

ENPI000 Prosess & Produksjon

ØVING 3 - L&S - forslag

A, B og C: Disse 3 forskjellige punktene er hen-
siktstjenlig å se i sammenheng siden all
plottning (regning) + kurvetilpassning kan gjøres
i Excel.

A) Linearisering og data tilpassning:

Ta logaritmen til begge sidene:

$$\log(q_0) = \log[C \cdot (P_c^2 - P_{int}^2)^n]$$

$$= \log C + \log (P_c^2 - P_{int}^2)^n$$

$$\log q_0 = \log C + n \cdot \log (P_c^2 - P_{int}^2)$$

$$\underbrace{y} = \underbrace{B} + \underbrace{A}_{\substack{\uparrow \\ \text{Dykt navn}}} \cdot \underbrace{x}$$

→ Bli en rett linje $y = Ax + B$

Tilpassning av de 3 punktene gir $A = 0.9036$

$$B = -2.9449$$

$$\Rightarrow \frac{n = 0.9036}{-2.9449}$$

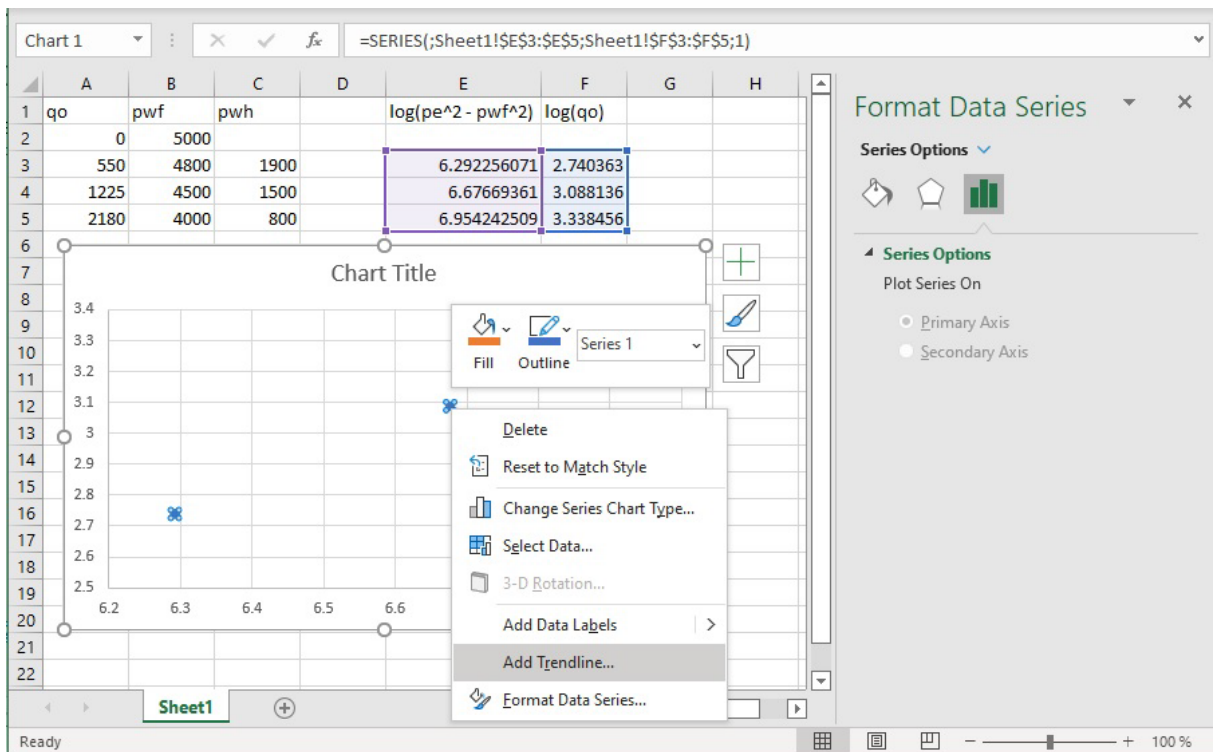
B)

