

VÝPOČTY VNITŘNÍHO VODOVODU

Bilance potřeby vody

Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = q \cdot n \quad [l \cdot d^{-1}]$$

- q specifická potřeba vody [l.j⁻¹.d⁻¹]
 (100 l/j,d obytné domy, 40 l/j,d administr.budovy)
n počet jednotek (osob)

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d \quad [l \cdot d^{-1}]$$

- Q_p průměrná denní potřeba vody
k_d součinitel denní nerovnoměrnosti

Velikost obce	k _d
Do 1000 obyvatel	1,5
1000 - 5000 obyvatel	1,4
5000 - 20000 obyvatel	1,35
> 20000	1,25

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m \cdot k_h \cdot z^{-1} [l \cdot h^{-1}]$$

- Q_m maximální denní potřeba vody
k_h součinitel hodinové nerovnoměrnosti
 soustředěná zástavba k_h = 2,1
 roztrošená zástavba k_h = 1,8
z doba čerpání vody
 bytové objekty: 24 hod
 administrativní budovy: 10 až 12 hod

Předběžný návrh světlosti vodovodní přípojky

Pro předběžný výpočet vodovodní přípojky se počítá s větší hodnotou z maximálního výpočtového průtoku pro pitnou vodu (zařizovací předměty) a požární vodu (hydranty):

$$Q_V = \max \{Q_D; Q_H\} \quad [m^3/s]$$

Stanovení světlosti potrubí vychází z rovnice kontinuity a předběžně se stanoví podle výpočtového průtoku a průtočné rychlosti:

$$Q_V = S \cdot v \quad [m^3/s]$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}} \quad [m]$$

- Q_V - výpočtový průtok v přívodním nebo cirkulačním potrubí [m^3/s]
- v - průtočná rychlost [m/s]; doporučená rychlost pro plastové potrubí = 2 m/s
- S - plocha průřezu potrubí [m^2]
- d_i - vnitřní průměr potrubí [m]

Výpočet průtoku pro pitnou vodu (obytné budovy):

- viz podrobný výpočet vnitřního vodovodu

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)} \quad [l/s]$$

Výpočet průtoku pro požární vodu (hydranty v obytných budovách):

$$Q_H = Q_A \cdot n \quad [l/s]$$

- Q_A - výpočtový průtok na jednom hydrantu [l/s];
pro bytový dům je průtok na jednom hydrantu z uzavíratelné proudnice 0,3 – 0,6 l/s (min. požadavek je 0,3 l/s)
- n - počet hydrantů [-]; pro výpočet se počítá se současným použitím nejvýše dvou hadicových systémů na jednom stoupacím potrubí ($n=2$), při více stoupacích potrubích se uvažuje se současným zásobováním vodou nejvýše tří odběrných míst ($n = 3$)

Nejodlehlejší místo požárního úseku může být od vnitřního odběrného místa vzdáleno nejvýše:

- 30 m, pro hadicový systém s tvarově stálou hadicí
- 40 m, pro hadicový systém se zploštělou hadicí

Příklad výpočtu průtoku požární vody:

Parametry výpočtu:

- 1 stoupací potrubí, současnost 2 hydranty

$$Q_H = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \quad [l/s]$$

Příklad výpočtu světlosti vodovodní přípojky:

$$Q_D = 1,96 \text{ l/s}$$

$$Q_H = 0,6 \text{ l/s}$$

$$Q_V = \max \{1,96; 0,6\} = 1,96 \quad [l/s]$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}} \quad [m]$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00196}{\pi \cdot 2}} = 0,035 \quad [m] = 35 [mm]$$

Návrh dimenze přípojky je DN 40 \approx polyethylenové potrubí HDPE 50x4,6 SDR11

1.5.1 Výpočet vnitřního vodovodu

Cílem výpočtu vnitřního vodovodu (ČSN 75 5455) je návrh světlosti potrubí všech částí vodovodu tak, aby byl v každém odběrném místě zajištěn minimální **požadovaný hydrodynamický přetlak** $p_{\min FI}$ a **jmenovitý výtok vody** Q_A . Návrh vychází z minimálního dispozičního přetlaku v místě napojení na vodovodní řad, tlakové stanice či jiného zdroje vody. Dimenzování potrubí se navrhuje s ohledem i na provozní stav, tak aby nebyl prostor zatížen hlukem z proudící vody potrubím a armaturami.

