

# ResTek1—Løsning Øving 7

## Oppgave 1

a) Darcy's lov for olje og vann lyder,

$$u_o = -\frac{k_o}{\mu_o} \frac{dp_o}{dr}, \quad u_w = -\frac{k_w}{\mu_w} \frac{dp_w}{dr}.$$

Ved brønnen er  $q = 2\pi r_w h$  og dermed er

$$q_o = -\frac{2\pi r_w h k_o}{\mu_o} \frac{dp_o}{dr}, \quad q_w = -\frac{2\pi r_w h k_w}{\mu_w} \frac{dp_w}{dr}.$$

Vi antar videre at  $dp_c/dr \ll dp_o/dr$  slik at  $dp_o/dr = dp_w/dr = dp/dr$ . Da blir

$$f_w = \frac{q_w}{q_o + q_w} = \frac{2\pi r_w h \frac{k_w}{\mu_w} \frac{dp}{dr}}{2\pi r_w h \frac{k_o}{\mu_o} \frac{dp}{dr} + 2\pi r_w h \frac{k_w}{\mu_w} \frac{dp}{dr}},$$

$$f_w = \frac{k_w/\mu_w}{k_w/\mu_w + k_o/\mu_o} = \frac{1}{1 + \frac{k_{ro} \mu_w}{k_{rw} \mu_o}}.$$

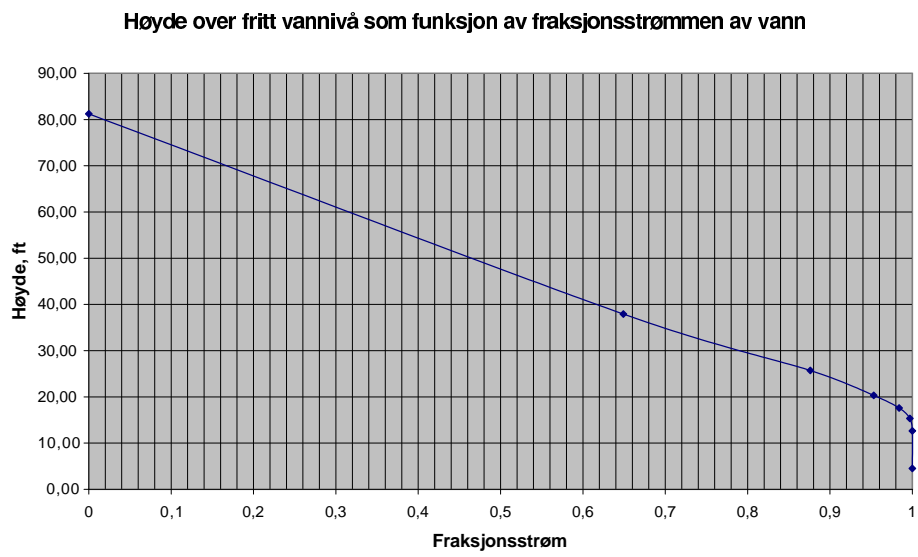
b) Vi har at  $p_{cR} = \Delta\rho h 62.4/144$  når  $p$  er i psi,  $\Delta\rho$  er i  $\text{g/cm}^3$ ,  $h$  i ft. Tallet 62.4 gir omregning fra  $\text{g/cm}^3$  til  $\text{lb/ft}^3$ , og tallet 144 er antall inches<sup>2</sup> per ft<sup>2</sup>. Da blir  $p_{cR} = 0.15 \cdot \frac{62.4}{144} h = 0.065h$ , og  $p_{cL} = \sigma_L/\sigma_R \cdot p_{cR} = 75/22 \cdot h$ . Dermed blir  $h = p_{cL}/0.2216$ . Vi kan da lage følgende tabell: I den andre linje i tabellen, for

$S_w$	$k_{ro}$	$k_{rw}$	$p_{cL}$ [psi]	$f_w$	$h$ [ft]
1.00	0.00	1.00	1.0	1.000	4.51
0.95	0.00	0.90	2.8	1.000	12.64
0.90	0.04	0.78	3.4	0.997	15.34
0.80	0.14	0.58	3.9	0.984	17.60
0.70	0.29	0.39	4.5	0.953	20.31
0.60	0.49	0.23	5.7	0.876	25.72
0.50	0.73	0.09	8.4	0.649	37.91
0.40	1.00	0.00	18.0	0.000	81.23
0.30	1.00	0.00	$\infty$	0.000	$\infty$

Tabell 1: Relative permeabiliteter og kapillartrykket målt i lab som funksjon av vannmetningen; fraksjonsstrømmen av vann som funksjon av høyden over det frie vannivå.

$S_w = 0.95$ , er  $k_{rw}$  og  $p_{cL}$  funnet fra interpolerte verdier i plott av de to størrelsene.

Høyden  $h$  som funksjon av fraksjonsstrømmen  $f_w$  er vist i figur 1.



Figur 1: Høyden over fritt vannivå som funksjon av fraksjonsstrømmen av vann.