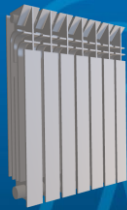


125 TBA1 - Vytápění

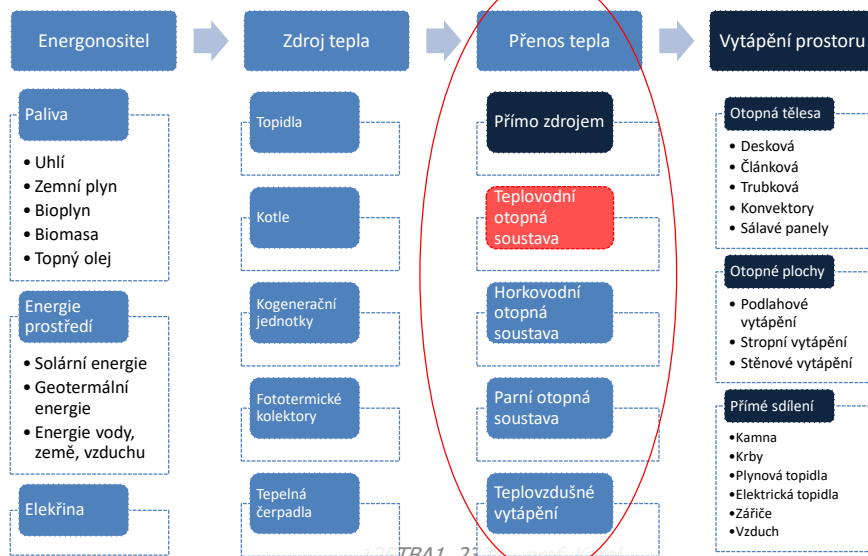
T3 Otopné soustavy I



prof. Ing. Karel Kabele, CSc.



Systemy vytápění

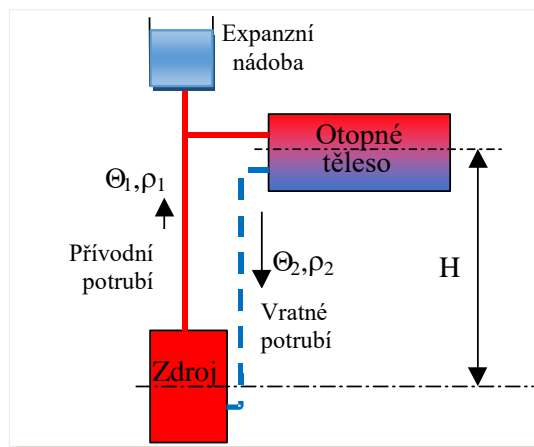


125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Teplovodní otopné soustavy

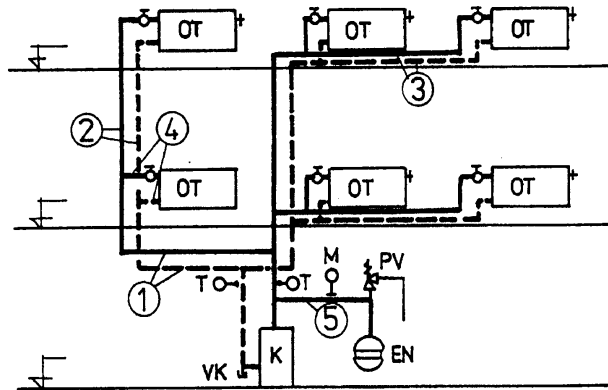
$$\dot{Q} = M \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

- Princip
 - Otopná soustava
 - zdroj
 - potrubní síť
 - spotřebiče tepla
 - Teplonosná látka
 - voda
 - nemrzoucí směs
 - pára



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Základní části teplovodních otopných soustav

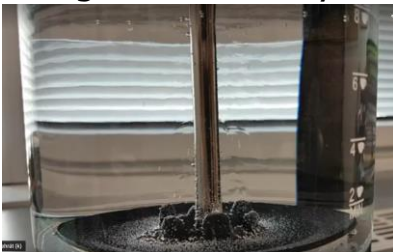


1 - Hlavní ležaté rozvody 2 - Stoupačky 3 - Podlažní ležaté rozvody 4 - Připojovací potrubí 5 - Pojistné potrubí 6 - Armatury

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Navrhování OS Funkční požadavky

- Propojení otopných těles se zdrojem
- Odvzdušnění
- Možnost vypouštění
- Integrace do stavby



