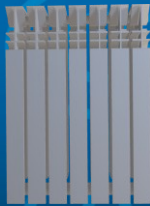


125 TBA1 Vytápění 4

Otopné soustavy II

Dálkové vytápění



prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

150

4. Materiál rozvodu

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

– Rozměry potrubí:

- Jmenovitá světlost DN
- Jmenovitý tlak PN

– Používané materiály

- Ocel - označení v palcích (1/2")
- Měď – vnější průměr x tloušťka stěny (15x1)
- Plasty – vnější průměr (20 mm), někdy i s tloušťkou stěny (20x2,3)

DN	 Ocelové trubky	 Měděné trubky (nole)	 PVC trubky
15	½"	15x1 mm	20 mm
20	¾"	18x1 mm	25 mm
25	1"	22x1 mm	32 mm
32	1¼"	28x1 mm	40 mm
40	1½"	35x1,5 mm	50 mm
50	2"	42x1,5 mm	63 mm

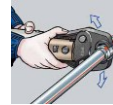
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

151

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_2425 - prof. Karel Kabele

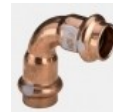
152

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_2425 - prof. Karel Kabele

153

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_2425 - prof. Karel Kabele

154

Izolace potrubí

Vyhláška 193/2007 Sb.



- Na všech vnitřních rozvodech s teplonosnou 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 teplonosnou 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-teplna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>)

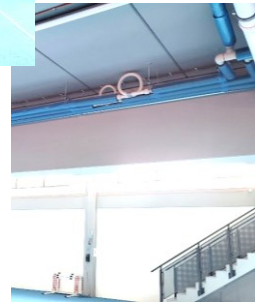
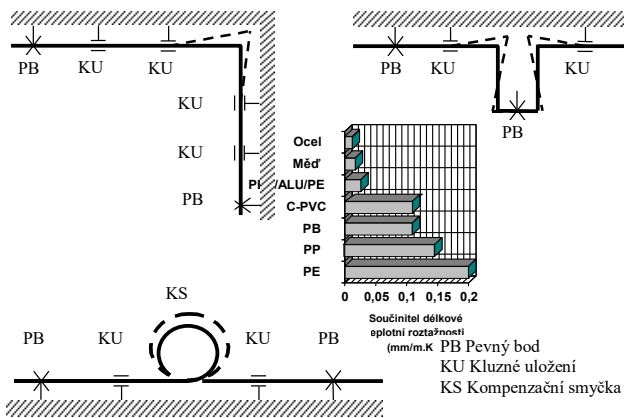
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

155

Délková teplotní roztažnost

Změna teploty – roztažnost látek

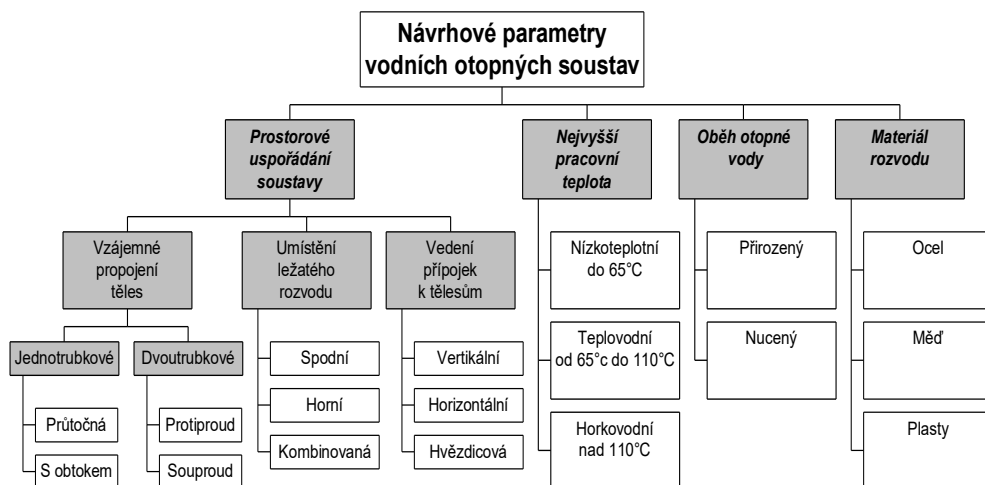
- kompenzátory (osové vlnovcové, gumové)
- kompenzace trasou



