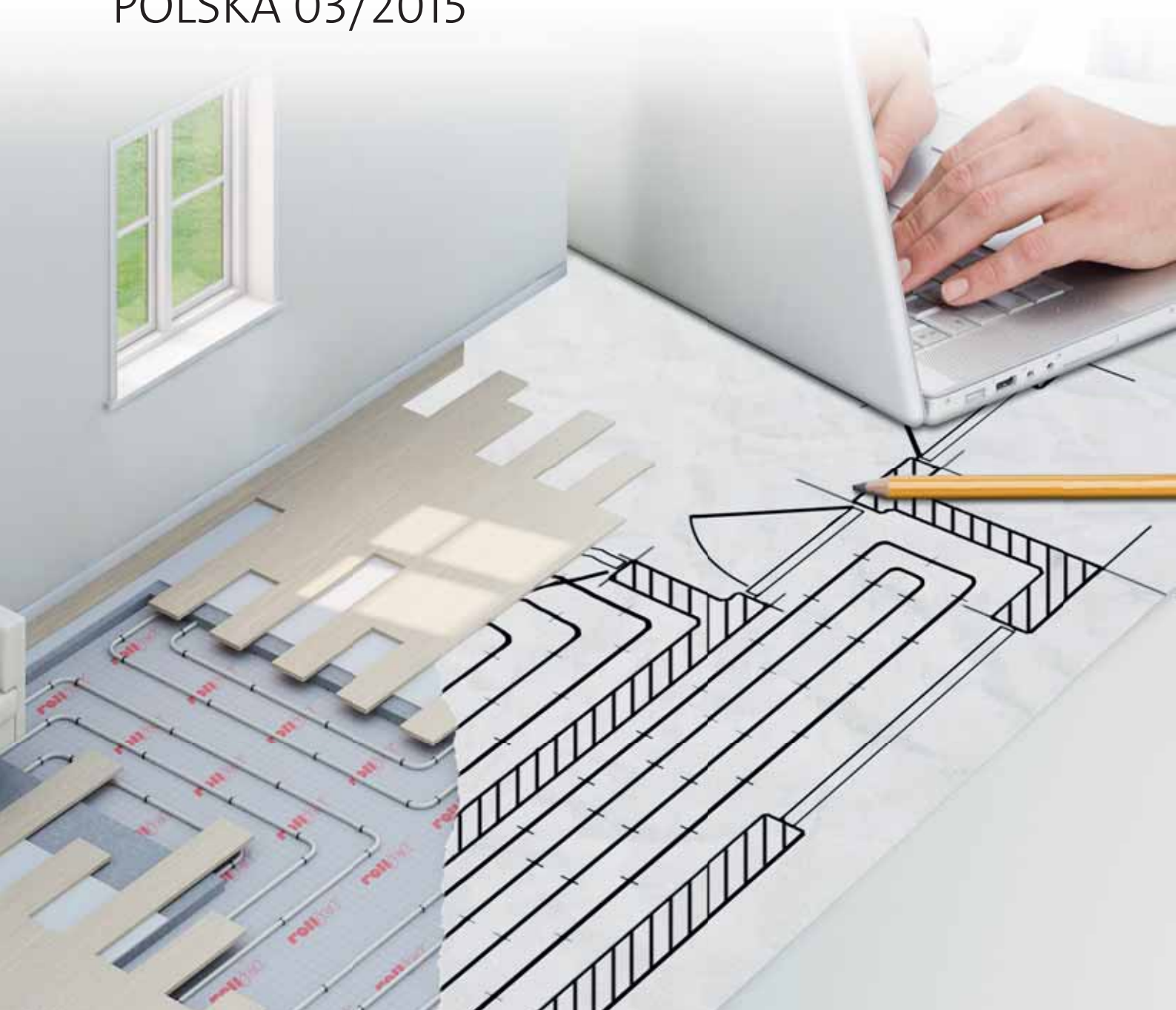


# PORADNIK TECHNICZNY

## SYSTEMY OGRZEWANIA I CHŁODZENIA PŁASZCZYZNOWEGO

POLSKA 03/2015



## I. Wstęp

IS

1. Idea systemu.....4

ZS

2. Zalety systemu.....4

## II. Elementy systemów płaszczyznowych



1. Budowa systemu płaszczyznowego.....7

- A. Materiały izolacyjne.....7
- B. Rura grzejna ..... 18
- C. Narzędzia i akcesoria do montażu ..... 22
- D. Szczeliny dylatacyjne ..... 23
- E. Jastrych ..... 25
- F. Wykończenie podłogi..... 27



2. Rozdzielacze obiegów grzewczych ..... 29

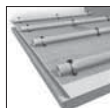


3. Szafki ..... 32



4. Regulacja ..... 33

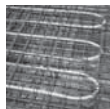
## III. Specjalne zastosowania systemów płaszczyznowych



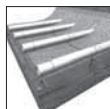
1. Chłodzenie płaszczyznowe ..... 54



2. Podłoga sportowa (system suchy)..... 55

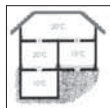


3. Ogrzewanie podłogowe w obiektach przemysłowych..... 55

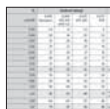


4. Ogrzewanie podłogowe na otwartych przestrzeniach ..... 56

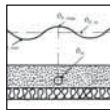
## IV. Projektowanie



1. Grubości poszczególnych warstw podłogi grzejnej..... 58



2. Dobór warstw izolacji termicznej..... 58



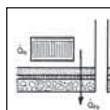
3. Zasady obliczania mocy cieplnej ..... 62



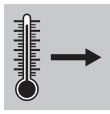
4. Założenia ..... 63



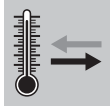
5. Gdzie ogrzewania podłogowego nie wolno układać? ..... 65



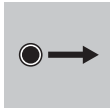
6. Zapotrzebowanie na ciepło w pomieszczeniach..... 65



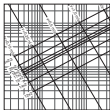
7. Wyznaczanie temperatury zasilania .. 67



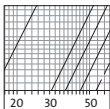
8. Różnica temperatury wody zasilającej i powrotnej ..... 68



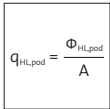
9. Przepływ czynnika grzewczego ..... 68



10. Straty ciśnienia ..... 68

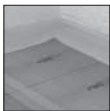


11. Wielkości obiegów ..... 69

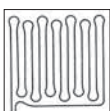


12. Algorytm projektowania ..... 69

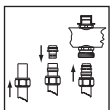
## V. Zasady montażu



1. Układanie izolacji ..... 77



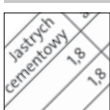
2. Układanie rur grzewczych - węzownice ogrzewania podłogowego ..... 83



3. Podłączanie rur do rozdzielacza oraz regulacja przepływu w obiegach..... 84



4. Próba ciśnieniowa ..... 84



5. Wylewanie i wiązanie jastrychu ..... 85



6. Zasady napełniania i uruchamiania instalacji..... 85

## VI. Tabele i wykresy

Temp. wewn. pomieszczeń		30
t <sub>i</sub>	°C	W/m <sup>2</sup>
15		59
18		50
20		44
22		38

Emisja ciepła: rolljet / faltjet..... 87

250	200
W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
66	74
56	63
50	56
43	48
36	41
83	93
71	81

Emisja ciepła: noppjet ..... 89

Temp. wewn. pomieszczeń		30
t <sub>i</sub>	°C	W/m <sup>2</sup>
15		59
18		50
20		44
22		38

Emisja ciepła: system suchy..... 91

Temp. wewn. pomieszczeń		30
t <sub>i</sub>	°C	W/m <sup>2</sup>
15		59
18		50
20		44
22		38

Emisja ciepła: ogrzewanie ścienne..... 93

250	200
W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
66	74
56	63
50	56
43	48
36	41
83	93
71	81

Emisja ciepła: rolljet / faltjet..... 95

Temp. wewn. pomieszczeń		30
t <sub>i</sub>	°C	W/m <sup>2</sup>
15		59
18		50
20		44
22		38

Emisja ciepła: noppjet..... 97

250	200
W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
66	74
56	63
50	56
43	48
36	41
83	93
71	81

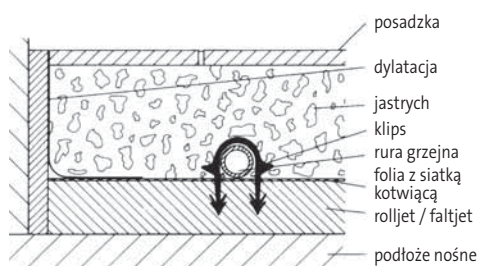
Emisja ciepła: railjet ścienna..... 99



Wykresy ..... 100



Formularze gwarancyjne..... 105



Rysunek 1  
Struktura ogrzewania podłogowego typu A (PN-EN 1264)

## I. Wstęp

Podstawą opracowania poradnika dla projektantów instalacji ogrzewania płaszczyznowego PURMO jest obowiązująca w Polsce europejska norma PN-EN 1264 oraz rozporządzenia:

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690) z późniejszymi zmianami.

[2] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 1998 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczalnych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (DzU Nr 113/98 poz. 728)

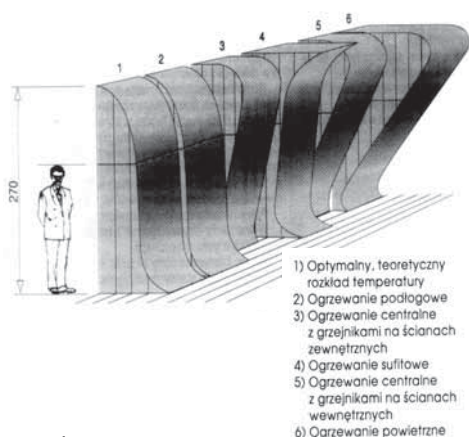
Celem poradnika jest przedstawienie ogólnych zagadnień i problemów związanych z systemem ogrzewania płaszczyznowego, a także zaprezentowanie w przystępny sposób procesu projektowego „krok po kroku” w oparciu o normę PN EN 1264. Poradnik prezentuje zasady projektowania dla struktury ogrzewania podłogowego typu A (Rysunek 1).

## 1. Idea systemu

Ogrzewanie podłogowe jest najpopularniejszą formą ogrzewania płaszczyznowego (ogrzewanie ścienne i sufitowe spotyka się rzadziej). Zasada jego działania polega na wykorzystaniu zjawisk promieniowania (~70%) oraz przewodzenia ciepła do kształtowania komfortu cieplnego w pomieszczeniach.

W przypadku instalacji ogrzewania podłogowego powierzchnia podłogi oddaje ciepło zarówno do powietrza w pomieszczeniu, jak i do ścian oraz sufitu. Przekazywanie ciepła do powietrza odbywa się na drodze konwekcji, tzn. przez ruchy powietrza. Oddawanie ciepła otaczającym przegrodom odbywa się na drodze promieniowania. Te dwa sposoby przekazywania ciepła występują równocześnie. Proporcje pomiędzy nimi zależą w znacznym stopniu od geometrii budynku oraz ilości przegród zewnętrznych.

Popularność ogrzewania podłogowego wśród innych systemów ogrzewania płaszczyznowego jest wynikiem prawie idealnego rozkładu temperatury w pomieszczeniu. (Rysunek 2).



Rysunek 2  
Rozkład temperatury w pomieszczeniu charakterystyczny dla różnych systemów ogrzewania

## 2. Zalety systemu

### A. Komfort cieplny

Pomieszczenia, w których zastosowano ogrzewanie podłogowe, w przeciwieństwie do pomieszczeń ogrzewanych innymi systemami, charakteryzują się podwyższoną temperaturą powierzchni podłogi. Następstwem tego jest zmniejszony odpływ ciepła od stóp do powierzchni podłogi, odczuwalny szczególnie w przypadku podłóg ceramicznych (patrz: dyfuzyjność cieplna). Ciepłej jest przy stopach, które są najbardziej wrażliwe na zimno, chłodniej przy głowie. Zwiększa to poczucie komfortu cieplnego.

### B. Energooszczędność

Ogrzewanie podłogowe działa przy znacznie niższych temperaturach czynnika grzejącego, niż inne systemy grzewcze. Dzięki temu jest energooszczędne. Często oprócz ciepła spalania w kotłach gazowych lub olejowych, można wykorzystać również inne rodzaje ciepła jak np. ciepło utajone wykorzysty-

wane przez wysokosprawne kotły kondensacyjne. W wyniku pracy kotłów kondensacyjnych, pomp ciepła, uzyskuje się taką temperaturę grzewczą, która daje ogromne możliwości zastosowania ogrzewania podłogowego.

Dodatkowo, ze względu na sposób przekazywania ciepła, w pomieszczeniu, gdzie zastosowano ogrzewanie podłogowe można obniżyć temperaturę o 1-2°C (oszczędności sięgają 6% przy obniżeniu temperatury powietrza o 1°C). Jest to niemożliwe w takim samym pomieszczeniu z innym systemem ogrzewania.

Wynika to z faktu, że na temperaturę odczuwalną w pomieszczeniu składa się w 50% temperatura powietrza i w pozostałych 50% temperatura podłogi oraz średnia temperatura powierzchni otaczających (patrz: temperatura odczuwalna), podwyższona przez promieniowanie ciepłej podłogi.

### C. Estetyka

Ogrzewanie podłogowe to idealny wybór dla estetów i nieograniczone możliwości aranżacyjne pomieszczeń. Brak bowiem jakichkolwiek widocznych elementów grzewczych - wszystko skrywa posadzka.

### D. Komfort dla alergików

Przekazywane ciepła drogą promieniowania oznacza to, że ruch powietrza jest bardzo ograniczony, co gwarantuje mniejszą cyrkulację kurzu i mniejsze wysuszanie powietrza, co jest szczególnie ważne dla alergików. Zastosowanie ogrzewania podłogowego sprawia, że nie ma powierzchni, na której mogłby się zbierać i spiekać kurz.

W pomieszczeniach z grzejnikami tradycyjnymi różnica temperatury pomiędzy powierzchnią grzejną a temperaturą powietrza sięga rzędu kilkudziesięciu stopni, co w rezultacie prowadzi do bardziej dynamicznego ruchu powietrza niż w przypadku „podłógówki” i wzmożonego przenoszenia się kurzu.

