Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (IV)

Rozmisťování a zapojování sálavých panelů

17.4.2006 | Ing. Miroslav Kotrbatý | RECENZOVANÝ

Pro dosažení úsporného vytápění velkoprostorových objektů nestačí posoudit samotný princip dodávky tepelné energie do vytápěného prostoru, ale je zapotřebí zabývat se i odpovídajícím rozložení otopných pásů nad celou plochou objektu.

1.0 Úvod

Všeobecně platné tvrzení, že sálavé vytápění velkoprostorových objektů pomocí zavěšených panelů je proti nástěnným teplovzdušným soupravám hospodárnější, může ještě zvýraznit vhodné rozmístění a zapojení sálavé otopné plochy.

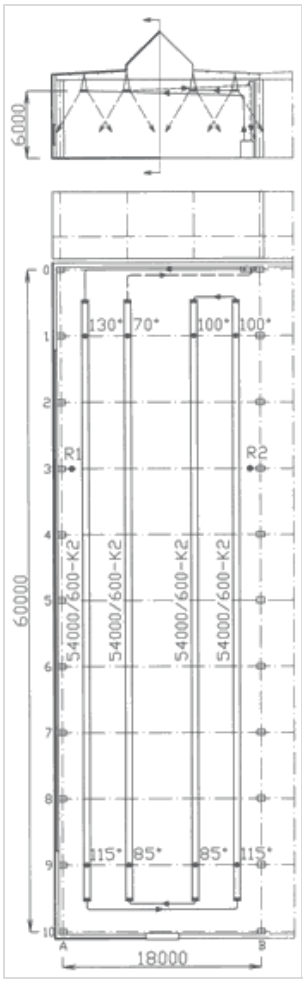
Na jednotlivé části objektu působí různorodé vnější i vnitřní vlivy, jako jsou venkovní stěny, okna, infiltrace, světlíky, technologie, provozní režim atp. Jsou tak vytvářeny zóny s různými nároky na dodávku tepelné energie pro vytápění. Z toho pak vyplývá přirozené rozdělení otopné soustavy na samostatně regulovatelné sekce.

Podmínky, které ovlivňují rozmísťování a zapojování panelů do sálavých pásů jsou:

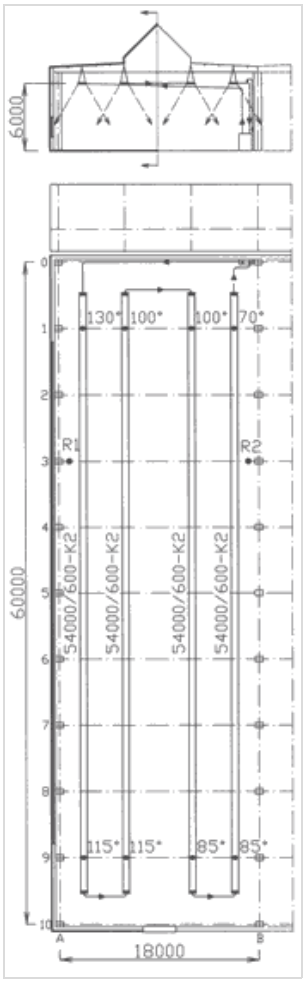
a. sálavá otopná plocha slouží i jako rozvodné potrubí
b. kompenzace vnitřních i vnějších vlivů ve vytápěné zóně

2.0 Sálavá otopná plocha slouží i jako rozvodné potrubí

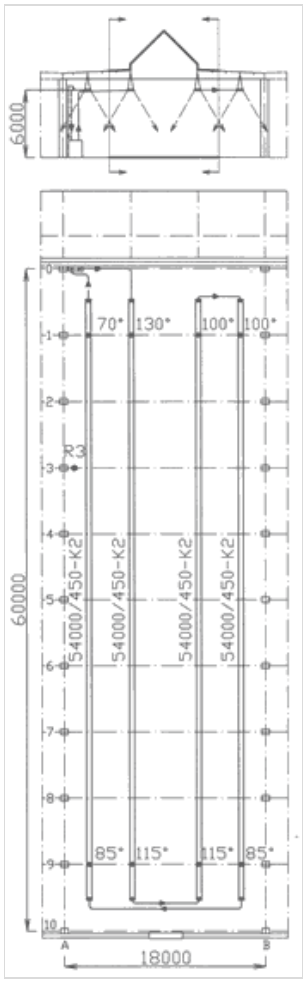
Jedním z prvků, které ovlivňují hospodárnost návrhu - v daném případě pořizovacích nákladů - je **omezení délky rozvodného potrubí** pro připojení jednotlivých sálavých pásů. Doporučuje se proto volit v každé samostatně regulovatelné zóně **sudý počet pásů** (obr. č. 1-5). Tímto řešením se prakticky veškeré rozvodné potrubí soustředí pouze u obou čel haly. Sálavé panely se stávají součástí rozvodů. Při volbě počtu pásů je vhodné vycházet z **maximální rozteče zavěšení** (**l≤ h**) přičemž od vzdálenosti **l** lze odečíst šířku panelu (obr. č. 6).