$$C = 10$$

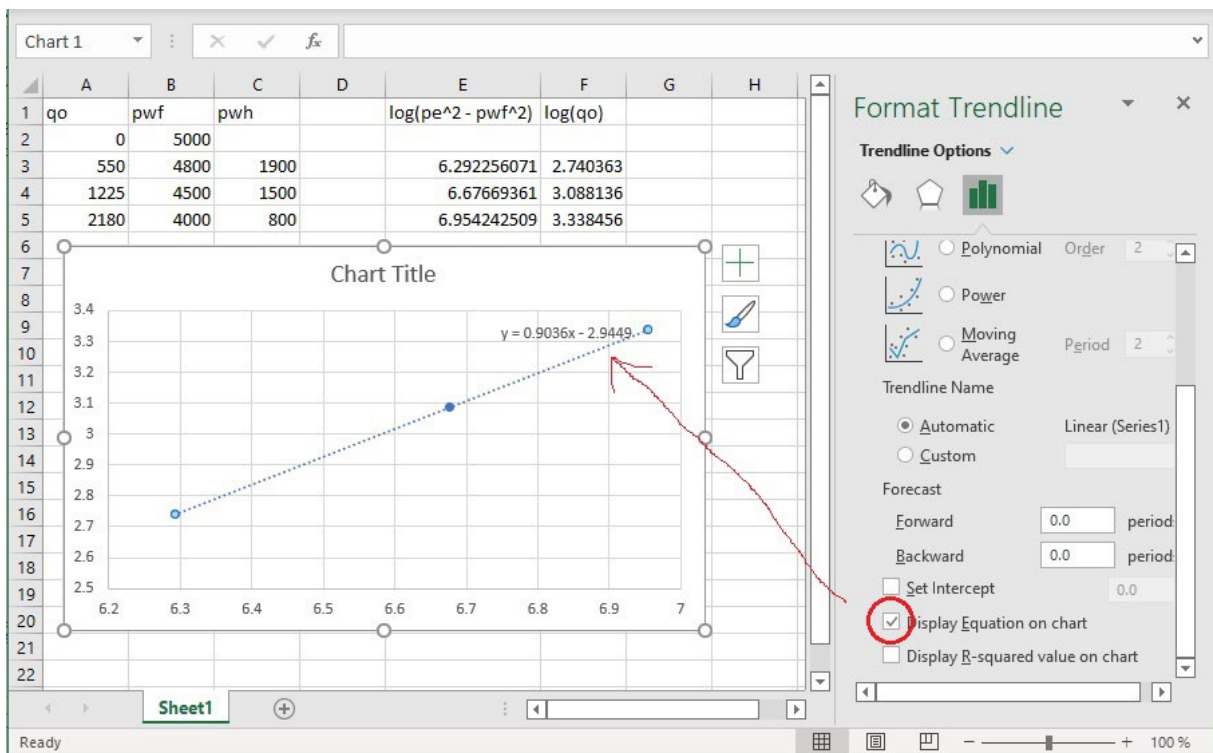
* Antall siffer vi
vi har med her kan sjekkes ved å
studere plottet

$$= \underline{\underline{0.001155}}$$

Punkt A + første del av B:

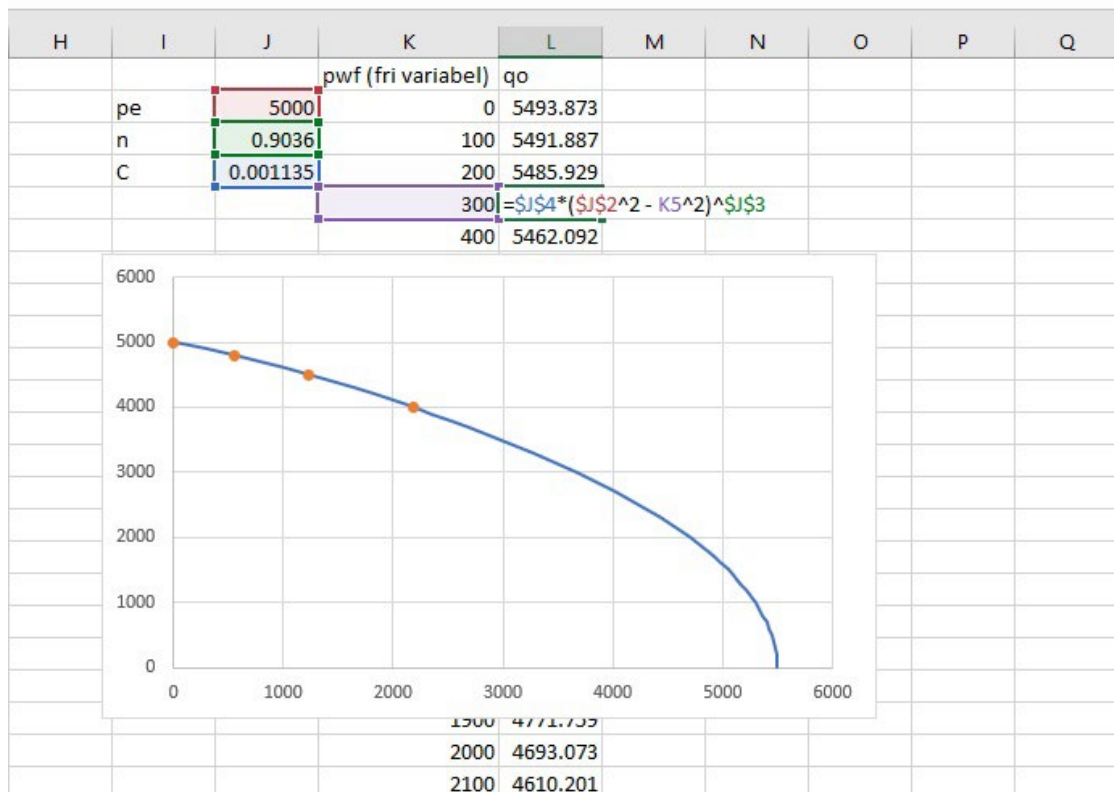


Høyreklikk i diagrammet, velg "Add Trendline" ...



Tick "Linear" (lenger oppe) + "Display Equation on chart"; Excel tilpasser en rett linje automatisk (minste kvadraters metode) og viser resultatet.

B fortsatt:



Ved utregning av punktene i IPR-kurven er det bunnhullstrykket pwf som blir fri variabel (dvs. "x"), mens qo blir "y". Ved plotting går da x-aksen vertikalt, og y-aksen horisontalt.