### E. Zakres zastosowania

W Polsce w domach jednorodzinnych ogrzewanie podłogowe staje się coraz częściej wybieranym systemem grzewczym. Również w innych obiektach ten system ogrzewania okazał się najlepszym rozwiązaniem. Zapewnia on komfort ciepły w kościołach, halach sportowych i przemysłowych.

W pomieszczeniach wysokich, ogrzewanych tradycyjnie, ogrzane powietrze wznosi się do góry i powoduje niepotrzebne straty. Ogrzewanie podłogowe dostarcza ciepło tam, gdzie jest ono najbardziej potrzebne.

Na otwartych przestrzeniach jak np. na dziedzińcach, rampach, podjazdach a nawet na stadionach sportowych ogrzewanie podłogowe uniemożliwia utrzymywanie się śniegu i zapobiega oblodzeniu. W obiektach remontowanych ogrzewanie podłogowe pozwala zachować charakter wnętrza. Niewidoczna instalacja i optymalne warunki cieplno-wilgotnościowe idealnie sprawdzają się w obiektach zabytkowych, w których znajduje się wiele dzieł sztuki.

### Ciekawostka: Dyfuzyjność cieplna

Dyfuzyjność cieplna jest to stosunek współczynnika przewodzenia ciepła materiału  $\lambda \left[ \frac{W}{mK} \right]$  do jego ciepła właściwego  $c_p \left[ \frac{J}{kgK} \right]$  i gęstości  $\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ .

$$a_p = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho} \left[ \frac{m^2}{s} \right]$$

W praktyce oznacza to, że im większa wartość dyfuzyjności cieplnej tym materiał szybciej przewodzi ciepło. Dla porównania: stawiając stopę na płytce ceramicznej i panelu podłogowym o tej samej, pokojowej temperaturze odczuwamy, że płytka ma dużo niższą temperaturę niż panel. Dzieje się tak, gdyż wartość dyfuzyjności cieplnej dla płytek jest dużo większa niż dla paneli, a co za tym idzie odbierają one również ciepło od stopy dużo szybciej niż panele. Materiały o wysokiej dyfuzyjności cieplnej błyskawicznie dostosowują swoją temperaturę do temperatury otoczenia, ponieważ przewodzą ciepło szybciej w porównaniu do swojej pojemności cieplnej  $c_p \cdot \rho$ .

**Tabela 1**  
Wartości dyfuzyjności cieplnej dla różnych materiałów

Materiał	Dyfuzyjność cieplna [m <sup>2</sup> /s]
Aluminium	8,418 × 10 <sup>-5</sup>
Powietrze	2,216 × 10 <sup>-5</sup>
Ceramika	1,359 × 10 <sup>-6</sup>
Szkło	3,810 × 10 <sup>-7</sup>
Drewno (sosna)	1,159 × 10 <sup>-7</sup>
Drewno (dąb)	1,096 × 10 <sup>-7</sup>
Sklejka	1,062 × 10 <sup>-7</sup>
Wykładzina PCW	1,054 × 10 <sup>-7</sup>

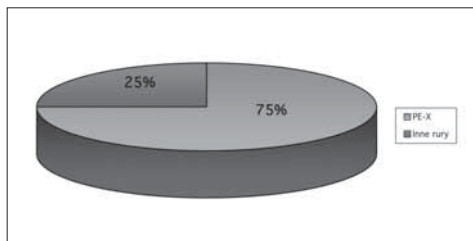
### Ciekawostka: Temperatura odczuwalna (t<sub>o</sub>)

Dla małych prędkości powietrza (v<sub>a</sub> = 0,2 m/s) i różnicy temperatur powietrza (t<sub>a</sub>) i promieniowania (t<sub>r</sub>) nie przekraczającej 4°C, jest to w przybliżeniu średnia wartość z tych temperatur. Bardziej precyzyjnie określa ją wzór

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) \cdot t_r$$

Wartość współczynnika A zależy od prędkości powietrza (v<sub>a</sub>)

v <sub>a</sub> [m/s]	<0,2	0,2÷0,6	0,6÷1,0
A [-]	0,5	0,6	0,7



**Rysunek 3**  
Udział PE-X w Europie na rynku rur wykorzystywanych w ogrzewaniu płaszczyznowym



## F. Jakość

Ogrzewanie podłogowe PURMO spełnia ustalenia dotyczące jakości i badań wszystkich produktów. Pełny system PURMO uzyskał wiele europejskich certyfikatów.

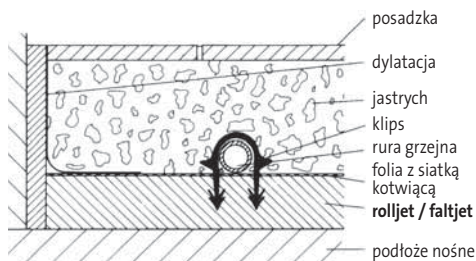
## G. Niezawodność

Ogrzewanie podłogowe PURMO z rurami z tworzywa sztucznego znane jest już od ponad 30 lat. Najczęściej stosowanym materiałem, z którego wykonuje się rury dla systemu ogrzewania podłogowego jest polietylen usieciowany PE-X (jednorodne rury polietylenowe wykorzystywane są również w instalacjach zimnej i ciepłej wody). Udział PE-X w Europie na rynku rur wykorzystywanych w ogrzewaniu płaszczyznowym wynosi około 75%.

Ważną cechą rur PE-X jest długowieczność. Jeżeli eksploatuje się je zgodnie z zalecanymi parametrami pracy ich trwałość przekracza 50 lat.

## II. Elementy systemów płaszczynowych

### 1. Budowa systemu płaszczynowego



W systemie Purmo rura grzejna leży w dolnej strefie jastrychu (typ struktury A wg PN-EN 1264). System ten gwarantuje prawidłowe rozprzestrzenianie się ciepła pomiędzy rurkami, dzięki czemu temperatura powierzchni podłogi jest bardziej wyrównana.

Purmo oferuje 4 różne systemy mocowania rury do instalacji ogrzewania i chłodzenia płaszczynowego:

- rolljet/faltjet – rura o średnicy 16-20 mocowana jest do izolacji (rolljet lub faltjet) za pomocą takera i klipsów;
- noppjet – rura o średnicy 14-17 mocowana jest w płytach z wypustkami
- system suchy - rura wielowarstwowa o średnicy 14x2 mm mocowana jest w profilowanych płytach z kanalikami
- railjet - rura o średnicy 14-17 mocowana do ściany lub sufitu na listwach z uchwytami

#### A. Materiały izolacyjne

Między konstrukcją stropu a jastrychem z rurami ogrzewania podłogowego, należy umieścić warstwę izolacji termicznej i akustycznej.

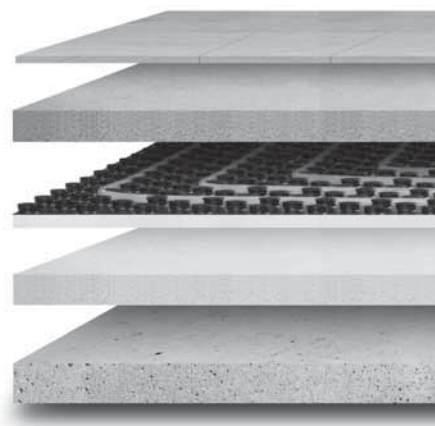
Rodzaj i grubość izolacji są każdorazowo zależne od następujących czynników:

- rezerwy wysokości, którą dysponujemy,
- wymagań przepisów dotyczących ochrony cieplnej,
- obciążeń.

W celu ułatwienia wyboru właściwego rodzaju izolacji, najczęściej stosowane materiały izolacyjne zestawiono w Tabeli 2

**Tabela 2**  
Systemy izolacji Purmo

Typ	rolljet	noppjet	faltjet	system suchy	railjet
Opis	Płyta styropianowa pokryta folią z siatką kotwiącą	Płyta styropianowa z wypustkami dla rur 14-17	Płyta z pianki poliuretanowej pokryta folią z siatką kotwiącą	Płyta styropianowa profilowana z kanalikami i stalowymi profilami	Plastikowa listwa do montażu rury łączona na zatrzask
Wsp. przewodzenia ciepła $\lambda$ [W/mK]	0,035-0,040	0,035	0,025	0,040	x
Grubość [mm]	25 - 50	11	74	35	5
Maksymalne obciążenie [kg/m <sup>2</sup> ]	500-3500	6000	5000	150	x



**Rysunek 4**  
Budowa grzejnika podłogowego

#### Ciekawostka: Dlaczego rur nie unosi się ponad izolację?

Wpływ położenia rury w grubości warstwy jastrychu na moc ogrzewania podłogowego jest tak mały, że w obliczeniach można go pominąć.

Różnice wynikające ze zmiany uniesienia rur nad warstwę izolacji można zrekompensować przez zmianę temperatury pracy instalacji o wartość mniejszą niż 1,5 K.

Uniesienie rur nad izolację zwiększa natomiast koszty systemu, wydłuża czas montażu i układania jastrychu.

## • ROLLJET

### Rodzaj materiału

Rolljet jest produkowany ze spienianej metodą bezfreonową twardej pianki polistyrenowej, zgodnie z normą PN-EN 13163. Użyty jako warstwa stropu odpowiada klasie reakcji na ogień: E (PN-EN 13501-1). Produkt posiada znak CE, a jego jakość monitorowana jest przez certyfikowane niezależne podmioty. Współczynnik przewodzenia ciepła wynosi  $\lambda=0,035\pm 0,040$  W/mK w zależności od typu Rolljetu.

### Budowa

Rolljet to styropian pokryty jednostronnie folią z wtopioną w nią siatką kotwiącą, która zapewnia prawidłowe zamocowanie klipsów. Nadrukowana podziałka (raster) ułatwia przycinanie izolacji i układanie rur.

Ponieważ system umożliwia dowolny rozstaw rur grzewczych, moc cieplną można dopasować do miejscowych strat ciepła w pomieszczeniach.

W procesie produkcyjnym płyty styropianu nacina się ukośnie od spodu na całej grubości. Dzięki temu izolację można zwinąć w rulony (Rysunek 5). Podczas układania na płaskim podłożu nacięcia dopasowują się do siebie i zamykają szczelnie, wykluczając powstanie szczelin. Prawidłowe ułożenie uniemożliwia przedostawanie się jastrychu przez warstwę izolacji i powstawanie mostków cieplnych i akustycznych.

### Obciążenie

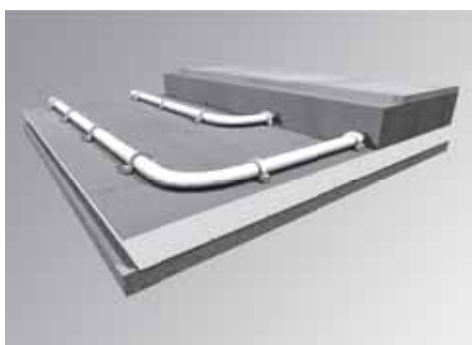
Dopuszczalne obciążenie rolljetu wynosi od 5kPa dla płyty styropianowej EPS T do 35kPa dla EPS 200. Odpowiada to warunkom panującym w większości budynków mieszkalnych. Ubytek grubości izolacji pod obciążeniem musi być mniejszy niż 5 mm. Jeśli występują większe niż w budownictwie mieszkaniowym obciążenia, można zamówić specjalny rolljet o innych grubościach i gęstościach styropianu.

### Izolacyjność akustyczna

Warstwa izolacyjna na stropie musi spełniać rolę izolacji tłumiącej dźwięki uderzeniowe (izolacyjność termiczna ze względu na bardzo małe różnice temperatur pomieszczeń rozdzielonych stropem ma znikome znaczenie). Dla osiągnięcia wymaganego poziomu tłumienia dźwięków uderzeniowych dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych  $L'_{n,w} = 58$ dB zgodnie z normą PN-B-02151-3:1999 wystarczy wariant z płytą akustycznego styropianu podłogowego o grubości 27/25 mm. Dla podwyższenia ochrony dźwiękowej stropu można zastosować większą grubość, np. 38/35 mm.



Rysunek 5  
Izolacja Rolljet



Rysunek 6  
Izolacja Rolljet



### Zobacz film

Montaż ogrzewania podłogowego

Z oznaczenia 27/25 wynika, że pierwotna grubość styropianu wynosi 27 mm, a po wykonaniu wylewki 25 mm.

Kod zamówienia	Typ	Grubość	Wielkość	Opakowanie	Współczynnik przewodzenia	Opór przewodzenia	Tłumienie dźwięku	Max obciążenie
-	-	mm	mm	m <sup>2</sup>	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	dB	kg/m <sup>2</sup>
FBMC4271001200P0	EPST 5,0	27/25	1000x12000	12	0,04	0,68	26	500
FBMC4381000900P0	EPST 5,0	38/35	1000x9000	9	0,04	0,95	28	500
FBMCA201001500P0	EPS 80	20	1000x15000	15	0,04	0,50	-	1200
FBMCA251001200P0	EPS 80	25	1000x12000	12	0,04	0,625	-	1200
FBMC0251001200P0	EPS 100	25	1000x12000	12	0,04	0,63	-	2000
FBMC0351000900P0	EPS 100	35	1000x9000	9	0,04	0,88	-	2000
FBMF0501000200P0	EPS 100	50	1000x2000	10	0,04	1,25	-	2000
FBMC1251001200P0	EPS 200	25	1000x12000	12	0,035	0,71	-	3500
FBMC1301001000P0	EPS 200	30	1000x10000	10	0,035	0,86	-	3500



Te wymagania muszą być spełnione w każdym budynku, niezależnie od rodzaju instalacji grzewczej.

### Zastosowanie

Rolljet stosuje się jako izolację akustyczną, jednowarstwową (EPS T) układaną na stropach międzypiętrowych w budynkach mieszkalnych albo w połączeniu z innymi materiałami izolacyjnymi jako izolację termiczną (EPS 100 i EPS 200). Odpowiednie kombinacje spełniające wymagania rozporządzenia o ochronie cieplnej, zawarto w tabeli doboru materiałów izolacyjnych.

## • FALTJET

### Rodzaj materiału

Faltjet to twarda pianka poliuretanowa o zamkniętych porach, produkowana bezfreonowo. Jest to materiał o bardzo niskim współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,025$  W/mK (wartość zmierzona przez Niemiecki Instytut Normalizacyjny to  $\lambda=0,023$  W/mK).

