



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Čerpací stanice

Autor: Ing. Hana Ilkivová

Škola: Hotelová škola, Obchodní akademie  
a Střední průmyslová škola, Benešovo náměstí 1., příspěvková  
organizace

Kód: VY\_32\_INOVACE\_SPS\_943

Datum vytvoření 10. 12. 2012

# Čerpací stanice a základy hydromechaniky

## Schéma čerpací stanice

$h_s$  – geodetická sací výška

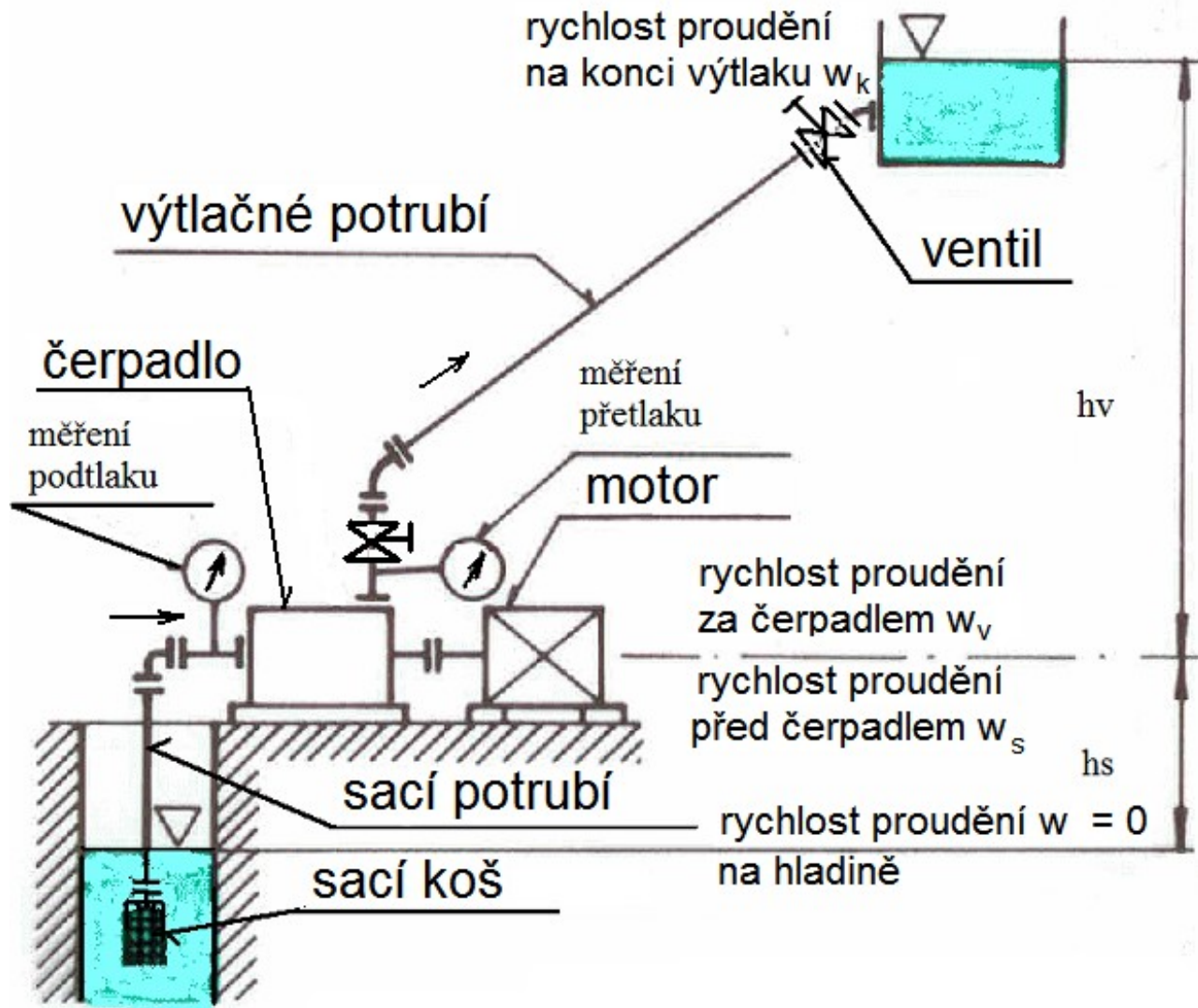
$h_v$  – geodetická výtlačná výška

$l_s$  – délka sacího potrubí

$d_s$  – průměr sacího potrubí

$l_v$  – délka výtlačného potrubí

$d_v$  – průměr výtlačného potrubí



## Základy hydrodynamiky

**Rovnice spojitosti toku** ( kontinuity ) – objemový průtok  $Q_v$  je po celé délce potrubí stejný

$$Q_v = \text{konst.} \quad S_1 \cdot w_1 = S_2 \cdot w_2$$

**Rovnice Bernoulliova** – součet energií je po celé délce potrubí stejný

Kapalina má energii

- polohovou (potenciální)  $E_h = m \cdot g \cdot h$
- rychlostní ( kinetickou )  $E_w = \frac{1}{2} m \cdot w^2$
- tlakovou  $E_p = \frac{m}{\rho} \cdot p$

Bernoulliova rovnice ve tvaru výšek

$$h_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{w_1^2}{2 \cdot g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{w_2^2}{2 \cdot g} + h_z$$

Ztrátová výška  $h_z = h_{zt} + h_{zm}$

Ztrátová výška třením tekutiny o stěny

$\lambda$  odporový součinitel tření

$$h_{zt} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

pro laminární proudění

Reynoldsovo číslo  $Re < 2300$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Ztrátová výška vlivem místních ztrát

$$h_{zm} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}$$

součinitelé místních ztrát:

$$\xi_{\text{sacího koše}} = 7,5$$

$$\xi_{\text{ventilu}} = 1,2$$

$$\xi_{\text{kolena}} = 1,5$$

## Návrh čerpadla

- z rovnice kontinuity vypočítáme průměr potrubí  $d$ .

Rychlost proudění kapaliny  $w_s$  se volí 0,5 až 4  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

- čerpání probíhá ve dvou částech

1. před čerpadlem – nasávací část

$$0 + \frac{p_a}{\rho \cdot g} + \frac{0}{2 \cdot g} = h_s + \frac{p_s}{\rho \cdot g} + \frac{w_s^2}{2 \cdot g} + h_{\kappa} \Rightarrow H_s$$

$$h_s + \frac{w_s^2}{2 \cdot g} + h_{\kappa} = \frac{p_a - p_s}{\rho \cdot g}$$

sací výška  $H_s = h_s + \frac{w_s^2}{2 \cdot g} + h_{\kappa}$

$\Rightarrow$  uprav vztah pro sací tlak  $p_s$

Nejnižší možný teoretický sací tlak  $p_s$ , je tlak, při němž začne kapalina vřít.

Horké kapaliny musí k čerpadlu přitékat.

Čerpadlo při sání překonává geodetickou sací výšku  $h_s$ , musí uvést kapalinu do pohybu a překonat ztráty.

Geodetická výška  $h_s$  je u pístových čerpadel do 8 m při čerpání z otevřené nádrže.

2. za čerpadlem – výtlačná část

$$0 + \frac{p_v}{\rho \cdot g} + \frac{w_v^2}{2 \cdot g} = h_v + \frac{p_a}{\rho \cdot g} + \frac{w_k^2}{2 \cdot g} + h_{\Sigma}$$

$$h_v + \frac{w_k^2 - w_v^2}{2 \cdot g} + h_{\Sigma} = \frac{p_v - p_a}{\rho \cdot g}$$

=> Výtlačná výška je dána vztahem

$$H_v = h_v + \frac{w_k^2 - w_v^2}{2 \cdot g} + h_{\Sigma}$$

=> uprav vztah pro výtlačný tlak  $p_v$

Celková výška  $H = H_s + H_v$

## Příkon čerpadla

$$P = \frac{Q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H}{\eta} \quad \left[ W = \frac{m^3 \cdot s^{-1} \cdot kg \cdot m^{-3} \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m}{1} \right]$$

