

NÁVRHOVÉ PARAMETRY OBJEKTŮ



Co-funded by
the European Union

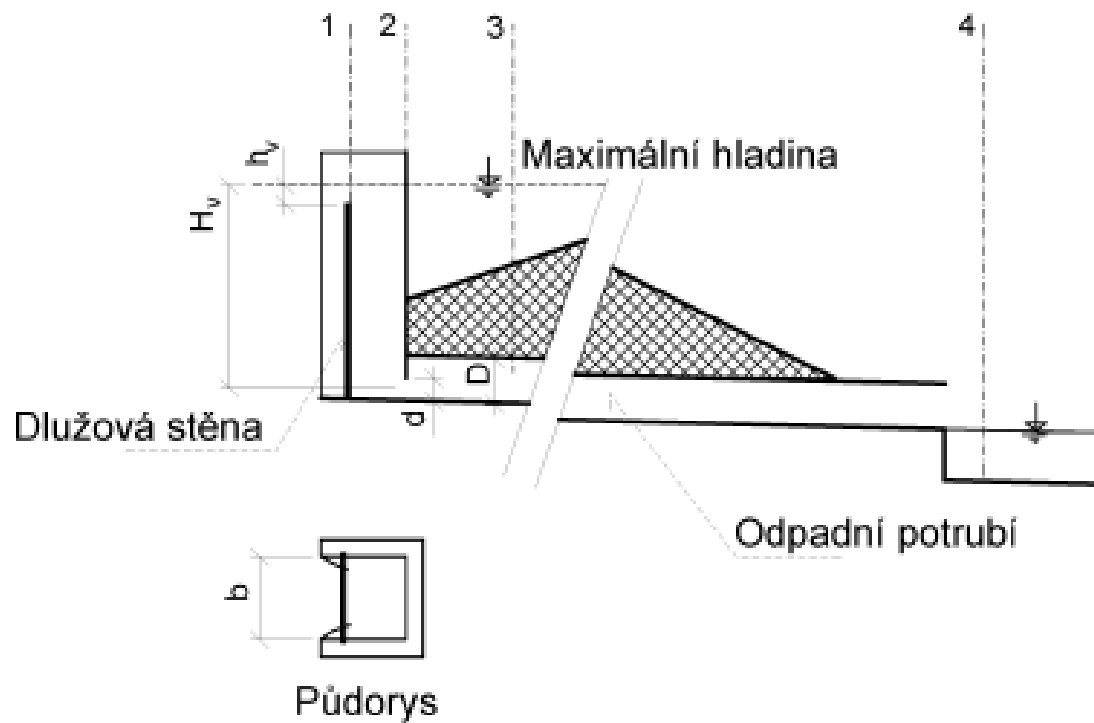
Funkční zařízení malé vodní nádrže

- Aby nádrž plnila svou funkci, vyžaduje specifické stavební objekty
- Hlavní skupiny zařízení:
 - přívod vody
 - regulace a vypouštění vody
 - přelivy pro bezpečný odtok nadbytečné vody
 - ochranná a speciální zařízení (např. pro ryby)
- Umístění se navrhuje individuálně podle topografie a účelu

Spodní výpust

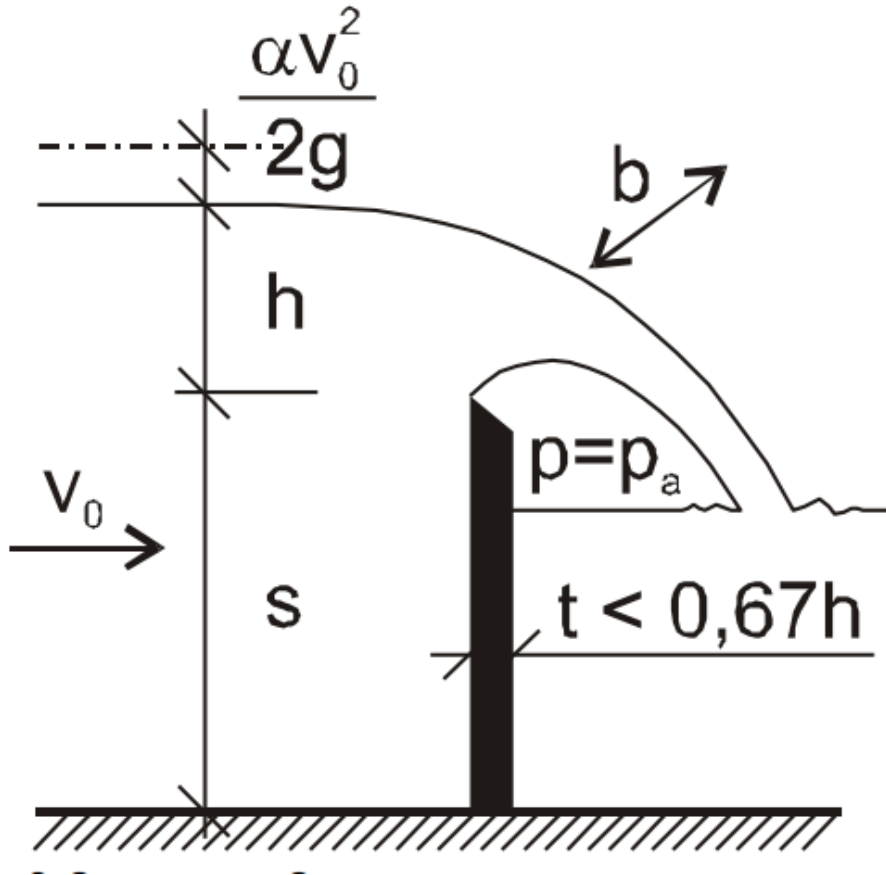
- Nezbytná součást každé nádrže pro kontrolované vypouštění vody
- Používá se:
 - při regulaci hladiny
 - při prázdnění nádrže
 - v mimořádných situacích
- Typy výpustí:
 - trubní požerák
 - trubní výpust hrazená šoupátkem
 - bezobslužná výpust (u suchých nádrží)
 - Kapacita výpusti musí být menší než neškodný průtok One

