



# TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV 1

## PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY, HYDRAULICKÝ VÝPOČET

*Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.*  
*- katedra technických zařízení budov -*



## Teplá voda a legislativa

### Příprava teplé vody a ČSN

- definice teplé vody vyplývá z ČSN 06 0320 - jedná se o ohřátou pitnou vodu vhodnou pro trvalé používání člověkem a domácími zvířaty
- definice pitné vody je dána vyhláškou ministerstva zdravotnictví č. 376/2000 Sb., kde jsou stanoveny mikrobiologické, biologické, fyzikální a chemické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity
- samotnou změnou teploty se pravděpodobně výrazně nezmění její složení a ukazatele natolik, aby se nedala pít
- nicméně k pití není určena proto, že se obvykle nachází v systému, kde hrozí prudké snížení její kvality zejména z hlediska mikrobiologického
- ačkoli je zde legislativní požadavek a snaha různými způsoby zajistit mikrobiální nezávadnost teplé vody v rozvodech teplé vody v různých objektech, riziko mikrobiální kolonizace vždy existuje !!!



## Teplá voda a legislativa

### ■ Hygienické požadavky

- **zákon č. 258/2000 Sb.** o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
  - *teplou vodu dodávanou potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem, které jsou konstrukčně propojeny směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody, může výrobce vyrobit jen z vody pitné.*
- **Vyhláška č. 252/2004 Sb.**, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody ve znění pozdějších předpisů.
  - *Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody uvedeny v příloze č.2*
  - *Legionella, různé bakterie (E-coli, ...), barva, chlor, fosforečnany, ClO<sub>2</sub>, pach, pH, teplota (55 °C), zákal, trihalomethany, chemické spotřeba kyslíku (pomocí Mn)*

© CVUT FSV katedra TZB tk125@fsv.cvut.cz/



## Parametry teplé vody

- **Vyhláška 194/2007 Sb.** kterou se stanoví pravidla pro dodávku TV..
  - *Teplá voda je dodávána celoročně tak, aby měla na výtoku u spotřebitele teplotu **45 °C až 60 °C**, s výjimkou možnosti krátkodobého poklesu v době odběrných špiček spotřeby (v době 6:00 – 22:00)*
  - *Limit maximální měrné ukazatele spotřeby energie pro přípravu TV ne vyšší než **0,17 GJ/(m<sup>2</sup>.rok) až 0,21 GJ/(m<sup>2</sup>.rok)***
- **ČSN EN 806-2,3** Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě - Část 2 a 3
  - *při úplném otevření výtokové armatury vytékala nejpozději **po uplynutí 30s voda o teplotě 50 °C až 55 °C, výjimečně 60 °C (v odběrové špičce krátkodobě nejméně 45 °C)**,*
  - *rozdíl teplot mezi zdrojem a místem odběru **min 5 K***

© CVUT FSV katedra TZB tk125@fsv.cvut.cz/

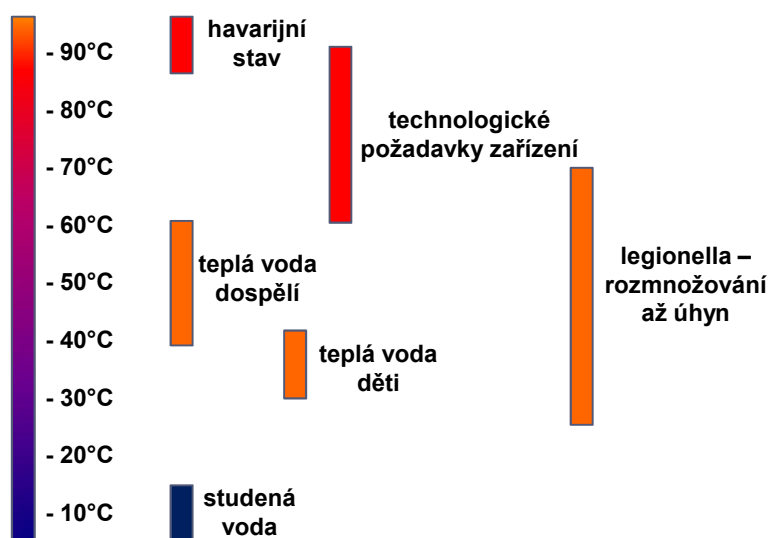


## Teplota teplé vody v legislativě

Maximální teplota vody pro součásti a zařízení ve vnitřním rozvodu teplé vody při poruchách (ČSN EN 806-2)	95°C
Maximální doporučená teplota vody v akumulačních zásobnících tepla s plovoucím zásobníkem teplé vody nebo průtokovým ohřevem (doporučení výrobců nádrží, nastavení havarijního termostatu)	95°C
Doporučená teplota pro <b>termickou desinfekci</b> (ČSN 06 0320)	70°C
Doporučená maximální teplota pro samostatné ohříváče teplé vody (ČSN 06 0320)	60°C
Teplota vody v místě odběru (výtoku) u uživatele (ČSN 06 0320)	50-55°C
Teplota na výtoku u spotřebitele dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. s výjimkou možnosti krátkodobého poklesu v době odběrných špiček	45-60°C
Maximální teplota na výtoku např. <b>v nemocnicích, školách, domovech pro seniory</b> (ČSN EN 806-2)	43°C
Výpočtová teplota vody pro mytí osob (ČSN 06 0320)	40°C
Maximální teplota nastavená na termostatických bateriích pojistkou	38°
Doporučení teplota na výtoku <b>pro děti</b> v mateřských školách (ČSN EN 806-2)	30-35° (max 38°C)



## Teplota vody v provozních stavech





## Parametry teplé vody

- nejdůležitějším parametrem teplé vody je její **teplota**, která se liší podle toho, kde se voda v systému nachází a k čemu je určena, její vliv má dvě hlediska :
    - namáhání celého systému teplotou a tudíž vliv na životnost všech prvků
    - energetické ztráty závislé na teplotě při její přípravě a distribuci
- namáhání teplotou znamená :
- objemovou roztažnost vody
  - délkovou roztažnost potrubí



## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Objemová roztažnost vody

- závislá na teplotě vody, vyjádřená součinitelem zvětšení objemu  $n$ , který je funkcí hustoty

$$n = \frac{1000}{\rho_{t,\max}} - \frac{1000}{\rho_{10^{\circ}\text{C}}} = \frac{1000}{\rho_{t,\max}} - 1,0004$$

- $n$ ... součinitel zvětšení objemu - poměrné zvětšení objemu vody při jejím ohřátí z teploty  $10^{\circ}\text{C}$  na maximální teplotu vody  $t_{\max}$
- $\rho_{t,\max}$  ... hustota vody při maximální teplotě při ohřevu vody
- $\rho_{10^{\circ}\text{C}}$  hustota vody při teplotě studené vody  $10^{\circ}\text{C}$



## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Objemová roztažnost vody

kompensace :

→ pojistný ventil

- zvýšením tlaku v systému na hranici otevíracího tlaku ventilu a odpuštěním vody ze systému

