

**Část 1. Cvičení z vyplněného „killsheetu“ – nutná opatření dle daných údajů.**

Cvičení problémů s manometrem je postaveno na vyplněném „kill sheetu“ s vyplněnými objemy a vypočítanými tlaky.

Každá otázka je založena na počtu zdvihů, litráží čerpadla, hodnotách tlaku na vrtných tyčích a na mezikruží v určitém okamžiku při umrtvování vrtu. Kterýkoliv z těchto parametrů nebo jejich kombinace může naznačovat požadovanou reakci. Je třeba vybrat správnou odpověď z uvedených možností.

Tlaky na mezikruží a/nebo tlaky na vrtných tyčích bude možno použít pro následná opatření, pokud:

- Tlaky na mezikruží a/nebo tlaky na vrtných tyčích zadané v testovacích otázkách jsou pod hodnotou očekávaných tlaků.
- nebo
- Tlaky na mezikruží a/nebo tlaky na vrtných tyčích zadané v testovacích otázkách jsou o 5 nebo více barů nad hodnotou očekávaných tlaků.

Část 2. Vzorce pro výpočet

Zkratka	Název
0.0981	konstanta
l	litr
l/m	litr na metr
l/min	litr za minutu
l/zdv	litr na zdvih
BHP	tlak na počvě vrtu
BOP	protierupční sestava na ústí
m	metr
m/hr	metr za hodinu
m/min	metr za minutu
LOT	zkouška únikového tlaku
MAASP	maximální dovolený tlak na mezikruží na povrchu
kg/l	kilogram na litr
bar	bary (tlak)
bar/m	bary na metr
bar/h	bar za hodinu
SICP	tlak na pažnicích (mezikruží) po uzavření vrtu
SIDPP	tlak na vrtných tyčích po uzavření vrtu
SPM	zdvihy za minutu
TVD	vertikální (svislá) hloubka vrtu



1. Hydrostatický tlak (bary)

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{TVD (m)}$$

2. Tlakový gradient (bary/m)

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981$$

3. Hustota výplachu (kg/l)

$$\text{hydrostatický tlak (bary)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981$$

nebo

$$\frac{\text{hydrostatický tlak (bary)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981}$$

4. Vrstevní tlak (bary)

$$\text{hydrostatický tlak ve vrtné koloně (bary)} + \text{SIDPP (bary)}$$

5. Litráž čerpadla (l/min)

$$\text{Výtlač čerpadla (l/zdv)} \times \text{rychlost čerpadla (zdv/min)}$$

6. Ekvivalentní hustota výplachu (kg/l)

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} + (\text{tlaková ztráta v mezikruží (bary)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

nebo

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} + \left(\frac{\text{tlaková ztráta v mezikruží (bary)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

7. Hustota výplachu (kg/l) s tlakovou bezp. rezervou na tažení (bary)

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} + (\text{bezp. přírážka (bary)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

nebo

$$\text{hustota výplachu (kg/l)} + \left(\frac{\text{bezp. přírážka (bary)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

8. Nový cirkulační tlak (bary) při změně zdvihů čerpadla (zdv/min) přibližně

$$\text{současný cirkulační tlak (bary)} \times \left(\frac{\text{nové zdvihy čerpadla (zdv/min)}}{\text{současné zdvihy čerpadla (zdv/min)}} \right)^2$$



9. Nový cirkulační tlak (bar) při změně hustoty výplachu (kg/l) (přibližně)

$$\text{současný cirkulační tlak (bary)} \times \left(\frac{\text{nová hustota výplachu (kg/l)}}{\text{současná hustota výplachu (kg/l)}} \right)$$

10. Maximální dovolená hustota výplachu (kg/l)

$$\text{hustota výplachu při LOT (kg/l)} + (\text{tlak na povrchu při LOT (bary)} \div \text{TVD paty pažnic (m)} \div 0.0981)$$

nebo

$$\text{hustota výplachu při LOT (kg/l)} + \left(\frac{\text{tlak na povrchu při LOT (bary)}}{\text{TVD paty pažnic (m)} \times 0.0981} \right)$$

11. MAASP (bary)

$$(\text{maximální dovolená hustota výplachu (kg/l)} - \text{současná hustota výplachu (kg/l)}) \times \text{TVD paty pažnic (m)} \times 0.0981$$

12. Hustota umrtvovacího výplachu (kg/l)

$$\text{současná hustota výplachu (kg/l)} + (\text{SIDPP (bary)} \div \text{TVD (m)} \div 0.0981)$$

nebo

$$\text{současná hustota výplachu (kg/l)} + \left(\frac{\text{SIDPP (bary)}}{\text{TVD (m)} \times 0.0981} \right)$$

13. Počáteční cirkulační tlak (bary)

$$\text{redukovaný cirkulační tlak (bary)} + \text{SIDPP (bary)}$$

14. Finální cirkulační tlak (bary)

$$\left(\frac{\text{hustota umrtvovacího výplachu (kg/l)}}{\text{Současná hustota výplachu (kg/l)}} \right) \times \text{redukovaný cirkulační tlak (bary)}$$

15. Rychlost migrace plynu (m/h)

$$\text{rychlost navýšení tlaku na povrchu (bary/h)} \div \text{hustota výplachu (kg/l)} \div 0.0981$$

nebo

$$\frac{\text{rychlost navýšení tlaku na povrchu (bary/h)}}{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981}$$

**16. Rovnice rozpínavosti plynů (gas laws)**

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_1 = \frac{P_2 \times V_2}{V_1} \quad V_1 = \frac{P_2 \times V_2}{P_1}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

17. Pokles tlaku na metr při tažení vrtných tyčí “na sucho” (bary/m)

$$\frac{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{výtlak železa (l/m)}}{\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak železa (l/m)}}$$

18. Pokles tlaku na metr při tažení vrtných tyčí “na mokro” (bary/m)

$$\frac{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{výtlak uzavřených VT (l/m)}}{\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak uzavřených VT (l/m)}}$$

19. Pokles hladiny ve vrtu při tažení zátěží “na sucho” (m)

$$\frac{\text{délka zátěží (m)} \times \text{výtlak železa (l/m)}}{\text{objem pažnic (l/m)}}$$

20. Pokles hladiny ve vrtu při tažení zátěží “na mokro” (m)

$$\frac{\text{délka zátěží (m)} \times \text{výtlak uzavřených ZT (l/m)}}{\text{objem pažnic (l/m)}}$$

21. Délka tyčí vytažených “na sucho” před ztrátou přetlaku ve vrtu (metry)

$$\frac{\text{přetlak na ložisko (bary)} \times (\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak železa (l/m)})}{\text{gradient výplachu (bary/m)} \times \text{výtlak železa (l/m)}}$$

nebo

$$\frac{\text{přetlak na ložisko (bar)} \times (\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak železa (l/m)})}{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{výtlak železa (l/m)}}$$

**22. Délka tyčí vytažených “na mokro” před ztrátou přetlaku ve vrtu (metry)**

$$\frac{\text{přetlak na ložisko (bar)} \times (\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak uzavřených VT (l/m)})}{\text{gradient výplachu (bary/m)} \times \text{výtlak uzavřených VT (l/m)}}$$

nebo

$$\frac{\text{přetlak na ložisko (bary)} \times (\text{objem pažnic (l/m)} - \text{výtlak uzavřených VT (l/m)})}{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{výtlak uzavřených VT (l/m)}}$$

23. Oduštěný objem výplachu z důvodu migrace plynu ve svislém vrtu (litry)

$$\text{velikost tlaku k odpuštění (bary)} \times \left(\frac{\text{objem mezikruží (l/m)}}{\text{tlakový gradient (bar/m)}} \right)$$

nebo

$$\text{velikost tlaku k odpuštění (bary)} \times \left(\frac{\text{objem mezikruží (l/m)}}{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981} \right)$$

24. Objem zatěžkané zátky (slug) pro požadovanou délku “suchých” tyčí (litry)

$$\frac{\text{délka "suchých" tyčí (m)} \times \text{objem VT (l/m)} \times \text{hustota výplachu (kg/l)}}{\text{hustota zatěžkané zátky (kg/l)} - \text{hustota výplachu (kg/l)}}$$

25. Vytlačený objem po začerpání zatěžkané zátky (litry) – U trubice

$$\text{objem zatěžkané zátky (l)} \times \left(\frac{\text{hustota zátky (kg/l)}}{\text{hustota výplachu (kg/l)}} - 1 \right)$$

26. Pokles hydrostatického tlaku při selhání pažnicových zpětných ventilů (bary)

$$\frac{\text{hustota výplachu (kg/l)} \times 0.0981 \times \text{objem pažnic (l/m)} \times \text{délka nedoplněných pažnic (m)}}{\text{objem pažnic (l/m)} + \text{objem mezikruží (l/m)}}$$