Pet 120

Hoved oppgave til reservoar ingeniør

1) Estimere volum av HC tilstede

2) Beregne utvinnings grad

3) Tidsskala til utvinningen

Verktøy

- statiske metoder (ikke i Pet120)
- material balanse
- dynamiske modeller
- analytiske modeller
  - Buckley - Leverett
  - Brønn testing

Inngangsdata

i) Bergartsegenskaper

φ, k, P_c, kompressibilitet, ...

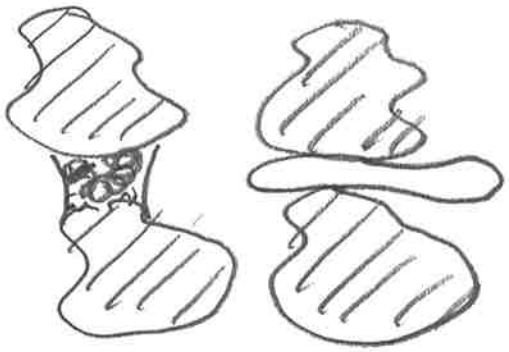
ii) Fluid egenskaper

PVT, μ_j, ρ_j, ...

Datafangst

- In-situ (logging, brønntest)

Porøsitet



quartz

clay

cement
$CaCO_3$

V_p = volum mellom korn (porevolum)

V_m = volum av matrix (fast stoff)

V_b = bulk volum = sum av porevolum og matrix

$$V_b = V_p + V_m$$

$$\text{porøsitet } \varphi = \frac{V_p}{V_b} = \frac{V_b - V_m}{V_b} = 1 - \frac{V_m}{V_b}$$

sandstein	$\varphi \sim 20-30\%$
kalk	$\varphi \sim 30-50\%$
karbonat	$\varphi \sim$ stor variasjon

primær φ : porøsiteten ved avsetning

sekundær φ : geologiske prosesser,
kjemiske — " —
(oppløsning, utfelling)

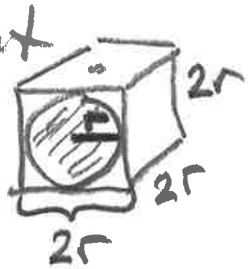
sandstein ~ primær φ

karbonat ~ sekundær φ

$\varphi \sim$ { partikkel form
pakningstype
sorteringsgrad

kubisk

symetrielement



$V_m = \frac{4}{3}\pi r^3$

$V_b = 2r \cdot 2r \cdot 2r = 8r^3$

$\varphi = 1 - \frac{V_m}{V_b}$

$\varphi = 1 - \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{8r^3} = 1 - \frac{\pi}{6} \approx 0.48$

$$\varphi = \frac{V_p}{V_b} = \frac{V_p^{fin}}{V_b^{grov}} =$$

$$\varphi^{fin} = \frac{V_p^{fin}}{V_b^{fin}} \Rightarrow V_p^{fin} = \varphi^{fin} V_b^{fin}$$

$$\Rightarrow \varphi = \varphi^{fin} \frac{V_b^{fin}}{V_b^{grov}} = \varphi^{fin} \underbrace{\frac{V_p^{grov}}{V_b^{grov}}}_{\varphi^{grov}}$$

$$\boxed{\varphi = \varphi^{fin} \cdot \varphi^{grov}}$$

→ generalisert $\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \ldots \cdot \varphi_N$

$$\varphi = \prod_{i=1}^{N} \varphi_i$$

kubisk pakning

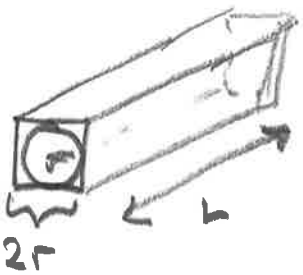
$$\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2 = 0{,}47 \cdot 0{,}47 = \underline{0{,}22}$$

effektiv porøsitet $\varphi_{eff} = \frac{\text{sammenhengende } V_p}{\text{bulk volum}}$

heksagonalt (kanonkuler)

$$\varphi = 1 - \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \simeq 0{,}26$$

rørbunelt (murstein)



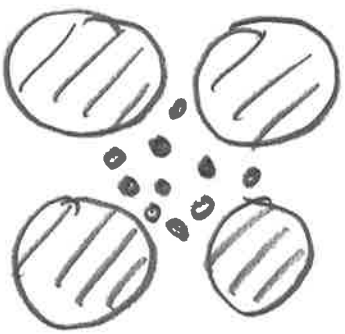
$$V_p = \pi r^2 \cdot L$$

$$V_b = (2r)^2 \cdot L = 4r^2 \cdot L$$

$$\varphi = \frac{V_p}{V_b} = \frac{\pi r^2 \cdot L}{4r^2 \cdot L} = \frac{\pi}{4} \simeq 0{,}79$$

<u>Eks</u> sortering

fin sand pakket mellom grov sand



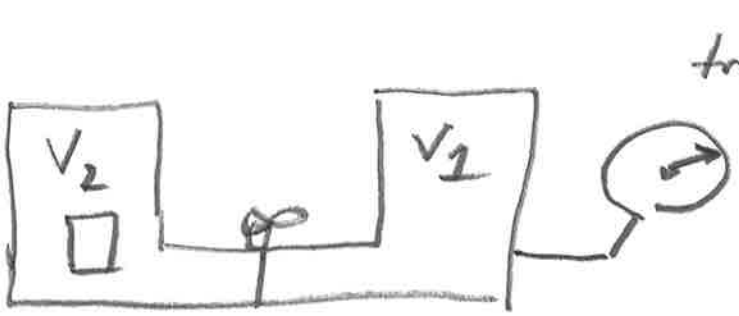
$$\varphi = \frac{V_p}{V_b}$$

$$V_p^{grov} = V_b^{fin}$$

$$V_p^{fin} = V_p$$

$$V_b = V_b^{grov}$$

Eks måling av porøsitet



V_1 og V_2 = kjent

① vakuum

② åpner ventil $p_i \longrightarrow p_f$

ideell gass $p_i V_i = p_f V_f$

$$V_i = V_1$$

$$V_f = V_1 + V_2 - V_m$$

$$\Rightarrow p_i V_1 = p_f (V_1 + V_2 - V_m)$$

$$V_m = V_1 + V_2 - \frac{p_i}{p_f} V_1$$

$$\varphi = 1 - \frac{V_m}{V_b}$$

V_b → målt separat