

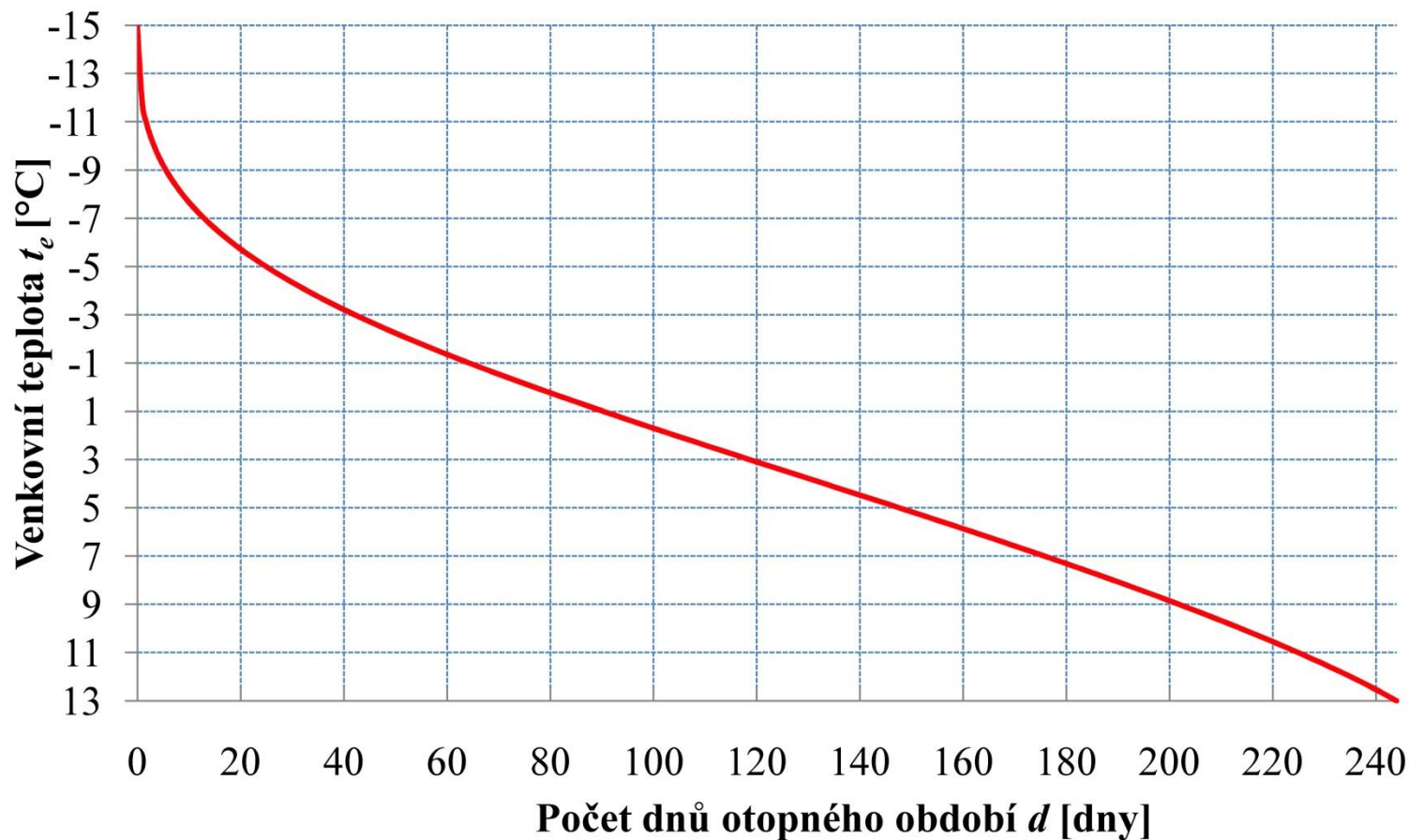


# **POTŘEBA TEPLA NA VYT vs. TV REKUPERACE TEPLA ZÁSADY NÁVRHU INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ**

Roman Vavříčka

ČVUT v Praze, Fakulta strojní  
Ústav techniky prostředí

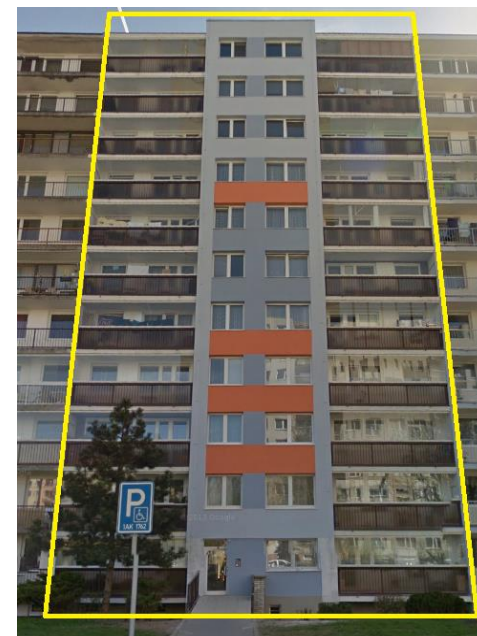
## Křivka trvání venkovních teplot



## Potřeby tepla dle standardních podmínek projektu:

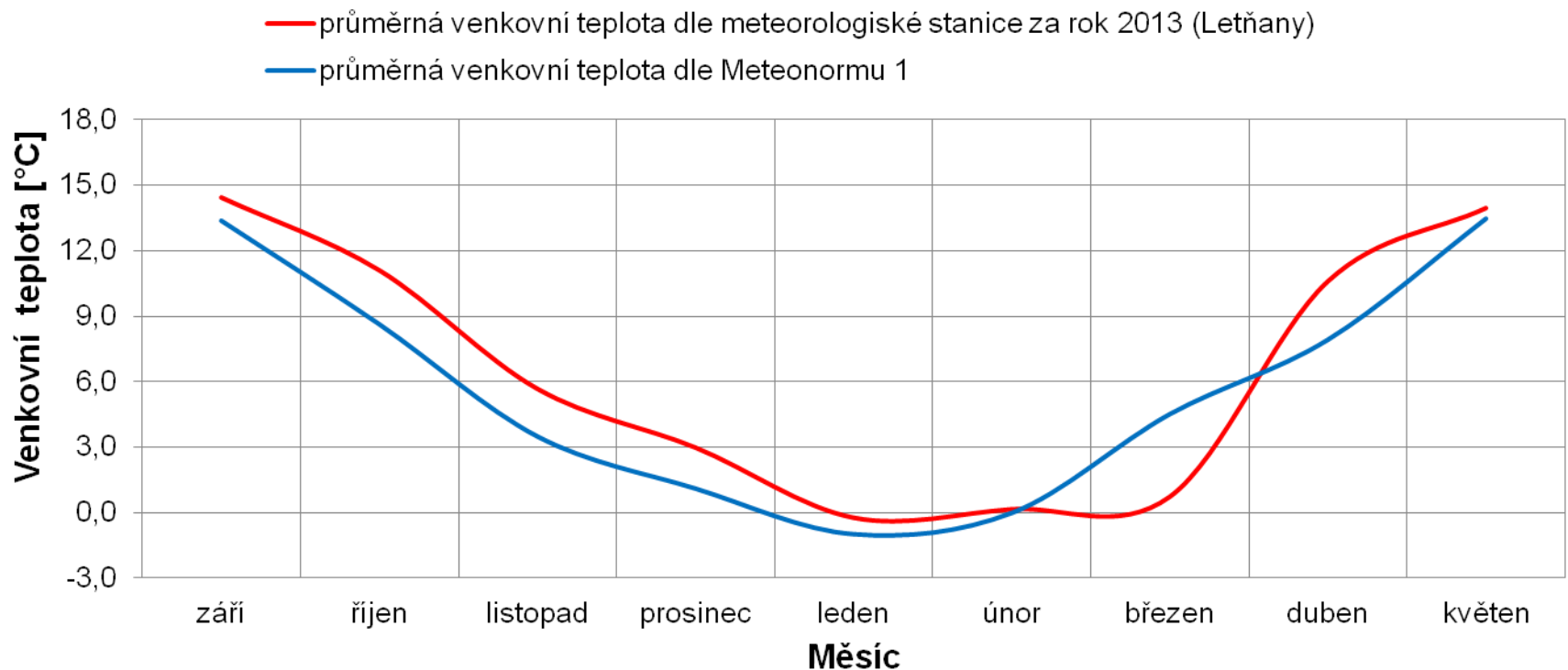
- ČSN EN ISO 13 790
- Denostupňová metoda

*Bytové domy bez nuceného systému větrání*



## Faktory ovlivňující výpočet:

- Intenzita větrání  $n$  [1/h]
- Reálný průběh venkovní teploty  $t_e$  [°C]



## Sestavení okrajových podmínek výpočtu – bilancování potřeby tepla v intervalu 24 hodin:

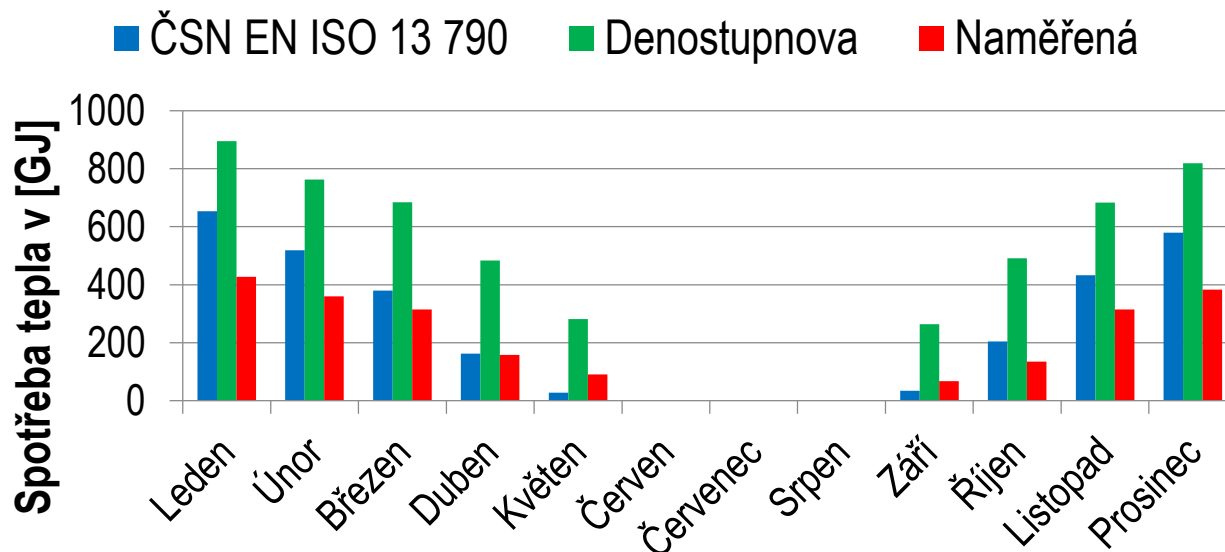
- Průměrné vnější a venkovní zisky (za 24 hodin)
- Denní průměrná venkovní teplota vzduchu
