

Přednáška 7

Příprava teplé vody

Zabezpečovací zařízení tepelných (otopných) soustav

Příprava teplé vody

Ohřev

- **přímý** (ohřev s přeměnou energie v zařízení ohříváče)
- **nepřímý** (ohřev s předáváním tepla z teponosné látky)
 - **ústřední** (centrální pro dům, okrsek)
 - **místní** (příprava pro vtokovou jednotku, koupelnu, byt ohříváčem v místě spotřeby)
- **jednoduchý** (jeden zdroj energie)
- **kombinovaný** (více zdrojů)
- **přednostní**
- **paralelní**
- **zásobníkový** (akumulační)
- **průtočný**
- **smíšený**

Stanovení potřeby teplé vody:

- z rozboru provozu
- z normových hodnot u typových objektů

Charakteristiky výtoků

Parametr	Značka	Jednotka	Baterie			
			Umývadlo	Dřez	Sprcha	Vana
Teplota na výtoku	t_4	°C	40	55-80 ¹⁾	40	40
Průtok vody o teplotě t_4 na výtoku	U_v	dm ³ /s	0,06	0,08	0,095	0,20
		m ³ /h	0,21	0,30	0,34	0,70
Přítok TUV 55°C do výtoku	U_o	dm ³ /s	0,04	0,08	0,065	0,13
		m ³ /h	0,14	0,30	0,23	0,47
Tepelný výkon přítoku TUV	q_v	kW	7,3	15,7-24,4	12,0	24,6

¹⁾ Pouze pro sterilizaci nádobí

Potřeba TUV o teplotě $t_3 = 55^\circ\text{C}$

Činnost	Doba dávky t_d sec	Objem dávky V_d dm^3	Teplo v dávce E_2 kWh
Mytí osob			
Umývadlo	50	2	0,10
Mytí rukou	260	10	0,52
Mytí těla			
Sprcha	400	25	1,32
Vana ($l=1600\text{mm}$)	300	40	2,10
	610	80	4,20
Objem TUV o teplotě 40°C připravený smíšením se studenou vodou je 1,5 násobný			

Potřeba TUV na osobu a den v bytovém objektu

Parametr	Jednotka	Baterie			
		umývadlo	dřez	sprcha	vana
Počet dávek n_d	-	3	0,8	1	0,3
Objem dávek V_d	m^3	0,03	0,002	0,025	0,025
Teplo v dávkách E_d	kWh	1,5	0,1	1,3	1,4
Součet objemu dávek V_{2p}	m^3	0,082			
Součet tepla v dávkách E_{2t}	kWh	4,3			

Zásobníkový ohřev teplé vody

V_{2P} potřeba TV v dané periodě (m³), viz. ZTI.

Teplo odebrané z ohříváče během jedné periody:

teplo odebrané + teplo ztracené

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2P} \cdot (\theta_2 - \theta_1) \quad (\text{kWh})$$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z \quad (\text{kWh})$$

