

PŘEPADY

Přepad ... výtok kapaliny otvorem nahoře otevřeným nebo otvorem, v němž hladina nedosahuje k jeho hornímu okraji

Přeliv ... konstrukce, přes kterou přepadá voda

Koruna přelivu, přelivná hrana ... nejvyšší část přelivu

Přepadový paprsek ... přepadající proud vody

Rozdělení přelivů dle tvaru a tloušťky přelivné stěny

- Ostrohranné přelivy
- Jezové nebo přehradní přelivy
- Přelivy přes širokou korunu
- Zvláštní typy přelivů (šachtový, postranní přeliv)

Rozdělení přepadů dle polohy dolní hladiny

- Dokonalé ... poloha dolní hladiny neovlivňuje průtočnost
- Nedokonalé (zatopené) ... vliv vysoké dolní hladiny

Rozdělení přelivů dle přítoku k přelivné hraně

- Přelivy bez bočního zúžení
- Přelivy s bočním zúžením

a) ostrohranný přeliv
(dokonalý přepad)

b) přeliv přes jezové těleso

c) přeliv přes širokou
korunu
(dokonalý přepad)

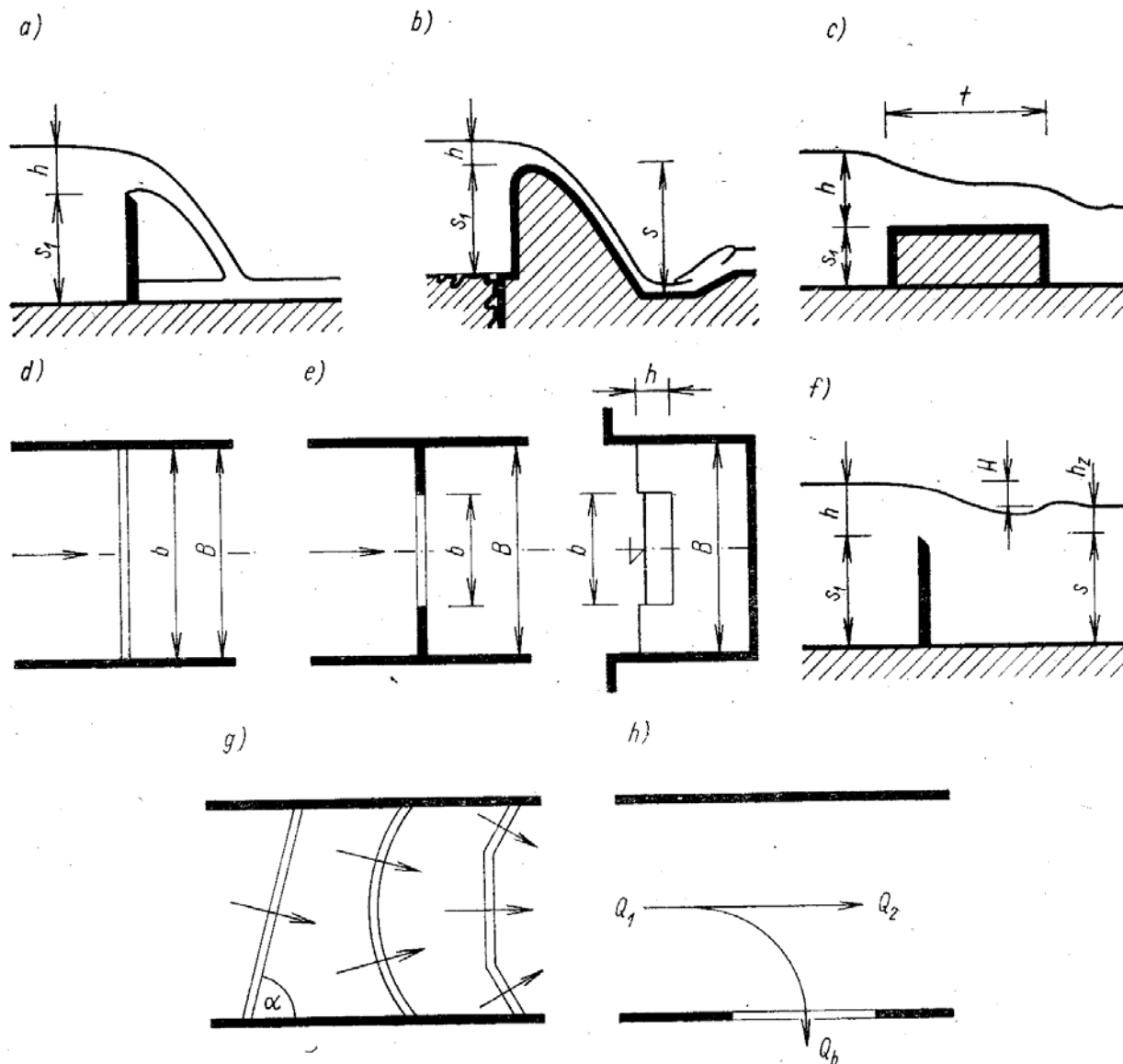
d) čelný přeliv bez bočního
zúžení

e) přeliv s bočním zúžením

f) nedokonalý přepad

g) přeliv šikmý, obloukový,
lomený

h) postranní přeliv



Ostrohranné přelivy ($t < 0,67h$)