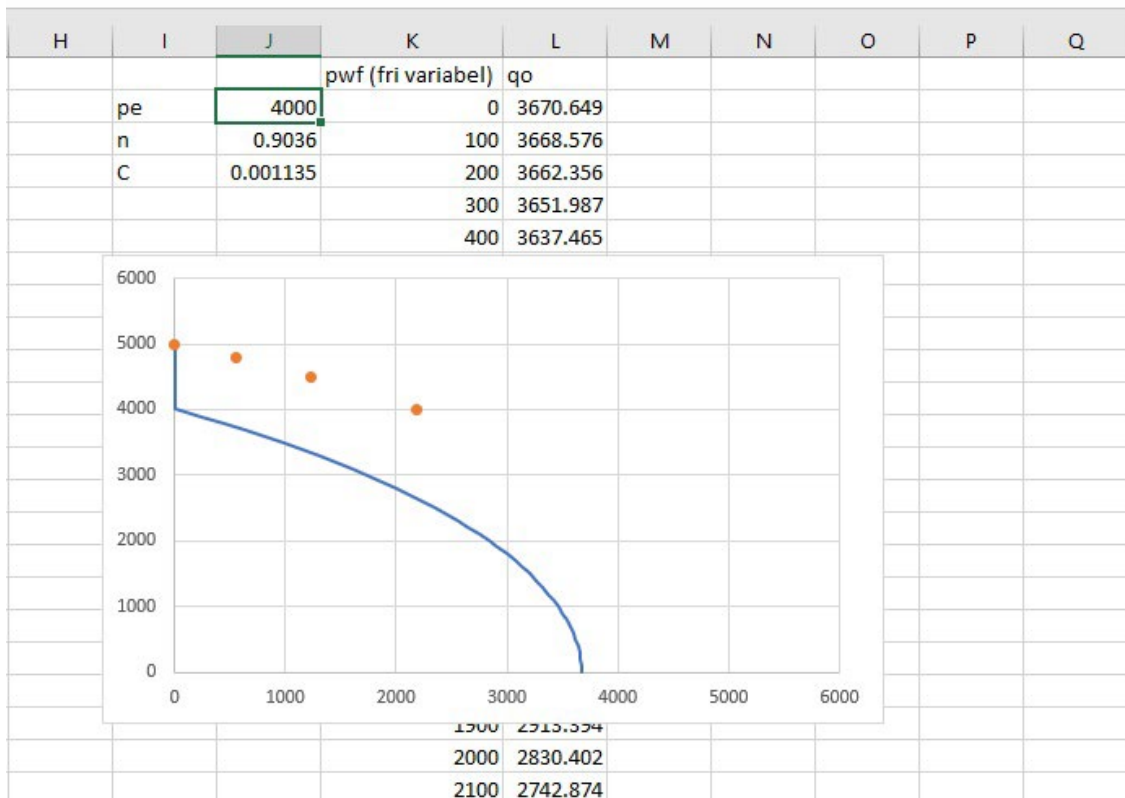
Her er n angitt med 4 siffrers nøyaktighet. Hvis vi skriver den med ett siffer, f.eks. "0.9" vil man se at den blå kurven tilpasser dataene dårligere. Her er vanskelig å gi et fasitsvar, men 2 - 3 siffer er sikkert OK.

C:

Hvis vi endrer reservoartrykket til 4000 (eller 3000) får vi en IPR-kurve som ligger under den opprinnelige, men har samme form.

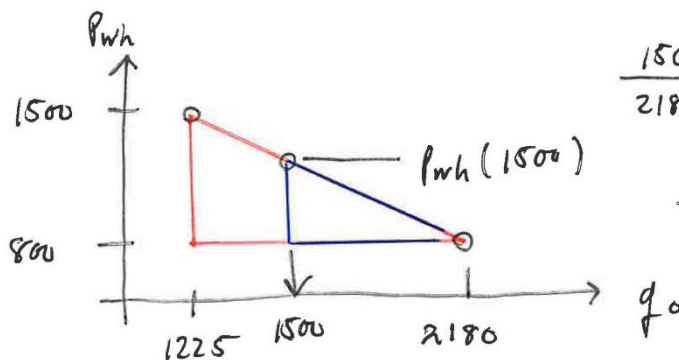
Den viktigste antagelsen er her at n og C faktisk er konstanter. En ny brønnest etter at trykket har falt en del ville ganske sikkert gi litt andre verdier på disse parametrene.

Dessuten er det oppgitt at kokepunktstrykket er det samme som det opprinnelige reservoartrykket. Dette betyr at det er en gasskappe over oljen i reservoaret, og da vil det også strømme gass i porene når man begynner å produsere. Da kan man ikke anta rettlinjert IPR, men må bruke en av ligningene som gir en kurve.