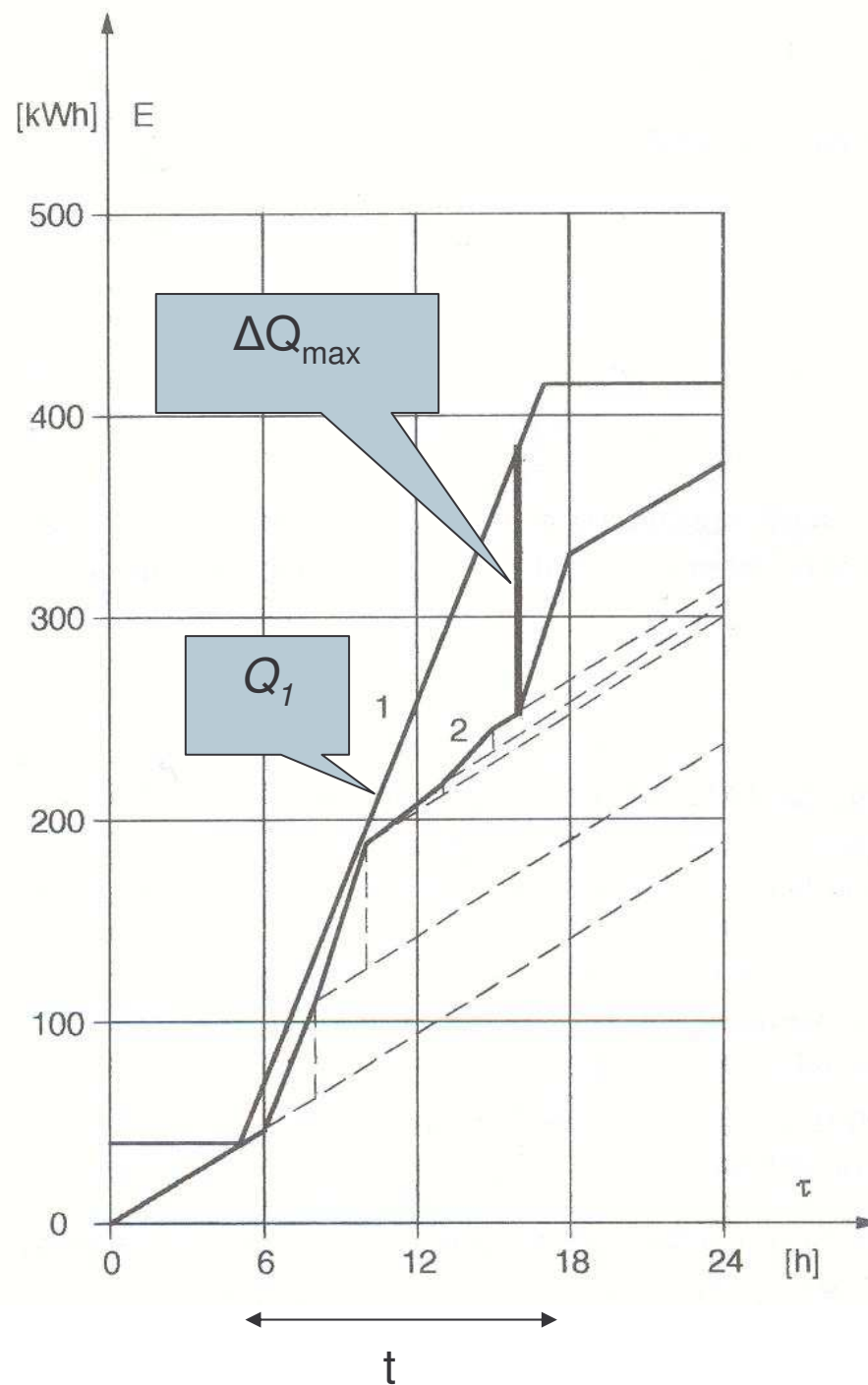
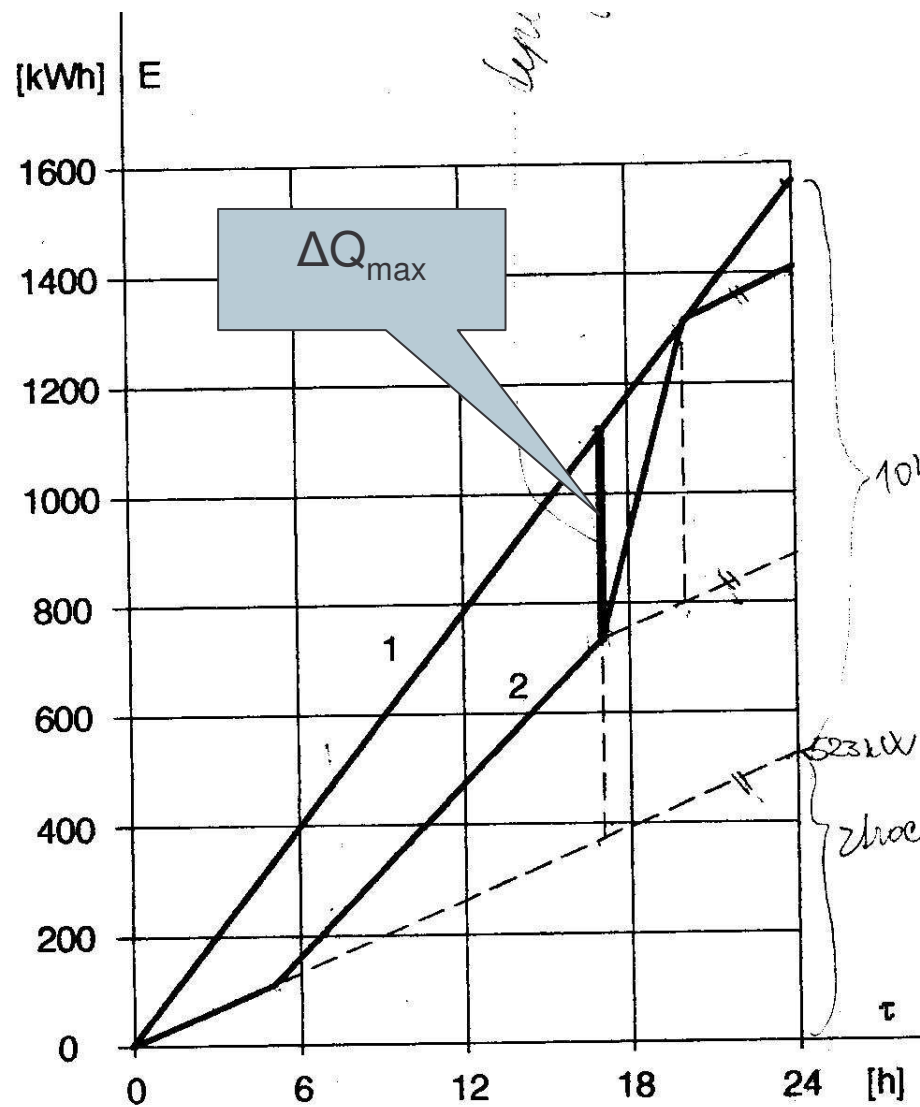
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

Rozdělení odběru během časové periody:

Např. BD	5 až 17 hod.	35%
	17 až 20 hod.	50%
	20 až 24 hod.	15%

Křivka dodávky a odběru tepla

Odběrové diagramy



Objem zásobníku:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 \cdot \Delta \theta)$$

Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev zásobníkem

$$Q_{1n} = (Q_1/t)_{\max} \quad (\text{kW})$$

kde

Q_1 je teplo dodané ohříváčem za čas t (zahrnuje i teplo ztracené při ohřevu a distribuci)

Potřebná teplosměnná plocha ohříváče

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) \quad (\text{m}^2) \quad \text{kde}$$

U je součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy (pro teplou vodu cca 420 W/m²K)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