### Budowa

Faltjet od spodu wykończony jest warstwą miękkiej pianki poliuretanowej, zaś wierzchnią warstwę stanowi folia z siatką kotwiącą.

Dostarczany jest w płytach, które po rozłożeniu mają powierzchnię 2 m<sup>2</sup>. Podczas transportu składa się ją na pół, dzięki nacięciu wszystkich warstw poza wierzchnią folią. Otrzymujemy w ten sposób element podwójnej grubości o powierzchni 1 m<sup>2</sup>.

### Obciążenie

Właściwości faltjetu umożliwiają bezpieczne przenoszenie obciążenia do wartości 50 kPa.

### Izolacyjność akustyczna

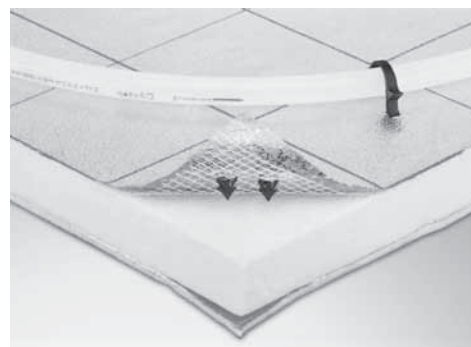
Warstwa pianki poliuretanowej umożliwia prawidłowe przyleganie izolacji do podłoża i redukuje natężenie przewodzonych dźwięków o wartość około 20 dB. Ponieważ faltjetu nie stosuje się zazwyczaj do izolacji stropów międzypiętrowych w budynkach mieszkalnych, jego izolacyjność akustyczna jest wystarczająca.

### Zastosowanie

Faltjet stosuje się wszędzie tam, gdzie powinny być minimalne grubości warstw z powodu braku rezerwy wysokości w świetle elementów konstrukcyjnych pomieszczeń przy zachowaniu maksymalnej izolacyjności cieplnej. Ze względu na wyjątkowo dużą wytrzymałość na ściskanie jest on coraz częściej stosowany w obiektach przemysłowych i wystawowych np. w salonach i warsztatach samochodowych.

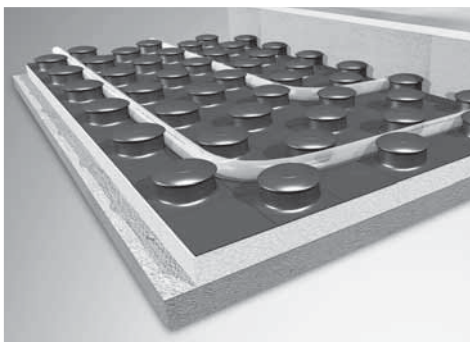


Rysunek 7  
Izolacja Faltjet

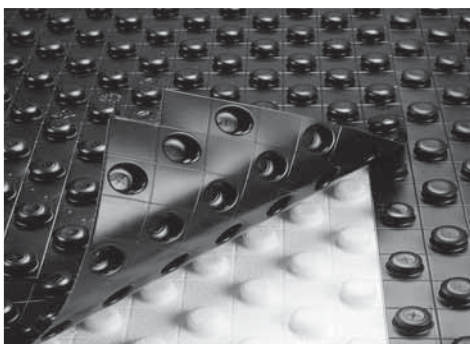


Rysunek 8  
Niezawodne mocowanie rury dzięki siatce kotwiącej

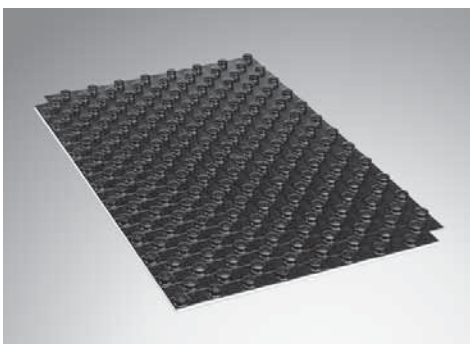
Kod zamówienia	Typ	Grubość	Wielkość	Opakowanie	Współczynnik przewodzenia	Opór przewodzenia	Tłumienie dźwięku	Max obciążenie
-	-	mm	mm	m <sup>2</sup>	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	dB	kg/m <sup>2</sup>
FBMF674125016000	pianka PU	74	1250x1600	2	0,025	2,96	20	5000



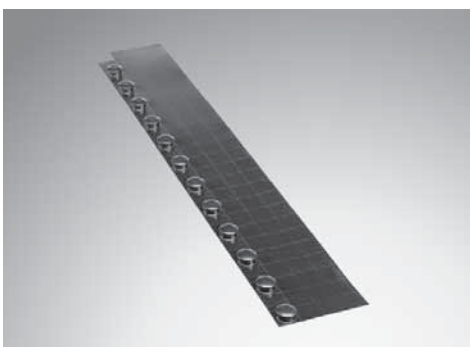
Rysunek 9  
Izolacja Noppjet



Rysunek 10  
Folia polistyrenowa nałożona na nopy



Rysunek 11  
Izolacja Noppjet



Rysunek 12  
Element łączący płyty Noppjet w miejscu dylatacji

## • NOPPET

**Purmo noppjet** to system mocowania rury w płytach z wypustkami. Do największych zalet systemu można zaliczyć możliwość bardzo szybkiego ułożenia rur grzewczych przez 1 osobę, zapewniając jednocześnie ich właściwe zamocowanie w podłożu oraz zredukowanie ilości wylewki o około 20-30%.

### Rodzaj materiału

Noppjet jest oferowany w Polsce jako płyta z twardego styropianu EPS200 o grubości 11 mm.

Współczynnik przewodzenia ciepła dla tego materiału to  $\lambda=0,035$  W/mK

### Budowa

Płyty Noppjet składają się z dwóch warstw:

- dolnej, którą stanowi płyta styropianowa z wypustkami na górnej powierzchni
- górnej, którą tworzy głębokociągniona, odporna na uderzenia folia polistyrenowa nałożona na wypustki, zwane także nopami. To właśnie ona jest elementem utrzymującym rury we właściwym położeniu.

Ogrzewania podłogowe wykonane w systemie noppjet wymaga zastosowania specjalnych komponentów:

### Element łączący płyty noppjet w miejscu dylatacji

Stosuje się go w otworach drzwi wewnętrznych oraz tam, gdzie ze względu na wielkość lub kształt płyty grzewczej trzeba przykleić profil dylatacyjny. Dzięki specjalnie opracowanej formie elementu, miejsce dylatacji można wybrać zgodnie z indywidualnymi potrzebami. Taśma z miękkiej pianki umieszczona w profilu pozwoli płytom jastrychu na swobodne i bezpieczne wydłużenia związane z wyższą temperaturą występującą w sezonie grzewczym.

### Element spinający płyty noppjet

Element ten pozwala na maksymalne wykorzystanie powierzchni płyt. Można dzięki niemu połączyć szczelnie dwa docięte i ułożone obok siebie „na styk” fragmenty płyt pozbawione zamków brzegowych. Wskutek tego udział odpadków jest naprawdę niewielki.

### Element mocujący rurę przebiegającą ukośnie

Rury o długości 1,0 –1,5 m można prowadzić ukośnie bez dodatkowych elementów mocujących w stosunku do siatki wypustek. Jeżeli jednak zachodzi potrzeba ułożenia po przekątnej dłuższych odcinków, trzeba zastosować specjalne zatrzaskowe nakładki na nopy, które przytrzymają rurę. Elementy te są niezbędne w przypadku pomieszczeń o skomplikowanej geometrii, gdzie układ rur w spirali nie tworzy prostokątów, lecz wymaga odcinków układanych diagonalnie.

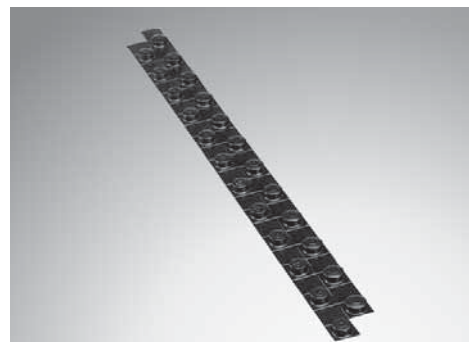
## Obciążenie

Właściwości noppjetu umożliwiają bezpieczne przenoszenie obciążenia do wartości 60 kPa.

## Zastosowanie

Nadaje się szczególnie dla podłóg o dużych obciążeniach użytkowych oraz jako wierzchnia warstwa dla każdej izolacji poziomej.

Specjalny układ wypustek umożliwia układanie rur o średnicach 14, 16 i 17 mm. Kształt noppów został dopracowany idealnie. Dzięki temu mocowanie rury jest absolutnie pewne przy zminimalizowanej powierzchni przylegania rury do wypustek.



Rysunek 13  
Element spinający płyty Noppjet



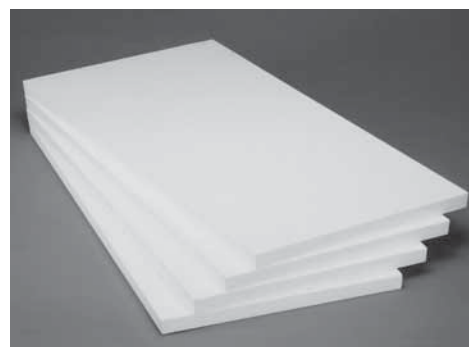
Rysunek 14  
Element mocujący rurę przebiegającą ukośnie

Kod zamówienia	Typ	Grubość	Wielkość	Opakowanie	Współczynnik przewodzenia	Opór przewodzenia	Tłumienie dźwięku	Max obciążenie
-	-	mm	mm	m <sup>2</sup>	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	dB	kg/m <sup>2</sup>
FBLD421158012000	EPS 200	11	1200x800	10	0,035	0,31	-	6 000

## • PŁYTY IZOLACYJNE ZE STYROPIANU

Zwykle płyty styropianowe o gęstości 20 kg/m<sup>3</sup> stosuje się jako dodatkowy materiał izolacyjny w połączeniu z rolljet/faltjet. Osiąga się w ten sposób właściwy poziom podłogi albo odpowiednią izolacyjność cieplną. Płyty występują również jako izolacja wyrównawcza, kiedy na stropie ułożono kable lub rury.

Zasady doboru izolacji – str. 58



Rysunek 15  
Płyty izolacyjne ze styropianu

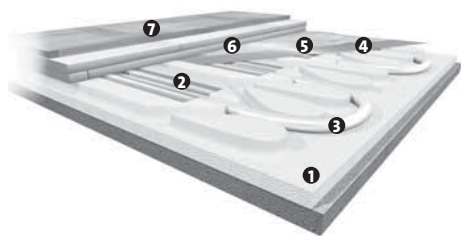
## • SYSTEM SUCHY

Suchy system ogrzewania podłogowego PURMO został zaprojektowany do specjalnych zastosowań, w których tradycyjne mokre systemy nie mogą być użyte. Dotyczy to na przykład starych remontowanych budynków lub nowych budowanych w technologii lekkiej z drewnianym stropem na legarach. Stropy drewniane charakteryzują się przenoszeniem niewielkich obciążeń użytkowych, co wyklucza zastosowanie ciężkich wylewek betonowych, których waga sięga 130 kg/m<sup>2</sup>. Oznacza to, że podłoga o powierzchni 20 m<sup>2</sup>, waży 2,6 tony!

System suchy Purmo jest lekki i wytrzymały. W połączeniu z płytami suchego jastrychu waży zaledwie 40 kg/m<sup>2</sup> i może przenosić obciążenia do 150 kg/m<sup>2</sup>.

Ponadto, system suchy charakteryzuje się niewielką grubością i doskonale sprawdza się w miejscach, gdzie ograniczona jest docelowa wysokość podłogi. Łączna grubość systemu wynosi zaledwie 60 mm, przy czym składa się na nią grubość płyt styropianowych (35 mm) oraz płyt suchego jastrychu (2 x 12,5 mm).

Kolejną zaletą opisywanego systemu jest jego natychmiastowa gotowość do pracy tuż po skończeniu montażu i wykonaniu niezbędnej próby ciśnieniowej. Jest to znaczne udogodnienie w porównaniu z systemem mokrym, w którym wylewka wymaga min. 3 tygodniowego okresu naturalnego wiązania oraz kolejno, min. 8 dni wygrzewania. W tym czasie nie można układać i wykańczać podłóg, gdyż grozi to pęknięciem podłogi w czasie późniejszej eksploatacji.



- ❶ Płyta z kanałkami ze styropianu EPS 100 o grubości 35mm do montażu rury
- ❷ Profile stalowe Omega o długości 1000 mm
- ❸ Rura grzejna Purmo HKS PE-RT/Al/PE-RT 14x2 mm
- ❹ Blacha stalowa ocynkowana o grubości 3 mm - przykrycie powierzchni
- ❺ PE-folia (opcjonalnie) 0,15 mm grubości (w pomieszczeniach mokrych)
- ❻ Suchy jastrych (np. Brio Knauf, Fermacell, itp.)
- ❼ Podłoga

Rysunek 16  
Budowa systemu suchego

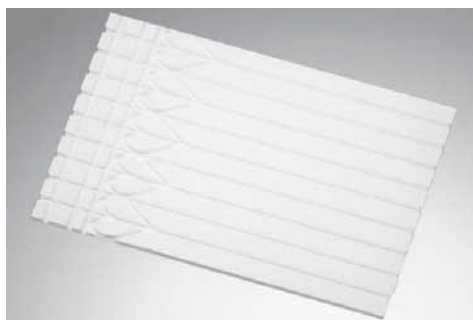
### Budowa

System suchy składa się z profilowanych płyt styropianowych klasy EPS 100. Odległość pomiędzy kanałkami wynosi 75 mm. W kanałkach, w których będą układane rury, montowane są profile stalowe Omega. Zapewniają one pewne mocowanie rur PE-RT/Al/PE-RT 14x2 mm przy małym rozstawie oraz lepsze przewodzenie ciepła. Po ułożeniu rur, cały system pokrywa się ocynkowanymi blachami stalowymi, które zapewniają optymalne rozłożenie obciążenia i równomierną temperaturę podłogi. Kolejnym elementem konstrukcji są płyty suchego jastrychu, np. Knauf Brio 18 lub 23, Fermacell (Xella) 2E22, itp. Są one wymagane w przypadku łazienek oraz innych pomieszczeń z podłogami klejonymi do podłoża, a także w przypadku występowania dużych obciążeń punktowych, jak np. wanna, kominek, sejf, itp.

