

# Vliv teploty media při vytápění závěsnými sálavými panely

28.6.2010 | Ing. Miroslav Kotrbatý | RECENZOVANÝ

**Sálavé vytápění velkoprostorových objektů závěsnými panely s otopným médiem teplá nebo horká voda se již trvale zakotvilo do podvědomí topenářské veřejnosti. Aby tato otopná soustava byla co nejehospodárnější, je zapotřebí zabývat se každým detailem návrhu, a to jak z hlediska stavebního řešení objektu, tak vlivu technologického procesu a hlavně pak samotným technickým řešením soustavy.**

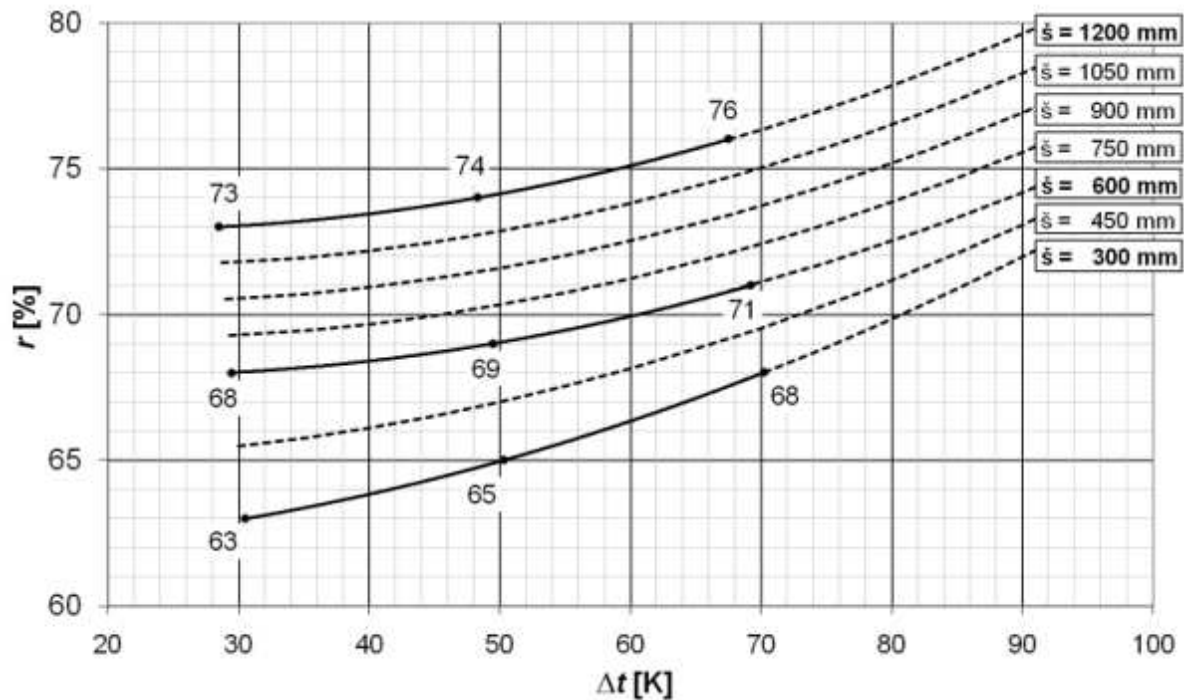
## 1.0 Úvod

Základní aspekty návrhu byly zveřejněny v publikaci: „Hospodaření teplem v průmyslu“. V současné době po dohodě s redakcí TZB-info.cz jsou průběžně publikována další technická řešení, která mohou pozitivně ovlivňovat ekonomii přípravy mikroklimatu v objektu. Projektant by se měl v maximální míře ztotožnit s principy sálavého vytápění a využívat je ve prospěch efektivity soustav zásobování teplem. Tento požadavek vychází z poznatků získaných při konzultacích, kdy mnohé dotazy vycházejí ze znalosti principů vytápění malých místností nebo teplovzdušného vytápění velkoprostorových objektů.

První články rozšiřující poznatky uvedené ve shora zmíněné publikaci a byly rovněž zveřejněny na portálu TZB-info.cz : [Inteligentní průmyslové haly - část 1](#) (21. 12. 2009), [Inteligentní průmyslové haly - část 2](#) (9. 2. 2010), případně ve zmíněné publikaci.