(den vertikale linjen ved $q_o = 0$ fremkommer ved at det er q_o som er funksjon av p_{wh} . Når uttrykket inni parentes ($p_e - p_{wh}$) blir negativt tolker Excel det som "not a number", og plotter det derved som "0")

D) Her har vi oppgitt brenselkostnaden ved 1225 og 2180 stb/d $p_{wh}(1500)$ kan finne ut av linear interpolasjon:



$$\frac{1500 - 800}{2180 - 1225} = \frac{X - 800}{2180 - 1500}$$

$$\rightarrow X = 1298 \text{ stb/d}$$

E)

TPR-kurven viser nødvendig inntakstrykk (i.e. i bunnhullet) for produksjonsrøret når brønnehodetrykket er gitt. (Hver TPR-kurve gjelder for ett bestemt brønnehodetrykk)

Den antagelsen man gjør her er at trykkdifferansen mellom bunnhull og brønnehode bare er en funksjon av strømningsrate og ikke av absolutt-trykket. Dette gjelder strengt tatt ikke for tofasestrøm, men uten andre opplysninger er dette det nærmeste man kommer.

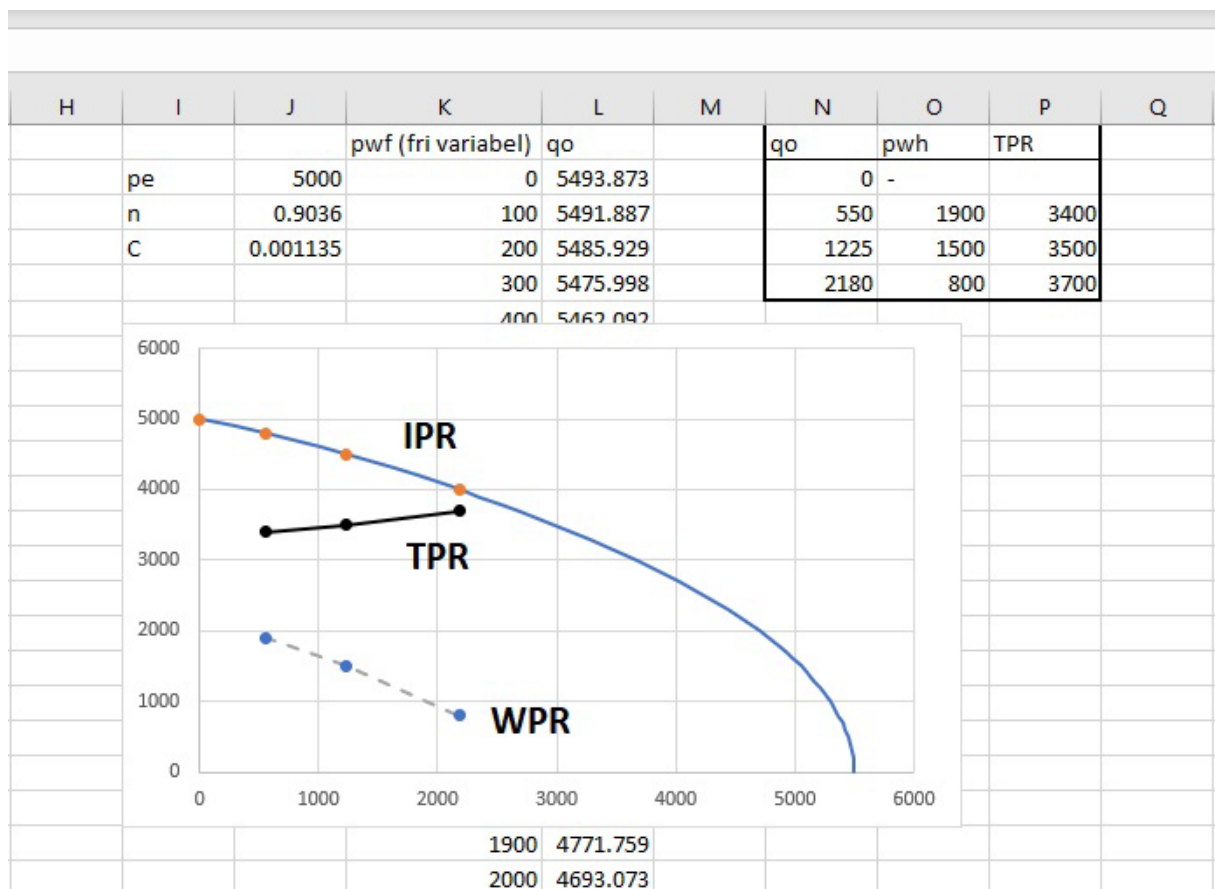
Ett punkt på TPR-kurven for $p_{wh} = 500$ psi regnes ut som følger (eksempel for $q_o = 1225$ stb/d):