Metodika postupu výpočtu:

a) stanovení výpočtového průtoku

- rozdělíme vodovodní systém na úseky, kterými protéká stejný výpočtový průtok
- pro jednotlivé úseky stanovíme výpočtový průtok ze jmenovitých výtoků

b) předběžný návrh světlosti

- navrhne jmenovité světlosti pro jednotlivé úseky

c) hydraulické posouzení navrženého potrubí

- vyčíslíme tlakové ztráty v jednotlivých úsecích
- zjistíme celkovou tlakovou ztrátu třením a místními odpory po trase od místa napojení přípojky k nejneprůzračněji položenému výtoku
- provedeme vlastní posouzení tlakových poměrů

1.5.1.1 Stanovení výpočtového průtoku

- a) pro rodinné domy, bytové domy, penziony pro seniory, administrativní budovy, jesle, mateřské, základní, střední a vysoké školy, jednotlivé prodejny (s převážně rovnoměrným odběrem vody pouze k osobní hygieně zaměstnanců a úklidu) a hygienická zařízení jednoho pokoje pro ubytování nebo jednoho nemocničního pokoje

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)} \quad [l \cdot s^{-1}]$$

- b) pro ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem vody (budovy zdravotní, kulturní, hromadného ubytování apod., např. hotely, restaurace, velkokuchyně a obchodní domy) a pro potrubí zásobující pouze pisoárové mísy nebo pisoárová stání v administrativních budovách, jeslích, mateřských, základních, středních a vysokých školách

$$Q_D = \sum_{i=1}^m Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i} \quad [l \cdot s^{-1}]$$

- c) pro budovy nebo skupiny zařizovacích předmětů, u kterých se předpokládá hromadné a nárazové používání odběrných míst, např. veřejné záchody s velkou a nárazovou návštěvností, hygienická zařízení průmyslových závodů, hygienická zařízení pro sportovce, sprchy a umývárny u tělocvičen nebo veřejné lázně

$$Q_D = \sum_{i=1}^m \varphi_i \cdot Q_{Ai} \cdot n_i \quad [\text{l.s}^{-1}]$$

- kde Q_D - výpočtový průtok v potrubí [l.s^{-1}]
 Q_A - jmenovitý výtok jednotlivých druhů výtokových armatur [l.s^{-1}]
 n - počet výtokových armatur téhož druhu
 φ - součinitel současnosti odběru vody pro jednotlivé druhy ZP
 m - počet druhů výtokových armatur

Výpočtový průtok studené nebo teplé vody se počítá samostatně pro potrubí studené nebo teplé vody. Před odbočením potrubí studené vody k ohřevu se výpočtové průtoky studené a teplé vody nesčítají, potrubí se dimenzuje na větší z nich.

Tab. 1.5.9 Hodnoty jmenovitých výtoků a přetlaků

Výtoková armatura	DN	Q_A [l.s^{-1}]	P_{minFI} [kPa]	
Výtokový ventil	15	0,2	50	
	20	0,4		
	25	1,0		
Bidetová souprava	15	0,1		
Fontánka na pití	15	0,1		
Nádržkový splachovač	15	0,15		
Baterie vanová	15	0,3		
Baterie umyvadlová	15	0,2		
Baterie dřezová	15	0,2		100
Baterie sprchová s ruční sprchou	15	0,2		50
Autom.pračka, myčka nádobí	15	0,2		100
Pisoárový automatický splachovač	15	0,15		100

Tab. 1.5.10 Součinitel současnosti odběru vody φ

Výtoková armatura	φ
Sprchy	1,0
Léčebná zařízení	1,0
Umyvadla	0,8
Vany	0,5
Bidety	0,5
Dřezy	0,3
Výlevky	0,3
Fontánky na pití	0,3
Nádržkové splachovače	0,2
Tlakové splachovače	0,1

1.5.1.2 Předběžný návrh světlosti potrubí

Stanovení světlosti potrubí vychází z rovnice kontinuity a předběžně se stanoví podle výpočtového průtoku a průtočné rychlosti:

$$d_i = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}} \quad [\text{mm}]$$

Q - výpočtový průtok v přívodním nebo cirkulačním potrubí v [l.s^{-1}]
 v - průtočná rychlost v [m.s^{-1}] (doporučené rychlosti viz tab. 1.5.12)

Průtočná rychlost musí být zvolena tak, aby:

- byla minimalizována tvorba usazenin v potrubí způsobená nízkou průtočnou rychlostí

- b) vlivem vysoké průtočné rychlosti nebyla překročena nejvyšší hladina hluku požadovaná pro jednotlivé prostory, např. u podlažních rozvodných a stoupacích potrubí v obytných prostorech
- c) vlivem vysoké průtočné rychlosti nebyla zkrácena životnost potrubí.