## 2.0 Teplota teplotnosné látky

V současné době jsou v topenářské technice prosazovány kondenzační kotle, kdy se pracuje s nízkými teplotami media. Mnohdy přicházejí projektanti s variantou připojit i závěsné sálavé panely na takový zdroj tepla. Proto je na místě porovnat, jak ovlivní teplota media pořizovací náklady a sálavý podíl dodávky tepla do vytápěného prostoru. Sálavá složka se mění jak teplotou media, tak i šířkou panelu. (obr. 1)



Obr. 1 Závislost sálavého podílu  $r$  [%] na návrhovém teplotním rozdílu teplot a šířce sálavých panelů

Pro porovnání byla vzata v úvahu hala o rozměrech 72 m x 36 m x 7,2 m (objem = 18 662 m<sup>3</sup> resp. plocha A = 2 592 m<sup>2</sup>). Jedná se o dvoulodní halu délky 72 m a šířky 2 x 18 m = 36 m, výška pod střešní plášť H = 7,2 m. V každé lodi se uvažuje se sálavými pásy délky L = 4 x 69 m = 276 m. Po pozorování byly sestaveny tabulky s použitím čtyř teplotních rozdílů media: 70 / 50 °C, 90 / 70 °C, 110 / 70 °C a 130 / 70 °C. Potřebné hodnoty pro porovnání byly zařazeny do tabulek 1 až 4.

$\Delta t 70 / 50 \text{ } ^\circ\text{C}$			72 m x 36 m x 7,2 m			O = 18 662 m <sup>3</sup>		A = 2592 m <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{\text{vvt}}$	$Q_{\text{v\acute{e}t}}$	$M_{\text{v\acute{e}t}}$	$n$	$Q \frac{\text{rek}}{\text{vetr}}$	$Q \frac{\text{sp}}{\text{vetr}}$	$Q \frac{\text{max}}{\text{celk}}$	$Q \frac{\text{rek}}{\text{celk}}$	$L_0$	$q_0$
[W]	[W]	[m <sup>3</sup> /h]	[1/h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[m]	[W/m]
183 526	76 356	12 600	0,675	49 631	26 725	259 880	210 250	552	380

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$L_1$	$\Delta t_1$	$q_1$	$B_1$	$Q \frac{i}{1}$	$\eta_{s1}$	$Q \frac{i,s}{1}$	$L_2$	$q_2$	$B_2$
[m]	[K]	[W/m]	[mm]	[W]	[%]	[W]	[m]	[W/m]	[mm]
276	48	353	900	97 428	71	68 200	276	406	1050

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q \frac{i}{2}$	$\eta_{s2}$	$Q \frac{i,s}{2}$	$Q \frac{i}{\text{celk}}$	$Q \frac{i,s}{\text{celk}}$	$kor$	$Q \frac{kor}{\text{celk}}$	$q \frac{kor}{3}$	$Q \frac{kor,s}{\text{celk}}$	$q \frac{kor,s}{2}$
[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[-]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]
112 056	72,2	80 904	209 484	149 104	1,004	210 322	11,27	149 700	57,75

Tabulka č. 1 - Výpočtové hodnoty pro teplotní rozdíl media 70 /50 °C

$\Delta t_{90/70} \text{ } ^\circ\text{C}$			72 m x 36 m x 7,2 m			O = 18662 m <sup>3</sup>		A = 2592 m <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{vvt}$	$Q_{v\dot{e}t}$	$M_{v\dot{e}t}$	$n$	$Q \frac{rek}{vetr}$	$Q \frac{sp}{vetr}$	$Q \frac{max}{celk}$	$Q \frac{rek}{celk}$	$L_0$	$q_0$
[W]	[W]	[m <sup>3</sup> /h]	[1/h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[m]	[W/m]
183 526	76 356	12 600	0,675	49 631	26 725	259 880	210 250	552	380

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$L_1$	$\Delta t_1$	$q_1$	$B_1$	$Q \frac{i}{1}$	$\eta_{s1}$	$Q \frac{i,s}{1}$	$L_2$	$q_2$	$B_2$
[m]	[K]	[W/m]	[mm]	[W]	[%]	[W]	[m]	[W/m]	[mm]
552	62	402	600	221 904	70,1	155 555	-	-	-

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q \frac{i}{2}$	$\eta_{s2}$	$Q \frac{i,s}{2}$	$Q \frac{i}{celk}$	$Q \frac{i,s}{celk}$	$kor$	$Q \frac{kor}{celk}$	$q \frac{kor}{3}$	$Q \frac{kor,s}{celk}$	$q \frac{kor,s}{2}$
[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[-]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]
-	-	-	221 904	155 555	0,947	210 143	11,26	147 311	56,83

Tabulka č. 2 - Výpočtové hodnoty pro teplotní rozdíl media 90 / 70 °C

$\Delta t_{110/70} \text{ } ^\circ\text{C}$			72 m x 36 m x 7,2 m			O = 18662 m <sup>3</sup>		A = 2592 m <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{vvt}$	$Q_{v\dot{e}t}$	$M_{v\dot{e}t}$	$n$	$Q \frac{rek}{vetr}$	$Q \frac{sp}{vetr}$	$Q \frac{max}{celk}$	$Q \frac{rek}{celk}$	$L_0$	$q_0$
[W]	[W]	[m <sup>3</sup> /h]	[1/h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[m]	[W/m]
183 526	76 356	12 600	0,675	49 631	26 725	259 880	210 250	552	380

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$L_1$	$\Delta t_1$	$q_1$	$B_1$	$Q \frac{i}{1}$	$\eta_{s1}$	$Q \frac{i,s}{1}$	$L_2$	$q_2$	$B_2$
[m]	[K]	[W/m]	[mm]	[W]	[%]	[W]	[m]	[W/m]	[mm]
552	72	369	450	203 688	69,8	142 174	-	-	-

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q \frac{i}{2}$	$\eta_{s2}$	$Q \frac{i,s}{2}$	$Q \frac{i}{celk}$	$Q \frac{i,s}{celk}$	$kor$	$Q \frac{kor}{celk}$	$q \frac{kor}{3}$	$Q \frac{kor,s}{celk}$	$q \frac{kor,s}{2}$
[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[-]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]
-	-	-	203 688	142 174	1,032	210 206	11,26	146 724	56,60

Tabulka č. 3 - Výpočtové hodnoty pro teplotní rozdíl media 110 / 70 °C

Δt 130 / 70 °C			72 m x 36 m x 7,2 m			O = 18 662 m <sup>3</sup>		A = 2 592 m <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{vvt}$	$Q_{v\dot{e}t}$	$M_{v\dot{e}t}$	$n$	$Q \frac{rek}{vetr}$	$Q \frac{sp}{vetr}$	$Q \frac{max}{celk}$	$Q \frac{rek}{celk}$	$L_0$	$q_0$
[W]	[W]	[m <sup>3</sup> /h]	[1/h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[m]	[W/m]
183 526	76356	12 600	0,675	49 631	26 725	259 880	210 250	552	380

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$L_1$	$\Delta t_1$	$q_1$	$B_1$	$Q \frac{i}{1}$	$\eta_{s1}$	$Q \frac{i,s}{1}$	$L_2$	$q_2$	$B_2$
[m]	[K]	[W/m]	[mm]	[W]	[%]	[W]	[m]	[W/m]	[mm]
276	82	430	450	118 680	71,2	84 500	276	305	300

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q \frac{i}{2}$	$\eta_{s2}$	$Q \frac{i,s}{2}$	$Q \frac{i}{celk}$	$Q \frac{i,s}{celk}$	$kor$	$Q \frac{kor}{celk}$	$q \frac{kor}{3}$	$Q \frac{kor,s}{celk}$	$q \frac{kor,s}{2}$
[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[-]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]	[W]	[W/m <sup>3</sup> ]
84 180	70,2	59 094	202860	143 594	1,036	210 163	11,26	148 763	57,40

Tabulka č. 4 - Výpočtové hodnoty pro teplotní rozdíl media 130 / 70 °C

Otopná voda [°C]	$Q_s$ [W]	$Q \frac{kor}{s}$ [W]	$\eta_s$ [-]
70/50	149 104	149 700	0,710
90/70	155 555	147 311	0,701
110/70	142 174	146 724	0,698
130/70	143 594	148 763	0,712

Tabulka č. 5 - Porovnání dodávky tepla sáláním

Otopná voda [°C]	Panely [délka / šířka]	Cena [Kč/m]	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]	Cena kor. [Kč]
70 / 50	276000 / 900	2 240	618 240	1 349 640	1 355 038
	276000 / 1050	2 650	731 400		
90 / 70	552000 / 600	1 670	921 840	921 840	872 982
110 / 70	552000 / 450	1 310	723 120	723 120	746 260
130 / 70	276000 / 450	1 310	361 560	640 320	663 371
	276000 / 300	1 010	278 760		