Návrh kapacity spodní výpusti



- Dimenzování dle délky dlužové stěny:
- dluže = dřevěné fošny (šířka 150–200 mm, uložení na výšku)
- Výpočet jako dokonalý přepad s bočními kontrakcemi

Bazinův přeliv – výpočet přepadu



- dokonalý přepad přes ostrou hranu v obdélníkovém průřezu bez bočního zúžení
- Rovnice:
$$Q = mb\sqrt{2g}h^{\frac{3}{2}}$$
 - Q průtok (m^3/s)
 - m součinitel přepadu
 - b šířka přelivné hrany (m)
 - h přepadová výška (m)
 - g gravitační zrychlení (m/s^2)

Podmínky pro použití Bazinovy rovnice

- Součinitel přepadu m se počítá podle Bazina ze vztahu
 - h přepadová výška (m)
 - s výška přelivné stěny (m)

$$m = \left(0,405 + \frac{0,003}{h} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$

- Platí pro:
 - $0,1 \text{ m} < h < 0,6 \text{ m}$
 - $0,5 \text{ m} < b < 2 \text{ m}$
 - $0,2 \text{ m} < s < 2 \text{ m}$
- Prostor pod přepadem musí být dokonale zavzdušněn

Profil odpadního potrubí

- Výpočet kapacity se provádí jako výtok otvorem
- Průměr výtokového otvoru: $d = 0,5 D$
 - (D = průměr odpadního potrubí)
- Nutné zavzdušnění za zúžením potrubí:
 - Zavzdušňovací potrubí o průměru $0,2 D$ až $0,25 D$
 - Vyvedeno nad maximální hladinu
- Zavzdušnění je součástí požeráku – zabraňuje podtlaku a přisávání

Výtok otvorem

- Výtok může být:
 - ustálený – $Q_p = Q_o$, výtoková rychlost a výtokové množství se s časem nemění
 - neustálený – $Q_p \neq Q_o$, výtoková rychlost a výtokové množství se s časem mění.

Výtok otvorem – volný výtok

- kapalina vytéká do volného prostoru
- výtokové charakteristiky nejsou ovlivňovány kapalinou za otvorem
- Výtoková rychlost podle Bernoulliho rovnice:

$$z_c + \frac{p}{\rho g} + h_{d0} = \frac{p_a}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} + Z \quad \text{kde} \quad Z = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

z_c ... výška nad srovnávací rovinou,

p ... [Pa] tlak okolního prostředí, resp. v nádrži nad hladinou,

ρ ... [kgm⁻³] hustota kapaliny,

g ... [ms⁻²] tíhové zrychlení,

α ... [-] Coriolisovo číslo,

v ... [ms⁻¹] střední průřezová rychlost kapaliny

Z ... [m] ztrátová výška.

