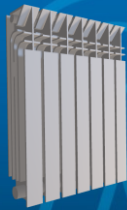


125 TBA1 – Vytápění 3



prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

112

PRVKY PRO PŘÍMÉ SDÍLENÍ TEPLA

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

113

Topidla

- Topidla jsou lokálními zdroji tepla, kde k přeměně energie obsažené v energonositeli dochází přímo ve vytápěné místnosti a zdroj tepla je přímo i prvkem pro sdílení tepla.
 - Plynová konvekční topidla
 - Plynové zářiče tmavé a světlé
 - Elektrická topidla
 - Kamna a krby

Otopná tělesa

- Desková
- Čláčková
- Trubková
- Konvektory
- Sálavé panely a pásy

Plošné vytápění

- Podlahové vytápění
- Stropní vytápění
- Stěnové vytápění

Přímé sdílení

- Kamna
- Krby
- Plynová topidla
- Elektrická topidla
- Zářiče
- Vzduch

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

114

Topidla

- **Plynová konvekční topidla**
 - Sdílení tepla konvekcí, regulace 1-0
 - Spalování plynu v uzavřené spalovací komoře (spotřebič kategorie „C“)
 - Odtah spalin přes fasádu – pozor na umístění výdechu!!!

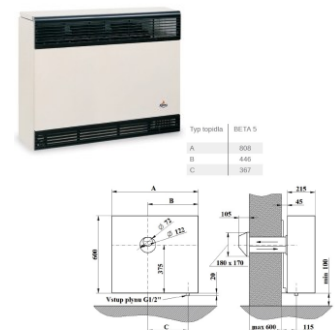


Zdroj: autor



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

Zdroj: www.feelhome.cz

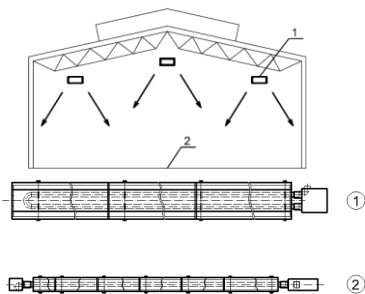
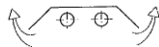


115

Topidla

• Tmavé plynové zářiče

- tmavé – cca 350°C
- Sálání na podlahu
- Průmyslové a další haly
- Výška zavěšení min 4 m



Zdroj: Kabele a kol.: REHVA Guidebook 15



Foto: autor

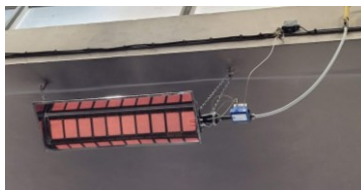
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

116

Topidla

• Světlé plynové zářiče

- Povrchová teplota cca 800 °C
- Bezplamenné spalování plynu na keramickém hořáku
- Sálavé vytápění celkové i místní
- Průmyslové haly
- Intenzita osálení hlavy !!! Max 200 W/m²
- Výška zavěšení min 5 m



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

117

Topidla

- **Elektrická topidla**
 - **Konvektory**
 - **Radiátory**
 - **Infrazářiče**
 - **Plošné sálavé**

 - **Přímotopy x Akumulační**
 - **Hybridní topidla**



125TBA1_4743 - p.ivi. naitci naučelē

118

Topidla

- Kamna, krby
- Dřevo, peletky, líh
- Sdílení tepla sáláním a konvekcí
- Výměník?



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

119

Topidla

- Kamna, krby
- Dřevo, peletky, líh
- Sdílení tepla sáláním a konvekcí
- Výměník?



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

120

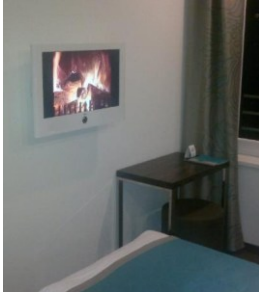
Topidla



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

121

Virtuální topidla ????