- Model intenzity větrání v závislosti na venkovní teplotě vzduchu – tj. model chování uživatele během dne

te [°C]		n [1/h]
od	do	
-12	-10	0,04
-10	-8	0,04
-8	-6	0,04
-6	-4	0,04
-4	-2	0,15
-2	0	0,15
0	2	0,2
2	4	0,3
4	6	0,4
6	8	0,5
8	10	0,6
10	12	0,6
12	14	0,6

## Výsledky modelu – bytový dům – 180 bytů:

Měsíc	Potřeba energie na vytápění [GJ]			Odchylky [%]	
	Naměřená	ČSN EN ISO 13 790	Denostupňová metoda	ČSN EN ISO 13 790	Denostupňová metoda
Leden	428	654	895	153%	209%
Únor	360	519	763	144%	212%
Březen	315	380	685	121%	217%
Duben	158	<u>163</u>	<u>484</u>	<u>103%</u>	<u>306%</u>
Květen	90	<u>28</u>	<u>281</u>	<u>31%</u>	<u>312%</u>
Červen	0	0	0	0%	0%
Červenec	0	0	0	0%	0%
Srpen	0	0	0	0%	0%
Září	68	<u>34</u>	<u>264</u>	<u>50%</u>	<u>388%</u>
Říjen	135	<u>204</u>	<u>491</u>	<u>151%</u>	<u>364%</u>
Listopad	315	433	683	137%	217%
Prosinec	383	579	819	151%	214%

