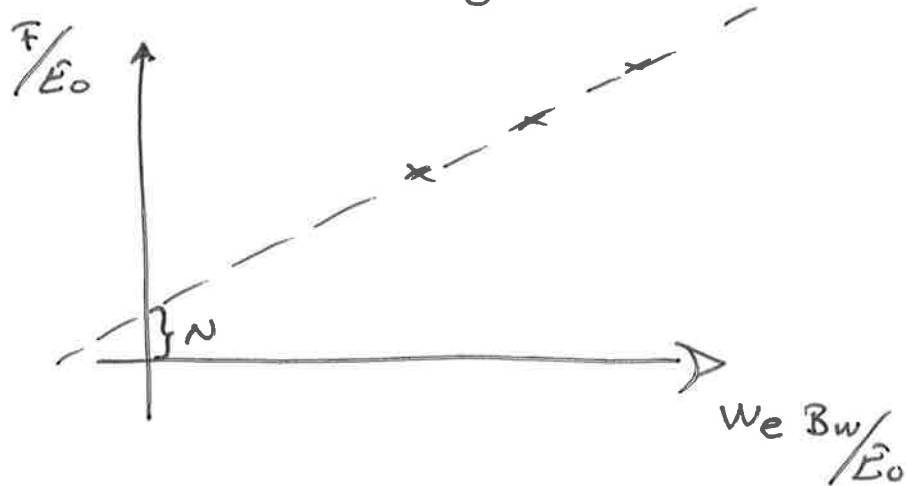


Ex2 We cannot be ignored

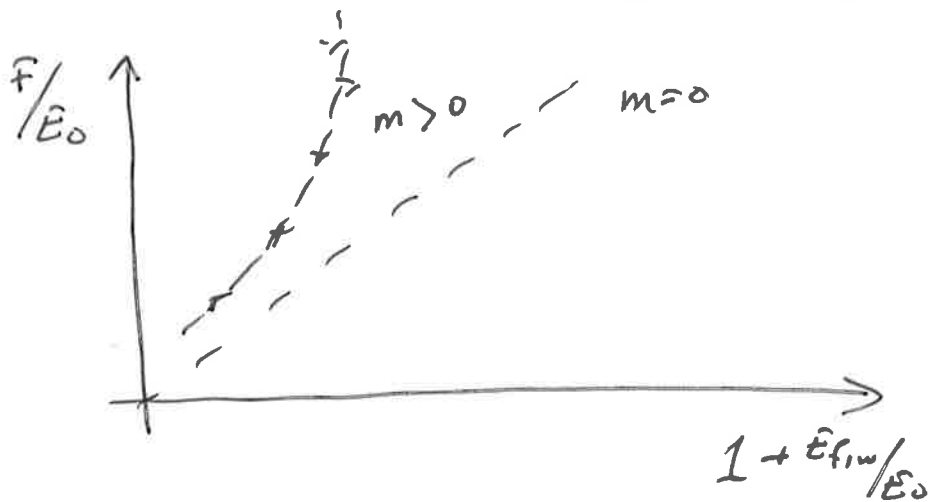
$$F = N E_0 + W_e B_w$$

$$\frac{F}{E_0} = N + \frac{W_e B_w}{E_0}$$



Reservoir with a gas cap

$$\frac{F}{E_0} = N \left[1 + \frac{\bar{E}_{f,w}}{E_0} + m \frac{\bar{E}_g}{E_0} \right], W_e = 0$$



Tabell 2: Felt PVT data

Trykk (psia)	B_o rb/stb	R_s scf/stb	B_g rb/scf
4000	1.2417	510	
3500	1.2480	510	
3330	1.2511	510	
3000	1.2222	450	0.00087
2700	1.2022	401	0.00096
2400	1.1822	352	0.00119
2100	1.1633	304	0.00137
1800	1.1450	257	0.00161
1500	1.1287	214	0.00196
1200	1.1115	167	0.00249
900	1.0940	122	0.00339
600	1.0763	78	0.00519
300	1.0583	35	0.01066

Vi skal se på et reservoar der hoveddrivmekanismen er ekspansjon av olje og oppløst gass i olje. Vi neglisjerer innstrømning av vann i reservoaret og produksjon av vann. Anta at kompressibiliteten til formasjonen er $c_p = 8.6 \cdot 10^{-6}/\text{psi}$, kompressibiliteten til vann er $c_w = 3.0 \cdot 10^{-6}/\text{psi}$, $S_w = 0.20$ og at opprinnelig trykk i reservoaret var $p = p_i = 4000$ psi. Andre PVT data er gitt i Tabell 2.

- h) Anta at under produksjon så synker trykket ned til boblepunktstrykket $p = p_b = 3330$ psi. Hvilken form tar likning 1 nå? Bruk denne likningen og finn ut hvor mye olje som er produsert (N_p) i forhold til opprinnelig volum (N) (utvinningsgraden).
- i) Anta at produksjonen fortsetter under boblepunktet til trykket når en verdi på 900 psi. Finn et uttrykk for utvinningsgraden som funksjon av produsert gass olje forholdet R_p . Skisser utvinningsgraden som funksjon av produsert gass olje forholdet.
- j) På bakgrunn av resultatene i oppgave h) og i), hva vil du anbefale at man gjør med den produserte gassen? Begrunn svaret.

