FAKULTA STROJNÍ ČVUT V PRAZE

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

METODY DIMENZOVÁNÍ PŘÍPRAVY TV S OHLEDEM NA OPTIMALIZACI VELIKOSTI ZDROJE TEPLA A ZÁSOBNÍKU TV

Roman Vavřička

ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí

Energetická náročnost přípravy TV

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Potřeba tepla dodaného ohřívačem TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1+z) \cdot Q_{2t} = \frac{(1+z) \cdot V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$

Q_{2p} - teplo dodané ohřívačem TV [kWh/periodu],
Q_{2t} - teplo pro ohřev vody [kWh/periodu],
Q_{2z} - teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh/periodu],
z - poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV [-],
V_{2p} - celková potřeba teplé vody [m^3/periodu],
ρ - hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m^3],
c - měrná tepelná kapacita [J/kg·K],
t_1 - teplota studené vody (obvykle 10 °C) [°C],
t_2 - teplota teplé vody (obvykle 55 °C) [°C].

Energetická náročnost přípravy TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1+z)\cdot Q_{2t} = \frac{(1+z)\cdot V_{2p}\cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$

Výtah z normy ČSN EN 15 316-3

Druh budovy	**V_{2p} [m³/měrná jednotka·den]**	**Měrná jednotka**
Rodinný dům	0,04 až 0,05 *(realita 0,035)*	Osoba
Bytový dům	0,04 *(realita 0,03 až 0,035)*	Osoba
Ubytovací zařízení	0,028	Lůžko
Restaurace	0,01 až 0,02	Jídlo
Administrativní budova	0,01 až 0,015	Osoba
Sportovní zařízení	0,1	Instalovaná sprcha
Průmyslový závod	0,03	Sprchová koupel

OBVYKLE !!!

1 Perioda = 24 hodin

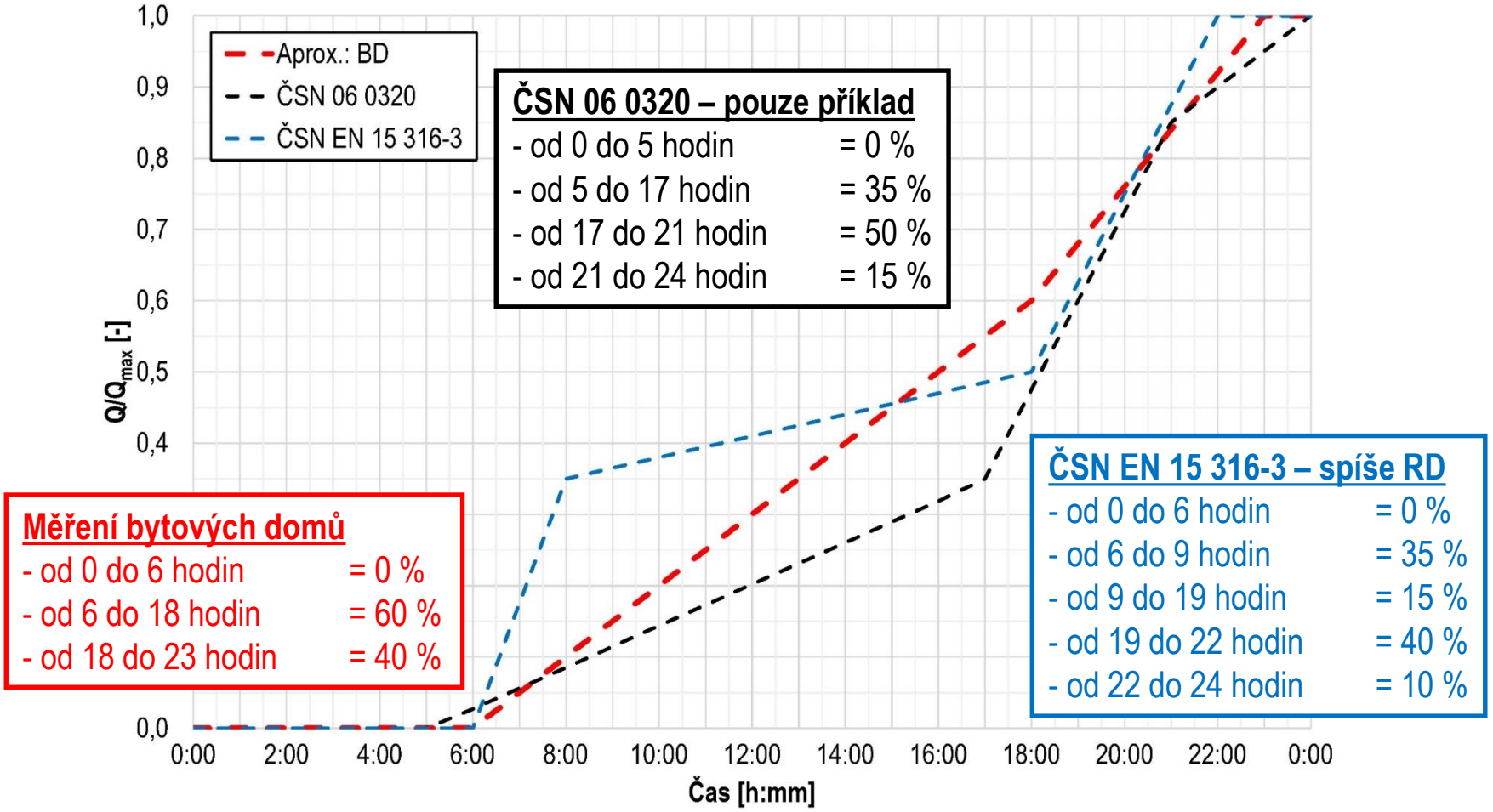
!!! MŮŽE BÝT

1 Perioda = 30 minut

Potřeba teplé vody v obytné budově

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Kumulativní průběh - Realita *vs* ČSN 06 0320 *vs* ČSN EN 15 316-3



