

B&BC TN PREFA 1/01

CZ

Hydraulické tabulky betonových trub



m/s



DN

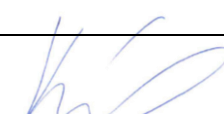
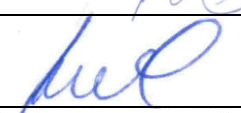
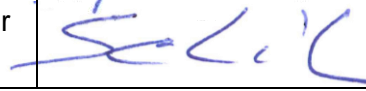


‰



m³/s

+420 377 199 100
www.babc.cz
obchod@babc.cz

| | Jméno a funkce: | Podpis: | Datum: |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Zpracoval: | Ing. Martin Királ Technolog |  | leden 2019 |
| Správce dokumentu: | Ing. arch. Hana Vrzalová Projektový manažer |  | únor 2019 |
| Schválil: | Ing. Martin Schmieder Manažer kvality |  | 27.2.2019 |
| Nahrazuje: | Prvotní vydání. | | Platnost od: 28.2.2019 |
| B & BC a.s., Sokolská 464, 330 22 Zbůch | | | |

OBSAH

| | |
|---------------------------------|---|
| OBSAH | 2 |
| 1. ÚVOD | 2 |
| 2. ČSN 75 6101 | 3 |
| 3. TEORIE VÝPOČTU | 4 |
| 4. HYDRAULICKÉ TABULKY | 4 |
| 5. VZOROVÝ LIST VÝPOČTU | 7 |
| 6. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY | 8 |
| 7. PŘÍLOHY | 8 |

1. ÚVOD

Jedná se pomůcku pro správný návrh betonových, drátkobetonových a železobetonových trub pro tvorbu kanalizačních stok, trubních řadů, propustků nebo při návrh nátoků / výtoků do / z nádrží či retencí, při zohlednění:

- kapacity průtoku: Q_k [m³/s];
- rychlosti: [m/s];
- stupně / kapacitní plnění: [%];
- podélného sklonu trubního řadu / stoky: [‰];
- dimenze: DN [mm];
- součinitele drsnosti: n [-];
- vnitřního tvaru:
 - kruhový profil
 - kruhový profil se žlábkem (žlabové trouby)

pozn: ostatní zde neuvažované profily:

vejčitý tvar (pražský), vejčitý profil (vídeňský), tlamový tvar, hruškový tvar, rámové profily

2. ČSN 75 6101

Uvedené citace z normy ČSN 75 6101 jsou požadavky a doporučení obecně platné, ale dle správce / provozovatele / investora trubního řadu / stoky / propustků se mohou a dosti případech i tak tomu je lišit, např. ŘSD. SŽDC. PVK / PVS, místní VAKy, atd...

Maximální sklony stok jsou omezeny maximálními přípustnými rychlostmi, které se dle normy ČSN 75 6101 mohou ve stokách objevit:

- Maximální průtočná rychlost při kapacitním plnění může být ve stokách 5 m/s
- V objektech a stokách z kameniny, čediče, litiny, sklolaminátu, některých plastů, zděných stok z kanalizačních cihel nebo dlažebních kamenů na cementovou maltu může být maximální rychlost až 10 m/s
- Ve stokách z prostého betonu nebo železobetonu se doporučuje chránit vnitřní profil stoky již při průřezové rychlosti nad 3 m/s

Průřezová rychlost odpadních vod při kapacitním plnění ve stokách by neměla být větší než 5 m/s. Při vyšších rychlostech může docházet k rychlejšímu opotřebení materiálu stěny stoky a tím i k rychlejšímu vzniku netěsností a obecně ke zkrácení její životnosti. Snížení rychlosti odpadních vod ve stoce lze provést např. snížením spádu stokového potrubí a navržením spadiště.

V případě, že je nutno navrhnout úsek stoky nebo objekt na stoce, kde průřezová rychlost odpadních vod převyšuje 5 m/s, je doporučeno použít trub nebo prvků z taveného čediče nebo plnostěnných plastových potrubí přednostně s vyšší tloušťkou stěny, u méně namáhaných stok (s minimálním podílem unášených pevných částic) i kameninových glazovaných trub se zvýšenou únosností. U skluzových tratí se nepřipouští průřezová rychlost vody vyšší než 10 m/s, s ohledem na články 5.4.2.18 a 5.10.7. normy ČSN 75 6101.

V monolitických stokách z prostého betonu, betonu s rozptýlenou ocelovou výztuží (drátkobetonu) nebo jinou výztuží a ze železobetonu se doporučuje chránit celý vnitřní profil stok obložením (výstelkou, vyzdívkou) odolným proti agresivnímu prostředí stok a ve dně odolným i proti obruš (např. z čediče, kameniny nebo vhodných plastů) už při průřezových rychlostech nad 3 m/s.