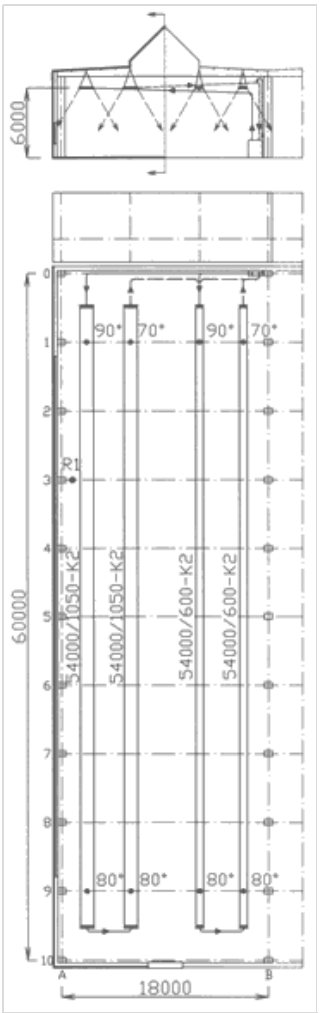
Obr. č.1-(130°/70°)-krajní loď. Nevhodné zapojení sálavých pásů v krajní lodi při velkém teplotním rozdílu otopného media (130°/70°C)



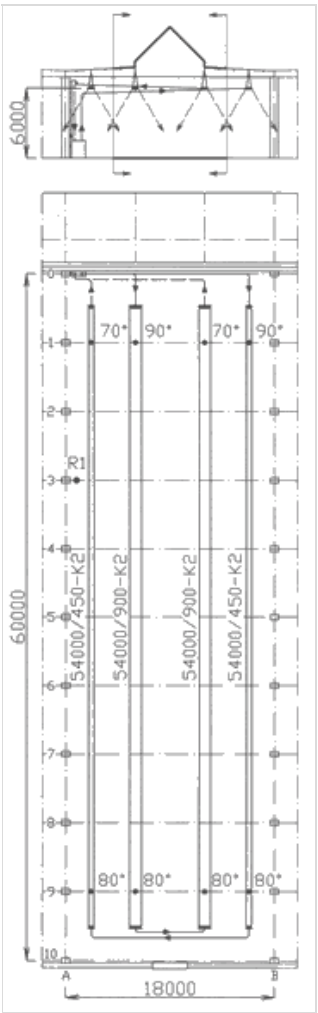
Obr. č.2-(130°/70°)-krajní loď. Správné zapojení sálavých pásů v krajní lodi při velkém teplotním rozdílu otopného media (130°/70°C)



Obr. č.3-(130°/70°)-vnitřní loď. Správné zapojení sálavých pásů ve vnitřní lodi při velkém teplotním rozdílu otopného media (130°/70°C)



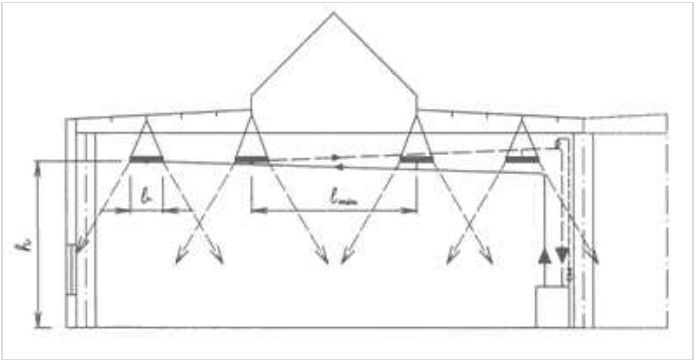
Obr. č.4-(90°/70°)-krajní loď. Správné zapojení sálavých pásů v krajní lodi při malém teplotním rozdílu otopného media (90°/70°C)



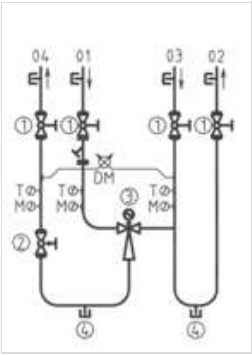
Obr. č.4-(90°/70°)-vnitřní loď. Správné zapojení sálavých pásů ve vnitřní lodi při malém teplotním rozdílu otopného media (90°/70°C)

Výsledkem splnění tohoto požadavku je menší počet širších pásů. Pořizovací náklady jsou nižší než při větším počtu pásů užších s menší roztečí zavěšení.

Dalším velice pozitivním prvkem je **soustředění veškerých obslužných armatur do jednoho bodu při podlaze objektu** ==> minimální nároky na obsluhu a údržbu. Regulační ejektorový blok (obr. č. 7) obsahuje pouze čtyři uzavírací, jednou ruční regulační armaturou, filtr a ejektor. Pod střešním pláštěm tudíž není ani jedna armatura - pouze sálavé panely bez praktické možnosti poruch.



