

# VODOHOSPODÁŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ

Katedra Hydrauliky a hydrologie Fakulty stavební ČVUT

Jméno :

Skupina :

Školní rok : 2010/2011

## Úloha č. 4

Na upraveném korytě řeky s lichoběžníkovým průřezem, šířkou ve dně **B [m]**, sklonem svahů **1:2** a drsností **n = 0.035** je plánována výstavba silničního mostu. V úseku toku pod mostem lze předpokládat rovnoměrné proudění, sklon dna zde činí *i*. Pro návrhový průtok **Q** navrhnete mostní objekt tak, aby byla splněna volná výška **0.5 m**. Šířka mostního otvoru bude shodná s šířkou koryta ve dně.

$$Q=3 \cdot S$$

$$i = 0.003 - K/100000$$

$$B = 25 + K/10$$

### Proudění mostem s volnou hladinou

Pro úroveň čáry energie v profilu nad mostem platí

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

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

$S_m$  – průtočná plocha v profilu mostního objektu při hloubce  $y_m$  [m<sup>2</sup>]

$y_m$  – hloubka proudění pod mostem [m]

$E_h$  – energetická výška profilu před mostním

Hodnota součinitele závisí na provedení hran bočních pilířů (viz Tabulka 1). Energetická výška profilu před mostem se skládá z hledané hloubky proudění před mostem a rychlostní výšky.

$$E_h = y_h + \frac{v_h^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

kde  $v_h$  – rychlost proudění před mostem [m.s<sup>-1</sup>]

Proudění mostním otvorem je ovlivněno dolní vodou, pokud platí

$$\kappa \cdot E_h < y_d \quad (3)$$

kde  $\kappa$  – součinitel (viz Tabulka 1) [-]

$y_d$  – hloubka vody v korytě pod mostem [m]

V případě, že je proudění mostním objektem ovlivněno dolní vodou, platí  $y_m = y_d$ , v opačném případě  $y_m \approx y_k$  (kritická hloubka).

### Doporučený postup výpočtu

Protože není k dispozici průběh hladiny nerovnoměrného proudění pod mostem, bude potřeba úroveň hladiny pod mostem stanovit z měrné křivky koryta pod mostem za zjednodušujícího předpokladu rovnoměrného proudění.

$$Q = C \cdot S \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (4)$$

kde  $Q$  – průtok [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]  
 $C$  – Chezyho rychlostní součinitel [m<sup>0.5</sup>.s<sup>-1</sup>]  
 $S$  – průtočná plocha [m<sup>2</sup>]  
 $R$  – hydraulický poloměr [m]

Pro Chezyho rychlostní součinitel platí

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \quad (5)$$

kde  $n$  – součinitel drsnosti

Hydraulický poloměr se stanoví z rovnice

$$R = \frac{S}{O} \quad (6)$$

kde  $O$  – omočený obvod [m]

Pro různé hloubky vody se stanoví z rovnice (4) průtok, z těchto hodnot je možné sestavit měrnou křivku profilu ( $y=f(Q)$ ), pro návrhový průtok se odečte z grafu hledaná hodnota  $y_d$ . Jiná možnost spočívá v postupném hledání takové hloubky, pro kterou dostaneme hledaný návrhový průtok.

Poznámka - hledanou hloubku není možné z rovnice (4) přímo vyjádřit.

Za použití předpokladu, že je proudění mostem ovlivněno dolní vodou se ze známé hloubky  $y_d$  dle rovnice (1) spočítá  $E_h$  (nejprve je nezbytné navrhnout provedení bočních pilířů  $\Rightarrow \varphi, \kappa$ ). Následně se musí dle nerovnice (3) ověřit platnost předpokladu.

Hledaná hloubka  $y_h$  se stanoví z hodnoty  $E_h$  po odečtení rychlostní výšky, která je daná poměrem průtoku  $Q$  a průtočné plochy  $S$  v lichoběžníkovém korytě před profilem mostu při hloubce  $y_h$ . Protože  $y_h$  zatím neznáme, používá se iterační postup. V prvním kroku se ke stanovení rychlosti  $v_h$  použije místo skutečné plochy proudění plocha vztažená k hodnotě  $E_h$ , v dalších krocích se již používá plocha proudění vztažená k hloubce proudění získané z předcházejícího kroku. Výpočet se opakuje tak dlouho, až se hodnoty mezi dvěma výpočetními kroky neliší (přesnost výpočtu v cm).

Výška mostního otvoru musí splňovat požadovanou volnou výšku.

Tabulka 1

TYP	Plynulé boční připojení			Boční křídla zaoblená			Boční křídla šikmá			Boční křídla pravouhlá		
	$\phi$	$\kappa$	m	$\phi$	$\kappa$	m	$\phi$	$\kappa$	m	$\phi$	$\kappa$	m
A	0,96	0,72	0,36	0,95	0,73	0,36	0,95	0,74	0,36	0,94	0,75	0,35
B	0,94	0,75	0,35	0,93	0,76	0,35	0,92	0,78	0,34	0,91	0,79	0,33
C	0,91	0,79	0,33	0,90	0,81	0,32	0,88	0,83	0,30	0,87	0,85	0,28
D	0,90	0,81	0,32	0,88	0,83	0,30	0,87	0,85	0,29	0,86	0,87	0,27
E	0,85	0,88	0,26	0,83	0,91	0,23	0,81	0,93	0,20	0,79	0,95	0,16

TYP: A - Dno mostu je v úrovni dna přítokového koryta

B - Ve dně mostu je práh se zaoblenou vstupní hranou

C - Ve dně mostu je práh se zkosenou vstupní hranou

D - Ve dně mostu je práh s pravouhlou vstupní hranou

E - Ve dně mostu je práh s pravouhlou vstupní hranou (nepříznivé podmínky, nerovný povrch)