

KROBATH

**PANOURI RADIANTE DE
TAVAN**

CU APĂ CALDĂ / ABURI

ÎNDRUMĂTOR DE PROIECTARE

și

INSTRUCȚIUNI DE MONTARE

S.C. SOLENKO S.R.L.
540331 Târgu Mureș, str. Rozelor nr. 1A
Tel./ Fax: 0265-218 561

Principiul de funcționare al panourilor radiante de tavan

Căldura emisă de panourile radiante se propagă sub forma de radiații electromagnetice și intrând în contact cu corpurile solide din zona de lucru le încălzește pe acestea.

Radiațiile termice emise în jos sunt orientate către sol, pereți, respectiv persoanele și obiectele aflate în spațiul încălzit. Pardoseala și pereții constituie o suprafață însemnată, astfel absorb o cantitate mare de căldură și se încălzesc.

Aerul se încălzește venind în contact cu clădirea și corpurile (convecție secundară), astfel încât temperatura aerului va fi uniformă atât pe orizontală cât și pe verticală. Temperatura pardoselii va fi cu 2-4°C mai înaltă față de alte sisteme de încălzire prin convecție și față de temperatura aerului din apropierea pardoselii.

Radiațiile naturale, de undă lungă, ce sunt absorbite de suprafața corpului uman produc un efect de confort. Radiațiile termice într-un spațiu încălzit abia sunt percepute, dar într-un spațiu rece produc o senzație de confort termic.

Ca orice alt corp de încălzire și panourile radiante cedează căldura mediului înconjurător prin convecție și radiație termică. Caracteristica lor principală este că cedarea de căldură în proporție de 80% se produce prin radiații termice, adică undele electromagnetice se transformă în căldură în zonele de lucru ale spațiului încălzit. Astfel, în comparație cu încălzirea prin convecție, gradientul de temperatură pe înălțimea spațiului este minimă, ceea ce înseamnă că utilizarea sistemului de încălzire prin panouri radiante de tavan este mai economică și mai plăcută din punct de vedere fiziologic.

Utilizarea panourilor radiante de tavan oferă posibilitatea reducerii temperaturii aerului interior cu ~3°C pe lângă păstrarea confortului termic dorit. Ca regulă generală se poate aminti faptul că reducerea temperaturii cu 1°C conduce la o economie de combustibil de ~6 %, astfel utilizarea panourilor radiante de tavan oferă o reducere de ~15 % a cheltuielilor de încălzire în comparație cu sistemele de încălzire prin convecție.

Panourile radiante de tavan KROBATH se evidențiază prin construcția lor inteligentă, prin randamentul ridicat, respectiv montajul simplu. Nu ocupă loc din spațiul de lucru, nu sunt expuse deteriorărilor din cauze mecanice, nu necesită întreținere și service.

Domeniile de utilizare principale ale panourilor radiante cu apă caldă / aburi

- Orice spațiu cu volum mare de aer care trebuie încălzit cu consum de combustibil redus în condiții de confort termic ridicat.

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| - Hale de montaj și depozite | - Hale comerciale și expoziționale |
| - Hale de producție | - Magazine universale |
| - Depozite de vopsele | - Saloane auto |
| - Hale de reparații, garaje | - Săli sportive |
| - Centre logistice | - Hangare |

Utilizarea lor se recomandă în special pentru încălzirea spațiilor cu pericol de incendiu și/sau explozie respectiv în cazurile unităților unde există apă caldă sau aburi ori deșeuri utilizabile pentru încălzire în cantități însemnate.

Dimensionarea panourilor radiante de tavan

Condiții de amplasare

1. Geometria spațiului
Panourile pot fi amplasate pe longitudinală sau transversală
Distanța de amplasare a suprafețelor acoperite prin radiație
Luminatoare de acoperiș
Ușile de acces
Iluminatul
Locuri de muncă / suprafața zonelor de lucru
Amplasarea utilajelor tehnologice
Posibilități de suspendare – structura acoperișului
Poduri rulante
Structura acoperișului (metalică, beton armat, lemn)
Distanța de amplasare de la pereți exteriori și interiori
2. Prescripții termotehnice
Necesarul termic / puterea termică
Dezvoltarea de căldură din procesul tehnologic
Temperatura interioară dorită
Cedarea de căldură
Timpul de preîncălzire
Schimbul de aer - exhaustare
Introducerea de corpuri reci cu dimensiuni mari
3. Condiții dependente de sistem
Amplasarea sălii de cazane, resp. rețelele termice
Zonele care se doresc încălzite

Alegerea tipului

În condiții de utilizare industrială se recomandă tipul 8/100-1/2", datorită faptului că acest tip prezintă cel bun coeficient preț/kW.

Panourile mai late de 900 mm ridică probleme de transport, resp. manipulare la montaj. (Un panou de 6 m lungime, 900 mm lățime are masa fără agent termic de cca. 100 kg).

În spațiile cu înălțimi interioare mici (spații comerciale) și necesar de căldură redus se pot utiliza panouri cu lățimi mai mici.

Panourile KROBATH sunt fabricate din țevi sudate sau fără sudură cu diametrul de 1/2" resp. 3/4".

