Øving 12 og Øving 13

Løsning

ResTek1—Løsning Øving 12

Oppgave 1

Den totale kompressibiliteten c_t er gitt ved,

$$c_t = c_o S_o + c_w S_w + c_g S_g + c_f = 10.95 \cdot 10^{-6}\ \text{psi}^{-1}.$$

Fra plottet ser vi at $m = 8.1$ psi/dekade. Dette gir

$$k_o = \frac{162.6 Q_o \mu_o B_o}{mh} = \frac{162.6 \cdot 303 \cdot 0.878 \cdot 1.035}{8.1 \cdot 50} = 111\ \text{md}.$$

Skinfaktoren S er gitt ved

$$S = 1.151 \left[\frac{p_i - p_{1\text{HR}}}{m} - \log\left(\frac{k}{\phi \mu c_t r_w^2} \right) + 3.23 \right].$$

Fra grafen i figur 1 ser en at $p_{1\text{HR}} = 4701$ psia. Dette gir

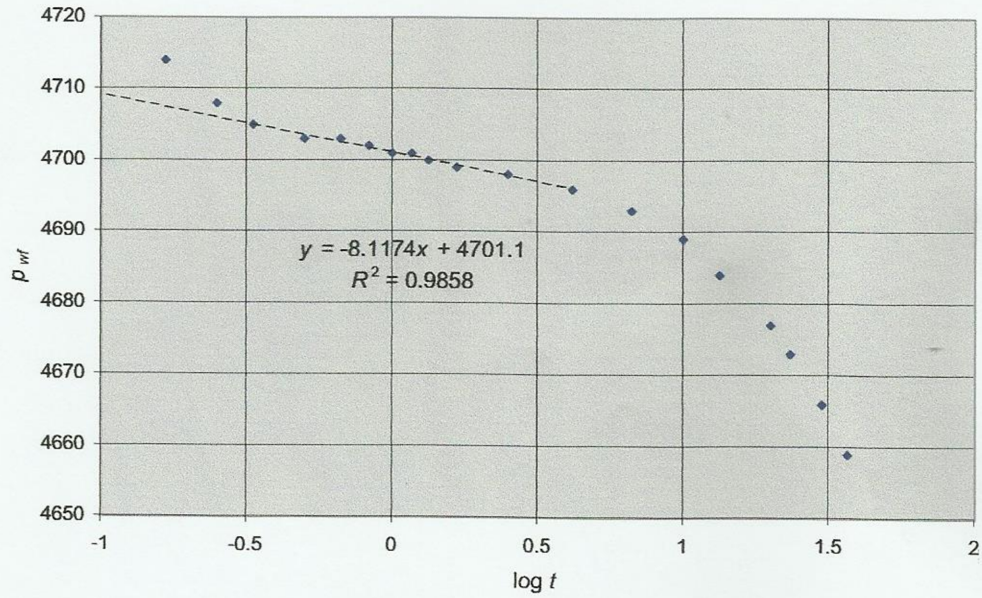
$$\begin{aligned} S &= 1.151 \left[\frac{4828 - 4701}{8.1} - \log\left(\frac{111}{0.059 \cdot 0.878 \cdot 10.95 \cdot 10^{-6} \cdot 0.25^2} \right) + 3.23 \right] \\ &= 10.8, \end{aligned}$$

altså en skadet brønn. Det kan være vanskelig å bestemme hvilken del av grafen som skal velges til å representere den analytiske løsningen krav om at trykket vil synke lineært med logaritmen til tiden. I dette tilfellet vil antagelig de to første datapunktene representere borhullseffekten: Brønnen åpnes på overflaten og det vil ta noen minutter før raten nede i brønnen ved grenseflaten mot reservoaret er blitt konstant lik den på overflaten.