Při průřezových rychlostech větších než 5 m/s je nutno objekty na stokové síti v části vystavené účinku vodního proudu chránit proti obruš, popř. proti dynamickým a kavitačním účinkům nejlépe zabudováním celoplošného ochranného prvku přímo do konstrukce ohrožené části objektu. Jeho obložení jednotlivými segmenty mívá obvykle poněkud kratší životnost.

Pokud jsou sklony větší než 35 ‰ pro všechny kruhové profily $DN \leq 1000$ mm a větší než 30 ‰ pro profily $DN > 1000$ mm, je nutno počítat při hydraulickém výpočtu s provzdušněním vodního proudu. (níže uvedené výpočty nejsou uvažovány s provzdušněním vodního proudu).

3. TEORIE VÝPOČTU

K výpočtu proudění je v tomto dokumentu použita Chézyho rovnice:

$$v = C \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

Kde:

C = rychlostní součinitel [m^{0.5}/s]

R = hydraulický poloměr [m]

i = sklon stoky [‰]

Rychlostní součinitel C je stanoven podle Manninga:

$$C = 1/n \cdot R^{(1/6)}$$

Kde:

R = hydraulický poloměr [R = A/O]

A = plocha průtočného profilu [m²]

O = omočený obvod průtočného profilu [m]

n = drsnostní součinitel [---]

pozn: Manningův výraz je zvláštním případem vzorce Pavlovského

Pro znečištěné vodovodní a stokové potrubí se v níže uvedených výpočtech uvažuje drsnostní součinitel n = 0,014.

4. HYDRAULICKÉ TABULKY

Jedná se o vybrané hodnoty pro jednotlivé DN trub, podrobněji jsou výpočtové listy v příloze tohoto Technického návodu, ve formátu EXCEL. Stačí si vybrat o jaký typ vnitřního tvaru se jedná a doplnit: dimenzi [DN] a sklon [‰].

Uvedeny jsou maximální hodnoty průtoku Q [m³/s] a rychlosti v [m/s] pro danou dimenzi [DN] v rozsahu plnění profilu [‰]: 0-100.