## V tabulkách značí:

1	$Q_{vvt}$ [W]	tepelná ztráta pro vytápění
2	$Q_{v\dot{v}tr}$ [W]	potřeba tepla pro ohřev větracího vzduchu při $M_{v\dot{v}tr}$ (3) a $n$ (4) násobné výměně vzduchu
3	$M_{v\dot{v}tr}$ [m <sup>3</sup> /h]	využití větracího vzduchu
4	$n$ [1/hod]	násobnost výměny vzduchu
5	$Q \frac{rek}{v\dot{v}tr}$ [W]	teplo pro ohřev větracího vzduchu dodávané rekuperací
6	$Q \frac{sp}{v\dot{v}tr}$ [W]	teplo pro ohřev větracího vzduchu dodávané sálavými panely.
7	$Q \frac{max}{celk}$ [W]	celkové množství tepla potřebné pro vytápění (1) a větrání (2) haly
8	$Q \frac{rek}{celk}$ [W]	celkové množství tepla potřebné pro vytápění (1) a dohřev větracího
9	$L_0$ [m]	vzduchu (6) - sálavé panely celková délka panelů
10	$Q$ [W / m]	požadovaný výkon panelu na 1m délky $Q_0 = Q \frac{rek}{celk} / L_0$ (8 / 9)
11	$L_1$ [m]	zvolená délka panelů šířky $B_1$ a $\Delta t_1$
12	$\Delta t_1$ [W / m]	teplotní rozdíl ( $t_p - t_z$ ) teplota panelu - teplota prostoru vytápěného
13	$q$ (W / m)	měrný výkon zvoleného panelu viz tab. č. 5
14	$B_1$ [mm]	šířka zvoleného panelu
15	$Q \frac{i}{1}$ [W]	instalovaný výkon panelů délky $L_1$ a šířky $B_1$
16	$\eta_{s1}$ [-]	sálavá účinnost panelu ( $B_1$ ) při $\Delta t_1$
17	$Q \frac{i,s}{1}$ [W]	instalovaný výkon - sálavé panely $L_1, B_1, \Delta t_1$ - sálavá složka
18-23		dtto pro panel $L_2, B_2$ jako 11 ÷ 17, položka 12 platí pro oba dva panely
24	$Q \frac{i}{celk}$ [W]	celkový instalovaný výkon v panelech (15 + 21)
25	$Q \frac{i,s}{celk}$ [W]	celkový instalovaný výkon v panelech (17 + 23) sáláním
26	$kor$	korekční součinitel - přepočten na výpočtovou hodnotu (8) $kor$ (8 / 24)
27	$Q \frac{kor}{celk}$ [W]	celkový korigovaný výkon
28	$q \frac{kor}{3}$ [W/m <sup>3</sup> ]	měrná dodávka tepla na 1 m <sup>3</sup> objemu budovy
29	$Q \frac{kor,s}{celk}$ [W]	celkový korigovaný výkon dodávaný sáláním
30	$q \frac{kor,s}{2}$ [W / m <sup>2</sup> ]	měrná dodávka tepla na 1 m <sup>2</sup> plochy budovy

## 3.0 Zhodnocení výsledků

Všeobecně platí: čím vyšší teplota a větší šířka panelů, tím je větší sálavá účinnost - viz obr. č. 1. Z pozorování různých teplotních rozdílů otopného media překvapivě vyplývá, že sálavá účinnost je stejná pro všechny zvolené teplotní rozdíly ( $\eta = 0,7$ ). Proto také dodávka tepelné energie vytápěného prostoru sáláním

je stejná. Dá se tudíž říci, že teplota media nemá na energetické využití vliv. - viz tab. 5. Podstatný rozdíl je však v nákladech na dodávku panelů - viz tab. 6. Uváděné výsledky mají přispět k rozhodování, jaký zdroj tepla volit pro vytápění halových objektů sálavými panely.

## English Synopsis

**Datum:** 28.6.2010

**Autor:** Ing. Miroslav Kotrbatý [všechny články autora](#)

**Recenzent:** Ing.Zuzana Kovářová Ph.D.