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

1. Oběh otopné vody

■ Přirozený

$$p_1 = h \cdot \rho_1 \cdot g$$

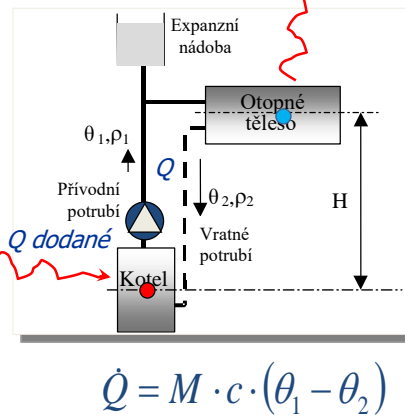
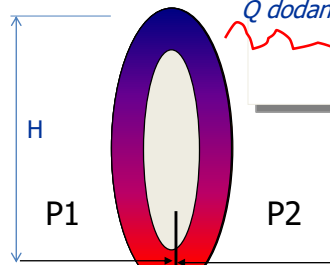
$$p_2 = h \cdot \rho_2 \cdot g$$

Vztlak

$$\Delta p_c = \Delta p_p = p_2 - p_1 = H \cdot (\rho_2 - \rho_1) \cdot g$$

■ Nucený

$$\Delta p_c = \Delta p_{\xi} + \Delta p_p \cdot h$$



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

2. Prostorové uspořádání OS

2.1 Vzájemné propojení těles

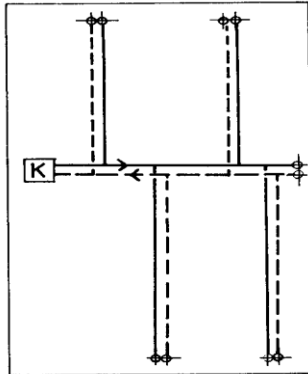
- 2.1.1 Dvoutrubkové soustavy
- 2.1.2 Jednotrubkové soustavy



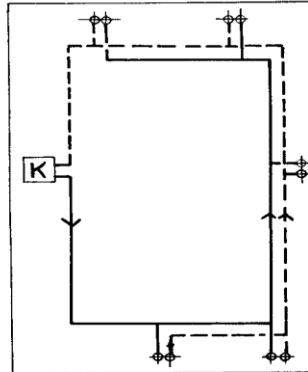
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

2.1.1 Dvoutrubkové soustavy

Protiproudé zapojení



Souproudé zapojení

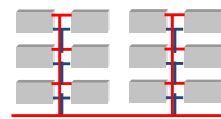
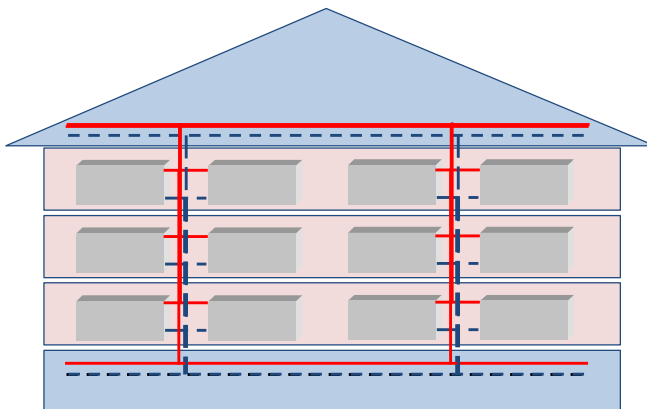


Albert Tichelmann 1861–1926

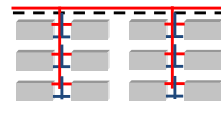
<https://de.wikipedia.org/wiki/Tichelmann-System>