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

156

Návrhové parametry OS Shrnutí




125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

157

VÝPOČTY TEPLOVODNÍCH OTOPNÝCH SOUSTAV

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

160



Výpočet otopné soustavy

Cíl:

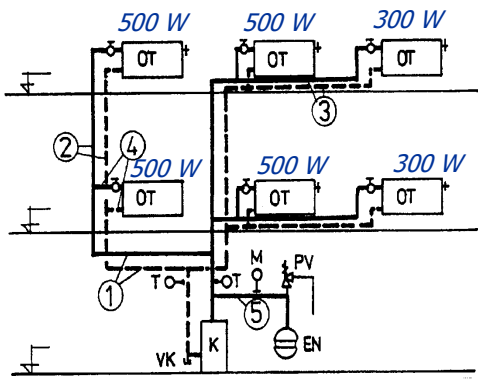
- Dimenze potrubí
- Návrh čerpadla
- Nastavení regulačních armatur

Vstupní údaje:

- Výkony otopných prvků,
- prostorové uspořádání soustavy,
- teplotní spád OS.

Výpočet ve dvou krocích:

- Návrh dimenzí **potrubí**
- Návrh **čerpadla** a nastavení **regulačních prvků**



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

161

A. Návrh dimenzí potrubí

Přenášený výkon, teplotní spád, rychlost

Hmotnostní průtok M (kg/s)

Objemový průtok V (m³/s)

$$M = \frac{Q}{c \cdot \Delta\theta} \quad V = \frac{M}{\rho}$$

Rovnice kontinuity

$$V = S \cdot v$$

Plocha kruhu

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Q : Tepelný výkon přenášený úsekem soustavy (W=J/s)

C : Měrná tepelná kapacita teplotnosné látky (J/kg.K)

$\Delta\theta$: Teplotní spád (K)

ρ : Hustota vody (kg/m³)

S : Průřez potrubí (m²)

d : průměr potrubí (m)

v : Rychlost proudění vody (m/s)

Průměr potrubí

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot c \cdot \Delta\theta \cdot \rho \cdot v}}$$

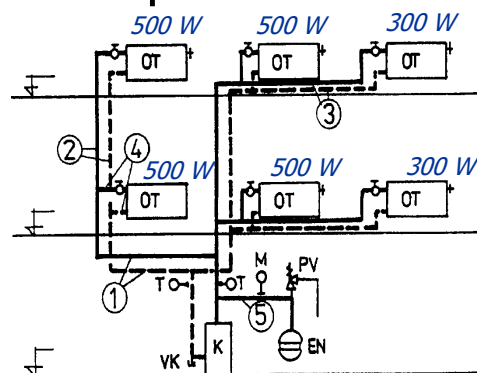
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

162

A. Návrh dimenzí potrubí

1. Volba teplotního spádu soustavy
2. Stanovení přenášeného výkonu v jednotlivých úsecích
3. Výpočet hmotnostního průtoku v jednotlivých úsecích
4. Volba rychlosti/měrné tlakové ztráty
5. Výpočet průměru potrubí
6. Nalezení nejbližšího vyráběného profilu

Potrubní síť	rychlost v (m/s)
uvnitř obytných budov pro přípojky k otopným tělesům a stoupačí potrubí	0,3 až 0,7
uvnitř obytných budov pro horizontální rozvodné potrubí ve sklepech	0,8 až 1,5
vně obytných budov u CZT	2,0 až 3,0
uvnitř průmyslových objektů pro přípojky k otopným tělesům a stoupačí potrubí	0,8 až 2,0
vně průmyslových objektů u CZT	2,0 až 3,0