## Výsledky modelu – bytový dům – 180 bytů:



## Přínos výpočtového modelu:

- Možnost přesnější predikce potřeby tepla již ve fázi projektu
- Úprava smluvních podmínek pro dodávku tepla z CZT



# Potřeba tepla na přípravu teplé vody

## Možnost A

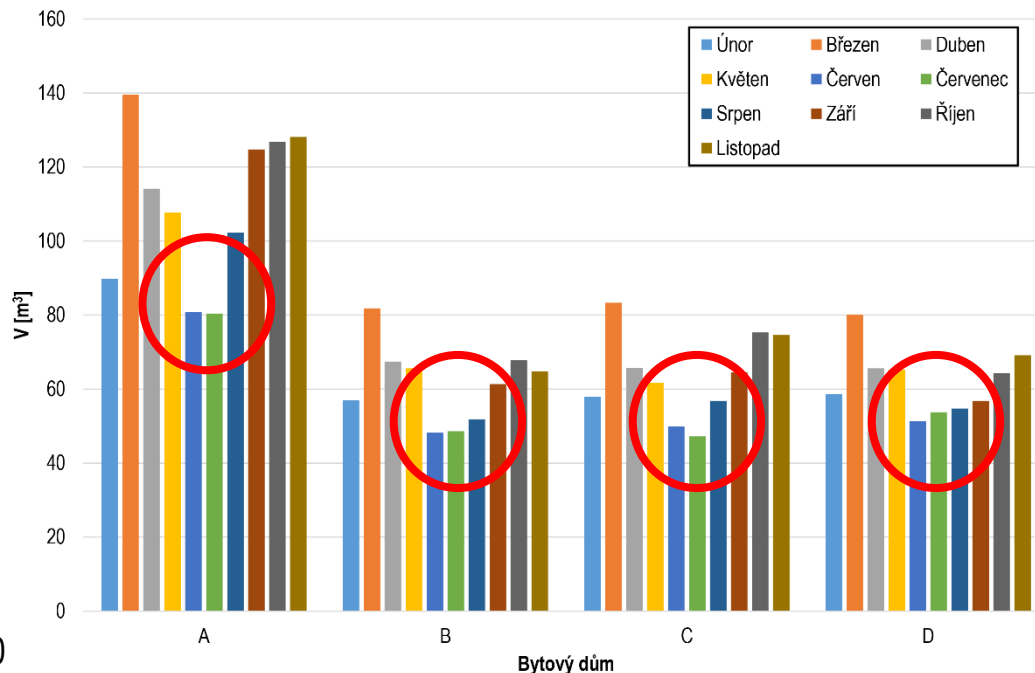
$$Q_{TV,r} = Q_{TV,den} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,den} \cdot \frac{(t_2 - t_{SV1})}{(t_2 - t_{SV2})} \cdot (N - d)$$

$d$  počet dnů otopného období [den],

$N$  počet pracovních dní soustavy TV (obvykle 365) [den]

$t_{SV1}$  teplota studené vody v létě [°C],

$t_{SV2}$  teplota studené vody v zimě [°C],



## Možnost B

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot 349,5$$

349,5 dne ???

25 % snížení potřeby TV v  
Červenci a Srpnu (tj. 62 dní)  
 $t_{SV} = 10 \text{ °C}$

Př.:  $V_{TV} = 120 \text{ l/den}$

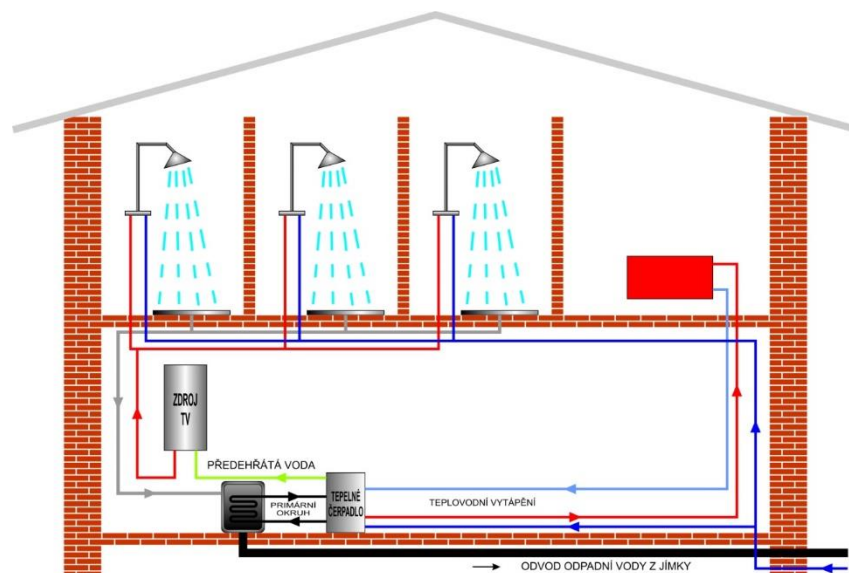
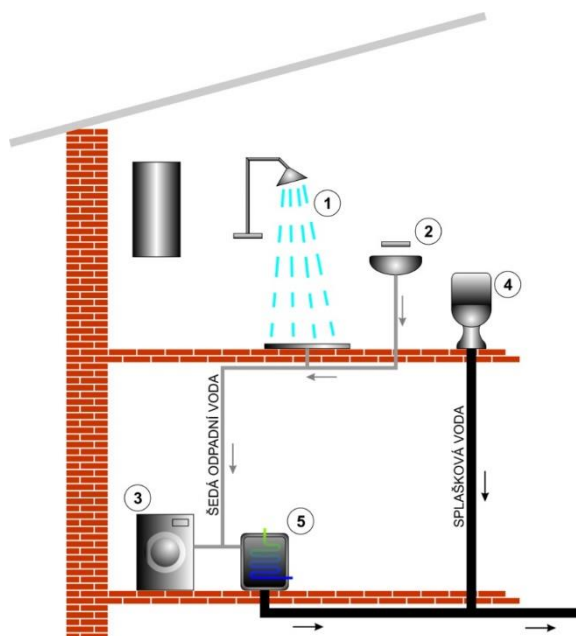
**2 680 kWh/rok**