→ expanzní nádoba

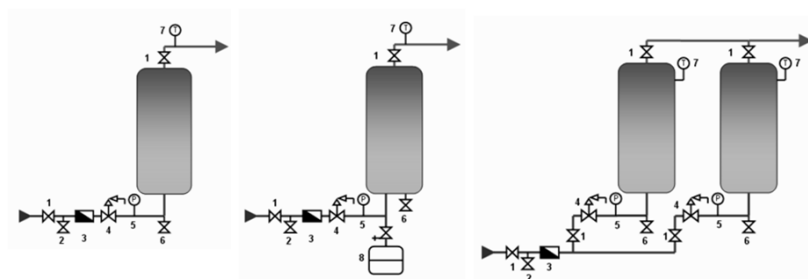
- objem je závislý na výpočtových tlakových poměrech v systému (obdobný výpočet jako u vytápění)
- expanzní nádoba musí pojmout nejméně 4 % celkového objemu vody určené k ohřevu



## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Objemová roztažnost vody

- bez ohledu na kompenzaci roztažnosti musí být zásobníky vody vybaveny pojistným ventilem proti překročení nejvyššího pracovního přetlaku. V případě více zásobníků, musí být pojistný ventil umístěn před každým zásobníkem.





## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Délková roztažnost potrubí :

-délková roztažnost potrubí v systému teplé vody závisí na součiniteli délkové roztažnosti materiálu potrubí, které je možno řešit přirozenou změnou trasy potrubí, nebo kompenzátory vkládanými do potrubí. Délková změna potrubí, způsobená rozdílem teplot média, je rovna:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \quad [\text{mm}]$$

$\Delta l$	délková změna (prodloužení nebo zkrácení) <sup>□</sup>	[ mm ]
$\alpha$	součinitel tepelné roztažnosti	[ mm . m <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup> ]
L	délka úseku	[ m ]
$\Delta t$	rozdíl teploty prostředí při montáži a teploty média	[ °C ]



## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Délková roztažnost potrubí :

- délka ohybových ramen u kompenzátorů vytvořených trasou potrubí, je dána:

$$L_s = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} \quad [\text{mm}]$$

$L_s$	kompenzační délka	[ mm ]
k	materiálová konstanta	[ - ]
D	vnější průměr potrubí	[ mm ]

Materiál	Měrná hmotnost $\rho$ / kg m <sup>-3</sup> /	Součinitel drsnosti k	Součinitel tepelné roztažnosti $\alpha$ / mm.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ / W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> /
Ocel pozink.	7865	1,5 – 2,0	0,011	58
Měď	8930	0,01 – 0,03	0,017	372
IPE	920	„	0,2	0,41
rPE	910	„	0,26	0,41
PP	900	„	0,15	0,24
PVC	1400	„	0,08	0,13
PB	910	„	0,13	0,12
VPE	940	„	0,18	0,3



## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

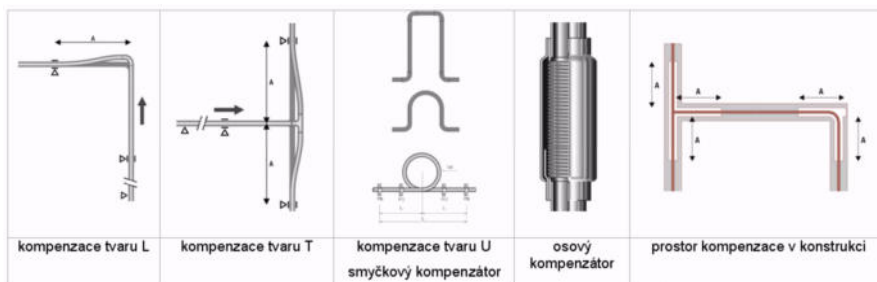
### Délková roztažnost potrubí :

- volba geometrie kompenzátorů je dána prostorem a materiálem potrubí
- při volném vedení potrubí není problém instalovat v podstatě jakýkoliv typ kompenzace
- při zabudování potrubí do konstrukce, zejména pak podlahové, je kompenzace velký problém
- ukládání potrubí do podlahy je často nejoblíbenější způsob, jak zjednodušit montáž potrubí a zároveň se potrubí „zbavit“
- z hlediska kompenzace je to však velmi problematické místo –
- jak ve stěnách, tak v podlaze se tedy musí potrubí uložit s dostatečnou vůlí

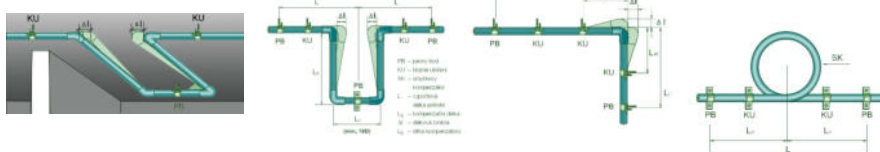


## Fyzikální aspekty přípravy teplé vody

### Délková roztažnost potrubí :



### Příklady kompenzace - PB=pevný bod, KU=kluzné uložení





## Potřeba vody – vyhláška č.120/2011

- dle vyhlášky č. 120/2011 Sb. je potřeba vody **součtem potřeby studené i teplé vody**
- pro energetickou náročnost je problematický údaj **množství teplé vody**
  - ČSN 06 0320 – množství teplé vody pro návrh zdroje, nikoli reálná spotřeba teplé vody, nevhodný údaj (100-80 = 20l/os,d studené?)
  - ČSN EN 15316 Tepelné soustavy v budovách
  - DIN V 18599 - část 3 - energetická náročnost přípravy teplé vody
  - vyhláška č. 120/2011 Sb. –množství teplé vody určit odborným odhadem
  - podrobný rozbor provozu, měření vody, fakturační údaje ...
  - koordinace se zdrojem tepla !!!
  - možnost budoucího připojení na alternativní zdroj

15

16



## Potřeba vody

- vyhláška č. **120/2011 Sb.**, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., (příloha č.12 - **Směrná čísla roční potřeby studené vody**) došlo k výraznému **snížení potřeby**:

	původní	nová
▫ <b>bytový fond</b>		
• pouze studená voda (mimo byt)	---	15 m <sup>3</sup>
• studená voda bez tekoucí teplé vody ---	5 m <sup>3</sup>	
• studená voda s tekoucí teplou vodou 56 m <sup>3</sup>	35 m <sup>3</sup>	
	<b>150 l/os,d</b>	→ <b>100 l/os,d</b>
▫ <b>hotely</b>		
• pokoj s WC a koupelnou	160 m <sup>3</sup>	45 m <sup>3</sup>
	<b>440 l/lůžko,d</b>	→ <b>120 l/lůžko,d</b>
• pokoj bez WC a koupelny	40 m <sup>3</sup>	23 m <sup>3</sup>
▫ <b>kanceláře</b>		
• pouze výtoky s WC	12 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>
	<b>60 l/os,d</b>	→ <b>40 l/os,d</b>
• WC, umyvadla, tekoucí teplá vody	16 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>