ČSN 06 0320 – pouze příklad

- od 0 do 5 hodin	= 0 %
- od 5 do 17 hodin	= 35 %
- od 17 do 21 hodin	= 50 %
- od 21 do 24 hodin	= 15 %

Měření bytových domů

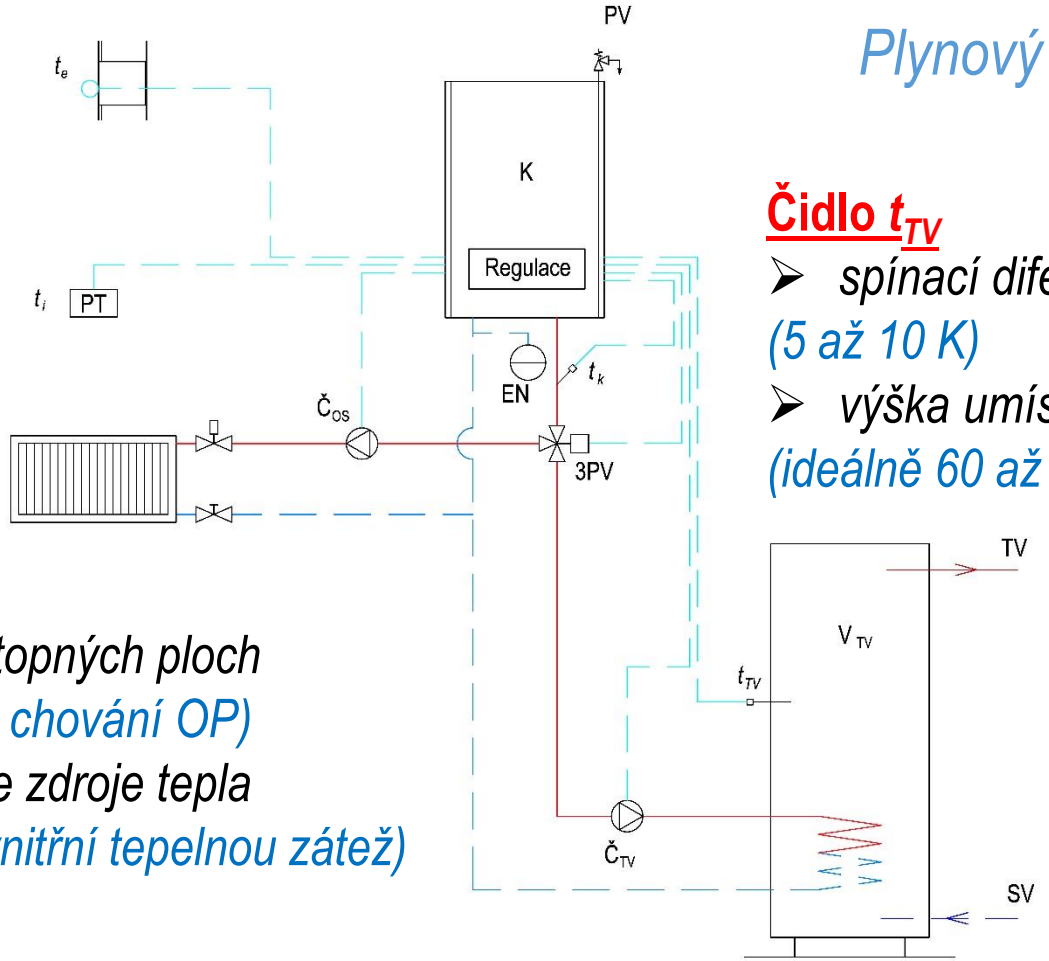
- od 0 do 6 hodin	= 0 %
- od 6 do 18 hodin	= 60 %
- od 18 do 23 hodin	= 40 %

ČSN EN 15 316-3 – spíše RD

- od 0 do 6 hodin	= 0 %
- od 6 do 9 hodin	= 35 %
- od 9 do 19 hodin	= 15 %
- od 19 do 22 hodin	= 40 %
- od 22 do 24 hodin	= 10 %

Typický provoz společného zdroje tepla

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



Plynový kondenzační kotel

Čidlo t_{TV}

- *spínací diference*

(5 až 10 K)

- *výška umístění čidla*

(ideálně 60 až 70 % výšky zásobníku)

Provoz OS

- *druhy otopných ploch*

(dynamické chování OP)

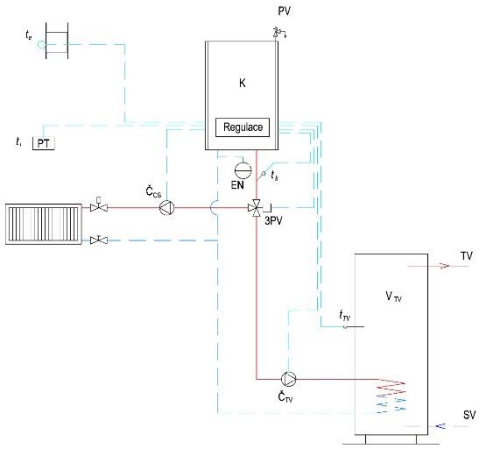
- *regulace zdroje tepla*

(vazba na vnitřní tepelnou zátež)

Typický provoz společného zdroje tepla

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



Plynový kondenzační kotel

$$Q_k = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{\tau_a} \Rightarrow \tau_a = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{Q_k}$$

Q_K	tepelný výkon nutný k dohřevu TV = dostupný výkon kotle [W],
V_{TV}	objem zásobníku TV [m^3],
τ_a	doba ohřevu TV při teplotním rozdílu pro dohřev TV [s],
ρ	hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m^3],
c	měrná tepelná kapacita vody při střední teplotě zásobníku [J/kg·K],
X_p	spínací diference pro dohřev TV (5 nebo 10 K) [K],
y	korekční faktor odběru tepla ze zásobníku TV [-].