**2 930 kWh/rok (+ 9,3 %)**

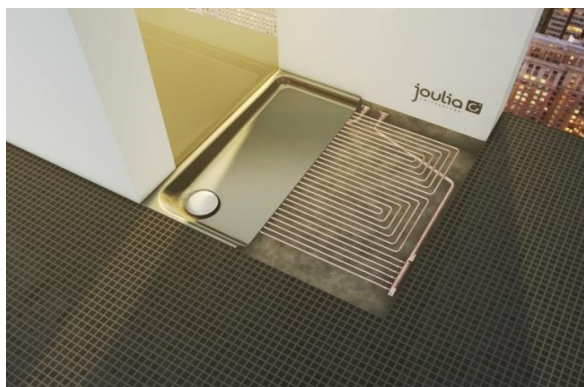
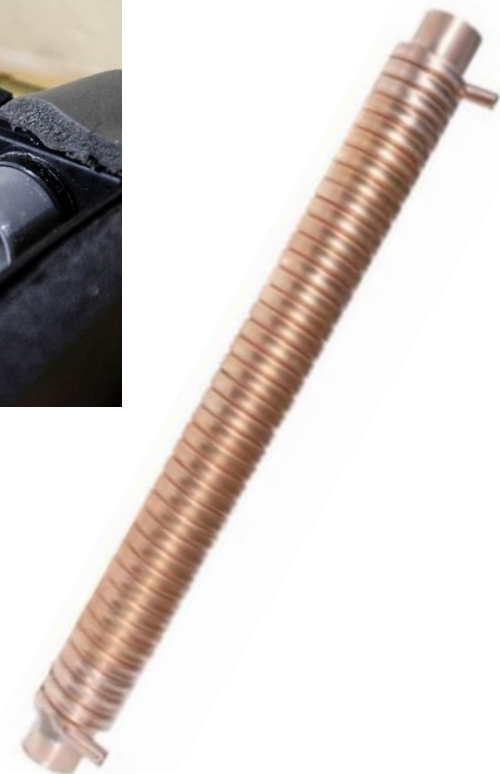
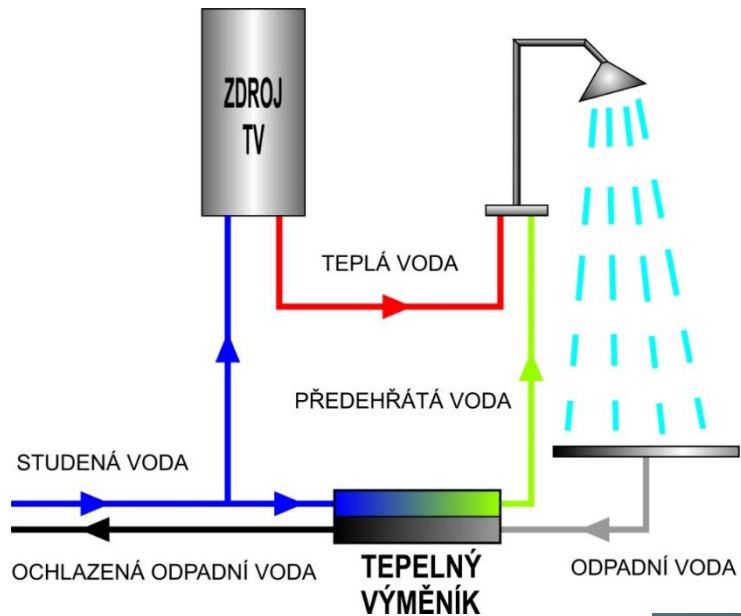


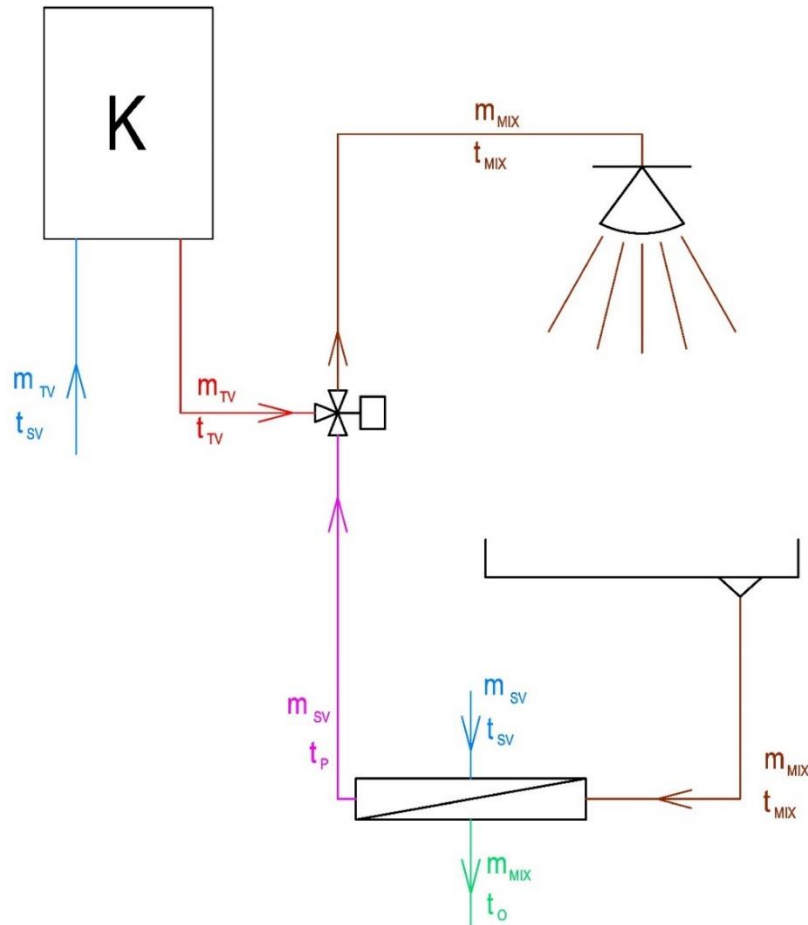
## OTOPNÁ SOUSTAVA JE UZAVŘENÝ OKRUH.

KAM TEČE TA TEPLÁ VODA ZE SPRCHY, Z  
VANY, Z MYČKY, Z PRAČKY atd. ???

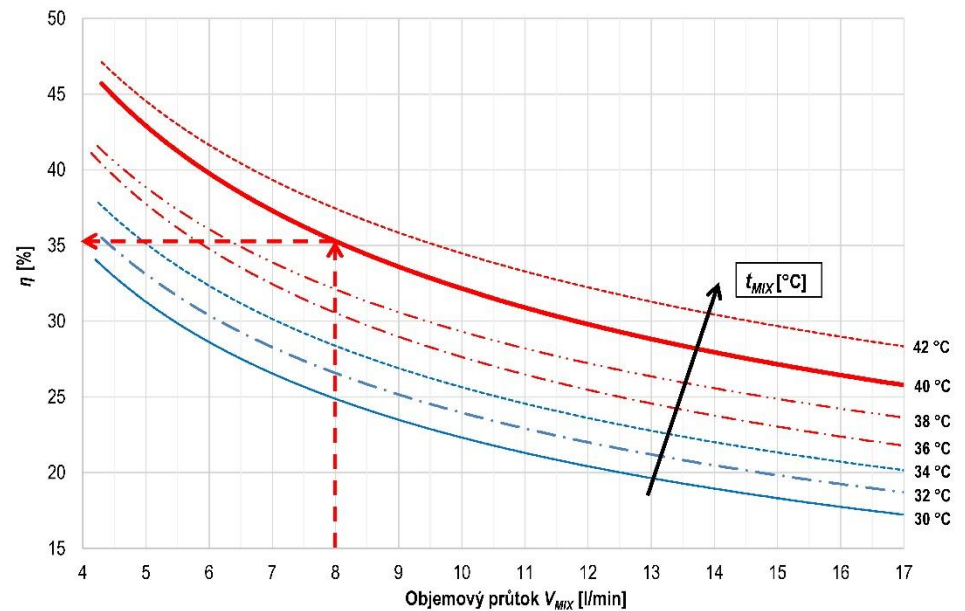


# Rekuperace tepla v systémech TV

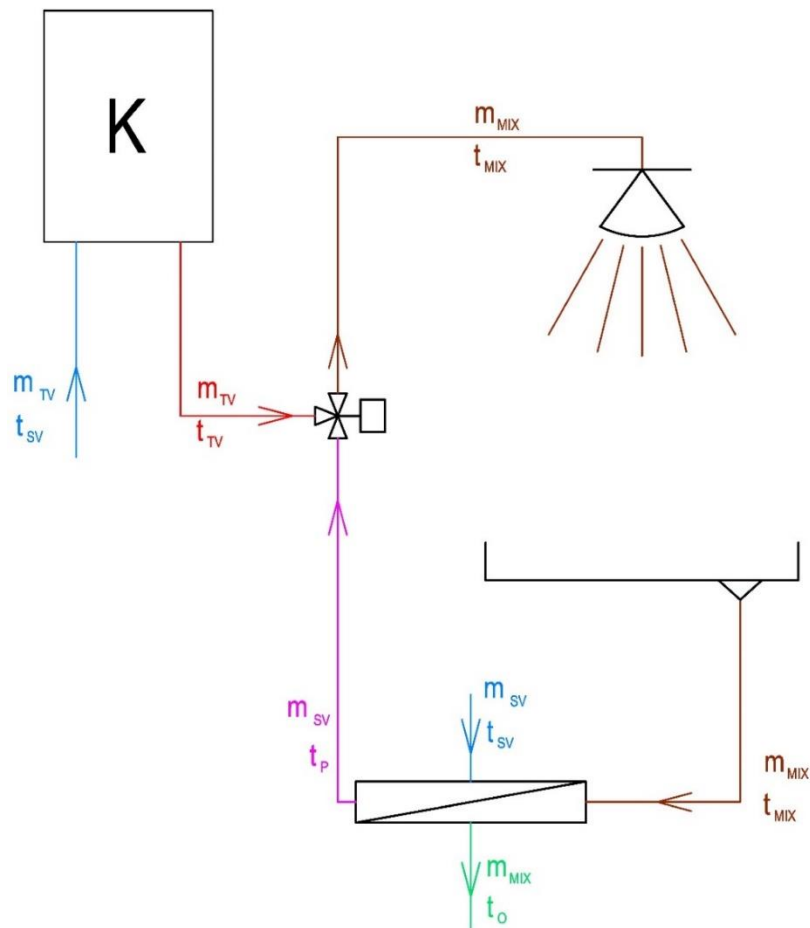




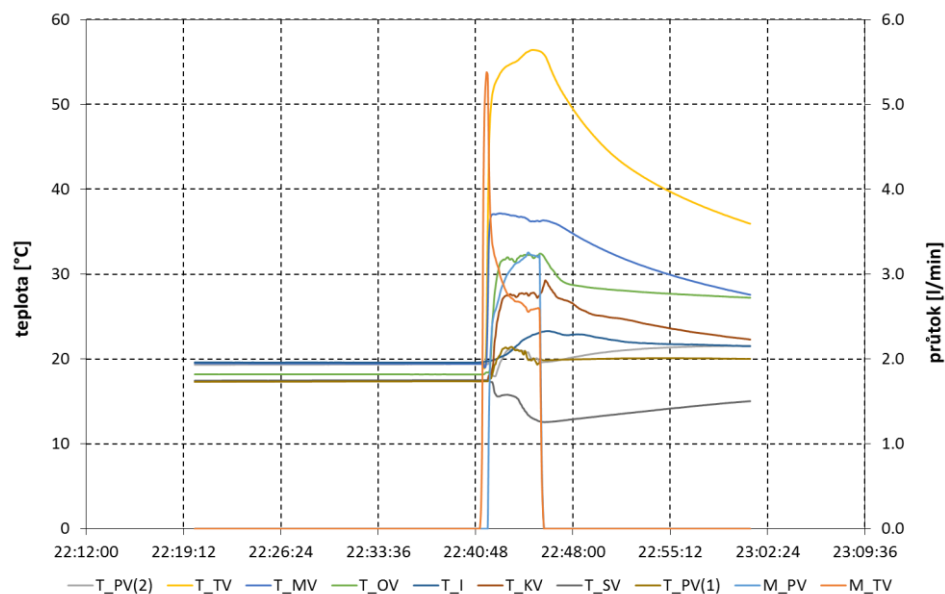
## Laboratorní zkoušky



# Rekuperace tepla v systémech TV

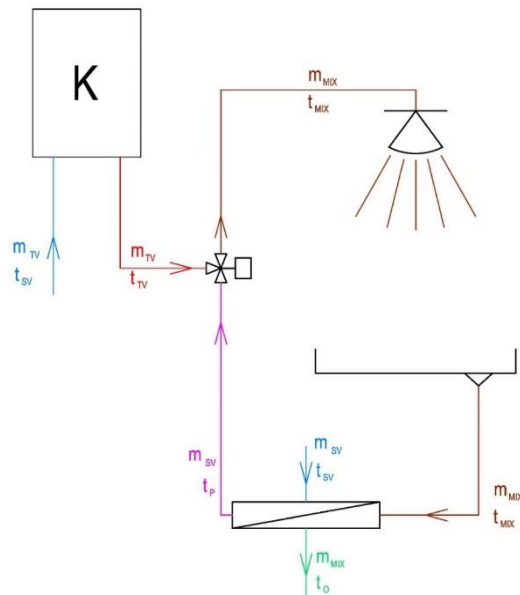


## Průběh teplot vody v reálné sprše



**Úspora tepla není rovna teplotní účinnosti rekuperačního výměníku TV !!!**

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{\max}} = \frac{\dot{V}_{SV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_P - t_{SV})}{\dot{V}_{SV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{MIX} - t_{SV})} = \frac{(t_P - t_{SV})}{(t_{MIX} - t_{SV})}$$



$$\Theta_{ZZT} = \frac{Q_{Bez} - Q_S}{Q_{Bez}} = 1 - \frac{1 - \eta \cdot \frac{(t_{MIX} - \Delta t_{och} - t_{SV})}{(t_{MIX} - t_{SV})}}{1 - \eta \cdot \frac{(t_{MIX} - \Delta t_{och} - t_{SV})}{(t_{TV} - t_{SV})}}$$

**Okrajové podmínky návrhu:**

- Cena tepla
- Počet sprchových cyklů
- Dispozice objektu

## Hlukové hledisko:

### 1. Metoda redukce hluku ve zdroji

Odstranění zdroje hluku nebo ve snížení jeho hlučnosti. Např. při návrhu potrubní sítě to jsou vhodně volené rychlosti proudění, apod.

### 2. Metoda dispozice

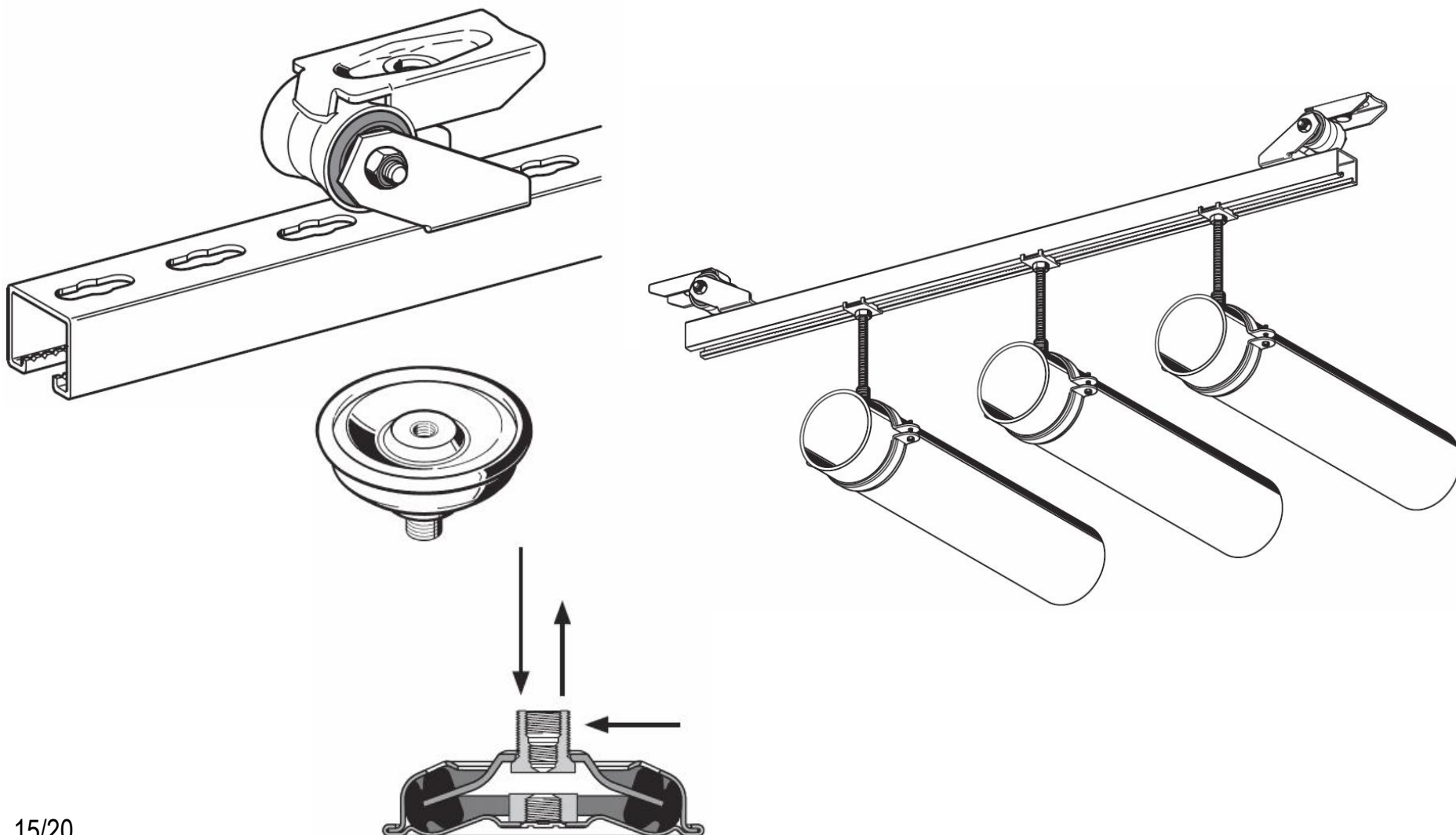
Správný návrh prostorové situace uvnitř budovy (kotelny, toalety, kuchyně, koupelny atd.) může ušetřit výrazné finanční prostředky na zajištění akustické pohody chráněných místností (ložnice, obývací pokoje, kanceláře).

### 3. Metoda izolace

Odizolování hlučného zařízení nebo celého hlučného prostoru, speciálními kryty, příčkami apod. Např. izolační rohože mezi zařizovací předměty zdravotní techniky zavěšených na stěnách, apod.



## Hlukové hledisko:





$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$\Delta l$  - změna délky potrubí [mm]

$l_0$  - délka úseku potrubí [m]

$\alpha$  - součinitel teplotní délkové roztažnosti potrubí [mm/m·K]

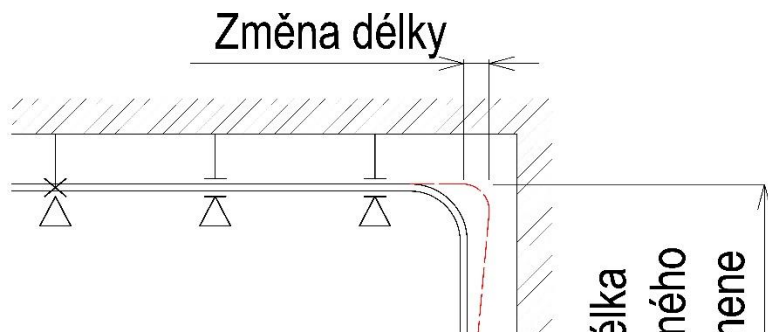
$\Delta t$  - rozdíl teplot [K]

Materiál potrubí	Součinitel délkové roztažnosti $\alpha$ [mm/m·K]	Modul pružnosti $E$ [MPa]	Hmotnost potrubí DN 15 [kg/m]
Ocel	0,012	200 až $250 \cdot 10^3$	1,23
Měď	0,017	110 až $130 \cdot 10^3$	0,48
Hliník	0,0238	66 až $76 \cdot 10^3$	0,34
AL-PEX (vícevrstvé)	0,026	5 až $7 \cdot 10^3$	0,147
PVC	0,08	3 až $9 \cdot 10^3$	0,137
PEX	0,15	6 až $9 \cdot 10^3$	0,169
PE-HD (PN 10)	0,18	0,8 až $1,4 \cdot 10^3$	0,174

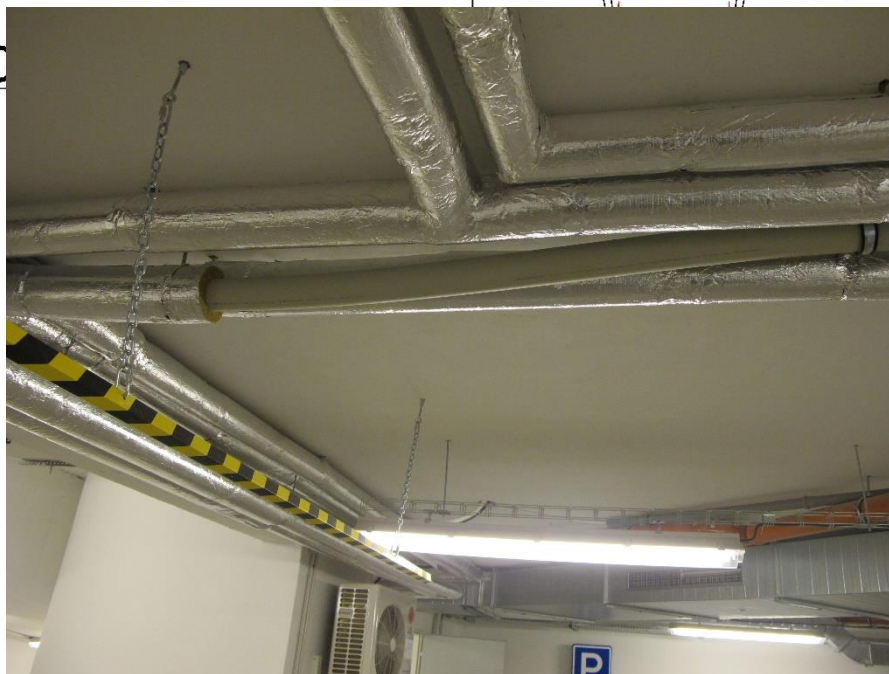
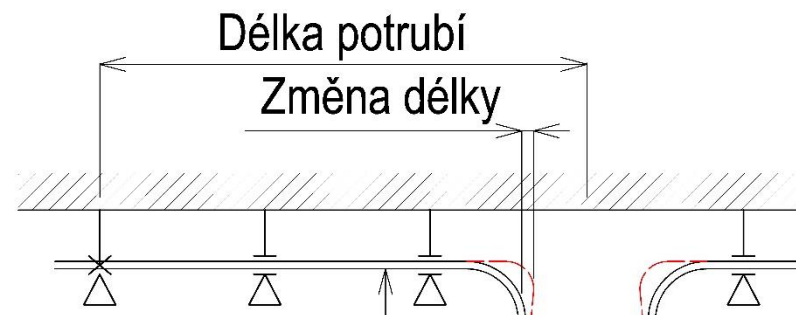
Změna délky 10 m dlouhého potrubí při ohřátí o 50 K.