16





## Potřeba teplé vody - ČSN 06 0320

Tabulka C.2 – Potřeba TV o teplotě  $\theta_3 = 55\text{ °C}$ <sup>1)</sup>

Činnost	Doba dávky $t_d$		Objem dávky $V_d$		Teplota v dávce $Q_2$ kWh
	s	h	dm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
<b>Mytí osob</b>					
umyvadlo $U_3 = 0,14\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$					
– mytí rukou	50	0,014	2	0,002	0,10
– mytí těla	260	0,071	10	0,010	0,52
Sprcha $U_3 = 0,23\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	400	0,110	25	0,025	1,32
Vana $U_3 = 0,47\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	300	0,085	40	0,040	2,10
(délka vany 1 600 mm)	610	0,170	80	0,080	4,20
<b>Mytí nádobí</b>					
$U_3 = 0,30\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$					
– pouze výdej jídel	$\dot{a}_3 = 55\text{ až }80\text{ °C}$		1	0,001	0,05
– vaření + výdej	na jedno jídlo		2	0,002	0,10
<b>Mytí podlahy + úklid</b>					
$U_3 = 0,30\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$					
$\dot{a}_3 = 55\text{ °C}$					
na 100 m <sup>2</sup>					

<sup>1)</sup> Objem teplé vody o teplotě 40 °C připravený smíšením se studenou vodou je 1,5 násobný.



## Potřeba teplé vody - ČSN 06 0320

Tabulka C.1 – Charakteristiky výtoků

Parametr	Značka	Jednotka	Baterie			
			umyvadlo	dřez	sprcha	vana
Teplota na výtoku	$\theta_4$	°C	40	55 <sup>1)</sup>	40	40
Průtok vody o teplotě $\theta_4$ na výtoku	$U_4$	dm <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup>	0,06	0,08	0,095	0,20
		m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup>	0,21	0,30	0,34	0,70
Přítok TV 55 °C do výtoku	$U_3$	dm <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup>	0,04	0,08	0,065	0,13
		m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup>	0,14	0,30	0,23	0,47
Teplý výkon přítoku TV	$q_v$	kW	7,3	15,7 – 24,4	12,0	24,6

<sup>1)</sup> Pro sterilizaci nádobí se používá voda o teplotě 70 až 80 °C.

### Odvození průměrné denní potřeby teplé vody na osobu v bytovém domě

Tabulka C.4 – Potřeba TV pro 1 osobu a den v bytovém objektu

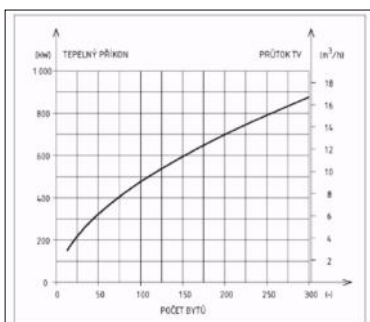
Parametr	Značka	Jednotka	Baterie			
			umyvadlo	dřez	sprcha	vana
Počet dávek	$n_d$	–	3	0,8	1	0,3
Objem dávky	$V_d$	m <sup>3</sup>	0,03	0,002	0,025	0,025
Teplota v dávkách	$Q_d$	kWh	1,5	0,1	1,3	1,4
Součet objemu dávek	$V_{2P}$	m <sup>3</sup>			0,062	
Součet tepla v dávkách	$Q_{2P}$	kWh			4,3	



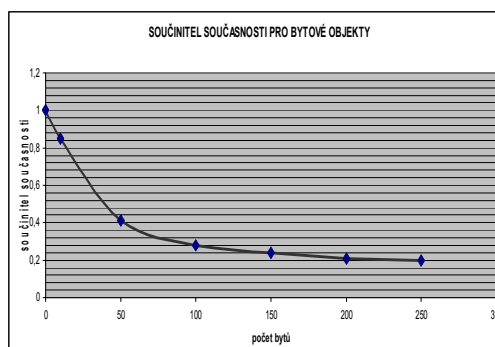
## Charakteristiky výtoků TV

Tabulka C.5 – Součinitel současnosti pro bytové objekty

Počet bytů $n_b$	10	50	100	150	200	250
Součinitel současnosti $s$	0,85	0,41	0,28	0,24	0,21	0,2



1 – Tepelný příkon a průtok TV při průtočném ohřevu v závislosti na p



## Spotřeba teplé vody – TNI 730331

- TNI 730331 – energetická náročnost budov, typické parametry pro výpočet

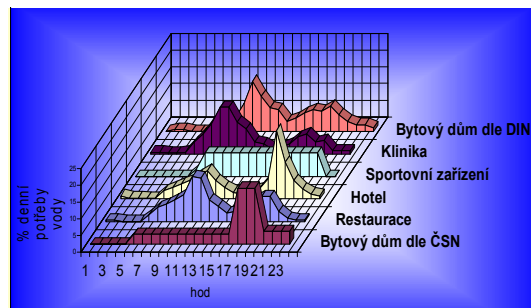
Typ zóny	$q_{W,nd,f,d}$ (l/(mj-den))	$q_{W,nd,A,d}$ (l/(m²-den))	Vztažná plocha
Rodinný dům	35 - 55 l na osobu a den	-	-
Bytový dům	30 - 45 l na osobu a den	-	-
Administrativní budova	4 - 8 l na osobu a den	0,3 - 0,6 l/(m²-d)	Kancelářská plocha
Nemocnice – lůžka	152 l na osobu a den	10,1 l/(m²-d)	Pokoje
Vzdělávací zařízení	10 l na osobu a den	3,2 l/(m²-d)	Vyučovací prostory
Budovy pro obchod	19 l na zaměstnance a den	0,2 l/(m²-d)	Prodejní plocha
Výrobní provozy, dílny (šatny)	29 l na zaměstnance a den	1,4 l/(m²-d)	Výrobní plocha
Hotel (ubytovna)	29 l na lůžko a den	3,6 l/(m²-d)	Hotelové pokoje
Hotel (standard ***)	86 l na lůžko a den	8,6 l/(m²-d)	Hotelové pokoje
Hotel (vyšší standard ****)	133 l na lůžko a den	11,0 l/(m²-d)	Hotelové pokoje
Restaurace, stravování	29 l na místo a den	23,8 l/(m²-d)	Veřejné prostory
Kolej, domov mládeže	67 l na místo a den	4,4 l/(m²-d)	Pokoje
Sportovní zařízení (sprchy)	29 l na osobu a den	-	-
Sportovní zařízení	101 l na sprchu a den	-	-



## Profily odběru teplé vody

Denní profily odběru jsou ovlivněny zejména:

- lokalitou, kde se objekt nachází (sídlště, RD, město x venkov)
- sociální strukturou obyvatel (zaměstnanost, pracovní doba, věk...)
- vybaveností objektu zařizovacími předměty
- skladbou obyvatel



