

4

VÝPOČTY KOTELNA  
JIRÁSKOVA 17

Jakub Doubrava

5/2019

# 1. VÝPOČET PŘÍPRAVY TV – ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV

## a. Potřeba TV za časovou periodu $V_{2p}$

Bytové domy:  $V_{2p} = 0,082 \text{ (m}^3\text{/osobu.den)} = 82 \text{ (l/osob.den)}$

$$V_{2p} = 0,082 \cdot 20 \text{ osob} = 1,64 \text{ m}^3$$

## b. Potřeba tepla odebraného z ohřivače $E_{2p}$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \text{ [Wh/den]}$$

$$E_{2p} = 85\,830 + 42\,915 = 128\,745 \text{ Wh/den}$$

Teoretické teplo pro ohřátí množství  $E_{2t}$

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \text{ [Wh/den]}$$

kde: c ... měrná tepelná kapacita vody (4182J/kg.K = 1,163Wh/kg.K)

$t_1$  ... teplota studené vody (10°C)

$t_2$  ... teplota teplé vody (55°C)

$\rho$  ... hustota vody (1000kg/m<sup>3</sup>)

$$E_{2t} = 1,64 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 85\,830 \text{ Wh/den}$$

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z \text{ [Wh/den]}$$

kde: z ... ztráta tepla při ohřevu = 0,5

$$E_{2z} = 85\,830 \cdot 0,5 = 42\,915 \text{ Wh/den}$$

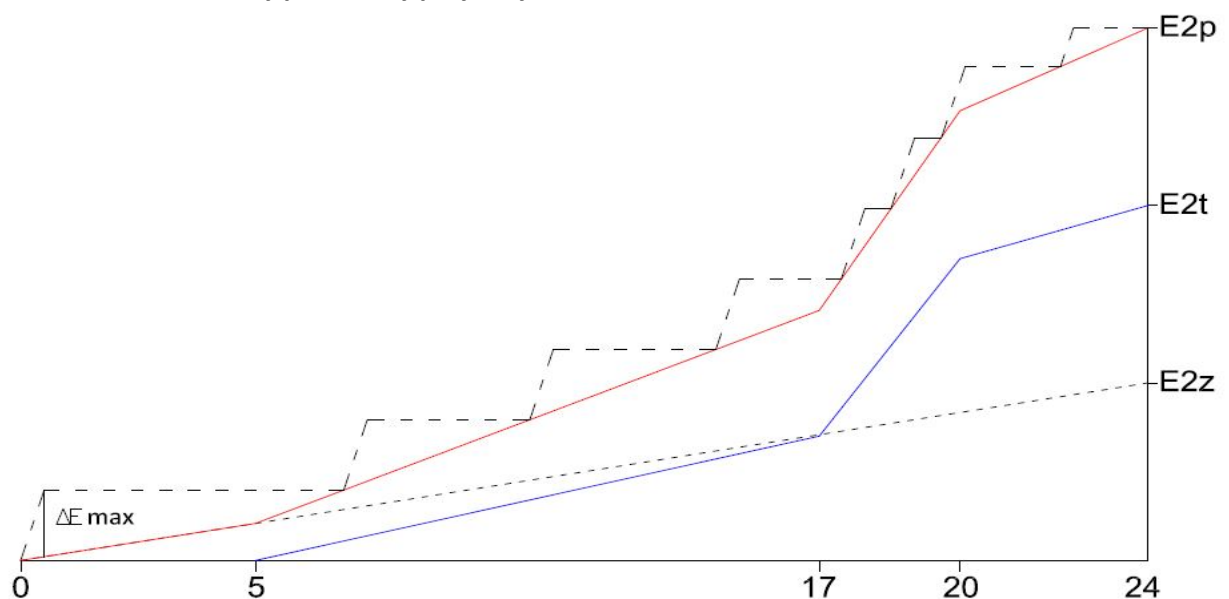
## c. Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_3)} \text{ [m}^3\text{]}$$

kde:  $\Delta E_{max}$  ... odečteno z grafu [Wh]- 16106 Wh

$$V_z = \frac{16106}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,308 \text{ m}^3$$

**Zásobník ohřívám vždy půl hodiny plným výkonem kotle.**



### 1. Křivka pro $E_{2t}$

0h-5h	...	0%	$E_{2t}$	0	Wh
5h-17h	...	35%	$E_{2t}$	30 040	Wh
17h-20h	...	50%	$E_{2t}$	42 915	Wh
20h-0h	...	15%	$E_{2t}$	12 875	Wh

### 2. Křivka $E_{2z}$

### 3. Součet $E_{2t} + E_{2z}$

**Navrhuj nepřímotopný ohřivač VAILLANT VIH R 400/3 BR (398 l, 900/1502 š/v)**

## 2. TEPELNÁ ROČNÍ BILANCE

### a. Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody podle platných norem

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d) \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_{TV,d}$  ... denní potřeba tepla na přípravu TV =  $E_{zp}$  [Wh]

$d$  ... počet dnů za rok s teplotou < 13°C, tj. počet dní ot.období – viz tab.

