ResTek1— Øving 9

Oppgave 1

Følgende data er hentet fra et oljereservoar:

p	N_p	R_p	B_o	R_s	B_g
psia	10^6stb	scf/stb	rb/stb	scf/stb	rb/scr
3330	-	-	1.2511	510	0.00087
3150	1.024	1050	1.2353	477	0.00092
3000	1.947	1060	1.2222	450	0.00096
2850	2.928	1160	1.2122	425	0.00101
2700	-	-	1.2022	401	0.00107

Tabell 1: Produksjons- og fluiddata for et oljereservoar

a) Anta først at drivmekanismen er oppløst gassdriv, uten gasskappe, og estimer oljevolum opprinnelig tilstede i reservoaret.

b) Prediker produsert oljevolum ved $p = 2700$ psia ved å sammenligne R_p beregnet fra materialbalanseligningen med R_p beregnet fra GOR-ligningen

$$R = R_s + k_g/k_o \frac{B_o \mu_o}{B_g \mu_g}.$$

Sammenhengen mellom k_g/k_o og gassmetningen antas uttrykt ved $\log(k_g/k_o) = 34.5 S_g - 2.54$, og dessuten er $S_{wc} = 0.30$, $\mu_o = 1.0\,\mathrm{cp}$, $\mu_g = 0.1\,\mathrm{cp}$.

c) Fra en ny brønn ble det oppdaget en liten gasskappe. Beregn nå opprinnelig oljevolum tilstede og den initielle størrelse på gasskappen.

Oppgave 2

[EksOppg mai 1998]

Innledning—Om Ekofisk

Ekofisk feltet ble satt i produksjon i mai 1974. Det er et umettet oljereservoar av typen kritt. Drivmekanismen ble først antatt å være vanlig trykkavlastning kombinert med reinjeksjon av overskuddsgass. Et pilotprosjekt for vanninjeksjon startet i 1984 og ledet siden til flere fullskala faser av vanninjeksjon.

I 1984 ble det oppdaget en innsynking av havbunnen i størrelsesorden 10 ft, 3 km over reservoaret. Siden har havbunnen stadig sunket og ført til at trykket i reservoaret er blitt holdt oppe. Det er et godt eksempel på et meget effektivt kompakteringsdriv.

Ekofisk reservoardata er gitt i tabell 2 og utdrag av PVT-data i tabell 3. Oljen karakteriseres som en lett olje. Idet reservoartrykket passerer gjennom kokepunktstrykket utvikles det fri gass i reservoaret. For tyngre oljetyper vil denne gassen ikke felle ut noe væske når den blir tatt til overflaten. For lette oljer derimot, vil reservoargassen ha olje oppløst i seg. Oljen felles ut som væske når gassen tas til overflaten. Den utfelte oljen kalles ofte kondensat. Produsert volum olje, N_p', slik det måles på overflaten, består altså av olje fra oljefasen i reservoaret, N_p, og av kondensat fra gassfasen i reservoaret.

Den vanlige materialbalanseligningen for et oljereservoar uten kondensatutfelling fra gassen er gjengitt nedenfor, med følgende to modifiseringer: (1) gassinjeksjon er inkludert og (2) kompressibilitetsleddet for væske (olje og vann) og bergart er beholdt siden dette er av betydning for Ekofisk:

$$F = N(E_o + E_{fw}) + G_i B_{gI}, \qquad \ldots\ldots\ldots\

Tabell 3: Utdrag av PVT-data for Ekofisk

År	Trykk (psia)	B_o (rb/stb)	R_s (scf/stb)	B_g (rb/scf)	B_{gI} (rb/scf)	r_s (stb/MMscf)
0	7120(p_i)	1.990	1550			
6	6300(p_b)	2.030	1550		0.00065	100
7	6175	2.000	1450	0.00061	0.00066	98
14	4150	1.470	640	0.00081	0.00088	30
15	4000	1.455	610	0.00083	0.00090	28

B_{gI}: Volumfaktor for injeksjonsgass
r_s: olje (kondensat) fra gass frigjort i reservoaret; (M: 1000)

Tabell 4: Utdrag av produksjons- og injeksjonsdata for Ekofisk

År	q'_o (stb/d)	N'_p (MMstb)	G_p (MMscf)	R'_p (scf/stb)	Q_{inj} (MMscf/d)	G_i (MMscf)
14	82301	531.852	1869561	3515	109	642170
15	64759	555.489	2076158	3738	150	696865

q'_o: Oljerate, inkludert kondensat
N'_p: Volum olje produsert, inkludert kondensat (M: 1000)
R'_p: G_p/N'_p

b) Forklar at den totale oljerate q_o' (olje fra oljefase og kondensat fra gassfase) kan justeres for kondensatbidraget med ligningen,

$$q_o = q_o' - (q_o' R' - q_o R_s) r_s, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

hvor

q_o : oljerate kun fra oljefasen i reservoaret (stb/d)
q_o' : samlet oljerate fra både olje- og gassfasen i reservoaret (stb/d)
R' : total, målt GOR; gassrate delt på q_o' (scf/stb)
R_s : oppløst gass-olje forhold, (scf/stb), (gass i oljefasen)
r_s : oppløst olje-gass forhold, (stb/scf), (kondensat i gassfasen)

c) Total oljeproduksjon etter 15 år, $N_p' = 555.489$ MMstb, tabell 4, justert for kondensatet fra gassen som forklart under spm. c), blir til $N_p = 489.895$ MMstb. Med denne verdien kan uttrykket for F i ligning 1 beregnes som for et reservoar uten kondensatutfelling fra gassen.

Bruk dette til å beregne c_f etter 15 års produksjon. Størrelsen c_f kalles av historiske grunner for formasjonskompressibiliteten. Et mer dekkende navn er porevolumskompressibilitet.

d) Anta at Ekofisk-feltet blir klemt sammen uniaksialt slik at kun høyden h av reservoaret reduseres under produksjon. Anta også at bergarten fra toppen av reservoaret og opp til havbunnen ikke endrer form slik at sammenklemmingen Δh av reservoaret blir lik innsynkingen av havbunnen.

Anta videre at sammenpressingen av selve bergarten (det faste stoffet) er neglisjerbar, og vis at formasjonskompressibiliteten c_f, som altså er identisk med porevolumskompressibiliteten, er gitt ved

$$c_f = \frac{1}{\phi} \frac{\Delta h}{h} \frac{1}{\Delta p}, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

og estimer innsynkingen av havbunnen etter 15 års produksjon.