### Komponenty

System szybkiego montażu do suchej zabudowy zgodnie z PN-EN 1264, składa się z wymienionych poniżej elementów.

Płyty systemowe ze styropianu EPS 100 zgodnie z DIN EN 13163, profile w kształcie litery omega do mocowanie rur grzejnych, pokrycie z blachy stalowej do osłony oraz lepszego rozłożenia obciążenia i tempertaury podłogi. Dodatkowa izolacja, w zależności od wymagań poziomu tłumienia hałasu i zapewnienia wymaganego oporu cieplnego. Dostosowanie do odpowiedniej wysokości podłogi w celu schowania projektowanych rurociągów, kabli elektrycznych w podłodze zgodnie z normą DIN 18560, T. 2.



Rysunek 17  
Zdjęcie płyty profilowanej

## Profilowane płyty ze styropianu klasy EPS 100, DEO

Termoizolacyjne płyty o grubości 35 mm ze spienionego polistyrenu klasy EPS 100 DEO (PS 20), specjalnie profilowane, zgodne z normą PN-EN 13163, nierozprzestrzeniające płomienia wg DIN 4102-B1.

Dane techniczne:	
Grubość płyty styropianowej	35 mm
Rozstaw kanalików	75, 150, 225, 300 mm
Klasa izolacji	EPS 100 (PS20)
Współczynnik przewodzenia ciepła	0,04 W/mK
Opór cieplny	0,75 m <sup>2</sup> K/W
Tłumienie hałasu	0 dB
Wymiary płyt systemowych	1100 x 750 mm
Maks. obciążenie	1,5*, 20 kPa**
Klasa reakcji na ogień	B2
Ilość w opakowaniu	8,25 m <sup>2</sup>

\* w przypadku pokrycia płytami suchego jastrychu

\*\* w przypadku pokrycia tradycyjną wylwką cementową

## Profile Omega

Ocynkowane profile stalowe o przekroju w kształcie litery omega służą do lepszego przewodzenia ciepła i utrzymania rur grzewczych w płycie systemowej. Dzięki specjalnemu kształtowi profil styka się z rurą możliwie największą powierzchnią, co zwiększa przekazywanie ciepła. W zależności od rozstawu rur grzewczych, profile umieszcza się w kanalikach płyt systemowych. Przy układaniu wzdłuż kolejnych profili należy zachować pomiędzy nimi odstępy 5-10 mm, aby zapobiec ewentualnym odgłosom przy rozszerzaniu się ich pod wpływem temperatury. Profile Omega dostarczane są w długości 1000 mm z nacięciami co 125 mm.

## Pokrycie z blachy

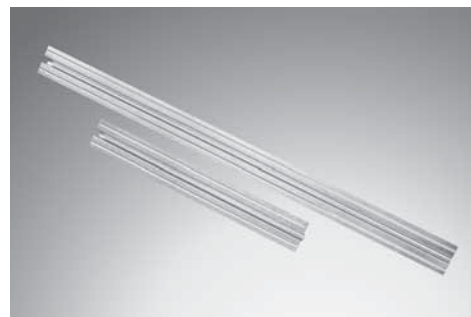
Ocynkowany arkusz blachy stalowej o grubości 0,4 mm dla optymalnego rozłożenia obciążenia i równomiernej temperatury podłogi, powierzchnia 1 m<sup>2</sup>. Układając kolejne arkusze blachy należy zachować odstępy pomiędzy nimi 5-10 mm.

## Płyta uzupełniająca nie profilowana ze styropianu klasy EPS 100, DEO

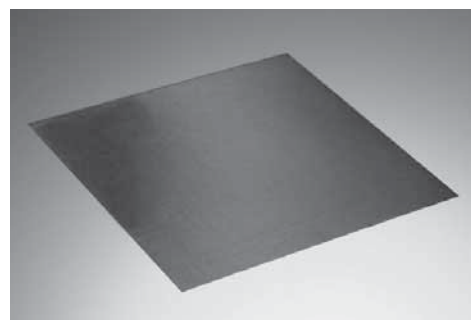
Termoizolacyjne płyty o grubości 35 mm ze spienionego polistyrenu klasy EPS 100 DEO (PS 20), nieprofilowane, zgodne z normą PN-EN 13163, nierozprzestrzeniające płomienia wg DIN 4102-B1., do instalacji rur grzejnych w miejscu podejścia do rozdzielacza ogrzewania podłogowego oraz uzupełnienie miejsc stałej zabudowy bez rur grzejnych.

## Elektryczny noż

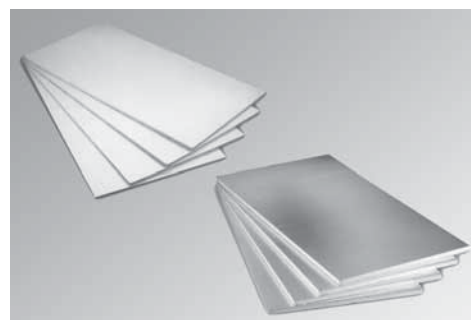
W miejscu podejścia do rozdzielacza kanaliki można wyprofilować za pomocą specjalnego noża, który jest dostępny jako jedno z narzędzi.



Rysunek 18  
Profil stalowy Omega



Rysunek 19  
Arkusz blachy stalowej



Rysunek 20  
Płyty styropianowe nieprofilowane



Rysunek 21  
Elektryczny noż do wycinania kanalików



**Zobacz film**

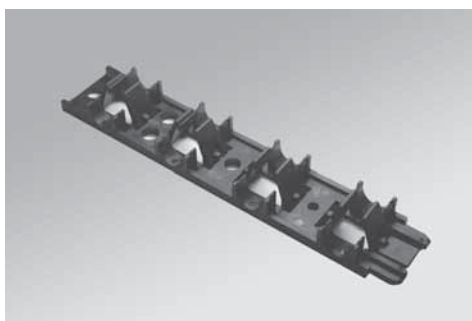
Montaż ogrzewania ściennego



Rysunek 22  
Railjet ścienne



Rysunek 23  
Railjet budowa systemu



Rysunek 24  
Listwa do systemu railjet - kod zamówienia:  
FA91P08114170000

## • RAILJET - SYSTEM MOKRY

### Opis

System railjet został zaprojektowany do wykonania w technologii mokrej. Jest wszechstronny i ma szeroki zakres zastosowania, co czyni go idealnym przy realizacji instalacji ogrzewania ściennego lub sufitowego. Niezwykłą cechą tego systemu jest możliwość wykorzystania tych samych powierzchni grzewczych do chłodzenia w okresie letnim. Wystarczy dostarczyć chłód np. z rewersyjnej pompy ciepła lub chillera.

Ogrzewanie ścienne znajduje zastosowanie np. w budynkach zabytkowych, gdzie nie można zainstalować ogrzewania podłogowego z powodu cennych posadzek, w pomieszczeniach, gdzie podgrzewanie innych powierzchni byłoby szkodliwe, ale również w przypadku, gdy ogrzewanie podłogowe nie jest w stanie samo pokryć zapotrzebowania na ciepło. W dzisiejszym budownictwie jest ono stosowane jako jedyne ogrzewanie pomieszczenia. Ogrzewanie ścienne Purmo może być montowane zarówno na ścianach wewnętrznych jak i zewnętrznych. Ogrzewanie ścienne na ścianach zewnętrznych wymaga ułożenia izolacji termicznej po zewnętrznej stronie.

Maksymalna temperatura powierzchni nie może przekraczać 35°C. Ponadto już podczas projektowania ogrzewania ściennego trzeba uwzględnić miejsca, gdzie ściana będzie zabudowana, np. gdzie będą zamocowane regały lub szafki i wiszące. Powierzchnie te trzeba wyłączyć z ogrzewania ściennego albo dokładnie podać w projekcie punkty, gdzie będą wiercone otwory pod kołki mocujące. Trzeba także uwzględnić fakt, że również meble stojące np. szafy utrudniają przekazywanie ciepła do pomieszczenia. Okładziny ścian wykonane z materiałów izolacyjnych takich jak korek, pianka, obicie z tkaniny, boazeria drewniana z założeniami nie będą efektywnie współpracowały z instalacją ogrzewania ściennego. Decyzja o wyborze materiału okładziny musi być poprzedzona badaniami, które sprawdzą czy dany materiał nadaje się do wykończenia ściany grzejnej.

### Budowa

Railjet jest systemem mokrym i nadaje się do montażu w tynku. Głównymi elementami jest rura wielowarstwowa Purmo HKS PE-RT/Al/PE-RT 14x2 mm oraz plastikowa listwa z uchwytami łączona na zatrask. System mocuje się na surowej ścianie lub suficie za pomocą kołków i pokrywa 3 cm warstwą tynku z zatopioną tkaniną zbrojącą (np. Knauf GITEX). W systemie nie ma izolacji pod rurami, aby warstwa tynku była możliwie najlepiej zespolona ze ścianą lub sufitem. Zapewnia to większą trwałość powierzchni grzewczej. Dzięki temu nie ma również potrzeby stosowania taśm dylatacyjnych lub pozostawiania szczelin dylatacyjnych przeznaczonych do wypełnienia silikonem (inaczej niż w systemie suchym).

Wydajność ogrzewania ściennego jest zbliżona, a niekiedy nawet większa niż ogrzewania podłogowego. Wynika to z małej grubości tynku w stosunku do grubości jastrychu oraz wyższej temperatury powierzchni grzewczej (podłoga max. 29 °C, ściana 35 °C). Dlatego w nowym budownictwie lub przy modernizacjach ogrzewanie ścienne może stanowić wyłączny system ogrzewania. W typowym pomieszczeniu z reguły wystarczą dwie ściany pokryte rurami. Przegrody z oknami również można zagospodarować, zmniejszając w ten sposób odczucie chłodu od ściany zewnętrznej.

Dla przykładu moc ogrzewania podłogowego przy parametrach 40/30 i rozstawie rurek 100 mm wynosi 70 W/m<sup>2</sup>, natomiast ścienne generuje prawie 80 W/m<sup>2</sup>.

Projekt ogrzewania ściennego polega na wyznaczeniu powierzchni, określeniu rozstawu oraz poprowadzeniu przyłączy do rozdzielacza. Rozstaw rur wynosi zazwyczaj 100-150 mm. Maksymalna długość pętli w ogrzewaniu ściennym dla rury 14x2 mm wynosi 80 m. Przy ww. rozstawach uzyskuje się od 7 do 11 m<sup>2</sup> powierzchni ściany grzewczej na jednym obiegu. Wysokość ściany do jakiej układają się rury powinna zawierać się pomiędzy 2,2-2,5 m przy wyższych pomieszczeniach. Należy pamiętać, że wysokość znacząco wpływa na opory przepływu, zatem większe wysokości pociągają za sobą koszty związane z większą pompą!

### Montaż

Montaż systemu zaczyna się od wyrównania i zagruntowania podłoża. Dla prawidłowej pracy ogrzewania i chłodzenia ściennego/sufitowego bardzo ważne jest doskonałe połączenie między podłożem, a tynkiem. Dlatego podłoże tynku musi być: mocne i wytrzymałe, proste, jednorodne, bez ubytków, równomierne, szorstkie, suche i niezakurzone, wolne od zanieczyszczeń oraz niezamarznięte. Ponadto trzeba zachować tolerancje określone w normie DIN 18202. W niektórych przypadkach może być celowe zastosowanie środka zwiększającego przyczepność lub zagruntowanie podłoża.

### Montaż listew Railjet

Listwy do mocowania rur są wykonane z wysokiej jakości tworzywa sztucznego. Służą one do mocowania rur o średnicach 14-17 mm w odstępach 50, 100, 150 mm itd. Pojedyncze 20 cm listwy należy złączyć na zatrzask w odcinki o wymaganej długości. Za pomocą taśmy dwustronnej przyczepić listwy Railjet do surowej ściany lub sufitu w kierunku prostopadłym do prowadzenia rur (zazwyczaj pionowo) w odstępach 0,4-0,5 m. Listwy mocuje się do ściany w sposób trwały za pomocą kołków. Listwy skrajne powinno się odsunąć około 20 cm od krawędzi do środka pola grzewczego, aby pozostawić miejsce na zagięcie rur. Rury powinno zacząć się układać około 20 cm od krawędzi podłogi, aby swobodnie doprowadzić przyłączy.

### Układanie rur

Rurę układa się w formie meandra (zazwyczaj poziomo) zasilaniem od dołu, wciągając ją w zaczepy na listwie Railjet. Taki układ sprzyja późniejszemu odpowietrzeniu obiegów. Zaleca się dodatkowe mocowanie rury na łukach pojedynczymi uchwytami. Standardowy rozstaw rur wynosi 100 lub 150 mm. Przyłącza do rozdzielacza należy prowadzić w otulinie, np. z pianki PE. Najbardziej polecana rura to PE-RT/Al/PE-RT 14x2 mm, PexPenta 14x2 mm - max 80 mb. Inne dostępne: PE-X/Al/PE-X 16x2, PE-RT/Al/PE-RT 16x2, PE-X 16x2 i 17x2, PE-RT 17x2 - max 100 mb.

### Podłączenie do zasilania i sterowanie

W systemach do użytku domowego lub komercyjnego (biura, budynki użyteczności publicznej) instalację zazwyczaj podłącza się do rozdzielacza wyposażonego we wskaźniki przepływu oraz zawory regulacyjne z możliwością montażu siłowników termicznych. Takie rozwiązanie sprzyja indywidualnej regulacji obiegów, a ponadto pozwala zastosować system indywidualnej regulacji temperatury w pomieszczeniach, jak np. termostaty TempCo. System sterowania zapewni komfort i oszczędności energii do 30%, jak również przy zastosowaniu termostatu TempCo Central oraz modułu do chłodzenia TempCo Cool da możliwość sterowania chłodzeniem płaszczynowym.

W instalacjach przemysłowych przy dużych powierzchniach grzewczych zalecane jest podłączenie systemem trójnikowym w układzie Tichelmana.