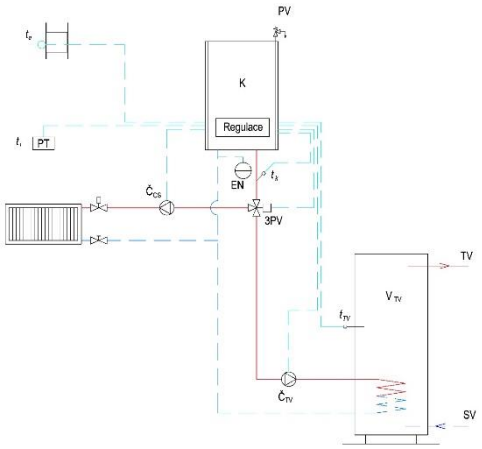
Příklad:
Q_K = 12 kW, X_p = 10 K, τ_a = 8 minut
y = 0,89 *(vertikální zásobník TV)*

$$V_{TV} = \frac{Q_P \cdot \tau_a}{y \cdot \rho \cdot c \cdot X_P} = \frac{12000 \cdot (8 \cdot 60)}{0{,}89 \cdot 1000 \cdot 4187 \cdot 10} = 154{,}6 \text{ litrů}$$

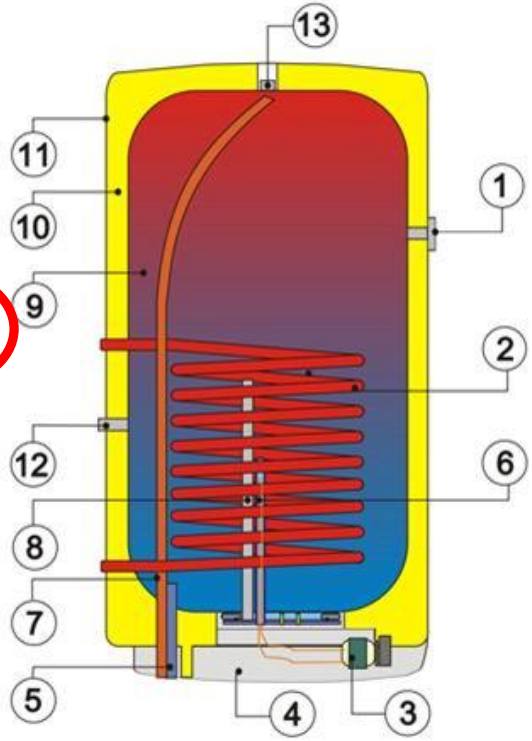
Zásobník TV	y [-]	
	τ_a < 20 minut	τ_a < 10 minut
Vertikální zásobník TV	0,94	0,89
Horizontální zásobník TV (do 400 l)	0,96	0,91
Horizontální zásobník TV (nad 400 l)	0,90	0,85

Typický provoz společného zdroje tepla

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



Plynový kondenzační kotel



Např.: **OKC 160 NTR**

Teplosměnná plocha 1,45 m²

Přenesený výkon výměníku 32 kW

(při 80 °C a 720 l/h)

Příklad:

Q_K = 12 kW, X_p = 10 K, τ_a = 8 minut

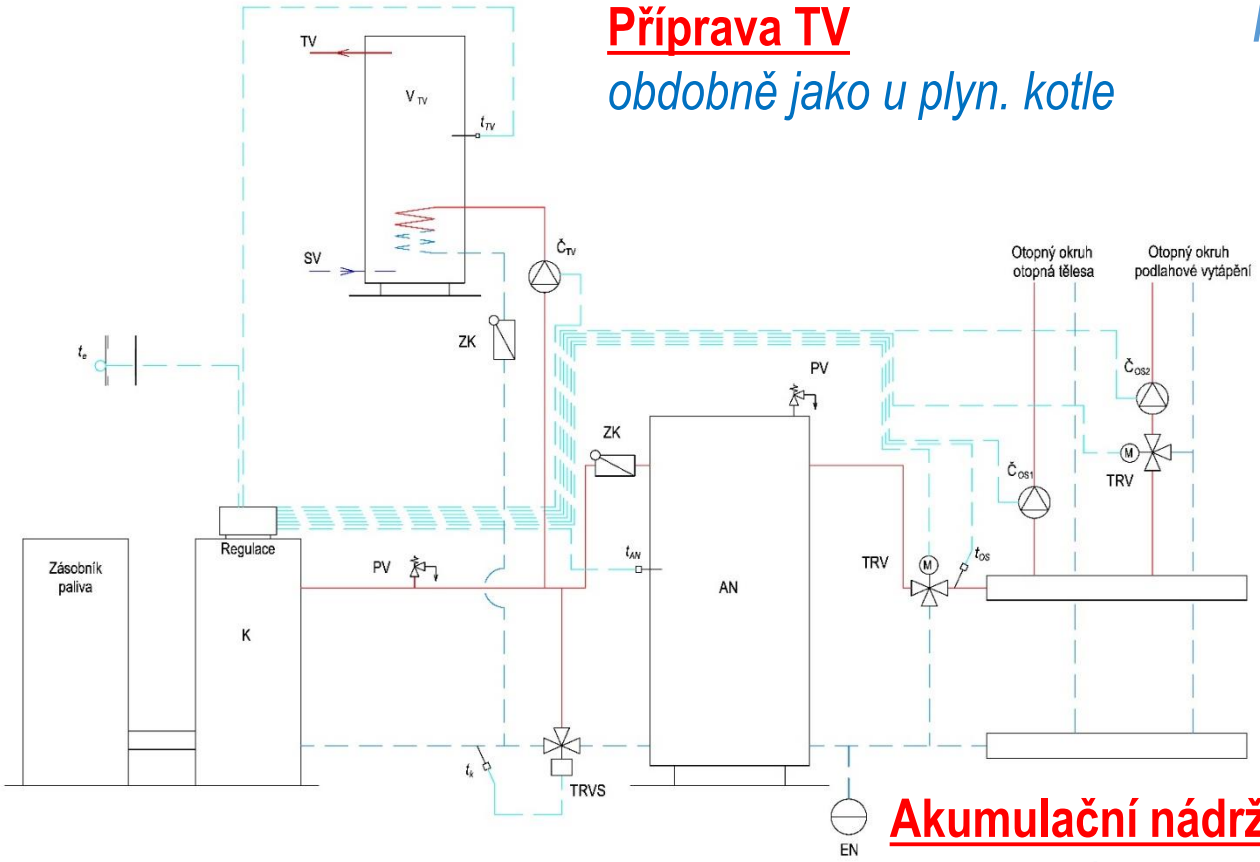
y = 0,89 (vertikální zásobník TV)

$$V_{TV} = \frac{Q_P \cdot \tau_a}{y \cdot \rho \cdot c \cdot X_P} =$$

$$= \frac{12000 \cdot (8 \cdot 60)}{0{,}89 \cdot 1000 \cdot 4187 \cdot 10} = 154{,}6 \text{ litrů}$$

Typický provoz společného zdroje tepla

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



Příprava TV

obdobně jako u plyn. kotle

Kotel na tuhá paliva

Provoz OS

- *druhy otopných ploch*
- *regulace zdroje tepla*

Akumulační nádrž

40 až 50 l/kW

přirozený oběh vody

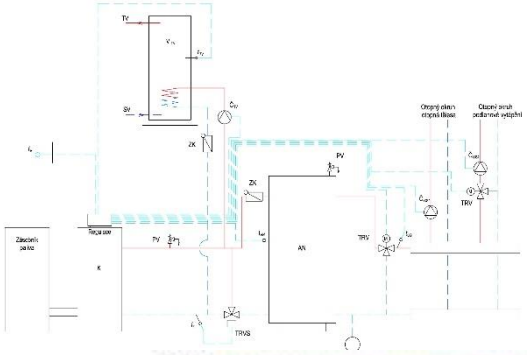
ochrana proti nízkoteplotní korozi

Typický provoz společného zdroje tepla

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

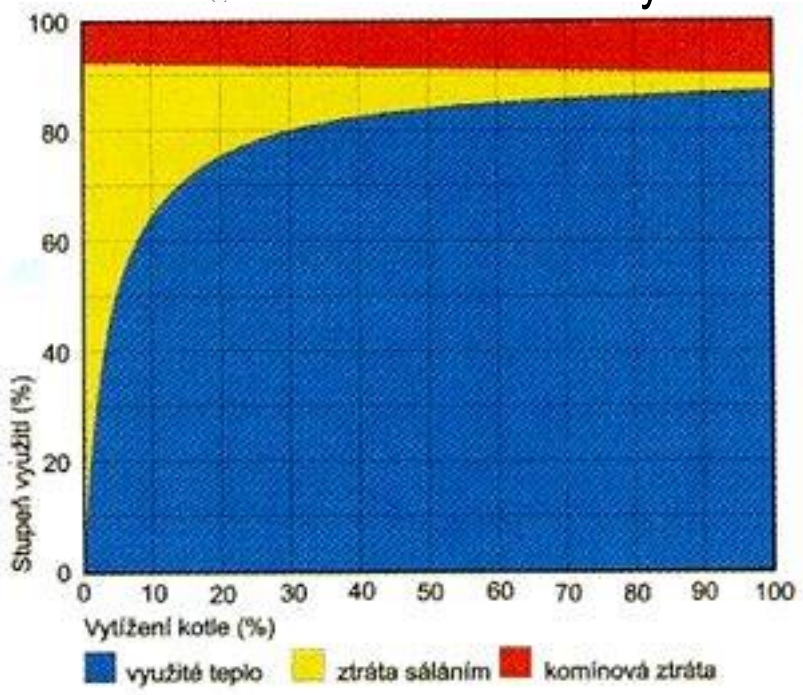
Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV

Kotel na tuhá paliva

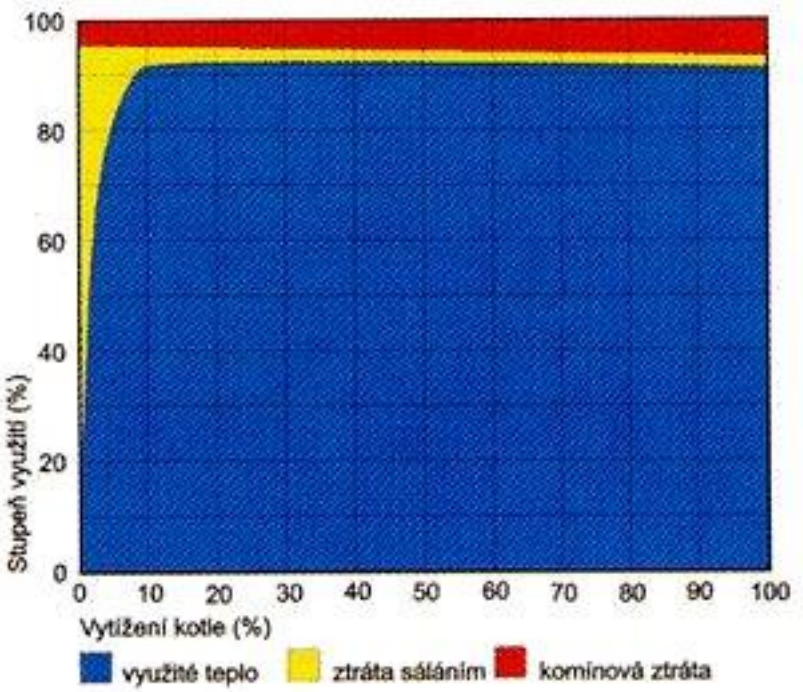


Ochrana proti nízkoteplotní korozi

Klasický kotel



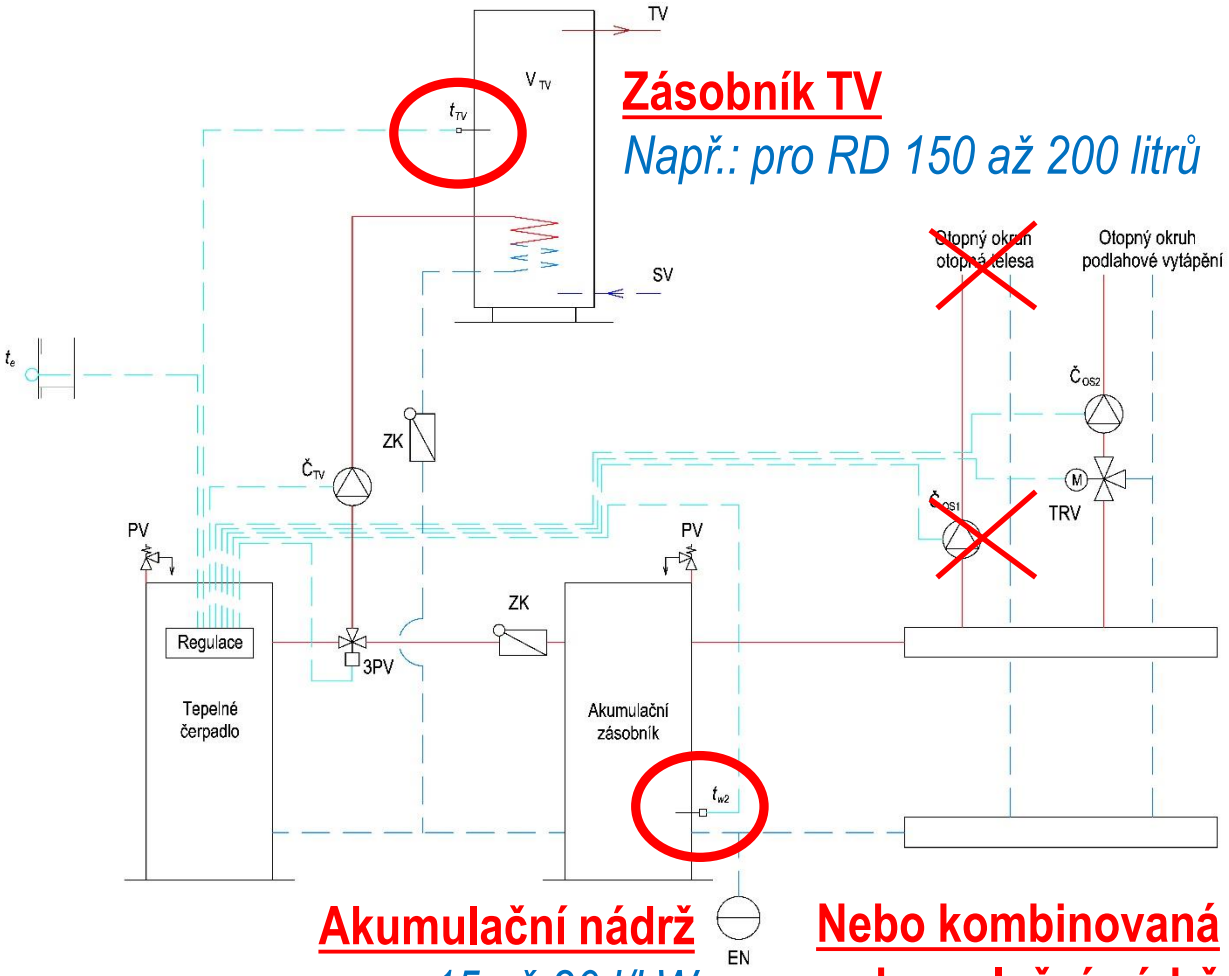
Nízkoteplotní kotel



Typický provoz společného zdroje tepla

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



Zásobník TV

Např.: pro RD 150 až 200 litrů

Akumulační nádrž

15 až 20 l/kW

Nebo kombinovaná akumulační nádrž

Tepelné čerpadlo

Požadovaná teplota pro provoz OS nebo VYT

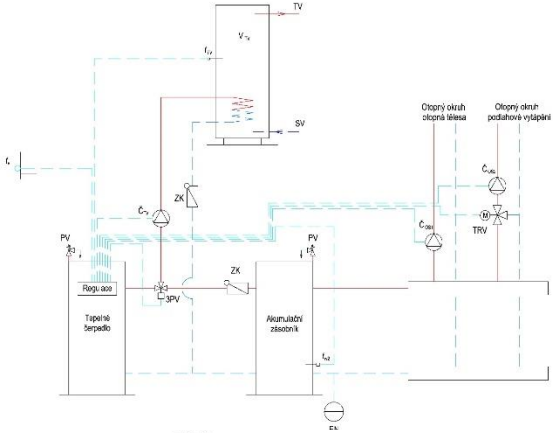
CO KDYŽ MÁM?

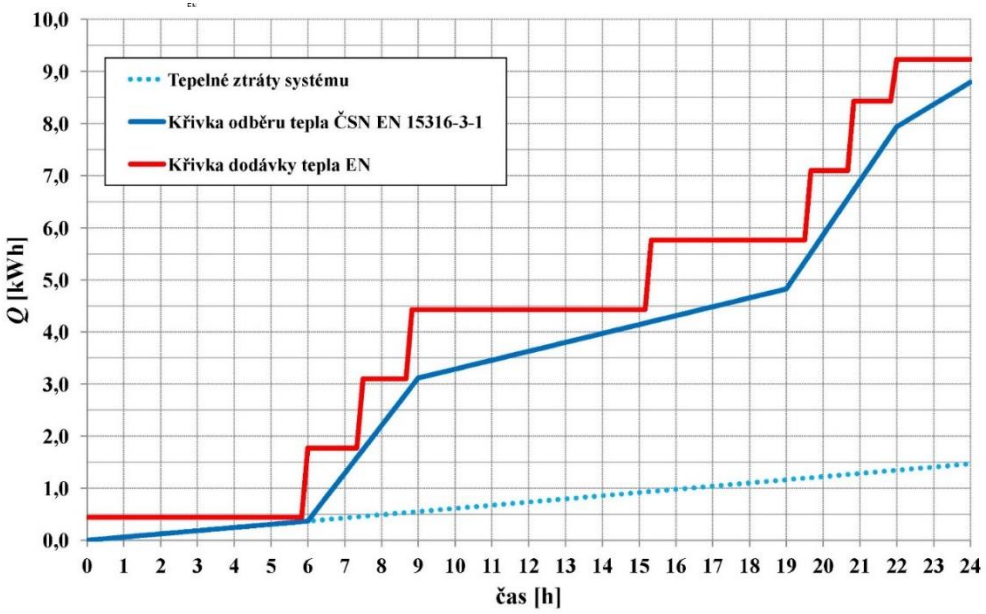
$t_{TV} = 55\ °C$

$t_{VYT} = 35\ °C$

Provozní požadavky na TV

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV





Nepřímo ohřívaný zásobník TV

(požadujeme co nejmenší objem)

TČ vzduch-voda: $Q_{TČ} = 8$ kW

Přednostní ohřev TV: $\Delta t_{TV} = 10$ K

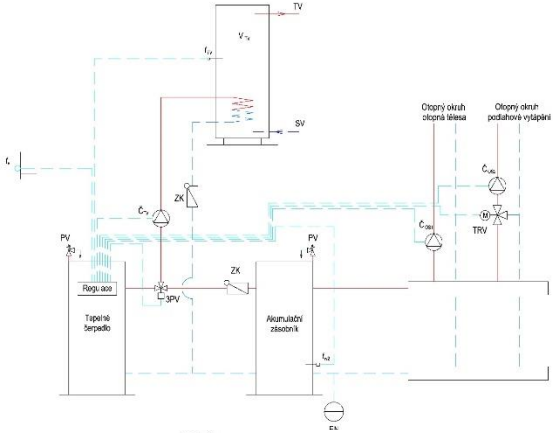
$Q_{zb} = Q_{2p} \cdot 0{,}05$

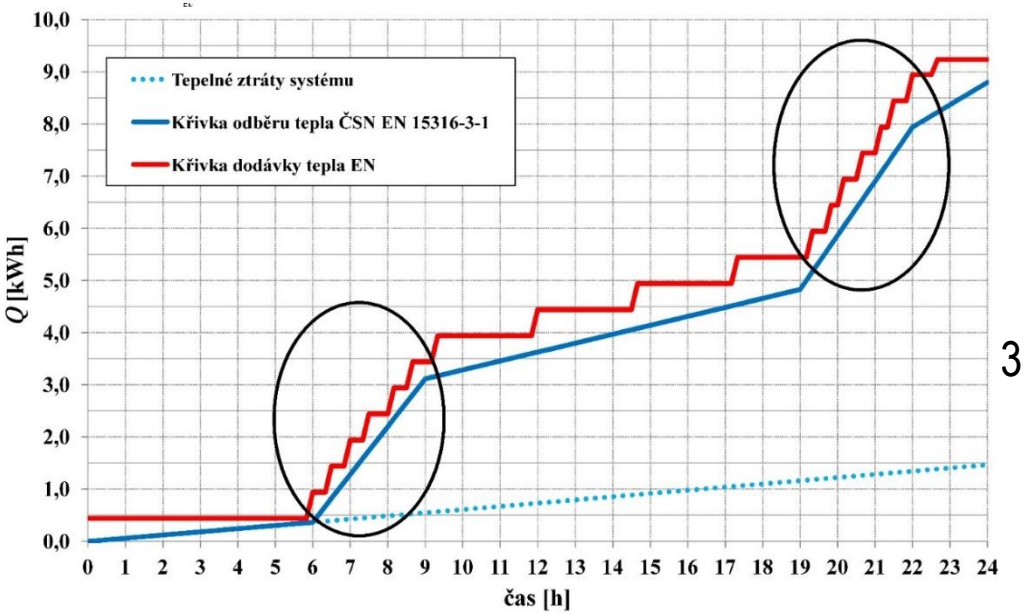
Výpočet pro návrhové podmínky

$V_{TV} = 25$ l ???

Provozní požadavky na TV

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV





Nepřímo ohřívaný zásobník TV

(požadujeme co nejmenší objem)

$Q_{TČ}$ – **NENÍ KONSTANTNÍ**

Přednostní ohřev TV: $\Delta t_{TV} = 10$ K

$Q_{zb} = Q_{2p} \cdot 0{,}05$

REÁLNÝ PROVOZ

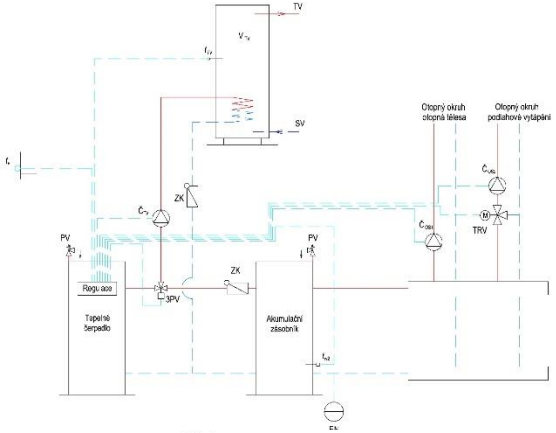
1.Spínání TČ každých 8 až 17 minut!

2. Neschopnost TČ vyrobit TV!

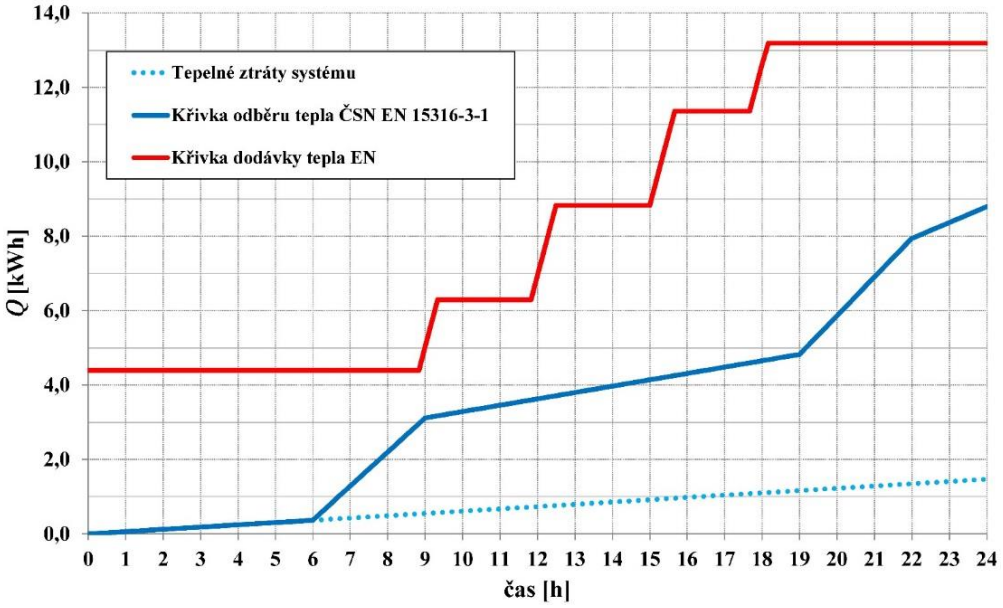
3.Průběh potřeby TV např. pro 1 sprchu!

Provozní požadavky na TV

Společný zdroj tepla pro VYT a TV – přednostní ohřev TV



V_{TV} = 170 l



Nepřímo ohřívaný zásobník TV

(„použitelný návrh“)