T_1 teplota primáru (topné vody) na vstupu do výměníku

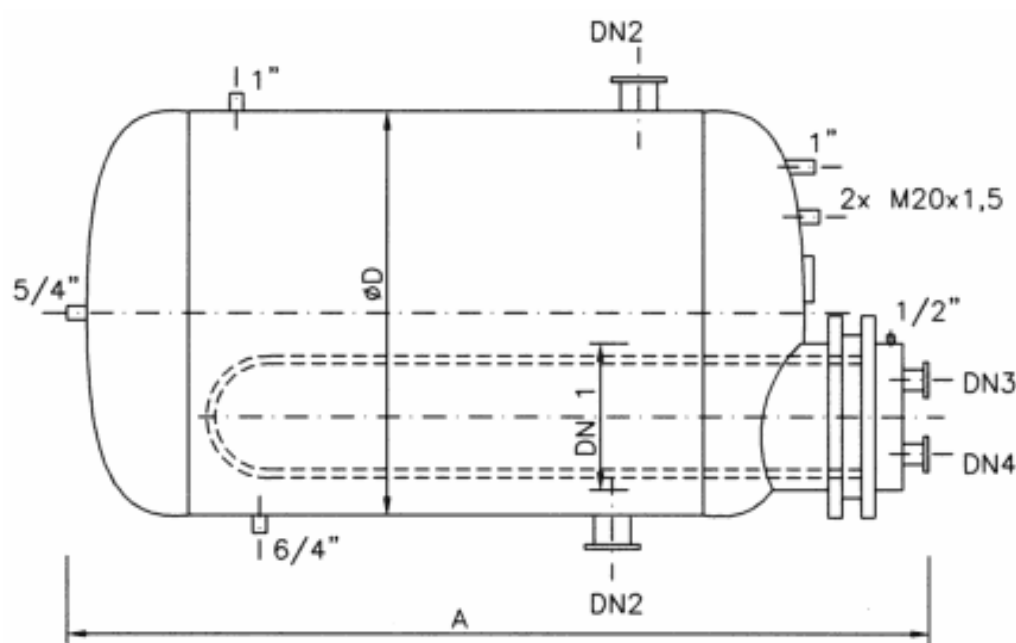
T_2 teplota primáru (topné vody) na výstupu z výměníku (°C)

t_1 teplota zahřívané látky (teplé vody) na vstupu do výměníku

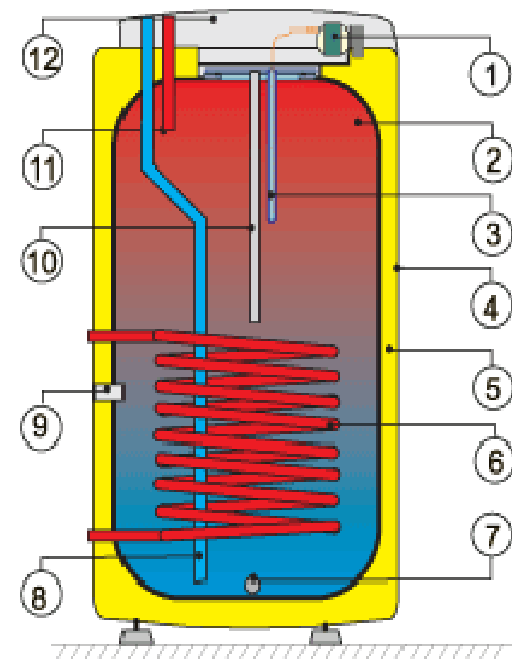
t_2 teplota zahřívané látky (teplé vody) na výstupu z výměníku (°C)

Zařízení pro nepřímý zásobníkový ohřev

Zásobníkový ohřívač vody ležatý (pro ohřev pára-voda, voda-voda)

