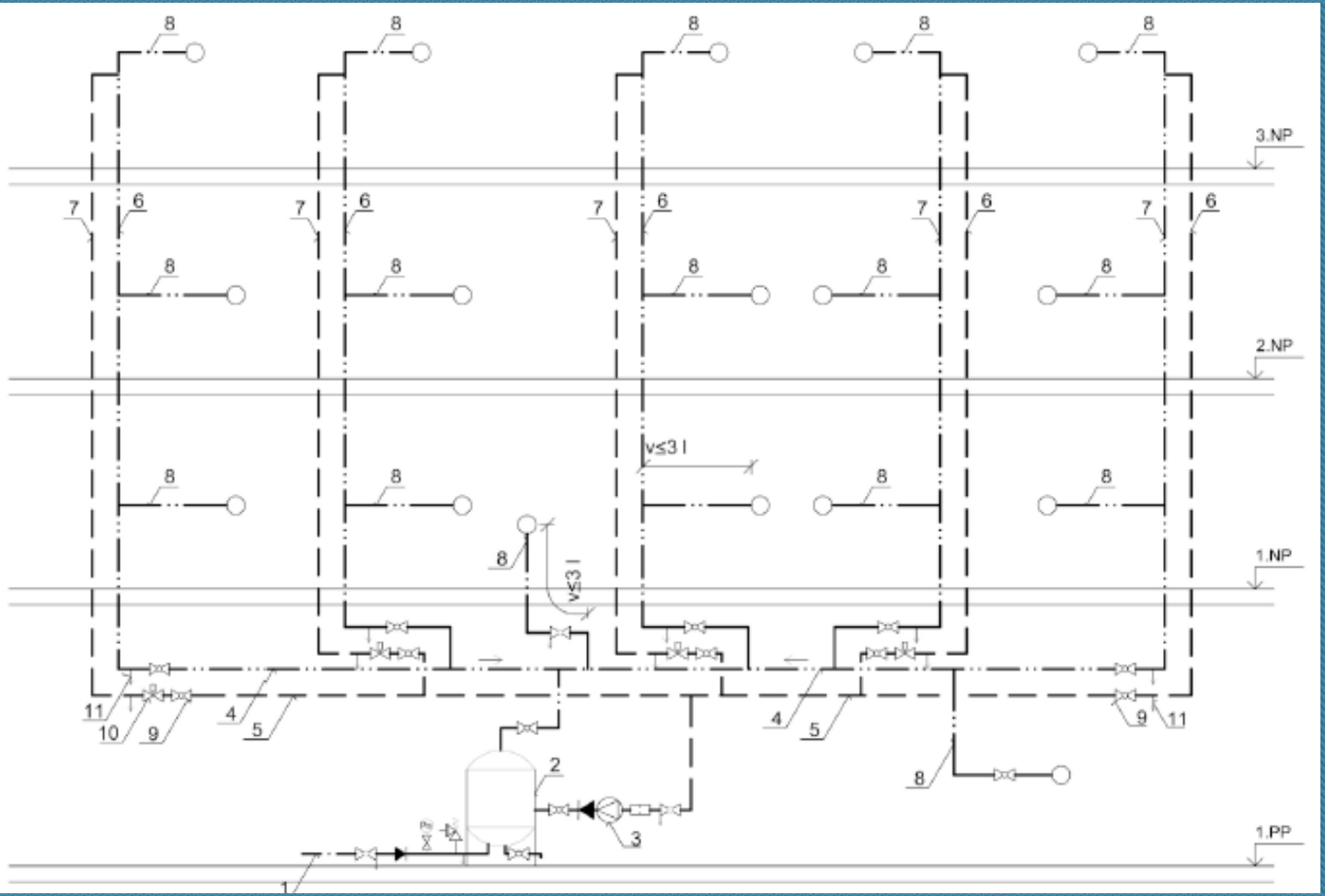
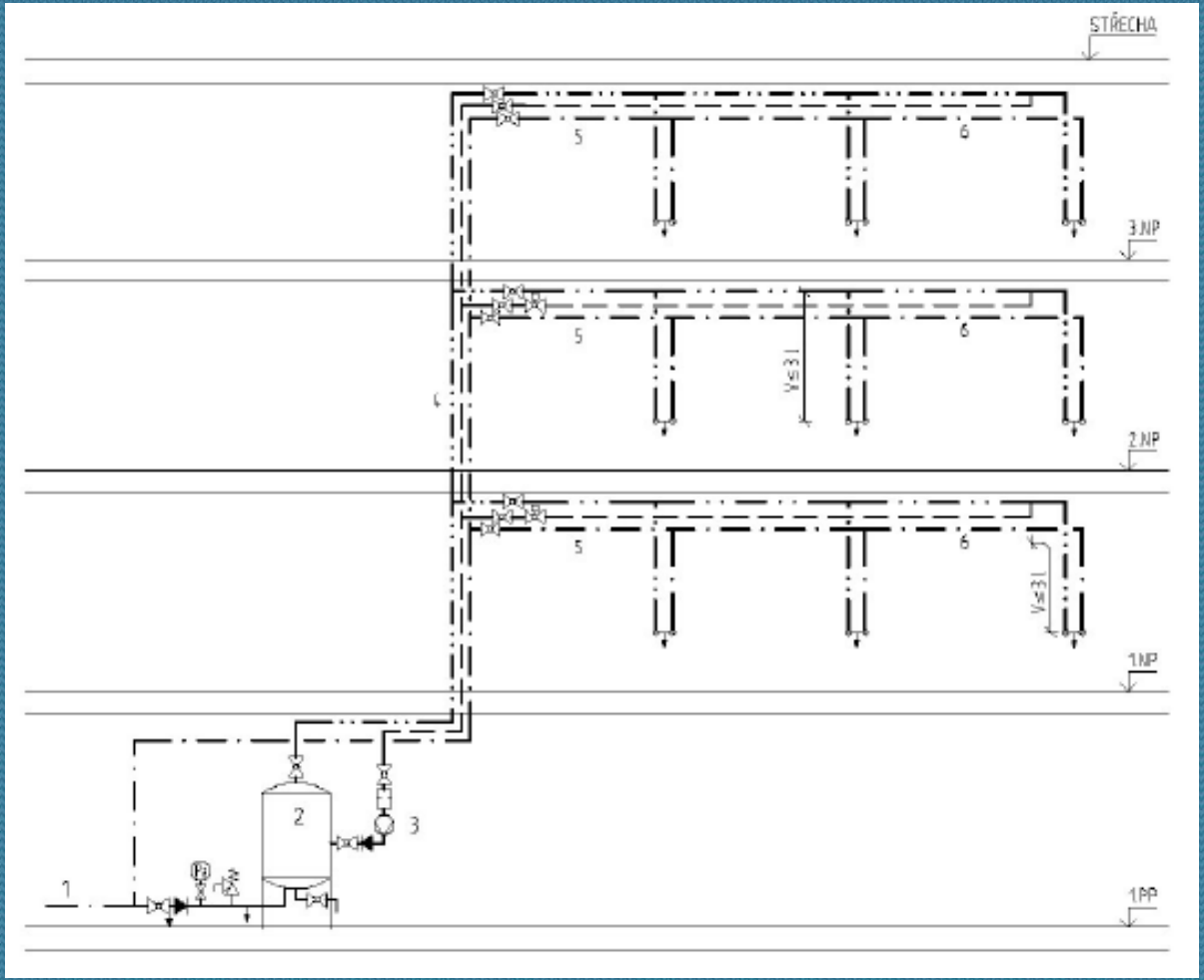
Návrh vnitřního vodovodu, cirkulace teplé vody