### Napełnianie i odpowietrzanie

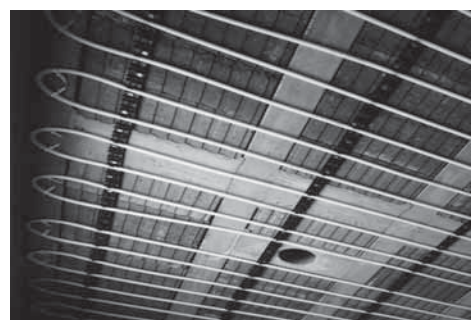
Napełnianie instalacji ściennej lub sufitowej należy wykonać analogicznie do podłogowej. Powinno się zamknąć zawory zasilające i powrotne na rozdzielaczu,



**Rysunek 25**  
Rozdzielacz do systemu railjet: np. z serii DSM z pełnym wyposażeniem i wskaźnikami przepływu, wykonane ze stali nierdzewnej.



**Rysunek 26**  
Rura do systemu railjet: np. HKS PE-RT/Al/PE-RT 14x2 mm (patrz str. 21) Kod zamówienia: FBDPTAC142024000



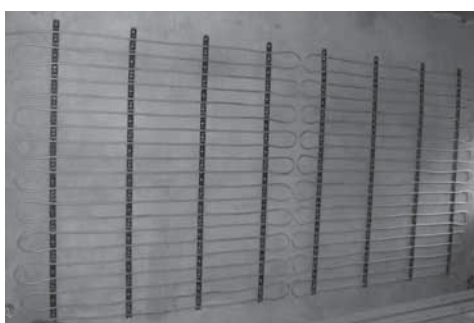
**Rysunek 27**  
System railjet zamontowany na suficie - przeznaczenie ogrzewanie i chłodzenie sufitowe



**Rysunek 28**  
Railjet montaż listew (instalacja wykonana przez partnera Purmo we Wrocławiu)



**Rysunek 29**  
railjet układanie rury (instalacja wykonana przez partnera Purmo we Wrocławiu)



**Rysunek 30**  
railjet montaż systemu ściennego (instalacja wykonana przez partnera Purmo we Wrocławiu)

pozostawiając otwarty tylko jeden obieg. Następnie napełnić go wodą poprzez zawór odpowietrzająco spustowy na górnej belce zasilającej (z rotametrami lub zaworami regulacyjnymi). Do zaworu dolnej belki rozdzielacza podłączyć wąż, aby umożliwić odpływ wody i powietrza. Kilku krotne przepompowanie wody przez obieg umożliwi pozbycie się pęcherzyków powietrza przez zawory odpowietrzające. Po napełnieniu i odpowietrzeniu obiegu należy go zamknąć poprzez zawory na rozdzielaczu i przystąpić do napełniania kolejnych w identyczny sposób. Jeśli rozdzielacz jest już podłączony do instalacji c.o., napełnianie można przeprowadzić centralnie, a nie przez zawory spustowe.

Nie zaleca się stosowania pośrednich zaworów odpowietrzających w najwyższym punkcie obiegu, gdyż może być to potencjalne miejsce przecieku. Zapowietrzanie się układu między sezonami grzewczymi można wyeliminować stosując separatory powietrza lub powtarzając czynność odpowietrzania każdego obiegu indywidualnie.

Odpowietrzaniu instalacji ściennej lub sufitowej sprzyja również mała średnica rur, jak np. 14x2 mm.

### Próba ciśnieniowa

Przed wykonaniem tynku trzeba sprawdzić szczelność obiegów ogrzewania płaszczyznowego podczas próby ciśnieniowej. Próbę szczelności można wykonywać wodą, sprężonym powietrzem, albo innymi gazami. W przypadku próby wykonywanej zimną wodą ciśnienie próbne nie może wynosić mniej niż 4 bary i więcej niż 6 bar. W przypadku próby szczelności wykonywanej sprężonym powietrzem albo innymi gazami, można sprawdzić tylko obiegi grzewcze. Inne części instalacji muszą zostać poddane wg VOB próbie szczelności z zimną wodą. Próba sprężonym powietrzem powinna odbywać się w dwóch etapach. Próba wstępna powinna trwać min 30 min przy ciśnieniu próbnym 0,11 bar. Natomiast próba wytrzymałościowa ze zwiększonym ciśnieniem, czyli próba główna powinna trwać minimum 10 min przy ciśnieniu próbnym 3 bar.

### Tynkowanie

W systemie Railjet tynk jest zespojony bezpośrednio ze ścianą lub stropem, żeby zapewnić najlepszą przyczepność prawie dwukrotnie grubszej warstwie. Brak izolacji nie wpływa znacząco na straty energii (zaledwie 10%, analogicznie jak w ogrzewaniu podłogowym). Na ścianie wewnętrznej straty ciepła są oddawane do sąsiedniego pomieszczenia, a ściana zewnętrzna musi być izolowana od zewnątrz, aby uzyskać minimalny współczynnik przenikania ciepła 0,3 W/m<sup>2</sup>K, co minimalizuje straty energii.

Minimalna wymagana grubość tynku to 10 mm nad rurkami, czyli w sumie 30 mm od ściany lub sufitu. Taka warstwa zabezpieczy ścianę przed odznaczeniem się przebiegu rur z biegiem lat. Dodatkowym wzmocnieniem struktury tynku powinna być tkanina zbrojąca, która chroni przed powstawaniem rys.

Tynki mające właściwości izolacyjne nie nadają się do ogrzewania płaszczyznowego. Materiały przeznaczone do tego typu zastosowań powinny charakteryzować się wysoką przewodnością cieplną, elastycznością, odpornością na wysokie temperatury oraz możliwością wykonania grubszych warstw. Polecane gatunki tynków to:

- tynk gipsowo-wapienny (np. Knauf MP 75 G/F)
- tynk cementowo-wapienny
- tynk gliniany (jeśli określone przez producenta)



Szczegółowe zasady wykonania i pielęgnacji tynku określa producent. Nie mniej jednak tynki gipsowe powinny wykonywać się jednowarstwowo, natomiast cementowe i gliniane dwu etapowo - pierwsza warstwa na równi z rurami, a następnie 10 mm nad rurki w drugim etapie. Przy wszystkich rodzajach tynków należy pamiętać o zastosowaniu tkaniny zbrojącej (np. Knauf Gitex).

Nie ma konieczności stosowania dylatacji, chyba że producent tynku wymaga inaczej. Tynk jest zespolony bezpośrednio z podłożem nośnym, a nie jak w przypadku ogrzewania podłogowego na warstwie izolacji. W większości przypadków w narożnikach i na łączeniach sąsiednich powierzchni wystarczy zastosować taśmę wzmacniającą, jak np. "taśmę amerykańską".



Rysunek 31  
Fabryka rur koncernu Rettig ICC

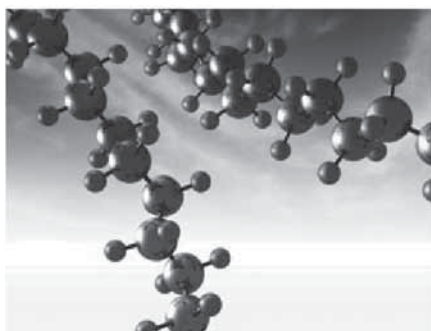


Rysunek 32  
Bunkier w którym odbywa się proces sieciowania

## B. Rura grzejna

Fabryka rur koncernu Rettig ICC powstała w 1974 roku, w Ochtrup w Niemczech. Dzięki swojej ponad 30-letniej tradycji została wiodącym producentem rur z tworzyw sztucznych. W tym okresie jej linie produkcyjne wytworzyły ponad 2 miliardy metrów rury. Hewing od początku budował swoją pozycję w oparciu o profesjonalizm i zaufanie. Jest znany przede wszystkim z innowacyjnych metod produkcji oraz najnowocześniejszych standardów jakości. Jako jedna z niewielu fabryk na świecie posiada rozbudowane centrum badawczo-rozwojowe, w którym każda rura jest sprawdzana i badana milimetr po milimetrze.

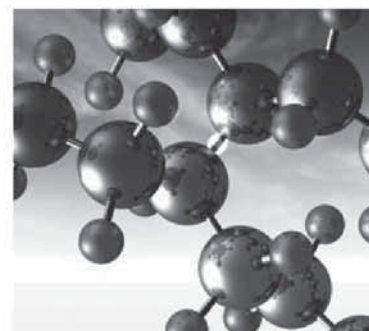
Aby zagwarantować najwyższą jakość oraz niezawodność użytkowania wszystkie rury Purmo podlegają ciągłej kontroli na etapie produkcji. Proces monitoringu rozpoczyna się od sprawdzenia jakości granulatu, z którego są produkowane. Następnie wytłoczone już rury przechodzą serię testów polegających na ultradźwiękowej kontroli grubości ścianki i 8 - punktowym pomiarze obwodu. Dodatkowo na etapie produkcji średnica rur jest bezustannie kontrolowana laserowo. W centrum badawczo-rozwojowym Hewing rury Purmo przechodzą szereg restrykcyjnych badań i testów. Standardem jest test dyfuzji tlenu. Oprócz tego rury poddawane są unikatowemu w branży testowi na jednorodność ścianki - tzw. chromatografię helową. Badana jest także wytrzymałość na pęcznienie i odporność na zmęczenie materiału. Z rezultatu tych badań wynika iż żywotność rur znacznie przekracza wymagane minimum 50 lat pracy w instalacjach sanitarnych i grzewczych.



Rysunek 33  
Struktura łańcucha polietylenu



Rysunek 34  
Bombardowanie wiązką elektronów, powodujące odrywanie się atomów wodoru



Rysunek 35  
Powstawanie bezpośrednich wiązań pomiędzy atomami węgla tzw. sieciowanie

### • Rura PexPenta

**PexPenta** jest zbudowana z polietylenu usieciowanego. W przypadku tej rury proces siecowania prowadzony jest metodą C, w której nie stosuje się niebezpiecznych chemikaliów (takich jak nadtlenki lub sole). Nie powstają zatem szkodliwe produkty uboczne, które mogłyby mieć negatywny wpływ na zdrowie i środowisko. Ponadto sieciowanie jest prowadzone w specjalnie wybudowanym do tego celu betonowym bunkrze, ze ścianami o grubości 2 m. Proces ten powoduje nieodwracalną zmianę układu molekuł w ściankach rury, wzmacniając ich strukturę oraz zwiększając ich twardość, przy równoczesnym zachowaniu odpowiedniej elastyczności. Kilukrotnie przejście przez wiązkę elektronów gwarantuje równomierne usieciowanie, dlatego rury mają jednolitą strukturę i niezmiennie właściwości w całym przekroju. Efektem jest znacznie większa wytrzymałość na ciśnienie i temperaturę panujące w instalacjach, a także wysoką odporność na procesy starzenia.

**PexPenta** posiada 5 jednocześnie wytłaczanych warstw, nierozdzielnie łączonych ze sobą pod ciśnieniem przekraczającym 150 bar. Jako pierwsza zawiera barierę tlenową położoną centralnie w środku ścianki rury. Mocna i elastyczna zewnętrzna warstwa usieciowanego polietylenu o grubości 1mm bez trudu wytrzyma wszelkie przetarcia lub zadrapania powstające na budowie. Jest wystarczająco wytrzymała, by po niej chodzić i jednocześnie na tyle elastyczna, by łatwo formować z niej łuki.



**Zobacz film**  
Produkcja rury PexPenta



**Rysunek 36**  
Struktura rury PexPenta

### • Rura objektline PE-RT

Rura Objektline PE-RT zaprojektowana została specjalnie dla energooszczędnych niskotemperaturowych instalacji grzewczych, w których temperatura pracy nie przekracza 70°C, a ciśnienie 6 bar. PE-RT typ II (Dow2388) to polietylen uszlachetniony cechujący się zwiększoną wytrzymałością na wysoką temperaturę i trwałością zbliżoną do rury PE-X, przy zachowaniu bardzo dużej elastyczności. Podobnie jak PexPenta, rura Objektline PE-RT wyposażona jest w barierę antydyfuzyjną EVOH, jednak w tym przypadku warstwę ochronną dla bariery antydyfuzyjnej stanowi cienka warstwa PE.



**Rysunek 37**  
Rura Objektline PE-RT

Tabela 3

Właściwości rur PexPenta i Objektline PE-RT

Wymiary			pojemność	współczynnik przewodzenia ciepła	współczynnik rozszerzalności	chropowatość bezwzględna	maks. temperatura pracy	maks. chwilowa temperatura pracy	maks. ciśnienie pracy	minimalny promień gięcia	zwoje
dz	g	dw									
mm	mm	mm	l/m	W/mK	mm/mK	mm	°C	°C	bar		m
<b>PexPenta</b>											
14	2	10	0,079	0,4	0,15	0,0015	90	110	6	5 x dz	120, 240, 600 m
16	2	12	0,113								120, 240, 600 m
17	2	13	0,133								120, 240, 600 m
20	2	16	0,201								120, 240, 500 m
25	2,3	20,4	0,327								300 m
<b>Objektline PE-RT</b>											
17	2	13	0,133	0,4	0,15	0,0015	70	90	6	5 x dz	120, 240, 600 m
20	2	16	0,201								120, 240, 500 m

### • Rura wielowarstwowa

Rury wielowarstwowe z wkładką aluminiową łączą zalety rur z tworzyw sztucznych i rur stalowych. Są odporne na korozję, zarastanie i obojętne chemicznie. Dlatego doskonale sprawdzają się zarówno w instalacjach grzewczych, wody zimnej i ciepłej oraz wody pitnej. Warstwa aluminium znajdująca się w środku ścianki rury zabezpiecza przed wnikaniem tlenu przez ścianki rury, znacznie zmniejsza wydłużenia termiczne oraz pozwala zachować rurze nadany kształt. Ponadto sam proces łączenia płaszczu aluminiowego doczołowo metodą spawania laserem. W odróżnieniu od starszej metody spawania "na zakład" technologia ta zapewnia taką samą grubość warstwy aluminium w całym przekroju oraz wyrzszą wytrzymałość na naprężenia podczas gięcia rur. Pomiędzy warstwami polietylenu i płaszczem aluminiowym znajduje się specjalna warstwa spajająca, która uniemożliwia rozwarstwianie rury. Połączenie aluminium z tworzywem sztucznym powoduje iż rury są bardzo elastyczne. W ofercie dostępne są dwa typy rur:

PE-X/Al/PE-X i PE-RT/Al/PE-RT.