Pro předběžný návrh světlosti potrubí je možné použít také tabulku 1.5.11.

Tab. 1.5.11 Předběžný návrh světlosti potrubí

Výpočtový průtok Q_A [$l \cdot s^{-1}$]	≤	0,2	0,3	0,5	0,8	1,4	2,0	3,2	5,4	7,5	12,0	19,0	27,0
Druh rozvodu	Jmenovitá světlost potrubí DN [mm]												
Studená voda, TV	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
Cirkulace gravitační	20				25	32	40	50	65	80	-	-	
Cirkulace nucená	15 až 20					25	32 až 40	40 až 50	50 až 65	65 až 80	-	-	

Tab. 1.5.12 Nejnižší doporučené a nejvyšší přípustné průtočné rychlosti

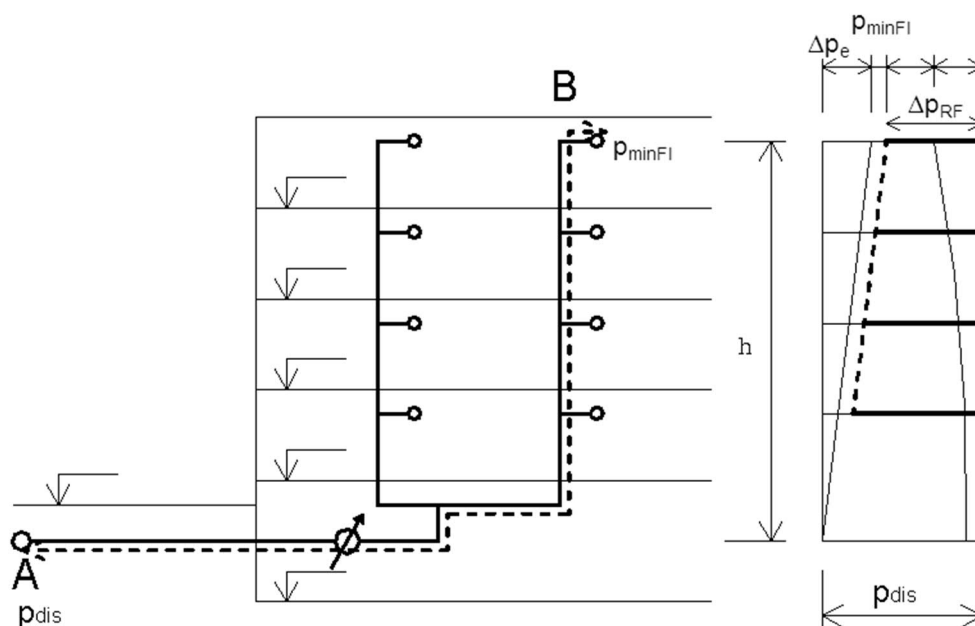
Druh potrubí		Průtočná rychlost v m/s	
		Nejnižší doporučená	Nejvyšší ¹⁾ přípustná
Přívodní potrubí při výpočtovém průtoku podle vztahů (1), (2), (3)	Potrubí z mědi nebo oceli	0,5	2,0 ²⁾
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,5	2,5
Cirkulační potrubí teplé vody.	Měděné potrubí	0,2	0,5
	Ocelové pozinkované potrubí	0,2 ³⁾	0,8
Přívodní potrubí při nepřetržitém odběru vody podle 5.1.2, trvajícím však déle než 30 minut.	Potrubí z korozivzdorné (nerezavějící) oceli	0,2 ³⁾	1,0
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,2 ³⁾	1,5

¹⁾ V prostorech, kde nesmí být překročena požadovaná hladina hluku, se nejvyšší průtočná rychlost stanoví podle pokynů výrobce potrubí.
²⁾ Nejvyšší přípustná průtočná rychlost smí být překročena pouze při stanovování výpočtového průtoku vody pro hašení požáru v ocelovém potrubí zásobujícím stávající požární hydranty 52 (C).
³⁾ V přívodním potrubí nemá při nepřetržitém odběru vody podle 5.1.2 průtočná rychlost poklesnout pod 0,5 m/s. V budovách s rizikem v případě mikrobiologické kolonizace vody podle 12.2 ČSN 75 5409:2013 má mít průtočná rychlost vyšší hodnoty než jsou nejnižší doporučené hodnoty.

1.5.1.3 Hydraulické posouzení

Po předběžném návrhu světlosti potrubí se provede hydraulické posouzení, ve kterém se prokáže, že je dispoziční přetlak dostatečný k zásobování vodou i nejvýše umístěného a/nebo nejvzdálenějšího odběrného místa. Na obrázku 1.5.20 je to splnění podmínky mezi bodem A (napojení na vodovodní řad) a B (kritický výtok). Posouzení vychází z aplikace Bernoulliho rovnice, vyjádřené pomocí přetlaků a se zanedbáním kinetické energie, která je u vodovodního potrubí malá.