0,8 ... součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě

$t_{svl}$  ... teplota studené vody v létě (15°C)

$t_{svz}$  ... teplota studené vody v zimě (5-10°C)

$N$  ... počet pracovních dní soustavy v roce (350-365)

$$Q_{TV,r} = 128\,745 \cdot 254 + 0,8 \cdot 128\,745 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 10} \cdot (365 - 254)$$

$Q_{TV,r} = 42\,863\,502 \text{ Wh} = 42,864 \text{ MWh}$  - příliš vysoká a nereálná hodnota

### b. Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody při uvažované spotřebě 50 l/osobu, den

$$Q_{TV,r} = 78\,503 \cdot 254 + 0,8 \cdot 78\,503 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 10} \cdot (365 - 254)$$

$$Q_{TV,r} = 26,1 \text{ MWh}$$

### c. Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \epsilon \cdot D}{t_{is} - t_e} \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_c$  ... tepeplná ztráta objektu [W]

$t_{is}$  ... průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C] – pro bytové domy uvažujeme 18-20°C

$t_e$  ... vnější výpočtová teplota [°C] – dle oblasti (např. -12°C)

$D$  ... počet denostupňů [K.den]

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \cdot d \text{ [K.den]}$$

kde:  $t_{i,s}$  ... průměrná vnitřní teplota v budově [°C]

$t_{e,s}$  ... průměrná venkovní tep. v otopném období [°C]

$d$  ... počet dnů za rok s teplotou <13°C

$$D = (20 - 3,8) \cdot 254 = 4115 \text{ K.den}$$

$\epsilon$  ... opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infiltrací [-] (0,7-0,8)

$$\epsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_0 \cdot \eta_r} \text{ [-]}$$

kde:  $e_i$  ... nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem (0,8-0,9)

$e_t$  ... snížení teploty v místnosti během dne respektive v noci (0,8-1,0)

$e_d$  ... zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu (BD 1,0)

$\eta_0$  ... účinnosti obsluhy resp. možnosti regulace soustavy (1,0 – kotelna na plyn)

$\eta_r$  ... účinnost rozvodu vytápění (0,95-0,98 podle provedení)

$$\epsilon = \frac{0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0}{1,0 \cdot 0,95} = 0,76$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot 31\,245 \cdot 0,76 \cdot 4082}{20 - (-15)} = 66\,467\,649 \text{ Wh/rok} = 67,468 \text{ MWh/rok}$$

### d. Celková roční potřeba tepla

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r} \text{ [Wh/rok]}$$

kde:  $Q_r$  ... celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody [Wh/rok]

$Q_{VYT,r}$  ... roční potřeba tepla na vytápění [Wh/rok]

$Q_{TV,r}$  ... roční potřeba tepla na ohřev teplé vody [Wh/rok]

$$Q_r = 66,5 + 26,1 = 92,6 \text{ MWh/rok}$$

e. Roční potřeba plynu

$$B_R = \frac{Q_r \cdot 3600}{\eta \cdot H} \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

kde:  $Q_r$  ... roční potřeba tepla celkem (VYT+TV) [Wh/časový úsek]tj. [Wh/rok]

$\eta$  ... roční účinnost zařízení  $\eta = 0,92$

$H$  ... výhřevnost paliva  $H_{zp} = 34 \text{ [MJ/m}^3\text{]}$

$$B_R = \frac{92,6 \cdot 3600}{0,92 \cdot 34} = 10657 \text{ m}^3\text{/rok}$$

f. Roční náklady na vytápění a přípravu TV

Náklady se liší podle zdroje tepla, viz. Podrobný výpočet

- tepelné čerpadlo země-voda: 94 000,-

- tepelné čerpadlo země-voda: 103 000,-

- plynový kotel: 134 000

- teplovodní výměník: 198 000,-

3. VÝPOČET VÝKONU A POČET KOTLŮ PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ

Návrh výkonu plynových kotlů provádíme na tzv. přípojnou hodnotu, tj. tu vyšší z hodnot  $Q_{PRIP}$ .

