

Zhodnotenie produkčnej schopnosti horizontálneho vrtu

Lucia Sciranková¹

A horizontal well analysis from a view of its productivity

The 1990s may become known in the oil field as the decade of the horizontal well. Horizontal wells can increase the production rate and the ultimate recovery, and can reduce the number of platforms on wells required to develop a reservoir.

An empirical equation to calculate the inflow performance of two-phase flow for a vertical and a horizontal well in regime of dissolved gas presented by Vogel in 1968. His equation was based on the results of reservoir simulation. The created model whose result (output) is the ratio of the productivity of a horizontal well to the productivity of a vertical well for a given area expressed by a number of vertical wells the replaced by one horizontal well. The model is applied for a concrete ideological model.

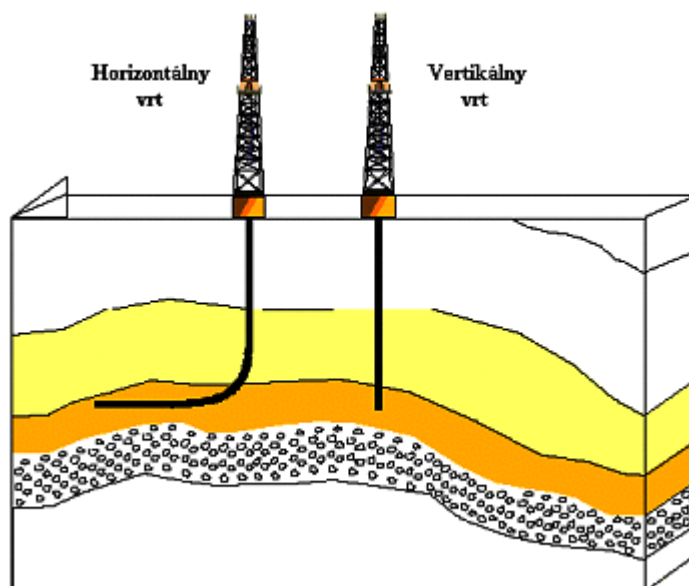
Key words: horizontal well, productivity, inflow performance of two-phase flow for vertical and horizontal well

Úvod

K najrozšírenejším moderným metódam hĺbenia vrtov vo svete patrí vŕtanie usmernených horizontálnych a multilaterálnych vrtov, ktoré dnes už predstavujú najvyšší podiel na celkovom množstve realizovaných vrtov.

V porovnaní s vertikálnym vrtom umožňujú zasiahnuť väčšiu drenážnu plochu, v dôsledku čoho dochádza pri vŕtaní k lepšiemu kontaktu vrtu s ložiskom a následne sa dosahujú vyššie ťažené množstvá uhl'ovodíkov.

Horizontálny vrt produkuje približne trojnásobne viac ložiskového média ako vertikálny vrt rovnakým priemerom (obr. 1).



Obr. 1 Dĺžka konečného úseku horizontálneho vrtu v porovnaní s dĺžkou vertikálneho vrtu.

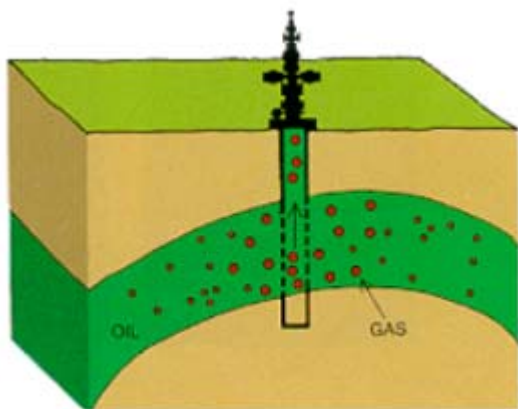
Fig. 1 Horizontal well length compared with the vertical well length.