## Výpočet přípravy TV – zásobníkový ohřev

**Potřeba TV za časovou periodu - $V_{2p}$**

$$V_{2p} = V_o + V_j + V_u \quad [m^3/per]$$

$V_o$  – potřeba vody na mytí osob  $[m^3/per]$

$V_j$  – potřeba vody pro mytí nádobí  $[m^3/per]$

$V_u$  – potřeba vody pro úklid a mytí podlahy  $[m^3/per]$

- množství vody vychází z rozboru provozu konkrétního objektu
- pro bytové objekty se vychází z ČSN 06 0320
- pro zjednodušení je možno použít i spotřebu vody na byt (např. 100-200 litrů/byt,den),



## Výpočet přípravy TV – zásobníkový ohřev

**Potřeba tepla odebraného z ohřivače  $E_{2P}$**

$$E_{2P} = E_{2T} + E_{2Z} \quad [kWh/per]$$

$E_{2T}$  – teoretické teplo pro ohřátí množství  $V_{2P}$

$$E_{2T} = V_{2P} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad [kWh/per]$$

$V_{2P}$  – potřeba TV za časovou periodu  $[m^3]$

$c$  – měrná tepelná kapacita vody  $\rightarrow 4186 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

$t_2$  – teplota ohřáté vody (centrální ohřev  $55^\circ\text{C}$ )

$t_1$  – teplota studené vody (výpočtová teplota je  $10^\circ\text{C}$ )

$E_{2Z}$  – teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2Z} = E_{2T} \cdot z \quad [kWh/per]$$

$E_{2T}$  – teoretické teplo pro ohřátí množství  $V_{2P}$   $[kWh]$

$z$  – ztráta tepla při ohřevu a dopravě TV (0,5-v objektu 1,0-okrskový ohřev)



## Výpočet přípravy TV – zásobníkový ohřev

**Velikost zásobníku**

$$V_z = \Delta E_{max} / c \cdot (t_2 - t_1) \quad [m^3]$$

$\Delta E_{max}$  – maximální rozdíl mezi křivkou dodávky a odběru (viz graf)  $[kWh]$

$c$  – měrná tepelná kapacita vody  $\rightarrow 4186 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

$t_2$  – teplota ohřáté vody (centrální ohřev  $55^\circ\text{C}$ )

$t_1$  – teplota studené vody (výpočtová teplota je  $10^\circ\text{C}$ )

**Tepelný výkon ohřivače (výkon topné vložky zásobníku)**

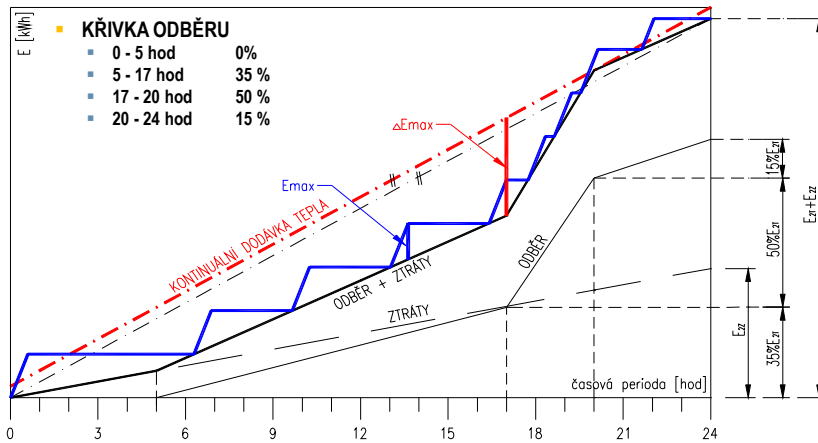
$$Q = E_{2P} / \tau \quad [kW]$$

$E_{2P}$  - potřeba tepla odebraného z ohřivače  $[kWh/per]$

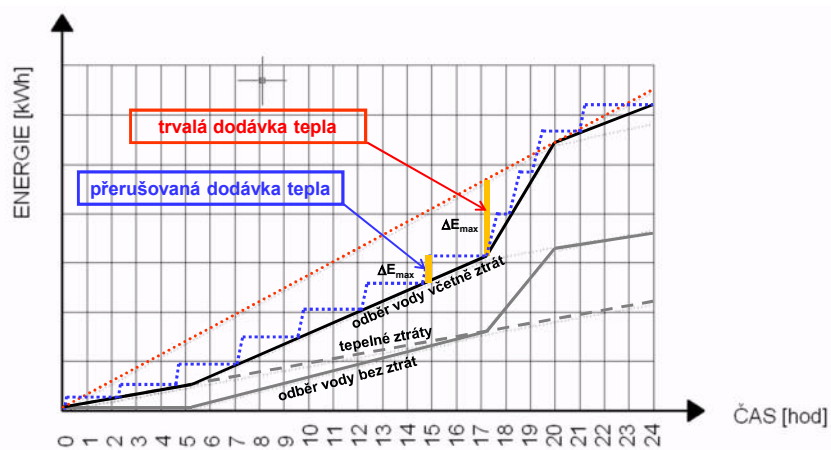
$\tau$  - doba ohřevu a odběru TV ( podle typu objektu a způsobu ohřevu )



## Výpočet přípravy TV – ČSN 060320

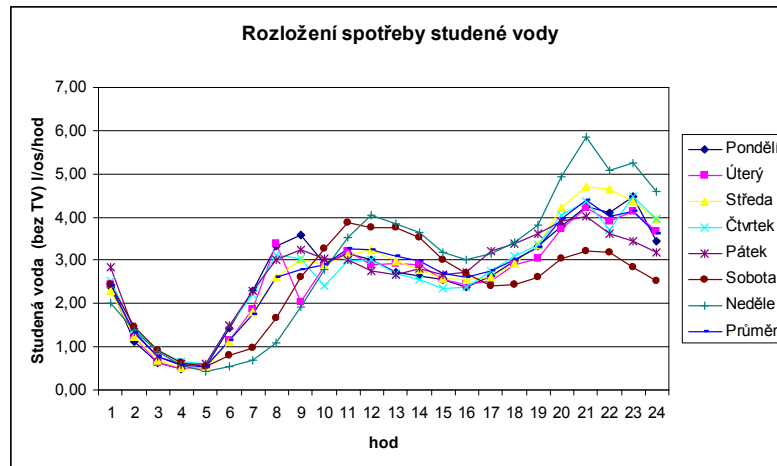


## Výpočet přípravy TV – ČSN 060320

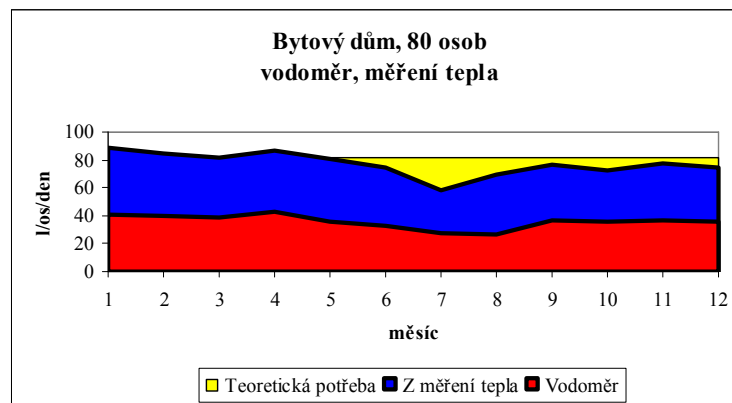




## Spotřeba vody - bytové domy



## Roční spotřeba teplé vody





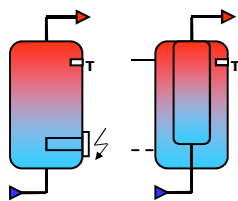
## PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY - ROZDĚLENÍ