Příklad: úsek 1: $Q = 1000$ (W=J/s)
 $c = 4186$ (J/kg.K)
 $\Delta\theta = 10$ (K) (0/50)
 $\rho = 985,7$ (kg/m³)
 $v = 0,3$ (m/s)

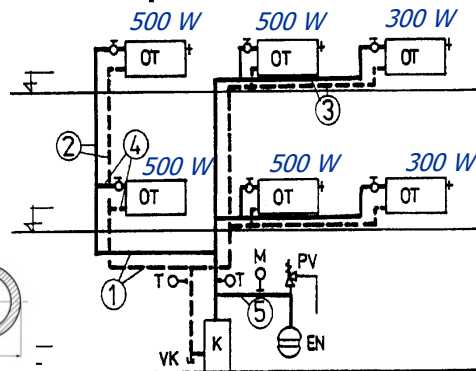
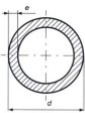
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

163

A. Návrh dimenzí potrubí

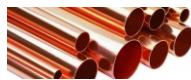
1. Volba teplotního spádu soustavy
2. Stanovení přenášeného výkonu v jednotlivých úsecích
3. Výpočet hmotnostního průtoku v jednotlivých úsecích
4. Volba rychlosti/měrné tlakové ztráty
5. Výpočet průměru potrubí
6. Nalezení nejbližšího vyráběného profilu

Vnější pr./tl. stěny v mm	Vnější průměr trubky	Tloušťka stěny trubky	Vnitřní průměr trubky	Objem 1,0m trubky
D/tl. stěny	D	t	d _i	V
[mm/mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[dm ³ /m]
6,0/1,0	6,00	1,00	4,00	0,013
8,0/1,0	8,00	1,00	6,00	0,028
10,0/1,0	10,00	1,00	8,00	0,050
12,0/1,0	12,00	1,00	10,00	0,079
14,0/1,0	14,00	1,00	12,00	0,113
15,0/1,0	15,00	1,00	13,00	0,133
16,0/1,0	16,00	1,00	14,00	0,154



Příklad: úsek 1:

$$\begin{aligned}
 Q &= 1000 \text{ (W=J/s)} \\
 c &= 4186 \text{ (J/kg.K)} \\
 \Delta\theta &= 10 \text{ (K) (60/50)} \\
 \rho &= 985,7 \text{ (kg/m}^3\text{)} \\
 v &= 0,3 \text{ (m/s)} \\
 d &= 0,01 \text{ m} = 10 \text{ mm} \rightarrow \text{volím 12/1}
 \end{aligned}$$



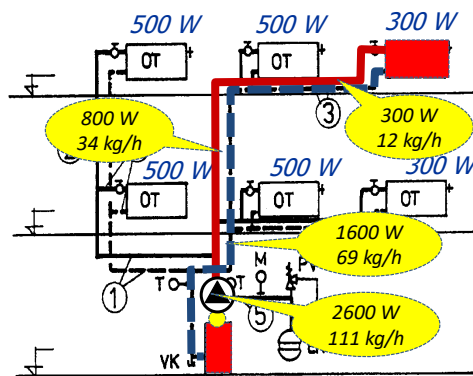
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

164



B. Návrh oběhového čerpadla

1. Nalezení okruhu nejnepříznivěji položeného tělesa
2. Stanovení přenášených výkonů a hmotnostního průtoku v úsecích okruhu
3. Výpočet tlakové ztráty prouděním otopné vody v okruhu – tření a místní odpory, přidavek na regulační armaturu



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

165

Výpočet tlakových ztrát

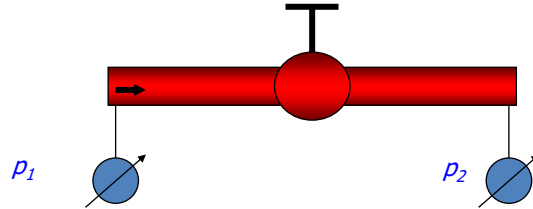
Tlaková ztráta

- třením

$$p_{ZT} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho \cdot l = R \cdot l$$