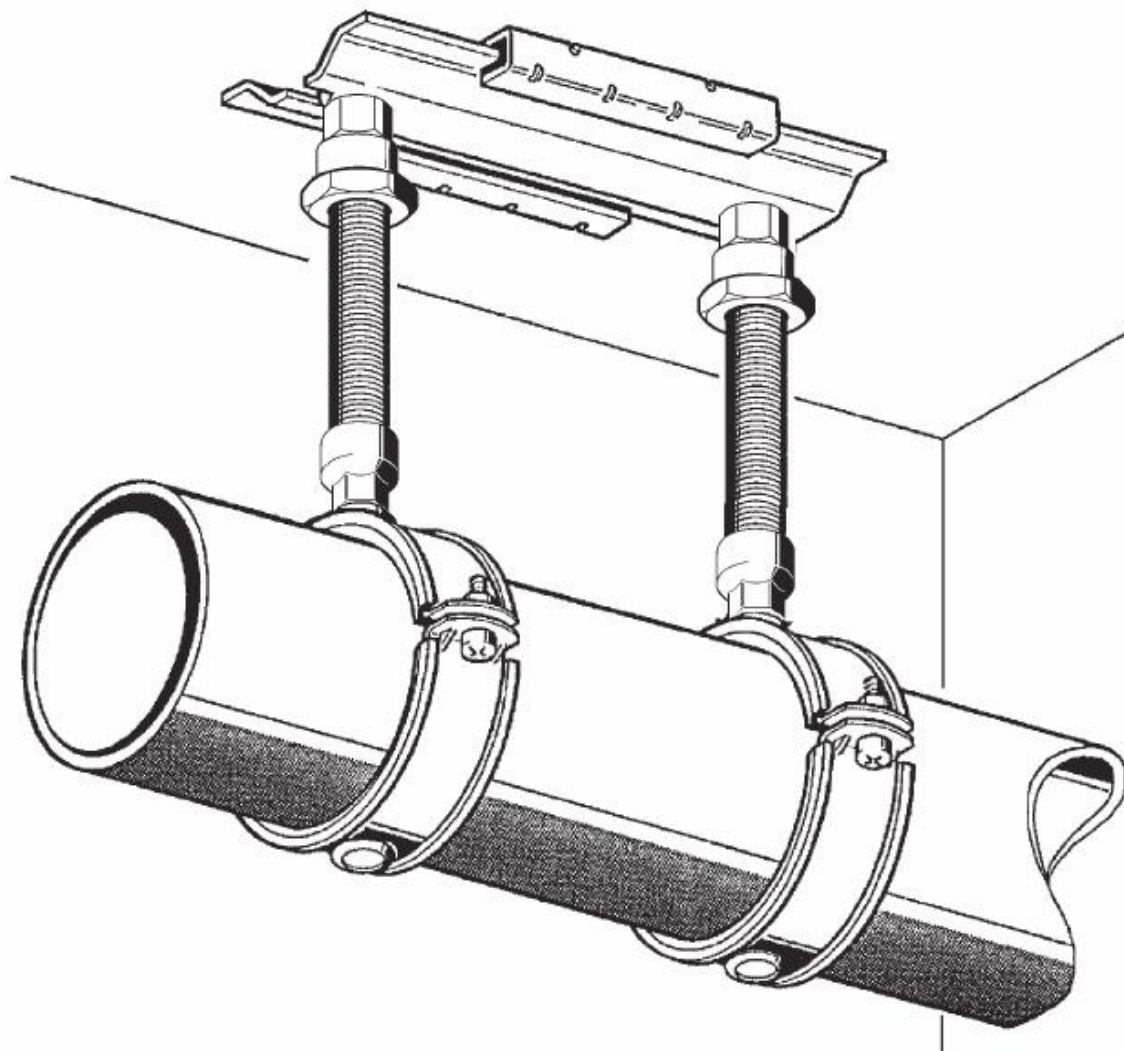
Materiál potrubí	Změna délky $\Delta l$ [mm]
Ocel	6
Měď	8,5
Hliník	12
AL-PEX (vícevrstvé potrubí)	13
PVC	40
PEX	75
PE-HD (PN 10)	90

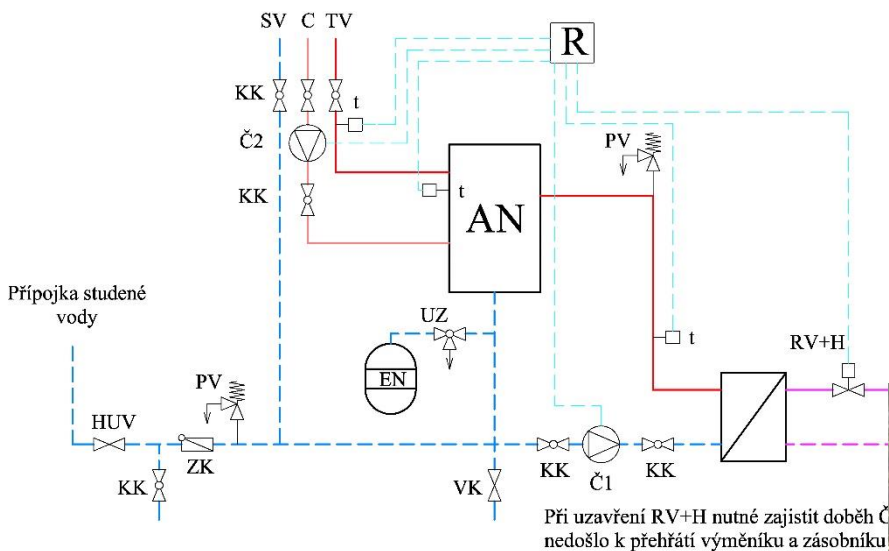
## Lom trasy potrubí



## Ohybový kompenzátor







Tepelné a tlakové namáhání  
plastového potrubí.

Chybějící kovový díl potrubí

=

Životnost plastu v řádech hodin !!!





# Odborné zaměření ústavu

Technika prostředí pro ...

... kvalitu života

... výrobu

... životní prostředí

S ohledem na spotřebu energie



Vytápění a  
příprava TV



Větrání a  
klimatizace



Ochrana  
ovzduší



Snižování hluku  
a vibrací



Alternativní  
zdroje energie



Simulace budov  
a systémů

Přesah našeho oboru: fyziologie, hygiena,  
ekologie, stavebnictví, bezpečnost, ...



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**

 **ÚSTAV  
TECHNIKY  
PROSTŘEDÍ**

# DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>

[Roman.Vavricka@fs.cvut.cz](mailto:Roman.Vavricka@fs.cvut.cz)

