



Oborový projekt II.

Koncepční návrh vytápění RD

2. Návrh otopných ploch, zdroje tepla

Roman Vavříčka

Roman.Vavricka@fs.cvut.cz



DRUHY OTOPNÝCH PLOCH

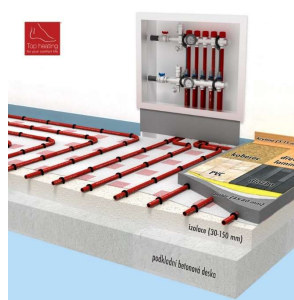
Trubková otopná tělesa



Desková otopná tělesa



Podlahové vytápění



Konvektory



Člávková
otopná
tělesa



Oborový projekt II.

2



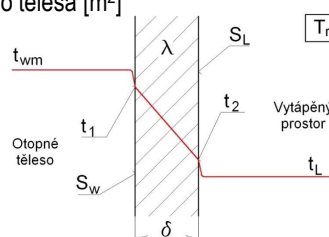
TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

$$Q_{N,OT} = m_w \cdot c \cdot (t_{w1} - t_{w2}) = k \cdot S_L \cdot (t_{wm} - t_L)$$

m_w	hmotnostní průtok otopné vody [kg/s]
c	měrná tepelná kapacita vody [J/kg·K] ($c \approx 4187$ J/kg·K)
t_{w1}	teplota vody na vstupu do otopného tělesa [°C]
t_{w2}	teplota vody na výstupu z otopného tělesa [°C]
k	součinitel prostupu tepla otopného tělesa [W/m ² ·K]
S_L	teplosměnná plocha na straně vzduchu otopného tělesa [m ²]
t_{wm}	střední povrchová teplota otopného tělesa [°C]
t_L	teplota vzduchu vytápěného prostoru [°C]

$$t_{wm} \approx \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2}$$

Jmenovitý teplotní spád !!!
75/65/20 °C



Oborový projekt II.

3



TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

Omezující vlivy tepelného výkonu otopných těles

$$Q_{sk,OT} = Q_{N,OT} \cdot f_{\Delta t} \cdot f_{\delta t} (f_m) \cdot f_x \cdot f_o \cdot f_n \cdot f_p$$

Opravné součinitele:

na teplotní rozdíl (t_{w1} , t_{w2} , t_l)	$\Rightarrow f_{\Delta t}$
na ochlazení vody (změna hmotnostního průtoku)	$\Rightarrow f_{\delta t}$
na připojení tělesa na otopnou soustavu	$\Rightarrow f_x$
na úpravu okolí tělesa (zákryt, parapet, atd.)	$\Rightarrow f_o$
na počet článků tělesa	$\Rightarrow f_n$
na umístění tělesa ve vytápěném prostoru	$\Rightarrow f_p$



Oborový projekt II.

4



TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

Opravný součinitel na teplotní rozdíl - $f_{\Delta t}$

Jmenovité teplotní podmínky $\Rightarrow t_{w1N} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{w2N} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\frac{Q_{sk,OT}}{Q_{N,OT}} = \frac{k \cdot S_L \cdot (t_{wm} - t_i)}{k_N \cdot S_{LN} \cdot (t_{wmN} - t_{iN})} \approx \left[\frac{t_{wm} - t_i}{t_{wmN} - t_{iN}} \right]^n = \left[\frac{(\Delta t)_{sk}}{(\Delta t)_N} \right]^n$$

Teplotní podílový součinitel c [-]

$$c = \frac{t_{w2} - t_i}{t_{w1} - t_i}$$
$$c \geq 0,7 \Rightarrow \Delta t = \frac{t_{w1} + t_{w2} - t_i}{2}$$

$$c < 0,7 \Rightarrow \Delta t_{\ln} = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\ln \frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i}}$$



ÚSTAV
TECHNICKÝ
KRESLENÍ

Oborový projekt II.

5



TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

Opravný součinitel na teplotní rozdíl - $f_{\Delta t}$

Příklad 1:

Otopné těleso má pokrýt tepelnou ztrátu $Q_c = 2500 \text{ W}$. Otopné těleso bude provozováno při teplotním spádu $60/50/20 \text{ }^\circ\text{C}$. V katalogu výrobce hledíme otopné těleso podle jmenovitých teplotních podmínek. Teplotní exponent otopného tělesa uvažujeme $n = 1,32$.