Bazinův přeliv

- *dokonalý přepad* přes ostrou hranu v obdélníkovém průřezu bez bočního zúžení, Bazinova rovnice z r. 1898 má tvar

$$Q = mb\sqrt{2g}h^{\frac{3}{2}}$$

kde

m ... součinitel přepadu, ve kterém je zahrnut i vliv přítokové rychlosti

b ... šířka přelivné hrany

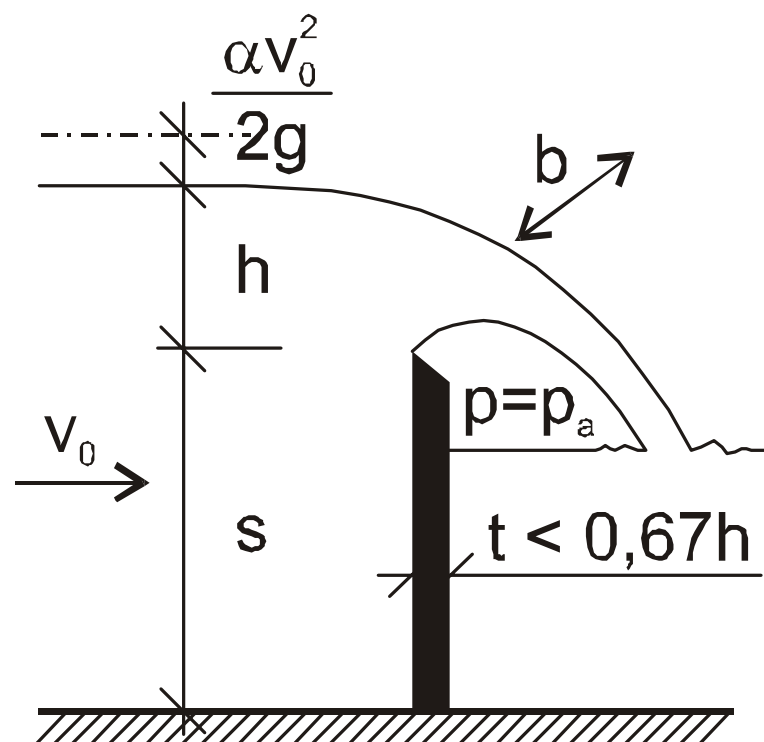
h ... přepadová výška

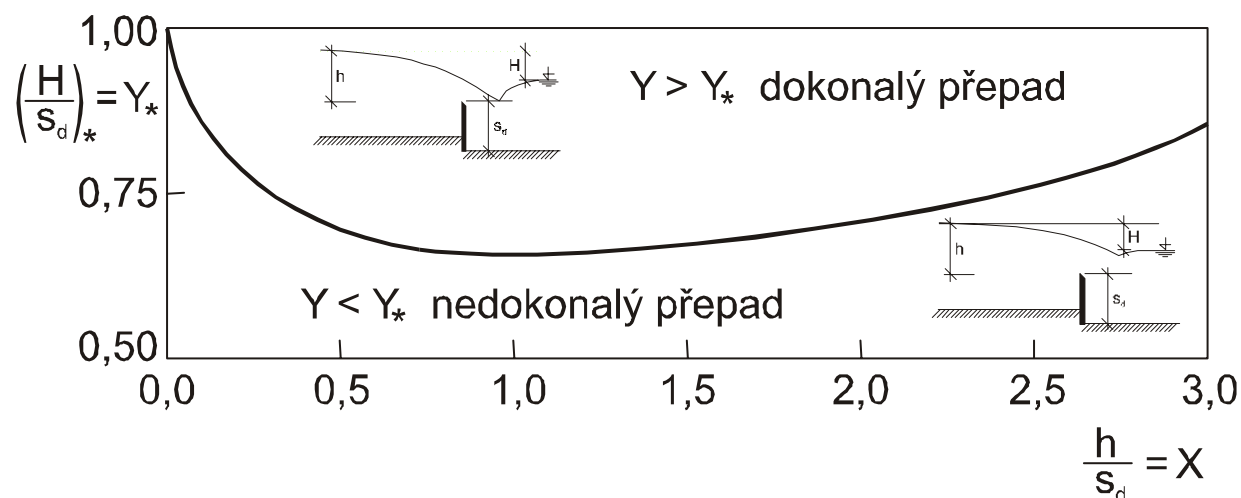
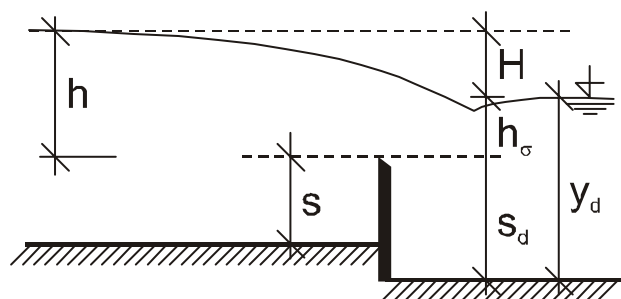
Součinitel přepadu se počítá podle Bazina ze vztahu

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

který platí v rozmezí $0,1 \text{ m} < h < 0,6 \text{ m}$, $0,5 \text{ m} < b < 2 \text{ m}$, $0,2 \text{ m} < s < 2 \text{ m}$

Prostor pod přepadovým paprskem musí být dokonale zavzdušněn, tj. spojen s atmosférickým tlakem.