Obr. č.6-Příčný řez halou. Rozteče zavěšení sálavých pásů h-výška zavěšení panelů; l_{min}-rozteč zavěšení; b-šířka panelu



Obr. č.7
EL - Schéma ejektorového bloku

K odstranění armatur pod střechou přispívá zavěšování panelů do vodorovné polohy a napojení přívodního potrubí do prvého sálavého pásu zespodu. Zpětné potrubí ze soustavy je vedeno vzhůru a před klesáním k ovládacímu ejektorovému bloku se instaluje pouze jedno odvzdušnění celé soustavy (obr. č. 6). Používá se nádobka a svod s armaturou nad podlahou. Nedoporučují se automatické odvzdušňovače pro možnost poruch ve výškách a následného požadavku na údržbu

Elektro - pouze pohon ejektoru a přívod k regulátoru, jinak žádné elektro-zařízení s možností poruch a nároku na potřebu elektrické energie.

3.0 Kompenzace vnějších i vnitřních vlivů ve vytápěné zóně

Pouhé rozdělení sálavé otopné soustavy na zóny, které vzniknou působením vnějších i vnitřních vlivů (př.: jedna zóna = vnější výrobní loď se stejnou technologií, druhá zóna = vnitřní loď atd.), a následně pak **rovnoměrné osazení sálavé otopné** plochy v těchto zónách je jak z hlediska rovnoměrnosti vytápění, tak z hlediska hospodárnosti provozu **problematické**. Významnou roli pro hospodárný návrh hraje jak **pořadí** v napojení jednotlivých sálavých pásů za sebou, tak také **provozní teploty otopného media.**

3.1 Velký teplotní rozdíl otopného media - 135°/130°/70 °C

Při větších teplotních rozdílech $\Delta t = 40 \div 60$ K je možné z hydraulického hlediska vytvářet otopnou plochu pro poměrně dlouhé haly jako jedno otopné těleso (obr. č. 1). Jeho celková délka: L = 4 x 54m = 216m.

Navržené řešení je příkladem nevhodného zapojení sálavých pásů pro vytápění **krajní lodě haly**. Osazení otopnou plochou vychází z tepelné ztráty celé zóny. Díky zvolenému pořadí zapojení sálavých pásů je dodávaná tepelná energie rovnoměrně na celou plochu - v příčném i podélném řezu je střední teplota media stejná v obou polovinách lodě: t_m = 100.

Tepelná ztráta podélné poloviny haly s vnější stěnou včetně infiltrace:	Q_1 = 73 600 W
Tepelná ztráta vnitřní podélné poloviny haly:	Q_2 = 44 400 W
Celkem:	Q_c=118 000 W

Osazení sálavými panely:

Q_i 4 x 54 000/600 - K2, šířka panelů B = 600mm,

Výkon panelů se určí podle následujícího vztahu:

$q_0 = 1{,}1 \times C \times \Delta t^n$	(W/m)	(1)
$\Delta t = (t_m - t_g)$	(K)	(2)

t_m (°C)	střední teplota media
t_g (°C)	výsledná teplota ve vytápěném prostoru

Výpočtový vztah a příslušné hodnoty byly stanoveny zkušebnou HKL Stuttgart - viz tabulka 1.

q_{600}= 1,1 x 2,67 x $(100 - 18)^{1,19}$ = 555 W/m

Dodaný výkon do jedné podélné poloviny haly:

$Q_{1/2}$ = 2 x 54m x 555 W/m = 59 940 W
Celá hala: $\mathbf{Q_c}$ = 2 x 59 940 W = **119 880 W**

Rozdíl mezi výpočítanou hodnotou tepelných ztrát celé krajní lodě a dodávaným celkovým výkonem je nepatrný - lze akceptovat.

Požadavky na dodávku tepla do jednotlivých podélných částí jsou však zcela odlišné. Při porovnání konkrétních hodnot lze dojít k závěru:

Buď nedostatečné vytápění vnější podélné části lodě, nebo přetápění vnitřní podélné části lodě. Která z daných variant přichází v reálném provozu v úvahu, závisí na umístění čidla snímajícího vnitřní referenční teplotu (obr. č. 1). K přetápění vnitřní části dojde při umístění čidla na vnější stěně haly (R1), k nedotápění vnější části pak při umístění čidla ve vnitřní části (R2).

Rovnoměrnost vytápění po celé ploše krajní lodi lze dosáhnout využitím velkého teplotního rozdílu otopného media (130°/70°) a vhodným zapojením sálavých pásů. Na obr. č. 2 je ukázáno zapojení pásů za sebou od vnější stěny ke středu objektu. Tímto způsobem se využije vyšší teploty otopné vody v panelech situovaných ve vnější polovině podélné části haly. Otopné těleso zde dodává větší výkon než v části vnitřní s nižší teplotou media.

První dva pásy mají po celé délce objektu průměrnou střední teplotu t_m^1 = 115°C.

Ve vnitřní podélné polovině je střední teplota t_m^2 = 85 °C.

Výkony panelů pro jednotlivé části se určí podle shora uvedeného vztahu (1): (Q_0 = 1,1 x C x Δt^n).

Výkony panelů B = 600mm

$q_{600\text{-}1}$= 1,1 x 2,67 x $(115 - 18)^{1,19}$ = 679 W/m	$Q_{i\text{-}1}$ = 2 x 54 m x 679 W/m = **73 332 W**
$q_{600\text{-}2}$= 1,1 x 2,67 x $(85 - 18)^{1,19}$ = 437 W/m	$Q_{i\text{-}2}$ = 2 x 54 m x 437 W/m = **47 196 W**

B (mm)	C (-)	n (-)
300	1,52	1,18
450	2,17	1,18
600	2,67	1,19
750	3,24	1,19
900	3,79	1,19
1050	4,32	1,19

1200	4,85	1,19

Tabulka č. 1: hodnoty pro výpočet výkonu panelů

Jak je z porovnání s tepelnými ztrátami obou podélných polovin krajní haly zřejmé, jsou hodnoty téměř srovnatelné, tudíž může být dosaženo rovnoměrného vytápění po celé ploše v optimálním provozním režimu. Čidlo snímající vnitřní výslednou teplotu může být umístěno jak na vnější stěnu, tak do vnitřní části (sloup). Je tudíž tento princip zapojení vyhovující.

Kontrola rychlosti proudění

Důležitým krokem je kontrola rychlosti proudění media v trubkách panelů. Při jejich vodorovném zavěšování je zapotřebí dodržet minimální rychlost w_{min}= 0,15 m/s.
Vzduchové bublinky jsou unášeny ve směru toku media. Potom je možné odvzdušňovat jedním zařízením až na konci sekce, přímo v blízkosti ejektorového bloku. Doporučuje se používat odvzdušňovací nádobku se svodem nad podlahu a zde pak instalovat vypouštěcí armaturu. Automatické odvzdušňovače nejsou vhodné s ohledem na možnost poruch ve výškách ==> náročnost pro obsluhu a údržbu.

ε = 0,045	**Ø28x1,5 mm**			**Ø28x1,5 mm**			**Ø28x1,5 mm**		
	60 °C			**80 °C**			**100 °C**		
m [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	Z [Pa]	w [m/s]	R [Pa/m]	Z [Pa]	w [m/s]	R [Pa/m]	Z [Pa]
260	0,15	16	11	0,15	14	11	0,15	14	11
280	0,16	17	13	0,16	16	12	0,17	17	14
300	0,17	19	14	0,17	18	14	0,18	19	16
320	0,18	22	16	0,19	22	18	0,19	21	17
340	0,20	26	20	0,20	24	19	0,20	23	19
360	0,21	28	22	0,21	27	21	0,21	25	21
380	0,22	31	24	0,22	29	24	0,22	27	23
400	0,23	33	26	0,23	31	26	0,24	32	28
420	0,24	36	28	0,24	34	28	0,25	34	30
440	0,25	39	31	0,26	39	33	0,26	37	32
460	0,26	42	33	0,27	42	35	0,27	40	35
480	0,28	48	39	0,28	45	38	0,28	42	38
500	0,29	51	41	0,29	48	41	0,30	48	43
530	0,31	57	47	0,31	54	47	0,31	51	46
560	0,32	61	50	0,33	61	53	0,33	58	52
600	0,35	72	60	0,35	68	60	0,35	64	59
630	0,36	76	64	0,37	75	67	0,37	71	66
670	0,39	87	75	0,39	83	74	0,40	83	77

710	0,41	96	83	0,41	91	82	0,42	91	84
750	0,43	105	91	0,44	104	94	0,44	99	93
800	0,46	119	104	0,47	117	107	0,47	112	106
850	0,49	133	118	0,49	127	117	0,50	126	120
900	0,52	149	133	0,52	142	131	0,53	140	134
950	0,55	165	149	0,55	157	147	0,56	156	150
1000	0,58	182	165	0,58	174	163	0,59	172	167
1050	0,60	194	177	0,61	191	181	0,62	189	184
1100	0,63	213	195	0,64	209	199	0,65	207	202
1150	0,66	232	214	0,67	228	218	0,68	226	221
1200	0,69	252	234	0,70	248	238	0,71	245	241
1250	0,72	273	255	0,73	269	259	0,74	265	262
1300	0,75	295	277	0,76	290	281	0,77	286	284
1400	0,81	341	323	0,82	335	327	0,83	330	330
1500	0,86	382	364	0,87	375	368	0,89	378	379
1600	0,92	434	416	0,93	426	420	0,95	429	432

Tabulka č. 2 - Hodnoty pro výpočet hydraulických poměrů v trubkách sálavých panelů

Množství media:	$M = \frac{Qx0{,}86}{\Delta t} = \frac{119880x0{,}86}{130-70} = 1718{,}28\ kg/h$

Panely šířky 600 mm mají 4 moduly = 4 trubky.
Průtok jednou trubkou: M_1 = 1718,4 : 4 = 429,57 kg/h
Z tabulky č. 2 pro trubku 28/1,5 a uvedené množství vyplývá rychlost: w = 0,26 m/s

Vyhovuje.

3.12 Vnitřní výrobní loď

Zcela odlišné řešení si vyžaduje vnitřní výrobní loď. V tomto případě má největší vliv plocha světlíku. Proto je nutné při návrhu rozmístění a zapojování sálavých pásů věnovat pozornost také jejich vlivu (obr. č. 3).

Tepelná ztráta "zóny" (vnitřní část střechy, světlík, podlaha): Q = 91 600 W

Osazení sálavými panely o požadovaném výkonu:

$$q_o = \frac{91600W}{4 \times 54m} = 424\,W/m\text{, při } \Delta t = \frac{130+70}{2} - 18 = 82K$$

q_{450} = 1,1 x 2,17 x $82^{1,19}$ = 452 W
Q_1 = 4 x 54 x 452 = 97 632 W

Použitím panelů šířky š = 450 mm se instaluje výkon o 6,5% vyšší, než vypočtené tepelné ztráty - není na závadu - odpovídající okamžitou provozní dodávku tepla zajistí regulace. Při návrhu zapojení je však zapotřebí respektovat vnější podmínky. Chladné plochy světlíku vyvolávají potřebu větší dodávky tepla do střední části výrobní lodi. Potom schéma zapojení uvedené na obr. č. 3 vyhovuje pro krytí zvýšené potřeby .

Poměr dodávky tepla do středu výrobní lodě a okrajových částí činí:

Q_1 = 2 x 54 m x 552 W/m	= 59 616 W	q_1= 1,1 x 2,17 x $97^{1,19}$ = 552 W/m
Q_2 = 2 x 54 m x 355 W/m	= 38 340 W	q_2= 1,1 x 2,17 x $67^{1,19}$ = 355 W/m
	---------- 97 956 W	

Hydraulicky rovněž vyhovuje, neboť zapojení pásu za sebou (4 x 54 m) a teploty media (130°/70°C) jsou přibližně stejné jako předchozím příkladě: délka pásů a průtok media jednou trubkou.

$$M_1 = \frac{97956x0,86}{130-70} = 1404kg/h : 3 = 468kg/h$$

Z tabulky 2: w_0 = 0,27 m/s

Vyhovuje.

3.20 Malý teplotní rozdíl otopného media 90°/70 °C

3.21 Krajní výrobní loď

Druhý extrémní příklad je na obr. č. 4 - krajní výrobní loď

Celková tepelná ztráta krajní lodi:	Q_c^z = 118 000 W
Polovina haly - vnější část:	Q_1^z = 73 600 W
Polovina haly - vnitřní část:	Q_2^z = 44 400 W
Délka pásů:	L = 216 m
Požadovaný jmenovitý výkon:	q_o = 546 W/m
Teplotní rozdíl:	$\Delta t = \frac{90+70}{2} - 18 = 62K$
sálavý panel B = 900mm při Δt = 62 K	q_{900}= 1,1 x 3,79 x $62^{1,19}$= 556 W/m Q_i = 4 x 54 x 556 = 120 096 W

Zapojení za sebou - kontrola rovnoměrnosti dodávky tepla:

Použije se stejný princip zapojení vyhovující teplotnímu rozdílu (obr. č. 2).

Okrajová část haly - panely šířky B = 900 mm:

$q_o = 1{,}1 \times 3{,}79 \times (85-18)^{1{,}19} = 621 W/m$

$Q_1^{\gamma} = 2 \times 54\ m \times 621\ W/m = 67068\ W$

$q_2 = 1{,}1 \times 3{,}79 \times (75-18)^{1{,}19} = 512 W/m$

$Q_2^{\gamma} = 2 \times 54m \times 512 W/m = 55296 W$

Z porovnání tepelných ztrát a dodávaného tepla sálavými panely vyplývá, že v okrajové části je deficit dodávky ve výši 9%	$x = \frac{67068 W}{73600 W} = 0{,}91.$

Ve vnitřní části pak dochází k přebytku ve výši 25%	$x = \frac{55296 W}{44400 W} = 1{,}245$

Nevyhovuje.

Je tudíž zapotřebí hledat jinou cestu - využít malého teplotního rozdílu a přehodnotit šířky panelů v jednotlivých částech zóny (obr. č. 4)

Okrajová část haly: B = 1050 mm

$q_1^{\gamma} = 1{,}1 \times 4{,}32 \times (80-18)^{1{,}19} = 645{,}4\ W/m$ $Q_1^{\gamma} = 645{,}4\ W \times 2 \times 54m = 69\ 660\ W$

$x = \frac{69660 W}{73600 W} = 0{,}946 \Rightarrow -5{,}4\%$ deficit

Vnitřní část haly: B = 750 mm

$q_2^{\gamma} = 1{,}1 \times 3{,}34 \times (80-18)^{1{,}19} = 499 W/m$ $Q_2^{\gamma} = 499\ W \times 2 \times 54m = 53\ 892\ W$

$x = \frac{53892 W}{44400 W} = 1{,}21 \Rightarrow +21\ \%$ přebytek

Celkem: 69660 W + 53892 W = 123 552 W
Tepelná ztráta: 73600 W + 44400 W = 118 000 W

Uvedený výsledek ve vnitřní části **nevyhovuje - zvolit užší pásy - B = 600mm.**

$q_2^{\gamma} = 1{,}1 \times 2{,}67 \times (80-18)^{1{,}19} = 399\ W/m$

$Q = 2 \times 54\ m \times 399\ W/m = 43092\ W$

$x = \frac{43092 W}{44400 W} = 0{,}97 \Rightarrow -3\ \%$ vyhovuje

Celkový osazený výkon v sálavých panelech

Q_{celk} = 69 660 W + 43 090 W = 112 752 W

Proti výpočtové hodnotě (118000 W) celkový menší výkon o: 5250 W tj. o 4,5 % - vyhovuje:

Regulátor s optimalizačním programem a ejektor zvládnou tento mírný deficit - akumulace ve stavebních konstrukcích.

Kontrola rychlosti proudění:

$$M = \frac{69660 x 0,86}{20} = 2995 \text{ kg/h} \quad -- \ 7 \text{ modulů} \Rightarrow M_1 = \frac{2995}{7} = 427 \text{ kg/h}$$

w_0 = 0,25 m/s ; rychlost vyhovuje

Totéž platí i pro pásy B = 600 mm.

3.22 Vnitřní výrobní loď

Tepelná ztráta vnitřní lodi činí: Q = 91 600 W.

Stejně tak jako při řešení s větším teplotním rozdílem otopného media rozdělí se dodávka tepelné energie ve stejném poměru pro vnitřní část výrobní lodi a části okrajové. Přibližný poměr je 55 000 W : 35 000 W. - viz příklad z odstavce 3.12. Pro vnitřní část s ochlazovaným světlíkem se volí panely šířky B = 900 mm, pro okrajové části pak B = 450 mm.

Tepelná bilance:

$$q_{900} = 1,1 \times 3,79 \times (80 - 18)^{1,19} = 566 \text{ W/m} \Rightarrow Q_{900} = 566 \text{ W/m} \times 2 \times 54 \text{ m} = 61128 \text{ W}$$
$$q_{450} = 1,1 \times 2,17 \times (80 - 18)^{1,18} = 310 \text{ W/m} \Rightarrow Q_{450} = 310 \text{ W/m} \times 2 \times 54 \text{ m} = 33480 \text{ W}$$

Tento výkonový rozdíl se dá akceptovat. Důležité je zapojení jednotlivých dvojic sálavých pásů za sebou (obr. č. 5). V každé podélné polovině haly je vždy jeden pás přívodní - s vyšší teplotou media a jeden pás zpětný s nižší teplotou media.

Kontrola rychlosti proudění:

$$M_1 = \frac{61128 x 0,86}{20} : 6 = 438 \text{ kg/h} \qquad \text{6 modulů v jednom panelu}$$

w_0 = 0,26 m/s **vyhovuje**

$$M_2 = \frac{33480 x 0,86}{20} : 3 = 480 \text{ kg/h} \qquad \text{3 moduly v jednom panelu}$$

w_0 = 0,28 m/s **vyhovuje**

4.00 Komplexní řešení - příklady

Jak bylo ukázáno v detailním řešení jednotlivých zón vytápěných zavěšenými sálavými panely - částí objektů s rozdílnými vnějšími i vnitřními vlivy - vyžaduje každá zóna odlišné technické řešení. Svůj podstatný podíl mají i teplotní rozdíly otopného media.

Diametrálně odlišné rozmístění a zapojení sálavých pásů v jednotlivých zónách vyplývá také z principu dodávky tepla do oblasti pobytu člověka. Sáláním musí být do daného vymezeného prostoru dodáno takové množství tepelné energie, která pokryje tepelné ztráty, infiltraci a zachytí vnitřní vlivy tohoto prostoru. Ohraničení nemusí být provedeno pevnou překážkou

(stěna). Rozdíly v řešení ukáží nejlépe příklady.

Jako vzor byla zvolena trojlodní hala o rozměrech {(3 x 18m) x 60m x 6m}.

Varianty :

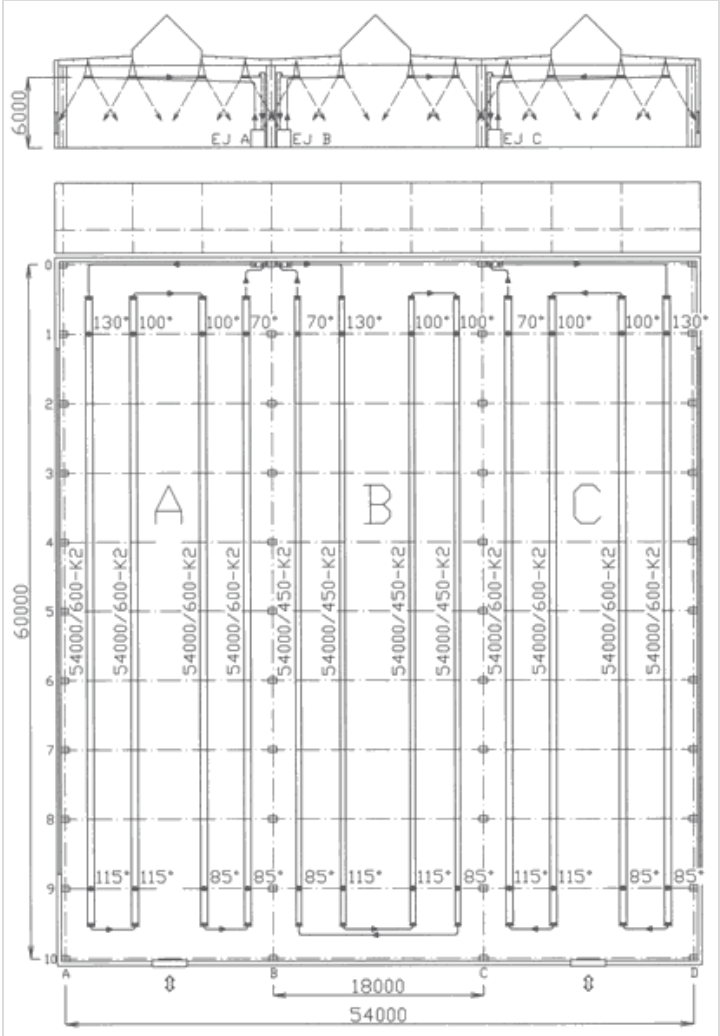
otopné medium voda	135°/130°/70 °C
otopné medium voda	95°/90°/70 °C

V teplotních rozdílech je první hodnota (135 °C resp. 95 °C) teplota přívodu primáru před ejektorem, druhá hodnota (130 °C resp. 90 °C) teplota přívodu sekundáru za ejektorem.

Třetí hodnota (70 °C) teplota zpětné vody sekundáru i primáru.

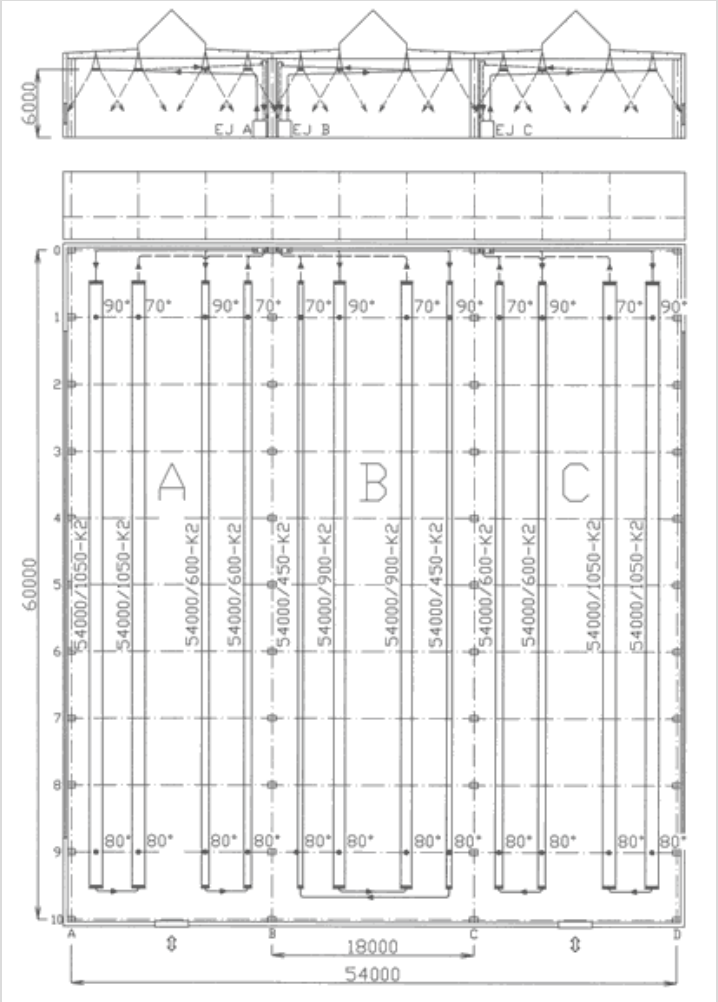
4.10 Otopné medium s velkým teplotním rozdílem (135°/130°/70 °C)

Vytápěný trojlodní objekt (obr. č. 8) byl rozdělen na tři zóny A , B, C. Obě krajní zóny (A, C) ovlivňují kromě tepelných ztrát střechou, světlíky a podlahou též tepelné ztráty obvodového pláště, oken a vrat. Pozor! Předpokládá se ojedinělé otevírání vrat. V případě větší četnosti musí se v místech čel osadit dodatkové panely, případně doplnit vratovou clonou. Detailním rozborem v odstavci 3.11 bylo stanoveno osazení čtyřmi sálavými pásy: 4 x 54000 / 600 - K2 zapojenými za sebou: A1, A2, A3, A4 resp. C1, C2, C3, C4. Teplota media klesá od vnější stěny k vnitřku haly. Střední teplota v příčném řezu v krajní části (Ø t_m = 115 °C) i části vnitřní (t_m = 85 °C) je po celé délce objektu stejná, čímž se dosahuje rovnoměrného vytápění po celé ploše. Vyšší teplota u okraje haly zajišťuje vyrovnání vlivu obvodového pláště.



Obr. č. 8 - Rozmístění a velikosti sálavých pásů v hale 60m x 54m x 8m
Horká voda 135°/130°/70°C

Vnitřní zóna (B) má odlišné zapojení. Zde hraje podstatnou úlohu světlík. Proto se také při rozmísťování otopných pásů (4 x 54 000/450 - K2) a jejich zapojením do soustavy počítá s přívodem media do vnitřního pásu B1 a následně pak v pořadí B2, B3, B4. Potom průměrná teplota media v pásech pod světlíkem je t_m = 115 °C - vyrovnává vliv jeho chladných ploch. V okrajích po střešním pláštěm t_m = 85 °C. Uvedeným zapojením sálavých pásů se docílí rovnoměrného vytápění po celé ploše haly.



Obr. č. 9 - Rozmístění a velikosti sálavých pásů v hale 60m x 54m x 8m
Horká voda 95°/90°/70°C

Jako regulační prvek jsou prezentovány regulovatelné ejektory v kombinaci s regulátorem s optimalizačním programem zařazené do ejektorových bloků (obr. č. 8). - EJA, EJB, EJC. Aby bylo připojovací potrubí co nejkratší byly situovány v čele haly.

4.20 Otopné medium s malým teplotním rozdílem (95°/90°/70 °C)

Detailním rozborem v odstavci 3.21 bylo vyřešena rovnoměrnost vytápění v krajních výrobních lodích (A, C) při použití otopného media s malým teplotním rozdílem osazením sálavých pásů rozdílné šířky. Dvě otopná tělesa - ve vnější polovině pásy šířky 1050 mm (2 x 54000/1050 K2), ve vnitřní polovině pásy 600 mm (2 x 54000/600 - K2). Vnitřní výrobní loď má také rozdílné šířky pásů - jejich rozmístění odpovídá vlivu střešního pláště. Uprostřed otopné těleso 2 x 54000/900 K2, u okrajů pak 2 x 54000/450 - K2. Zapojení pásů je provedeno tak, že otopné medium proudí ve vedlejším pásu v protisměru, čímž se **částečně** dosahuje v příčném směru stejná teplota. Úplně stejnou teplotu nelze dosáhnout vlivem rozdílné šířky sousedících pásů.

Uvedeným zapojením a volbou rozdílné šířky pásů se docílí rovnoměrného vytápění po celé ploše haly.

Stejně tak jako v předchozím příkladu jsou jako regulační prvky prezentovány regulovatelné ejektory s regulátorem s optimalizačním programem zařazené do ejektorových bloků (obr. č. 7) - EJA , EJB, EJC.

5.0 Závěr

Hospodárnost vytápění pomocí zavěšených sálavých panelů podstatně zvýrazňuje rozmístění a následné zapojení sálavých pásů do tepelně technické soustavy.

Detailní rozbor jednotlivých partií soustavy ukázal, že nestačí pro dosažení úsporného vytápění velkoprostorových objektů jen samotný princip dodávky tepelné energie do vytápěného prostoru sáláním, ale že je zapotřebí zabývat se i odpovídajícímu rozložení otopných pásů nad celou plochou objektu. Uskutečněné realizace sálavých soustav podle uvedených principů řešení potvrdily 30 až 40% úspory tepelné energie proti nástěnným teplovzdušným soupravám.

6.0 Literatura

1/ Kotrbatý,Kovářová: Vytápění zavěšenými sálavými panely - část 1 -- PRAHA, VVI 4 / 2002 (Vytápění vzduchotechnika instalace)
2/ Kotrbatý,Kovářová: Vytápění zavěšenými sálavými panely - část 2 -- PRAHA, VVI 5 / 2002 (Vytápění vzduchotechnika instalace)
3/ Kotrbatý, Hojer : Využití a návrh regulovatelných ejektorů. Požadavky na potrubní síť. - BRATISLAVA, TZB 3/2004 - (Technické zariadenia budov)

Z důvodu komplexnosti pohledu na vytápění zavěšenými sálavými panely je tato stať převzata z článku "Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů - Rozmisťování a zapojování sálavých panelů," publikovaného v časopise VVI 5/2005.

Datum: 17.4.2006
Autor: Ing. Miroslav Kotrbatý všechny články autora