## RE-RT/AI/PE-RT

- Materiał bazowy to PE-RT typu II. Rury są bardzo wytrzymałe na działanie temperatury i ciśnienia pracy instalacji oraz uszkodzenia mechaniczne zachowując dużą elastyczność.

## PE-X/AI/PE-X

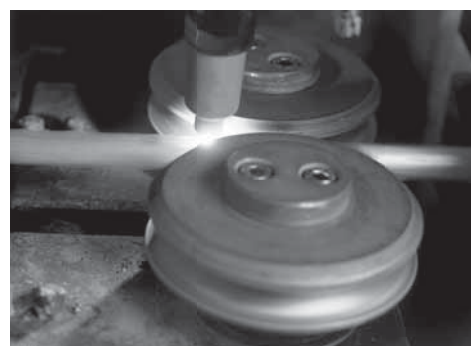
- Warstwa wewnętrzna jest wykonana z polietylenu usieciowanego metodą c - PE-Xc.
- PE-Xc jest materiałem bezpiecznym dla zdrowia ludzkiego oraz przyjaznym dla środowiska.
- Małe opory przepływu z uwagi na gładkie powierzchnie
- Mały ciężar
- Mały minimalny promień gięcia rur, równy 5 średnicom
- Tłumienie drgań i hałasów

## Zalety rur wielowarstwowych

- Małe opory przepływu z uwagi na gładkie powierzchnie
- Mały ciężar
- Optymalny stosunek ceny do jakości
- Mały minimalny promień gięcia rur, równy 5 średnicom
- Tłumienie drgań i hałasów



Rysunek 38  
Budowa rury Purmo HKS



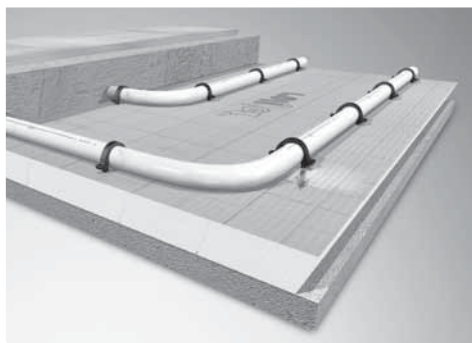
Rysunek 39  
Spawanie doczołowe



Rysunek 40  
Przekrój rury

Tabela 4  
Porównanie rur wielowarstwowych z wkładką aluminiową

Wymiary			pojemność	współczynnik przewodzenia ciepła	współczynnik rozszerzalności	chropowatość bezwzględna	maks. temperatura pracy	maks. chwilowa temperatura pracy	maks. ciśnienie pracy	minimalny promień gięcia	zwoje
dz	g	dw									
<b>PE-X/AI/PE-X</b>											
16	2	12	0,113	0,43	0,024	0,0015	95	110	10	5 x dz	200
20	2	16	0,201								100
<b>PE-RT/AI/PE-RT</b>											
14	2	10	0,079	0,4	0,025	0,0015	70	95	10	5 x dz	240
16	2	12	0,113								200
20	2	16	0,201								200



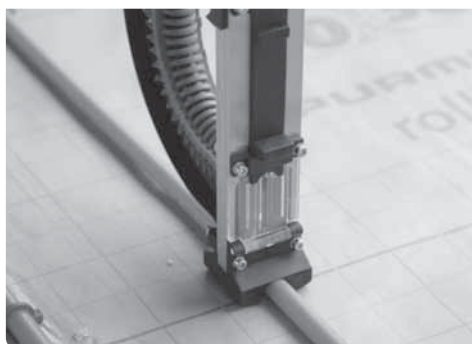
Rysunek 41  
Mocowanie klipsów do izolacji przy pomocy takera



Rysunek 42  
3D-klipsy



Rysunek 43  
Nowy taker i klipsy



Rysunek 44  
Mocowanie klipsów do izolacji przy pomocy takera

## C. Narzędzia i akcesoria do montażu

Największą popularnością cieszy się system mocowania rur do izolacji klipsami w kształcie litery U, przy użyciu urządzenia zwanego takerem.

Na powierzchni płyt izolacyjnych systemu PURMO rolljet (styropianowe) i faltjet (z pianki poliuretanowej), przyklejona jest folia winylowa wzmocniona siatką z włókna sztucznego. Umożliwia ona prawidłowe zakotwienie klipsów, mocujących rury grzejne. Klips obejmuje rurę grzejną od góry, a haczyk znajdujący się na wciśniętej w izolację części klipsa utrudnia jego wyrwanie.

3D-Klipsy Purmo mają haczyki skierowane w trzech różnych kierunkach, dzięki czemu osiągnięto znacznie wyższą siłę trzymania niż w konwencjonalnych klipsach. Ta zaleta jest szczególnie widoczna na łukach rur grzewczych. W Purmo 3D-Klipsy złączone są plastikową zawleczką co ułatwia ich uzupełnianie i wsuwanie na przewodnicę. Następnie jednym pociągnięciem zostają rozdzielone i pojedynczo wpadają do magazynku. Dzięki temu można wbić nawet do 2,5 tys. klipsów bez zablokowania!

3D-Klipsy oferowane są w 3 wariantach: do rur 14-17mm, do rur 20 mm oraz klipsy długie służące do mocowania rur na styrodurze.

3D-Taker oferuje teraz jeszcze bardziej komfortową obsługę. Mocowanie rur grzewczych jest nie tylko szybsze, ale także bardziej niezawodne. Odpowiedni kształt podstawy takera umożliwia wciskanie klipsów nawet przy bardzo wąskich odstępach pomiędzy rurami. Ponadto, klipsy można szybko i łatwo wsunąć na przewodnicę. Dużym atutem tego urządzenia jest klapka umożliwiająca łatwy dostęp do magazynku. W razie przyblokowania wystarczy odsunąć klapkę i wyjąć przyblokowany klips. Taker jest znów gotowy do pracy. Wszystkie typy klipsów mogą być stosowane w tym samym take-rze, bez kalibracji urządzenia.

W rozwoju i projekcie nowego 3D-Takera Purmo i nowych 3D-Klipsów, zostało wzięte pod uwagę 35-letnie doświadczenie z ogrzewania pomieszczeń i systemu mocowania rur.

Pracę rozpocząć można po usunięciu plastikowej zawleczki, którą połączono poszczególne klipsy. Jednorazowe naciśnięcie drążka zakończonego uchwytem, uwalnia i wciska jeden klips. Po wbiciu klipsa drążek z uchwytem wraca do położenia wyjściowego.

### Zalety nowego 3D-Takera

- jeden Taker dla rozmiarów klipsów 14-17 mm
- ergonomiczna konstrukcja przyspiesza pracę i zmniejsza wysiłek
- klapka z dostępem do magazynku w celu łatwego czyszczenia w razie przyblokowania
- demontowalna nóżka

### Zalety nowych Klipsów-3D

- łatwy w obsłudze system uzupełniania klipsów dzięki plastikowej zawleczce
- jeszcze mocniejsze trzymanie rury dzięki trójpłaszczyznowym grotom
- jeden rozmiar klipsów dla rur 14-17 mm
- minimalna grubość styropianu tylko 20 mm

## D. Szczeliny dylatacyjne

Według normy płyta musi mieć możliwość swobodnego przemieszczania o 5 mm we wszystkich kierunkach. Aby to osiągnąć niezbędne jest rozplanowanie, a następnie poprawne wykonanie szczelin dylatacyjnych.

Funkcje szczelin dylatacyjnych:

- Taśmy brzegowe przejmują wydłużenia od jastrychu
- Profile dylatacyjne zapobiegają dylatajom pozornym - miejscom, gdzie wskutek zjawiska skurczu powstanie pęknięcie w czasie schnięcia jastrychu
- Redukują przenoszenie dźwięku z podłogi do innych elementów konstrukcyjnych

### Taśma brzegowa

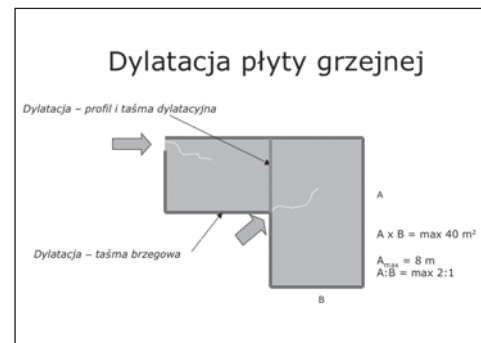
Przed ułożeniem izolacji cieplnej, przy ścianach wzdłuż całego obwodu podłogi trzeba ułożyć specjalną taśmę izolacyjną (brzegową). Taśma wykonana jest z miękkiej pianki polietylenowej, do której przymocowana jest folia. Folię tę należy wyłożyć na płytę styropianową i w ten sposób ochronić szczelinę między taśmą brzegową a matami izolacyjnymi przed wnikaniem jastrychu. W narożnikach można taśmę brzegową lekko naciąć od spodu, ale nie wolno uszkodzić folii. W narożnikach wypukłych folię trzeba naciąć, a miejsca, gdzie jej zabraknie uszczelnić dodatkowo taśmą klejącą.

### Profile i taśmy dylatacyjne

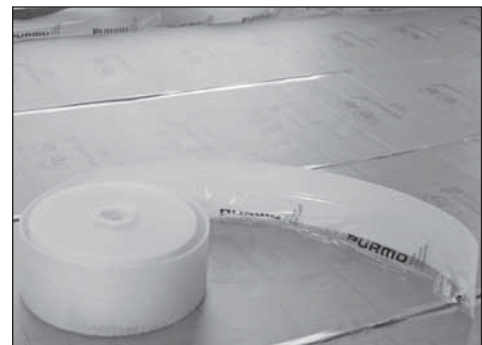
Wydłużenie jastrychu nie przebiega równomiernie we wszystkich kierunkach. Nierównomierne obciążenia jastrychu powodują czasem, że płyta przesuwa się tylko w jednym kierunku.

Dylatacje muszą dzielić cały przekrój jastrychu i sięgać do izolacji. Wysychanie jest zawsze powiązane ze zjawiskiem skurczu jastrychu. Ponieważ powierzchnia wylewki kurczy się, w jastrychach cementowych wykonuje się nacięcia kielnią, by podczas kurczenia się jastrych pęknął w sposób kontrolowany - dokładnie w tym miejscu. Nacięcia kielnią nie zastępują jednak szczelin dylatacyjnych ponieważ szerokość szczelin jest za mała, by przejąć wydłużenia termiczne jastrychu.

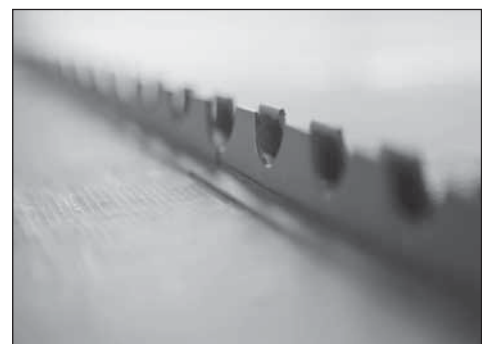
Dlatego w obrębie otworów drzwi wewnętrznych trzeba zawsze tworzyć szczeliny dylatacyjne. Prawidłowe wykonanie dylatacji umożliwiają specjalne elementy dylatacyjne systemu PURMO - profile i taśmy dylatacyjne oraz rurki ochronne.



Rysunek 45  
Zasady prowadzenia dylatacji

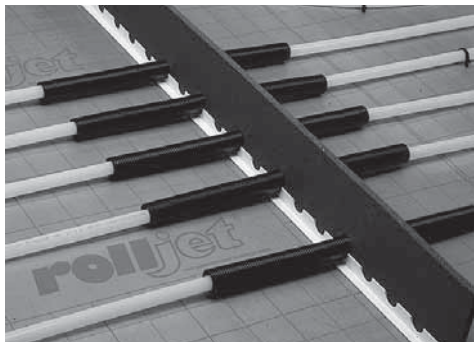


Rysunek 46  
Taśma brzegowa

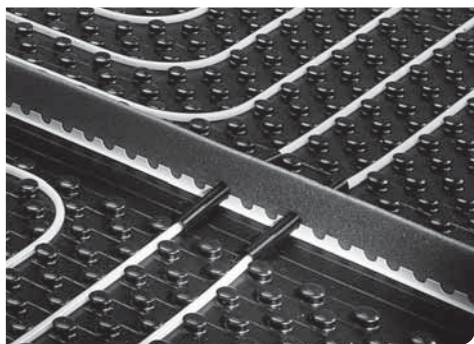


Rysunek 47  
Mocowanie profili dylatacyjnych

Współczynnik rozszerzalności cieplnej jastrychu wynosi 0,012 mm/mK. To znaczy, że płyta jastrychu długości około 8 m na skutek nagrzania się od 10°C do 40°C wydłuży się o 3 mm. To wydłużenie musi przejść taśma brzegowa. Trzeba także pamiętać, że rozszerzalność posadzki i jastrychu jest inna (patrz: „Wykończenie ceramiczne” str. 27)



Rysunek 48  
Profil dylatacyjny z taśmą izolacyjną (rolljet)



Rysunek 49  
Profil dylatacyjny z taśmą izolacyjną (hoppjet)

Poza otworami drzwiowymi, szczeliny dylatacyjne należy wykonać w przypadku gdy:

- powierzchnia płyty jastrychu przekracza 40 m<sup>2</sup>,
- jedna z krawędzi płyty jest dłuższa niż 8 m,
- stosunek długości krawędzi płyty jest większy niż 2:1,
- pomieszczenie ma kształt złożony np. L, C lub Z

Nieprzestrzeganie powyższych zaleceń, nie pozwoli przemieszczać się płycie grzewczej i może doprowadzić do zniszczenia jastrychu, a nawet rur.

Jeżeli duże powierzchnie jastrychu wykończonego płytkami ceramicznymi lub kamiennymi muszą zostać podzielone na kilka części, powinno się rozmieszczenie dylatacji dopasować do wymiarów płytek i uzgodnić ich ułożenie z architektem wnętrz i posadzkarzem.

W skutek ruchu płyt grzewczych płytki ułożone na dylatacjach na pewno pękają. Dlatego już na etapie projektowania należy zastanowić się nad wzorem posadzki, tak aby dylatacje pokrywały się z fugami między płytkami.



## E. Jastrych

Jastrych (inaczej wylewka) jest odpowiedzialny za równomierną dystrybucję ciepła oraz przejście obciążeń mechanicznych i termicznych.