- **nedokonalý přepad** lze u měrných přelivů řešit spolehlivě pouze u obdélníkového přelivu. Hranici mezi dokonalým a nedokonalým přepadem je možné určit z grafu. Hranici je možné aproximovat rovnicí ve tvaru:

$$Y_* = 0,9502 - 0,5416X + 0,3026X^2 - 0,0453X^3$$

Skutečná hodnota poměru $Y = (H/s_d)$ se porovná s mezní hodnotou $Y_* = (H/s_d)_*$. Jestliže platí $Y > Y_*$, jde o dokonalý přepad, pro $Y < Y_*$ o přepad nedokonalý.

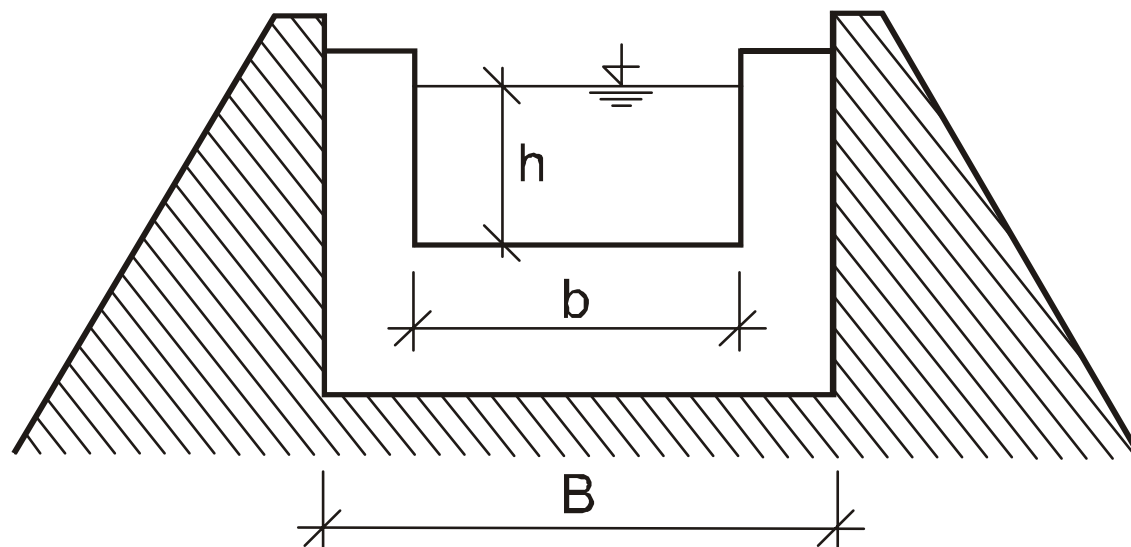
Pro nedokonalý přepad platí Bazinova rovnice ve tvaru

$$Q = \sigma_z m b \sqrt{2g} h^{\frac{3}{2}}$$

a pro součinitele zatopení platí vztah

$$\sigma_z = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{h_\sigma}{s_d} \right) \left(\frac{H}{h} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Poncelletův přeliv

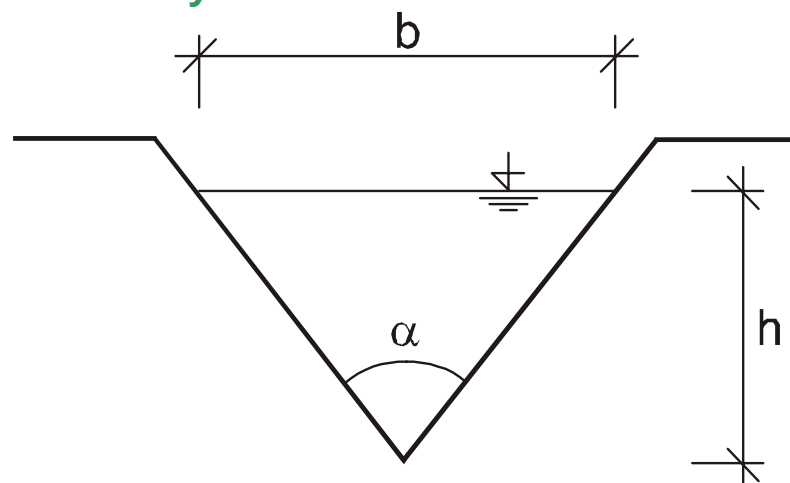


Obdélníkový přeliv s bočním zúžením, tj. platí $b < B$. Pro přepadový průtok platí **Bazinova rovnice**, ale součinitel přepadu se podle Švýcarského spolku inženýrů a architektů počítá ze vztahu

$$m = \left[0,405 + \frac{0,0027}{h} - 0,03 \left(1 - \frac{b}{B} \right) \right] \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$

s platností $s \geq 0,3 \text{ m}$ $\frac{b}{s} \leq 1$ $\left(\frac{B}{b} \right) 0,025 \leq h \leq 0,8 \text{ m}$

Trojúhelníkový přeliv rovnoramenný



Pro rovnoramenný trojúhelníkový přeliv platí rovnice:

$$Q = \frac{8}{15} \mu_p \sqrt{2g \operatorname{tg} \alpha} h^{\frac{5}{2}}$$

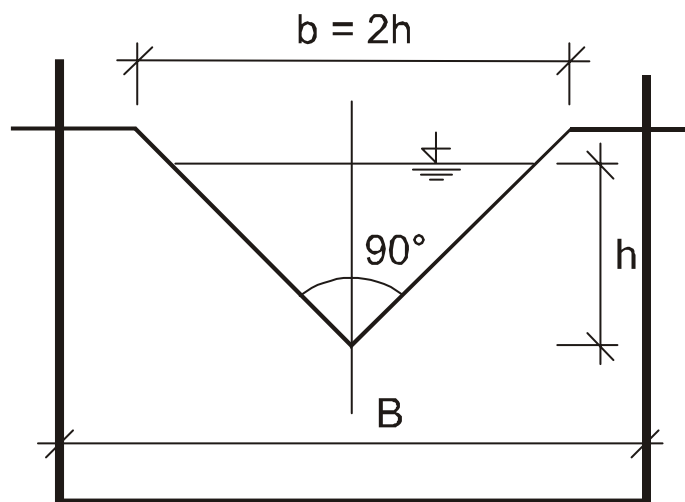
kde $\mu_p = 0,56 - 0,60$.

