



DATO: 11. DESEMBER 1997

EKSAMEN I: TE 6192 Reservoarsimulering, innføring

VARIGHET: kl 09.00 – 14.00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Kalkulator

OPPGAVESETTET BESTÅR AV: 3 sider

MERKNADER: Ingen

Oppgave 1

a) Utled diffusivitetstiligningen for horisontal strøm av et fluid i to dimensjoner ved å bruke massebalanse på et volumelement $\Delta V = \Delta x_i \Delta y_j \Delta z$. Tettheten ved reservoarbetingelser er gitt ved $\rho = b\rho_0$, hvor ρ_0 er tettheten ved standard forhold og b er invers volumfaktor. Svaret skal bli

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Ck_x b}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Ck_y b}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} \right) + q = \phi \frac{db}{dp} \frac{\partial p}{\partial t}, \quad \dots \dots \dots (1)$$

hvor C er en omregningsfaktor.

b) Diskretiser ligning 1 med implisitt formulering og vis at svaret kan skrives på formen

$$a_{i,j} p_{im,j} + c_{i,j} p_{ip,j} - p_{i,j} + e_{i,j} p_{i,jm} + f_{i,j} p_{i,jp} = d_{i,j}. \quad \dots \dots \dots (2)$$

c) Nevn to andre numeriske formulering som kunne ha vært brukt til å diskretisere ligning 1. Skisser kort hva som adskiller disse formuleringen fra den implisitte og angi fordeler og ulemper med alle tre formuleringene.

d) Vis med et eksempel, (4×3) rutenett, hvordan ligning 2 kan skrives på matrikseform som et linært ligningsett og forklar med ord hvordan dette ligningsettet kan løses.

e) Vis hvordan det samme ligningssystemet kan løses med Linjevis Suksessive Over-Relaksasjoner (LSOR).

Oppgave 2

Anta at invers volumfaktoren b er gitt som en funksjon av trykket p i form av en tabell fra laboratoriet. Forklar med ord og ved hjelp av skiss(er) hvordan en slik inngangstabell kan omformes til en intern, ekvidistant tabell i trykk.

Vis hvordan denne interne tabellen kan brukes til raskt å finne b -verdien for et gitt trykk. Hvordan måtte en ha gått fram uten en ekvidistant, intern tabell og hva ville ulempen ha vært?

Oppgave 3

Den følgende formel gir trykket p som en funksjon av posisjon x og tid t i et endimensjonalt reservoar hvor det samtidig startes med injeksjon og produksjon med like stor rate i hver ende ved tid $t = 0$,

$$p(x,t) = p_i - q(x-L) - 8Lq \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos(\frac{(2n+1)\pi}{2L}x)}{((2n+1)\pi)^2} \exp(-(\frac{(2n+1)\pi}{2L})^2 c_1^2 t). \quad (3)$$

Skisser en subrutine i Fortran som beregner trykket med en viss nøyaktighet, for en gitt verdi av x og t . Anta at data som p_i , q , L , c_1 , blir overført fra hovedprogrammet via en 'common block.'

Oppgave 4

Lag et blokkskjema (flytdiagram) for et simuleringsprogram som løser ligning 2.

I blokkskjemaet kan et kodesegment være angitt som en boks med en kort forklaring, eventuelt med forklaringen i egen liste under skjemaet. Dette gjelder for eksempel dersom kodesegmentet betegner en subrutine.

Følgende programelementer skal være inkludert, angitt i vilkårlig rekkefølge:

- materialbalanse
- trykløsing ved LSOR
- innlesing av data
- utskrift for hvert tidssteg
- generering av intern og ekvidistant PVT-tabell
- opsjon for radielt system
- tidsstegsløyfe

- utskrift av inngangsdata
- oppdatering av gamle trykk
- trykløsing ved eliminasjon
- nummereringsskjema av blokker for løsningsrutinen
- fluidegenskaper
- maksimal tillatt trykkendring per tidsteg
- ny tidssteglengde
- iterasjonssløyfe på ulineære ledd
- innlesing av nye rater ved gitt tidspunkt
- initiell trykklikevekt
- koeffisienter til lineært ligningssett