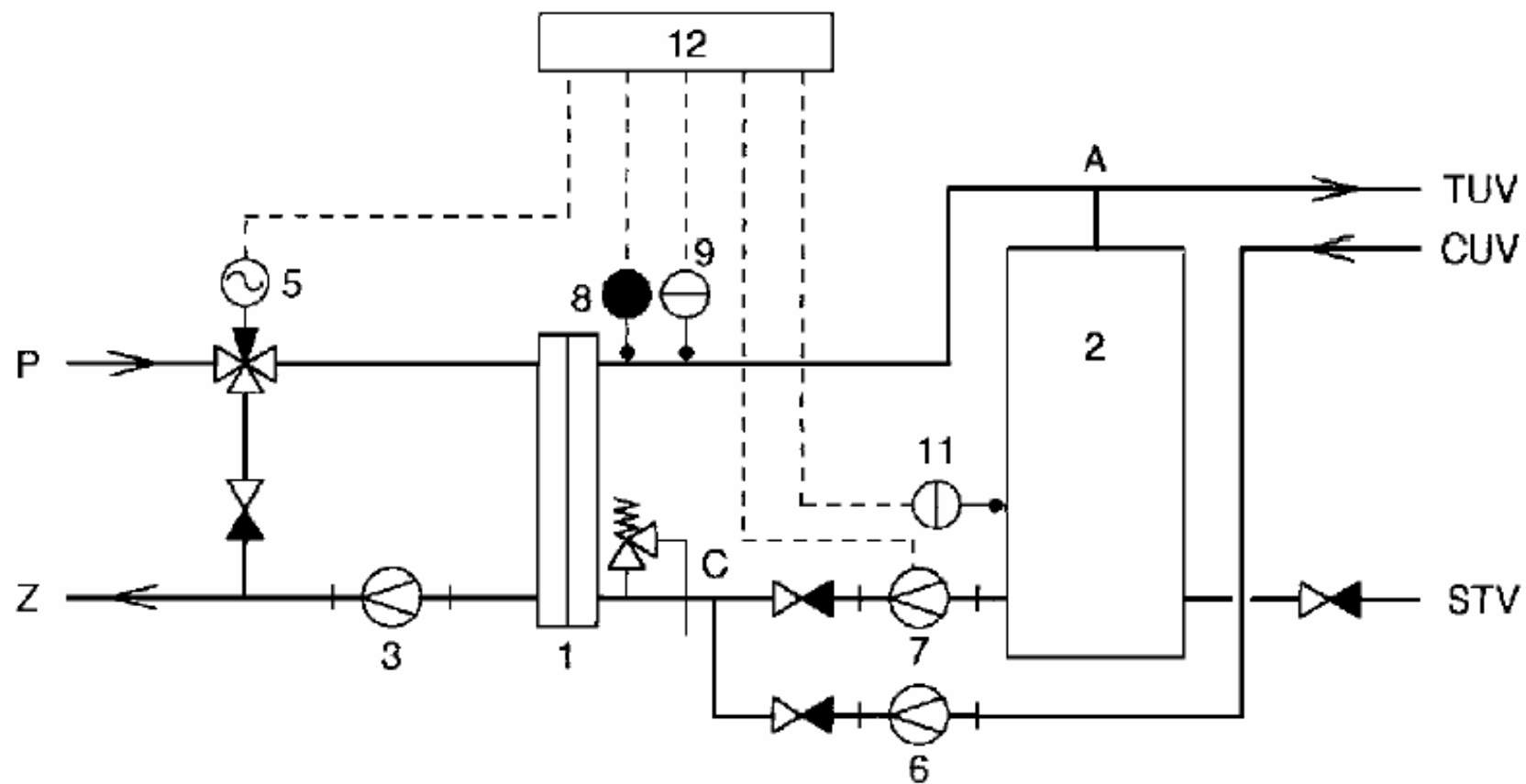


Stacionární nepřímotopný ohřívač voda-voda



- | | |
|----|--|
| 1 | Teploměr |
| | Provozní termostat s vnějším ovládáním |
| 2 | Ocelová smaltovaná nádoba |
| 3 | Jímka provozního a bezpečnostního termostatu |
| 4 | Plášť ohřívače |
| 5 | Polyuretanová bezfreonová izolace |
| 6 | Trubkový výměník |
| 7 | Vypouštěcí otvor |
| 8 | Napouštěcí trubka studené vody |
| 9 | Cirkulace |
| 10 | Mg anoda |
| 11 | Vypouštěcí trubka teplé vody |
| 12 | Kryt elektroinstalace |

Nepřímý zásobníkový ohřev s deskovým výměníkem a akumulacním zásobníkem teplé vody



Průtočný ohřev teplé vody

Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev průtočný

$$Q_{1n} = \Sigma (n_v \cdot q_v) \cdot s \quad (\text{kW})$$

kde

n_v počet výtokových zařízení

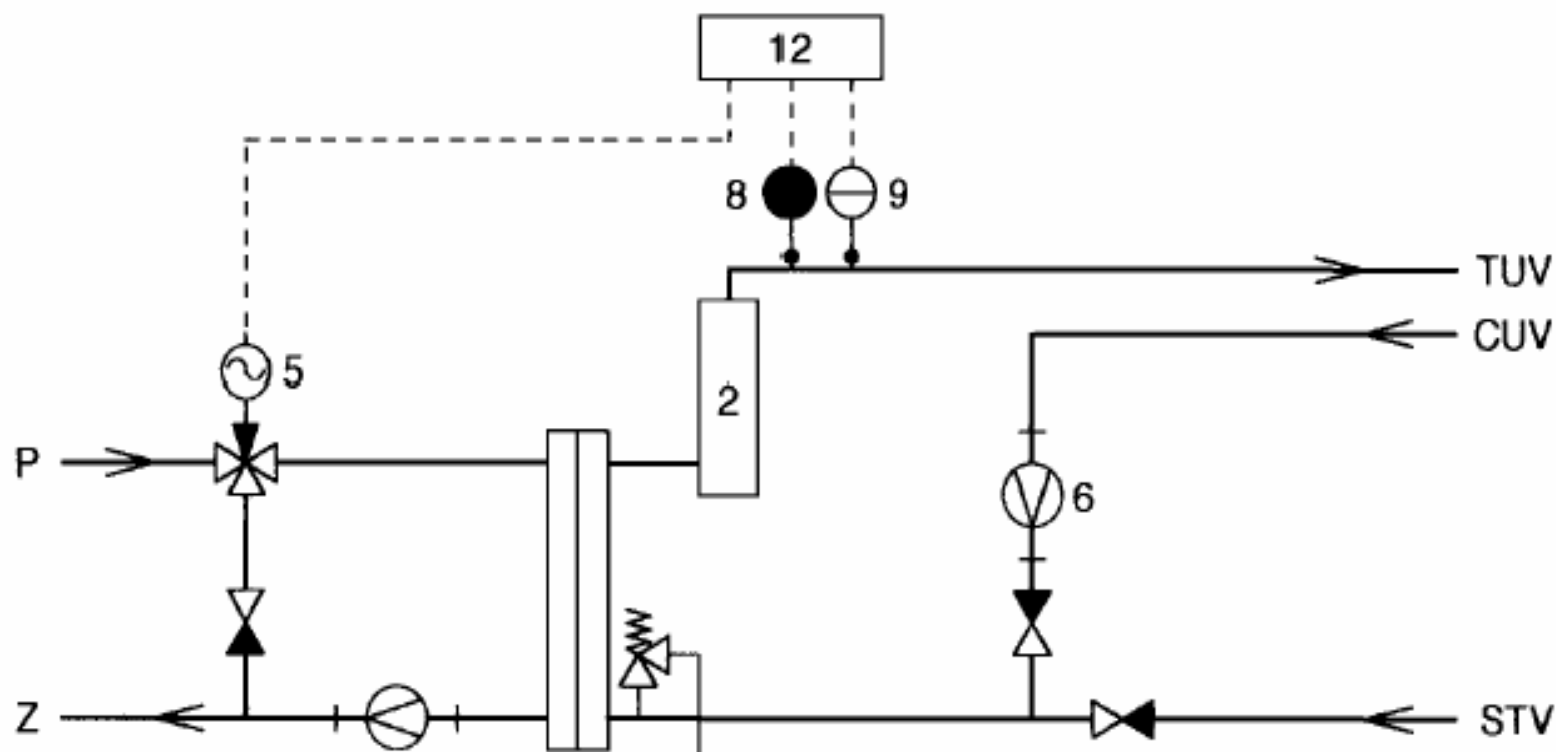
q_v tepelný výkon přítoku do výtokového zařízení