$$\Delta p (q_o = 1225 \text{ stb/d}) = p_{wh} - p_{wf} = 4500 - 1500 = 3000 \text{ psi}$$

$$p_{wh}(p_{wf} = 500 \text{ psi}) = D_p (q_o = 1225 \text{ stb/d}) + p_{wf} = 3000 + 500 = 3500 \text{ psi}$$

Tabellen med testdata kan derved utvides med 2 kolonner:

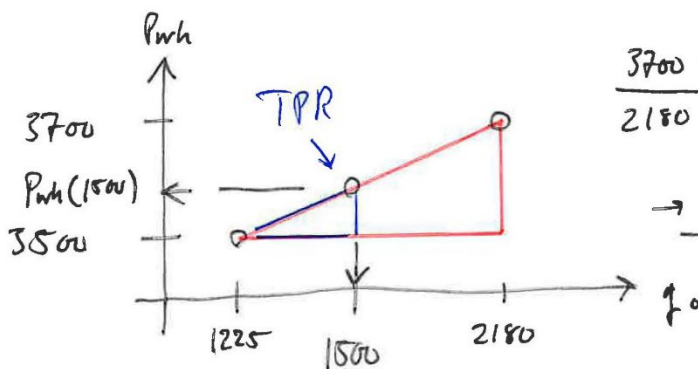
q_o [stb/d]	p_{wf} [psi a]	p_{wh} [psi a]	Δp [psi]	TPR ($p_{wf} = 500$)
0	5000	-	-	-
550	4800	1900	2900	3400
1225	4500	1500	3000	3500
2180	4000	800	3200	3700



F) TPR - kurven gjelde for laveste akseptable
brønnehode trykk $P_{wh, min} = 500 \text{ psi}$

Dvs at plattformen kan holdes frem til IPR
 analyse TPR ved $q_0 = 1500 \text{ stb/d}$

1: Finn P_{wf} for $P_{wh, min}$ og $q_0 = 1500$



$$\frac{3700 - 3500}{2180 - 1225} = \frac{X - 3500}{1500 - 1225}$$

$$\rightarrow X = 3558 \text{ psi}$$

2: Finn p_e fra innstrømnings ligningen

$$q_0 = C (P_e^2 - P_{wf}^2)^n \Rightarrow P_e^2 = \left(\frac{q_0}{C} \right)^{\frac{1}{n}} + P_{wf}^2$$

$$\rightarrow P_e = \sqrt{\left(\frac{1500}{0.001135} \right)^{0.7036} + 3558^2} = 4313 \text{ psi}$$

3: Fall i Reservoar trykk:

$$\Delta p_e = 5000 - 4313 = 687 \text{ psi} \quad \frac{687}{250 \text{ psi/år}} \approx 2.75 \text{ år}$$