- podle konstrukce zařízení :
  - **zásobníkové (akumulační)** - nerovnoměrný odběr vody
  - **průtočné** - rovnoměrný odběr vody
  - **smíšené** - průtočný systém doplněný zás.TV pro krytí špiček
  
- podle použitých energií :
  - **jednoduché** - jediný zdroj tepla (el. energie, plyn, pevná paliva)
  - **kombinované** - více zdrojů tepla (el. energie+ solární energie)
  
- podle provozního přetlaku :
  - **beztlakové**
  - **tlakové**
  
- podle místa ohřevu :
  - **lokální**
  - **centrální**

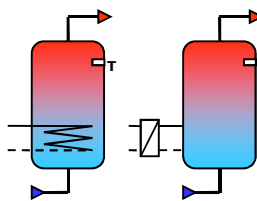


## Způsoby ohřevu vody

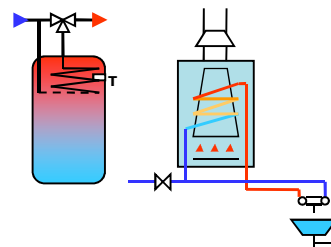
ZÁSOBNÍKOVÝ PŘÍMOTOPNÝ OHŘEV



ZÁSOBNÍKOVÝ NEPŘÍMOTOPNÝ OHŘEV



PRŮTOKOVÝ OHŘEV





## LOKÁLNÍ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

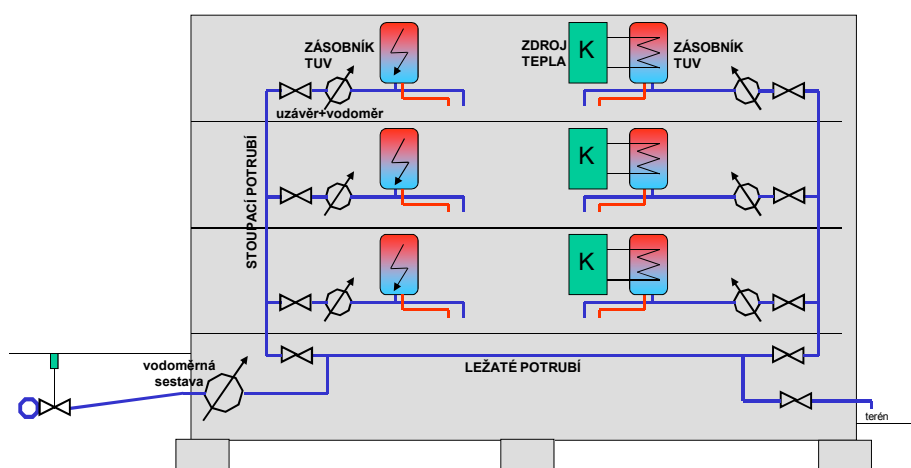
- lokální
  - ohřev TV probíhá v místě (co nejbližší) spotřeby TV
  - pro menší počet odběrných míst (byt, malé hyg. zařízení)

- + krátké rozvody přípojovacího potrubí
- + individuální měření spotřeby tepla na výrobu TV
- + malé energetické ztráty

- prostor pro zařízení na ohřev TV
- přívod energie pro zařízení na ohřev TV



## LOKÁLNÍ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY







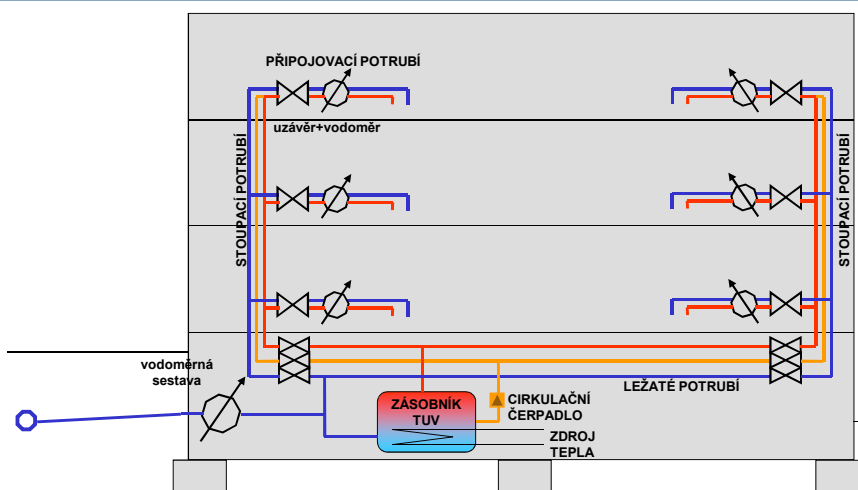
## CENTRÁLNÍ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

### ➤ centrální

- příprava TV pro větší počet odběrných míst (objekt)
  - dálková příprava - soubor objektů, sídliště (topné kanály, kolektory)
- + jediný zdroj tepla  
+ velké množství vody ihned k dispozici
- dlouhé rozvody (nutná cirkulace média)
  - energetické ztráty
  - poruchovost potrubí
  - měření spotřeby tepla u objektů i spotřebitelů

