

# ØVING 3

Utlevert: 09.09.2013

Alle oppgavene omhandler basisforståelse med hensyn på produksjon av fluidet opp gjennom brønnen. Med tanke på eksamen er det nødvendig å forstå prinsippene i den enkle overslagsberegningen som gjøres i oppgavene.

Oppgavene omhandler det stoffet som er mest sentralt i lærebokas kapitler 3, 4, 5 og 6. Det er brukt feltenheter (US enheter) for å få trening i å bruke disse.

Betegnelsene for de ulike størrelsene er angitt som i læreboka, for eksempel  $p_{wf}$  for bunnhullstrykket for en brønn under produksjon (strømning).

Det er ikke sikkert alt dere trenger for å løse alle spørsmålene er forelest ennå (bl.a. oppgave 1G og 1H samt oppgave 2D og 2J), men vi kommer til det manglende for oppgave 1 mot slutten av september og for oppgave 2 i løpet av oktober.

## OPPGAVE 1:

### IPR og TPR kurver

For en brønn har en følgende data fra en multirate test:

$q(o)$	$p(wf)$	$p(wh)$
[stb/d]	[psia]	[psia]
0	5000	
550	4800	1900
1225	4500	1500
2180	4000	800

Forøvrig er følgende data gitt:

Reservoartrykket

$$p_{eo} = 5000 \text{ psia}$$

Kokepunktstrykket

$$p_b = 5000 \text{ psia}$$

Midlere gass-olje forhold

$$GOR = 1200 \text{ scf/STB}$$

Som innstrømningslikning benyttes:

$$q_o = C(p_e^2 - p_{wf}^2)^n$$

- Bruk testdata og vis at eksponenten er tilnærmet lik 0.9. Hvor nøyaktig er det rimelig å angi eksponenten n?
- Bestem konstanten C. Tegn opp IPR-kurven.
- Tegn i samme diagram IPR-kurver som svarer til reservoartrykk på 4000 og 3000 psia. Angi de viktigste antagelsene som gjøres.

Den første tiden ønsker en å produsere brønnen med konstant rate (platårate) på **1500 STB/D**.

## KURS BIP 160: PRODUKSJON AV OLJE OG GASS høst 2013

D) Hvor stort blir brønnehodetrykket når raten er 1500 STB/D?

*Når reservoartrykket synker må brønnehodetrykket senkes (endre "choke") for å holde konstant rate. Vi antar at laveste akseptable brønnehodetrykk er **500** psia.*

E) Bestem TPR kurven tilsvarende brønnehodetrykk på **500** psia. Reservoartekniske beregninger viser at en må regne med at reservoartrykket vil synke med **250** psia pr. år.

F) Bruk de data som nå er tilgjengelige i denne oppgaven til å anslå hvor lenge en platårrate på **1500** STB/D kan holdes uten spesielle tiltak. Beregn v.h.a. innstrømningslikningen og gjør også en interpolering mellom de kurvene som ble tegnet under C), og sjekk forskjellen.

*Når raten synker under **500** STB/D vil en vurdere å sette inn pumping med elektrisk pumpe.*

G) Anslå når dette vil skje.

H) Når reservoartrykket har sunket til **3000** psia, hvor stort pumpetrykk er det da behov for om raten skal holdes på **500** STB/D? Anta at pumpen blir plassert nær perforeringene.

**OPPGAVE 2:****Produksjonsbrønn**

Fra et oljeførende lag produseres gjennom en vertikal brønn.

Nødvendige brønn- og fluiddata er:

Reservoartrykket	$p_e$	= 6000 psia
Kokepunktstrykket	$p_b$	= 3500 psia
Brønnradius	$r_w$	= 4.25 in
Dreneringsradius	$r_e$	= 1000 ft
Reservoartykkelse mot brønnen	$h$	= 60 ft
Permeabilitet	$k$	= 150 md
Formasjonsvolumfaktor olje	$B_o$	= 1.5
Viskositet olje	$\mu_o$	= 1.3 cP
Relativ tetthet olje	$\gamma_o$	= 0.75
Oppløst gass forhold	$R_s$	= 800 SCF/STB

En brønntest har gitt følgende resultat:

$q_o$	$p_{wf}$	$p_{wh}$
STB/d	psia	psia
0	6000	
832	5600	2450
2454	4820	1870
4098	4030	790
4555	3810	510

Så lenge brønntrykket er høyere enn kokepunktstrykket kan innstrømningslikningen skrives (i US feltenheter):

$$q_o = \frac{h \cdot k}{141.2 \cdot \mu_o \cdot B_o} \frac{(p_e - p_{wf})}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right)}$$

For trykk lavere enn kokepunktstrykket er et tilnærmet uttrykk:

$$q_o - q_{ob} = \frac{h \cdot k}{141.2 \cdot \mu_o \cdot B_o} \frac{(p_b^2 - p_{wf}^2)}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right) \cdot 2 \cdot p_b}$$

der  $q_{ob}$  er strømningsraten som tilsvarer  $p_{wf} = p_b$ , og  $s$  er skinnfaktoren.

Når reservoartrykket,  $p_e$ , er mindre enn kokepunktstrykket, reduseres det siste uttrykket til:

## KURS BIP 160: PRODUKSJON AV OLJE OG GASS høst 2013

$$q_o = \frac{hk}{141.2\mu_o B_o} \frac{(p_e^2 - p_{wf}^2)}{(\ln(\frac{r_e}{r_w}) - 0.75 + s) \cdot 2p_e}$$

Formelen for brønnhodetrykk,  $p_{wh}$ , ved sonisk strømming over choken er gitt av:

$$p_{wh} = \frac{CR^m q_o}{s^n} \quad (\text{likn. 5.12 i læreboka side 5/64})$$

I læreboka benyttes Gilbert's verdier for "konstantene" C, m og n i denne formelen. I oppgave 2 skal dere benytte Ros's sine konstanter (se Tabell 5.3 side 5/64). Når en setter inn Ros's sine empiriske dysekonstanter vil likning 5.12 komme på formen:

$$p_{wh} = \frac{17.40q_o\sqrt{R}}{d_{64}^2} = \frac{17.40q_o\sqrt{GOR}}{d_{64}^2}$$

Der  $d_{64}$  angir antall 64-deler av en tomme.

- Finn produktivitetsindeksen **J**.
- Hva er oljeraten **q<sub>ob</sub>** når bunnhullstrykket er lik kokepunkts-trykket?
- Forklar hvorfor gass-olje forholdet **GOR** her er det samme som oppløst gass forhold.
- Beregn brønnens skinnfaktor **s<sub>o</sub>**.
- Tegn opp den fullstendige **IPR**-kurven til brønnen.
- Tegn inn i diagrammet den TPR-kurven som tilsvarer et brønnhodetrykk på **p<sub>wh</sub> = 1500 psi**.
- Hva blir brønnhodetrykket dersom en ønsker å produsere med en rate på **2000 STB/d**?
- Hvor stor dyse må benyttes for å produsere med en rate på **2000 STB/d**?
- Når feltet er i produksjon avtar reservoartrykket med **200 psi pr.år**. Hvor lenge kan en konstant rate på **2000 STB/d** opprettholdes dersom minste akseptable brønnhodetrykk er **500 psi**?
- Anta at det blir utført en enkel syrestimulering for å kompensere for skinneffekten. Skinnfaktoren etterpå er **s<sub>1</sub> = 5**. Med hvilken faktor har da strømmingseffektiviteten **E<sub>F</sub>** (forholdet mellom reell og ideell rate) økt? Var syrestimuleringen vellykket?
- Tegn inn i diagrammet **IPR**-kurven for tilfellet med redusert skinnfaktor.