s součinitel současnosti

Pro **průtokový ohřev** vody jsou stanoveny tepelné výkony příkonu teplé vody podle charakteristik výtoků. K ohřátí studené vody průtokem na teplotu 40 °C je potřeba zařízení s výkonem:

- 7,3 kWh pro umývadlo
- 12 kWh pro sprchu
- 24,6 kWh pro vanu

*Nepřímý průtočný ohřev s deskovým výměníkem a vyrovnávacím zásobníkem.
Bude-li v obrázku vynecháno zařízení 2, bude se jednat o klasický průtokový ohřev.*



ve 2 – vyrovnávacím zásobníku bude docházet míchání teplé vody po výstupu z ohřívače s vodou akumulovanou a k potlačení okamžitých nejvyšších nebo nejnižších teplot. Velikost je na dobu 0,05h při jmenovitém průtoku teplé vody.

Zabezpečovací zařízení vodních OS

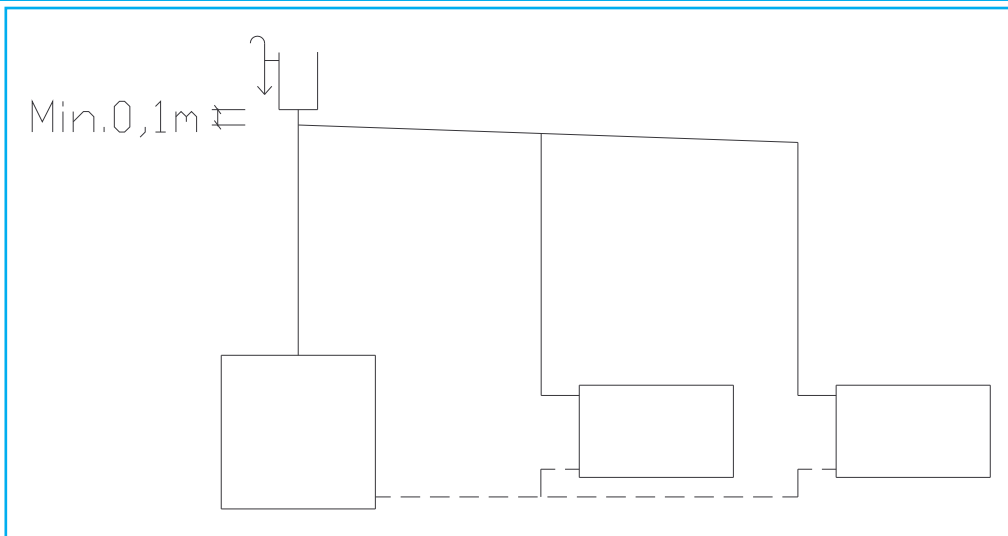
Zabezpečovací zařízení teplovodních soustav a zdrojů tvoří:

- Pojistná a expanzní zařízení
- Zařízení sloužící proti nadměrné teplotě
- Zařízení ochrany proti nedostatku vody