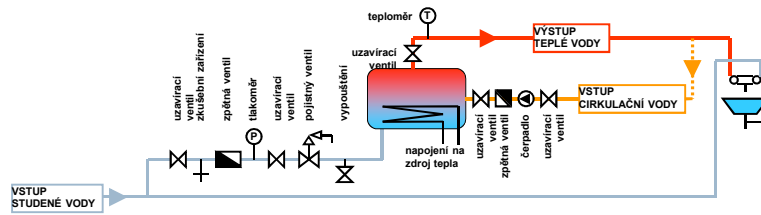


## CENTRÁLNÍ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

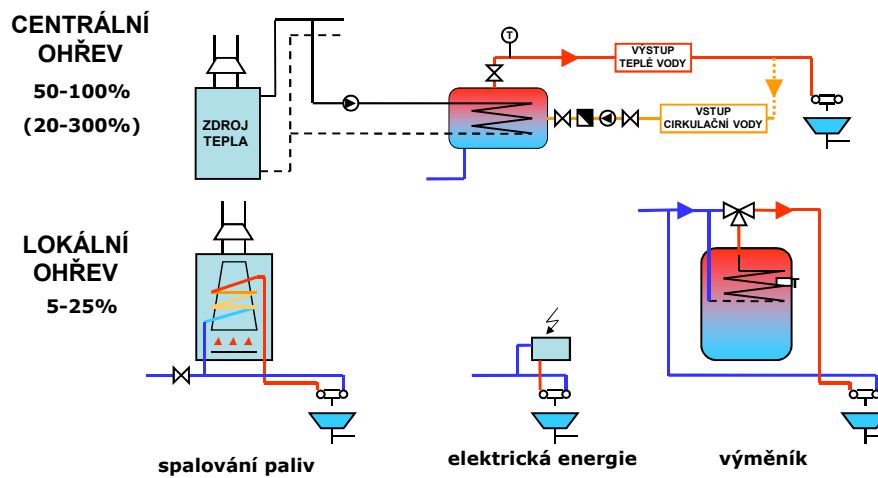




## Zásobníkový ohřev centrální - armatury

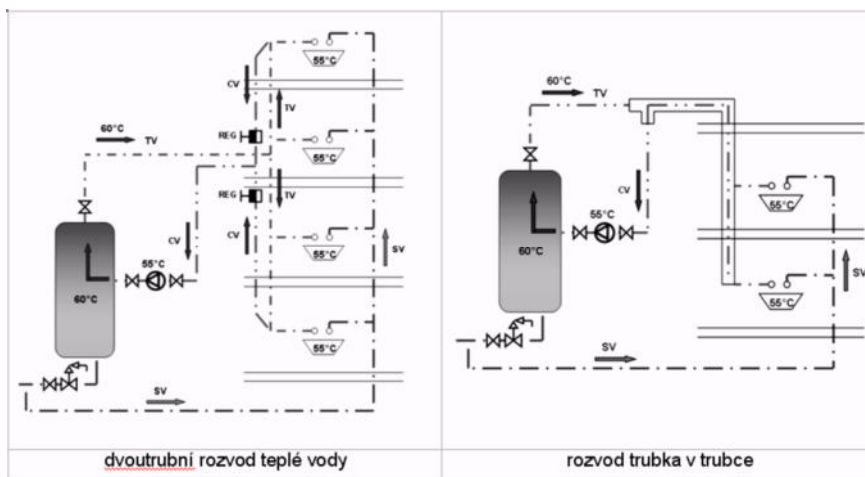


## Tepelné ztráty při ohřevu teplé vody





## Příprava TV – možnosti cirkulace



## Příprava TV – problematika cirkulace

### Cirkulace teplé vody ANO/NE ?

#### - splnění kvalitativních kritérií :

- požadavek na dodávku teplé vody do výtoku o teplotě 55°C do 30s
- koncové úseky, které nejsou napojeny na cirkulačním okruh, musí být takové maximální délky, aby jejich vodní objem v trase od ohříváče vody nebo od odbočení z potrubí s cirkulací k nejvzdálenější výtokové armatuře nebyl větší než:
  - 2,0 l při napojení výtokových armatur u umyvadel a dřezů,
  - 3,0 l při napojení výtokových armatur u van, sprch, velkokuchyňských dřezů a výlevek



## Příprava TV – problematika cirkulace

### Cirkulace teplé vody ANO/NE ?

#### - splnění technických kritérií :

- cirkulace teplé vody musí zabezpečit, aby rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohřivače nebo vstupem teplé vody do objektu (při ústředním ohřívání vody v okrskovém ohřivači) a spojením přívodního s cirkulačním potrubím **nepřekročil 3 K**
- průtoky v jednotlivých větvích cirkulace se regulují buď ručním, nebo automatickým nastavením armatur. Vypočtené cirkulační průtoky se podle potřeby zvýší, aby průtočná rychlost vody v cirkulačním potrubí byla **alespoň 0,3 m/s** (u měděného potrubí **alespoň 0,2 m/s**). Při těchto průtočných rychlostech je omezeno usazování kalu v potrubí.



## Příprava TV – problematika cirkulace

### Cirkulace teplé vody – rychlosti dle ČSN

Druh potrubí		Průtočná rychlost v m/s	
		Nejnižší doporučená	Nejvyšší <sup>1)</sup>
Přívodní potrubí při výpočtovém průtoku podle vztahů (1), (2), (3)	Ocelové pozinkované potrubí	0,5	1,7 <sup>2)</sup>
	Potrubí z nerezavějící oceli	0,5	2,0
	Měděné potrubí	0,5	2,0
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,5	3,0
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	0,3	0,8
	Potrubí z nerezavějící oceli	0,3	1,0
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,3	1,5

#### POZNAMKY

<sup>1)</sup> V prostorech, kde nesmí být překročena požadovaná hladina hluku, se nejvyšší průtočná rychlost stanoví podle pokynů výrobce potrubí.

<sup>2)</sup> Nejvyšší průtočnou rychlost 1,7 m/s je přípustné překročit pouze při stanovování výpočtového průtoku požární vody v potrubí zásobujícím stávající požární hydranty 52 (C).



## Příprava TV – problematika cirkulace

### Cirkulace teplé vody ANO/NE ?

#### - splnění hygienických kritérií :

- zabránění vzniku Legionelly  
(stagnující voda, malá rychlost, teplota 20 – 50°C)
  - pozor na slepé úseky potrubí, kde se neodebírání voda
  - doporučená rychlost proudění v cirkulaci min 0,3 m/s, rozvody TV min 0,5 m/s
  - cirkulační čerpadlo TV se nemá vypínat = potřeba energie

#### - splnění energetických kritérií :

- cirkulace teplé vody znamená vždy spotřebu energie ve formě tepelných ztrát potrubí, energie čerpadel



## Příprava TV – problematika cirkulace

Výpočtový průtok cirkulace teplé vody  $Q_c$ , se stanoví za předpokladu nulového odběru vody výtakovými armaturami podle tepelných ztrát přívodního potrubí podle vztahu:

$$Q_c = \frac{q_c}{c \cdot \Delta t} \quad [l/s]$$

$Q_c$	výpočtový průtok teplé vody	[l/s]
$q_c$	tepelná ztráta celého přívodního potrubí	[W]
$c$	měrná tepelná kapacita teplé vody	[kJ/(kg·K)]
$\Delta t$	rozdíl teplot mezi teplotou vody na začátku a konci přívodního potrubí	[K]



## Solární příprava teplé vody

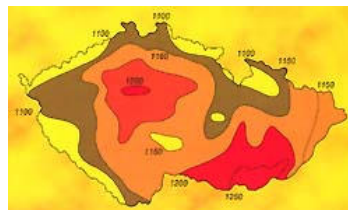
### ZÁKLADNÍ PARAMETRY

#### dopadající energie

- energie záření ~ 1000 W/m<sup>2</sup> (40-200W/m<sup>2</sup>, 600-1000 W/m<sup>2</sup>)
- množství dopadené energie ~ 1000 kWh/m<sup>2</sup>,rok (75% léto)
- využitelná energie 300-600 kWh/m<sup>2</sup>
- denní zisk ~ 8 kWh/m<sup>2</sup> (jih, jasný den), 2-3 kWh/m<sup>2</sup>