Vŕtanie horizontálneho vrtu je vo všeobecnosti nákladnejšie ako vŕtanie vertikálneho vrtu, preto je dôležité očakávanú ťažbu uhl'ovodíkov pri zvolenej metóde vŕtania vopred stanoviť. Dostupnými výpočtovými metódami je možné ťažbu uhl'ovodíkov z horizontálneho vrtu určiť indexom produktivity. **Index produktivity** vyjadruje dennú ťažbu ropy pri jednotkovom poklese tlaku. Pomer indexu produktivity horizontálneho vrtu (J_H) k indexu produktivity vertikálneho vrtu (J_V) vyjadruje, koľko vertikálnych vrtov by mohol nahradiť jediný horizontálny vrt [1, 2, 5].

Prítok ložiskového média do vertikálneho a horizontálneho vrtu pri dvojfázovom toku

V roku 1968 Vogel navrhol a poskytol empirické riešenie pre prítok ložiskového média do vertikálneho vrtu pri dvojfázovom toku. Jeho rovnice boli základom modelovania ložiska a pre ich vysokú presnosť sa používajú dodnes [3, 4].

¹ Ing. Lucia Sciranková, PhD., Asfá – kom s.r.o. Hurbanova 15, 075 01 Trebišov, lucia.scirankova@centrum.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 9. 2006)

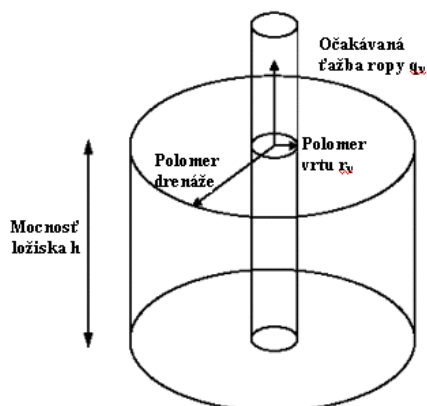


Obr. 2. Režim rozpusteného plynu.
Fig. 2. Regime of dissolved gas.

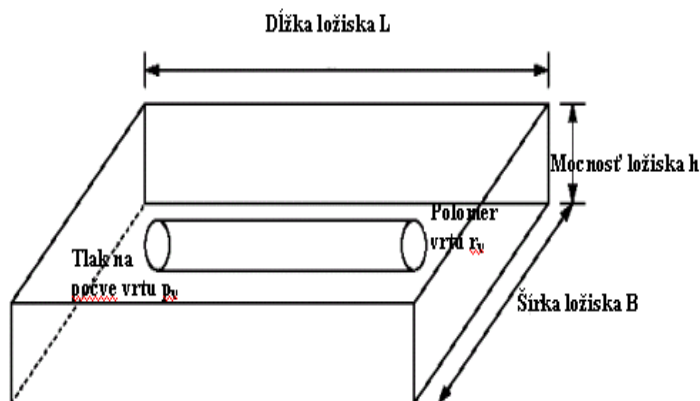
Vogelov model pre prítok ložiskového média do vertikálneho vrtu vychádza z kruhového kolektoru, v ktorom je centricky umiestnený vertikálny vrt (obr. 3). Model vychádza z nasledujúcich podmienok:

- ložisko je preniknuté celou svojou mocnosťou,
- ložisko je homogénne a izotropné s konštantným nasýtením vody,
- vplyv tiaže a stlačiteľnosť horniny a vody sú zanedbané,
- zloženie a koncentrácia sú konštantné pre ropu aj vodu,
- tlaky sú odlišné v ropnej a plynovej fáze,

polo – ustálený stav : množstvo zásob nesýtenej ropy je rovnaké vo všetkých bodoch, teda konštantné.



Obr. 3. Vogelov model ložiska pri vertikálnom vrtaní.
Fig. 3. Vogel's model for a vertical well.



Obr. 4. Vogelov model ložiska pri horizontálnom vrtaní.
Fig. 4. Vogel's model for a horizontal well.

Vogelov model pre prítok ložiskového média do horizontálneho vrtu vychádza z predpokladu, že drenážna oblasť ložiska je priestorové teleso v tvare kvádra (obr. 4). V strede ložiska je excentricky uložený konečný úsek horizontálneho vrtu.