W systemach ogrzewania podłogowego mogą być używane wszystkie rodzaje jastrychów.

Bardzo ważne jest zachowanie wymaganych grubości jastrychu oraz wykonanie go zgodnie z obowiązującymi normami. Nie mogą powstać miejsca bezpośredniego styku jastrychu z podłożem nośnym, z elementami konstrukcyjnymi budowli bądź instalacji.

Ze względu na zjawisko rozszerzalności termicznej, płyty jastrychu muszą mieć zapewnioną możliwość swobodnego przemieszczania się we wszystkich kierunkach.

### • Regulacje dotyczące jastrychu

Właściwości jastrychów do ogrzewania podłogowego i wytyczne do ich stosowania opisane są w normie PN-EN 13813 „Podkłady podłogowe oraz materiały do ich wykonywania – Materiały – właściwości i wymagania” a nowa wersja DIN 18560 jest uzupełnieniem w/w normy.

### • Naprężenia mechaniczne i termiczne

Naprężenia wynikające z rozszerzalności cieplnej rury przejmuje jastrych. Rura nie przemieszcza się, gdyż jest zatopiona w wylewce.

W środku pomieszczenia obciążenia przekazywane są równomiernie na warstwę izolacji. Powodują one niewielki wzrost sił rozciągających w dolnej strefie przekroju jastrychu.

Obciążenia brzegów płyty jastrychu, a szczególnie narożników wywołują naprężenia rozciągające w górnej strefie przekroju płyty. W niektórych systemach siatkę stalową służącą do mocowania rur układa się zawsze w dolnej strefie przekroju jastrychu, gdzie nie ma ona żadnego znaczenia dla naprężeń rozciągających w górnej strefie.

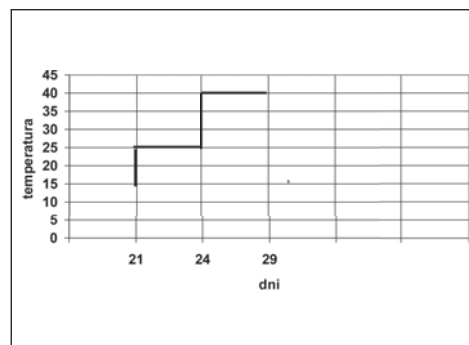
Te najbardziej niebezpieczne naprężenia w narożnikach mogłyby przejść tylko zbrojenie górne, które praktycznie nie może być wykonane ze względu na niewielką grubość jastrychu. Dlatego również w przypadku dużych naciśków na małą powierzchnię (np. sejfy, duże półki z książkami, ciężkie urządzenia) zaleca się stosowanie jastrychu i izolacji o lepszych właściwościach mechanicznych zamiast zbrojenia.

### • Rodzaje jastrychu:

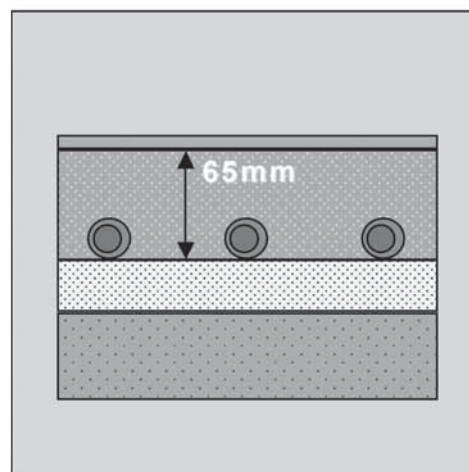
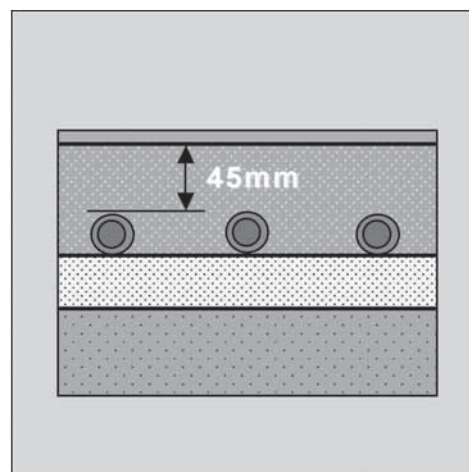
#### Jastrych cementowy (symbol CT)

W budownictwie mieszkaniowym stosuje się najczęściej jastrychy cementowe o klasie wytrzymałości F4.

Jastrych układa się jako mieszankę o konsystencji gęstoplastycznej albo jako jastrych płynny. W normie DIN 18560 część 2 zawarte są wszystkie dane, dotyczące jakości, grubości i wytrzymałości jastrychu. Specjalna domieszka do betonu - emulsja PURMO redukuje ilość wody zarobowej (więcej o zaletach emulsji na str. 26). W przypadku użycia jastrychów specjalnych np. szybko wiążących należy postępować zgodnie ze wskazaniem producenta.



Rysunek 50  
Wygrzewanie jastrychu.



Rysunek 51  
zalecane grubości jastrychu cementowego.

Tabela 5  
Przykład oznakowania jastrychu cementowego

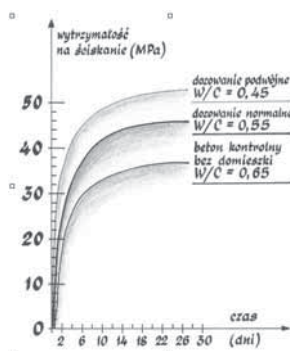
CT	C20	F4
Jastrych cementowy	Wytrzymałość na ściskanie: 20 N/mm <sup>2</sup>	Wytrzymałość na zginanie: 4 N/mm <sup>2</sup>

Przewagi jastrychu anhydrytowego nad jastrychem cementowym:

- płynna konsystencja zapobiega powstawaniu pęcherzy powietrznych
- lepszy współczynnik przewodzenia ciepła
- właściwości samopoziomujące (szybkość i łatwość wykonania wylewki)
- krótszy czas wygrzewania (7 zamiast 21 dni)
- mniejsza wymagana wysokość wylewki (40 zamiast 45mm)
- mniejszy skurcz przy wygrzewaniu
- większe pola dylatacyjne



Rysunek 52  
Emulsja do jastrychu



Rysunek 53  
Wytrzymałość na ściskanie dla betonu bez domieszki, z dozowaniem normalnym i podwójnym

Dzięki zastosowaniu domieszki zmniejsza się porowatość jastrychu, a bardziej szczelna struktura zwiększa przewodność cieplną.

## Jastrych anhydrytowy (symbol CA)

Jastrych anhydrytowy (na bazie siarczanu wapnia) bardzo dobrze współpracuje z instalacją ogrzewania podłogowego. Łatwo się go układa i ma bardzo dobrą przewodność cieplną. Jastrych anhydrytowy nie może jednak być stosowany w środowiskach wilgotnych np. na posadzkach krytych pływalni.

## Jastrych płynny (symbol CA)

Określenie to oznacza wszystkie mieszanki samopoziomujące. Ich układanie i poziomowanie jest bardzo proste. Jastrychy płynne produkują się na bazie anhydrytu lub cementu. Wytrzymałość tego typu jastrychu jest zwiększona.

Przy jastrychach płynnych należy zwrócić szczególną uwagę na sposób połączenia taśmy brzegowej z izolacją poziomą (rolljet). Folię taśmy brzegowej trzeba przykleić na całym obwodzie taśmą klejącą do płyty. Folia nie może być napięta, musi swobodnie przylegać zarówno do pionowej płaszczyzny taśmy brzegowej, jak i do poziomej płaszczyzny izolacji rolljet.

### • Grubość jastrychu

Grubość jastrychu zależy od jego rodzaju i wielkości przenoszonych obciążeń. Według normy PN-EN 1264 dotyczącej ogrzewania podłogowego w budynkach mieszkalnych, gdzie rury leżą bezpośrednio na warstwie izolacji lub są nieznacznie nad nią uniesione (struktura typu A), warstwa jastrychu nad rurami powinna wynosić:

- dla jastrychu cementowego klasy F4 → 45 mm,
- dla jastrychu anhydrytowego klasy F4 → 40 mm,

W praktyce oznacza to, że dla rury o średnicy 20 mm minimalna grubość płyty jastrychu wynosi 65, 60 (odpowiednio dla jastrychu cementowego, anhydrytowego).

W budynkach o przeznaczeniu innym niż mieszkalne mogą wystąpić znacznie wyższe obciążenia. Wtedy niezbędne jest wykonanie obliczeń statycznych.

W normie dopuszczono też mniejsze grubości jastrychu. Wówczas aby uzyskać wymaganą wytrzymałość płyty dodaje się substancje chemiczne lub wkładki wzmacniające ze stali lub z tworzyw sztucznych. W przypadku posadzek kamiennych i ceramicznych należy w szczególności przestrzegać wymagań normy dotyczących ugięć, które nie mogą przekraczać wielkości dopuszczalnej dla jastrychu cementowego klasy F4 i grubości 45 mm.

### • Emulsja do jastrychu

Emulsja do jastrychu PURMO jest zawiesiną kopolimerów na bazie octanu winylu, etylenu i chlorku winylu. Charakteryzuje się małą lepkością i jest doskonale rozproszona. Emulsję można dodawać do zapraw cementowych, wapiennych i gipsowych.

Właściwości:

- Poprawia urabialność mieszanek przy jednoczesnym ograniczeniu ilości wody (zwiększa się wytrzymałość jastrychu)
- Zapobiega wnikaniu powietrza do masy zaprawy
- Poprawia przewodność cieplną jastrychu grzewczego

Stosowanie – str. 85

## F. Wykończenie podłogi

- Wymagania

Można stosować każdy rodzaj wykończenia podłogi. Warstwa wykończeniowa powinna mieć mały opór przewodzenia ciepła  $R \leq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Wykładziny podłogowe o dużym oporze przewodzenia ciepła wymagają wyższej temperatury pracy instalacji i powodują zwiększone straty ciepła oddawanego w dół. Dlatego im większy opór cieplny wykładziny, tym gęściej trzeba układać rury.

Nie zawsze na etapie projektowania budynku jest już ustalony rodzaj wykończenia podłogi. Wtedy najczęściej w obliczeniach zakłada się opór przewodzenia  $R = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Wszystkie rodzaje warstw wykończeniowych powinny być układane dopiero po, zgodnym z normą PN- EN 1264, wstępnym nagrzewaniu jastrychu.

Tabele mocy cieplnej dla poszczególnych warstw wykończeniowych znajdują się na stronach: 87-99

- WYKOŃCZENIE CERAMICZNE

Posadzki ceramiczne charakteryzują się małym oporem przewodzenia ciepła. Są więc chętnie stosowane na podłogach grzejnych. Podczas ogrzewania jastrych wydłuża się w przybliżeniu dwa razy bardziej niż płytki ceramiczne. Dlatego do układania płytek należy użyć kleju lub zaprawy trwale elastycznej.

Jeżeli płytki układa się na zaprawie o właściwościach jastrychu, to jej grubość może stanowić część wymaganej minimalnej grubości płyty grzejnej.

Jeżeli płytki zostały ułożone przed wygrzewaniem jastrychu, to spoiny można wypełnić dopiero po zakończeniu tego procesu. W przeciwnym razie wilgoć z masy jastrychu nie może odparować.

- WYKOŃCZENIE DYWANOWE

Przed ułożeniem wykładziny dywanowej, jastrychową płytę grzejną trzeba dokładnie wyrównać poprzez szpachlowanie powierzchni zgodnie z DIN 18365. Kleje muszą być odporne na temperaturę  $55^\circ\text{C}$ , działającą w sposób ciągły. Klej należy nanieść na całą powierzchnię.



Rysunek 54

Wszystkie rodzaje posadzek stosowanych w pomieszczeniach z ogrzewaniem podłogowym, powinny mieć oznaczenia, że wyrób nadaje się do układania na grzejnikach podłogowych

Tabela 6

Opór przewodzenia ciepła dla wybranych rodzajów wykończenia podłogi

Rodzaj posadzki	Grubość	Opór przewodzenia
-	[cm]	[(m <sup>2</sup> K)/W]
Terakota	1,0	0,010
Mozaika - dąb	0,8	0,040
Lamelki - merbau	1,0	0,040
Bruk - dąb	2,2	0,055
Klepka - doussie	1,5	0,060
Klepka - iroko	1,5	0,070
Klepka - dąb	1,5	0,075
Klepka - dąb	2,2	0,110
Klepka - buk	2,2	0,137
Klepka - jesion	2,2	0,146
Klepka - modrzew	2,2	0,183

#### • WYKOŃCZENIE DREWNIANE

Układanie parkietu na ogrzewanym jastrychu wymaga przestrzegania następujących zasad:

- wilgotność drewna zarówno klepki jak i mozaiki powinna wynosić mniej niż  $9 \pm 2\%$ ,
- kleje muszą być odporne na długotrwałe działanie temperatury 55°C,
- temperatura powierzchni podłogi nie może przekraczać 25-26°C (lub zgodnie z zaleceniami producenta), dlatego w pomieszczeniach z parkietem nie wyznacza się stref brzegowych, a najczęściej przyjmowany rozstaw rur 15 mm, gwarantuje optymalne przekazywanie ciepła do pomieszczenia.
- wilgotność jastrychu cementowego nie może przekraczać 2%, a anhydrytowego 0,5%.

Dodatkowo należy zwrócić uwagę na kilka innych ważnych parametrów:

- współczynnik skurczu i rozkurczu danego gatunku drewna
- czas osiągnięcia równowagi higroskopijnej

Przy zastosowaniu podłogi z litego drewna może wystąpić powstanie szczelin na styku elementów, ponieważ lite drewno w warunkach wysokiej temperatury i niskiej wilgotności kurczy się. Deski warstwowe, klejone z różnych rodzajów drewna pracują w mniejszym zakresie, co hamuje powstawanie szczelin pomiędzy elementami podłogi. Podłogi drewniane nie powinny przekraczać 15 mm grubości.

#### • WYKOŃCZENIE Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Panele, laminaty, wykładziny PCV mogą również współpracować z ogrzewaniem podłogowym. Jednak w czasie układania trzeba zwrócić uwagę na to, by między podłogą a jastrychem nie ułożono dodatkowej izolacji tłumiącej dźwięki. Taka dodatkowa izolacja akustyczna podnosi opór przewodzenia ciepła warstwy wykończeniowej podłogi i wobec bardzo dobrych właściwości akustycznych rolljetu/faltjetu lub noppjetu jest zbędna.

