



DATO: 23. FEBRUAR 2001

EKSAMEN I: TE 6192 Reservoarsimulering, innføring

VARIGHET: kl 09.00 – 14.00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Kalkulator

OPPGAVESETTET BESTÅR AV: 2 sider

MERKNADER: Ingen

---

## Oppgave 1

Diffusivitetstiligningen er en kombinasjon av Darcy's lov og kontinuitetstiligningen. Den blir diskretisert i tid og rom dersom det skal lages numeriske løsninger.

a) Utled kontinuitetstiligningen for to-dimensjonal, enfase strøm av olje over kokepunktstrykket og vis deretter at diffusivitetstiligningen blir

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Ckb}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Ckb}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} \right) + q = \phi \frac{db}{dp} \frac{\partial p}{\partial t}.$$

Angi hvilke antagelser som eventuelt må gjøres.

b) Diskretiser denne diffusivitetstiligningen med slik implisitt formulering som er brukt i kompendiet, i.e. med tids- og avstandsmidling av volumfaktorene i strømningsledd mellom blokker.

c) Nevn to andre numeriske formulering som kan brukes til å diskretisere ligningen. Skisser kort hva som adskiller disse formuleringene fra den implisitte og angi fordeler og ulemper med alle tre formuleringene.

d) Velg et numerisk rutenett og vis at den diskretiserte ligningen blir et lineært ligningssett. Skisser også hvordan dette ligningssettet kan løses ved eliminasjon.

e) Forklar hvordan det lineære ligningssettet kan løses iterativt med SOR,

1. punktvis,
2. linjevis.

- f) Vis hvordan gravitasjonskraften kan inkluderes i modellen på en korrekt måte for en vilkårlig romlig orientering av rutenettet.
- g) Forklar hva som menes med fullstendig implisitt formulering og skisser hvordan diffusivitetstiligningen med gravitasjonsledd kan diskretiseres med en slik metode.
- h) Strøm inn mot en vertikal brønn skal simuleres. Forklar hvilke transformasjoner som må gjøres for å bruke modellen også til dette formålet.

## Oppgave 2

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  $t = 0$ ,

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

Skisser en subrutine i Fortran90 som beregner trykket med en gitt nøyaktighet, for valgte verdier av  $x$  og  $t$ . Beskriv to metoder som kan brukes til å overføre data som  $p_i$ ,  $q$ ,  $L$ ,  $c_1$  fra hovedprogrammet.