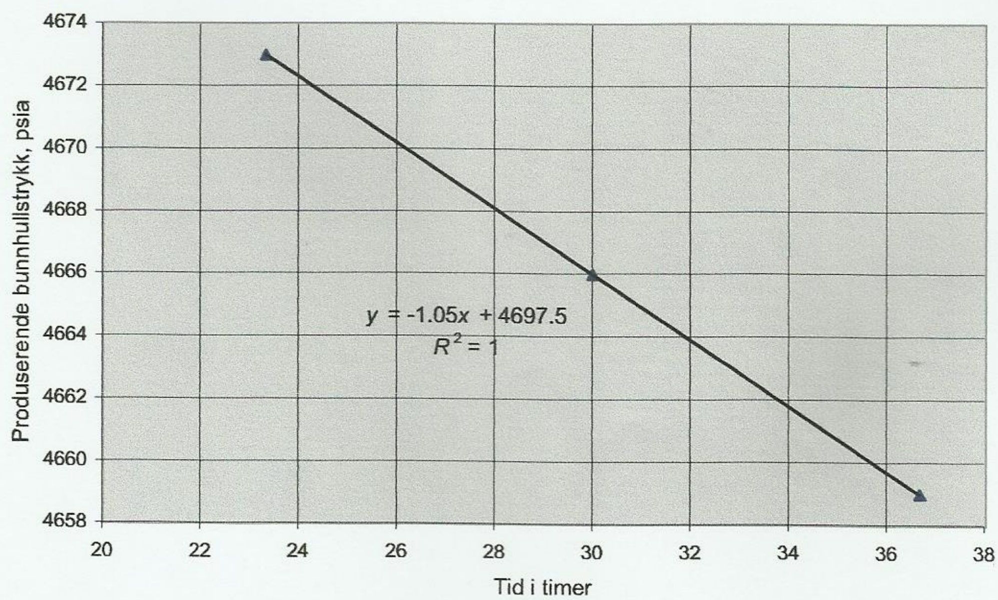
Logaritmetilnærmelsen av eksponensialintegralet vil gjelde på mindre enn et minutt,

$$\begin{aligned} t &> \frac{\phi \mu c r_w^2}{0.00105 k 0.01} \\ &= \frac{0.059 \times 0.878 \times 10.95 \times 10^{-6} \times 0.25^2}{0.00105 \times 111 \times 0.01} \times 60 \times 60 \\ &= 0.11\ \text{sekunder}. \end{aligned}$$

Etter omlag 250 minutt begynner reservoargrensene å påvirke trykkdataene og vi replotter de siste tre datapunktene i figur 2 og ser at de ligger på en rett linje (halvstasjonær periode) med et stigningsforhold på 1.05 psi/time. Porevolumet V_p (bbl) som brønnen drenerer fra er da gitt ved $V_p = 0.0418 Q_o B_o / (B_L c_t)$, hvor $B_L = 1.05$ psi/time. Dermed er $V_p = 0.0418 \cdot 303 \cdot 1.035 / (1.05 \cdot 10.95 \cdot 10^{-6})$, $V_p = 1.14 \cdot 10^6$ bbl.



Figur 1: Trykkfallstest, p_{wf} som funksjon av logaritmen til tiden i timer etter ratestart, "infinite-acting period," oppgave 1.

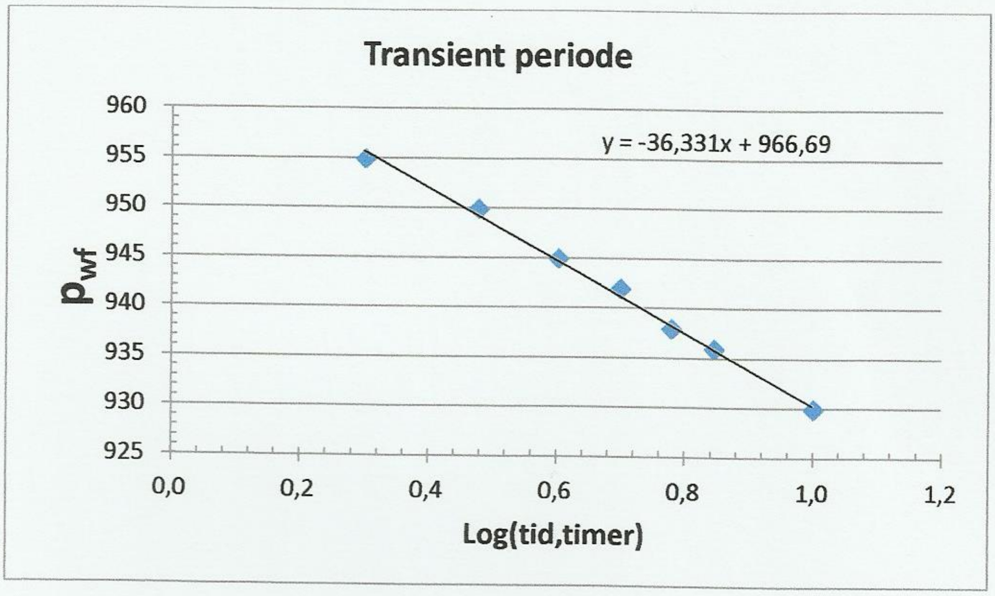


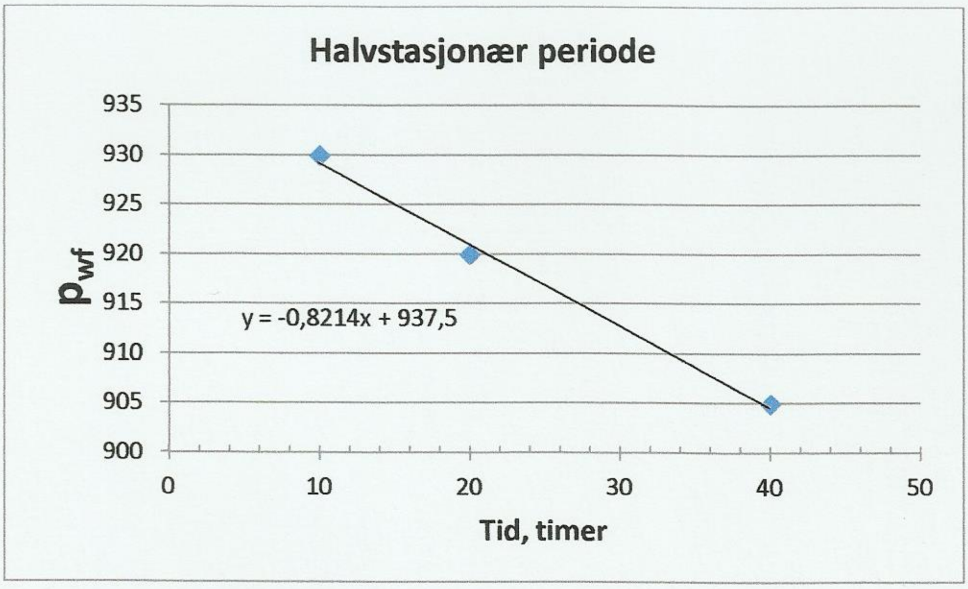
Figur 2: Trykkfallstest, p_{wf} som funksjon av tiden i timer etter ratestart, halvstasjonær periode, oppgave 1

Øving 13. Trykkfallstest. Løsning

Løsning

pwf(psi)	tid(timer)	log (timer)	log(t*(dp/dt))
1154	0		
968	1	0,00	0,60
955	2	0,30	0,53
950	3	0,48	0,50
945	4	0,60	0,48
942	5	0,70	0,48
938	6	0,78	0,47
936	7	0,85	0,52
930	10	1,00	0,60
920	20	1,30	0,60
905	40	1,60	




Halvstasjonær periode
935
930
925
920
915
910
905
900
pwf
y = -0,8214x + 937,5
0
10
20
30
40
50
Tid, timer

Transient periode

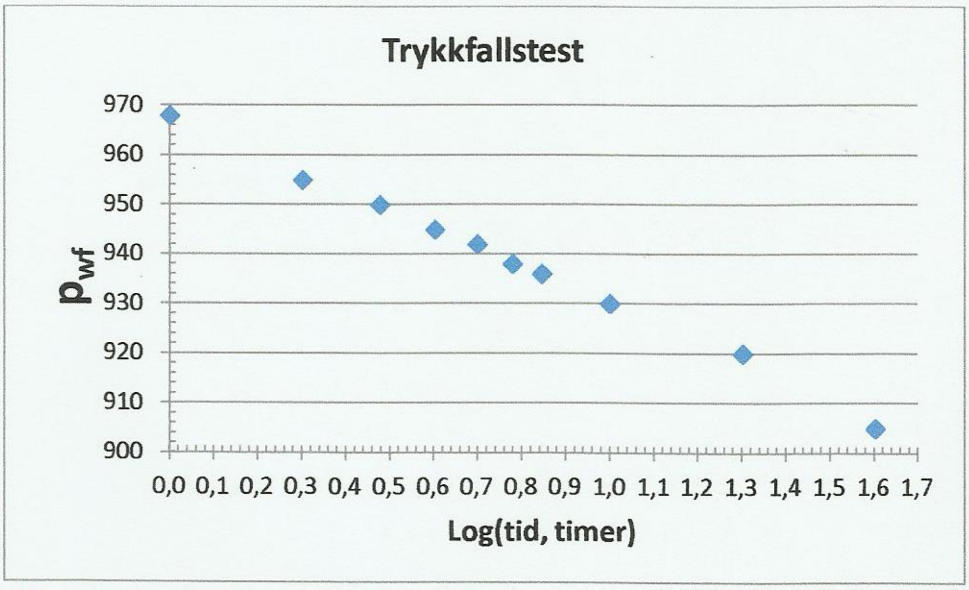
I denne perioden er trykkutviklingen gitt ved