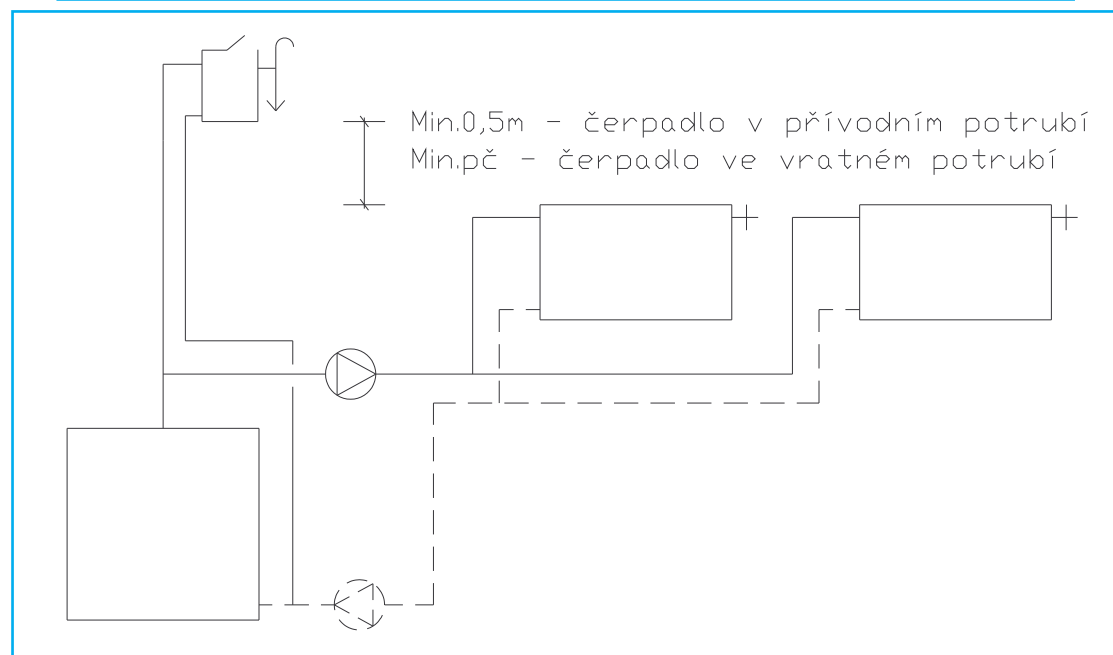
Pojistná a expanzní zařízení

Expanzní zařízení vodních otopných soustav umožňuje změny objemu obsažené vody vlivem tepelné objemové roztažnosti bez nedovoleného zvýšení tlaku a zbytečných ztrát otopné vody. Pojistné zařízení zabezpečuje soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku.

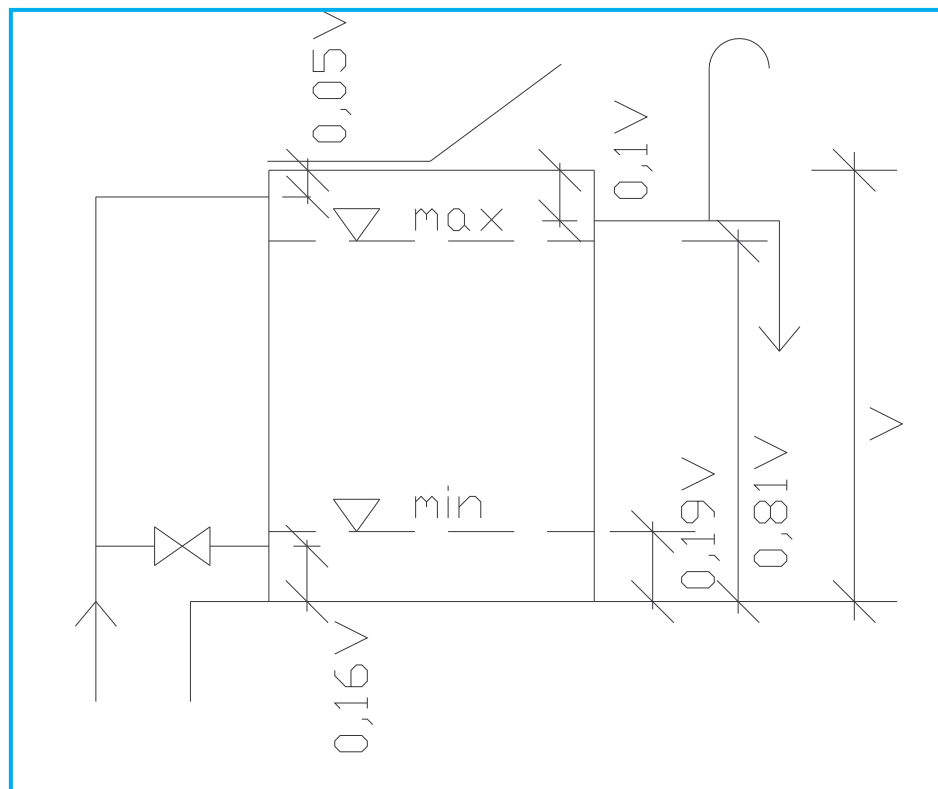
Pojistná a expanzní zařízení otevřených teplovodních soustav



Samotížná otopná soustava s otevřenou expanzní nádobou s připojením pouze přívodním pojistným potrubím, požadovaná hodnota převýšení (m)



Otopná soustava s nuceným oběhem vody a otevřenou expanzní nádobou s pojistným přívodním i vratným (expanzním) potrubím



Celkový objem otevřené expanzní nádoby se stanovuje ze vztahu

$$V = G \cdot \Delta v \cdot 1,6 \quad (\text{dm}^3)$$

G je hmotnost vody v otopné soustavě (kg)

Δv zvětšení měrného objemu vody při ohřátí z 10°C (předpokládaní teplota vody po naplnění soustavy) na maximální provozní teplotu.

Při maximální provozní teplotě 90 °C je zvětšení měrného objemu vody 0,0355 (dm³.K/kg.K).

Pojistná a expanzní zařízení uzavřených teplovodních soustav

Pojistným zařízením takovýchto soustav je pojistný ventil. Napojení je v takzvaném pojistném úseku.

Pro potřebu návrhu pojistného ventilu a pojistného potrubí se zdroje tepla klasifikují do skupin podle skupenství vody vystupující při přerušení odběru topné látky.

Skupina A je tvořena výměníky, ohřívači, směšovači a redukčním zařízením.