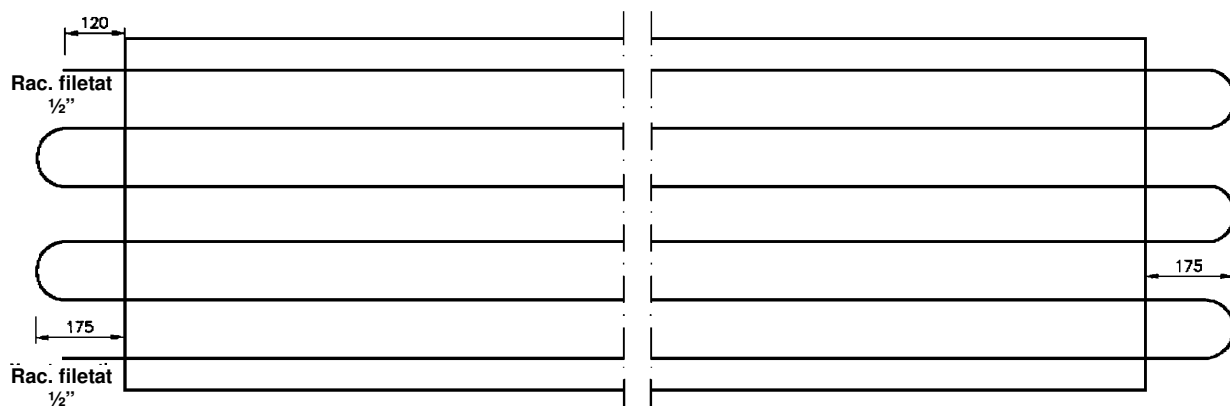
Panourile cu țevi de 3/4" se utilizează când cantitatea de apă transportată este mai mare de 500 kg/h. Acesta este cazul halelor de dimensiuni mari, unde este necesară crearea panourilor foarte lungi.

Debitul minim necesar trebuie asigurat pentru a deveni posibilă cedarea de căldură în cantitatea dorită:

țevă de 1/2" cantitatea de apă minimă 100 kg/h/țevă

țevă de 3/4" cantitatea de apă minimă 350 kg/h/ țevă

În cazul panourilor scurte și ΔT mare cantitatea de apă minim necesară, frecvent, se poate asigura greu, în special la racordarea paralelă a panourilor. Acesta se poate asigura, prin racordarea în serie a mai multor panouri scurte.

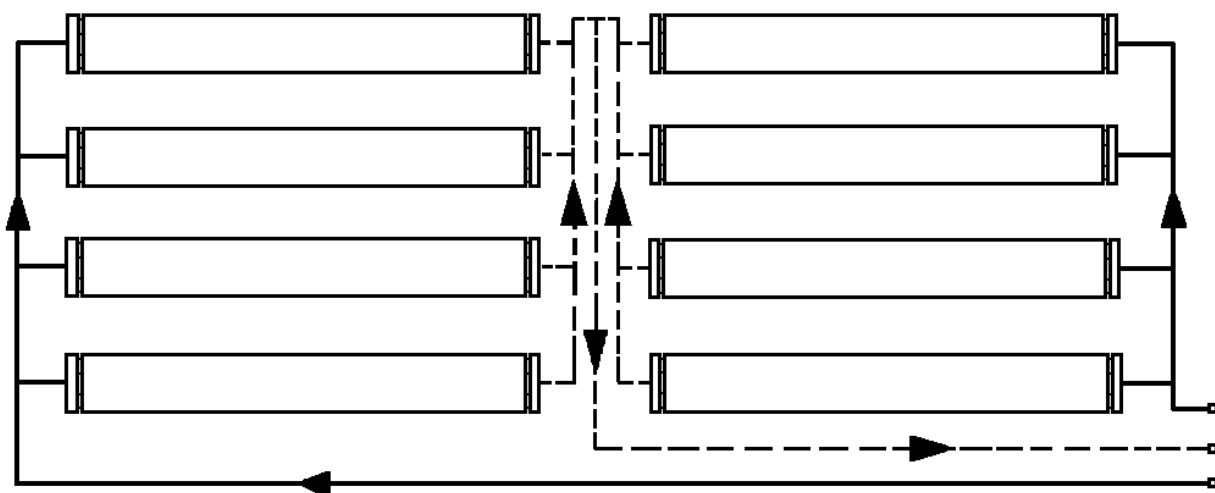


Puerea termică a panourilor radiante

Panourile satisfac condițiile standardelor DIN V 4706, resp. az EN 14637 (1-3).
Comparații obiective pot fi făcute numai după standardele menționate!