- vřazenými odpory

$$p_{ZM} = \zeta \frac{v^2}{2} \rho = Z$$

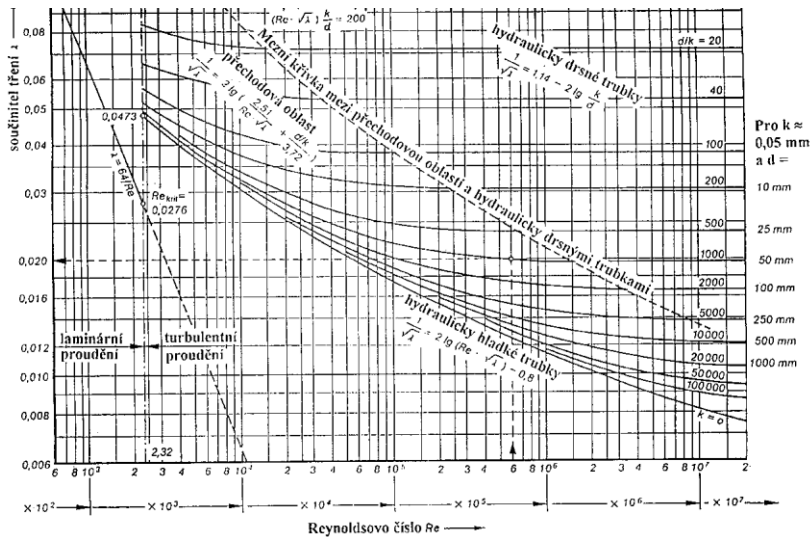


$$p_1 - p_2 = p_{ZT} + p_{ZM} = R \cdot l + Z$$

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

166

Stanovení součinitele tření λ



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

167

Stanovení součinitele tlakové ztráty vřazenými (místními) odpory

- Experimentálně
- Tabulka vřazených odporů

zdroje tepla		
Značka	Název	Součinitel místní ztráty ξ
K	Kotel	litinový 2,50
		ocelový 2,00
OT	Otopné těleso	
	Článeková otopná tělesa >>>	vztaženo na potrubí DN 10 (3/8") 1,00
		DN 15 (1/2") až DN 32 (5/4") 2,50
	Desková otopná tělesa jedna deska >>>	vztaženo na potrubí DN 10 (3/8") 1,80
		DN 15 (1/2") 8,50
		vztaženo na potrubí DN 10 (3/8") 4,00
dvě a více desek >>>	DN 15 (1/2") 19,00	

základní tvarovky potrubí		
Značka	Název	Součinitel místní ztráty ξ
	Etážový odkok, slybka	0,50
	Obchoz	0,50
	T-kus kathtový	1,50
	T-kus šikmý - rozdělení	0,50
	T-kus šikmý - spojení	0,10
	Redukce - zúžení plynu	1,50
	Redukce - rozšíření	o 1 DN - 0,10 o 2 DN - 0,20 o 3 DN - 0,30
	Spojení potrubí přírubovým spojem	0,05
	Spojení potrubí svárem	0,03

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

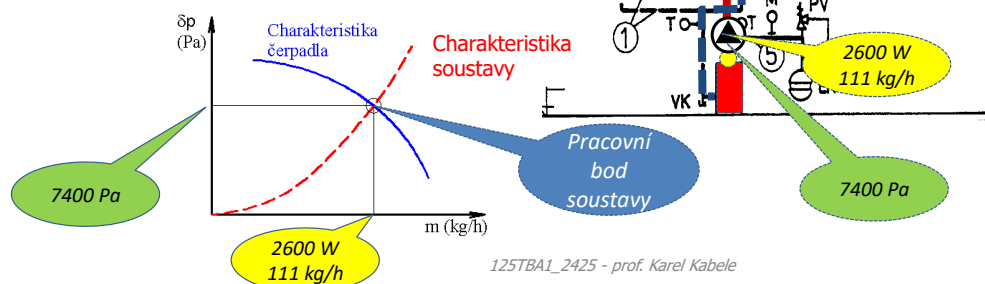
168



Návrh oběhového čerpadla

Dopravní množství M (kg/h, kg/s) =
hmotnostní průtok prvního úseku sítě

Dopravní tlak (měrná energie, dopravní výška) (Pa, J/kg,m) = tlaková ztráta nejnepříznivějšího okruhu