Obr. 1.5.20 Schéma přetlaků v rozvodu vodovodu



Pro hydraulické posouzení platí vztah:

$$p_{dis} > p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

kde p_{dis} - dispoziční přetlak na začátku počítaného rozvodu [kPa]

p_{minFI} - minimální požadovaný přetlak u výtoku [kPa]

Δp_e - tlaková ztráta rozdílem výšek [kPa]

$$\Delta p_e = h \cdot \rho \cdot g / 1000$$

Δp_{WM} - tlakové ztráty vodoměrů [kPa]

Δp_{Ap} - tlakové ztráty zařízení [kPa]

Δp_{RF} - tlakové ztráty třením a vlivem místních odporů [kPa]

$$\Delta p_{RF} = a \cdot \sum (l_j \cdot R_j) \text{ pro přibližný odhad } \Delta p_{RF}$$

$$\Delta p_{RF} = \sum (l_j \cdot R_j + \Delta p_{Fj}), \text{ kde } \Delta p_{Fj} = \sum \xi \cdot v^2 \cdot \rho / 2000$$

kde a - součinitel vlivu místních odporů (viz tab. 1.5.13)

g - tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

R - ztráty třením délkové [$kPa \cdot m^{-1}$]

L - délka posuzovaného úseku [m]

h - výškový rozdíl [m]

ρ - hustota vody [$kg \cdot m^{-3}$]

ξ - součinitel místního odporu

Tab. 1.5.13 Součinitel místních odporů

Druh potrubí	součinitel místních odporů - a
Malý rozsáhlý vnitřní vodovod s velkým počtem místních odporů, např. rodinné domy, přípojovací a podlažní rozvodné potrubí	3,0
Rozsáhlý vnitřní vodovod	2,0
Ležaté potrubí, stoupací potrubí nebo vodovodní přípojka s malým počtem místních odporů	1,8

Příklad výpočtu vnitřního vodovodu (tab. 1.5.14)

1. Pro výpočet se nakreslí schéma rozvodu ve formě izometrie (*obr. 1.5.21*).
s vyznačením jednotlivých úseků, kde dochází ke změně průtoku vody.
2. Návrh a posouzení vnitřního vodovodu.

Tab. 1.5.14 Výpočet pro studenou vodu

NÁVRH									POSOUZENÍ			
úsek	počet výtoků				Q _D	DN	D _{xt}	l	R	Δp _R =R.l	Δp _F	Δp _{RF}
	0,1	0,2	0,3	0,4	[l·s ⁻¹]	[mm]	[mm]	[m]	[kPa· m ⁻¹]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
a1-a2		1			0,2	12	16x2,2	0,8	1,3	0,8		
a2-a3		2			0,28	15	20x2,8	0,6	2,5	2,0		
a3-a4		3			0,35	15	20x2,8	0,5	4,2	2,1		
a4-a	1	4			0,4	15	20x2,8	0,85	5,4	4,6		
a-b	1	4			0,4	15	20x2,8	2,9	5,4	15,7		
b-c	2	8			0,58	20	25x3,5	2,9	3,3	9,6		
c-d	3	12			0,7	20	25x3,5	2,9	5,0	14,5		
d-e	4	16			0,82	25	32x4,4	2,9	1,9	5,5		
e-f	5	20			0,92	25	32x4,4	1,5	2,3	3,5		
f-g	5	20			0,92	25	32x4,4	0,4	2,3	0,9		
g-h	5	20		1	1	25	32x4,4	0,6	2,7	1,6		
h-i	5	20		2	1,1	25	32x4,4	1,5	3,2	4,9		
i-j	10	40	5	3	1,62	32	40x5,5	3,0	2,2	6,6		
j-k					1,62	32	40x5,5	9,8	2,2	21,6		
Σ									93,9	187,8	281,7	

Výpočtový průtok Q_D je stanoven podle vztahu $Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m Q_{Ai}^2 \cdot n_i}$, určeného pro obytné budovy.