$$p_{wf} = m \log t + b$$

Der $m \propto 1/k$ og $b = f(S)$. Permeabiliteten, *k*, bestemmes når *m* er kjent. Når *k* er kjent bestemmes S ved å ekstrapolere linjen til p_{wf}(1 time) da

$$p_{wf}(1\text{time}) = m\log(1) + b = b$$

Det kan ofte være vanskelig å bestemme intervallet der vi har en rett linje (se figur)



Det kan være en hjelp å derivere:

$$\frac{dp_{wf}}{dt} = \frac{m}{t} \text{dvs} \left(t\frac{dp_{wf}}{dt}\right) = m$$

Ved å se på $\log\left(t\frac{dp_{wf}}{dt}\right)$ versus log(*t*) så kan dette være en hjelp til å definere intervallet (se tabell over).

I feltenheter har vi at

$$k = \frac{162{,}6 \cdot Q_o^S B_o \cdot \mu_o^R}{m \cdot h} = \frac{162{,}6 \cdot 348 \cdot 1{,}14 \cdot 3{,}93}{36{,}3 \cdot 130} = 53 \text{ mD}$$

der *m* = 36,3 psi/dekade (dvs pr log-syklus).

Uttrykket for S i feltenheter blir da

$$S = 1{,}151\left[\frac{p_i - p(1\,\text{time})}{m} - \log\frac{k}{\varphi\cdot\mu_o^R\cdot c_t\cdot r_w^2} + 3{,}2275\right] = 0{,}36$$

Det ekstra trykkfallet inn mot brønnen som skyldes formasjonsskade er gitt ved

$$\Delta p_{skin} = \alpha\frac{Q_o^S\cdot B_o\cdot\mu_o^R}{2\pi\cdot k\cdot h}S$$

I Darcy enheter er $\alpha = 1$ og i feltenheter er $\alpha = 899{,}12$

α for feltenheter finnes på følgende måte:

$$\frac{\text{psi}\cdot 1\,\text{atm}}{14{,}7\,\text{psi}} = \frac{\text{bbl}\cdot\text{m}^3\cdot 10^6\,\text{cm}^3\cdot 1\text{d}\cdot 10^3\,\text{mD}\cdot 1\text{D}\cdot 1\text{ft}}{\text{d}\cdot 6{,}29\text{bbl}\cdot 1\text{m}^3\cdot(3600\cdot 24)\text{s}\cdot\text{mD}\cdot 1\text{D}\cdot 0{,}987(\mu\text{m}^2)\cdot\text{ft}\cdot 30{,}48\text{cm}}$$

Herav

$$\alpha = \frac{14{,}7\cdot 10^6\cdot 10^3}{6{,}29\cdot 3600\cdot 24\cdot 30{,}48\cdot 0{,}987} = 899.12$$

Halvstasjonær periode

I denne perioden er trykkutviklingen gitt ved

$$p_{wf} = m\cdot t + b$$

Vinkelkoeffisienten *m* er en funksjon av dreneringsarealet gitt ved

$$m = \frac{0{,}23396\cdot Q_o^S\cdot B_o}{c_t\cdot A\cdot h\cdot\varphi}$$

Herav fås da dreneringsarealet

$$\text{A} = \frac{0{,}23396\cdot 348\cdot 1{,}14}{8{,}74\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}8\cdot 130\cdot 0{,}2} = 510564\,\text{ft}^2$$

$$\text{A} = \frac{510564\text{ft}^2\cdot 0{,}3048^2\,\text{m}^2\cdot 1\text{acres}}{1\text{ft}^2\cdot 4046\text{m}^2} = 11{,}7\ \text{acres}$$

Parameteren *b* kan relateres til formen på reservoaret. *b* finnes ved å ekstrapolere til t=0. Trendlinjen i figuren gir *b* = 937 psi