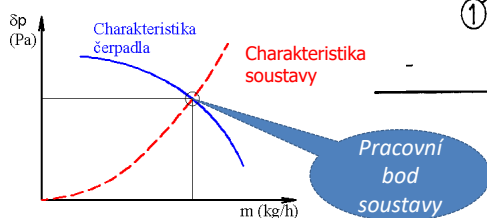
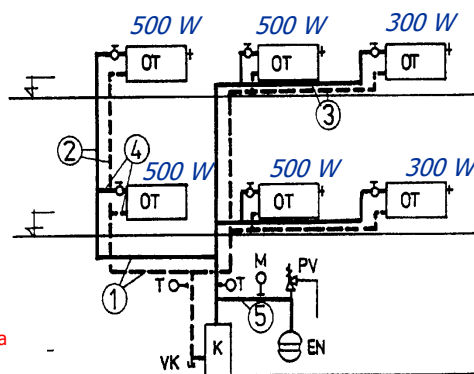
125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

169



B. Návrh oběhového čerpadla a regulačních armatur

- Výpočet tlakové ztráty nejnepříznivějšího okruhu tělesa
- Charakteristika čerpadla
 - Dopravní množství m (kg/h)
 - Dopravní výška (měrná energie, dopravní tlak)



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

170

DÁLKOVÉ VYTÁPĚNÍ

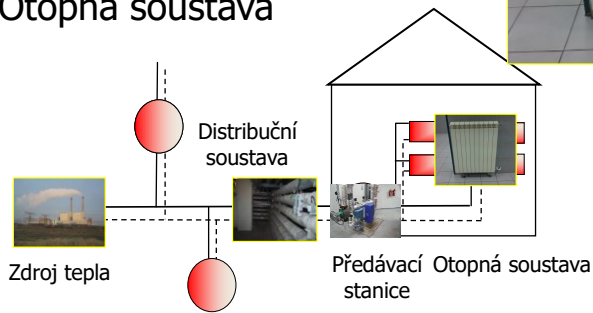
= DISTRICT HEATING,
= SZT – SYSTÉM ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM
= CZT – CENTRALIZOVANÉ ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

171

Dálkové vytápění

- Zdroj tepla
- Distribuční soustava
- Předávací stanice
- Otopná soustava



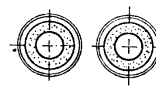
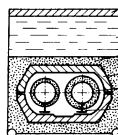
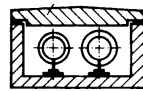
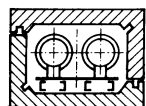
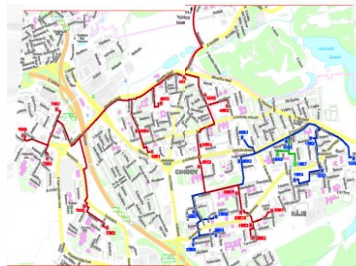
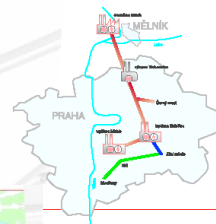
ZDROJE TEPLA
 Odpadní teplo
 Elektrárna
 Spalovna
 Technologie
 Výroba tepla
 Výtopna
 Teplárna
 Ochranská kotelna

125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

172

Distribuční soustava

- Uložení potrubí
 - kanály
 - bezkanálové
 - kolektory
 - povrchové



a)

b) 125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

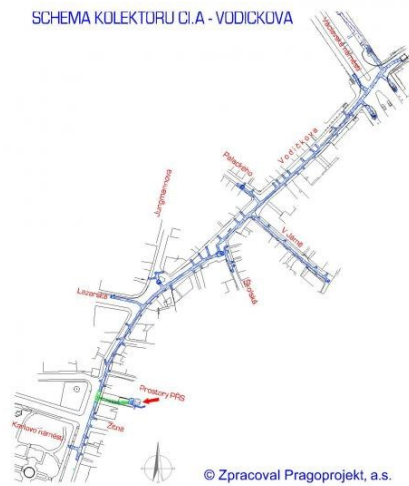
c)

d)

173

Kolektor

- Sdružená trasa podzemních vedení
- Ve městech

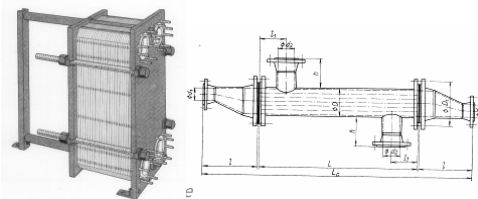
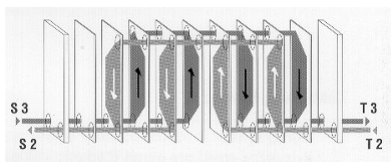
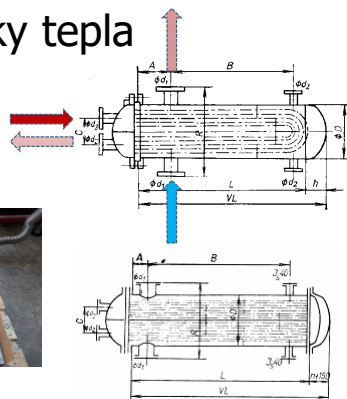
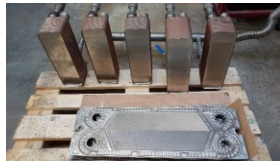