Amplasarea și alimentarea cu agent termic

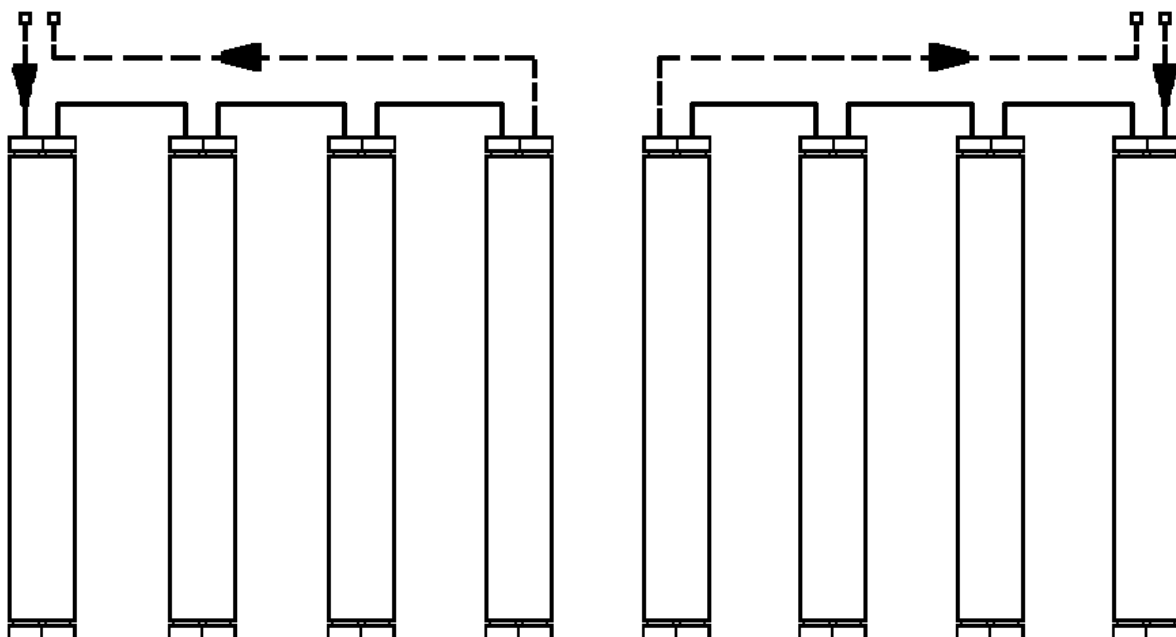
1. Două conducte de tur racordate la capătul benzilor de panouri și un retur în mijlocul benzilor (după Tichelmann) pentru cazurile în care pierderile de căldură sunt însemnate la capetele spațiului (ex. uși de acces).



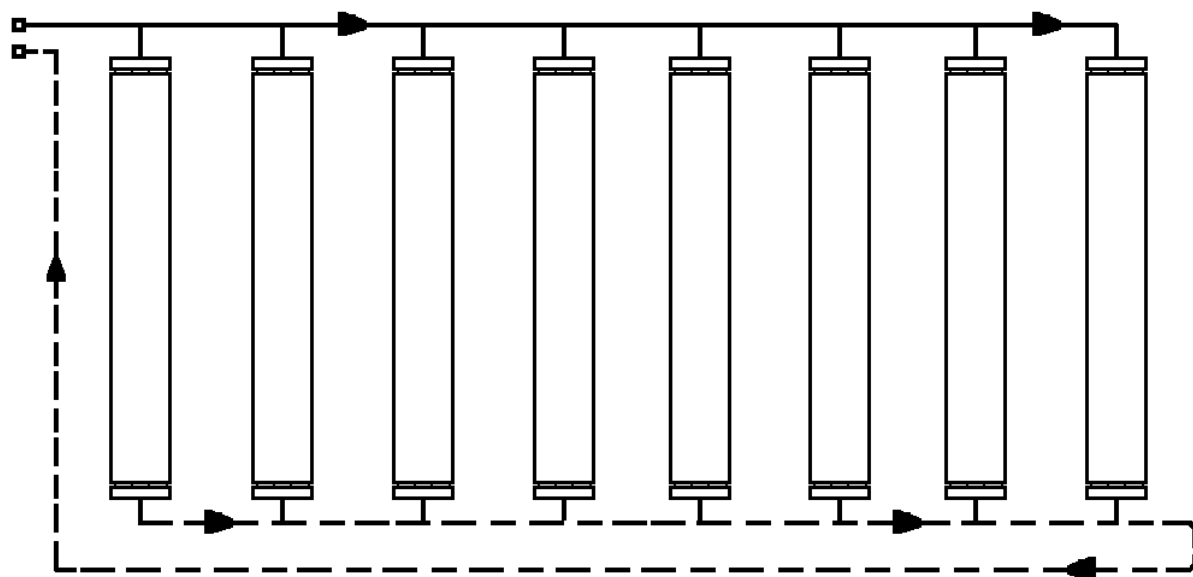
2. Două conducte de tur și unul de retur, pentru cazul pierderilor de căldură mari prin pereții laterali (ex. suprafețe laterale vitrate).



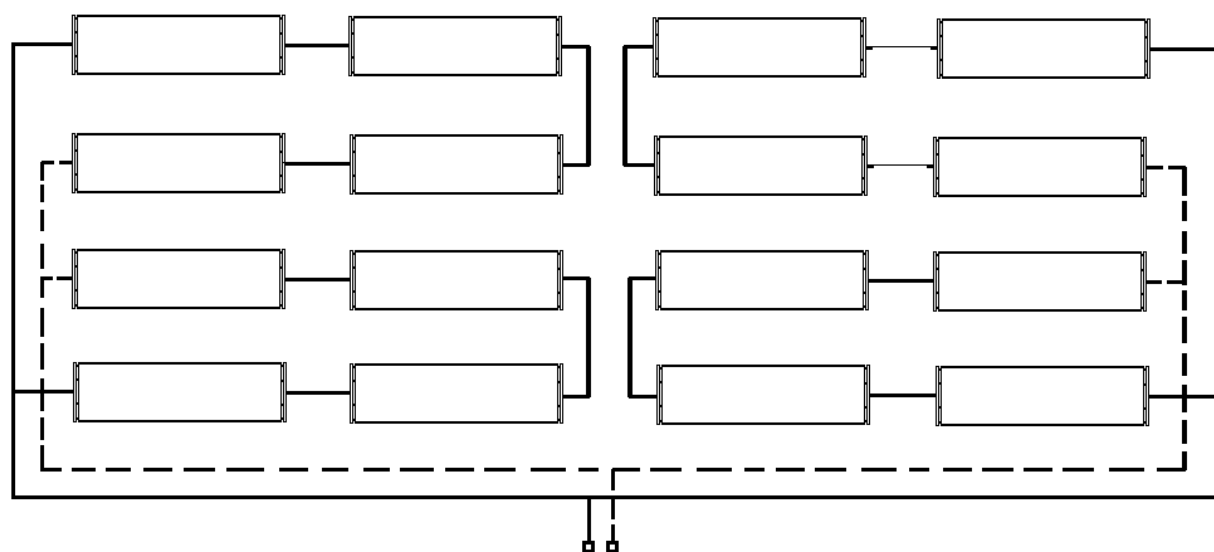
3. Conducta de tur și retur (colectorul și distribuitorul) pe aceeași parte, pentru cazurile când pierderile de căldură sunt mari la capetele halei sau debitul de agent termic este mic.