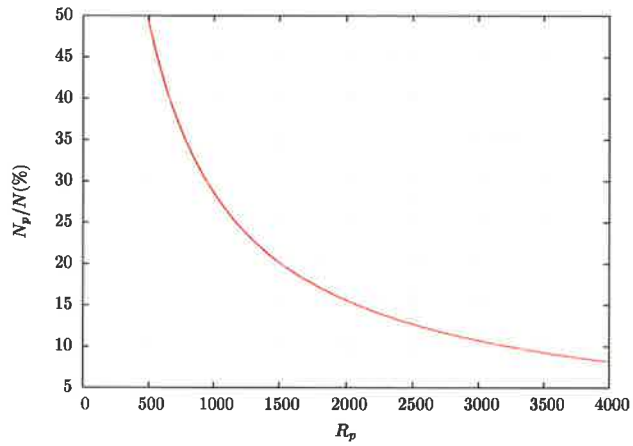
$\frac{N_p}{N} ?$

$$F = N(E_o + m E_g + E_c) + W_e B_w \quad (1)$$

Symbolene i likningen over er definert:

$$\begin{aligned}
 F &= N_p [B_o + (R_p - R_s) B_g] + W_p B_w \\
 E_o &= (B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s) B_g \\
 E_g &= B_{oi} \left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1 \right) \\
 E_c &= B_{oi} (1 + m) \left(\frac{c_w S_w + c_p}{1 - S_w} \right) \Delta p.
 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{344}{R_p + 201}$$



$$\frac{N_p}{N} = \frac{344}{R_p + 201}$$

Figur 1: Plott av utvinningsgraden som funksjon av kumulativt gass olje forhold. Legg merke til at utvinningsgraden går ned etter som gass blir produsert.

$\bar{E} \times 2008 \text{ h})$

$$p_i = 4000 \text{ psi} \Rightarrow B_{o,i} = 1.2417, R_{s,i} = 510$$
$$B_{g,i} = 0$$

Table

$$\rightarrow p = 3330 \text{ psi} \Rightarrow B_o = 1.2511, R_s = 510, B_g = 0$$

$$W_e = 0, W_p = 0$$

$$\underbrace{F}_{N_p B_o} = \underbrace{N}_{\cancel{N}} \left[\underbrace{E_o}_{B_o - B_{o,i}} + \underbrace{E_{fw}}_{B_{o,i} \frac{c_w s_w + c_p \Delta P}{1 - s_w}} \right]$$

$$N_p B_o = N \left[B_o - B_{o,i} + B_{o,i} \frac{c_w s_w + c_p \Delta P}{1 - s_w} \right]$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{B_o - B_{o,i}}{B_o} + \frac{B_{o,i}}{B_o} \frac{c_w s_w + c_p \Delta P}{1 - s_w}$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{1.2511 - 1.2417}{1.2511} + \frac{1.2417}{1.2511} \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 0.2 + 8.6 \cdot 10^{-6}}{1 - 0.2}$$

* (4000 - 3300)

$$\frac{N_p}{N} = 0.0152 \Rightarrow \frac{N_p}{N} = \underline{\underline{1.52\%}}$$

$$i) \quad F = N [\bar{E}_0 + m \bar{E}_g + \bar{E}_{fiw}] + W_e B_w$$

no inflow of water $\Rightarrow W_e = 0$

no initial gas cap $\Rightarrow m = 0$

(even if gas is produced in the reservoir during pressure depletion $m = 0$)

ignore \bar{E}_{fiw} because it is $\ll \bar{E}_0$

$$E_0 = B_0 - B_{0,i} + (R_{s,i} - R_s) B_g$$

$$\text{at } p = 900 \text{ psi} \quad B_0 = 1.0940 \frac{\text{rb}}{\text{stb}} \quad R_s = 122 \frac{\text{scf}}{\text{stb}}, \quad B_g = 0.00339 \frac{\text{rb}}{\text{scf}}$$

$$F = N_p [B_0 + (R_p - R_s) B_g]$$

$$\Rightarrow N_p [B_0 + (R_p - R_s) B_g] = N [B_0 - B_{0,i} + (R_{s,i} - R_s) B_g] + N \bar{E}_{fiw} \rightarrow 0$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{B_0 - B_{0,i} + (R_{s,i} - R_s) B_g (+ \bar{E}_{fiw} \overset{N=0}{})}{B_0 + (R_p - R_s) B_g}$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{1.0940 - 1.2417 + (510 - 122) 0.00339}{1.0940 + (R_p - 122) 0.00339}$$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{344}{R_p + 201}$$

$$E_{f,w} = B_{o,i} (1+m) \left(\frac{C_w S_w + C_p}{1-S_w} \right) \Delta p$$

$\begin{matrix} \rightarrow 0 & \leftarrow 3.0 \cdot 10^{-6} & \rightarrow 0.2 & \leftarrow 8.6 \cdot 10^{-6} \\ \leftarrow 3.0 \cdot 10^{-6} & \rightarrow 0.2 & \leftarrow 8.6 \cdot 10^{-6} & \end{matrix}$

(4000 - 900)

$$= 1.2417 \left[\frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 0.2 + 8.6 \cdot 10^{-6}}{1 - 0.2} \right] (4000 - 900)$$

$$= 0.044$$

$$\frac{0.044}{0.00339} \leftarrow B_g (900 \text{ psi})$$

$$\Rightarrow \frac{N_p}{N} = \frac{344 + 12.9}{R_p + 201}$$