Řešení:

$$c = \frac{t_{w2} - t_i}{t_{w1} - t_i} = \dots\dots \quad f_{\Delta t} = \left(\frac{(\Delta t)_{sk}}{(\Delta t)_N} \right)^n = \dots\dots$$

$$Q_{sk,OT} = Q_{N,OT} \cdot f_{\Delta t} \Rightarrow Q_{N,OT} = \frac{Q_{sk,OT}}{f_{\Delta t}} \quad Q_{N,OT} = \frac{2500}{\dots\dots} = \dots\dots \text{ W}$$



ÚSTAV
TECHNICKÝ
KRESLENÍ

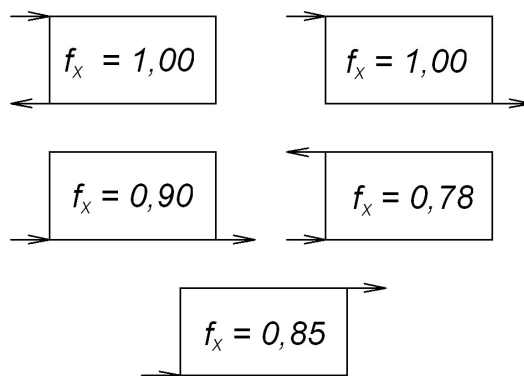
Oborový projekt II.

6



TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

Opravný součinitel na připojení tělesa - f_x



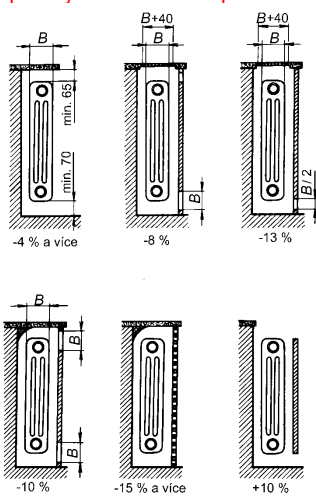
Oborový projekt II.

7



TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH PLOCH

Opravný součinitel na úpravu okolí tělesa - f_p

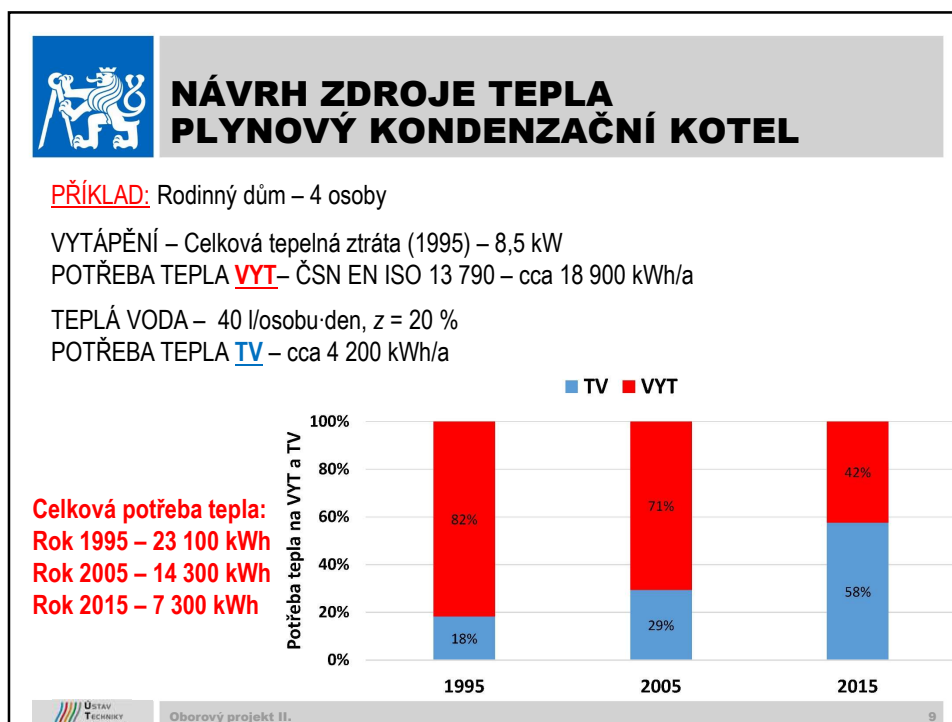


OPRAVNÝ SOUČINITEL f_p		
$f_p = 1,00$	$f_p = 0,95$	$f_p = 0,90$



Oborový projekt II.

