

Stanovení rychlosti proudění a průtoku na malém vodním toku

Výpočet průtoku pomocí Manningovy rovnice

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

kde Q = průtok (m^3/s), n = Manningův drsnostní koeficient, A = plocha průtočného profilu (m^2), R = hydraulický rádius (m), a S = sklon vodní hladiny.

Stanovení drsnosti koryta (Manningova koeficientu drsnosti)

1. Před výpočtem průměrné rychlosti proudění v průtočném profilu je třeba určit vliv tření o dno, břehy, případně o povrch nivy. Drsnost těchto povrchů se kvantitativně vyjádří pomocí Manningova koeficientu drsnosti n .
2. Výpočet koeficientu proveďte podle následující rovnice:
 $n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$
 n_0 až m_5 postihují různé prvky drsnosti koryta, jejich hodnoty obsahuje následující tabulka (podle Cowan, 1956 a Jarrett, 1985):

Základní hodnota n, n_0 (zrnitost substrátu)	
půda	0,020
skalní podloží	0,025
jemný štěrk	0,024
hrubý štěrk	0,028
kameny	0,030-0,050
balvany	0,040-0,070
Nepravidelnosti povrchu, n_1	
hladké koryto	0,000
malé (slabě erodované nebo prohloubené)	0,005
střední (slabé sesouvání)	0,010
velké (sesuvy, erodované břehy, skalní výčnělky)	0,020
Variabilita tvaru průtočného profilu způsobující turbulenci, n_2	
změna probíhá pozvolna	0,000
občasné změny z velkého na malé nebo proudnice rozkmitaná od břehu ke břehu	0,005
časté změny	0,010-0,015
Působení překážek (stromy, kořeny, balvany), n_3	
zanedbatelné (několik rozptýlených překážek)	0,000
malé (překážky izolované, 15% plochy)	0,010-0,015
podstatné (propojení překážek, které zabírají 15-50% plochy)	0,020-0,030
silné (překážky pokrývají > 50% plochy nebo způsobují na většině plochy turbulenci)	0,040-0,060
Vegetace, n_4	
žádná nebo bez efektu	0,000
ohebné semenáčky nebo hustá tráva/makrofyta	0,005-0,010
křovitý porost, žádný porost na dně koryta; makrofyta zasahující celou hloubku proudění	0,010-0,025
mladé stromy s podrostem travin a bylin; makrofyta s dvakrát vyšší než hloubka proudění	0,025-0,050
Křovitý porost na břehu, hustý porost v korytě; stromy s podrostem trav a bylin; plné olistění	0,050-0,100
Křivolakost, m_5	
malá (křivolakost 1,0 - 1,2)	1,00
podstatná (1,2 - 1,5)	1,15
silná (> 1,5)	1,30

- Pokud má inundační území více částí, které se výrazně liší svojí drsností, je třeba Manningovo n vypočítat pro každou tuto část zvlášť.

Stanovení zrnitosti dnových splavenin (parametr n_0 - zrnitost substrátu)

- Vypočítejte medián (tzv. D_{50}) z hodnot velikosti osy b třiceti změřených klastů.
- Stanovte kategorii zrnitosti podle následující tabulky.

jemný štěrk	2 - 16 mm
hrubý štěrk	16,1 - 64 mm
kameny	64,1 - 256 mm
balvany	> 256 mm

Výpočet rychlosti proudění a průtoku (Q) - aktuální, kapacitní

- Z grafů příčných profilů zjistěte následující parametry:
 - plochu průtočného profilu - zvlášť pro aktuální vodní stav a kapacitní průtok (A)
 - omočený obvod (P)
 - vypočítejte hydraulický rádius ($R = A/P$)
- Z nivelace podélného profilu zjistěte sklon vodní hladiny ($S = \Delta H/L$), H ... převýšení hladiny mezi počátkem a koncem úseku (m), L ... délka úseku (m).
- Proveďte výpočet rychlosti proudění podle rovnice:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

A následně výpočet průtoku podle rovnice:

$$Q = Av$$

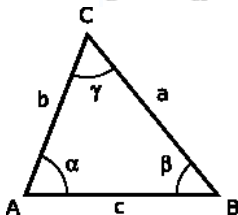
Poznámka k zaměření podélného profilu (nivelace)

Skutečnou délku úseku, ve kterém se zaměřoval podélný profil vypočítejte pomocí kosinové věty.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cdot \cos \beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma$$



Nezapomeňte, že hodnoty horizontálních úhlů z nivelace jsou v gradech a nikoliv ve stupních.

Vypracujte protokol obsahující následující části

- Grafické znázornění podélného a příčného profilu korytem.
- Tabulkový přehled zaměřených a vypočítaných morfologických charakteristik obou úseků (vždy pro aktuální a kapacitní průtok, tzn. tabulka se dvěma sloupci hodnot): šířka koryta, maximální hloubka koryta, omočený obvod, plocha průtočného profilu, hydraulický rádius, sklon vodní hladiny.
- Přehled hodnot pro dílčí faktory drsnosti koryta (n_0 až n_5 , m_5) použité pro stanovení celkového Manningova koeficientu drsnosti koryta.
- Postup výpočtu rychlosti proudění (v) a průtoku (Q) pomocí Manningovy rovnice.
- Vypočítané hodnoty aktuálního a kapacitního průtoku.

Citovaná literatura

- Cowan, W.L. (1956): Estimating hydraulic roughness coefficients. *Agricultural Engineering*, roč. 37, s. 473-475.
- Jarrett, R.D. (1985): Determination of roughness coefficients for streams in Colorado. US Geological Survey Water-Resources Investigations Report 85-4004, 54 s.