Grave udává vztah:

$$Q = 1,331 (\operatorname{tg} \alpha)^{0,996} h^{2,47}$$

který platí v rozmezí $20^\circ < \alpha < 120^\circ$. Velmi často se používá Thomsonova přelivu, pro jehož vrcholový úhel platí $\alpha = 90^\circ$.

Thomsonův přeliv



Thomson zjistil konstantní součinitel $\mu_p = 0,316$. Rovnice pro přepadový průtok má pak tvar:

$$Q = 1,4h^{\frac{5}{2}}$$

pro $0,05 \text{ m} < h < 0,18 \text{ m}$

Pro správnou funkci Thomsonova přelivu musí platit $B/h > 8$, resp. $s/h > 3$.

Další vztahy pro Thomsonův přeliv:
Podle Kinga:

$$Q = 1,343h^{2,47}$$

Součinitel přepadu podle Cone:

$$\mu_p = \frac{0,303}{h^{0,02}}$$



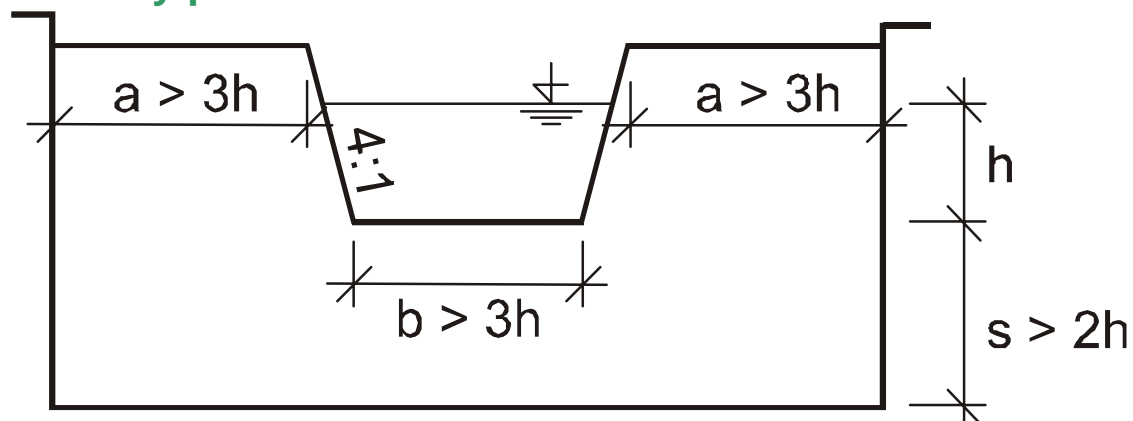




Lichoběžníkový přeliv

$$Q = \mu_p b \sqrt{2g h^{\frac{3}{2}}}$$

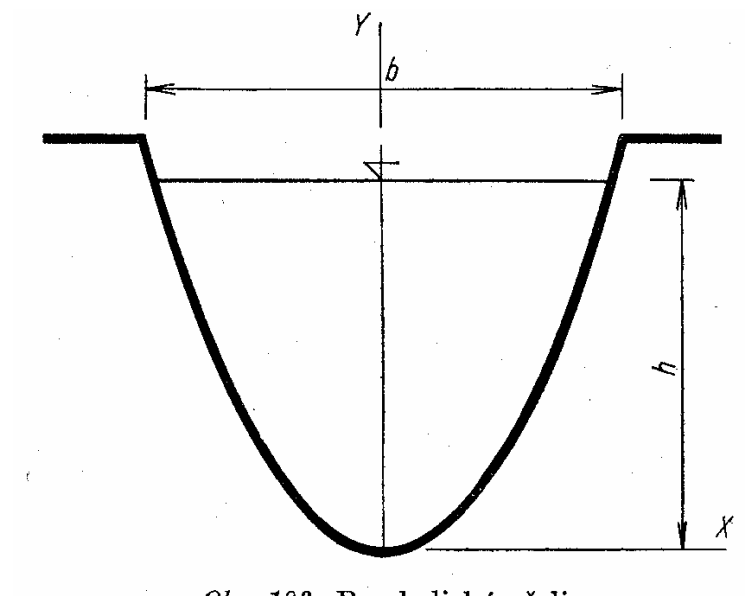
Cipolettiho lichoběžníkový přeliv



Při sklonu boků 4:1 (Cipoletti) je μ_p nezávislé na přepadové výšce:

$$\mu_p \approx 0,42 \quad \Rightarrow \quad Q = 1,86 b h^{\frac{3}{2}}$$

Parabolický přeliv



Výřez je určen rovnicí:

$$x^2 = 2py$$

kde při zvolené šířce b bude:

$$p = \frac{b^2}{8h}$$

Průtok vyjadřuje vztah:

$$Q = \mu_p \sqrt{2g} h^2$$

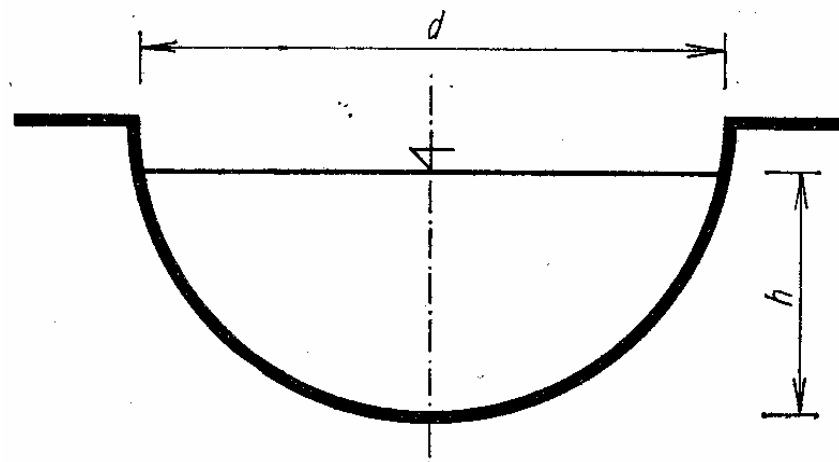
Součinitel μ_p je závislý na p a na Fr a zjišťuje se přesným tárováním každé konstrukce

Kruhový přeliv

Vztah dle Stause a Sandena:

$$Q = \mu_p q_i d^{\frac{5}{2}}$$

kde q_i (l.s^{-1}) průtok přelivem s průměrem 1 dm a je složitou funkcí h/d a byl uvažován bez vlivu boční kontrakce.



Vztah pro přibližné určení q_i dle Ramponiho:

$$q_i \approx 10,12 \left(\frac{h}{d} \right)^{1,975} - 2,66 \left(\frac{h}{d} \right)^{3,78}$$

Součinitel přepadu μ_p je přibližně 0,6 nebo se může určit přesněji dle vztahu podle Stause:

$$\mu_p = 0,555 + \frac{1}{110} \frac{d}{h} + 0,041 \frac{h}{d}$$

Kruhový přeliv je vhodný pro měření menších průtoků, nevyžaduje přesnost při umístění.

Lineární přeliv

Navržen pomocí rovnice hyperboly:

$$x = \frac{a}{\sqrt{y}}$$

tak, aby průtok byl přímo úměrný přepadové výšce

$$Q = 4,244ah$$

Jezové přelivy

Při výpočtu jezových přelivů je třeba uvážit:

- tvar přelivné plochy
- vliv přítokové rychlosti (zejména pro $v_0 > 0,5 \text{ m.s}^{-1}$)

Vliv pilířů na boční zúžení přepadového paprsku

Změnu součinitele přepadu s přepadovou výškou

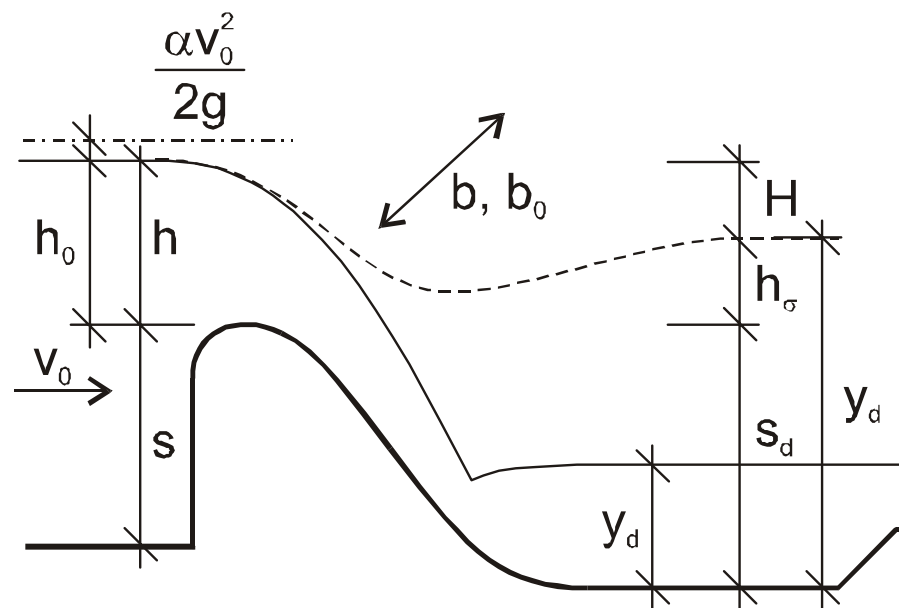
Pro dokonalý přepad (plnou čarou) platí Bazinova rovnice ve tvaru:

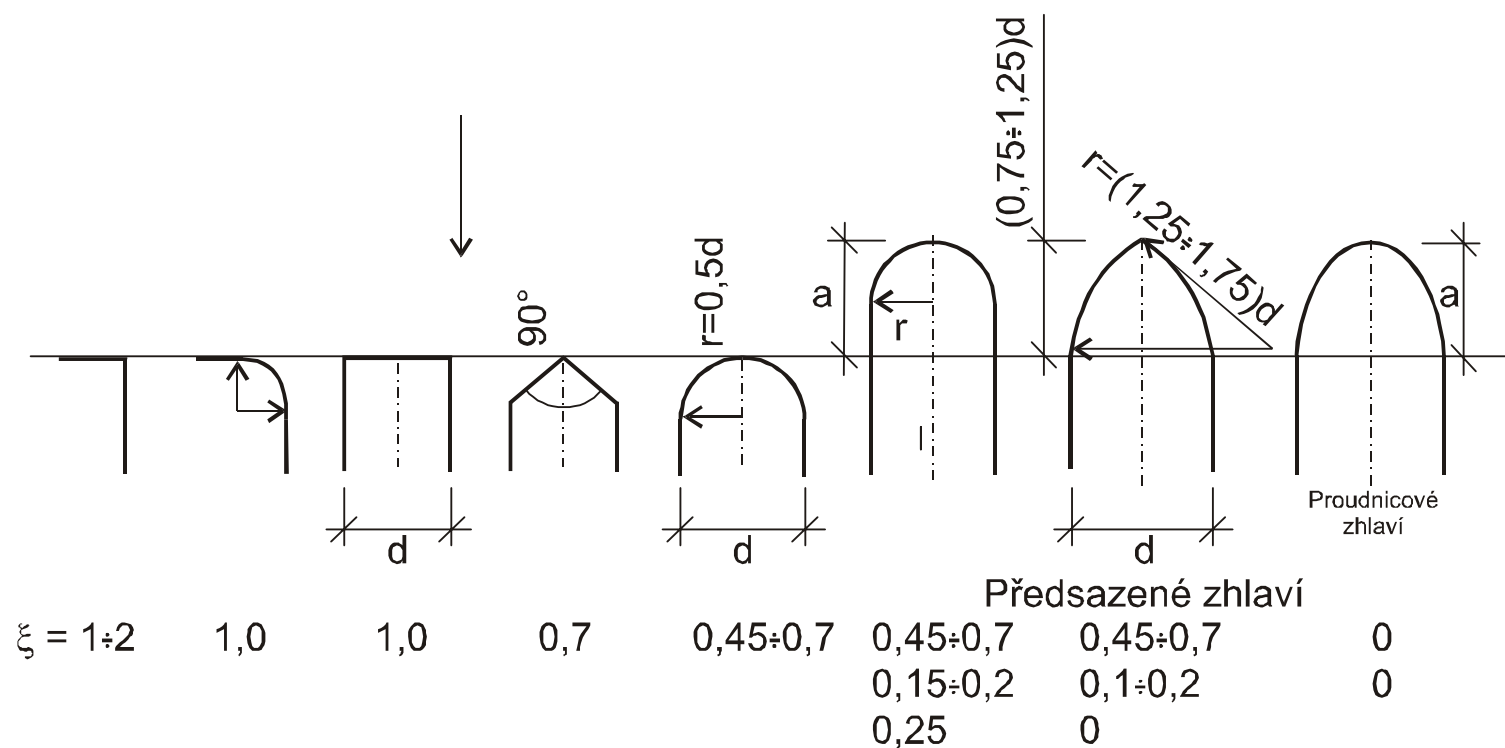
$$Q = mb_0 \sqrt{2g} h_0^{\frac{3}{2}}$$

nebo z rovnice

$$Q = \frac{2}{3} \mu_p b \sqrt{2g} h_0^{\frac{3}{2}}$$

m , resp. μ_p , jsou součinitele přepadu - závisí na řadě parametrů, např. na tvaru, drsnosti a uspořádání koruny přelivu, přepadové výšce h , resp. h_0 , výšce přelivu s a tlakových poměrech v oblasti koruny





Pro účinnou šířku každého přelivného pole b_0 platí vztah

$$b_0 = b - 0,1 \zeta n h_0$$

b ... světlost jezového pole

ζ ... součinitel tvaru pilířů

n ... počet míst zúžení ($n = 2$ v každém jezovém poli)

Pro více jezových polí se do rovnice musí dosadit $b = \sum b_i$, resp. $n = 2i$, kde i je počet jezových polí. Energetická přepadová výška h_0 je definována výrazem

