

# VODOHOSPODÁŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ

Katedra Hydrauliky a hydrologie Fakulty stavební ČVUT

Jméno :

Skupina :

Školní rok : 2010/2011

## Úloha č. 5

V tělese silničního náspu je potřeba navrhnout soustavu inundačních propustků pro převádění části povodňového průtoku, který proudí v inundaci. Minimální výška mezi horním okrajem potrubí propustku a vrcholem pláně silnice je **70 cm**. Výška úrovně pláně nad terénem okolní inundace činí **H**. Návrhový průtok je **Q**. Úroveň vzduté hladiny před propustkem může dosáhnout nejvýše **0.5 m** pod úroveň nivelety silnice. **Navrhněte technické řešení propustku (počet potrubí, konstrukční provedení vtoku) tak, aby při proudění nedošlo k zatopení jeho horního čela.** Vzhledem k tomu, že se za propustkem bude voda opět volně roztékat do inundace, můžeme zjednodušeně předpokládat, že proudění za vtokem do propustku nebude ovlivněno dolní vodou. Rovněž můžeme díky malé délce propustku předpokládat i při nulovém sklonu jeho dna proudění s volnou hladinou.

$$H=150+(S-40) \cdot 5$$

$$Q = 8+K/6$$

### Proudění propustkem s volnou hladinou

V případě proudění propustkem s volnou hladinou, kdy proudění za vtokem není ovlivněno dolní vodou, platí dle Bernoulliho rovnice.

$$E_h = y_c + \frac{Q^2}{\varphi^2 \cdot 2 \cdot g \cdot S_c^2} \quad (1)$$

kde  $\varphi$  – rychlostní součinitel (viz. Tabulka 1) [-]

$S_c$  – průtočná plocha v místě zúženého profilu za vtokem do propustku (viz. Tabulka 2) [m<sup>2</sup>]

$y_c$  – zúžená hloubka proudění za vtokem do propustku [m]

$E_h$  – energetická výška profilu před propustkem [m]

Protože bude voda vtékat do propustku ze široké inundace, průtočná plocha před propustkem bude natolik velká, že si můžeme vliv přítokové rychlostní výšky dovolit zanedbat. Potom

$$y_h \approx E_h \quad (2)$$

V případě volného vtoku pro kruhový propustek platí :

$$y_c = \kappa \cdot y_k \quad (3)$$

kde  $\kappa$  – součinitel (viz Tabulka 1) [-]  
 $y_k$  – kritická hloubka [m]

Pro kruhový profil je možné kritickou hloubku stanovit například z následující empirické rovnice

$$y_k = \frac{\sqrt{0.32 \cdot Q}}{D^{1/4}} \quad (4)$$

Při návrhu více potrubí se posuzuje vzduť pro jednotlivý propustek – do rovnice (1) se proto musí dosadit ne celkový návrhový průtok, ale tato hodnota vydělená počtem potrubí.

Na závěr je nezbytné posoudit, zda bude skutečně splněna hydraulická podmínka volného vtoku

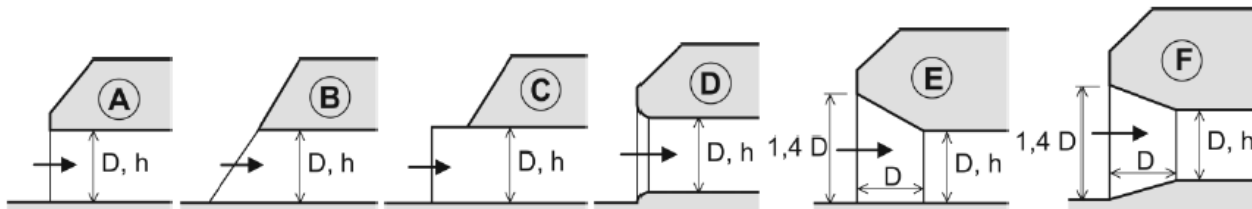
$$y_h < \beta \cdot D \quad (4)$$

kde  $\beta$  - součinitel zatopení (viz. Tabulka 1) [-]

Při návrhu potrubí je nezbytné respektovat komerčně dostupné výrobky (průměry potrubí ...).

Tabulka 1

typ vtoku	součinitel ztráty vtokem $\xi$	součinitel rychlosti $\varphi$	součinitel výškového zúžení $\kappa$	součinitel zatopení vtoku $\beta$
<b>A</b>	0,40 - 0,50	0,85 - 0,82	0,90	1,20 - 1,16
<b>B</b>	0,70 - 0,80	0,77 - 0,75	0,87	1,10 - 1,09
<b>C</b>	0,80 - 0,90	0,75 - 0,73	0,86	1,09 - 1,08
<b>D</b>	0,05 - 0,10	0,98 - 0,95	0,97	1,45 - 1,40
<b>E</b>	0,10 - 0,15	0,95 - 0,93	0,95	1,40 - 1,33
<b>F</b>	0,30 - 0,40	0,88 - 0,85	0,94	1,40 - 1,36



Tabulka 2

14. Poměrné výpočtové hodnoty pro částečně plněný kruhový průřez.

(poměrné hodnoty průtoku a rychlosti byly získány z Manningovy rovnice)

$\frac{y}{D}$	$\frac{S}{S_D}$	$\frac{O}{O_D}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q}{Q_D} = \frac{K}{K_D}$	$\frac{v}{v_D} = \frac{W}{W_D}$	$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot D^5}$
0,05	0,0191	0,1445	0,0330	0,004	0,184	
0,10	0,0525	0,2055	0,0638	0,017	0,333	
0,15	0,0953	0,253	0,0922	0,043	0,457	
0,20	0,1427	0,295	0,1210	0,080	0,565	0,001
0,25	0,1954	0,333	0,147	0,129	0,661	0,005
0,30	0,2530	0,3695	0,171	0,188	0,748	0,009
0,35	0,3115	0,403	0,193	0,256	0,821	0,016
0,40	0,374	0,437	0,214	0,332	0,889	0,025
0,45	0,436	0,468	0,233	0,414	0,948	0,040
0,50	0,500	0,500	0,250	0,500	1,000	0,060
0,55	0,564	0,532	0,265	0,589	1,045	0,088
0,60	0,626	0,563	0,277	0,678	1,083	0,121
0,65	0,689	0,597	0,288	0,766	1,113	0,166
0,70	0,747	0,631	0,296	0,850	1,137	0,220
0,75	0,805	0,667	0,301	0,927	1,152	0,294
0,80	0,857	0,705	0,304	0,994	1,159	0,382
0,85	0,906	0,747	0,303	1,048	1,157	0,500
0,90	0,948	0,795	0,298	1,082	1,142	0,685
0,95	0,981	0,856	0,287	1,087	1,108	1,035
1,00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	

V tabulce je  $W$  - modul rychlosti ( $W = C\sqrt{R}$ ). Indexy  $D$  označují hodnoty, příslušející plnému průřezu. Poslední sloupec tabulky umožňuje určit kritickou hloubku  $y_k$ .