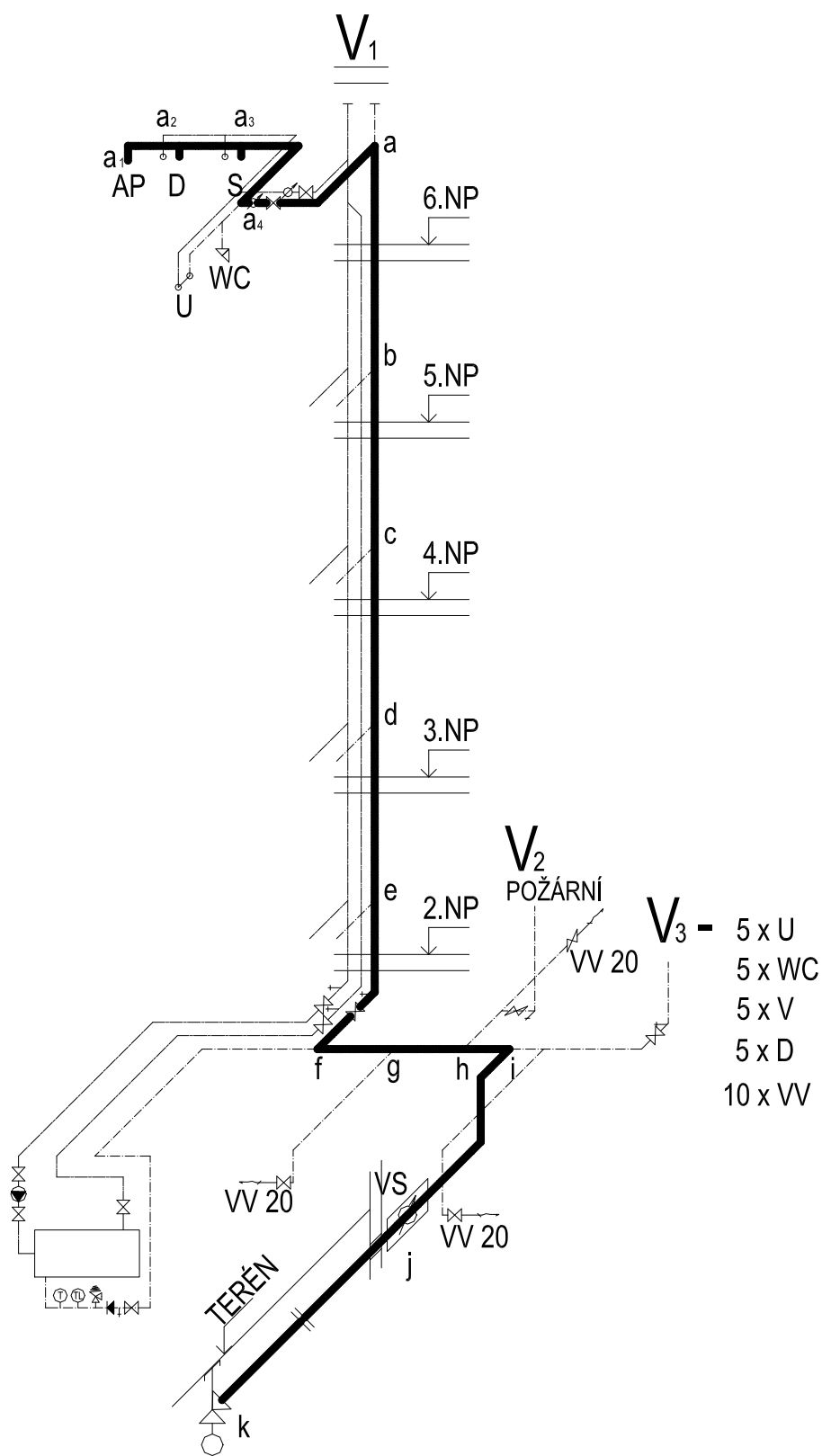
3a. Hydraulické posouzení – přetlak na přípojce **500 kPa**

přetlak na přípojce	p_{dis}	= 500 kPa
přetlak u výtoku	p_{minFI}	= 50 kPa
ztráta geodet. převýšením	$\Delta p_e = h \cdot \rho \cdot g$	= 130 kPa
ztráty tlaku v rozvodech	Δp_{RF}	= 281,7 kPa
posouzení	$p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{RF} \leq p_{dis}$	50+130+281,7=461,7 ≤ 500 návrh vyhovuje

3b. Hydraulické posouzení – přetlak na přípojce **400 kPa**

posouzení	$p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{RF} \leq p_{dis}$	50+130+281,7=461,7 ≥ 400 návrh nevyhovuje,
-----------------	---	---

je nutné instalovat automatickou tlakovou stanici pro zvýšení dispozičního tlaku (tlak z veřejného řadu může zásobovat objekt vodou pouze do 4.NP)



Obr. 1.5.21 Izometrie rozvodu vody