- | | | |
|-----|--|---------------|
| A 1 | teplota primární vody do 100°C | (voda/voda) |
| A2 | teplota primární vody nad 100°C, ale nepřekročí teplotu na mezi odparu | (voda/směs) |
| A3 | pára | (pára/pára) |

Skupina B zahrnuje kotle.

Stanovení velikosti pojistného ventilu u kotlů:

U kotlů se počítá s tím, že do pojistného ventilů vstupuje pára.

Průřez sedla pojistného ventilu S_o :

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v \cdot K)}$$

Q_p pojistný výkon (výkon zdroje tepla-kotle) v kW

α_v výtokový součinitel pojistného ventilu

K konstanta, závislá na stavu syté vodní páry při otevíracím přetlaku v kW/mm²

Přetlak syté páry	180 kPa	200 kPa	250 kPa	300 kPa
Konstanta syté páry	0,91	0,97	1,12	1,26

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$

Expanzní zařízení

Zdrojem přetlaku může být

- Hydrostatický tlak (u otevřených OS)
- Čerpadlo s přepouštěcí armaturou
- Přetlak plynového nebo vzduchového polštáře

Zařízení může plnit funkci pouze expanzní, může podle typu zajišťovat uvolňování a odstraňování vázaného kyslíku, doplňovat vodu do systému a upravovat vodu. V těchto případech se zařízení nazývá **víceúčelovým**.

Nejjednodušším expanzním zařízením je **tlaková expanzní nádoba s membránou či vakem**.

Expanzní objem

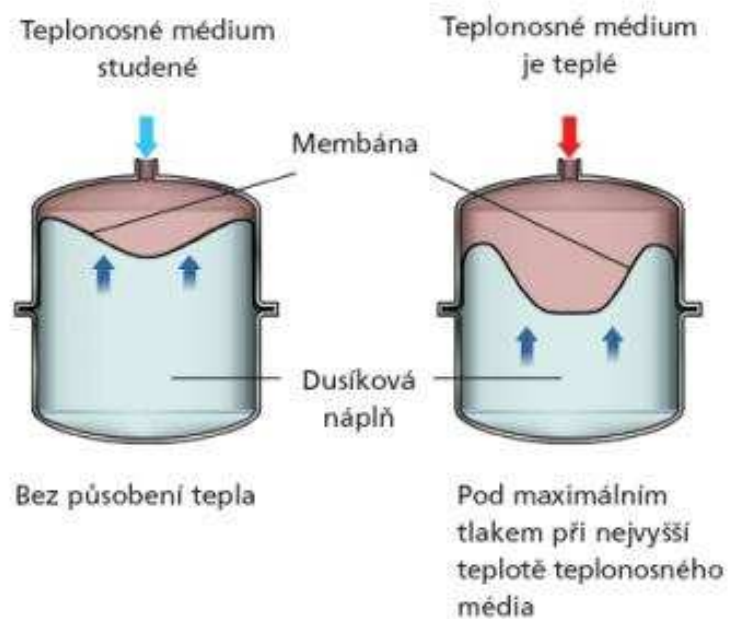
$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

V_o

je objem vody v otopné soustavě (m³)

n

součinitel zvětšení objemu vody při jejím ohřátí z 10°C na topnou teplotu



Celkový objem vody v soustavě se skládá z objemů obsažených ve zdroji tepla, potrubních rozvodech a otopných plochách, akumulčních nádobách.

Přibližný objem vody v otopné soustavě - bez AN

Druh otopné soustavy	Objem vody (l/kW)
S nuceným oběhem s rychlostí >0,6 m/s, plynový kotel s malým objemem, konvektory	4,0
S nuceným oběhem, plynový kotel a malým objemem, trubková otopná tělesa	6,0
S nuceným oběhem, plynový kotel, tělesa panelová	10,0
S nuceným oběhem, kotel litinový nebo ocelový, tělesa článková	12,0
Otopná soustava s přirozeným oběhem, kotel litinový nebo ocelový, tělesa článková	16,0
Podlahové vytápění s průměry potrubí do 20mm	20,0

Zvětšení objemu vody n pro $\Delta t_m = t_m - 10^\circ\text{C}$

Δt_m	40	60	70	80	90
N	0,012	0,023	0,0295	0,035	0,044

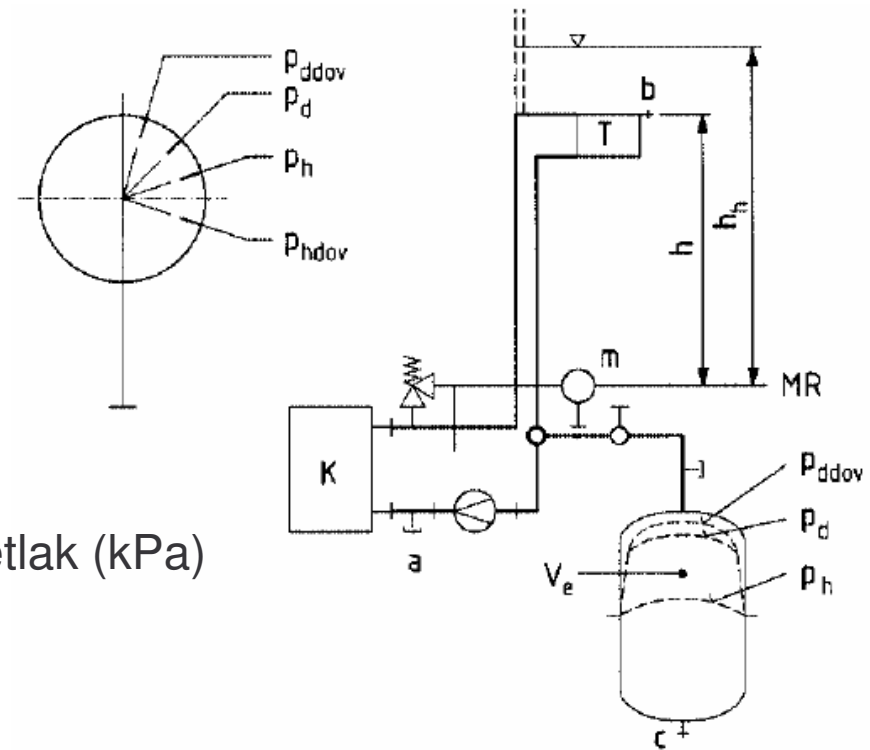
Objem expanzní nádoby s membránou či vakem