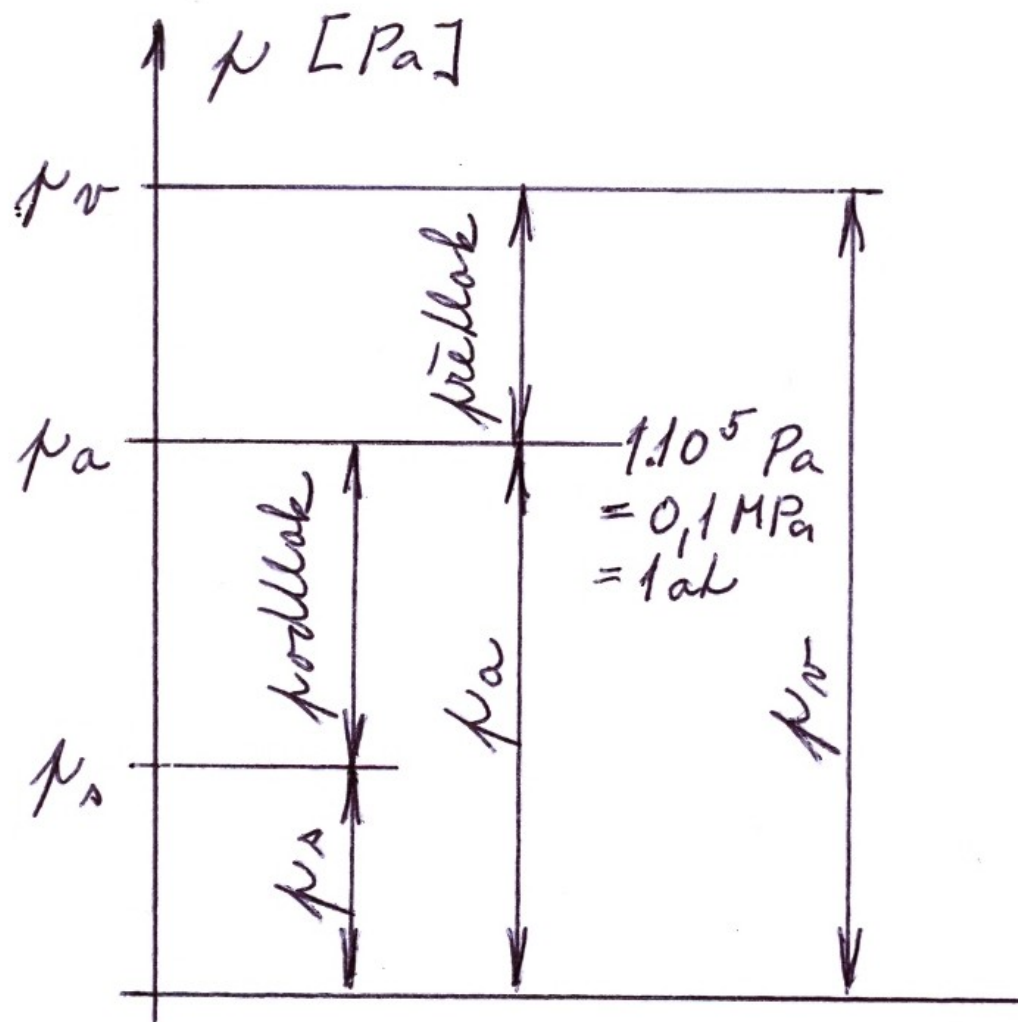
Účinnost pístových čerpadel  $\eta = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m$

- objemová – část kapaliny se ztrácí netěsnostmi  $\eta_v = (0,98)$

- hydraulická – ztráty třením kapaliny, zúžením v čerpadle  $\eta_h = (0,96-0,97)$

- mechanická – ztráty třením v ložiskách, při pohybu pístu atd.  $\eta_m = (0,97-0,98)$

V sacím hrdle čerpadla měříme podtlak, za čerpadlem měříme přetlak



$$\text{podtlak} = p_a - p_s$$

podtlak se měří v sacím hrdle čerpadla

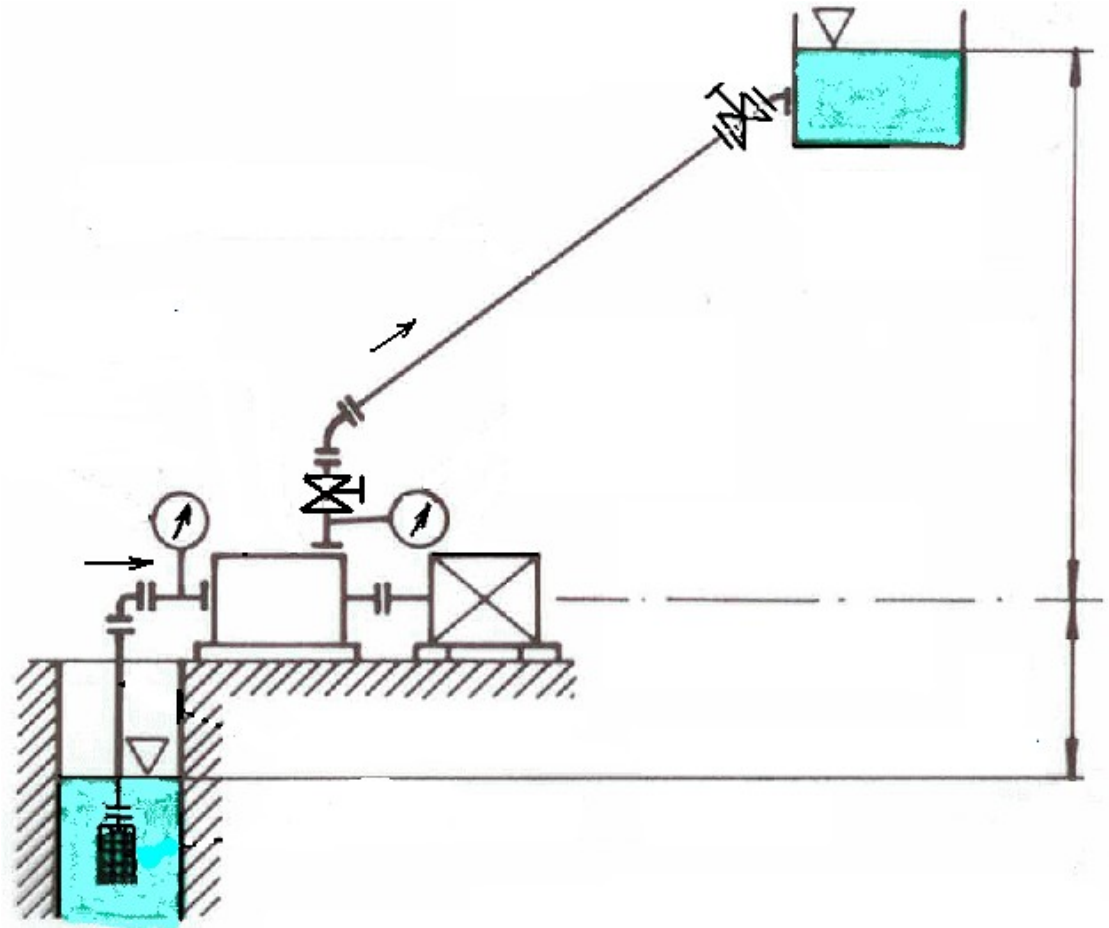
$$\text{přetlak} = p_v - p_a$$

přetlak se měří ve výtlačném potrubí



## Kontrolní otázky

1. Popiš schéma čerpací stanice
2. Vypočítej výkon a příkon čerpadla, které čerpá studenou vodu  
 $Q_V = 600 \text{ l/min}$   
 $H = 20 \text{ m}$   $\eta = 0,93$   
(  $P = 1,96 \text{ kW}$   $P_{\text{ř}} = 2,1 \text{ kW}$  )
3. Popiš postup návrhu průměru potrubí
4. Vysvětli pojmy atmosférický tlak, sací tlak, výtlačný tlak, podtlak, přetlak
5. Vysvětli, proč geodetická výška  $h_s$  je u pístových čerpadel do 8 m při čerpání z otevřené nádrže.



Obrázky:

Výše neodkazované obrázky/ fotografie jsou z autorova archivu.