4. Alimentare după Tichelmann la amplasarea panourilor pe direcție transversală, când pierderile de căldură sunt mai mari pe una din părțile laterale ale halei.



5. Alimentarea separată a câte patru panouri. Obligatoriul în cazul panourilor scurte pentru asigurarea vitezei de curgere necesare.

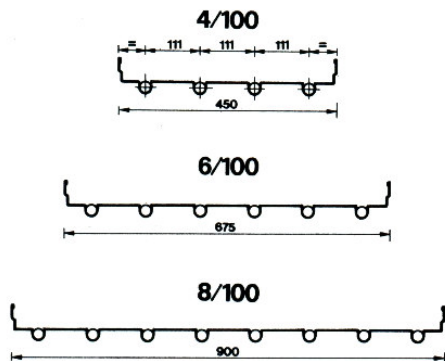


Panourile radiante KROBATH sunt acătuite din panouri din tablă de oțel în formă de Ω , în a căror adâncituri sunt presate conductele astfel încât 2/3 din suprafața țevilor sunt în contact cu panourile.

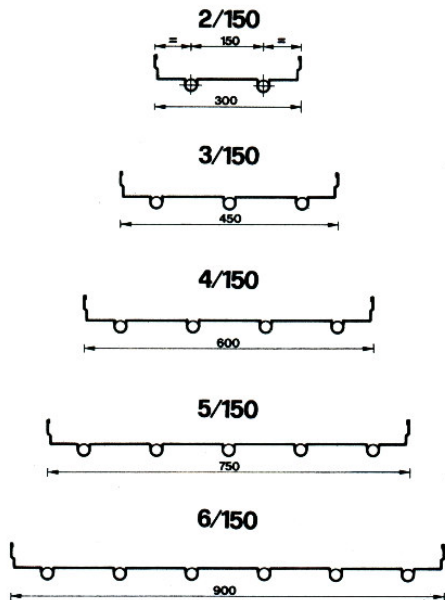
Conductele sunt fixate prin sudură în puncte de panouri.

Există două variante de bază:

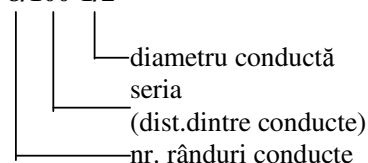
seria 100



seria 150



Codificarea : ex. **8/100-1/2"**



Suportii transversali din oțel pătrat 35x15 mm sunt amplasate la intervale de 950 mm, și împreună cu marginile îndoite ale panourilor asigură rigiditatea panourilor radiante.

Suportii transversali servesc și pentru susținerea panourilor.

Panourile se fabrică în lungimi de 4 sau 6 m. La comandă specială se pot executa și în lungimi de 2, 3 sau 5 m.

Colectoarele/distribuitoarele, racordurile filetate pentru robinetele de golire și ventilele de aerisire sunt sudate pe panouri din fabrică.

CONDUCTE

Fiecare panou radiant KROBATH poate fi fabricat din conducte cu diametrul de 1/2" sau 3/4" (seria 150 cu 1"), care până la temperatura turului de 100 °C pot fi țevi sudate resp. trase la rece.

În cazul temperaturilor mai mari ale apei respectiv în cazul aburului se utilizează țevile fără sudură (trase la rece).

Posibilități de încărcare:

Apă caldă: 100 °C, la presiunea de 6 bar

Aburi: 120 °C, la presiunea de 2 att

IZOLAREA TERMICĂ

Panourile sunt livrate cu izolație termică din vată minerală, croită la lățimea panourilor, cu grosimea de 50 mm, având conductivitatea termică $\lambda=0,04$ W/mK, în suluri cu lungimea de 12 m, ambalate în folie de plastic. Partea superioară a saltelelor din vată minerală sunt acoperite cu folie din aluminiu. Izolația termică se fixează cu bare din metru în metru, montajul lor este foarte simplu.

FINISAJUL

Panourile radiante KROBATH după fabricație sunt degresate, după care sunt imersate de 2 ori într-un lac pe bază de rășini epoxidice (culoarea variantei de bază RAL 7032), apoi uscate în cuptor. Acoperirea obținută astfel, conform standardului DIN 55900, este utilizabil până la următoarele condiții de temperatură: apă caldă 170 °C-ig, aburi 140 °C. În cazurile în care cerințele arhitecturale sau de design o solicită panourile se pot livra vopsite și în alte culori RAL.

