

# VODOHOSPODÁŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ

Katedra Hydrauliky a hydrologie Fakulty stavební ČVUT

Jméno :

Skupina :

Školní rok : 2010/2011

## Úloha č. 6

Silnice má křížovat drobný vodní tok betonovým propustkem o průměru  $D$ . Stanovte minimální úroveň nivelety silnice tak, aby převyšovala vzdutou hladinu nad propustkem alespoň o  $0.5\text{m}$ . Součinitel místní ztráty na vtoku do propustku je  $\xi=0.5$ , délka propustku  $L = 15\text{ m}$ . Sklon dna propustku i koryta nad a pod propustkem je  $i_0 = 0.003$ , šířka koryta ve dně  $B = 3\text{ m}$ , sklon břehových svahů 1:2. Návrhový průtok je  $Q$ . Pokud by niveleta silnice převyšovala dno propustku o více než  $3\text{ m}$ , navrhňte vedle sebe více paralelních potrubí o stejném průměru.

$$D=1.1+(S-40)/20$$

$$Q = 12+K/100$$

### Ověření charakteru proudění v propustku

Skutečnost, zda se v propustku bude jednat o proudění tlakové nebo s volnou hladinou se stanoví na základě porovnání návrhového průtoku  $Q$  s průtokem kapacitním  $Q_D$ .

$$Q_D = 24 \cdot D^{8/3} \cdot \sqrt{i} \quad (1)$$

kde  $Q_D$  – kapacitní průtok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]  
 $D$  – průměr potrubí [m]  
 $i$  – sklon dna propustku [-]

Pro tlakové proudění platí, že

$$Q > Q_D \quad (2)$$

Vzhledem k předpokladu tlakového proudění bude nutné stanovit hladinu a rychlost proudění vody pod propustkem. Obě hodnoty se určí za předpokladu rovnoměrného proudění vody za propustkem s Chezyho rovnice

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i_0} \quad (3)$$

kde  $v$  – průřezová rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]  
 $C$  – Chezyho rychlostní součinitel [-]  
 $R$  – hydraulický poloměr [m]  
 $i_0$  – sklon dna [-]

Chezyho rychlostní součinitel se stanoví z rovnice Manninga

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \quad (4)$$

Pro hydraulický poloměr platí

$$R = \frac{S}{O} \quad (5)$$

kde  $O$  – omočený obvod [m]

Pro zatopený výtok z propustku platí nerovnost

$$\Delta > \Delta_{\min} = \frac{v_D \cdot (v - v_D)}{g} \quad (6)$$

kde  $v_D$  – rychlost proudění vody v korytě pod propustkem [m.s<sup>-1</sup>]

$v$  – rychlost proudění vody v propustku [m.s<sup>-1</sup>]

V případě zatopeného výtoku z propustku se úroveň čáry energie před propustkem stanoví z rovnice

$$E_h = D + \left( \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} - i_0 \right) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \Delta - \Delta_{\min} \quad (7)$$

nebo

$$E_h = y_D + \frac{v_D^2}{2 \cdot g} + \left( \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} - i_0 \right) \cdot L + \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \frac{(v - v_D)^2}{2 \cdot g} \quad (7')$$

V případě nezatopeného výtoku

$$E_h = D + \left( \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} - i_0 \right) \cdot L + (1 + \xi) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (8)$$

Součinitel ztráty tření betonového potrubí za předpokladu kvadratické oblasti ztrát je možné vyčíslit

$$\lambda = \frac{0.01668}{D^{0.281}} \quad (9)$$

Úroveň hladiny před mostem se spočítá z rovnice

$$y_h = E_h - \frac{v_h^2}{2 \cdot g} \quad (10)$$

kde –  $v_h$  – přítoková rychlost k propustku stanovená iteračním postupem [m.s<sup>-1</sup>]