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

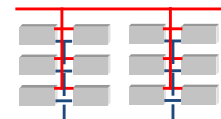
2.2 Umístění ležatého rozvodu



Spodní rozvod



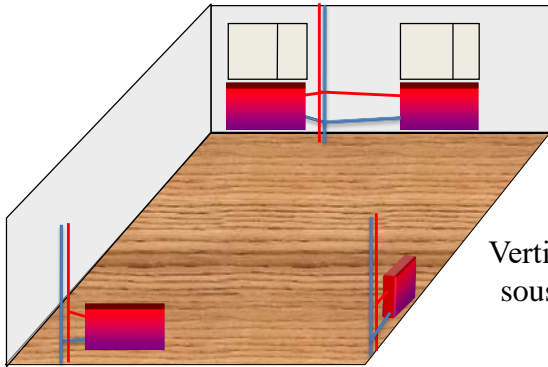
Horní rozvod



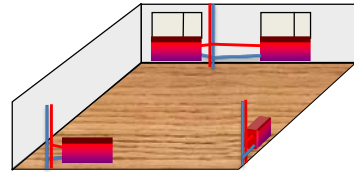
Kombinovaný rozvod

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

2.3 Vedení přípojek k tělesům



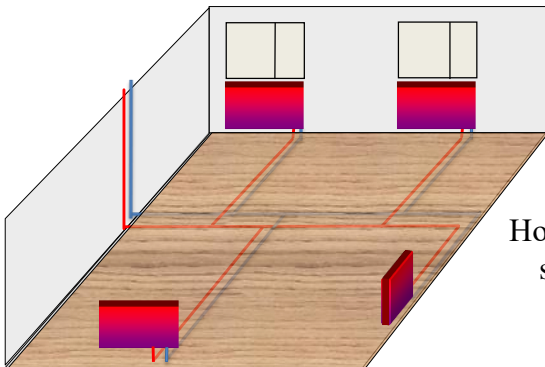
Vertikální
soustava



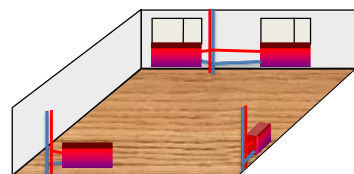
Vertikální
soustava

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

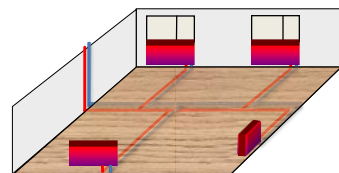
2.3 Vedení přípojek k tělesům



Horizontální
soustava



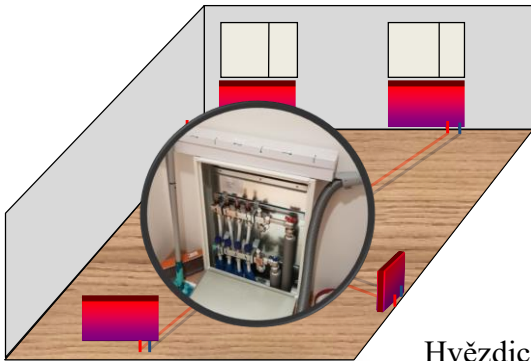
Vertikální
soustava



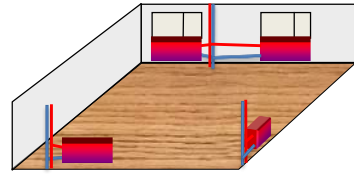
Horizontální
soustava

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

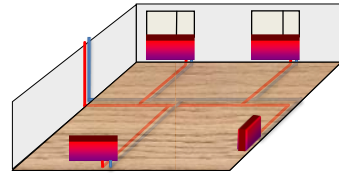
2.3 Vedení přípojek k tělesům



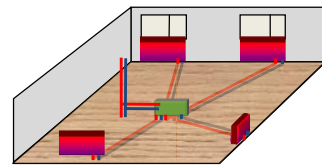
Hvězdicová soustava



Vertikální
soustava



Horizontální
soustava



Hvězdicová
soustava

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

www.revel.cz

Příklady otopných soustav

Centrální dvoutrubková vertikální soustava s nuceným oběhem, spodním rozvodem a protiproudým zapojením ležatého rozvodu

Centrální dvoutrubková horizontální soustava s horním rozvodem a souproutým zapojením otopných těles

Etážová jednotrubková horizontální soustava

....

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

3. Teplotní parametry Pracovní teploty v OS

Teplotní spád otopného tělesa
 $\theta_{w1} - \theta_{w2}$

Výpočtová teplota otopné vody

na vstupu do otopné soustavy - **přívodní** θ_1

na výstupu z otopné soustavy - **vratná** θ_2

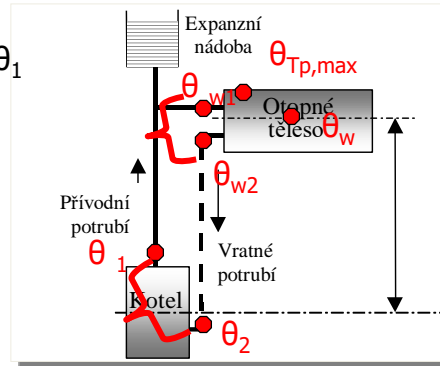
na vstupu do otopného tělesa θ_{w1}

na výstupu z otopného tělesa θ_{w2}

střední teplota otopného tělesa

$$\theta_w = (\theta_{w1} + \theta_{w2})/2$$

nejvyšší teplota povrchu otopných těles $\theta_{Tp\ max}$



Teplotní spád soustavy

$$\theta_1 - \theta_2 \quad \text{"}\theta_1 / \theta_2\text{"}$$

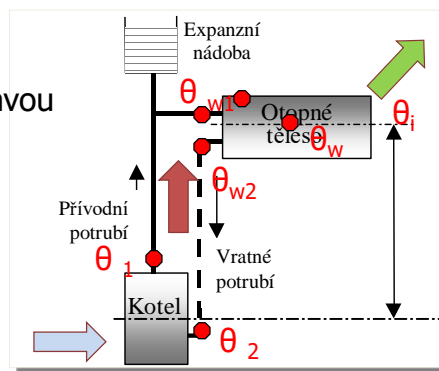
125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