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

174

Výměníky tepla

- Trubkové
 - U -trubky
 - Stavebnicové
- Deskové
 - šroubované
 - pájené

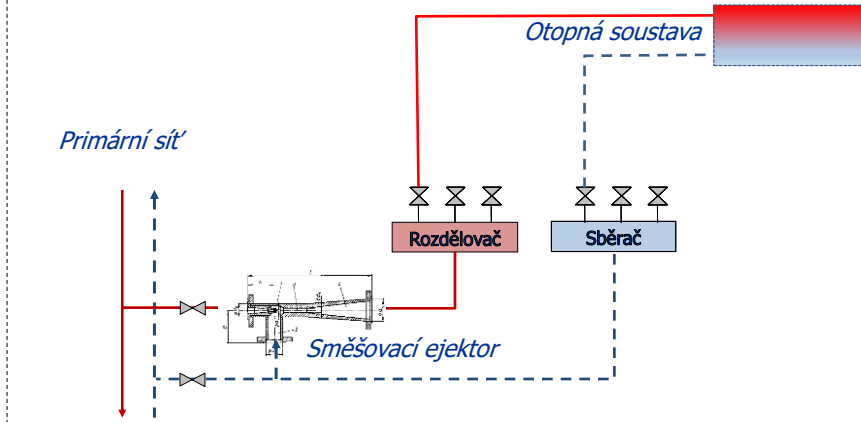


125TBA

175

Předávací stanice

- Tlakově závislá voda-voda

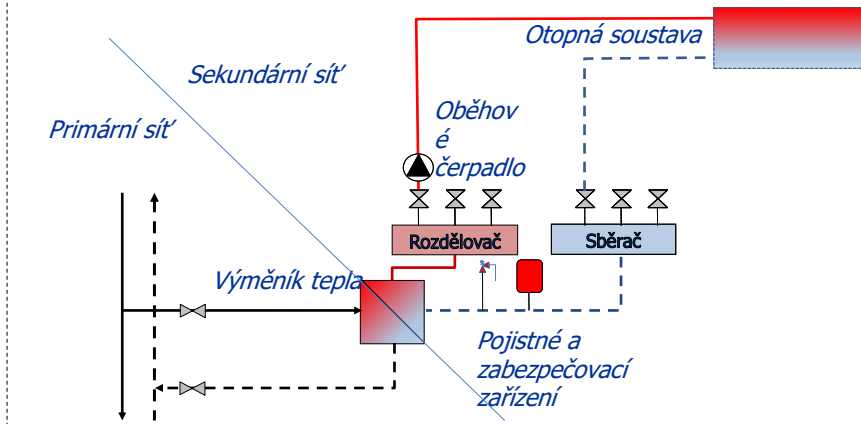


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

176

Předávací stanice

- Tlakově nezávislé voda-voda

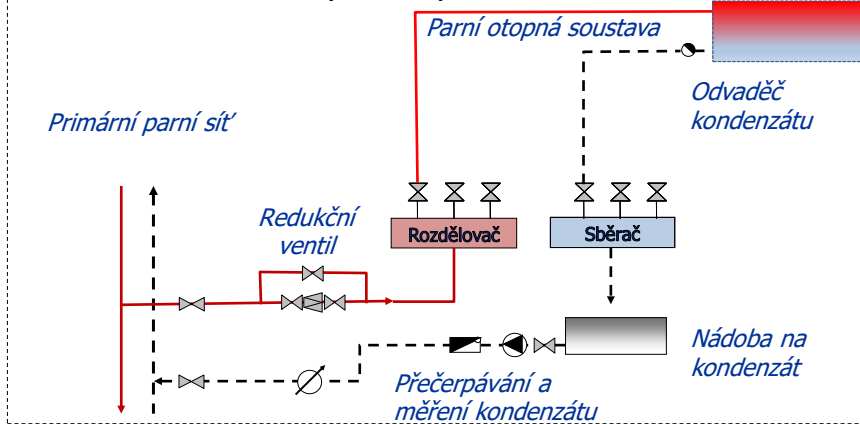


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

177

Předávací stanice

- Tlakově závislá pára - pára

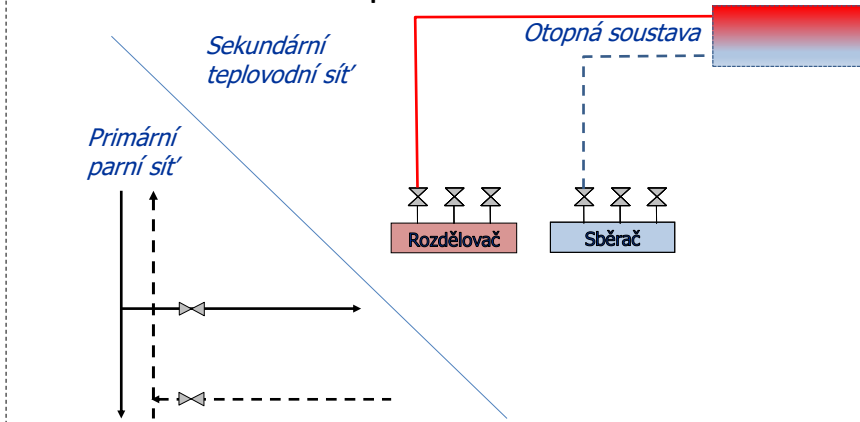


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

178