Počítačový program pre odhad ťažby uhl'ovodíkov

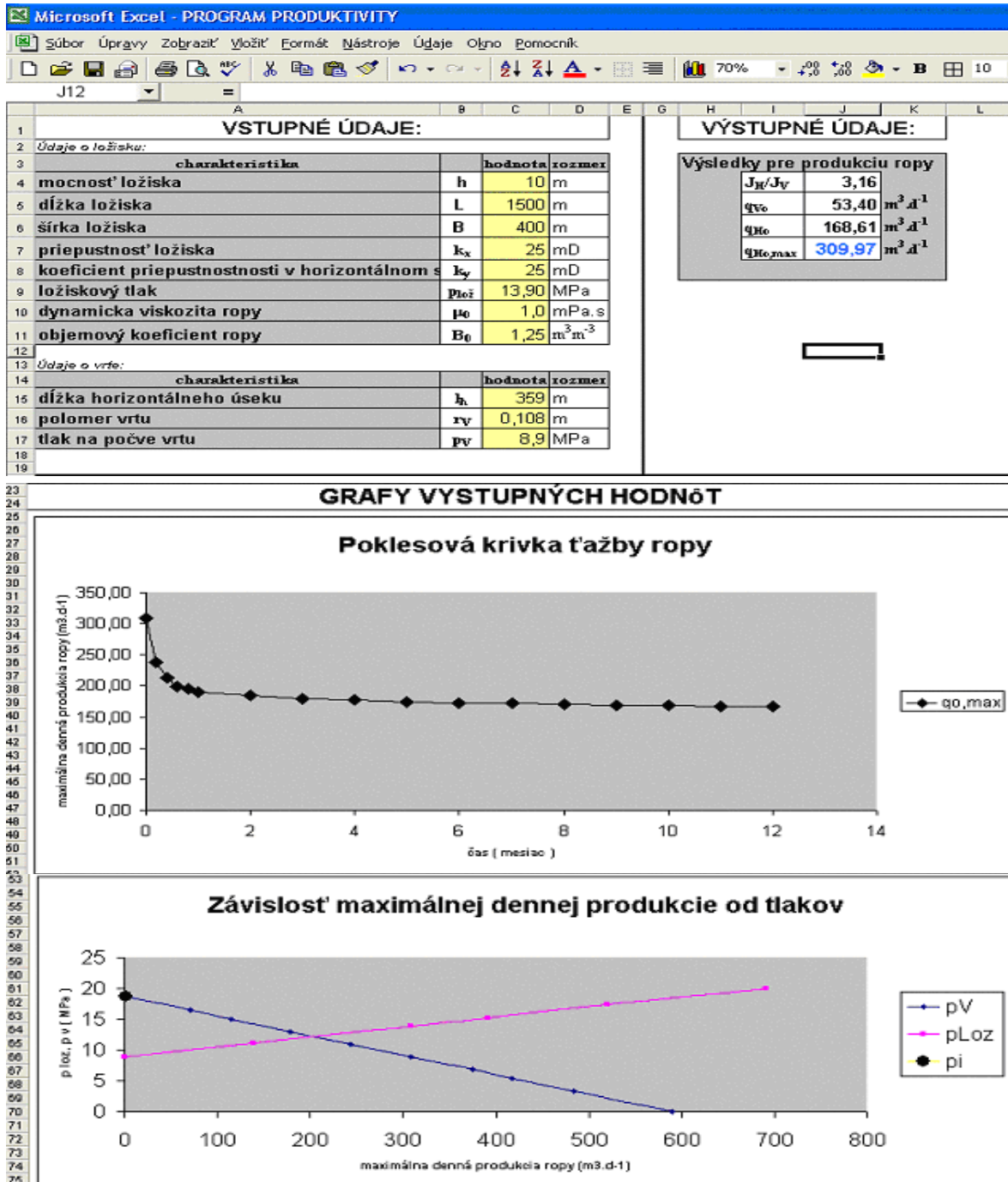
Z dostupných Vogelových rovníc bol vytvorený v MS Excel počítačový program (obr.5) pre odhad ťažby uhl'ovodíkov z horizontálneho vrtu pri režime rozpusteného plynu. Po spustení programu a zadaní základných vstupných údajov sa zobrazia výstupné údaje s grafickými závislosťami.