Tabulka 1 – Vybrané hodnoty hydraulických parametrů kruhových trub

| Součinitel drsnosti $n = 0,014$ [-] | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DN | sklon [‰] | 1,0 | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | 35,0 |
| 300 | Q [m ³ /s] | 0,031 | 0,068 | 0,096 | 0,118 | 0,136 | 0,153 | 0,167 | 0,181 |
| | v [m/s] | 0,458 | 1,024 | 1,448 | 1,773 | 2,048 | 2,289 | 2,508 | 2,709 |
| 400 | Q [m ³ /s] | 0,066 | 0,147 | 0,208 | 0,254 | 0,294 | 0,329 | 0,360 | 0,389 |
| | v [m/s] | 0,555 | 1,240 | 1,754 | 2,148 | 2,480 | 2,773 | 3,038 | 3,281 |
| 500 | Q [m ³ /s] | 0,119 | 0,266 | 0,377 | 0,461 | 0,533 | 0,596 | 0,653 | 0,705 |
| | v [m/s] | 0,644 | 1,439 | 2,035 | 2,493 | 2,878 | 3,218 | 3,525 | 3,808 |
| 600 | Q [m ³ /s] | 0,194 | 0,433 | 0,613 | 0,750 | 0,866 | 0,969 | 1,061 | 1,146 |
| | v [m/s] | 0,727 | 1,625 | 2,298 | 2,815 | 3,250 | 3,634 | 3,981 | 4,300 |
| 800 | Q [m ³ /s] | 0,417 | 0,933 | 1,319 | 1,616 | 1,866 | 2,086 | 2,285 | 2,468 |
| | v [m/s] | 0,880 | 1,969 | 2,784 | 3,410 | 3,937 | 4,402 | 4,822 | 5,209 |
| 1000 | Q [m ³ /s] | 0,756 | 1,692 | 2,392 | 2,930 | 3,383 | 3,782 | 4,143 | 4,475 |
| | v [m/s] | 1,022 | 2,284 | 3,231 | 3,957 | 4,569 | 5,108 | 5,596 | 6,044 |
| 1200 | Q [m ³ /s] | 1,230 | 2,751 | 3,890 | 4,764 | 5,501 | 6,151 | 6,738 | 7,278 |
| | v [m/s] | 1,154 | 2,580 | 3,648 | 4,468 | 5,159 | 5,768 | 6,319 | 6,825 |
| 1400 | Q [m ³ /s] | 1,856 | 4,149 | 5,868 | 7,187 | 8,298 | 9,278 | 10,163 | 10,978 |
| | v [m/s] | 1,279 | 2,859 | 4,043 | 4,952 | 5,718 | 6,393 | 7,003 | 7,564 |
| 1600 | Q [m ³ /s] | 2,649 | 5,924 | 8,378 | 10,260 | 11,848 | 13,246 | 14,510 | 15,673 |
| | v [m/s] | 1,398 | 3,125 | 4,420 | 5,413 | 6,250 | 6,988 | 7,655 | 8,268 |
| 1800 | Q [m ³ /s] | 3,627 | 8,110 | 11,469 | 14,047 | 16,220 | 18,134 | 19,865 | 21,457 |
| | v [m/s] | 1,512 | 3,380 | 4,781 | 5,855 | 6,761 | 7,559 | 8,280 | 8,944 |
| 2000 | Q [m ³ /s] | 4,803 | 10,741 | 15,190 | 18,603 | 21,481 | 24,017 | 26,309 | 28,417 |
| | v [m/s] | 1,622 | 3,626 | 5,129 | 6,281 | 7,253 | 8,109 | 8,883 | 9,595 |
| 2200 | Q [m ³ /s] | 6,193 | 13,849 | 19,585 | 23,987 | 27,698 | 30,967 | 33,923 | 36,641 |
| | v [m/s] | 1,728 | 3,864 | 5,465 | 6,693 | 7,729 | 8,641 | 9,466 | 10,224 |
| 2500 | Q [m ³ /s] | 8,709 | 19,474 | 27,541 | 33,730 | 38,948 | 43,546 | 47,702 | 51,524 |
| | v [m/s] | 1,882 | 4,208 | 5,951 | 7,289 | 8,416 | 9,410 | 10,308 | 11,134 |
| 3000 | Q [m ³ /s] | 14,162 | 31,667 | 44,784 | 54,849 | 63,334 | 70,810 | 77,568 | 83,783 |
| | v [m/s] | 2,125 | 4,752 | 6,720 | 8,231 | 9,504 | 10,626 | 11,640 | 12,572 |

Pozn: a) Pokud jsou sklony větší než 35 ‰ pro všechny kruhové profily DN ≤ 1000 mm a větší než 30 ‰ pro profily DN > 1000 mm, je nutno počítat při hydraulickém výpočtu s provzdušněním vodního proudu. Není součástí tohoto výpočtu.

b) Uvedeny jsou maximální hodnoty průtoku Q [m³/s] a rychlosti v [m/s] pro danou dimenzi [DN] v rozsahu plnění profilu [%]: 0-100.