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

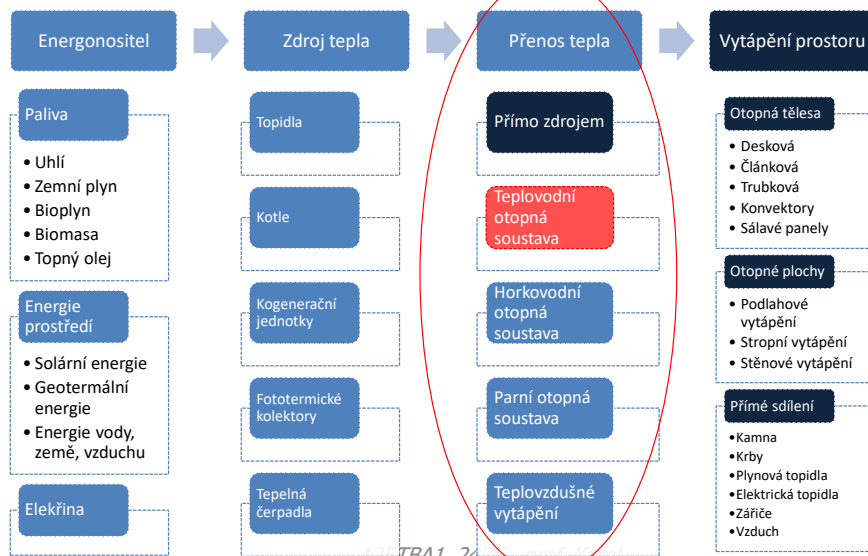
122



Vytápění budov Otopné soustavy

124

Systemy vytápění



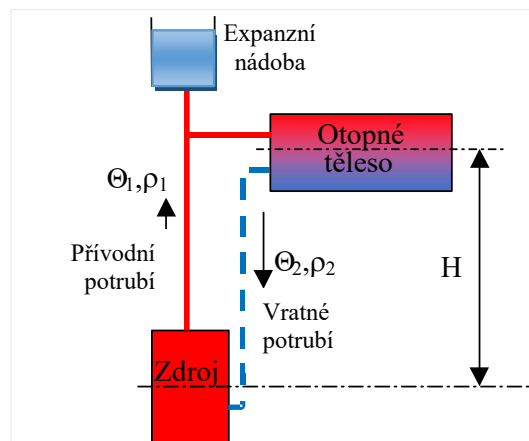
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

125

Teplovodní otopné soustavy

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

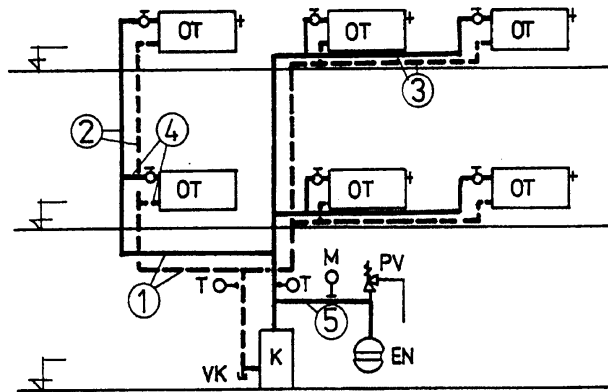
- Princip
 - Otopná soustava
 - zdroj
 - potrubní síť
 - spotřebiče tepla
 - Teplonosná látka
 - voda
 - nemrzoucí směs
 - pára



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

126

Základní části teplovodních otopných soustav



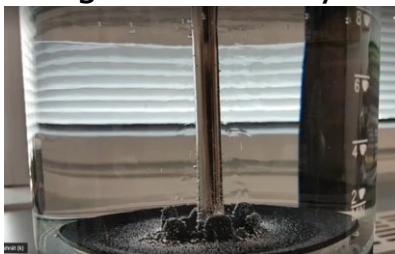
1 - Hlavní ležaté rozvody 2 - Stoupačky 3 - Podlažní ležaté rozvody 4 - Připojovací potrubí 5 - Pojistné potrubí 6 - Armatury

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

127

Navrhování OS Funkční požadavky

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



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

129

1. Oběh otopné vody

■ Přirozený

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

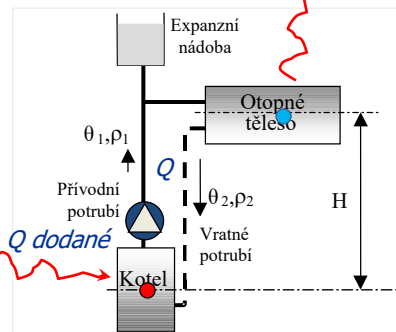
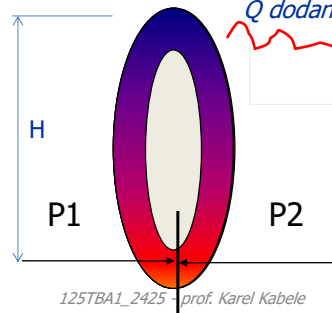
$$p_2 = h \cdot \rho_2 \cdot g$$

