



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



# Projekt 1 – malé vodní nádrže 6. cvičení

Václav David

K143

e-mail: [vaclav.david@fsv.cvut.cz](mailto:vaclav.david@fsv.cvut.cz)

Konzultační hodiny: viz web





# Obsah cvičení

- Výpočty
  - průsak tělesem hráze
  - bilance nádrže
  - konsumpční křivka přelivu





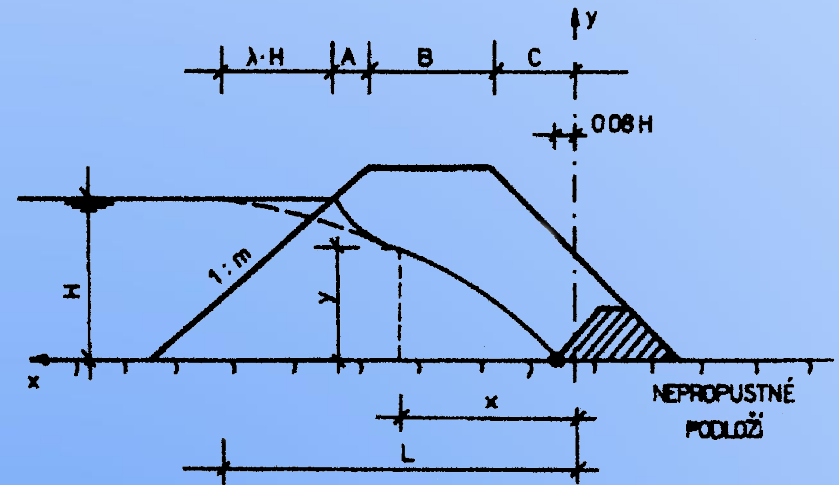
# Průsak tělesem hráze

- Průsak je nutno počítat v jednotlivých profilech, neboť po délce hráze se mění hydraulický spád (rozdíl výšek hladin)
- V případě nehomogenních hrází je výpočet komplikovanější – je nutno počítat po úsecích

$$q = K_s \cdot \frac{H^2}{2 \cdot L}$$

$$L = \lambda \cdot H + A + B + C$$

$$\lambda = \frac{m}{1 + 2 \cdot m}$$



$$y^2 = x \cdot \frac{H^2}{L}$$





## Bilance nádrže

- Výpočet bilance nádrže se zpravidla provádí pro jednoleté období v objemových jednotkách
- Důvod výpočtu spočívá především v posouzení dostatku vody pro naplnění nádrže a v posouzení její dlouhodobé funkce

### Hlavní bilanční položky jsou:

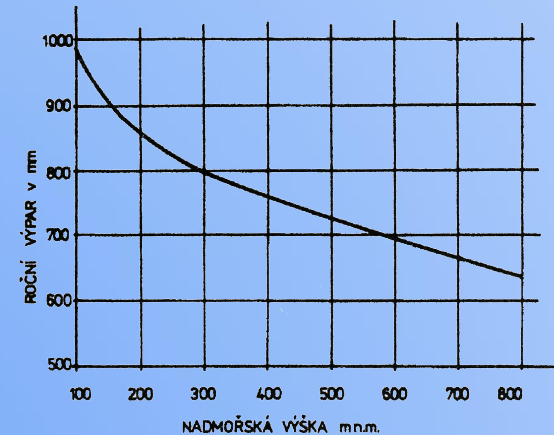
- Přítok do nádrže ( $Q_a$ )
- Odtok z nádrže ( $Q_{hyg} \sim Q_{330d}, Q_{355d}$ )
- Ztráty výparem ( $H_{vyp}$ )
- Ztráty průsakem tělesem hráze ( $Q_{ph}$ )
- Ztráty průsakem pod tělesem hráze ( $Q_{pph}$ )
- Ztráty průsakem do podloží ( $Q_{pdl}$ )
- Odběry ( $V_{odb}$ )

Průtok $Q_{355d}$ ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )	Minimální zůstatkový průtok $Q_{hyg}$
< 0.05	$Q_{330d}$
0.05 – 0.5	$(Q_{330d} + Q_{355d}) \cdot 0.5$
0.51 – 5.0	$Q_{355d}$
> 5.0	$(Q_{355d} + Q_{364d}) \cdot 0,5$



### Bilanční rovnice

$$V_{bil} = V_a - V_{hyg} - V_{vyp} - V_{ph} - V_{pph} - V_{pdl} - V_{odb}$$





# Bilance nádrže

$$V_{bil} < 0$$

- Negativní bilance, nádrž nelze provozovat tak, jak je navržena

$$0 < V_{bil} < V_z$$

- Pozitivní bilance, nádrž však pravděpodobně nelze naplnit během jednoho roku

$$V_z < V_{bil}$$

- Pozitivní bilance, nádrž bude pravděpodobně možno naplnit v době kratší než jeden rok





## Konsumpční křivka přelivu

- Počítá se až po úroveň koruny hráze pro jednotlivé kroky přepadové výšky
- Je nutno zohlednit boční kontrakce a vliv hloubky vody před přelivem

### Přepadová rovnice

$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^{3/2}} \quad Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_p \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^{3/2}}$$

$m, \mu_p$	přepadové součinitele (nutno počítat v závislosti na přepadové výšce apod.)
$b_0$	délka přelivné hrany (nutno uvažovat vliv bočních kontrakcí)
$h$	přepadová výška (pokud je před přelivnou hranou přítoková rychlost, je nutno přičíst rychlostní výšku)

Podrobnosti k výpočtu viz např.:

- *Vrána a Beran: Rybníky a účelové nádrže - příklady (skriptum ČVUT)*
- *Havlík a Marešová: Hydraulika II – příklady (skriptum ČVUT)*



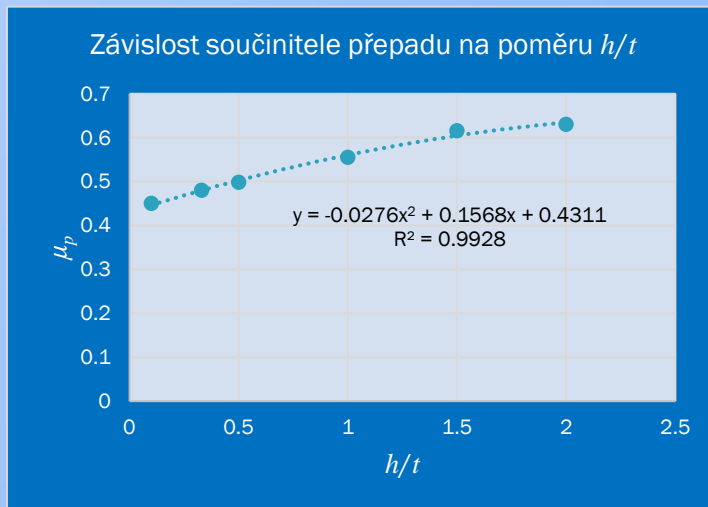


## Součinitel přepadu

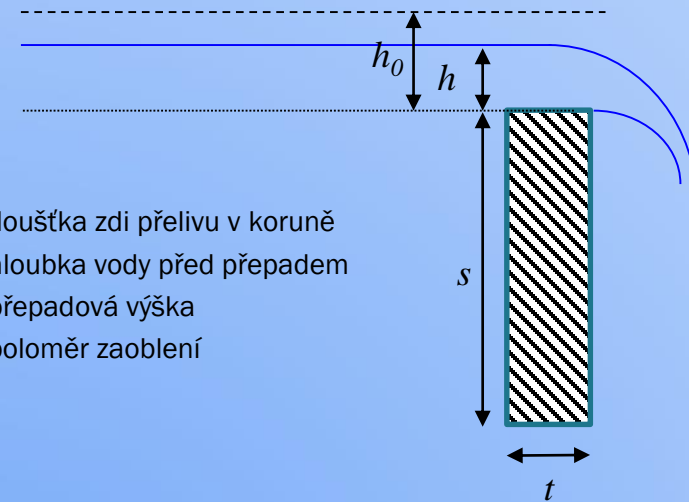
- závisí na příčné profilu přelivné hrany, hloubce vody před přepadem apod.
- přepad přes přelivnou hranu (jezový přeliv) se počítá dle Bazinovy přepadové rovnice

