

## 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)**

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

**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)**

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