$$V_{ep} = \frac{V_e (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)}$$

p_{hp} předběžný nejvyšší provozní přetlak (kPa)

p_d nejnižší provozní přetlak (kPa)

p_h horní provozní přetlak (kPa)



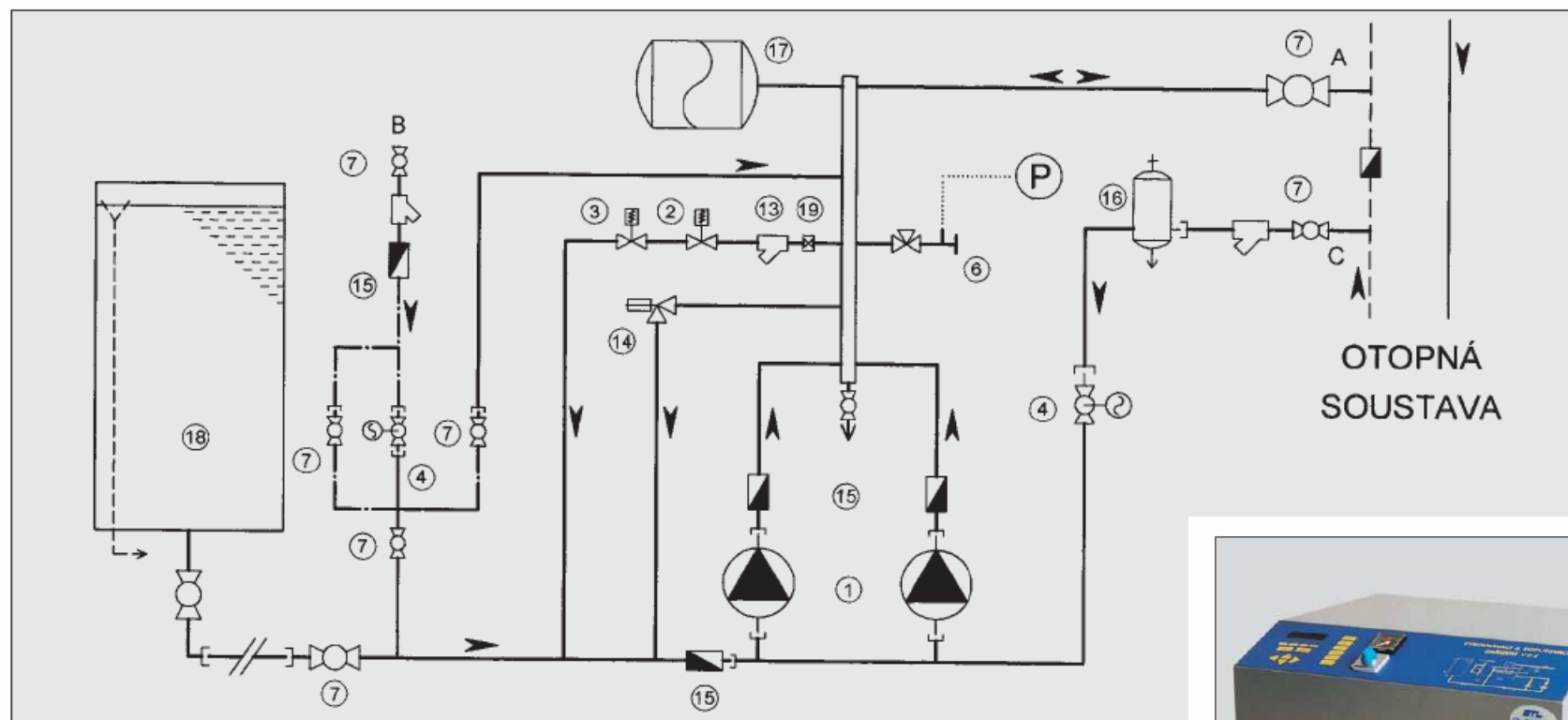
$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot (h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z)$$

Δp_z tlaková ztráta otopné soustavy mezi neutrálním a nejvyšším bodem ve směru proudění. V případě, že mezi neutrálním a nejvyšším bodem ve směru proudění není oběhové čerpadlo, tato tlaková ztráta se neuvažuje.

$$p_k \geq p_{hdov} = p_{ot} \geq p_h$$

$$p_d \geq p_{ddov}$$

Schéma zapojení do otopné soustavy VDZ s odplyněním



- 1 – doplňovací čerpadlo
- 2,3 – solenoidový ventil
- 17 – tl. EN
- 16 – odplyňovač
- 18 – záchytná nádrž
- 14 - PV

Víceúčelové doplňovací
zařízení



VDZ 205Hbaby