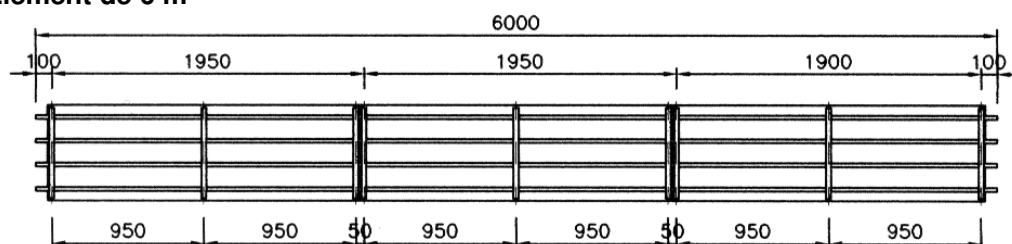
ANEXE

Panourile KROBATH se livrează totdeauna cu următoarele anexe :

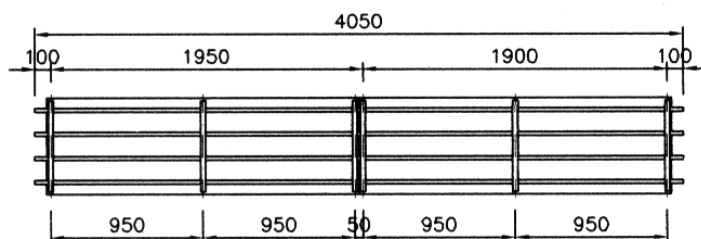
- măști (L=0,2 m), în formă și culoare identică cu panoul, pentru acoperirea sudurilor conductelor
- elemente de fixare pentru măștile panourilor
- vopsea pentru acoperirea sudurilor, conform culorii panourilor
- saltele din vată minerală (grosimea 50 mm, în suluri de 12 m)
- bare de fixare pentru saltelele izolatoare (din 2 în 2 metri)
- măști pentru panourile de capăt pentru protejarea izolației termice
- anexe pentru montaj (opționale): Cârlig filetat M8, contrapiuliță M8, Szemeslánc 4 mm, carabină 7/70 mm, ventile pt. aerisire manuale și automate

DIMENSIUNI (lățimile vezi în pagina precedentă)

Element de 6 m



Element de 4 m



COLECTOARE/DISTRIBUITOARE (ELEMENTE DE RACORDARE)

Colectoarele/distribuitoarele mai mari de 50x50 resp. la debite de agent termic mari de 70x70 sunt sudate în fabrică pe panourile de capăt. Colectoarele/distribuitoarele sunt fabricate conform comenzii beneficiarului.

Deosebim două moduri de racordare:

Racordare la ambele capete

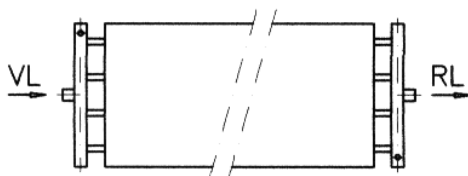
Conducta de retur este racordată la capătul opus a panoului față de conducta tur.

Sensul de curgere al fluidului este identic în fiecare țevă a panoului.

Racordarea la un singur capăt

Distribuitorul și colectorul se află pe aceeași parte a panoului.

Sensul de curgere în conductele panoului este de sens invers datorită elementului de întoarcere situat în partea opusă a panoului.



MASA PANOURILOR:

Distanța dintre țevi: 111 mm

Masa kg/m

Tip	lățimea [mm]	țv. 1/2"	țv. 3/4"	țv. 1/2"	țv. 3/4"	Cantit.apă [litri/m]	
		sudată	sudată	fără sudură	fără sudură	1/2"	3/4"
4/100	450	7,5	8,7	9	10,5	1	1,8
6/100	675	11,2	12,7	13,3	15,5	1,5	2,7
8/100	900	14,6	16,6	17,5	20,3	2,1	3,6

