

ResTek1— Øving 11

Kommentar til Oppgave 3

I oppgaveteksten står det at en skal anta at interferensen fra w_2 og w_3 er neglisjerbar i de tidlige trykkdata. Med denne antagelsen beregnes så permeabilitet, deretter porøsitet og så skinfaktor, se løsningen. Det mangler en sjekk av denne antagelsen, som innebærer at de to ei-funksjonene kan betraktes som konstante i begynnelsen av innstengingsperioden til w_1 .

Vi setter inn de beregnede verdier for k og ϕ samt andre størrelser i det oppgitte uttrykk for trykkløsningen,

$$\frac{(p^* - p_{ws})}{162.6 \frac{Q_1 \mu B}{kh}} = \log\left(\frac{t_1 + \Delta t}{\Delta t}\right) + \frac{1}{\ln(10)} \left[\frac{Q_2}{Q_1} \text{ei}(x_1) + \frac{Q_3}{Q_1} \text{ei}(x_2) \right],$$

med

$$x_1 = \frac{\phi \mu c_t d_{12}^2}{0.00105 k t_2}, \quad x_2 = \frac{\phi \mu c_t d_{13}^2}{0.00105 k t_3},$$

og hvor d_{12} er avstanden mellom w_1 og w_2 , d_{13} mellom w_1 og w_3 , t_1 produksjonstiden til w_1 , t_2 til w_2 og t_3 til w_3 . Da får en

$$\begin{aligned} \text{V.S.} = & \log\left(\frac{70 + \Delta t}{\Delta t}\right) \\ & + \frac{1}{\ln(10)} \left[\frac{190}{120} \text{ei}\left(0.13 \frac{0.8 \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot 2500^2}{0.00105 \cdot 7.48 \cdot (100 + \Delta t)}\right) \right. \\ & \left. + \frac{80}{120} \text{ei}\left(0.13 \frac{0.8 \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot 1900^2}{0.00105 \cdot 7.48 \cdot (50 + \Delta t)}\right) \right]. \end{aligned}$$

Dersom vi nå plotter trykket p_{ws} mot hele høyre siden av denne ligningen, for samhørende verdier av p_{ws} og Δt så skal vi få en rett linje med stigningsforhold $162.6 Q_1 \mu B / kh$, som altså burde ha blitt lik 78.8 dersom antagelsen hadde vært god.

Ved direkte utregning vil en imidlertid se at begge ei-funksjonene endrer seg forholdsvis mye med Δt . Utføres plottet, så er det ikke så lett å finne noen klar lineær trend, men de rette linjer en kan legge har stigningsforhold som ligger rundt 0.08. Det betyr at permeabiliteten blir en faktor 10000 større, altså urealistisk. Dermed er det altså ikke noen god antagelse å anta at ei-funksjonene kan betraktes som konstante.

Dersom en ikke gjør antagelsen, så kan ikke k regnes ut uten videre, en kan dermed heller ikke finne ϕ , og uttrykket for skinfaktoren blir heller ikke så enkelt som angitt i løsningsforslaget. For å finne et uttrykk for skinfaktoren må vi sette opp hele løsningen før avstenging, inkludert ekstra trykkfall over den skadde sonen og så trekke fra ideell løsning etter avstenging, slik som det ble gjort i forelesningene for PBU-testen sitt vedkommende.

For å løse problemet uten å neglisjere ei-leddene så må vi tilpasse hele trykk ligningen til datasettet. Denne trykk ligningen har da både k og ϕ som parametre. Vi må lage oss en feilfunksjon, for eksempel sum av kvadratavvikene mellom beregnet trykk (med antatte verdier for k og ϕ) og målt trykk, og så minimalisere feilen ved å variere k og ϕ . Dette er en egen "idrett" i numerisk matematikk. Det kalles for ikke-lineær optimalisering. I regnearket Excel er det en utmerket funksjon (et tillegg) som heter "Problemløser" eller "Solver" som utfører en slik minimalisering. Antagelig vil feilfunksjonen være mest følsom for variasjoner i k i de tidlige trykkdata og for ϕ i de seneste trykkdata.

Med k og ϕ bestemt, så kan en finne skinfaktor S som skissert ovenfor.