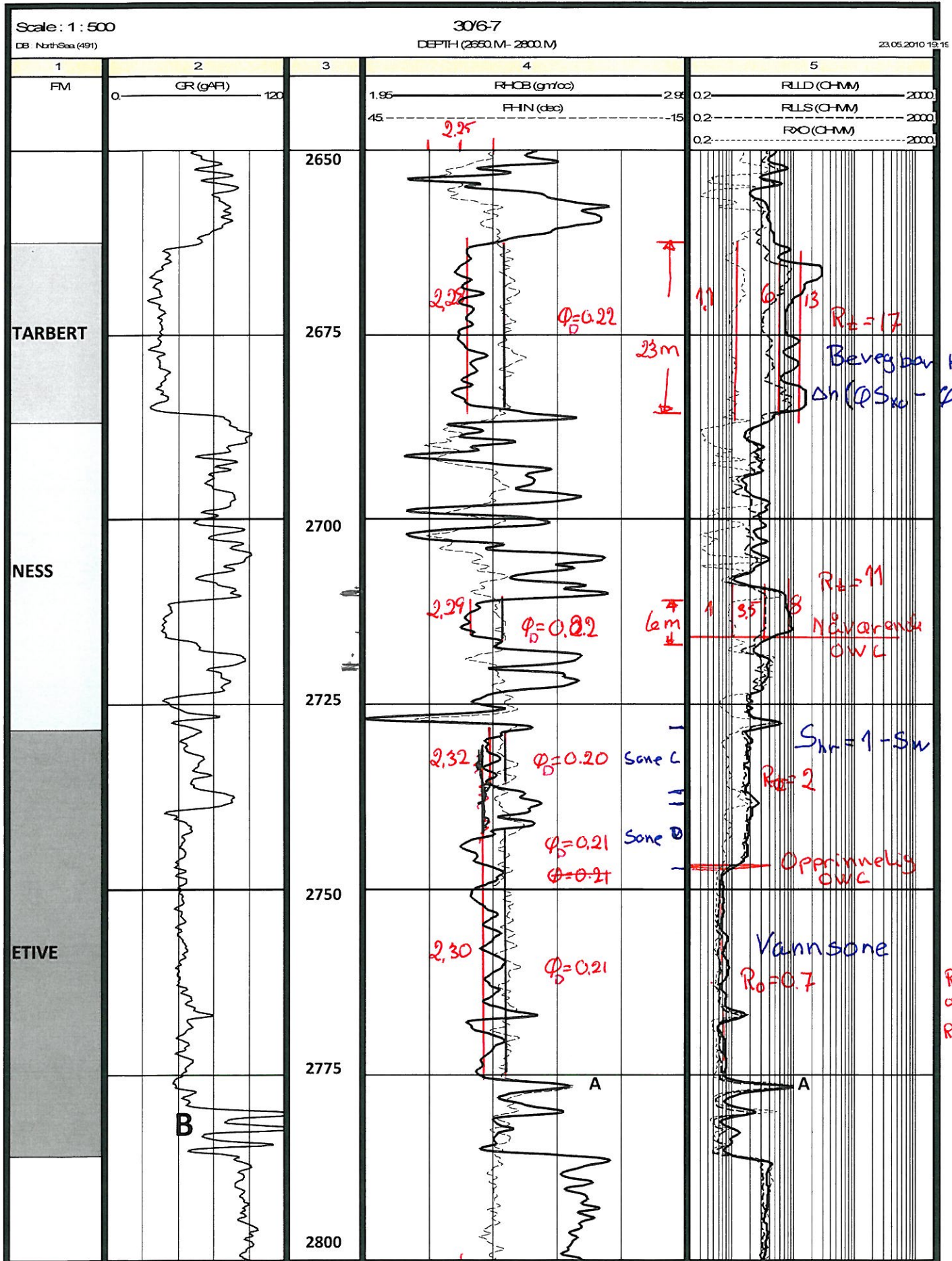
Trykktjøtt : Hvis barrierer pga. kull/skifer vil dette gi andre trykkt variasjoner



# SVAR

1) Bestemme  $S_{hr} = 1 - S_{x0}$

2) Bestemme beregbar  $H_c$ :  $\Delta h \cdot (\phi_{Sx0} - \phi_{Sw})$



b)