Distanța dintre țevi: 150 mm

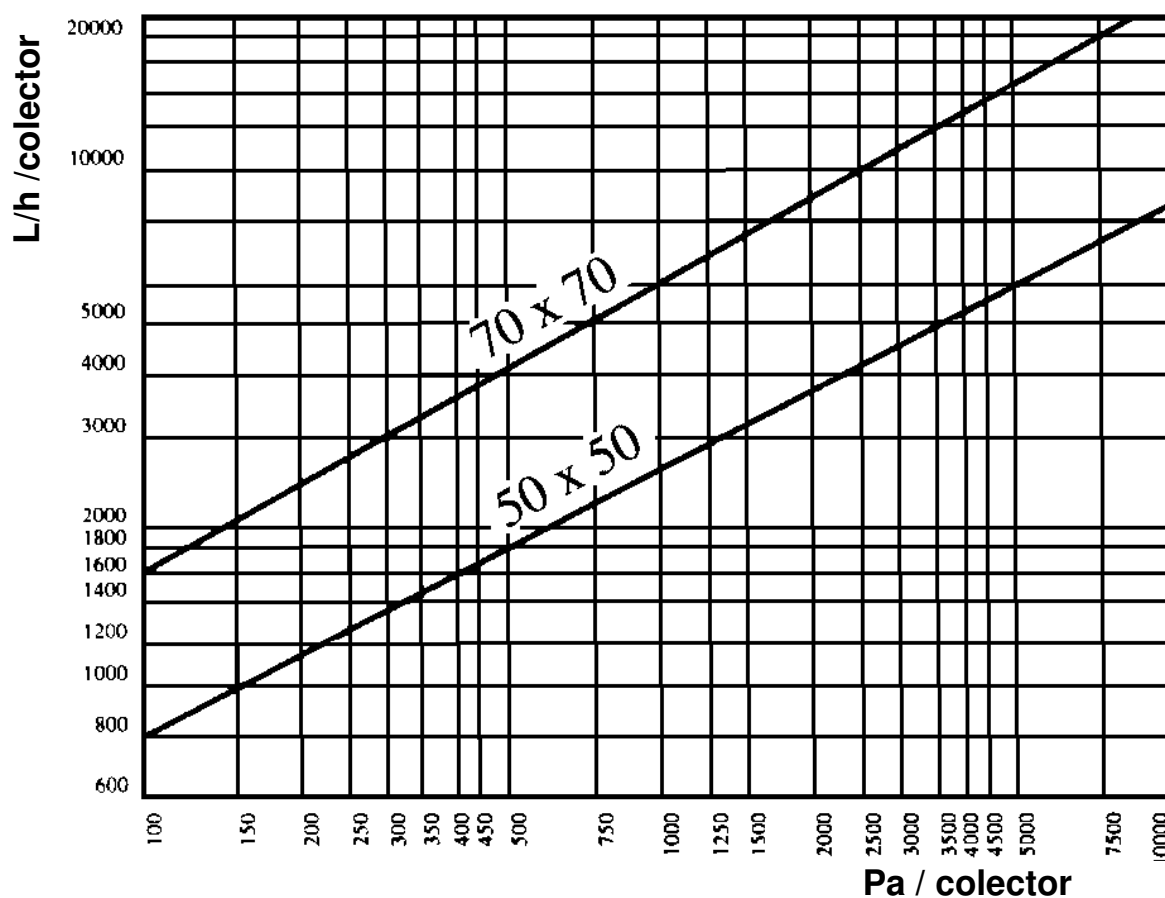
Masa kg/m

Tip	lățimea [mm]	țv. 1/2"	țv. 3/4"	țv. 1/2"	țv. 3/4"	Cantit.apă [litri/m]	
		sudată	sudată	fără sudură	fără sudură	1/2"	3/4"
2/150	300	4,7	5,2	5,4	6,2	0,5	0,9
3/150	450	6,7	7,5	7,8	8,9	0,75	1,35
4/150	600	8,8	9,8	10,2	11,7	1	1,8
5/150	750	10,8	12,1	12,6	14,4	1,25	2,25
6/150	900	12,8	14,4	15	17,2	1,5	2,7

PIERDERI DE PRESIUNE ÎN PANOURI

Debitul de agent termic [litru/h/țevă]	țevă 1/2"		țevă 3/4"	
	pierdere de presiune [Pa/m]	viteza de curgere [m/s]	pierdere de presiune [Pa/m]	viteza de curgere [m/s]
200	70	0,26		
300	160	0,39		
400	250	0,52		
500	380	0,65	90	0,37
600	540	0,78	130	0,44
700	700	0,9	170	0,51
800	900	1,02	230	0,58
900			270	0,66
1000			330	0,74

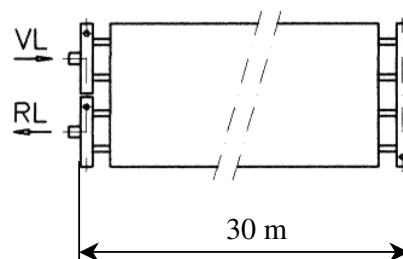
PIERDERI DE PRESIUNE ÎN COLECTOR/DISTRIBUITOR



EXEMPLU pentru determinarea PIERDERILOR DE PRESIUNE a unui panou radiant KROBATH

Date preliminare:

- Lungime panou: 30 m
- Tip panou: 8/100-1/2"
- Agent termic: apă caldă, 80/65 °C
- Temperatura interioară dorită: 15 °C



$$\Delta T = (80\text{ °C} + 65\text{ °C}) : 2 - 15\text{ °C} = 57,5\text{ K}$$

Puterea termică unitară pt. $\Delta T = 57,5\text{ K} = 542\text{ W/m}$.

Puterea termică a panoului = $542\text{ W/m} \times 30\text{ m} = 16\,260\text{ W} = 16,26\text{ kW}$.

Cantitatea de agent termic/panou

$16,26\text{ kW} : (4,2 \times 15) = 0,258\text{ kg/s}$, recalculat $\times 3600 = 929\text{ kg/h}$. >>> racord: 1"

La racordarea pe o singură parte cantitatea totală de agent termic se împarte la 4 țevi pe ambele direcții.
Cantitatea de agent termic / țeavă (1/2"): $929\text{ kg} : 4 = 232\text{ kg/h}$.

Din tabelul de pierderi de presiune în conducte, valoarea R prin interpolare este 64 Pa/m .

Lungimea totală a conductelor este 60 m, deci pierderile totale în conducte datorită frecării:

$$60\text{ m} \times 64\text{ Pa/m} = 3\,840\text{ Pa}$$

Pierderile de presiune din colectoare / distribuitoare se calculează astfel:

Din diagrama pierderilor de presiune se determină căderea de presiune pe un singur colector/distribuitor în funcție de debitul de agent termic. Astfel pt. 232 kg este 180 Pa/colector .

În cazul racordării pe o singură parte avem 3 colectoare/distribuitoare (tur, de întoarcere, retur).

Rezultă pierderea totală pe colectoare/distribuitoare: $3 \times 180\text{ Pa} = 540\text{ Pa}$.