#### sklon a orientace

- léto 30°
- přechodné období, zima (50-60°)
- ± 40° od jihu ztráta cca 10%-20%



Globální sluneční záření dopadající na území ČR [MJ · m<sup>-2</sup> · rok]



## Solární příprava teplé vody

### PARAMETRY PRO NÁVRH OHŘEVU

- teplota ohřáté vody 45-55°C
- potřebná provozní teplota v okruhu 50-70°C

#### doporučené hodnoty pro návrh soustavy na osobu

- spotřeba teplé vody (30-60 l/os, den)
- 1-1,5 m<sup>2</sup> plochy kolektoru, 70 -100 litrů zásobník
- léto (80-100% krytí potřeby)

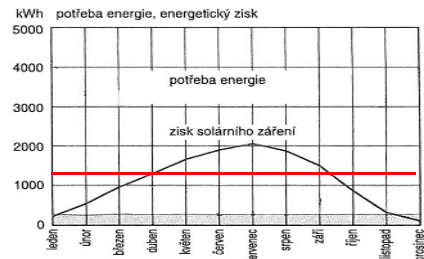
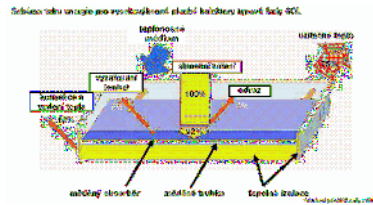
#### stupeň pokrytí

- průměrné pokrytí potřeby 40-60%
- letní pokrytí potřeby 70-100%

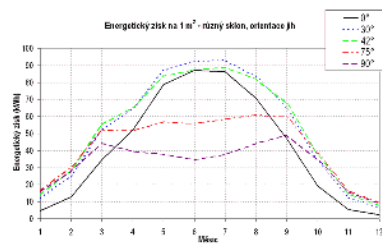


## Solární energie – KOLEKTOR

### solární kapalinový kolektor

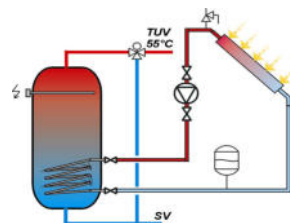


### vliv sklonu



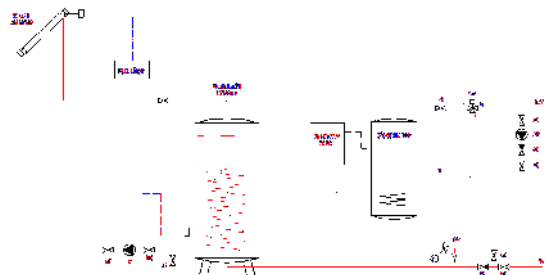
## Solární příprava teplé vody - soustava

### základní solární soustava



- solární kolektor
- potrubí
- čerpadlo
- expanzní nádoba
- zásobník
- rozvody teplé a studené vody

### schema zapojení se zdrojem





## BILANCE POTŘEBY VODY

### PRŮMĚRNÁ DENNÍ POTŘEBA

$$Q_p = q \cdot n$$

$q$  ... specifická potřeba vody [l/d]  
 $n$  ... počet jednotek [l/jedn.,d]

### MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBA

$$Q_m = Q_p \cdot k_d$$

$k_d$  ... součinitel denní nerovnoměrnosti

počet obyvatel	$k_d$
do 1000	1,5
1000 - 5000	1,4
5000 - 20000	1,35
20000 - 100000	1,25
nađ 100000	1,15

### MAXIMÁLNÍ HODINOVÁ POTŘEBA

$$Q_h = Q_m \cdot k_h$$

$k_h$  ... součinitel hodinové nerovnoměrnosti  
 $k_h = 2,1$  ... soustředěná zástavba  
 $k_h = 1,8$  ... roztroušená zástavba  
 $z$  ... doba čerpání vody  
 $z = 24$  hod ..... bytové objekty  
 $z = 10$  až 12 hod ... administrativní budovy

**POTŘEBA VODY** - plánovaná hodnota, v objektu neslouží k dimenzování

**SPOTŘEBA VODY** - skutečně odebrané (naměřené) množství



## Výpočet vnitřního vodovodu - ČSN 75 5455

-cílem je zajištění dodávky **požadovaného množství**  $Q_A$  o požadovaném **přetlaku**  $p_{minFI}$  do každého odběrného místa

#### □ stanovení výpočtového průtoku

- rozdělíme vodovodní systém na úseky, kterými protéká stejné množství vody
- pro jednotlivé úseky stanovíme výpočtový průtok

#### □ předběžný návrh světlostí

- navrhujeme jmenovité světlosti pro jednotlivé úseky

#### □ 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 nejnepříznivěji položenému výtoku
- provedeme vlastní posouzení tlakových poměrů





## Výpočet vnitřního vodovodu

### Stanovení výpočtového průtoku $Q_D$ [ $l \cdot s^{-1}$ ] :

**A)** rodinné domy, bytové domy, administrativní budovy, prodejny a jednotlivé koupelny pro jeden hotelový pokoj

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

$Q_D$	výpočtový průtok jednotlivých druhů výtokových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]
$Q_A$	jmenovitý výtok jednotlivých druhů výtokových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]
$n$	počet výtokových armatur téhož druhu
$m$	počet druhů výtokových armatur



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Stanovení výpočtového průtoku $Q_D$ [ $l \cdot s^{-1}$ ] :

**B)** ostatní budovy s převážně rovnoměrným odběrem (např. hotely, zdravotnická zařízení a jesle )

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

$Q_D$	výpočtový průtok jednotlivých druhů výtokových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]
$Q_A$	jmenovitý výtok jednotlivých druhů výtokových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]
$f$	součinitel výtoku
$n$	počet výtokových armatur téhož druhu
$m$	počet druhů výtokových armatur



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Požadavky na armatury pro rovnoměrný odběr vody