Ing. Jakub Vrána, Ph.D.,
Ústav TZB, Fakulta stavební VUT v Brně

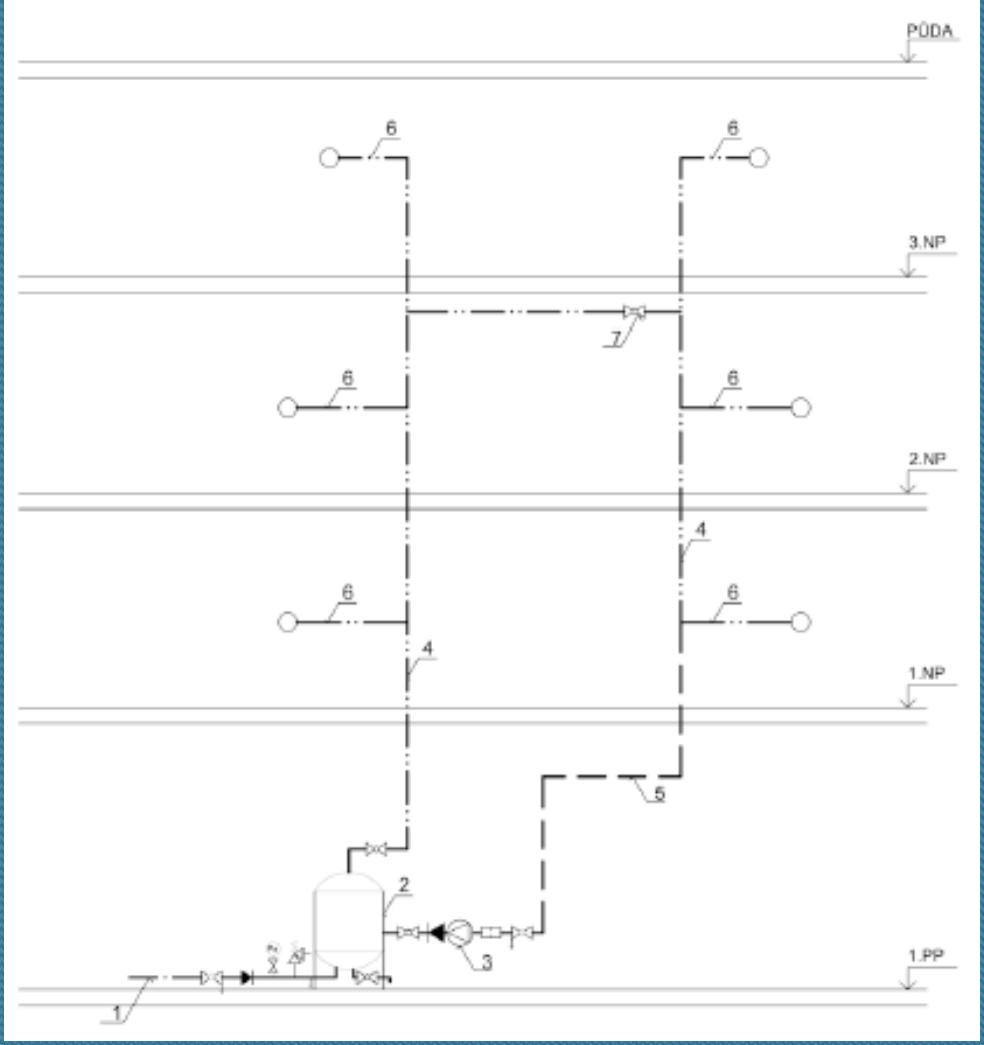
Řešení rozvodů teplé vody s cirkulací



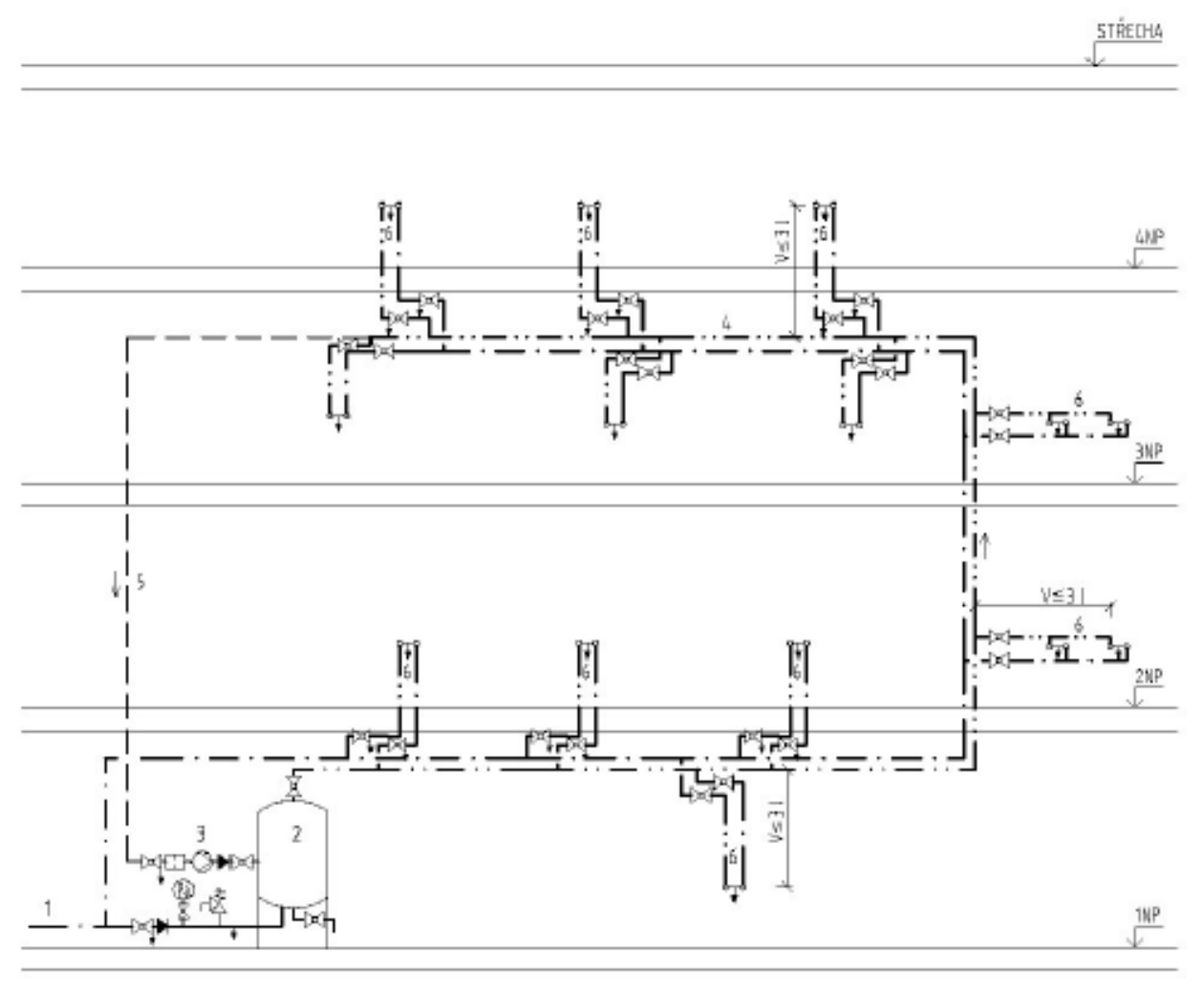
Řešení rozvodů teplé vody s cirkulací



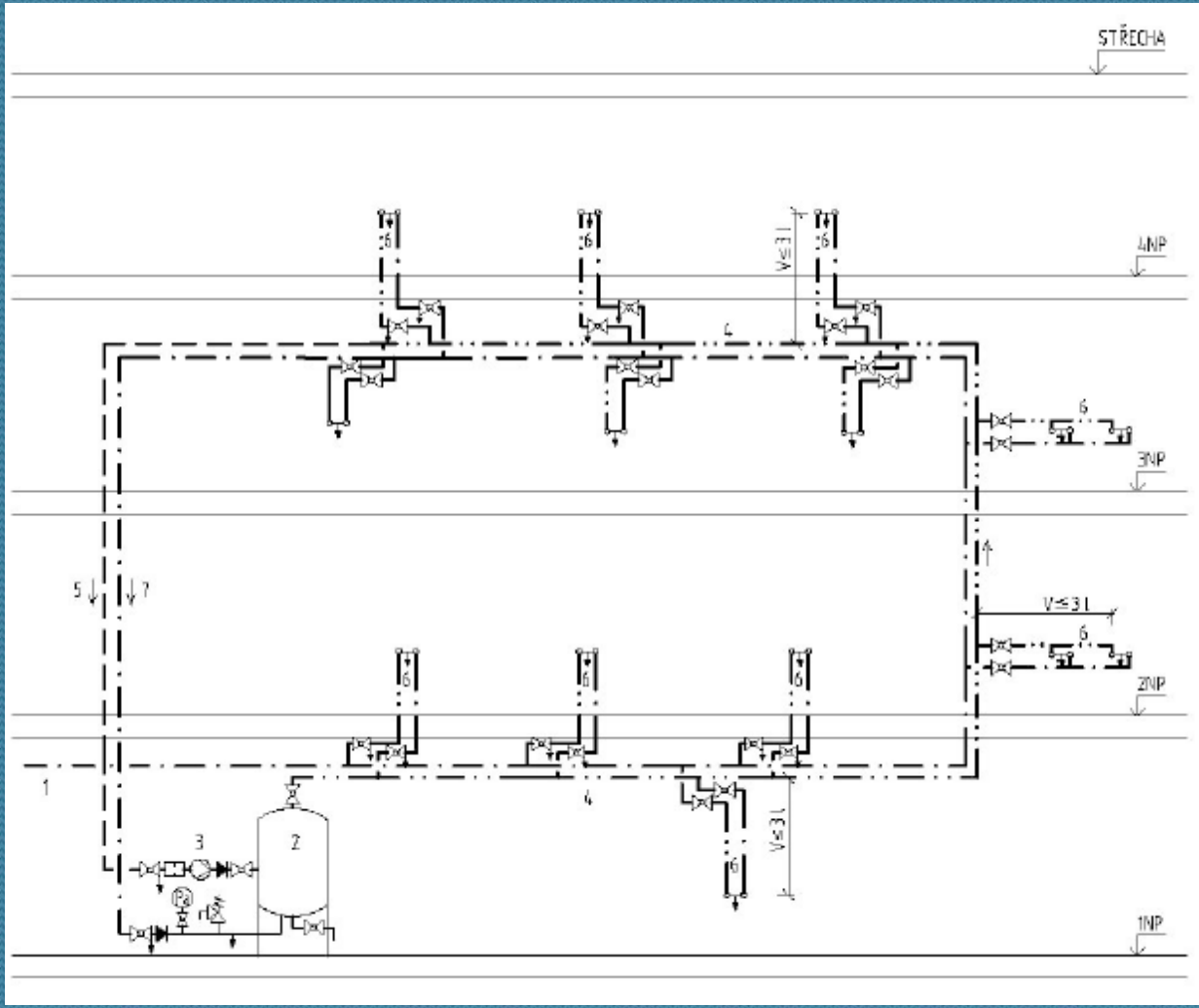
Řešení rozvodů teplé vody s cirkulací



Řešení rozvodů teplé vody s cirkulací



Řešení rozvodů teplé vody s cirkulací



Dimenzování potrubí

Pro dimenzování potrubí vnitřních vodovodů platí v České republice dvě normy:

- ČSN EN 806-3 platí pro dimenzování přívodního potrubí zjednodušenou metodou.
- ČSN 75 5455 platí pro dimenzování vnitřních vodovodů podrobnou metodou.
- V brzké době bude k ČSN 75 5455 vydána změna Z1.

Zjednodušená metoda podle ČSN EN 806-3

Platí pouze pro vodovody uvnitř malých budov s tzv. běžnou instalací, kterými jsou:

- Rodinné domy.
- Bytové domy do pěti nadzemních podlaží s jedním schodištěm, ze kterého jsou byty přímo přístupné.
- Administrativní budovy do pěti nadzemních podlaží s jedním schodištěm.
- Prodejny, ve kterých se voda využívá pouze k osobní hygieně zaměstnanců a úklidu a nepředpokládá se nárazový odběr vody.
- Multifunkční budovy s byty, administrativními prostory a prodejnami, které splňují výše uvedená omezení.