Pierderea de presiune totală a panoului radiant de 30 m lungime este: $3\,840\text{ Pa} + 540\text{ Pa} = \underline{4\,380\text{ Pa}}$

PUTEREA TERMICĂ A PANOURILOR RADIANTE KROBATH

Seria 100

	8/100	6/100	4/100
Δt [K]	[W/m]	[W/m]	[W/m]
40	349	268	187
41	360	277	193
42	371	286	199
43	382	294	205
44	394	302	211
45	406	311	217
46	417	320	223
47	429	330	230
48	440	338	236
49	452	347	242
50	464	356	248
51	475	365	254
52	487	374	261
53	501	384	267
54	512	393	274
55	524	402	260
56	536	411	286
57	548	421	293
58	561	430	300
59	573	440	306
60	586	450	313
61	598	459	319
62	610	469	326
63	623	478	333
64	636	488	339
65	649	498	346
66	662	507	353
67	674	518	360
68	687	527	366
69	700	537	374
70	714	547	381

Datele din tabel sunt valabile pentru țevile cu diametrul de 1/2". În cazul țevilor cu diametrul de 3/4" puterea termică este mai mare cu cca. 8%, dar se va ține seama de cantitatea minimă de apă.

$$\Delta t = 1/2 * (t_E + t_V) - t_R$$

Exemplu: $t_E = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_V = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_R = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta t = 1/2 * (t_E + t_V) - t_R$$
$$\Delta t = 1/2 * (80 + 60) - 20 = 50 \text{ [K]}$$

PUTEREA TERMICĂ A PANOURILOR RADIANTE KROBATH

Seria 150

	6/150	5/150	4/150	3/150	2/150
Δt [K]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]
40	287	234	180	126	73
41	296	242	187	132	77
42	306	250	194	137	81
43	315	258	200	143	86
44	324	266	207	149	90
45	334	274	215	155	95
46	343	283	222	161	100
47	353	291	229	167	105
48	363	299	236	173	110
49	372	308	244	180	115
50	382	317	251	186	121
51	392	325	259	193	126
52	402	334	267	199	132
53	412	343	275	206	138
54	422	352	283	213	144
55	432	361	291	220	150
56	442	370	299	227	156
57	452	379	307	235	162
58	462	389	315	242	169
59	472	398	324	250	176
60	482	407	332	257	182
61	493	417	341	265	189
62	503	426	350	273	196
63	513	436	359	281	204
64	524	446	367	289	211
65	534	455	377	298	219
66	545	465	386	306	226
67	556	475	395	314	234
68	566	485	404	323	242
69	577	495	414	332	250
70	588	505	423	341	258

Datele din tabel sunt valabile pentru țevile cu diametrul de 1/2". În cazul țevilor cu diametrul de 3/4" puterea termică este mai mare cu cca. 8%, dar se va ține seama de cantitatea minimă de apă.

Reglarea temperaturii spațiilor încălzite prin panouri radiante de tavan cu agent termic

Reglarea temperaturii se realizează prin modificarea temperaturii agentului termic (apă/abur) din conducta de tur. (Modificarea cantității agentului termic nu este posibilă)!

MONTAREA

Panourile radiante KROBATH vor fi suspendate din 2 în 2 m. Deoarece fiecare sistem de încălzire necesită montaj specializat, firma KROBATH, opțional livrează și elementele de suspendare. Se recomandă determinarea sistemului de suspendare înaintea efectuării comenzii panourilor și alegerea elementelor de suspendare corespunzătoare.

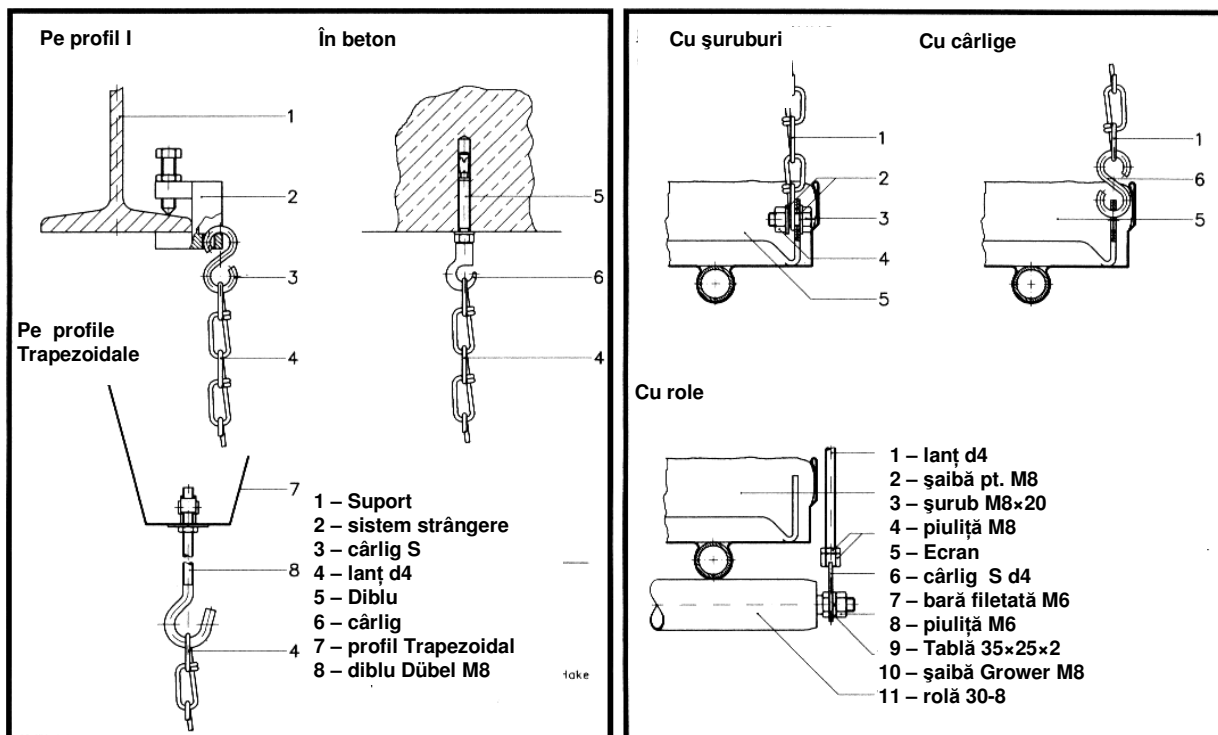
Se va utiliza **lanț sudat cu certificat de calitate** (pentru greutatea de susținut).