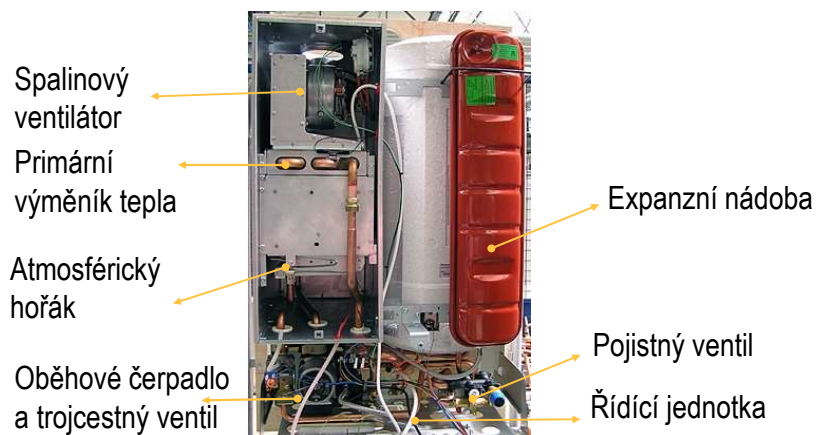
8





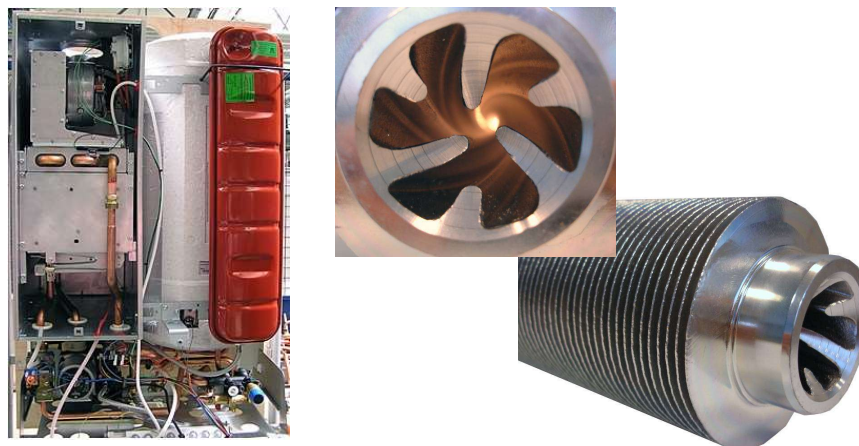
NÁVRH ZDROJE TEPLA PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL

Výstroj zdroje tepla - kotle



NÁVRH ZDROJE TEPLA PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL

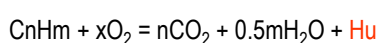
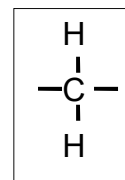
Výstroj zdroje tepla - kotle





NÁVRH ZDROJE TEPLA PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL

Druh paliva	Výhřevnost paliva	Spalné teplo („celková výhřevnost“)	Maximální emise CO ₂ (kg/kWh)	
	Hu	Ho	Hu	Ho
Uhlí	8.14 kWh/kg	8.41 kWh/kg	0.350	0.339
Koks	7.50 kWh/kg	7.53 kWh/kg	0.420	0.418
Hnědé uhlí - surové	2.68 kWh/kg	3.20 kWh/kg	0.410	0.343
Hnědé uhlí - brikety	5.35 kWh/kg	5.75 kWh/kg	0.380	0.354
Lehký topný olej EL	10.08 kWh/l	10.57 kWh/l	0.312	0.298
Těžký topný olej S	10.61 kWh/l	11.27 kWh/l	0.290	0.273
Zemní plyn L	8.87 kWh/m ³	9.76 kWh/m ³	0.200	0.182
Zemní plyn H	10.42 kWh/m ³	11.42 kWh/m ³	0.200	0.182
Svítilplyn	4.48 kWh/m ³	5.00 kWh/m ³	0.200	0.179



Teplo vzniklé při spalování = Výhřevnost Hu

Při spalovacím procesu vzniká vždy CO₂ a voda (ve spalinách)



Hc = teplo obsažené ve spalinách

Ho = celková výhřevnost paliva

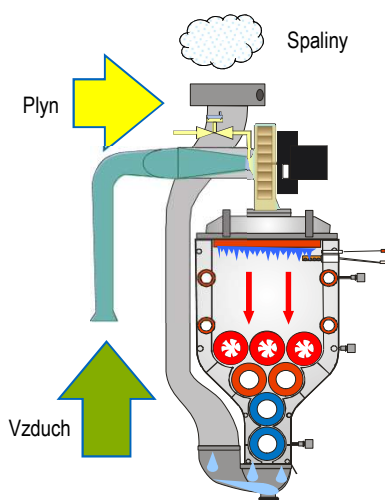


Oborový projekt II.

13



NÁVRH ZDROJE TEPLA PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL



Princip využití latentního tepla ve spalinách

Při dokonalém spalování z 1 m³ ZP zkondenzuje cca 1,36 kg vlhkosti.

Rozhodující faktory vzniklého množství kondenzátu:

- ✓ teplota spalin t_{es}
- ✓ součinitel přebytku vzduchu λ



Oborový projekt II.

14