Tabulka 2 – Vybrané hodnoty hydraulických parametrů žlabových trub

| Součinitel drsnosti $n = 0,014$ [-] | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| DN žlábek | sklon [%] | 1,0 | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | 35,0 |
| 1000 | Q [m ³ /s] | 0,574 | 1,283 | 1,815 | 2,223 | 2,567 | 2,870 | 3,144 | 3,396 |
| | v [m/s] | 0,830 | 1,857 | 2,626 | 3,216 | 3,714 | 4,152 | 4,549 | 4,913 |
| 300 | Q [m ³ /s] | 0,534 | 1,194 | 1,689 | 2,069 | 2,389 | 2,671 | 2,926 | 3,160 |
| | v [m/s] | 0,801 | 1,790 | 2,532 | 3,101 | 3,581 | 4,003 | 4,385 | 4,737 |
| 400 | Q [m ³ /s] | 0,500 | 1,118 | 1,582 | 1,937 | 2,237 | 2,501 | 2,740 | 2,959 |
| | v [m/s] | 0,771 | 1,724 | 2,438 | 2,986 | 3,447 | 3,854 | 4,222 | 4,561 |
| 300 | Q [m ³ /s] | 0,916 | 2,049 | 2,898 | 3,549 | 4,099 | 4,582 | 5,020 | 5,422 |
| | v [m/s] | 0,930 | 2,079 | 2,941 | 3,601 | 4,159 | 4,649 | 5,093 | 5,501 |
| 400 | Q [m ³ /s] | 0,865 | 1,935 | 2,737 | 3,352 | 3,871 | 4,327 | 4,740 | 5,120 |
| | v [m/s] | 0,902 | 2,017 | 2,852 | 3,493 | 4,034 | 4,510 | 4,940 | 5,336 |
| 500 | Q [m ³ /s] | 0,822 | 1,838 | 2,599 | 3,183 | 3,675 | 4,109 | 4,501 | 4,862 |
| | v [m/s] | 0,874 | 1,954 | 2,763 | 3,384 | 3,908 | 4,369 | 4,786 | 5,169 |
| 400 | Q [m ³ /s] | 1,366 | 3,055 | 4,320 | 5,291 | 6,110 | 6,831 | 7,483 | 8,082 |
| | v [m/s] | 1,024 | 2,290 | 3,239 | 3,967 | 4,581 | 5,121 | 5,610 | 6,060 |
| 500 | Q [m ³ /s] | 1,303 | 2,914 | 4,121 | 5,048 | 5,828 | 6,516 | 7,138 | 7,710 |
| | v [m/s] | 0,998 | 2,231 | 3,155 | 3,865 | 4,462 | 4,989 | 5,465 | 5,903 |
| 600 | Q [m ³ /s] | 1,249 | 2,793 | 3,950 | 4,838 | 5,586 | 6,245 | 6,841 | 7,389 |
| | v [m/s] | 0,971 | 2,171 | 3,071 | 3,761 | 4,342 | 4,855 | 5,318 | 5,744 |
| 400 | Q [m ³ /s] | 2,018 | 4,513 | 6,382 | 7,816 | 9,025 | 10,091 | 11,054 | 11,939 |
| | v [m/s] | 1,141 | 2,551 | 3,608 | 4,418 | 5,102 | 5,704 | 6,248 | 6,749 |
| 500 | Q [m ³ /s] | 1,935 | 4,326 | 6,118 | 7,493 | 8,652 | 9,673 | 10,597 | 11,446 |
| | v [m/s] | 1,115 | 2,492 | 3,525 | 4,317 | 4,984 | 5,573 | 6,105 | 6,594 |
| 600 | Q [m ³ /s] | 1,859 | 4,157 | 5,880 | 7,201 | 8,315 | 9,296 | 10,184 | 11,000 |
| | v [m/s] | 1,089 | 2,436 | 3,445 | 4,219 | 4,871 | 5,446 | 5,966 | 6,444 |

Pozn: a) Pokud jsou sklony větší než 35 % pro všechny kruhové profily DN ≤ 1000 mm a větší než 30 % pro profily DN > 1000 mm, je nutno počítat při hydraulickém výpočtu s provzdušněním vodního proudu. Není součástí tohoto výpočtu.

b) Uvedeny jsou maximální hodnoty průtoku Q [m³/s] a rychlosti v [m/s] pro danou dimenzi [DN] v rozsahu plnění profilu [%]: 0-100.

5.VZOROVÝ LIST VÝPOČTU

Protokol výpočtu hydraulických parametrů betonových trub:

Kruhový profil

435 235 698 814
DN 1800

Okrajové podmínky výpočtu:

| | | | |
|----------------------|----------|---------|-------------------|
| Dimenze trub: | R | 0,9 | m |
| | DN | 1800 | mm |
| Podélný sklon: | i | 0,01000 | m/m |
| | | 10,00 | ‰ |
| | α | 1,0 | - |
| Obj. hmotnost vody: | ρ | 1000 | kg/m ³ |
| Součinitel drsnosti: | n | 0,014 | - |



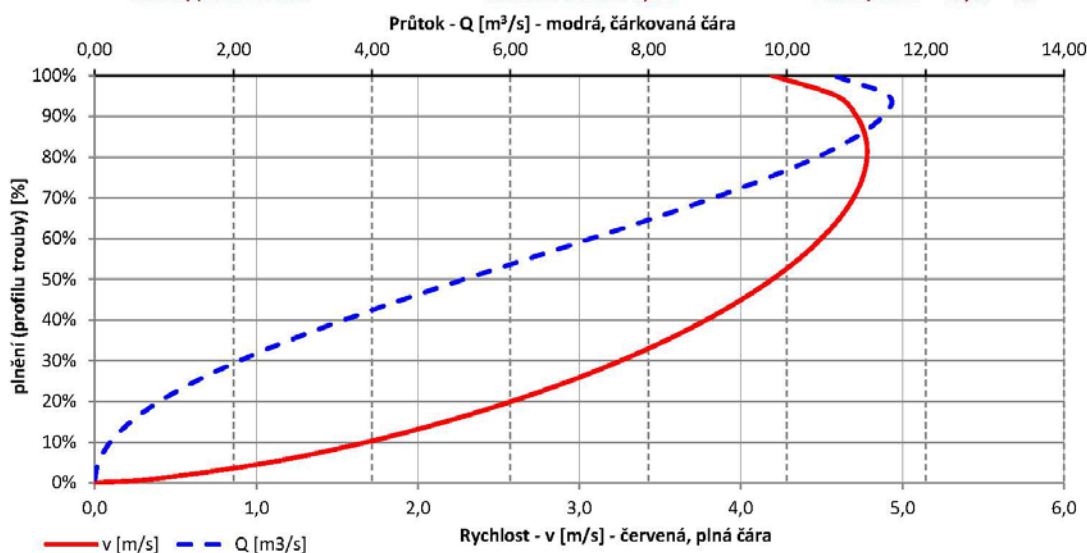
B & BC, a.s., Sokolská 464, 330 22 Zbůch

Graf závislosti - průtoku, rychlosti a plnění:

Kruhový profil: DN 1800

Součinitel drsnosti: 0,014

Podélný sklon: 10,00 ‰



Výsledky výpočtu:

| Plnění | v | Q | Typ proudění |
|------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------------------|
| % | m/s | m ³ /s | bystřinné / říční / kritické |
| 50% | 4,195 | 5,337 | bystřinné |
| 60% | 4,498 | 7,171 | bystřinné |
| 70% | 4,697 | 8,936 | bystřinné |
| 75% | 4,754 | 9,733 | bystřinné |
| 80% | 4,781 | 10,433 | bystřinné |
| 85% | 4,771 | 10,999 | bystřinné |
| 90% | 4,716 | 11,376 | bystřinné |
| 95% | 4,593 | 11,469 | říční |
| 100% | 4,195 | 10,674 | říční |
| Maximální rychlost: v = 4,781 m/s | | | |
| Maximální průtok: Q = 11,469 m ³ /s | | | |

Poznámky a dodatky:

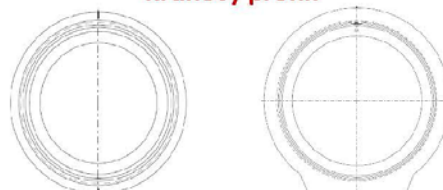
Maximální sklon stok jsou omezeny maximálními přípustnými rychlostmi, které se dle normy ČSN 75 6101 mohou ve stokách objevit:

- Ve stokách z prostého betonu (železobetonu) rychlost: ≤ 3 m/s
- Ve stokách s výstelkou 120° nebo 180° rychlost: > 3 m/s
- Maximální průtočná rychlost při kapacitním plnění ve stokách: ≤ 5 m/s
- Ve stokách opevněných výstelkou 360° maximální rychlost: ≤ 10 m/s

Pokud jsou sklon větší než 35 ‰ pro všechny kruhové profily DN ≤ 1000 mm a větší než 30 ‰ pro profily DN > 1000 mm, je nutno počítat při hydraulickém výpočtu s provzdušněním vodního proudu.

Provzdušnění vodního proudu není součástí tohoto výpočtu (protokolu)!

Kruhový profil:



Za B & BC, a.s. ve Zbůchu dne 28.2.2019:

Ing. Martin Schmieder
manažer kvality

Ing. Martin Királ
technolog

Tento výpočet hydraulických vlastností betonových trub je jen informativní a nenahrazuje výpočet provedený odborně způsobilou osobou.

Protokol o výpočtu vytvořen dne:

27.02.2019 13:40

Obrázek 1 Vzorový list výčtu pro kruhovou troubu DN 1800 a sklon 10,00 ‰

B & BC, a.s.
Sokolská 464
330 22 Zbůch

Údaje, technologie a uvedené postupy v tomto dokumentu odpovídají stavu našich znalostí a techniky k datu vydání.
Technické změny vyhrazeny.

Platnost od:
28.2.2019

6. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

Pozn. není-li uvedeno jinak, jedná se o dokumenty a normy v platné verzi.

ČSN EN 476

Všeobecné požadavky na stavební dílce stok a kanalizačních přípojek gravitačních systémů

ČSN EN 1916

Trouby a tvarovky z prostého betonu, drátkobetonu a železobetonu

ČSN 75 6101

Stokové sítě a kanalizační přípojky

Hydraulika a hydrologie, Jan Jandora, Vlastimil Stara, Miloš Starý, ISBN: 978-80-7204-739-0

7. PŘÍLOHY

- 1) Výpočet hydraulických parametrů (Excel) – kruhový profil
- 2) Výpočet hydraulických parametrů (Excel) – žlabové (kruhové) trouby



Obrázek 2 Žlabová trouba



Obrázek 3 Šachta pro žlabové trouby