Vztlak

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

■ Nucený

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



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

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

131

2. Prostorové uspořádání OS

2.1 Vzájemné propojení těles

- 2.1.1 Dvoutrubkové soustavy
- 2.1.2 Jednotrubkové soustavy

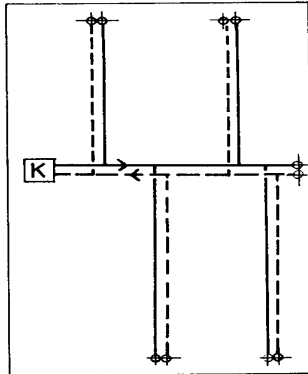


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

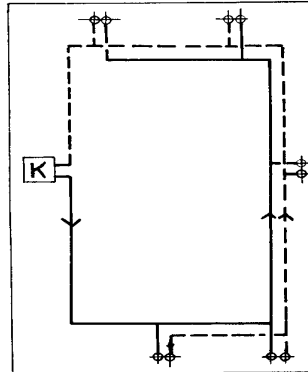
132

2.1.1 Dvoutrubkové soustavy

Protiproudé zapojení



Souproudé zapojení



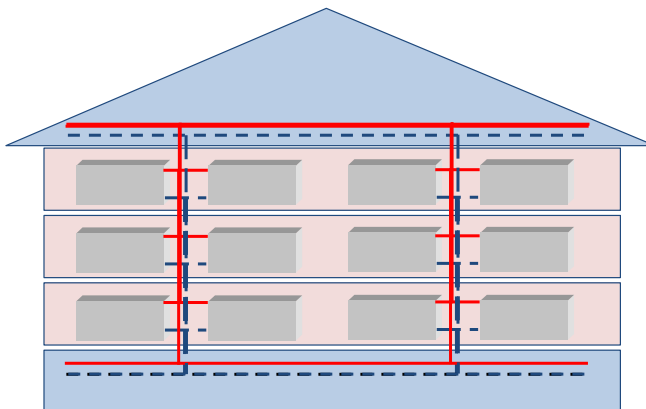
Albert Tichelmann 1861–1926

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

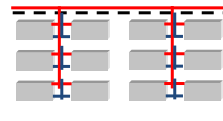
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

133

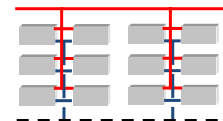
2.2 Umístění ležatého rozvodu



Spodní rozvod



Horní rozvod

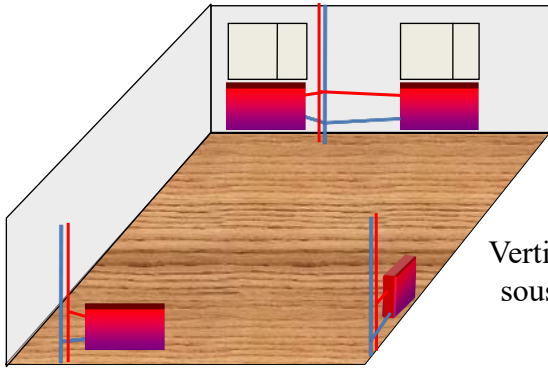


Kombinovaný rozvod

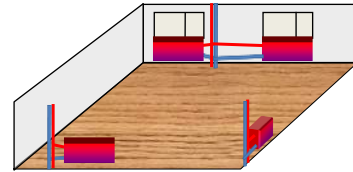
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

135

2.3 Vedení přípojek k tělesům



Vertikální
soustava

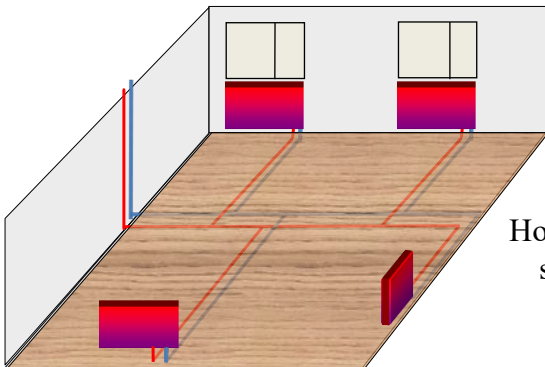


Vertikální
soustava

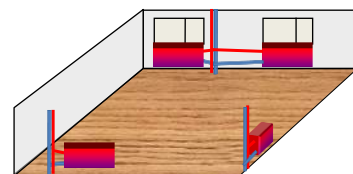
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