3. Teplotní parametry OS – vliv na přenášený výkon

Výkon přenášený soustavou

$$Q_s = m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

m ...hmotnostní průtok [$kg \cdot s^{-1}$]
 c ... měrná tepelná kapacita vody [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]
 θ_1 ... teplota přívodu [$^{\circ}C$]
 θ_2 ... teplota vratná [$^{\circ}C$]



Výkon zdroje
 Q_z

Výkon předávaný tělesem do místnosti

$$Q_T = h \cdot A \cdot (\theta_w - \theta_j)$$

h ...součinitel sdílení tepla tělesem do prostoru [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 A ... povrch tělesa [m^2]
 θ_w ... střední teplota tělesa [$^{\circ}C$]

$$Q_z = Q_s = Q_T$$

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

3. Teplotní parametry OS kritéria pro volbu parametrů

- Ekonomické faktory (minimalizace nákladů na realizaci i provoz soustavy);
- Fyzikální vlastnosti pracovní látky (pro teplovodní soustavy maximální teplota 110°C);
- Hygienické požadavky na otopnou soustavu resp. na tělesa;
- Technické možnosti zdroje tepla (např. nízkoteplotní zdroje určují maximální teplotu otopné vody v soustavě)
- Legislativní požadavky – např. vyhláška 193/2007 Sb. omezuje teplotu otopné vody na vstupu do OT na 75°C

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

3. Teplotní parametry OS volba parametrů

- Teplota otopné vody u soustavy
 - Teplovodní nízkoteplotní $\theta_1 \leq 65 \text{ °C}$
 - Teplovodní otevřené $65 \text{ °C} < \theta_1 \leq 95 \text{ °C}$
 - Teplovodní uzavřené $65 \text{ °C} < \theta_1 \leq 110 \text{ °C}$
 - Horkovodní $\theta_1 > 110 \text{ °C}$
- Teplotní spád OS
 - 10 K až 25 K, u horkovodních soustav 40 K až 50 K.
 - 75/65 °C, 70/50 °C, 70/60 °C, 50/40 °C

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

3. Teplotní parametry OS – vliv na přenášený výkon

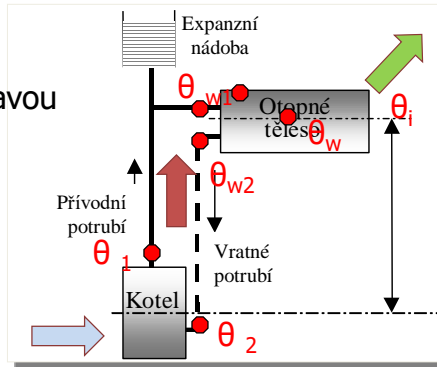
Výkon přenášený soustavou

$$Q_s = m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

m ...hmotnostní průtok [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]
 c ... měrná tepelná kapacita vody [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
 θ_1 ... teplota přívodu [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_2 ... teplota vratná [$^{\circ}\text{C}$]

$$m = \frac{Q_s}{c \cdot (\theta_1 - \theta_2)}$$

Výkon zdroje
 Q_z



- Zdroj tepla má výkon 4,2 kW
- Otopná soustava je navržena na teplotní spád 55/45 °C
- Navržená otopná tělesa mají výkon 4,2 kW při vnitřní teplotě 20 °C

Jaký bude hmotnostní průtok m soustavou, když $c = 4200 \text{ J/kg/K}$?