ξ ...[-] je ztrátový součinitel

Výtok otvorem – volný výtok

- Výtoková rychlost je stanovena
- ϕ [-] je rychlostní součinitel

$$v = \phi \sqrt{2g \left(z_c + \frac{p - p_a}{\rho g} + h_{d0} \right)} \quad \text{kde} \quad \phi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}$$

- Průtok je

$$Q = \mu_v S \sqrt{2g \left(z_c + \frac{p - p_a}{\rho g} + h_{d0} \right)}$$

- $\mu = \phi \epsilon$ v je součinitel výtoku ve kterém $\epsilon = S_c / S$ je součinitel zúžení
- S_c – plocha zúženého průřezu.
- Je-li nádoba otevřená, působí na volnou hladinu atmosférický tlak p_a

Volný výtok otvorem ve stěně

- **malým otvorem ve stěně**

- malý, když platí $z_1 > 10a$.
- K výpočtu se při volné hladině používají stejné rovnice, kde se místo z dosazuje z_T (souřadnice těžiště).

$$Q = \mu_v S \sqrt{2gz_T}$$

- **velkým otvorem ve stěně (při volné hladině)**

- Pro obdélníkový otvor
$$Q = \frac{2}{3} \mu_v \frac{b}{\sin \delta} \sqrt{2g} \left[(z_2 + h_{d0})^{\frac{3}{2}} - (z_1 + h_{d0})^{\frac{3}{2}} \right]$$

- Pro kruhový otvor
$$Q = \mu_v \left[1 - \frac{1}{32} \left(\frac{r}{z_T} \right)^2 - \frac{5}{1024} \left(\frac{r}{z_T} \right)^4 \right] \pi r^2 \sqrt{2gz_T}$$

Zatopený a částečně zatopený výtok

- Zatopený výtok: výška hladiny dolní vody > horní hrana otvoru
- Pro malé i velké otvory se použijí vztahy pro volný výtok, kde místo z , z_c , z_T se dosadí spád H .
- Částečně zatopený:
 - $Q = Q_1 + Q_2$
 - Q_1 – část nad hladinou (volný výtok), Q_2 – část pod hladinou (zatopený výtok)

Tlumení energie výtoku

- Realizuje se vývarem, odrazníky nebo rozrážeči
- Vývar = opevněná prohlubeň za výpustí
- Odrazníky a rozrážeče = kamenné/betonové bloky

Bezpečnostní přeliv – návrh

- Návrhový průtok: Q_H (obvykle Q_{100})
- Počáteční výška přelivu (obvykle 0,3 až 0,6 m)
- Součásti:
 - přepadová část (skluz)
 - zařízení k tlumení energie (vývar, zdrsnění)

Zásady návrhu přelivu

- Hloubka spadiště $\geq 2h_k$ při Q_H
- Šířka spadiště ≥ 2 m (výjimečně 1,5 m)
- Max. průtok: 15 m³/s
- Skluz musí převést 2Q_H
- Hloubka skluzu: $1,8 \cdot h_k + 0,6$ m (bezpečnostní rezerva)

Zásady návrhu přelivu

- Kruhové odpadní potrubí – do QH = 5 m³/s
- Sklon skluzu > kritický sklon
- Šířka vývaru:
 - u prahu: +0,4 až +1,0 m než skluz
 - u odpadní chodby: +0,8 až +1,0 m než skluz
- Příčný profil vývaru: lichoběžník (boční sklony 5:1 až 4:1)

První naplnění nádrže

- Součást výpočtu vodohospodářského řešení
- Metody:
 - Součtová metoda (Mdenní průtoky)
 - pouze pro malé nádrže
 - Ztráty a MZP nejsou zohledněny ve zjednodušených postupech
 - Simulační bilanční metoda
 - Plnění z jarních zvýšených průtoků
- Ztráty a MZP nejsou zohledněny ve zjednodušených postupech

Prázdňení nádrže – princip

- Zajišťují spodní výpusti (např. požerák)
- Postupné odstraňování dluž:
 - max. výška paprsku = $2 \times$ výška dluže
 - min. výška = $1 \times$ výška dluže
- Celková doba prázdňení t_c v [s] je dána součtem dob prázdňení Δt_i dílčích objemů nádrže

Výpočet doby prázdnění – přepadová výpust

- Orientační výpočet:
 - V – objem nádrže
 - m – přepadový součinitel
 - b_0 – účinná šířka dluže
 - z – výška dluže

$$t_c = \frac{0,132V}{mb_0Z^{1,5}}$$

Výpočet doby prázdnění – trubní výpust

$$t_c = \sum_{i=1}^n \Delta T_i$$

$$\Delta t_i = \frac{2S_x}{S_p \mu_v (2g)^{0,5}} \cdot (h_j^{0,5} - h_{j-1}^{0,5})$$

- celkovou dobu prázdnění t_c jako součet dob prázdnění Δt_i dílčích objemů nádrže podle vztahu:
 - S_x – střední plocha hladiny v intervalu hloubek (h_i, h_{i-1})
 - h – rozdíl hladiny v nádrži a osy výpustného potrubí [m]
 - j a $j-1$... začátek a konec intervalu prázdnění Δt_i
 - S_p – plocha výpustného potrubí
 - μ_v – výtokový součinitel