$$h_0 = h + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$$

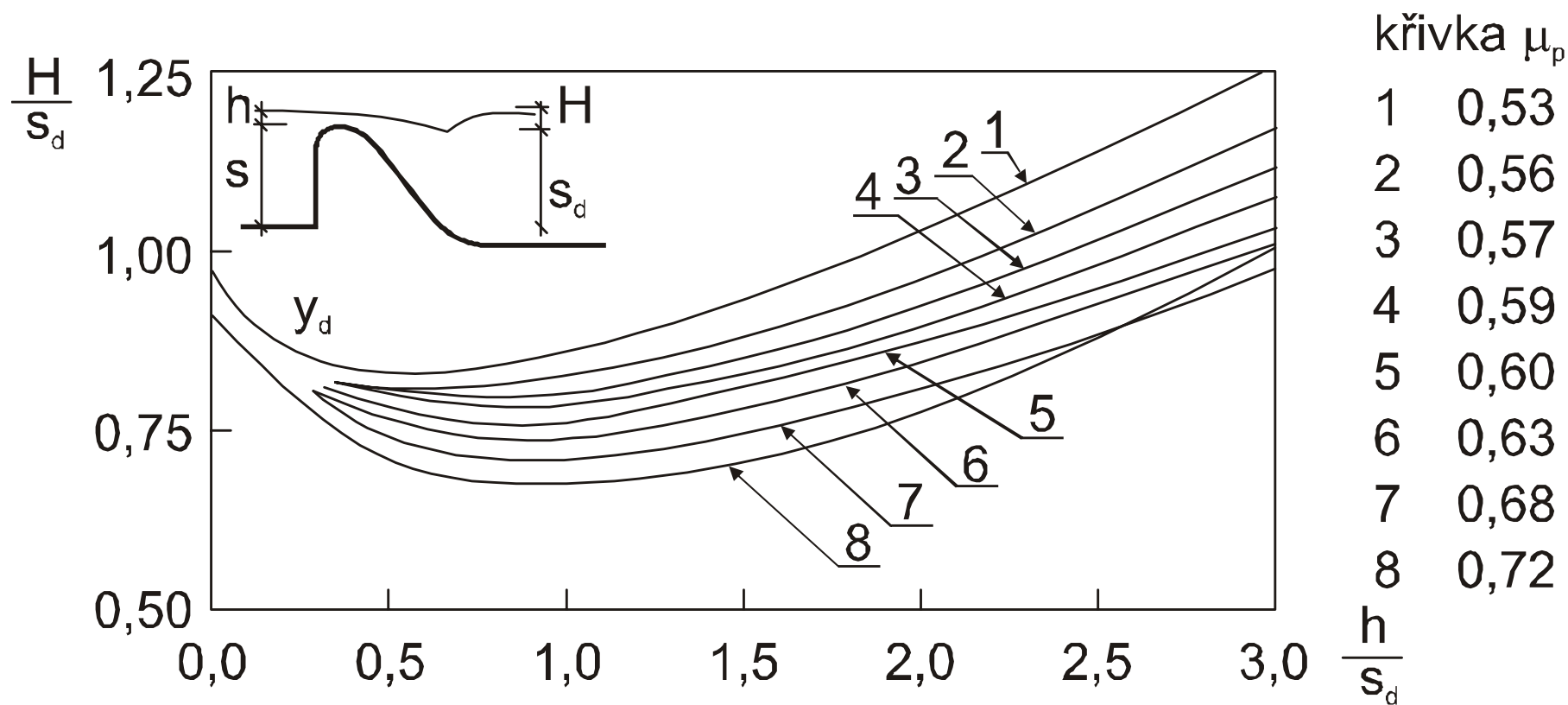
Pro *nedokonalý přepad* platí Bazinova rovnice ve tvaru

$$Q = \sigma_z m b_0 \sqrt{2g h_0^{\frac{3}{2}}}$$

resp. z rovnice

$$Q = \sigma_z \frac{2}{3} \mu_p b \sqrt{2g h_0^{\frac{3}{2}}}$$

Grafické určení součinitele μ_p



$$\left(\frac{h}{s_d}\right) \geq \left(\frac{H}{s_d}\right)_* - \text{dokonalý přepad}$$

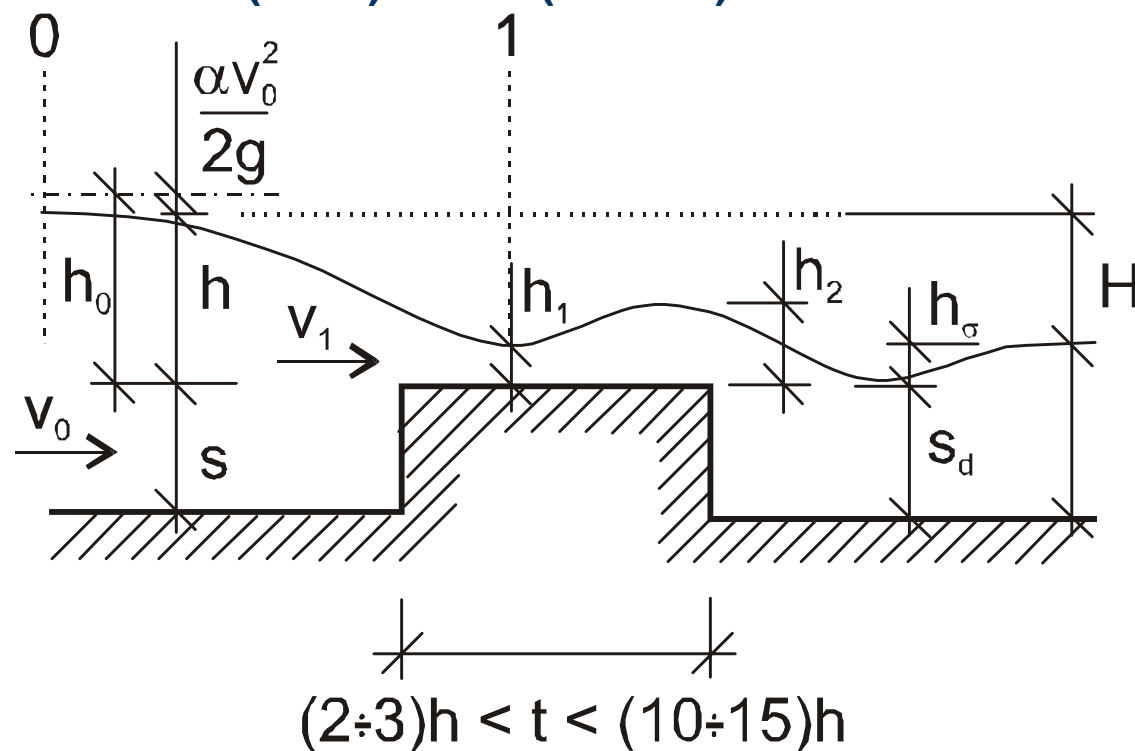
$$\left(\frac{h}{s_d}\right) < \left(\frac{H}{s_d}\right)_* - \text{nedokonalý přepad}$$

σ_z ...součinitel zatopení, který závisí na míře zatopení, na tvaru koruny přelivu a na přechodu přepadového paprsku do dolní hladiny.

Hodnoty součinitele zatopení podle Pavlovského:

$h\sigma/h_0$	σ_z	$h\sigma/h_0$	σ_z	$h\sigma/h_0$	σ_z	$h\sigma/h_0$	σ_z
0,00	1,000	0,25	0,976	0,50	0,937	0,75	0,821
0,05	0,996	0,30	0,970	0,55	0,923	0,80	0,778
0,10	0,991	0,35	0,963	0,60	0,907	0,85	0,709
0,15	0,986	0,40	0,956	0,65	0,886	0,90	0,621
0,20	0,981	0,45	0,948	0,70	0,856	0,95	0,438

Přeliv se širokou korunou $(2 \div 3)h < t < (10 \div 15)h$



Dokonalý přepad - rovnice pro přepad se odvodí z Bernoulliho rovnice pro nesníženou hladinu 0 před přelivem a zúžený průřez 1. Musí platit $h_\sigma < h_2$, kde $h_\sigma = y_d - s_d$.

$$Q = \varphi b h_1 \sqrt{2g(h_0 - h_1)}$$

kde $\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}$ je součinitel rychlosti.

Rovnice pro přepad se používá také v Bazinově tvaru

$$Q = mb \sqrt{2gh_0^{\frac{3}{2}}}$$

Součinitelé výškového zúžení jsou definovány jako

$$\varepsilon_1 = \frac{h_1}{h_0} \quad \text{resp.} \quad \varepsilon_2 = \frac{h_2}{h_0}$$

Hodnoty součinitelů pro přepad přes širokou korunu

Charakteristika přepadu	φ	ε_1	ε_2	m	ε_{0k}	ε_v
přepad beze ztrát	1,000	0,67	0,67	0,38	1,50	0,67
celá vstupní část prahu je dobře zaoblenu	0,951	0,60	0,73	0,36	1,55	0,56
práh má zaoblenou vstupní hranu	0,936	0,57	0,76	0,35	1,57	0,53
práh má seříznutou vstupní hranu	0,912	0,53	0,79	0,33	1,60	0,48
vstupní hrana je ostrá	0,900	0,51	0,81	0,32	1,62	0,46
vstupní hrana je ostrá a práh mimořádně drsny	0,881	0,47	0,83	0,30	1,64	-

Nedokonalý přepad - podmínky zatopení jsou dány podmínkou

$$h_{\sigma} > h_2 = \varepsilon_2 h_0 \qquad h_{\sigma} = y_d - s_d$$

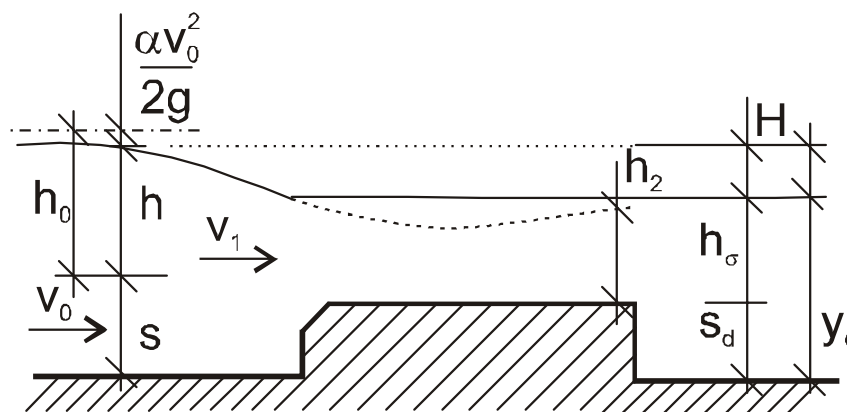
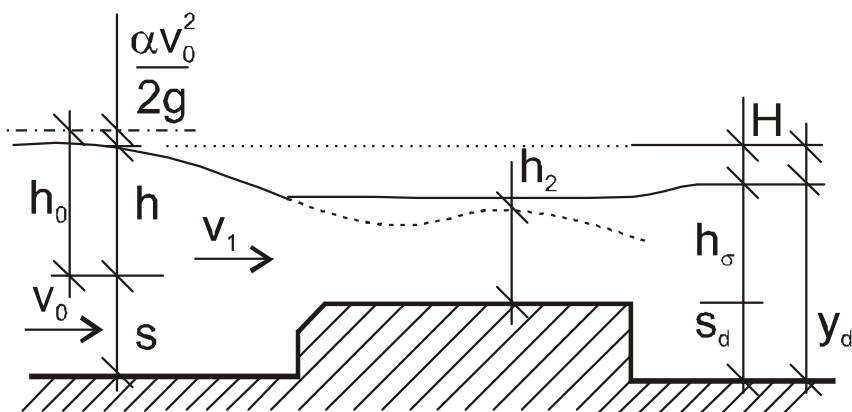
Přepadový průtok se počítá buď z rovnice:

$$Q = \phi b h_{\sigma} \sqrt{2g(h_0 - h_{\sigma})}$$

nebo z rovnice:

$$Q = \sigma_z m b \sqrt{2gh_0^{\frac{3}{2}}}$$

Nedokonalý přepad přes širokou korunu



Hodnoty součinitele zatopení jsou dány graficky podle Pavlovského nebo Berezinského.