Výsledek uveďte v kg/s



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

4. Materiál rozvodu

– O materiálu nutno rozhodnout na počátku projektu - různé mechanické vlastnosti mají vliv na koncepci řešení

– Používané materiály

- ocel
- měď
- plasty

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

4. Materiál rozvodu

4.1 Ocel

- Tradiční materiál, dobré mechanické vlastnosti
- ocel třídy 11.353.0.
- do DN 50 se používá trubek ocelových závitových běžných, pro větší průměry se používá hladkých bezešvých trubek
- Nerezové potrubí
- Svařování
- Lisování



Viega Prestabo

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

4. Materiál rozvodu

4.2 Měď

Viega Profipress S

- Menší spotřeba materiálu
- Citlivá na chem. složení vody pH min7
- Nebezpečí vzniku elektrochemické koroze (Al)
- pájení měkké a tvrdé
- Lisování



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

4. Materiál rozvodu

4.3 Plasty

• Materiály

- *sítovaný polyetylén (PEX, VPE),*
- *polybuten (polybutylen, polybuten-1, PB),*
- *statistický polypropylen (PP-R, PP-RC, PP-3),*
- *chlorované PVC (C-PVC, PVC-C)*
- *vrstvená potrubí s kovovou vložkou.*

• Uložení potrubí

• Životnost !!!

• Kyslíková bariéra ?



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Izolace potrubí

Vyhláška 193/2007 Sb.



- Na všech vnitřních rozvodech s teplotou látkou o teplotě vyšší než 40 °C musí být instalována tepelná izolace, **pokud nejsou určeny k vytápění nebo temperování okolního prostoru.**
- Tepelná izolace u vnitřních rozvodů s teplotou látkou do 115 °C se navrhuje tak, že její povrchová teplota je o méně než 20 K vyšší oproti teplotě okolí a **součinitel prostupu tepla U** musí být menší nebo roven hodnotám dle tabulky

DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U [W/mK]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40
Tloušťka izolace	20 mm	30 mm	30 mm	45 mm	70 mm

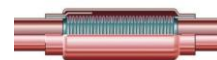
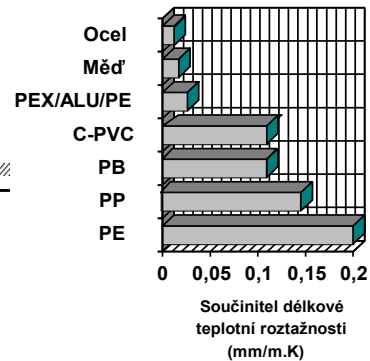
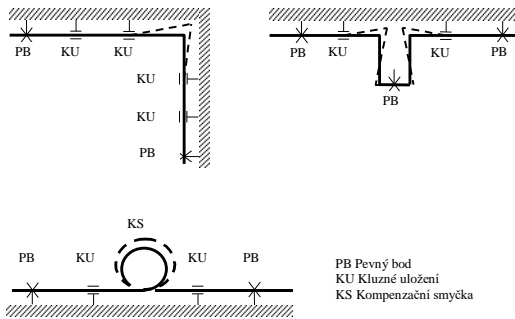
- Výpočet U se provádí na základě vztahu pro prostup tepla válcovou stěnou (viz <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>)

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Délková teplotní roztažnost

Změna teploty – roztažnost látek

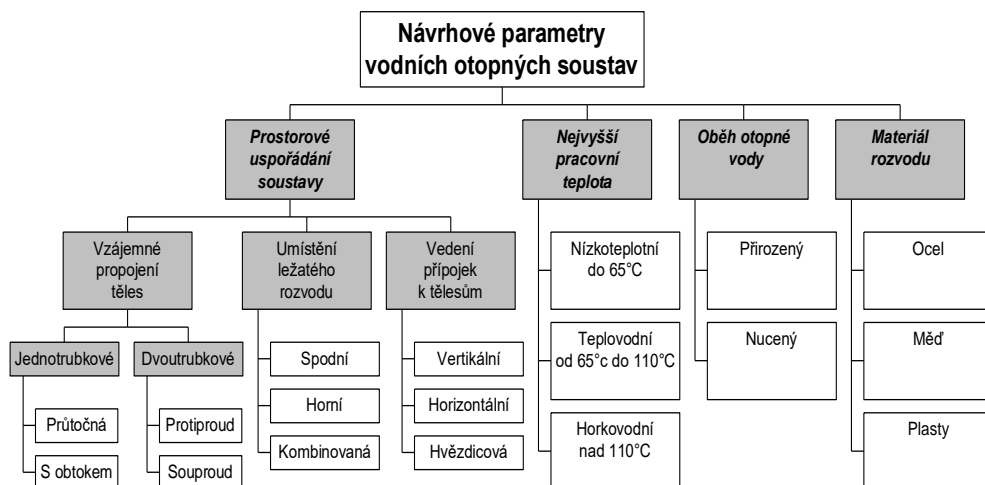
- kompenzátory (osové vlnocové, gumové)
- kompenzace trasou



<http://medenerozvody.cz/>

125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele

Návrhové parametry OS Shrnutí



125TBA1_2324 - prof. Karel Kabele