Pravoúhlý příčný profil

$h/t$	0,10	0,33	0,50	1,00	1,50	2,00
$\mu_p$	0,450	0,480	0,495	0,555	0,615	0,630



$$0.67 \cdot h < t < 2.00 \cdot h$$



- $t$  tloušťka zdi přelivu v koruně
- $s$  hloubka vody před přepadem
- $h$  přepadová výška
- $r$  poloměr zaoblení

Další viz např.: Havlík a Marešová: *Hydraulika II – příklady* (skriptum ČVUT)





## Součinitel přepadu

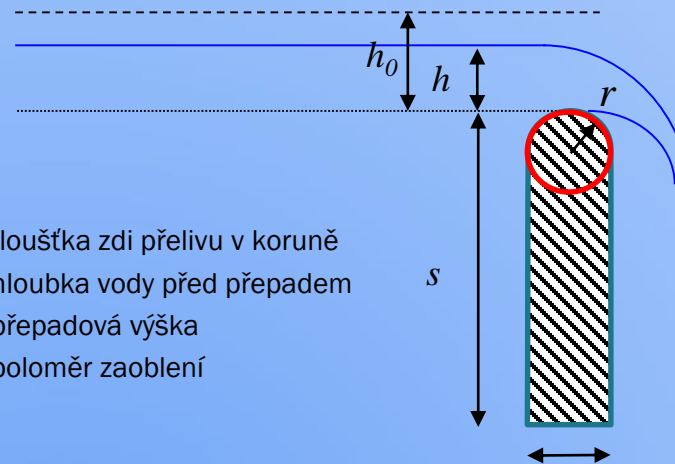
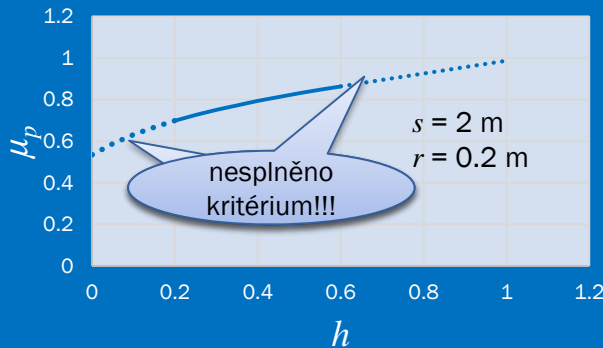
- závisí na příčné profilu přelivné hrany, hloubce vody před přepadem apod.
  - přepad přes přelivnou hranu (jezový přeliv) se počítá dle Bazinovy přepadové rovnice
- Pravouhlý příčný profil

Zaoblený příčný profil

$$\mu_p = 1.02 - \frac{1.015}{\frac{h}{r} + 2.08} + \left( 0.04 \cdot \left( \frac{h}{r} + 0.19 \right)^2 + 0.0223 \right) \cdot \frac{r}{s}$$

$$0.67 \cdot h < t < 2.00 \cdot h$$

Závislost součinitele přepadu na přepadové výšce



- $t$  tloušťka zdi přelivu v koruně
- $s$  hloubka vody před přepadem
- $h$  přepadová výška
- $r$  poloměr zaoblení

Další viz např.: Havlík a Marešová: *Hydraulika II – příklady* (skriptum ČVUT)







## Boční kontrakce

- Závisí na tvaru pilířů/zdí, počtu míst zúžení, hloubce vody před přepadem apod.

$$b_0 = b - 0.1 \cdot \xi \cdot n \cdot h_0$$

$b_0$	efektivní přepadová šířka
$b$	konstrukční přepadová šířka
$\xi$	součinitel tvaru pilířů, zdí (pro pravoúhlý tvar 1-2, pro zaoblený 1)
$n$	počet míst zúžení
$h_0$	přepadová výška





**Děkuji za pozornost .....**