$Q_{TČ}$ – **NENÍ KONSTANTNÍ**

Přednostní ohřev TV: $\Delta\, t_{TV}$ = 10 K

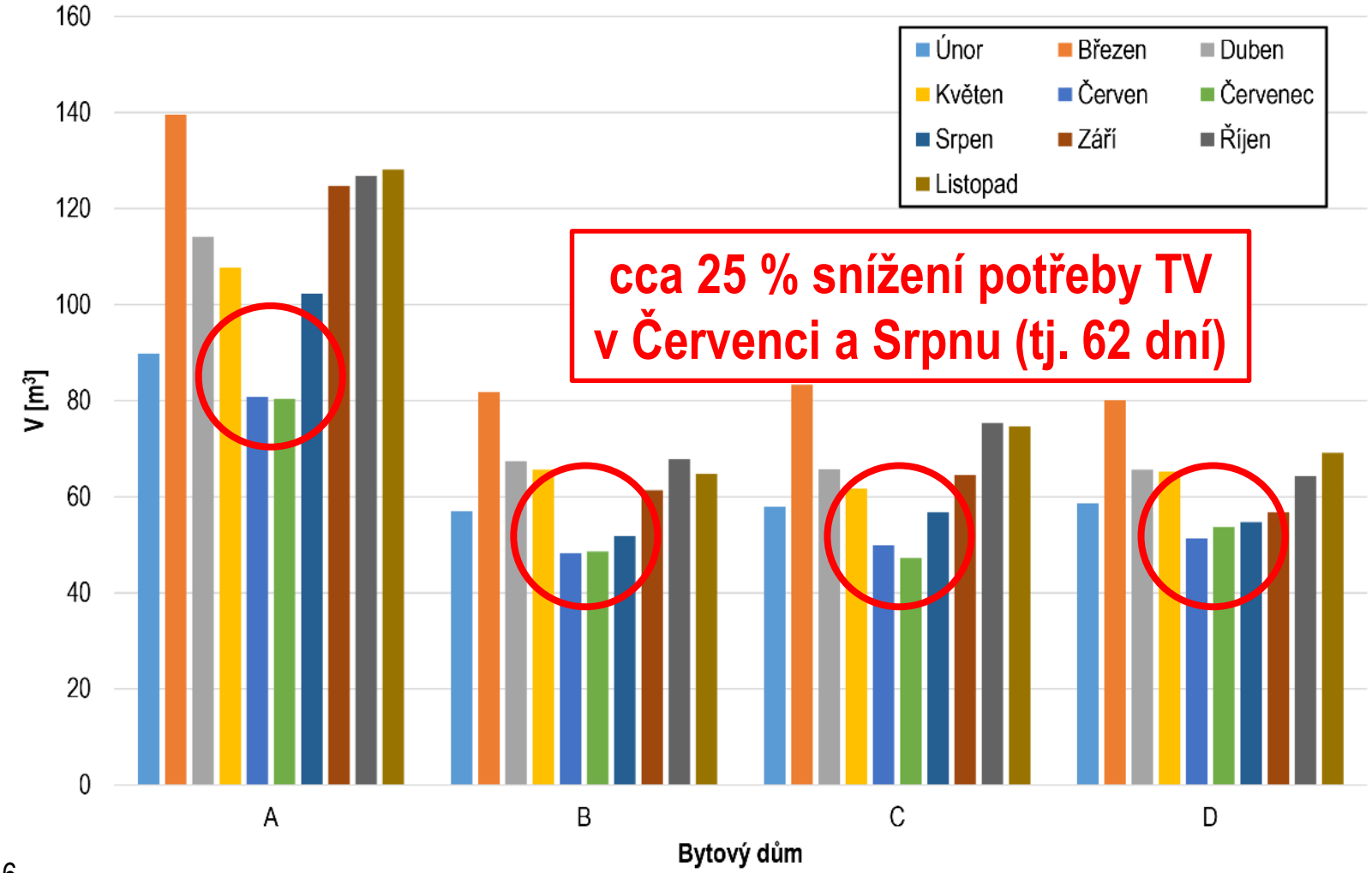
PROVOZNÍ PŘEDPOKLADY

1. Příprava TV v době, kdy lze očekávat vyšší hodnoty t_e.
2. Regulace TČ s vazbou na aktuální potřebu tepla pro VYT.
3. Znalost dynamického chování otopných ploch.

Roční potřeba TV

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Bilance odběrů TV v typického bytového domu během **roku**



Shrnutí

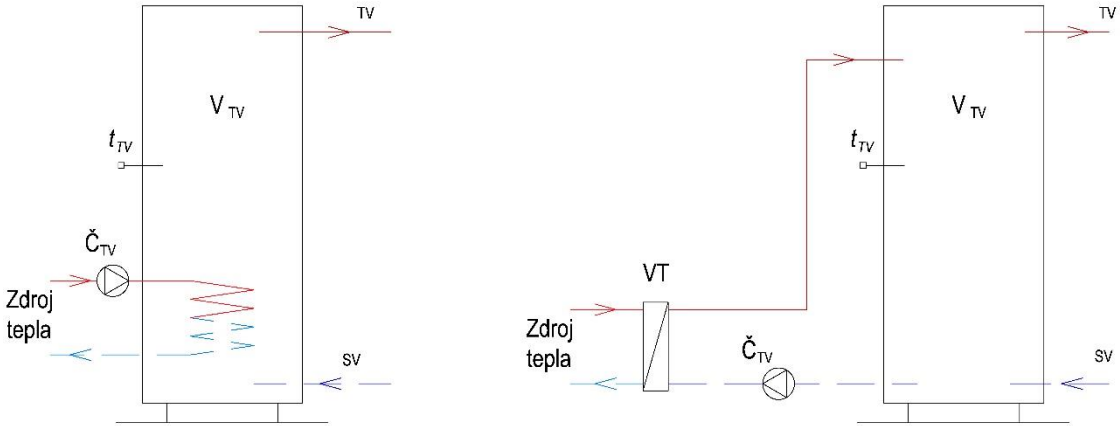
Rodinný dům

Zdroj tepla na vytápění je využit pro přípravu TV – přednostní ohřev TV.

Bytový dům

Lépe použít samostatný zdroj tepla pro přípravu TV.

Pozor na přenosový tepelný výkon výměníku TV.

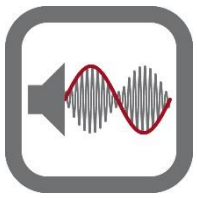


Objekty s krátkými špičkovými odběry (sportovní areály, průmysl, obchody)

Návrh dle počtu odběrných míst a s předpokládanou potřebou dávek TV.

FAKULTA STROJNÍ ČVUT V PRAZE

ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST

http://utp.fs.cvut.cz
Roman.Vavricka@fs.cvut.cz