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT,h} + 0,7 \cdot Q_{VET,h} + Q_{TV,h} \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT,h} + Q_{VET,h} \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2}) \text{ [W]}$$

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot 31 + 0 + 5,36 = 27,06 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,2} = 31 + 0 = 31 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max(27,06; 31) = 31 \text{ kW}$$

a. Výkon potřebný na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_c \text{ [W]}$$

kde:  $Q_{VYT,h}$  ... hodinový potřeba tepla na vytápění [Wh/h ... W]

$Q_c$  ... tepelná ztráta objektu [W] viz zadávací list

$$Q_{VYT,h} = 31 \text{ kW}$$

b. Výkon potřebný pro přípravu teplé vody (pro kontinuální ohřev)

$$Q_{TV,h} = \frac{E_{2p}}{24} \text{ [W]}$$

kde:  $E_{2p}$  ... potřeba tepla odebraného z ohříváče [Wh]

$$Q_{TV,h} = \frac{128,745}{24} = 5,36 \text{ kW}$$

4. VĚTRÁNÍ KOTELNY PŘI VÝBĚRU PLYNOVÉHO KOTLE A ODVOD SPALIN

Pro přívod vzduchu a odvod spalin je dle požadavků výrobce kotle koaxiální potrubí o průměru 80/125mm a maximální délce 23m.

5. EXPANZNÍ NÁDOBA

Objem soustavy 470l, Termohydraulický rozdělovač 20l, nepřímotopný ohřivač 10,9l  
 Nastavení pojistného ventilu 2,5 bar a výchozí tlak 1,5 bar  
 Návrh pomocí programu na tzb info. Min objem- 32,2l  
 NAVRHUJI EXPANZNÍ NÁDOBU **Regulus HS035-** 35l

## Tlaková expanzní nádoba

**Interaktivní návrh/výpočet tlakové expanzní nádoby. Tlaková expanzní nádoba se navrhuje v závislosti na výkonu zdroje tepla, maximální teplotě otopné vody, součiniteli zvětšení objemu, výšce nejvyššího bodu otopné soustavy, nejnižším a nejvyšším pracovním přetlaku soustavy a na vodním objemu otopné soustavy.**

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon	$Q_p =$	<input type="text" value="31"/>	kW	Součinitel zvětšení objemu $n =$	<input type="text" value="0.0141"/>	???
Maximální teplota otopné vody	$t_{max} =$	<input type="text" value="55"/>	°C	při ( $t_{max} - 10$ °C)		

**Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy**

	Konstrukční přetlak $p_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$
Čerpadlo	300 kPa	1.0 m
Kotel	400 kPa	-1.5 m
Otopné těleso	400 kPa	2.0 m
Jiné zařízení	300 kPa	-1.0 m

Konstrukční přetlak soustavy (v MR)  $p_k =$   kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy	$h =$	<input type="text" value="12"/>	m	???	Nejnižší přetlak soustavy $p_{d,dov} =$	<input type="text" value="129"/>	kPa	???
Nejnižší pracovní přetlak soustavy	$p_d =$	<input type="text" value="150"/>	kPa	???	$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$	VYHOVUJE		
Nejvyšší pracovní přetlak soustavy	$p_{h,dov} =$	<input type="text" value="250"/>	kPa	???	$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$	VYHOVUJE		

<b>Vodní objem otopné soustavy</b>		
Kotel	$V_k =$	<input type="text" value="20"/> l
Potrubí	$V_p =$	<input type="text" value="470"/> l
Otopná tělesa	$V_{OT} =$	<input type="text" value="0"/> l
Ostatní zařízení	$V_{ost} =$	<input type="text" value="10.9"/> l
	$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} =$	<input type="text" value="501"/> l

<b>Výsledky</b>	
Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby	$V_{et} =$ <input type="text" value="32.2"/> l
Vnitřní průměr pojistného potrubí	$d_v =$ <input type="text" value="13.34"/> mm

PV - pojistný ventil

MR - manometrická rovina; rovina, ke které se vztahují přetlaky v otopné soustavě (většinou ve výšce 1.5 m nad podlahou)

NB - neutrální bod; místo napojení expanzního zařízení (expanzní nádoby)

B - nejvyšší bod soustavy - nejvyšší místo otopné soustavy

Recenzent: Ing. Jiří Bašta Ph.D. - ČVUT, fakulta strojní

Autor výpočtové pomůcky: Ing. Zdeněk Reinberk