1) Opprinnelig owc = 2747 m

2) Nåværende owc = 2715 m eller noe dypere

3) Residuell objemetning mellom nåværende og opprinnelig owc

$$S_{hr} = 1 - S_w = 1 - \sqrt{\frac{F \cdot R_w}{R_t}}$$

$$\phi = \frac{P_{na} - P_D}{P_{na} - P_t} = \frac{2.65 - 2.32}{2.65 - 1} = \underline{0.20}$$

$$\underline{R_t = 2} \quad R_{ud} = R_{us} = 2$$

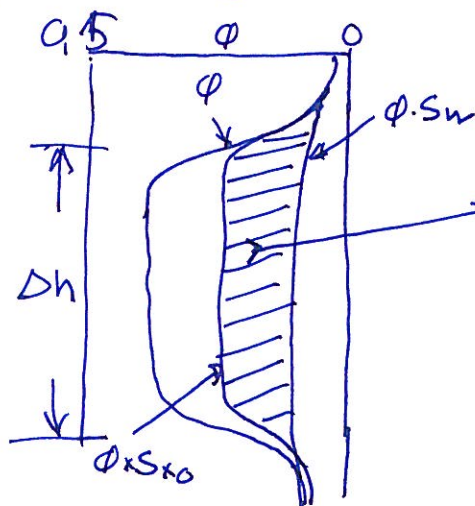
$R_w$  fra vannsonen  $P_D = 2.30 \Rightarrow \phi_D = \underline{0.21}$ ,  $R_D = \underline{0.7}$

$$S_w = 1 \Rightarrow R_w = \frac{R_D}{F} = \frac{0.7}{0.21^{2.15}} = \underline{0.039}$$

$$S_{weC}: S_{hr} = 1 - S_w = 1 - \sqrt{\frac{F \cdot R_w}{R_t}} = 1 - \sqrt{\frac{0.62}{0.20^{2.15} \times 0.039}} = \underline{0.38}$$

$$S_{weD}: S_{hr} = 1 - S_w = 1 - \sqrt{\frac{F \cdot R_w}{R_t}} = 1 - \sqrt{\frac{0.62}{0.21^{2.15} \times 0.039}} = \underline{0.41}$$

4) Bevegbar olje over nåværende kontakt



$$\text{Bevegbar olje} = \Delta h (\phi S_{x0} - \phi S_w)$$

b)

Rint9b

 $\Delta h(\phi S_{x0} - \phi S_w)$ 

	$R_{LLd}$	$R_{LLS}$	$R_{x0}$	$R_E$	$\rho_b$	$\phi_D$	$\Delta h$	$S_w$	$S_{x0}$	
Tabert sand	13	6	1.1	17.4	2.28	0.22	23m	0.19	0.71	2.61
+ Ness sand	8	3.5	1	11	2.29	0.22	6m	0.24	0.74	0.66

Beregnbar HC

$$\text{Totalt Tabert + Ness} = 2.61 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} + 0.66 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \\ = \underline{\underline{3.27 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}}}$$

$R_{mf}$  er ikke oppgitt ( $S_{x0} = \frac{F \cdot R_{mf}}{R_{x0}}$ )

Bruker vannsonen

$$S_{x0} = 1 \Rightarrow \frac{F \cdot R_{mf}}{R_{x0}} = 1$$

$$R_{mf} = \frac{R_{x0}}{F} = \frac{0.6}{\frac{0.62}{0.21^{2.15}}} = \underline{\underline{0.034}}$$

c)

Normalt formasjonstrykk = vanntrykk = 1 bar/10 m

- Opprinnelig formasjonstrykk i denne brønnen ved 2700 m  
= ca 270 bar

Siden vi har hatt produksjon fra dette feltet i 5 år vil nåværende formasjonstrykk i denne brønnen være 200-250 bar

Trykkplott se søggene

d) Net Sand er produsert sand

Bruker vanligvis  $\phi > 0.10$  og  $V_d < 0.4$ 

$$\text{HC volum} = A \cdot \underbrace{\Delta h \cdot \frac{N_g}{G}}_{\text{Net Sand}} \cdot \phi (1 - S_w)$$

$\phi$  og  $S_w$  er snittverdi i Net Sand