Zjednodušenou metodu podle ČSN EN 806-3 nelze použít pro dimenzování:

- Cirkulačního potrubí teplé vody.
- Požárních vodovodů.
- Vodovodních přípojek.

Princip zjednodušené metody

- Postup dimenzování příslušného úseku potrubí zjednodušenou metodou spočívá v sečtení hodnot výtokových jednotek výtokových armatur, které zásobuje tento úsek potrubí vodou, a stanovení průměru potrubí v závislosti na počtu výtokových jednotek, největší hodnotě výtokových jednotek, materiálu a délce potrubí podle tabulek.
- Hodnota výtokových jednotek *LU* je desetinásobkem jmenovitého výtoku Q_A, tedy $LU = 10 \cdot Q_A$.

Hodnoty výtokových jednotek podle ČSN EN 806-3

Odběrná místa	DN	Hodnoty *LU*
Směšovací baterie u umyvadla nebo umývátka v bytových a rodinných domech, nádržkový splachovač, bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	1
Výtokový ventil u umyvadla, umývátka nebo pro myčku nádobí v domácnosti	15	2
Směšovací baterie u umyvadla nebo umývátka v administrativních budovách a prodejnách	15	2
Výtokový ventil pro pračku v domácnosti, směšovací baterie u dřezu nebo sprchy, výtokový ventil nebo směšovací baterie u výlevky, výtokový ventil v technické místnosti	15	2
Tlakový splachovač pisoárové mísy nebo stání	15	3
Směšovací baterie vanová	15	4
Výtoková armatura na zahradě nebo v garáži	15	5
Směšovací baterie u velkokuchyňského dřezu, velkoobjemové vany, sprchy, výtoková armatura na zahradě nebo v garáži	20	8
Tlakový splachovač záchodové mísy	20	15

Tabulky pro dimenzování přívodního potrubí

Potrubí z PPR, PN 20												
Max.součty	LU	1	2[2)]	3	4	6	13	30	70	200	540	970
Největší hodnoty	LU					4	5	8				
Max. délka potrubí	m	20	12	15	9	7						
Vnější průměr krát tloušťka stěny (d_a x s)	mm	16 x 2,7		20 x 3,4			25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
DN armatur		15		15			20	25	32	40	50	65

Hydraulické posouzení

$$p_{\mathrm{dis}} \geq p_{\mathrm{minFl}} + \Delta p_{\mathrm{e}} + \sum \Delta p_{\mathrm{WM}} + \sum \Delta p_{\mathrm{Ap}} + \Delta p_{\mathrm{ext}} + \Delta p_{\mathrm{int}}$$

Průměr a tlakovou ztrátu vodovodní přípojky je třeba stanovit podrobnou metodou.

Podrobná metoda podle ČSN 75 5455

- Platí pro dimenzování přívodních i cirkulačních potrubí ve všech budovách.
- Platí pro dimenzování vodovodních přípojek.
- Platí také pro dimenzování požárních vodovodů.

Dimenzování přívodních potrubí podle ČSN 75 5455

Dimenzování přívodního potrubí se skládá z následujících kroků:

- rozdělení potrubí na úseky (hranicí úseku je výtoková armatura, odbočka nebo změna materiálu trubek);
- stanovení výpočtového průtoku v jednotlivých úsecích;
- předběžný návrh průměru přívodního potrubí v jednotlivých úsecích podle rychlosti proudění vody;
- stanovení tlakových ztrát v přívodním potrubí (alespoň v trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad k nejvzdálenější a nejvyšší výtokové armatuře);
- hydraulické posouzení navrženého přívodního potrubí.

Stanovení výpočtového průtoku Q_D (l/s) podle ČSN 75 5455

Budovy se dělí do tří kategorií (a, b, c)

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

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \left(Q_{Ai}^2 \cdot n_i \right)}$$

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

$$Q_D = \sum_{i=1}^{m} Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i}$$

c) 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, pro sportovce, u tělocvičen nebo veřejné lázně

$$Q_D = \sum_{i=1}^{m} \varphi_i \cdot Q_{Ai} \cdot n_i$$

Q_A - jmenovitý výtok (průtok výtokovou armaturou) (l/s);

φ - součinitel současnosti odběru vody;

n - počet výtokových armatur (zařizovacích předmětů) stejného druhu;

m - počet druhů výtokových armatur.

Tabulka 1 – Jmenovité výtoky (Q_A) a minimální požadované hydrodynamické přetlaky (p_{minFl}) pro odběrná místa

Odběrná místa	DN	Jmenovité výtoky[1] Q_A l/s	Minimální požadované hydrodynamické přetlaky[2] p_{minFl} kPa		Poznámky
			Doporučené	Nejmenší	
Výtokový ventil	15	0,2	100	50	Před výtokovými ventily na hadici se požaduje hydrodynamický přetlak nejméně 100 kPa.
Výtokový ventil	20	0,4	100	50	
Výtokový ventil	25	1,0	100	50	
Pitná studánka	15	0,1	100	50	–
Elektrický beztlaký ohřívač vody pro jedno odběrné místo	15	0,15	–	100	–
Nádržkový splachovač v administrativních budovách, základních, středních a vysokých školách nebo u vnitřních vodovodů užitkové, popř. provozní vody pro splachování záchodových mís	15	0,2[3]	100	50	Před nádržkovým splachovačem je požadován hydrodynamický přetlak nejméně 50 kPa. Před rohovým ventilem pro připojení nádržkového splachovače je požadován hydrodynamický přetlak nejméně 100 kPa.
Nádržkový splachovač u jednotných vnitřních vodovodů v ostatních budovách	15	0,1	100	50	
Bytová automatická pračka	15	0,2	100	50	Před armaturou pro připojení bytové automatické pračky nebo myčky nádobí má být hydrodynamický přetlak nejméně 100 kPa.
Bytová myčka nádobí	15	0,1	100	50	
Směšovací baterie u umyvadla, umývátka nebo umývacího žlabu	15	0,2[3][4]	100	50	Platí pro směšovací baterie ventilové podle ČSN EN 200, jednopákové podle ČSN EN 817, termostatické podle ČSN EN 1111, samočinné podle ČSN EN 816 a elektronické podle ČSN EN 15091. Hodnoty jmenovitého výtoku se používají pro stanovení výpočtového průtoku studené i teplé vody ke směšovací baterii.
Směšovací baterie u dřezu	15	0,2	100	50	
Směšovací baterie sprchová	15	0,2[4]	100	50	
Směšovací baterie u výlevky	15	0,2	100	50	
Směšovací baterie vanová	15	0,3	100	50	
Bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	0,1	100	50	
Tlakový splachovač pisoárového stání nebo pisoárové mísy bez odsávání splachované splachovací hlavicí	15	0,16	–	100	–
Tlakový splachovač pisoárové mísy ostatních typů	15	0,3	–	100	–
Tlakový splachovač záchodové mísy	15	1,0	–	120	–
Tlakový splachovač záchodové mísy	20	1,3	–	120	–

Tabulka 3 – Součinitelé současnosti odběru vody (φ) u odběrných míst stejného druhu

Odběrná místa	Veřejné záchody s velkou a nárazovou návštěvností		Sprchy a umývárny u školních tělocvičen		Ostatní budovy nebo skupiny zařizovacích předmětů s hromadným a nárazovým používáním odběrných míst				
	Počet odběrných míst n		Počet odběrných míst n		Počet odběrných míst n				
	1 až 5	6 a více	1 až 5	6 a více	1 až 5	6	7	8	9 a více
	Součinitel současnosti odběru vody φ		Součinitel současnosti odběru vody φ		Součinitel současnosti odběru vody φ				
Výtokové armatury s automatickým uzavíráním u sprch, umyvadel nebo umývacích žlabů	1,0	$\varphi = \frac{2,2}{\sqrt{n}}$	1,0	$\varphi = \frac{2,2}{\sqrt{n}}$	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7
Tlakové splachovače záchodových mís	$\varphi = \frac{1,0}{\sqrt{n}}$		–		0,1				
Tlakové splachovače pisoárových mís			–		0,25				
Nádržkové splachovače	1,0[1]		–		0,3				
Dřezy	–		–						
Výlevky	0,3		–						
Pitné studánky	–		–						
Vany	–		–		0,5				
Bidety	–		–						
Umyvadla, umývací žlaby[2]	0,6		0,7		0,8				
Sprchy[2]	1,0		0,9		1,0				
Léčebná zařízení	–		–		1,0[3]				

POZNÁMKY

[1] U nádržkových splachovačů zásobovaných z vodovodů užitkové nebo provozní vody pro splachování záchodových mís je součinitel současnosti odběru vody $\varphi = 0,5$.

[2] Výtokové armatury otevírané a uzavírané ručně uživatelem.

[3] Pokud není projektantem, dodavatelem nebo provozovatelem léčebných zařízení stanoven jiný součinitel současnosti.

Nový výpočtový vztah pro stanovení výpočtového průtoku Q_D (l/s) v bytových a rodinných domech (ČSN 75 5455/Z1)

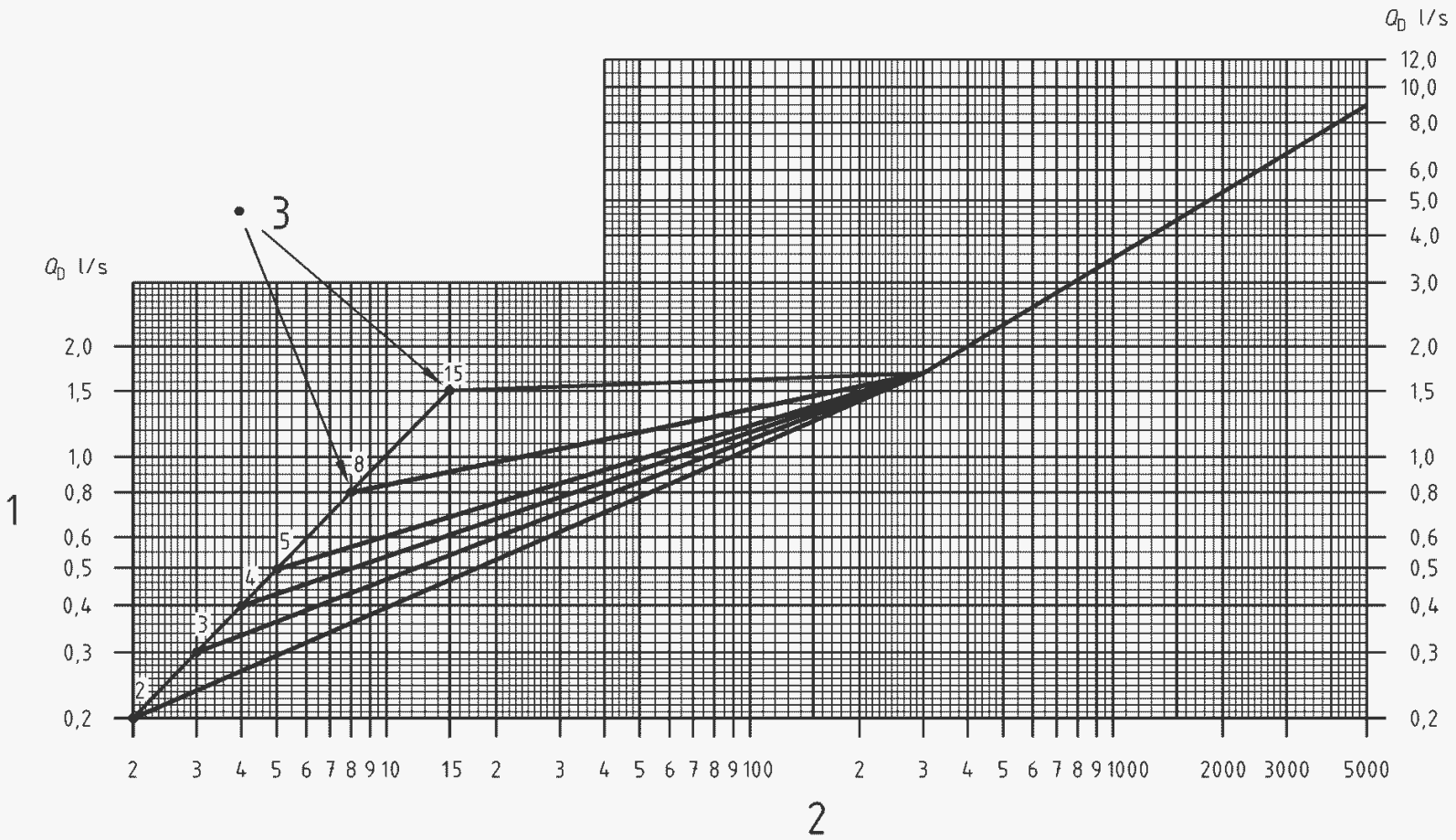
$$Q_D = 0{,}55 \,.\, (\sum Q_A)^{0{,}38}$$

Odběrná místa	DN	Jmenovité výtoky Q_A l/s
Směšovací baterie u umyvadla nebo umývátka v bytových a rodinných domech, nádržkový splachovač, bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	0,1
Výtokový ventil u umyvadla, umývátka nebo pro myčku nádobí v domácnosti	15	0,1
Výtokový ventil pro pračku v domácnosti, směšovací baterie u dřezu nebo sprchy, výtokový ventil nebo směšovací baterie u výlevky, výtokový ventil v technické místnosti	15	0,2
Tlakový splachovač pisoárové mísy nebo stání	15	0,3
Směšovací baterie vanová	15	0,3
Výtoková armatura na zahradě nebo v garáži	15	0,3

Další zásady stanovení výpočtového průtoku

- Možnost zanedbání výlevek a jiných odběrných míst ve vztazích pro kategorie budov b, c, pokud se odběr vody u nich nepředpokládá v odběrové špičce.
- Před odbočením potrubí studené vody k ohřívači se výpočtové průtoky studené a teplé vody nesčítají, potrubí se dimenzuje na větší z nich.
- Nepřetržitý odběr vody (průtok, který trvá déle než 15 minut) nesmí být zahrnut do výpočtu podle uvedených vztahů. Pokud se nepřetržitý odběr vody předpokládá také v odběrové špičce, je nutné jej k výpočtovému průtoku stanovenému podle uvedených vztahů přičítat.
- Pokud je nutné stanovit výpočtový průtok v potrubí dimenzovaném podle ČSN EN 806-3 nebo ve vodovodní přípojce k vnitřnímu vodovodu dimenzovanému podle ČSN EN 806-3, stanovuje se podle ČSN EN 806-3.

Stanovení výpočtového průtoku podle ČSN EN 806-3



Předběžný návrh průměru přívodního potrubí podle rychlosti proudění vody

Tabulka 4 – Nejnižší doporučené a nejvyšší přípustné průtočné rychlosti (*v*)

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. Přívodní potrubí při nepřetržitém odběru vody podle 5.1.2, trvajícím však déle než 30 minut.	Měděné potrubí	0,2	0,5
	Ocelové pozinkované potrubí	0,2[3]	0,8
	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 průtočnou rychlost je přípustné překročit 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.

Stanovení tlakových ztrát v přívodním potrubí

Tlakové ztráty v potrubí Δp_{RF} (kPa) se stanoví podle vztahu:

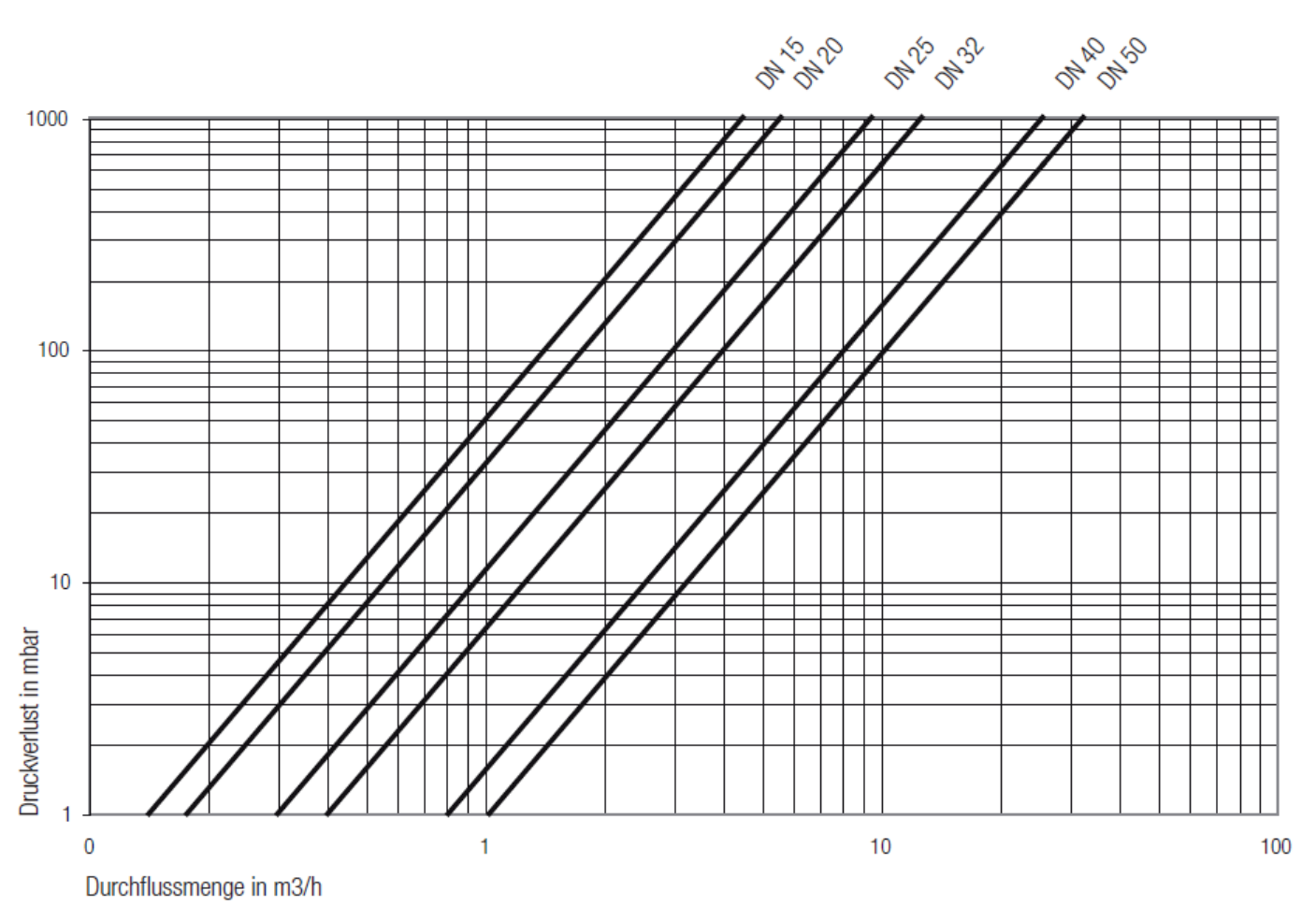
$$\Delta p_{RF} = \sum(l \,.\, R + \Delta p_F)$$

kde l je délka příslušného úseku potrubí (m);

R - délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí podle tabulek (kPa/m);

Δp_F- tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí (kPa).

Tlaková ztráta ve vodoměrech



Hydraulické posouzení přívodního potrubí

$$p_{\mathrm{dis}} \geq p_{\mathrm{minFl}} + \Delta p_{\mathrm{e}} + \sum \Delta p_{\mathrm{WM}} + \sum \Delta p_{\mathrm{Ap}} + \Delta p_{\mathrm{RF}}$$

Dimenzování cirkulačních potrubí TV podle ČSN 75 5455

Dimenzování cirkulačního potrubí teplé vody se skládá z následujících kroků:

- rozdělení potrubí na úseky (hranicí úseku je ohřívač, změna průměru trubek, odbočka potrubí s cirkulací nebo změna materiálu trubek);
- stanovení výpočtového průtoku v jednotlivých úsecích;
- předběžný návrh průměru cirkulačního potrubí;
- v jednotlivých úsecích podle rychlosti proudění vody;
- stanovení tlakových ztrát v přívodním i cirkulačním potrubí při výpočtovém průtoku cirkulace;
- stanovení nejmenší potřebné dopravní výšky cirkulačního čerpadla.

Stanovení výpočtového průtoku cirkulace TV Q_c (l/s)

$Q_c = \Sigma q/(c \,.\, \rho \,.\, \Delta t)$

kde Σq je tepelná ztráta celého přívodního potrubí (W);

c – měrná tepelná kapacita teplé vody (kJ/(kg.K));

ρ – hustota teplé vody (kg/m^3);

Δt - rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody z ohřívače a spojením přívodního potrubí s cirkulačním potrubím (K), obvykle se volí Δt = 2 K (max. 3 K).

Stanovení tepelné ztráty přívodního potrubí

Tepelná ztráta každého úseku přívodního potrubí q (W) se stanoví podle vztahu:

$q = l \cdot q_t$

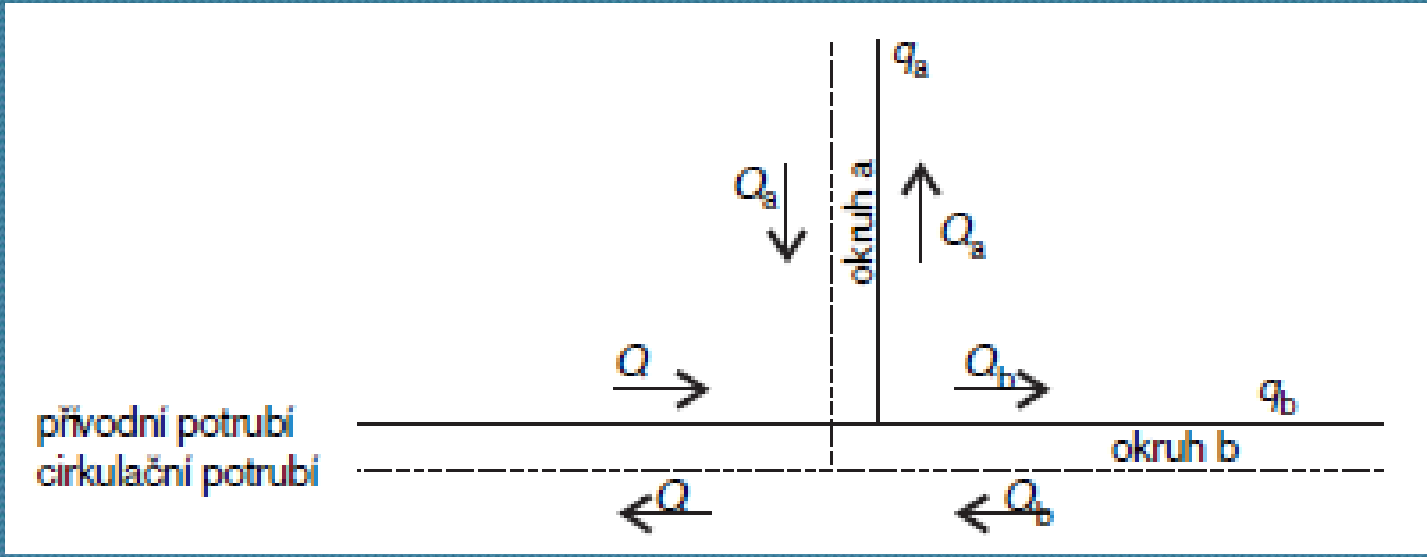
kde l je délka úseku přívodního potrubí (m) včetně délkových přirážek na neizolované armatury (1,6 m na každou neizolovanou armaturu) a upevnění potrubí (10 až 20 % délky tepelně izolovaného potrubí na upevnění potrubí, u kterého je izolace přerušena);

q_t – délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí q_t (W/m).

Rozdělení výpočtového průtoku cirkulace TV do dvou úseků

$Q_a = Q \cdot q_a/(q_a + q_b)$

$Q_b = Q - Q_a$



Předběžný návrh průměru cirkulačního potrubí podle rychlosti

Rychlost proudění vody v cirkulačním potrubí při výpočtovém průtoku cirkulace teplé vody nemá být:

- menší než 0,2 m/s
- větší než 0,5 m/s (u ocelových potrubí max. 0,8 m/s a plastových potrubí max. 1,5 m/s).

Rychlost proudění vody v přívodním potrubí při výpočtovém průtoku cirkulace teplé vody může být menší než 0,2 m/s, nesmí však překročit výše uvedené nejvyšší hodnoty.

Stanovení tlakových ztrát v přívodním a cirkulačním potrubí

- Při výpočtovém průtoku cirkulace teplé vody.
- Stejným způsobem jako u přívodního potrubí.

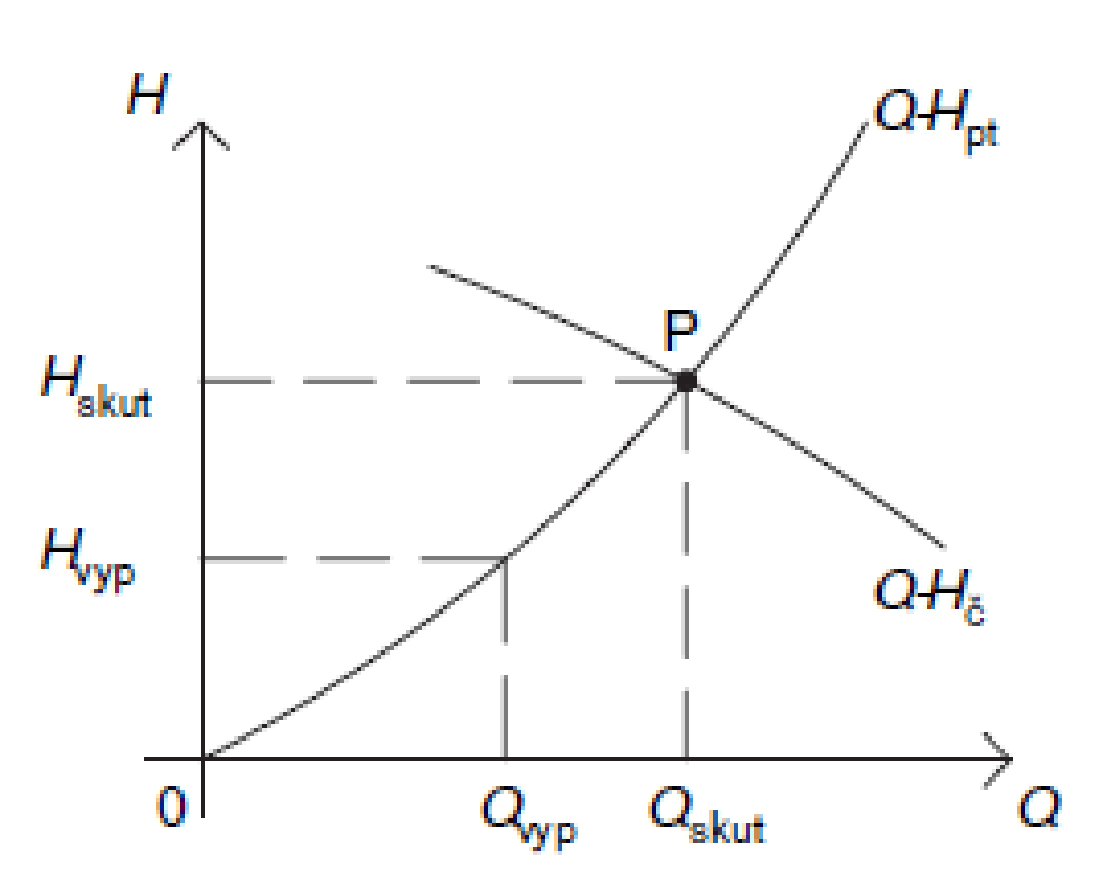
Stanovení dopravní výšky cirkulačního čerpadla

Nejmenší potřebná dopravní výška cirkulačního čerpadla H (m) se stanoví podle vztahu:

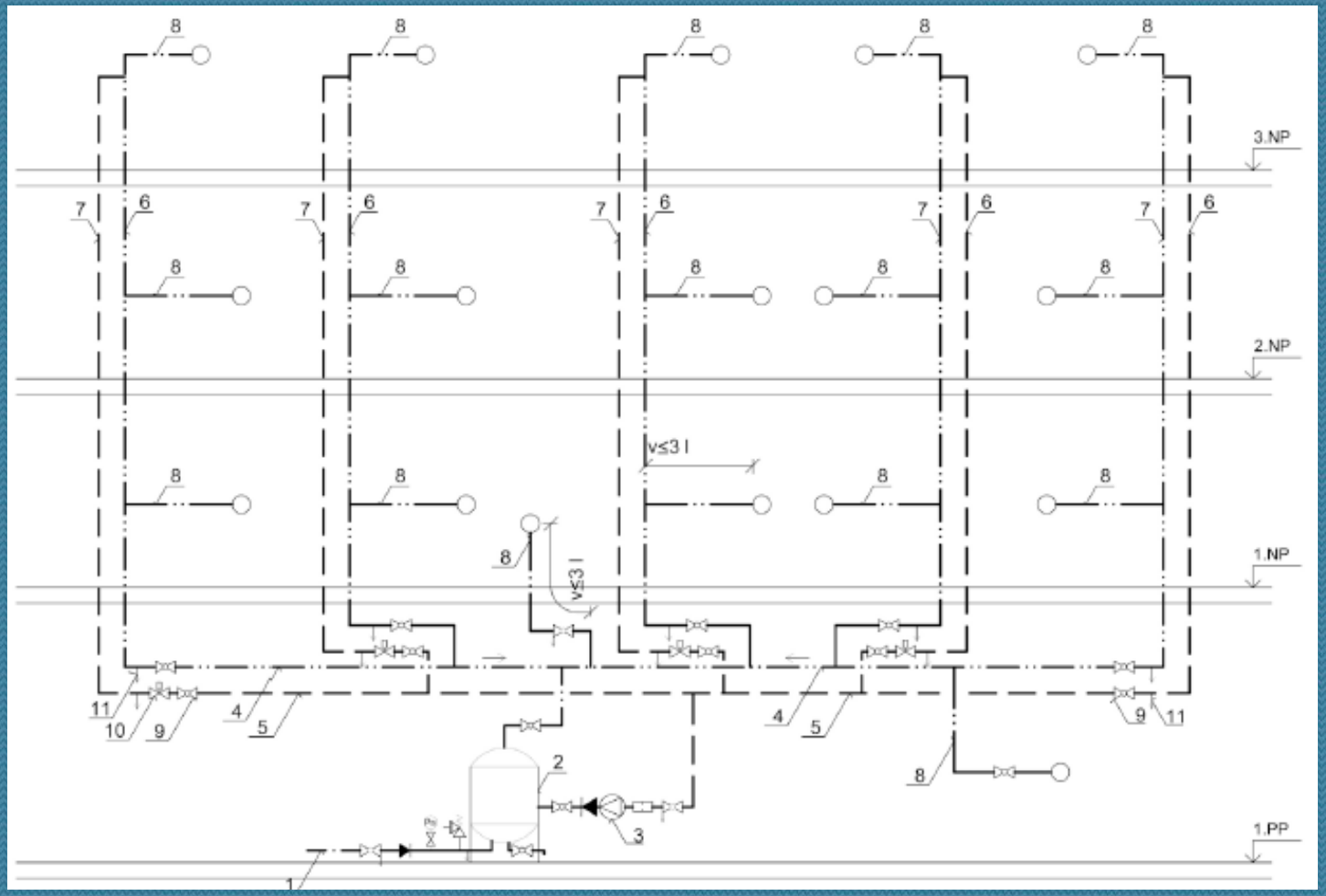
$$H = 1000 \,.\, (\Delta p_{RF} + \sum \Delta p_{Ap})/\rho \,.\, g$$

- kde Δp_{RF} jsou tlakové ztráty v přívodním i cirkulačním potrubí teplé vody (kPa) cirkulačního okruhu s největšími tlakovými ztrátami při výpočtovém průtoku cirkulace teplé vody;
- $\sum \Delta p_{Ap}$ - tlakové ztráty napojených zařízení osazených v okruhu s největšími tlakovými ztrátami (kPa).

Charakteristika čerpadla a potrubí, provozní bod



Regulace cirkulace TV



DĚKUJI ZA POZORNOST