136

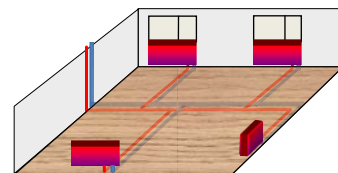
2.3 Vedení přípojek k tělesům



Horizontální
soustava



Vertikální
soustava

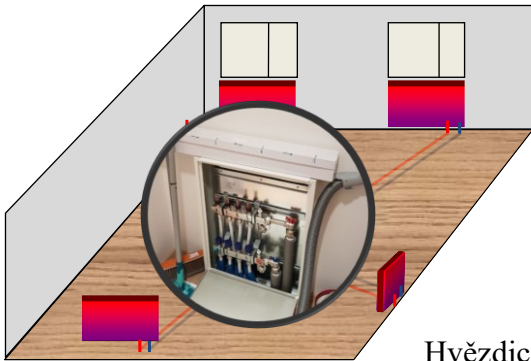


Horizontální
soustava

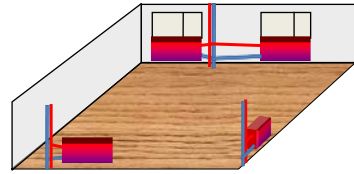
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

137

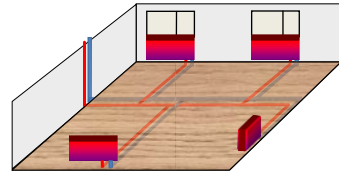
2.3 Vedení přípojek k tělesům



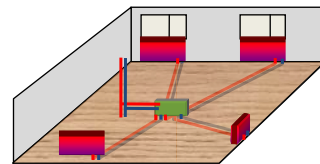
Hvězdicová soustava



Vertikální
soustava



Horizontální
soustava



Hvězdicová
soustava

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

138



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

139



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

www.revel.cz

140

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_2425 - prof. Karel Kabele

141

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

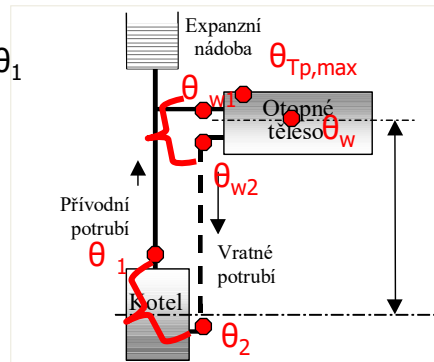
na vstupu do otopného tělesa θ_{w1}

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_2425 - prof. Karel Kabele

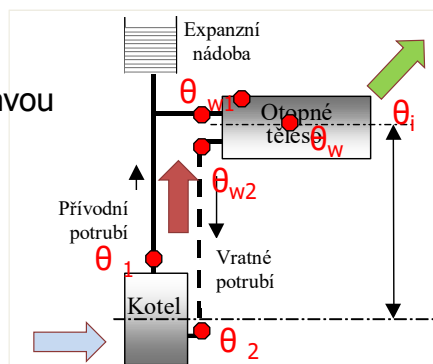
143

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_2425 - prof. Karel Kabele

144

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_2425 - prof. Karel Kabele

145

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_2425 - prof. Karel Kabele

146

3. Teplotní parametry OS – vliv na přenášený výkon

Výkon přenášený soustavou

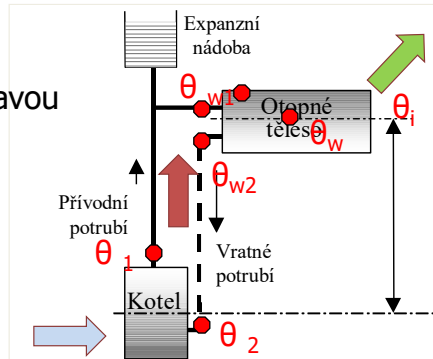
$$Q_s = m \cdot c \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

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

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele