



KOTRBATÝ

VYTÁPĚNÍ*VZDUCHOTECHNIKA*REGULACE

DRŽITEL PRESTIŽNÍ EVROPSKÉ CENY ZA KVALITU



EUROPE
AWARD
FOR
QUALITY

02-10-1

KSP - P

01.2015

ISO 9001

ZÁVĚSNÉ SÁLAVÉ PANELY KSP



NAVRHOVÁNÍ

1. Stanovení tepelného výkonu

Stavebnicová sálavá otopná soustava se navrhuje na základě výpočtu tepelných ztrát s přihlédnutím ke způsobu dodávky tepla do vytápěného prostoru.

Základní tepelná ztráta \dot{Q}_z se určí např. dle ČSN 06 0210 nebo ČSN EN 12831. Při výpočtu se musí respektovat následující úpravy:

1.1 Teplotní gradient

Teplota vzduchu po výšce objektu stoupá - cca 0,5 K/m výšky. Proto při výpočtu tepelné ztráty obvodové stěny i střešního pláště se výpočtová vnitřní teplota vzduchu (θ_i) o tuto hodnotu zvyšuje. Uvažuje se u objektů vyšších než 5 m.

1.2 Korekční součinitel f_1

Při vyšších výškách zavěšení zářičů se zvyšuje tepelný výkon následovně (tab.č.1):

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot f_1 \quad [\text{kW}] \quad (1)$$

\dot{Q}_p [kW] tepelný výkon panelů

\dot{Q}_z [kW] základní tepelná ztráta

f_1 [-] korekční součinitel - zvýšení výkonu (výška zavěšení)

H [m]	f_1
6	1,00
8	1,08
10	1,12
12	1,18
15	1,25
20	1,30

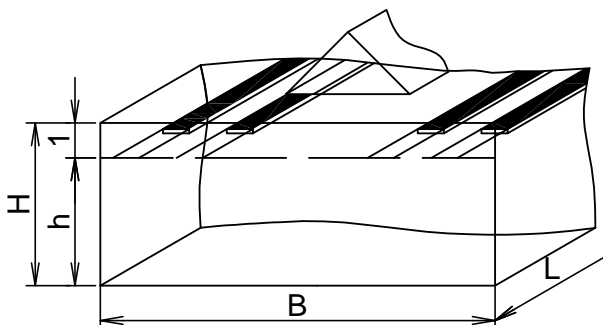
Tab.č.1 - koeficienty f_1

Důvodem zvýšení výkonu je vliv nečistot v ovzduší vytápěného prostoru a tím i pokles sálavého výkonu dopadajícího na podlahu.

1.3 Korekční součinitel f_2 - nižší výšky zavěšení

Umožňuje-li technologický proces ve vysokých halách zavěsit sálavé panely níže, potom může podstatně klesnout jak velikost otopné plochy, tak i spotřeba tepla. Korekční součinitel f_2 je závislý na půdorysných rozměrech vytápěného prostoru (B x L) - obrč. 1.

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot f_2 \quad [\text{W}] \quad (\text{do výšky haly } H = 6 \text{ m}) \quad \dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot f_1 \cdot f_2 \quad [\text{W}] \quad (\text{pro výšku haly nad } 6 \text{ m}).$$



Obr.č. 1 - Údaje pro určení součinitele f_2

h	L / B (-)			
	H - 1m	2	2-5	5
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000
0,95	0,967	0,981	0,989	0,989
0,90	0,935	0,963	0,979	0,979
0,85	0,904	0,944	0,969	0,969
0,80	0,874	0,927	0,959	0,959
0,75	0,845	0,910	0,949	0,949
0,70	0,817	0,889	0,939	0,939
0,65	0,790	0,877	0,932	0,932
0,60	0,764	0,861	0,926	0,926
0,55	0,739	0,845	0,920	0,920
0,50	0,715	0,830	0,911	0,911
0,45	0,692	0,816	0,893	0,893
0,40	0,670	0,802	0,884	0,884

Tab.č. 2 - koeficienty f_2



www.kotrbaty.cz



TECHNICKÁ KANCELÁŘ

Služeb 5/256,108 00 Praha 10
TEL:+420 245 005 920-33
FAX:+420 245 005 930
email: kotrbaty@kotrbaty.cz

VÝROBA, SERVIS

Sdružená 1788, 393 01 Pelhřimov
TEL: +420 564 571 520
FAX: +420 564 571 530
email: vyroba@kotrbaty.cz

Příklad:

Rozměry haly: L = 60m; B = 18m; H = 10m. Panely lze zavěsit do výšky h = 5m. Poměr výšky zavěšení se určí ze vztahu:

$$\frac{h}{H-1} = \frac{5}{10-1} = 0,56 \quad L/B = 60/18 = 3,33 \text{ tj. v rozmezí } 2 - 5.$$

Korekční součinitel z tabulky: $f_2 = 0,845$

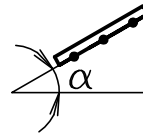
Otopná plocha v takto navržené soustavě může být cca o 15 % menší: $\dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot 0,845$

Při šikmém osazení panelů se s ohledem na zvýšení konvekční složky (větší únik tepla pod střešní pláště) musí zvýšit tepelný výkon následovně:

$$\begin{array}{lll} \text{Úhel sklonu } : \alpha & \alpha = 30^\circ & f_3 = 1,10 \\ & \alpha = 45^\circ & f_3 = 1,15 \end{array}$$

Potom:

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot f_3 \quad [\text{W}] \quad \text{resp.} \quad \dot{Q}_p = \dot{Q}_z \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \quad [\text{W}]$$



Obr.č. 2 - Šikmé zavěšení panelů

1.4 Výška zavěšení panelů - hygienické hledisko

Intenzita osálení v místě pobytu člověka by neměla překročit $I_s \leq 200 \text{ W/m}^2$. Tato hodnota se určí ze vztahu:

$$I_s = \frac{\dot{Q}_p \cdot \eta_s}{A_1} \quad [\text{W/m}^2]$$

I_s [W/m ²]	- intenzita osálení	$\eta_s = 0,71$	pro střední teplotu teplonosné látky $\theta_m = 80^\circ\text{C}$
\dot{Q}_p [W]	- celkový výkon panelů	$\eta_s = 0,69 - 0,71$	pro střední teplotu teplonosné látky $\theta_m < 80^\circ\text{C}$
η_s [-]	- sálavá účinnost	$\eta_s = 0,71 - 0,75$	pro střední teplotu teplonosné látky $\theta_m > 80^\circ\text{C}$
A_1 [m ²]	- plocha podlahy		

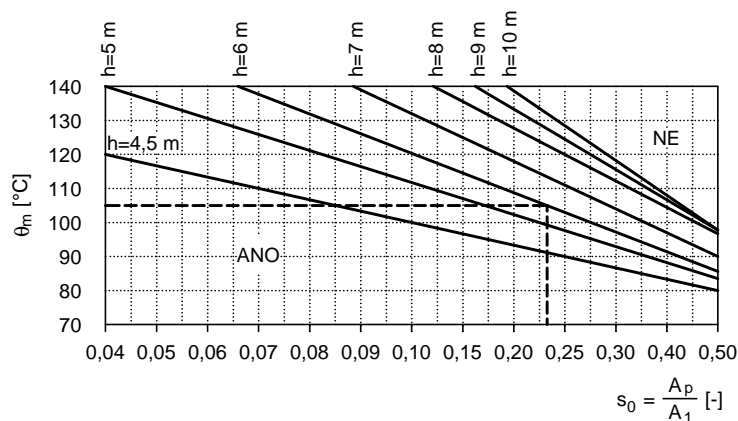
Příklad:

$$Q = 190\,000 \text{ W}; \quad A_1 = 1080 \text{ m}^2; \quad \theta_m = \frac{130 + 70}{2} = 100^\circ\text{C}; \quad \eta_s = 0,74;$$

$$I_s = \frac{190\,000 \cdot 0,74}{1080} = 130,2 \text{ W/m}^2 < 200 \text{ W/m}^2 \dots\dots\dots \text{vyhovuje}$$

Kromě intenzity osálení je nutné vzít v úvahu i výšky zavěšení panelů. Orientační hodnoty lze odečíst z následujícího diagramu.

Diagram: Dovolené výšky zavěšení sálavých panelů s ohledem na poměr zakrytí podlahové plochy sálavými panely s_0 , střední teploty teplonosné látky θ_m a výšky zavěšení h.



s_0 [-] - poměr zakrytí podlahové plochy
 A_p [m²] - plocha sálavých panelů
 A_1 [m²] - plocha podlahy
 θ_m [°C] - střední teplota teplonosné látky
 h [m] - výška zavěšení panelů

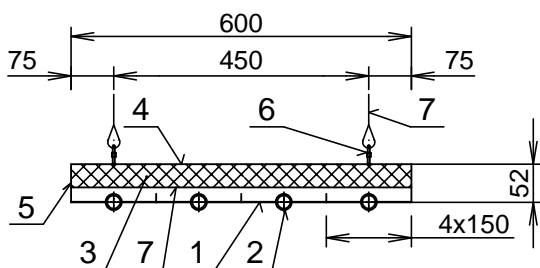
Příklad:

$$A_p = 246 \text{ m}^2; \quad A_1 = 1080 \text{ m}^2; \quad h = 6\text{m}; \quad \theta_m = \frac{130 + 70}{2} = 100^\circ\text{C}; \quad s_0 = \frac{A_p}{A_1} = \frac{246}{1080} = 0,227$$

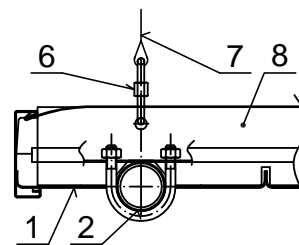
Z diagramu pro $s_0 = 0,227$ může být střední teplota teplonosné látky $\theta_{m \text{ max}} = 105^\circ\text{C}$ vyhovuje, neboť $\theta_m = 100^\circ\text{C}$

2. Sortiment

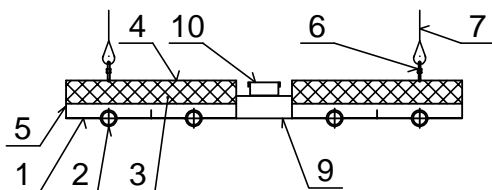
2.1 Konstrukce sálavého panelu



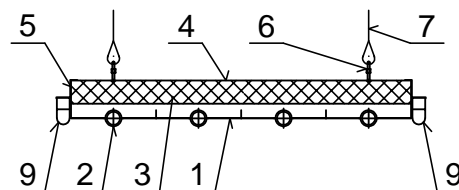
Obr. č. 4 Příčný řez panelem



Obr. č. 5 Detail zavěšení panelu



Obr. č. 6 Kombinace sálavého panelu s integrovaným osvětlením



Obr. č. 7 Kombinace sálavého panelu s osvětlením - LED trubice -Evropský patent-

Legenda:

- | | |
|--|--|
| <p>1 - otopná plocha - hliníkový plech tl.0,8 mm
povrchová úprava - práškové lakování,
emisivita povrchu 0,93
barva RAL 9016 (bílá) - standard</p> <p>2 - otopná trubka - ocelová Ø 28x1,5
trubka s plechem spojená prolisováním plechu</p> <p>3 - tepelná izolace - minerální, tloušťka 40 mm
tepelný odpor 1 m²K / W
hustota 45 kg / m³
vrchní polep - hliníková fólie</p> | <p>4 - polep izolace hliníkovou fólií</p> <p>5 - bočnice - hliníkový plech
povrchová úprava - práškové lakování</p> <p>6 - řetězová rychlospojka (součástí dodávky)</p> <p>7 - zavěšení - např.uzlový řetízek K 32/3,1/12
s napínacím šroubem nebo lankový
systém GRIPPLE s napínacím šroubem</p> <p>8 - příčný nosník - pozinkovaný plech</p> <p>9 - osvětlovací těleso LED (na dotaz)</p> <p>10 - kabelový žlab (na dotaz)</p> |
|--|--|

Třída hořlavosti - panel A1; izolace A2

Teplonosná látka: teplá, horká voda (pára na dotaz)
maximální provozní přetlak - 1,6 MPa (PN16)
maximální provozní teplota - 140 °C

2.2 Konstrukční varianty

KSP

Jedná se o standardní provedení s ocelovými trubkami v bílé barvě RAL 9016.

KSP COLOR

Sálavé panely lze za příplatek dodat v libovolné RAL barvě. Konstrukce panelu dokonce umožňuje i různé barevné kombinace. Navýšení ceny se pohybuje průměrně kolem 10 %.

KSP COOL

V zimě vytápí, v létě chladí se stejnou činnou plochou. Speciální úprava panelu základní varianty spočívá v nerezovém provedení rozvodného potrubí a v regulaci, která zabraňuje kondenzaci. Alternativně je možná i levnější varianta, která zachovává materiál potrubí standardní ocel. Potom je regulace zabraňující kondenzaci nezbytná.

KSP SPORT

Sálavé panely KOTRBATÝ prošly zátěžovým testem bezpečnosti pro sportovní objekty a jsou certifikované dle: DIN 18032-3:1997-04 a EN 13 964, příloha D. Navíc je možno na panely doobjednat vrchní drátěný kryt, aby nahoře na panelu nezůstávaly míče. Velikost oka je menší než tenisový míč.

KSP LIGHT

Vzhledem ke své modulové konstrukci lze do sálavých panelů KOTRBATÝ lehce integrovat různé druhy osvětlení od jednoduchých liniových zářivek, přes kompaktní osvětlovací tělesa až po provozně nejspornější LED panely a trubice. Nabídky včetně osvětlení na dotaz.

KSP FARM

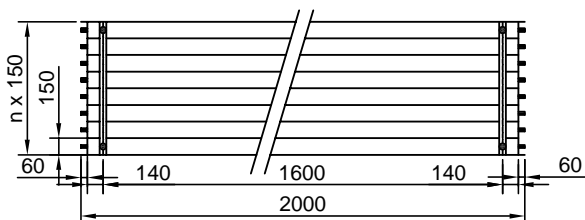
Speciální úprava pro agresivní prostředí výkrmů drůbeže s možností sklopení a čištění vysokotlakým čistícím strojem. Nerezové provedení potrubí, bez vrchní izolace a bočních křidélek, vyztužená závěsná konstrukce.

2.3 Nestandardní provedení

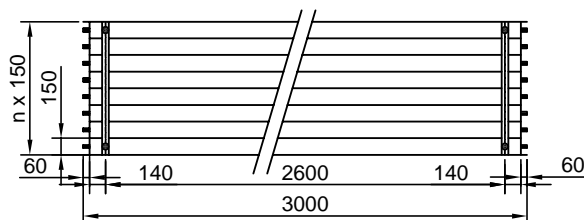
Na dotaz a po konzultaci je možné dodat i různé nestandardní prvky a technická řešení. Tyto úpravy se mohou týkat jednak délky panelů (standardně se dodává rozměrová řada 2, 3, 4, 6 m), jednak atypických závěsných konstrukcí, různých krycích plechů a to buď registrů nebo otvorů mezi integrovaným osvětlením. Na přání lze také opatřit koncové registry (rozdělovače) panelů návarky na odvodu vzduchu nebo vypouštění.

2.4 Rozměry sálavých panelů

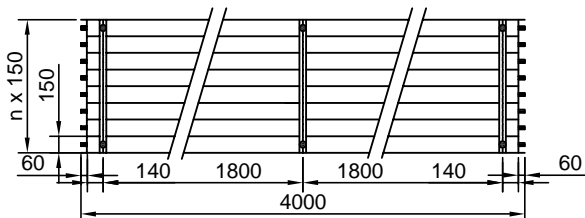
SÁLAVÝ PANEL - DÉLKA 2 m



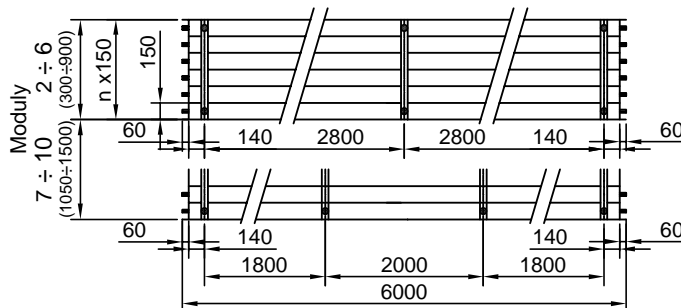
SÁLAVÝ PANEL - DÉLKA 3 m



SÁLAVÝ PANEL - DÉLKA 4 m



SÁLAVÝ PANEL - DÉLKA 6 m



Pozor!

Všechny panely s přípravou na osvětlení délky 3000 mm mají tři příčné nosníky a 6 závěsů a délky 6000 mm čtyři příčné nosníky a 8 závěsů. Panely bez osvětlení dlouhé 6000 mm a široké 1050 mm, 1200 mm, 1350 mm a 1500 mm mají čtyři příčné nosníky o rozteči 1800 mm; 2000 mm; 1800 mm.

Panely pro kombinaci s osvětlením volíme přednostně se sudým počtem lamel (šířky 600, 900, 1200, 1500 mm), abychom dosáhli symetrického zatížení na závěsy.

2.5 Hmotnost sálavých panelů

Počet modulů	Šířka n x 150 (mm)	Hmotnost (kg)								Objem vody Ø 28x1,5 (l/m)
		Délka L = 2m		Délka L = 3m		Délka L = 4m		Délka L = 6m		
		Provoz	Montáž	Provoz	Montáž	Provoz	Montáž	Provoz	Montáž	
2	300	11,2	9,2	16,5	13,5	22,4	18,4	33,0	26,9	0,9817
3	450	16,1	13,1	23,7	19,2	32,4	26,4	47,6	38,6	1,4726
4	600	20,9	16,9	31,0	25,0	42,3	34,3	62,4	50,4	1,9635
5	750	25,8	20,8	38,3	30,8	52,1	42,1	77,0	62,0	2,4544
6	900	30,7	24,7	45,6	36,6	61,9	49,9	91,8	73,8	2,9452
7	1050	35,5	28,5	52,8	42,3	71,9	57,9	106,6	85,6	3,4341
8	1200	40,4	32,4	60,0	48,0	81,8	65,8	121,3	97,3	3,9270
9	1350	45,3	36,3	67,3	53,8	91,7	73,7	136,1	109,1	4,4178
10	1500	50,2	40,2	74,6	59,6	101,6	81,6	150,9	120,9	4,9087

3. Tepelné výkony panelů a registrů - dle EN 14037: 2004

$$Q_1 = K \cdot \Delta\theta^n$$

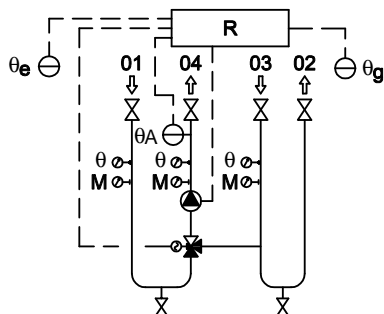
$\Delta\theta$	Tepelný výkon panelu [W/m]										Tepelný výkon registru [W]									
	Šířka panelu [mm]										Šířka panelu [mm]									
	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500		
K	1,5516	2,1608	2,7501	3,3624	3,9704	4,5743	5,1741	5,7979	6,4457	0,3727	0,5218	0,6155	0,7730	0,9178	1,0505	1,1719	1,3128	1,4519		
n	1,1931	1,1972	1,2012	1,2021	1,2029	1,2038	1,2046	1,1994	1,1942	1,1397	1,1819	1,2241	1,2337	1,2433	1,2529	1,2625	1,2641	1,2656		
[K]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]		
20	55	78	100	123	146	168	191	211	231	11	18	24	31	38	45	51	58	64		
22	62	87	113	138	163	189	214	236	258	12	20	27	35	43	50	58	65	72		
25	72	102	131	161	191	220	250	275	301	15	23	32	41	50	59	68	77	85		
27	79	112	144	177	209	242	274	302	330	16	25	35	45	55	65	75	84	94		
30	90	127	164	201	237	274	311	343	374	18	29	40	51	63	74	86	97	107		
32	97	137	177	217	257	297	336	370	404	19	31	43	55	68	81	93	105	116		
35	108	152	197	241	286	330	375	412	450	21	35	48	62	76	90	104	118	131		
37	115	163	210	258	306	353	401	471	481	23	37	51	66	82	97	112	126	140		
40	127	179	231	283	336	388	440	484	528	25	41	56	73	90	107	123	139	155		
42	134	189	245	300	364	411	467	513	559	26	43	60	78	96	113	131	148	164		
45	146	206	266	327	387	447	507	557	607	29	47	65	85	104	124	143	161	180		
47	153	217	280	344	408	471	534	587	640	30	49	68	89	110	131	151	170	190		
50	165	234	302	371	439	508	576	632	689	32	53	74	96	119	141	164	184	205		
52	173	245	317	388	460	532	604	663	722	33	56	78	101	125	148	172	194	215		
55	185	262	339	416	492	569	646	709	772	36	59	83	108	134	159	185	208	231		
57	193	273	353	434	514	594	674	740	805	37	62	87	113	140	166	193	218	242		
60	205	291	376	461	547	632	717	787	857	40	66	92	121	149	178	206	232	258		
62	213	302	391	480	568	658	746	818	891	41	68	96	126	155	185	215	242	269		
65	226	320	414	508	602	696	790	866	942	43	72	102	133	165	196	228	257	286		
67	234	332	429	527	624	722	819	898	977	45	75	106	138	171	204	237	267	297		
70	247	350	453	555	658	761	864	947	1030	47	79	112	146	181	215	250	282	314		
75	268	380	492	603	715	827	939	1029	1118	51	86	121	159	197	235	273	308	343		
80	289	410	531	652	773	894	1015	1111	1208	55	93	131	172	213	255	296	334	372		
85	311	441	571	701	831	961	1091	1195	1298	59	99	142	185	230	274	320	361	401		
90	333	472	612	751	890	1030	1169	1280	1390	63	106	152	199	247	295	343	387	432		
95	355	504	653	798	950	1099	1248	1366	1483	67	113	162	213	264	316	368	415	462		
100	377	536	694	853	1011	1169	1327	1452	1576	71	121	173	227	281	337	392	443	493		
105	400	568	736	904	1073	1240	1408	1540	1671	75	128	183	241	299	358	417	471	525		
110	423	600	779	956	1133	1311	1489	1628	1766	79	135	194	255	317	379	443	500	556		

$$\Delta\theta = \frac{\theta_{m1} + \theta_{m2}}{2} - \theta_i \text{ [K]} \quad \text{kde:} \quad \begin{array}{l} \theta_{m1} \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ teplota teplotnosné látky - přívod} \\ \theta_{m2} \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ teplota teplotnosné látky - zpátečka} \\ \theta_i \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ vnitřní návrhová teplota} \end{array}$$

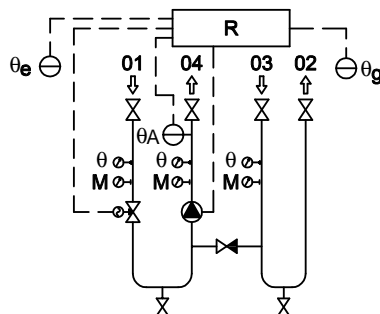
4. Regulace výkonu sálavých panelů

Doporučená regulace ekvitermní s vlivem vnitřní teploty. Nejprogresivnější řešení regulace je kombinace regulovatelného ejektoru a regulátoru s optimalizačním programem (obr.č. 9). Tento regulátor průběžně vyhodnocuje snímané teploty (venkovního vzduchu θ_e ; vnitřní výslednou teplotu θ_g ; teplotu teplotnosné látky θ_{m1}). Během krátké doby vyhodnotí charakter objektu i otopné soustavy (setrvačnost, dobu náběhu, atd.). Na základě uvedených údajů v předstihu zajišťuje nastavení teploty teplotnosné látky θ_m . Provozní režim tak umožní maximálně snížit spotřebu tepla. Další doporučená schémata zapojení ukazují obr. č. 8a - regulace směřováním s trojcestným ventilem + čerpadlo a obr.č. 8b - regulace směšováním s dvoucestným ventilem + čerpadlo.

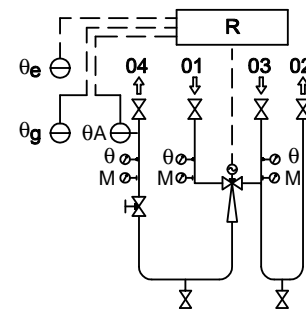
(Legenda k obr.: 01 - přívod primárního okruhu, 02 - zpátečka primárního okruhu, 03 - zpátečka sekundárního okruhu, 04 - přívod sekundárního okruhu).



Obr.č. 8a Schéma zapojení trojcestného ventilu a oběhového čerpadla



Obr.č. 8b Schéma zapojení dvoucestného ventilu a oběhového čerpadla



Obr.č. 9 Schéma zapojení ejektoru - nutný dostatečný dispoziční tlak, nepotřebují sekund. oběhové čerpadlo

5. Hydraulické tabulky

$\epsilon = 0,045$ mm	Potrubí panelu - $\varnothing 28 \times 1,5$ mm									
	60°C			80°C			100°C			
	m	w	R	Z	w	R	Z	w	R	Z
[kg/h]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]
260	0,15	16	11	0,15	14	11	0,15	14	11	11
280	0,16	17	13	0,16	16	12	0,17	17	14	14
300	0,17	19	14	0,17	18	14	0,18	19	16	16
320	0,18	22	16	0,19	22	18	0,19	21	17	17
340	0,20	26	20	0,20	24	19	0,20	23	19	19
360	0,21	28	22	0,21	27	21	0,21	25	21	21
380	0,22	31	24	0,22	29	24	0,22	27	23	23
400	0,23	33	26	0,23	31	26	0,24	32	28	28
420	0,24	36	28	0,24	34	28	0,25	34	30	30
440	0,25	39	31	0,26	39	33	0,26	37	32	32
460	0,26	42	33	0,27	42	35	0,27	40	35	35
480	0,28	48	39	0,28	45	38	0,28	42	38	38
500	0,29	51	41	0,29	48	41	0,30	48	43	43
530	0,31	57	47	0,31	54	47	0,31	51	46	46
560	0,32	61	50	0,33	61	53	0,33	58	52	52
600	0,35	72	60	0,35	68	60	0,35	64	59	59
630	0,36	76	64	0,37	75	67	0,37	71	66	66
670	0,39	87	75	0,39	83	74	0,40	83	77	77
710	0,41	96	83	0,41	91	82	0,42	91	84	84
750	0,43	105	91	0,44	104	94	0,44	99	93	93
800	0,46	119	104	0,47	117	107	0,47	112	106	106
850	0,49	133	118	0,49	127	117	0,50	126	120	120
900	0,52	149	133	0,52	142	131	0,53	140	134	134
950	0,55	165	149	0,55	157	147	0,56	156	150	150
1000	0,58	182	165	0,58	174	163	0,59	172	167	167
1050	0,60	194	177	0,61	191	181	0,62	189	184	184
1100	0,63	213	195	0,64	209	199	0,65	207	202	202
1150	0,66	232	214	0,67	228	218	0,68	226	221	221
1200	0,69	252	234	0,70	248	238	0,71	245	241	241
1250	0,72	273	255	0,73	269	259	0,74	265	262	262
1300	0,75	295	277	0,76	290	281	0,77	286	284	284
1400	0,81	341	323	0,82	335	327	0,83	330	330	330
1500	0,86	382	364	0,87	375	368	0,89	378	379	379
1600	0,92	434	416	0,93	426	420	0,95	429	432	432

kde:

m [kg/h] - hmotnostní pŕtok
teplonosné látky

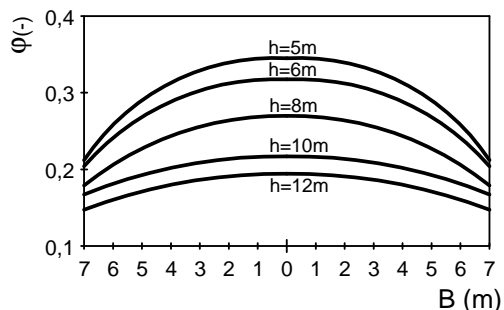
w [m/s] - rychlost proudění

R [Pa/m] - měrná tlaková
ztráta třenímZ [Pa] - místní tlaková
ztráta

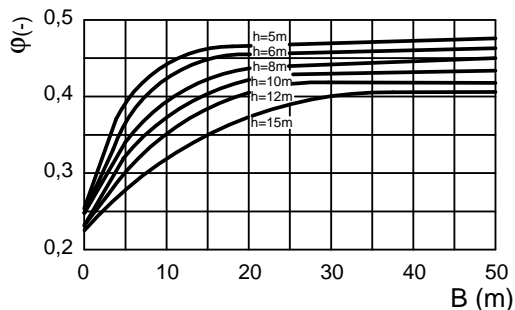
Vodní sálavé panely se vyrábí s trubkami $\varnothing 28 \times 1,5$ mm. Montují se do vodorovné polohy - bez spádu. Aby se zamezilo zavzdušňování, měla by být minimální rychlost proudění v otopných trubkách $w_0 > 0,15$ m/s. Odvzdušnění celého systému se řeší na konci vratného potrubí.

6. Rozmíst'ování sálavých pasů

Na rovnoměrnost vytápění při sálavém vytápění má podstatný vliv poměr osálení jednotlivých míst ve vytápěném prostoru (obr.č. 11 a 12). Při rovnoměrném rozmístění otopné plochy a stejné teplotě panelů je poměr osálení zcela rozdílný uprosřed a u okrajů haly.

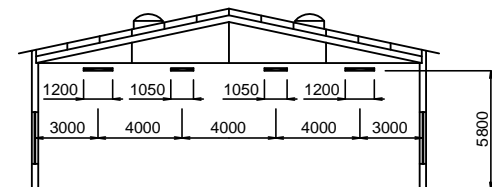


Obr.č. 11 Poměr osálení v úzkých halách

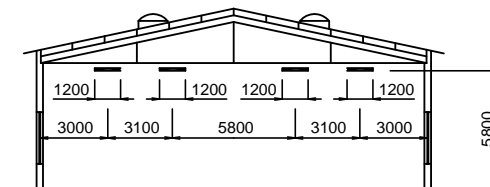


Obr.č. 12 Poměr osálení v širokých halách

Kromě tohoto vlivu působí na kvalitu prostředí u okraje objektu také chladný obvodový plášť. Cestou k dosažení rovnoměrnosti vytápění po celé šířce haly je buď zvětšení šířky panelů u okrajů objektu (obr.č. 13) při stejné teplotě a nebo zmenšenou roztečí zavěšení (obr.č. 14).

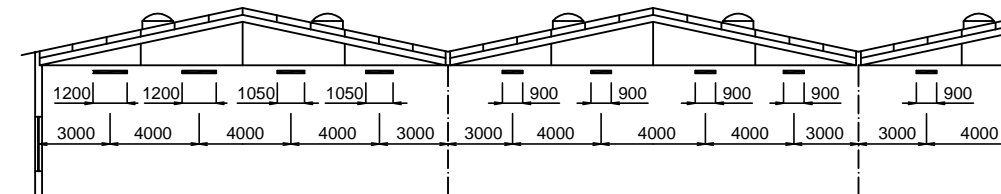


Obr.č. 13 Zvětšení šířky pásů u okraje haly (teplota všech pásů stejná - zapojení do hada)



Obr.č. 14 Nerovnoměrné rozmístění pásů o stejné šířce

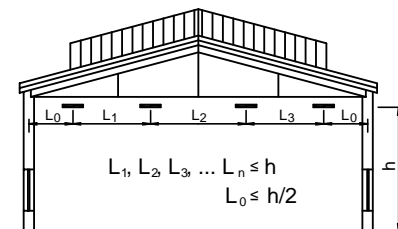
U širších hal se tento vliv odstraní zvětšením otopné plochy v pásu u okraje objektu (obr.č. 15).



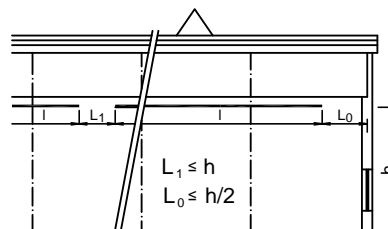
Obr.č. 15 Rozšíření pásů v krajních lodích vytápěného objektu

Aby bylo dosaženo rovnoměrnosti vytápění mezi jednotlivými panely, je nutné dodržet následující rozteče jejich zavěšení:

- panely nebo pásy kdy $\bar{s} \leq 0,5 \text{ m}$... $L_1, L_2 \dots L_n = h - 0,5 \text{ m}$ - u větších ploch zasklení obvodových stěn ... $L_0 = 0,3 \text{ h}$
- panely nebo pásy kdy $\bar{s} > 0,5 \text{ m}$... $L_1, L_2 \dots L_n = h$ - pro dobře izolované venkovní stěny ... $L_0 = 0,5 \text{ h}$
- \bar{s} ... šířka pasu; h ... výška zavěšení panelů



Obr.č. 16 Maximální vzdálenost panelů v příčném směru

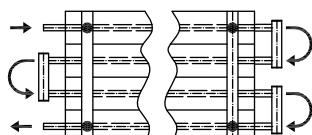


Obr.č. 17 Maximální vzdálenost panelů v podélném směru

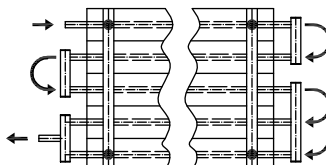
7. Vytváření otopné plochy v teplovodních sálavých soustavách

Stavebnicová otopná soustava "KOTRBATÝ KSP" je založena na principu, ve kterém otopná plocha slouží zároveň jako rozvodné potrubí. Rozvodné potrubí otopné plochy tvoří minimální část celé soustavy. Jednotlivé pásy se zapojují za sebou, rozšiřují se nebo se zužují podle potřeby dodávaného množství tepla do jednotlivých částí vytápěného objektu. Parametry teplotnosné látky ovlivňují způsob zapojování. Základní požadavek minimální rychlosti proudění v otopných trubkách panelů $w_{\min} = 0,15 \text{ m/s}$ umožňuje zavěšovat sálavé panely vodorovně - bez spádu - a odvodušňovat jedním zařízením na konci sálavého tělesa.

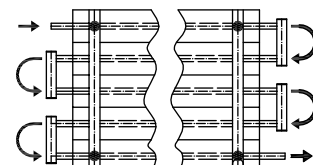
Zapojování sálavých pásů lze provádět sériově nebo paralelně. Sériové zapojení (do "hada") můžeme volit při malém teplotním rozdílu přívodu a zpátečky teplotnosné látky - $\Theta \leq 20 \text{ K}$; $L_{\max} = 40 \text{ m}$ (obr.č.18, 19a, 19b). Střední teplota pásu je po celé délce pásu stejná.



Obr.č. 18 Schéma zapojení panelu do hada sudý počet modulů

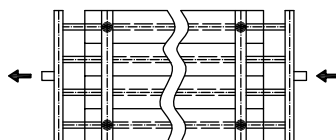


Obr.č. 19a Při lichém počtu modulů napojení z jedné strany (spojení 2 modulů)



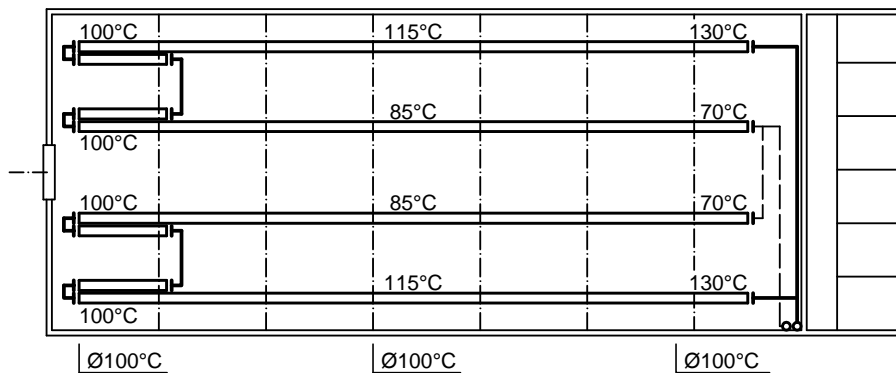
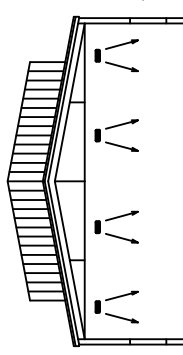
Obr.č. 19b Při lichém počtu modulů napojení z obou stran

Zapojování paralelně (do registrů) umožňuje vytvářet velice dlouhé pásy (až 180 m při velkém teplotním rozdílu, např. $130/70^\circ\text{C}$) zapojené za sebou (obr.č.20).

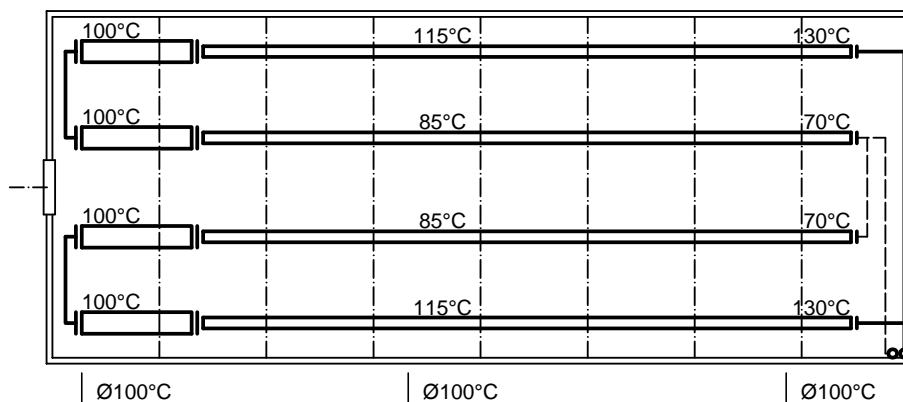
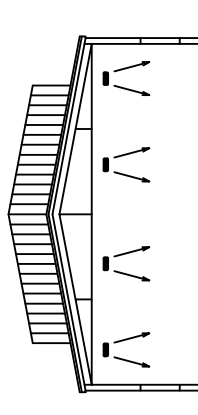


Obr.č. 20 Schéma zapojení panelu do registrů

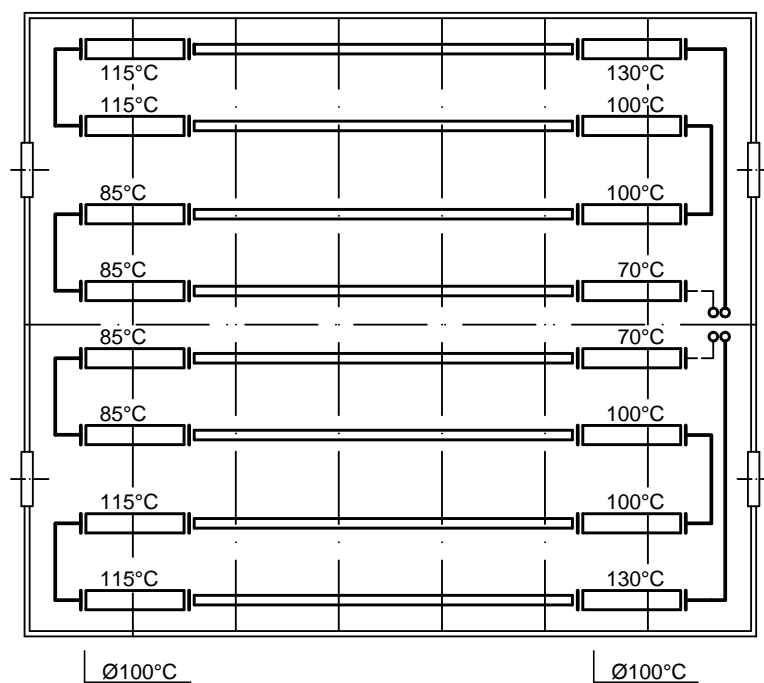
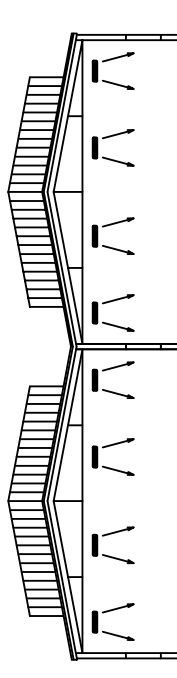
Rovnoměrnost vytápění se také dosáhne vhodným zapojováním přívodního a zpětného pásu. Průměrná teplota pásů v příčném řezu u vrchní a spodní poloviny haly je po celé délce stejná. Teplejší pásy se umístí u vnějších stěn, chladnější pak do středu objektu. Vyrovnaní vlivu chladných čelních stěn objektu se řeší zvětšením otopné plochy koncových panelů (obr.č. 21, 22 a 23).



Obr.č. 21 Zapojení pásů za sebou - zdvojení koncových pásů, připojení přes registry

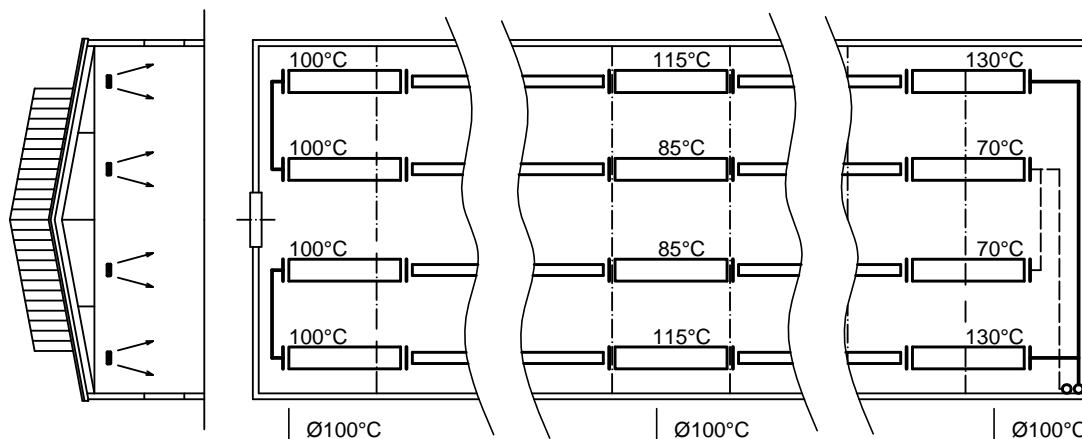


Obr.č. 22 Zapojení pásů za sebou - rozšíření koncových pásů, připojení přes registry



Obr.č. 23 Zapojení pásů za sebou - rozšíření koncových pásů, dvoulodní hala

Stavebnicová soustava dovoluje i jiné způsoby vytváření otopné plochy, které umožňují řešit specifické podmínky dané technologií objektu. Jako příklad lze uvést linkovou výrobu se stanovenými obslužnými pracovišti. Celý prostor je pouze temperován, obslužná pracoviště jsou vytápěna na "pracovní teplotu" (obr.č. 24). Výkon soustavy se reguluje podle teploty na obslužném pracovišti.

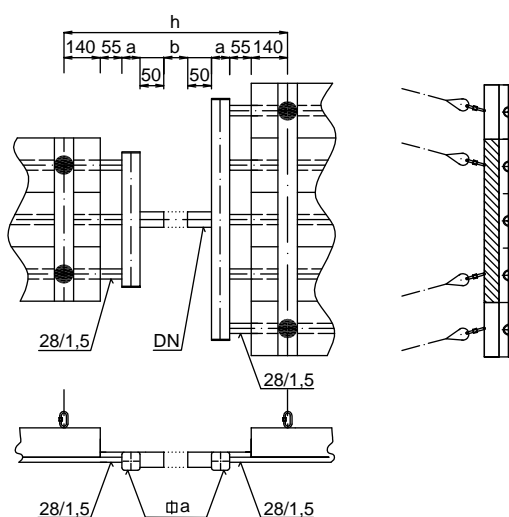


Obr.č. 24 Příklad vytápění pracovišť v kombinaci s temperováním výrobních ploch bez obsluhy

Uvedená zapojení ukazují minimální délky rozvodných potrubí. Zapojování paralelní stejně tak i zapojování sériové (do hada) se odlišuje na vstupu i na výstupu otopné látky do pásu. V souladu s požadavkem na možnost vypouštění a napouštění pásů se do vstupních uzavíracích armatur regulačního uzlu zařazuje odbočka pro vypouštění a na výstupu pak odbočka pro odvzdušnění. Stanovení jmenovité světlosti přípojky armatur je součástí návrhu. Napojovací registry jsou řešeny tak, aby v celém pásu docházelo v provozu k trvalému strhávání vzduchu směrem k odvzdušňovací armatuře na konci pásu - potrubí panelů i přípojky je napojeno v horní části registru. Není proto nutné v této části soustavy odvzdušňovat. Napojení dvou koncových panelů se provádí propojení registrů - spojení buď lisovacími nátrubky, flexibilní hadicemi, nebo svařováním (obr.č. 25).

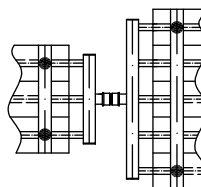
7.1. Propojení sálových panelů různých šířek

Oba panely jsou ukončeny registry. Vlastní propojení registrů se provádí svařováním, nátrubkem k zalisování (obr.č. 25a) nebo flexibilní hadicí (obr.č. 25b). Velikost obou registrů a jejich propojení se řídí projektem. Doporučuje se, aby jednotlivé výstupy z registrů panelů zapojených do jednoho topného okruhu měly stejnou dimenzi. Usnadní to výrobu i montáž panelů.

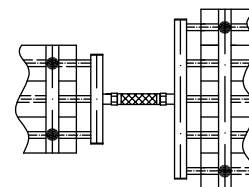


Obr.č. 25 Propojení dvou různě širokých panelů

- Øa profil registru (mm)
Ø45/45 mm nebo Ø50/50 mm
(dle dimenze připojovaného potrubí)
- a šířka registru (mm)
- b vzdálenost dána způsobem spojování (mm)
b = 0 mm spojování svařováním
b = dle průměru nátrubky k zalisování - 10 mm a víc
b = dle délky hadice - např.300 mm
- h vzdálenost závěsů (mm)



Obr.č. 25a Propojení nátrubkem

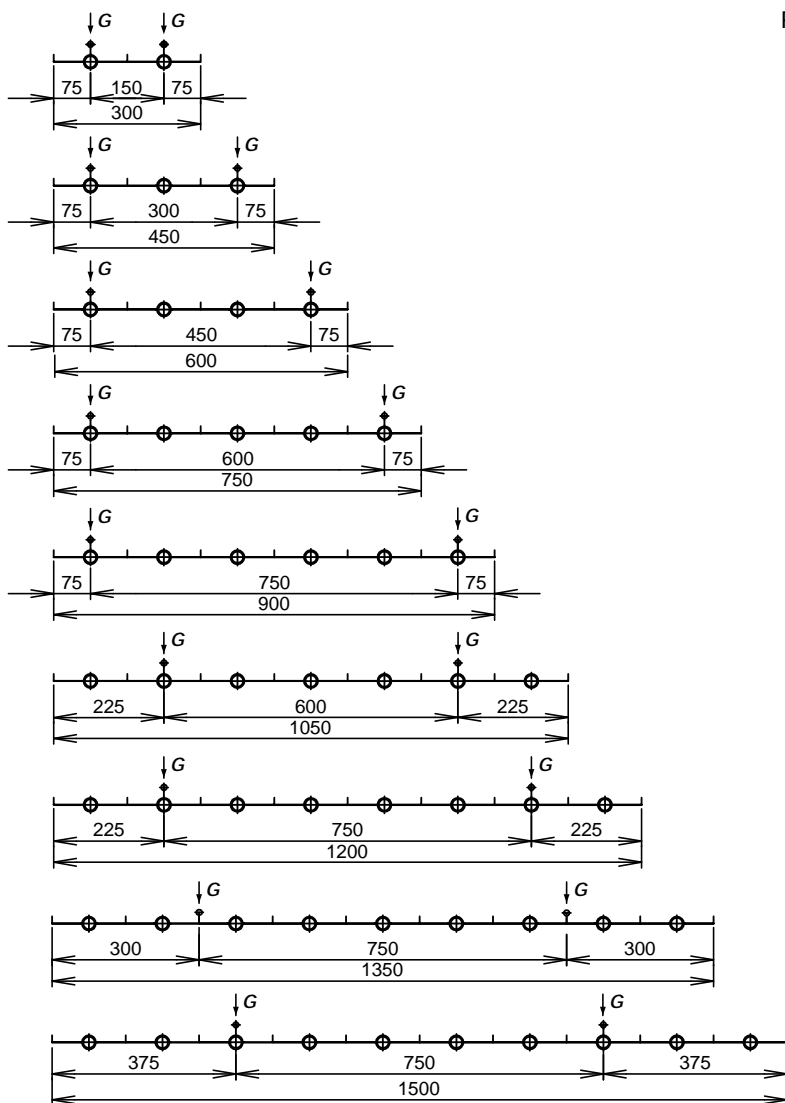


Obr.č. 25b Propojení hadicí

8. Sestavování a montáž sálavých panelů

8.1 Zavěšování

Sálavé panely se dodávají v normalizovaných délkách a šířkách - viz **Sortiment** - včetně rozmístění závěsných bodů. Zavěšování se provádí ve vyznačených bodech (dle obr.č. 5 - str.3). V tabulkách pro jednotlivé typy panelů je uvedeno i maximální provozní zatížení v jednotlivých bodech zavěšení. Zavěšování se provádí v závěsných bodech, ve kterých jsou již z výroby namontovány řetězové rychlospojky. Závěsy (karabinky se závitem) jsou pravidelně testovány na pětinasobek maximálního provozního zatížení.



Obr.č. 26 Schematické znázornění umístění závěsů

PROVOZNÍ ZATÍŽENÍ NA ZÁVĚS G (kg)

s=300	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	2,9	4,2	3,7	5,5
	počet závěsů	4	4	6	6

s=450	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	4,0	6,0	5,4	8,0
	počet závěsů	4	4	6	6

s=600	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	5,3	7,8	7,1	10,4
	počet závěsů	4	4	6	6

s=750	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	6,5	9,6	8,7	12,8
	počet závěsů	4	4	6	6

s=900	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	7,7	11,3	10,3	15,3
	počet závěsů	4	4	6	6

s=1050	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	8,9	13,2	12,0	13,3
	počet závěsů	4	4	6	8

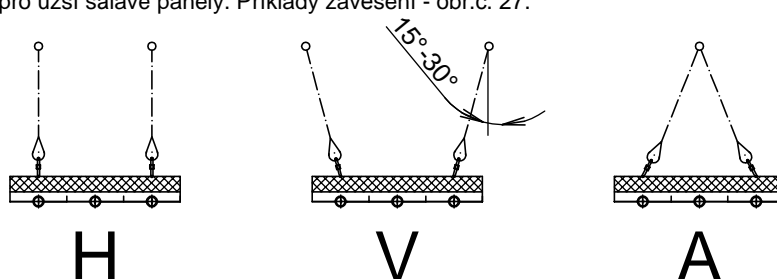
s=1200	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	10,1	15,0	13,6	15,2
	počet závěsů	4	4	6	8

s=1350	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	11,4	16,9	15,3	17,1
	počet závěsů	4	4	6	8

s=1500	délka (m)	2	3	4	6
	hmotnost (kg)	12,6	18,7	17,0	18,9
	počet závěsů	4	4	6	8

8.2 Principy zavěšování panelů

Při delších páscech $l > 24$ m se doporučuje první dvojici závěsů a pak dále po 12 m volit zavěšení dle schématu „V“, které umožňuje udržet pás po celé délce v přímé poloze. Tvar „H“ je vhodný při kratších závěsech a menších délkách pásů, tvar „A“ se používá pro užší sálavé panely. Příklady zavěšení - obr.č. 27.



Obr. č. 27 Možnosti řešení závěsů sálavých pásů

8.3 Délky závěsů

S ohledem na dilataci panelů je nutné volit i odpovídající délky závěsů. Délka závěsů je závislá jednak na délce sálavého pásu sestaveného z jednotlivých panelů a jednak na maximální teplotě teplosné látky. Minimální délky závěsů jsou uvedeny v následující tabulce.

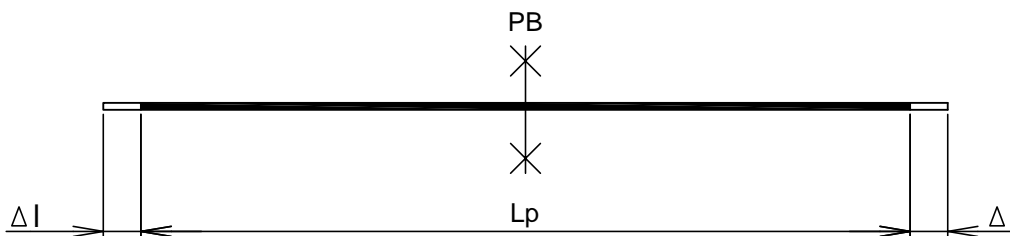
Prodloužení sálavého pásu při maximální teplotě:

$$\Delta l = \frac{L_p}{2} \cdot \Delta \theta \cdot \alpha \quad [\text{m}]; \quad \Delta \theta = \theta_m - \theta_i \quad [\text{K}]$$

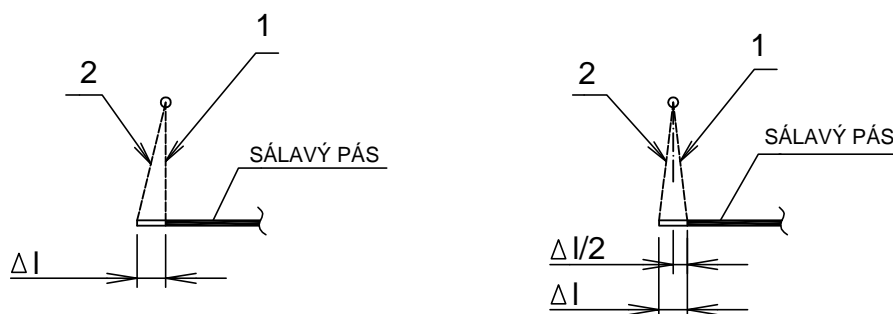
kde: Δl prodloužení poloviny sálavého pásu při ohřátí o $\Delta \theta$
 L_p délka sálavého pásu [m]
 $\Delta \theta$ pracovní rozdíl teplot [K]
 rozdíl teploty teplosné látky θ_m a teploty vzduchu θ_i při montáži
 α součinitel délkové roztažnosti (ocel ... $12 \cdot 10^{-6}$ [1/K])

Min. délka závěsu [m]	Max. teplota média [°C]	Délka pásu do [m]
0,25	130	40
0,35	130	60

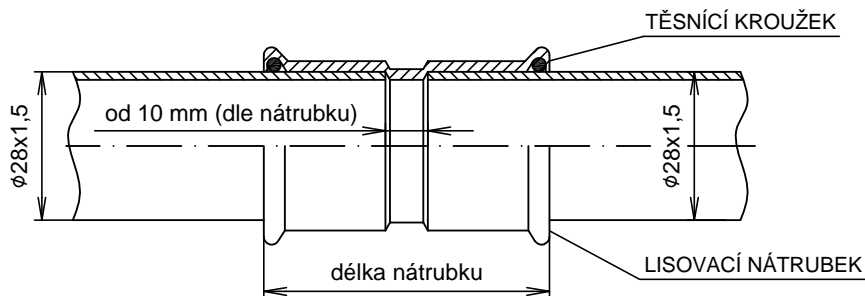
V uvedeném vztahu se počítá s prodloužením pásu na jednu stranu. Pomyslný pevný bod (PB) je uprostřed pásu (obr.č. 28). Δl je tedy hodnota, se kterou se musí uvažovat při návrhu posledního koncového závěsu. Provede-li se koncový závěs tak, že ve studeném stavu je jeho osa svislá, dojde při maximální provozní teplotě otopného média k jednostrannému vychýlení. Schéma takto provedeného zavěšení je uvedeno na obr.č. 29. Při krátkých délkách závěsů uvedených v tabulce, se doporučuje u nejvzdálenějších závěsů provést „předvěšení“, tj. základní polohu ve studeném stavu vychýlit o $D/2$ ve směru **do středu pásu**. Při maximální provozní teplotě dojde k vychýlení od svislé osy o $D/2$ ve směru **od středu pásu**. Při navrhování závěsů s přihlédnutím k prodlužování materiálů vlivem tepelné roztažnosti se počítá pouze s ocelovou trubkou. Bočnice a otopné plechy, které jsou vyrobeny z hliníku, dilatují vzhledem ke konstrukci sálavého panelu pouze v délce jednoho sálavého pásu, protože konstrukce panelu a způsob spojování panelů v pásy jejich tepelnou dilataci umožňuje.



Obr. č. 28 Tepelná dilatace sálavých pásů



Obr. č. 29 Předvěšení závěsů sálavých pásů
1 - stav při montáži; 2 - provozní stav



Obr.č. 30 Spojení trubek nátrubkem k zalisování

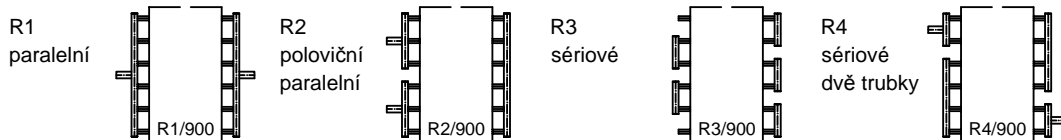
POZOR!

- Nátrubky jsou těsněny O-kroužky černé (do 120 °C) a červené barvy (do 160 °C) .
- Spojujeme-li nátrubky, je třeba při rozměřování závěsů (od středu pasů > než 24 m) vzít v úvahu náúst délkového rozměru minimálně 10 mm na každém spoji.

9. Objednání

Sálavé panely se dodávají v délkách 2000; 3000; 4000 a 6000 mm; šířky 300; 450; 600; 750; 900; 1050; 1200; 1350 a 1500 mm. S ohledem na minimální náklady se doporučuje sestavovat jednotlivé pásy z panelů 6000 mm délky a na konci doplnit pás potřebným kratším panelem např. délky 3000 mm. Z důvodů kompletnosti dodávky je zapotřebí specifikovat celé pásy, aby bylo možné dodat všechny potřebné spojovací prvky.

9.1 Typy registrů:

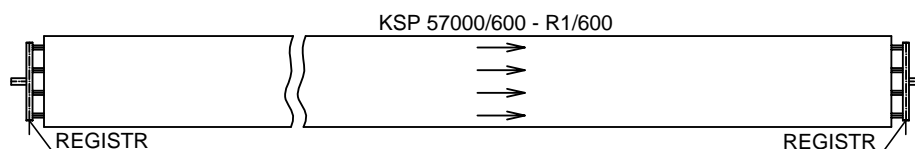


9.2 Příklady pásů:

1) Stavebnicový sálavý pás: KSP 57000/600 - R1/600 s paralelním tokem teplotnosné látky, ukončený registry (R) s koncovými návarky.

Sestavení : R1/600 + 9 x KSP 6000/600 + 1 x KSP 3000/600 + R1/600.

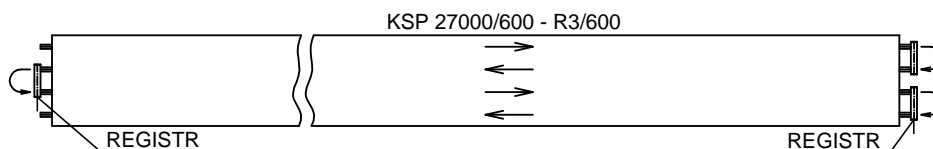
Otopná voda 110 / 70 °C; spojování lisovacími nátrubky, PN 16.



2) Stavebnicový sálavý pás: KSP 27000/600 - R3/600 zapojený sériově.

Sestavení: 1x R3/600 + 4x KSP 6000/600 + 1 x KSP 3000/600 + 1x R3/600.

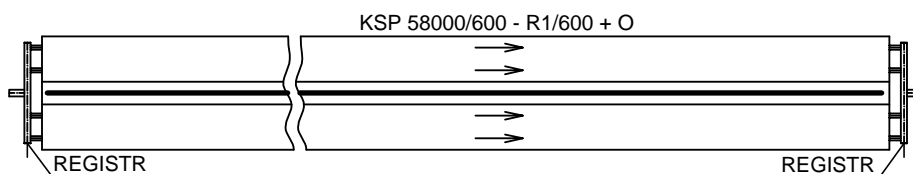
Otopná voda : 75 / 65 °C ; spojování lisovacími nátrubky, PN 6.



3) Stavebnicový sálavý pás: KSP 58000/600 - R1/600 + O s paralelním tokem teplotnosné látky, ukončený registry (R) s koncovými návarky, integrovaný s liniovým osvětlením - O (šířka mezery pro osvětlení dle objednávky např. 150 mm).

Sestavení: 1x R1/600+O + 9x KSP 6000/600+O + 1x KSP 4000/600+O + 1x R1/600+O.

Otopná voda 70 / 50 °C; spojování lisovacími nátrubky, PN 6.



9.3 Příklady objednávání příslušenství dle produktového katalogu:

Spojování sálavých panelů lisováním - objednávka dle počtu spojů :

Nátrubek k zalisování - trubka Ø28 obj.č. 154.002 ...ks

Spojování dvou registrů pružnou hadicí - objednávka dle počtu spojů, délky a koncovek hadic :

Flexibilní hadice - např. délka 300 mm, DN25,
vnější závit / vnitřní závit obj.č.170.004 ...ks

Zavěšování sálavých panelů - lankový systém - objednávka dle počtu, délky a koncovky závěsů :

Závěsný lankový systém GRIPPLE - např. délka 1m, do 45 kg, koncovka do trapézu obj.č. 170.012 ...ks

Zavěšování sálavých panelů na řetízky - objednávka dle délky závěsů :

Závěsný uzlový řetízek pozinkovaný K 32 / 3,1 / 12 obj.č. 154.001 ...m

Napínací šroub M6x60 obj.č. 150.010 ...ks