Předávací stanice

- Tlakově nezávislé pára-voda

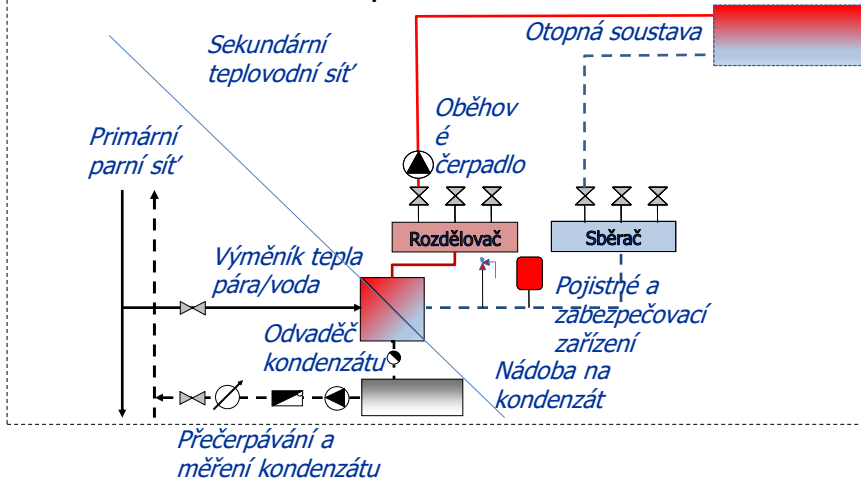


125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

179

Předávací stanice

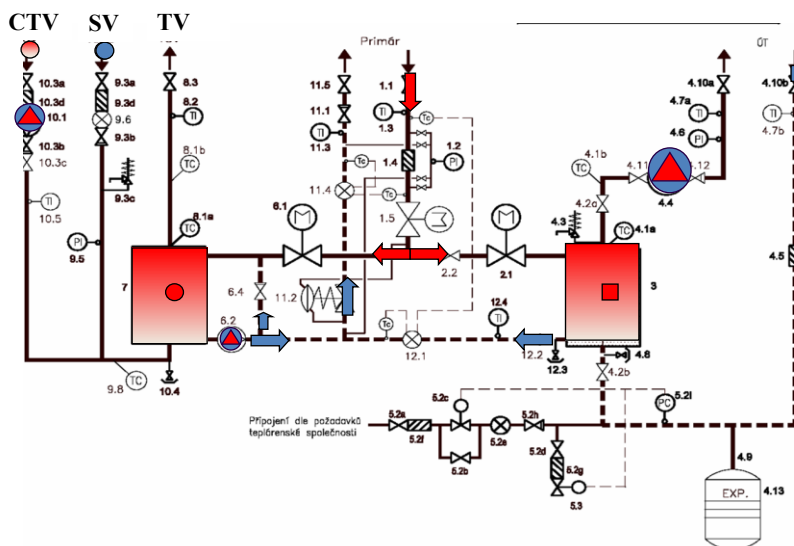
- Tlakově nezávislé pára-voda



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

180

Příklad zapojení předávací stanice



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

181

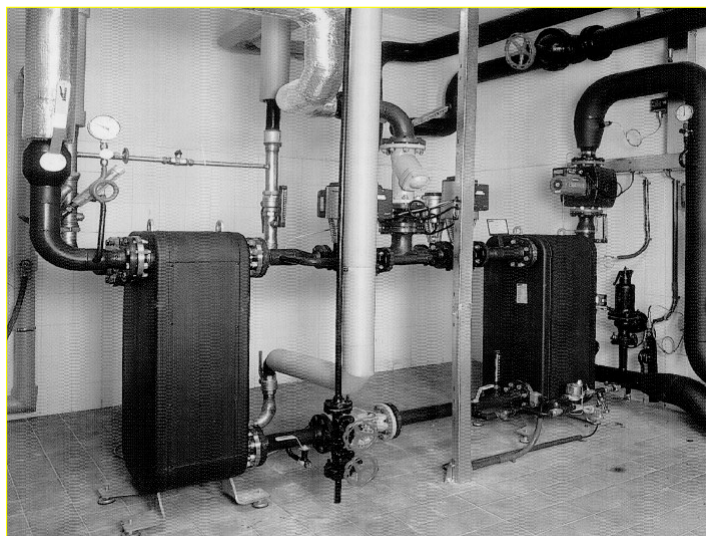
Výroba předávacích stanic



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

182

Příklad předávací stanice



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele

183



125TBA1_2425 - prof. Karel Kabele