În cazul panourilor lungi, la montaj, se va ține cont și de dilatațiile termice.

EXEMPLE DE SISTEME DE SUSPENDARE CELE MAI FRECVENTE

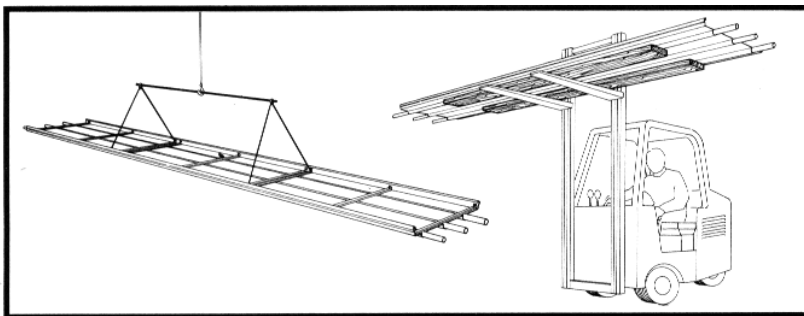
Fixarea de elementele construcției

Fixarea de panourile radiante



TRANSPORTUL, MANIPULAREA ȘI MONTAREA

Ridicarea panourilor



INSTRUCȚIUNI

1. Descărcarea panourilor radiante. Se vor respecta modalitățile de manevrare din imagine ca **să se evite deformarea panourilor !**

(În cazul pregătirii premergătoare a punctelor de susținere panourile pot fi ridicate la locul de montaj).

2. Montarea saltețelor izolatoare, fixare lor pe panouri.

(La fiecare panou echipat cu colector/distribuitor se va monta câte o mască din tablă zincată).

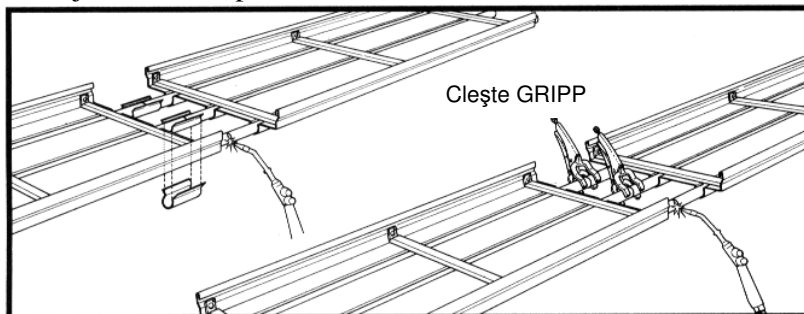
3. Crearea punctelor de suspendare și fixarea lanțurilor de structura acoperișului.

4. Suspendarea panourilor radiante.

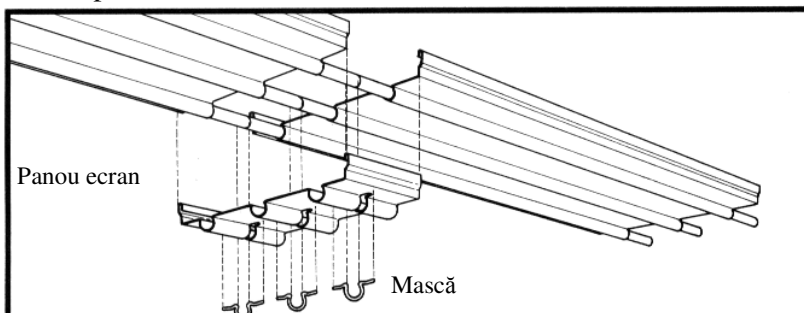
5. Sudarea țevilor panourilor radiante.

6. Curățirea sudurilor, vopsirea lor și montarea măștilor.

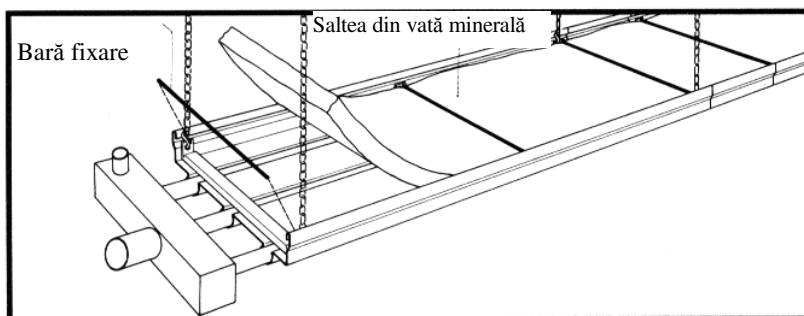
Montajul – sudarea panourilor



Fixarea panoului ecran



Montarea saltețelor izolatoare



Depozitarea: panourile radiante pot fi depozitate în loc uscat, închis, acoperit !

Tg.Mureș, 06 iulie 2005