Vstupné údaje programu sú:

- údaje o ložisku (mocnosť, dĺžka a šírka ložiska, priepustnosť ložiska, ložiskový tlak a vlastnosti ťaženého ložiskového média (dynamická viskozita a objemový koeficient)),
- údaje o vrte (dĺžka horizontálneho úseku vrtu, polomer vrtu a tlak na čele vrtu).

Výstupné údaje programu sú:

- pomer indexu produktivity J_H / J_V – na základe pomeru dennej ťažby z horizontálneho vrtu k dennej ťažbe z vertikálneho vrtu sa určí počet vertikálnych vrtov nahraditeľných jedným horizontálnym vrtom pri zadaných parametroch ložiska,
- *očakávaná denná ťažba ropy* q_V - vyťažiteľné množstvo ropy z vertikálneho vrtu za jednotku času [d],
- *očakávaná denná ťažba ropy* q_H – vyťažiteľné množstvo ropy z horizontálneho vrtu za jednotku času [d],
- *absolútna potenciálna produkcia* $q_{Ho, max}$ - maximálne vyťažiteľné množstvo ropy z horizontálneho vrtu za jednotku času [d].



Obr. 5. Počítačový program pre odhad ťažby uhl'ovodíkov z horizontálneho vrtu.
 Fig. 5. PC program for estimating oil the production of a horizontal well.

Grafické závislosti:

- *poklesová krivka ťažby ropy*- vyjadruje pokles maximálnej dennej produkcie ropy za určité časové obdobie (v tomto prípade 12 mesiacov)
- *závislosť maximálnej dennej produkcie na tlakoch* (p_{loz} , p_v), pričom:
 - o s klesajúcim tlakom na počve vrtu (p_v) rastie ťažba ropy,
 - o s rastúcim ložiskovým tlakom (p_{loz}) rastie aj ťažba ropy.

Výstupné údaje počítačového programu pre odhad ťažby poukazujú na to, že pre zadané parametre ropného ložiska je výhodnejšie zvoliť horizontálny vrt, keďže v porovnaní s vertikálnym vrtom umožňuje vyťažiť 3-krát väčšie množstvo ropy za deň.

Počítačový program, ktorý sa s úspešnosťou používa vo svetovej vrtnej praxi k odhadu dennej produkcie nebol ešte v slovenských podmienkach testovaný a to z dôvodov neuskutočnenia vrtania horizontálneho vrtu.

Záver

Neodmysliteľným trendom pri súčasnom vrtaní na ropu a zemný plyn je využitie stále modernejších technológií. Moderné metódy projektovania vrtu umožňujú pomocou výkonnej výpočtovej techniky rýchlejšie a precíznejšie spracovanie projektu vrtu a taktiež aplikáciu efektívnejších technológií.

Technológia vrtania horizontálneho vrtu sa úspešne využíva v Česku, Maďarsku a v Poľsku. V týchto krajinách je vrtanie horizontálneho vrtu už bežnou záležitosťou. V podmienkach SR by si taktiež mala táto technológia vrtania nájsť svoje uplatnenie, keďže projekty na vrtanie horizontálneho vrtu už existujú.

Literatúra - References

- [1] Helmy, M., Wattenbarger, R. A.: Simplified Productivity Equations for Horizontal Wells Producing at Constant Rate and Constant Pressure. *SPE, Texas A&M University, 1998.*
- [2] Joshi, S., D.: Horizontal Well Technology, *Penn Well, Tulsa OK, 1991.*
- [3] Kamkom, R.: Analysis of Two – Phase Inflow Performance in Horizontal Wells, *2004.*
- [4] Muskat, M.: The Flow of Homogeneous Fluids Through Porous Media. McGraw-Hill, *New York, 1937.*
- [5] Sidorová, M.: Vplyv poškodenia ložiska pri vstrojovaní horizontálnych vrtov, *Acta Montanistica Slovaca*, ročník 6/ mimoriadne číslo 1, Košice, s. 23-26, (ISSN 1335-1788), 2001.