Výtokové armatury	DN	Jmenovitý výtoky <sup>1)</sup> $Q_A$ l/s	Součinitelé výtoku $f$		Minimální požadované hydrodynamické přetlaky $p_{\text{min}}$ kPa	
			Pro jednu výtakovou armaturu	Pro dvě a více výtakových armatur	Doporučené	Nejmenší
Výtokový ventil	15	0,2	1	1	100	50 <sup>2)</sup>
Výtokový ventil	20	0,4	1	1	100	50 <sup>2)</sup>
Výtokový ventil	25	1,0	1	1	100	50 <sup>2)</sup>
Bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	0,1 <sup>2)</sup>	1	1	100	50
Pitná studánka	15	0,1	1	1	100	50
Elektrický beztlaký ohřivač vody pro jedno odběrné místo	15	0,15	1	1	—	100
Nádržkový splachovač	15	0,15	0,7	0,7 <sup>4)</sup>	100	50
Automatická bytová pračka	15	0,2	1	1	—	100 <sup>7)</sup>
Bytová myčka nádobí	15	0,15	1	1	—	100 <sup>7)</sup>
Směšovací baterie u umyvadla, umývadka nebo umyvacího žlabu	15	0,2 <sup>2)</sup> 3) 6)	0,65	1	100 <sup>3)</sup>	50 <sup>3)</sup>
Směšovací baterie u dřezu	15	0,2 <sup>2)</sup> 3)	1	1	100 <sup>3)</sup>	50 <sup>3)</sup>
Směšovací baterie sprchová	15	0,2 <sup>2)</sup> 3)	1	1	100 <sup>3)</sup>	50 <sup>3)</sup>
Směšovací baterie vanová	15	0,3 <sup>2)</sup> 3)	1	1	100 <sup>3)</sup>	50 <sup>3)</sup>



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Stanovení výpočtového průtoku $Q_D$ [ $l \cdot s^{-1}$ ]:

**C)** budovy s hromadným a nárazovým odběrem (např. veřejné lázně, hygienická zařízení průmyslových závodů)

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

- $Q_D$  výpočtový průtok jednotlivých druhů výtakových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]  
 $Q_A$  jmenovitý výtok jednotlivých druhů výtakových armatur [ $l \cdot s^{-1}$ ]  
 $n$  počet výtakových armatur téhož druhu  
 $\varphi$  součinitel současnosti odběru vody pro jednotlivé druhy ZP  
 $m$  počet druhů výtakových armatur



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Požadavky na armatury pro nárazový odběr vody

Výtoková armatura pro zařizovací předměty	Součinitelé současnosti
	$\varphi$
Sprchy	1,0
Léčebná zařízení	1,0 <sup>1)</sup>
Umyvadla, umývací žlaby	0,8
Vany	0,5
Bidety	
Dřezy	
Výlevky	0,3
Pitné studánky	
Nádržkové splachovače	0,2
Tiakové splachovače pisoárových mís	
Tiakové splachovače záchodových mís	0,1

<sup>1)</sup> Pokud není projektantem, dodavatelem nebo provozovatelem léčebných zařízení stanoven jiný součinitel současnosti.



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Předběžný návrh světlosti potrubí :

- Stanovení světlosti vychází ze vztahu  $Q_v = S \cdot v$ , světlost potrubí (vnitřní průměr)

$$d = \sqrt{\frac{4Q_v}{\pi \cdot v}}$$

- Rychlost proudění vody v potrubí se stanoví s ohledem na největší dovolenou rychlost vody v potrubí a celkovou tlakovou ztrátu ( rozpětí 1,0 až 3,0 m/s podle účelu a materiálu).

Výpočtový průtok $Q_p$ [l.s <sup>-1</sup> ]	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	-	-



## Výpočet vnitřního vodovodu

### Nejnižší doporučené a nejvyšší průtočné rychlosti

Druh potrubí	Průtočná rychlost v m/s		
	Nejnižší doporučená	Nejvyšší <sup>1)</sup>	
Přívodní potrubí při výpočtovém průtoku podle vztahů (1), (2), (3)	Ocelové pozinkované potrubí	0,5	1,7 <sup>2)</sup>
	Potrubí z nerezavějící oceli	0,5	2,0
	Méděné potrubí	0,5	2,0
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,5	3,0
Cirkulační potrubí teplé vody. Přívodní potrubí při nepřetřžitém odběru vody podle 5.1.2, trvajícím však déle než 30 minut.	Méděné potrubí	0,2	0,5
	Ocelové pozinkované potrubí	0,3	0,8
	Potrubí z nerezavějící oceli	0,3	1,0
	Potrubí z plastů nebo s vnitřním plastovým povrchem	0,3	1,5

#### POZNÁMKY

<sup>1)</sup> V prostorech, kde nesmí být překročena požadovaná hladina hluku, se nejvyšší průtočná rychlost stanoví podle pokynů výrobce potrubí.

<sup>2)</sup> Nejvyšší průtočnou rychlost 1,7 m/s je přípustné překročit pouze při stanovování výpočtového průtoku požární vody v potrubí zásobujícím stávající požární hydranty S2 (C).

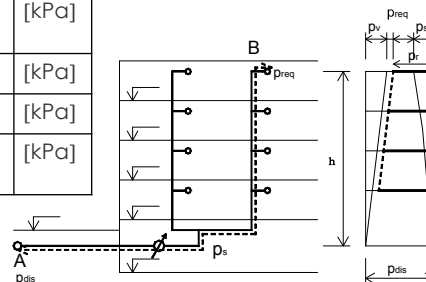


## Výpočet vnitřního vodovodu

### Hydraulické posouzení

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

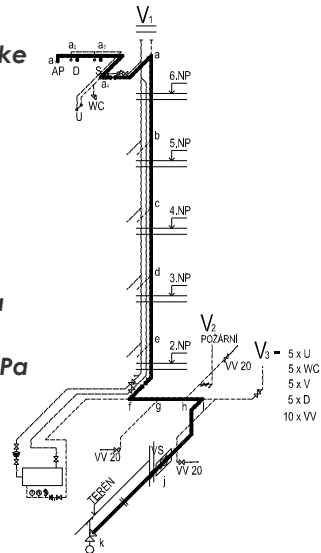
$p_{dis}$	dispoziční přetlak na začátku počítaného rozvodu	[kPa]
$p_{minFI}$	min. pož. přetlak u výtoku	[kPa]
$\Delta p_e$	tlaková ztráta rozdílem výšek $\Delta p_e = h \cdot \rho \cdot g / 1000$	[kPa]
$\Delta p_{WM}$	tlakové ztráty vodoměrů	[kPa]
$\Delta p_{Ap}$	tlakové ztráty zařízení	[kPa]
$\Delta p_{RF}$	tlakové ztráty třením a vlivem místních odporů	[kPa]





## Výpočet vnitřního vodovodu

1. Pro výpočet se nakreslí schéma izometrie s vyznačením jednotlivých úseků, kde dochází ke změně průtoku vody
2. Návrh a výpočet vnitřního vodovodu
3. Hydraulické posouzení
  - přetlak na přípojce  
 $p_{dis} = 0,5 \text{ MPa}$
  - přetlak u výtoku  
 $p_{minFL} = 0,05 \text{ MPa}$
  - ztráta geodet. převýšením  $p_e = h \cdot \rho \cdot g = 0,18 \text{ MPa}$
  - ztráta vodoměrů  $p_{WM} = 0,01 \text{ MPa}$
  - zbytný přetlak  $p_p = p_{dis} - p_{minFL} - p_e - p_{WM} = 0,26 \text{ MPa}$
  - ztráty tlaku v rozvodech  
 $p_{RF} = p_{RF1} + p_{RF2} = 0,12 \text{ MPa}$
  - posouzení  
 $p_{RF} < p_p$  návrh vyhovuje



**Děkuji za pozornost...**