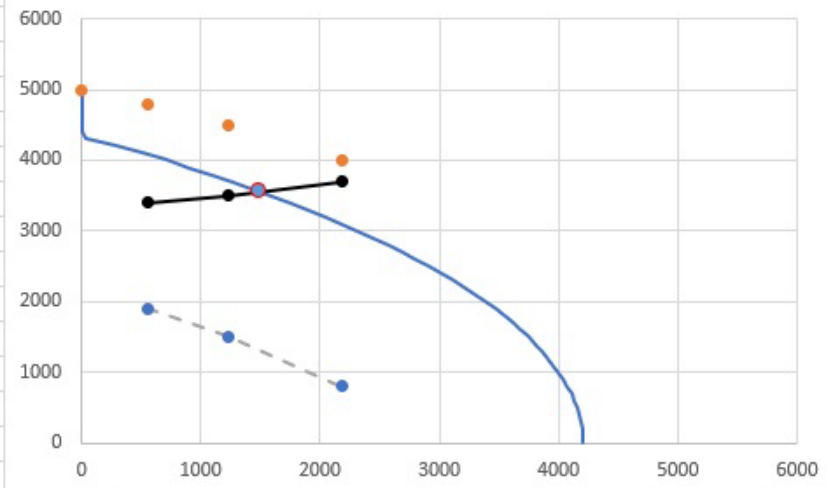
(2 år, 9 mnd)

F) fortsatt:

Det er også mulig å justere reservoartrykket i Excel-plottet og observere ved hvilket reservoartrykk kurvene skjærer hverandre (her er satt inn svaret over).

4313

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			pwf (fri variabel)	qo		qo	pwh	TPR	
pe		4313		0	4206.04	0	-		
n		0.9036		100	4203.997	550	1900	3400	
C		0.001135		200	4197.867	1225	1500	3500	
				300	4187.648	2180	800	3700	
				400	4173.337				

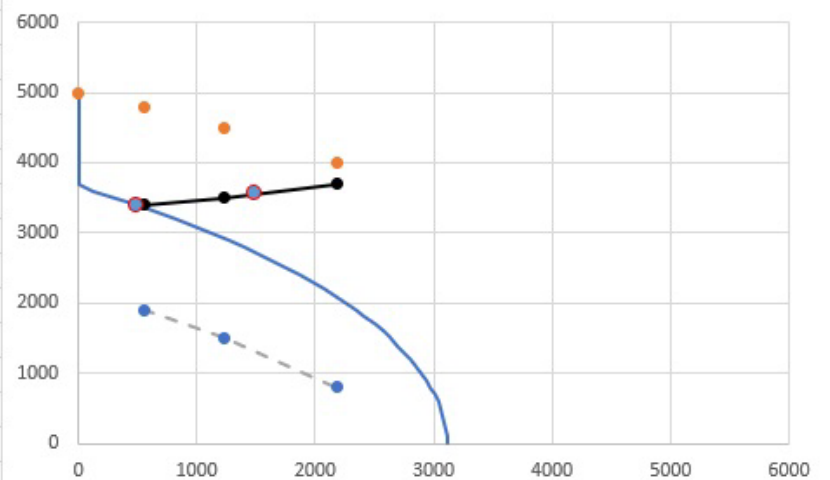


1900 3461.034
2000 3379.576

g)

3650

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			pwf (fri variabel)	qo		qo	pwh	TPR	
pe		3650		0	3110.826	0	-		
n		0.9036		100	3108.716	550	1900	3400	
C		0.001135		200	3102.385	1225	1500	3500	
				300	3091.83	2180	800	3700	
				400	3077.047				



1900 2338.042
2000 2252.042

$$\Delta p_e = 5000 - 3650 = 1350 \text{ psi} / 250 \text{ psi/år} = \underline{5.4 \text{ år}}$$

H) $P_e = 3000$ gir for least bunnhulls tryk til å produsere. I følge TPR kreves $p_{mf} = 3400$ psi for å produsere 500 Mb/d med $p_{mh} = 500$ psi

Reservoar kan gi
$$P_{mf}^2 = P_e^2 - \left(\frac{q_o}{C}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\rightarrow P_{mf} = \sqrt{3000^2 - \left(\frac{500}{0.001135}\right)^{\frac{1}{0.9636}}} = \underline{2690 \text{ psi}}$$

Resten må tas av pumpen:

$$\Delta P_{pumpe} = 3400 - 2690 = \underline{\underline{710 \text{ psi}}}$$