Panele podłogowe mają dużą izolacyjność cieplną, co nie oznacza, że pomieszczenie, gdzie je zastosujemy przy ogrzewaniu podłogowym, będzie niedogrzone. Ogrzewanie będzie działać poprawnie, ale sterowanie będzie utrudnione ze względu na dłuższy czas nagrzewania i stygnięcia paneli niż np. w przypadku ceramiki.

## 2. Rozdzielacze obiegów grzewczych

W tradycyjnych instalacjach grzewczych regulacja przepływu i temperatury odbywa się przy grzejniku.

W przypadku instalacji ogrzewania płaszczyznowego cały osprzęt umożliwiający odpowiedni rozdział czynnika grzewczego oraz uzyskanie wymaganej temperatury powietrza w pomieszczeniu musi znajdować się na rozdzielaczu.

Rozdzielacze do ogrzewania płaszczyznowego Purmo są wyposażone w zawory do regulacji przepływu oraz wkładki zaworowe do montażu głowic termoelektrycznych. Aby przyspieszyć i uprościć proces równoważenia hydraulicznego, na górnej belce rozdzielacza umieszczono rotametry (oprócz LASER SERIES 1 ½"). Dzięki temu mamy możliwość bezpośredniego odczytu strumienia wody w danej pętli grzewczej, a sam proces regulacji przebiega błyskawicznie. Instalator oszczędza mnóstwo czasu, a ogrzewanie od razu działa prawidłowo.

Wszystkie rozdzielacze Purmo są wykonane ze stali nierdzewnej. Ma to szczególne znaczenie przy instalacjach ogrzewania płaszczyznowego, gdyż gwarantuje odporność na zjawisko korozji oraz eliminuje wytrącanie się osadów powodujących zarastanie rozdzielacza podczas eksploatacji.

Wszystkie rozdzielacze są objęte 10 letnią gwarancją udzielaną przez firmę Rettig Heating (z wyłączeniem osprzętu tj. zaworów i wskaźników przepływu, na które gwarancja wynosi 5 lat).

W ofercie Purmo znajdują się rozdzielacze dedykowane do obiektów mieszkalnych jak i rozdzielacze przemysłowe, o zwiększonym przekroju belek.

### • Rozdzielacze DSM

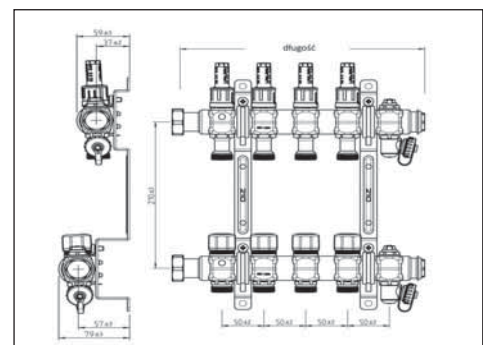
Rozdzielacze DSM produkowane są w Niemczech z wykorzystaniem technologii „IHU” stosowanej między innymi w przemyśle motoryzacyjnym, polegającej na kształtowaniu profili ze stali nierdzewnej od wewnątrz wysokim ciśnieniem. Efektem jest wyjątkowa i niepowtarzalna forma. Dodatkowo miejsca montażu osprzętu w rozdzielaczu są jeszcze lepiej zabezpieczone przed korozją i przeciekami. Ponadto zastosowanie wysokiej jakości stali nierdzewnej 1.4301 gwarantuje dużą wytrzymałość mechaniczną. Belki rozdzielacza w warunkach laboratoryjnych są w stanie wytrzymać do 349 bar ciśnienia wewnętrznego. Zastosowanie specjalnego profilu 35x1,5 mm pozwala na obniżenie prędkości przepływu o 10%. W porównaniu do profili mosiężnych tej samej średnicy, pozytywnie wpływa to na charakterystykę hydrauliczną, zmniejszając opory przepływu.

Niebywałą zaletą tego rozdzielacza jest możliwość montażu w dowolnej pozycji (w pionie lub poziomie), oraz podłączenia z prawej lub lewej strony. Dodatkowo rozdzielacze wyposażono w najlepszy osprzęt do regulacji i pomiaru przepływu. W przypadku rozdzielaczy DSM regulację hydrauliczną przeprowadza ustawiając przepływ na rotametrach, zamontowanych na górnej belce. Rozstaw króćców 50 mm umożliwia swobodne podłączenie węzownic oraz montaż głowic termoelektrycznych. Na wydłużonych kolektorach zamontowane są odpowietrzniki oraz zawory spustowe. W zestawie dołączone są uchwyty ścienne z wkładkami tłumiącymi drgania. Każdy produkt jest elegancko zapakowany i wyposażony w instrukcję obsługi i montażu.

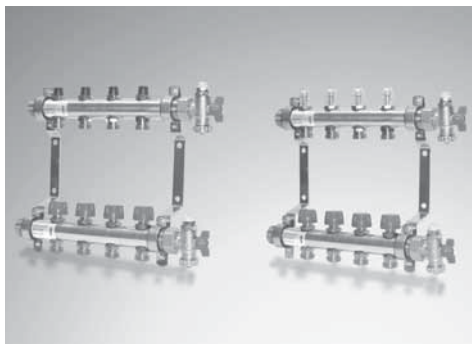
Dzięki bardzo nowoczesnej i zrobotyzowanej linii technologicznej, rozdzielacze są wytwarzane z chirurgiczną precyzją przy zachowaniu najwyższej jakości. Tuż po zakończeniu procesu produkcji każdy egzemplarz przechodzi powrotny test szczelności w kąpeli wodnej i jest indywidualnie oznaczony.



Rysunek 55  
Rozdzielacz DSM



Rysunek 56  
Rysunek techniczny rozdzielacza DSM



Rysunek 57  
Rozdzielacze ze stali nierdzewnej z zaworami do regulacji przepływu i z rotametrami

#### • Rozdzielacze okrągłe 1"

Rozdzielacze Purmo dostarczone są jako kompletnie zmontowane. Oba kolektory mają dodatkową sekcję, na której umieszczone są odpowietzniki i zawory spustowe. Rozstaw króćców przyłączeniowych wynosi 55mm, co pozwala swobodnie zamontować głowicę termoelektryczną na każdym zaworze. Zawory do regulacji przepływu są zamontowane na dolnej belce rozdzielacza. Natomiast na belce górnej znajdują się rotametry pozwalające na bezpośredni odczyt przepływu wody w danej pętli. Kolektor zasilający i powrotny połączone są ze sobą wspornikami służącymi do montażu rozdzielacza na ścianie.

W procesie produkcyjnym każdy egzemplarz jest sprawdzany na szczelność pod ciśnieniem 8 bar.



Rysunek 58  
Rozdzielacz przemysłowy Laser Series 5/4"- GZ 5/4"

#### • Rozdzielacze przemysłowe LASER SERIES

Rozdzielacze Laser Series wykonane są z kwadratowego profilu kwasoodpornego. Zastosowanie przekroju kwadratowego belek powoduje, że pojemność wodna zwiększa się prawie 3 krotnie w stosunku do tradycyjnych rozdzielaczy okrągłych. Dzięki temu spadają opory przepływu przez rozdzielacz.

Produkowane są w rodzimej fabryce wykorzystującej innowacyjną technologię wycinania i spawania laserem. W przypadku tradycyjnych metod spawania rozdzielaczy Flow drill a (v drill a), stal nierdzewna zmienia swoje właściwości wskutek oddziaływania wysokich temperatur medium, co w efekcie skutkuje korozją. Do produkcji rozdzielaczy Laser Series wykorzystuje się technologię laserowego spawania impulsowego w osłonie argonu. Dzięki temu pojawienie się rdzy na połączeniach spawanych jest praktycznie niemożliwe.







Rysunek 59  
Rozdzielacz przemysłowy Laser Series 1 1/2"- GZ 1 1/2"

Rozdzielacze dostarczane są jako kompletnie zmontowane. Oba kolektory połączone są wspornikami umożliwiającymi montaż rozdzielacza. Uchwyty przytrzymujące rozdzielacz wyposażone są we wkładki gumowe które tłumią drgania kompensacyjne oraz szумы spowodowane przepływem wody. Rozdzielacze przemysłowe są dostępne w 2 opcjach różniących się przekrojem belek i osprzętem. Rozdzielacze 5/4" GZ 5/4" są wyposażone we wskaźniki przepływu na górnej belce, dzięki którym jesteśmy w stanie nie tylko odczytać ale i ustawić żądany przepływ. Na dolnej belce znajdują się zawory kulowe z gwintem 3/4" GZ. Zarówno kolektor zasilający jak i powrotny wyposażony jest z zespół odpowietrzająco – spustowy. W przypadku rozdzielaczy LASER SERIES 1 1/2"- GZ 1 1/2" na obu belkach znajdują się zawory kulowe z gwintem 3/4" GZ oraz zespół odpowietrzający.

Tabela 7

Rozdzielacze do ogrzewania płaszczyznowego.

Liczba obiegów	DSM	1"- GZ 1"	PRZEMYSŁOWE LASER SERIES	
	z profilu okrągłego 35x1,5, z ruchomą nakrętką 1" i rotametrami		5/4"- GZ 5/4"	1 1/2"- GZ 1 1/2"
				
	Wymiary			
2	192 x 320 x 79	190 x 330 x 86	160 x 388 x 100	160 x 538 x 229
3	242 x 320 x 79	245 x 330 x 86	240 x 388 x 100	240 x 538 x 229
4	292 x 320 x 79	300 x 330 x 86	320 x 388 x 100	320 x 538 x 229
5	342 x 320 x 79	355 x 330 x 86	400 x 388 x 100	400 x 538 x 229
6	392 x 320 x 79	410 x 330 x 86	480 x 388 x 100	480 x 538 x 229
7	442 x 320 x 79	465 x 330 x 86	560 x 388 x 100	560 x 538 x 229
8	492 x 320 x 79	520 x 330 x 86	640 x 388 x 100	640 x 538 x 229
9	542 x 320 x 79	575 x 330 x 86	720 x 388 x 100	720 x 538 x 229
10	592 x 320 x 79	630 x 330 x 86	800 x 388 x 100	800 x 538 x 229
11	642 x 320 x 79	685 x 330 x 86	880 x 388 x 100	880 x 538 x 229
12	692 x 320 x 79	740 x 330 x 86	960 x 388 x 100	960 x 538 x 229
osprzęt	w komplecie: - wskaźniki przepływu - króćce przyłączeniowe 3/4", - wkładki zaworowe przystosowane do montażu głowic termoelektrycznych - wydłużona belka z odpowietrznikiem oraz zaworem spustowym - odpowietrznik automatyczny jako opcja (zamawiany osobno)	w komplecie: - króćce przyłączeniowe 3/4" - wkładki zaworowe przystosowane do montażu głowic termoelektrycznych - zawory do regulacji przepływu - zespół odpowietrzająco-spustowy	w komplecie: - wskaźniki przepływu - króćce przyłączeniowe 3/4" - zawory kulowe z gwintem 3/4" GZ - zespół odpowietrzająco-spustowy	w komplecie: - króćce przyłączeniowe z zaworami kulowymi z gwintem 3/4" GZ - zespół odpowietrzająco-spustowy

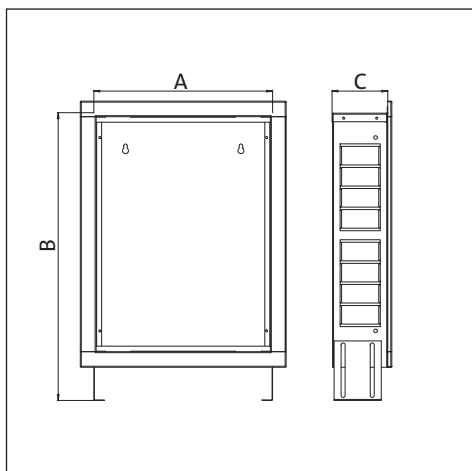
#### • Podłączanie rur grzejnych

Zarówno kolektor zasilania, jak i powrotny zakończone są gwintami dzięki czemu można podłączać rozdzielacz z prawej lub z lewej strony.

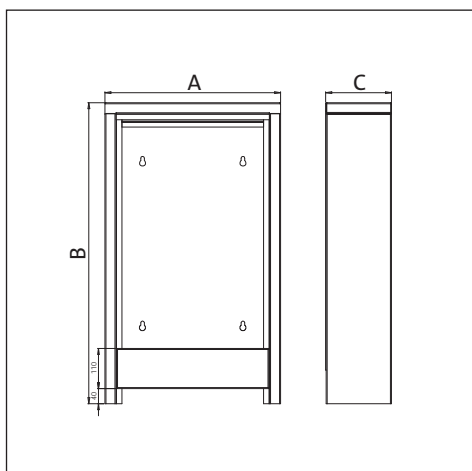
Rozdzielacze dostarczane są bez złączek do podłączenia rur grzejnych. Rodzaj złączki zależy bowiem od średnicy rury grzejnej – 16 x 2mm, 17 x 2 mm lub 20 x 2 mm.



Rysunek 60  
Złączka skręcana rura - rozdzielacz



Rysunek 61  
Szafki podtynkowe



Rysunek 62  
Szafka natynkowa

### 3. Szafki

Rozdzielacze, z których zasilane są obiegi grzewcze, umieszcza się w szafkach usytuowanych zazwyczaj w przedpokoju, garderobie lub kotłowni. Najlepiej jest, gdy zlokalizowane są one centralnie w stosunku do całej powierzchni podłogi grzewczej. Do każdej wielkości rozdzielacza należy dopasować rozmiar szafki.

Oferujemy szafki osłonowe złożone i gotowe do montażu w wersji podtynkowej - TRS i natynkowej - TRA. W przypadku tradycyjnych szafek podtynkowych i natynkowych istnieje możliwość regulacji wysokości i głębokości w ograniczonym zakresie. Alternatywnym rozwiązaniem są szafki do samodzielnego złożenia DSM, które są tańsze i składa się je w kilku ruchach. Dodatkowo zajmują znacznie mniej miejsca przy magazynowaniu i transporcie.

Szafki osłonowe rozdzielaczy są wykonane z wysokiej jakości blachy ocynkowanej i malowane proszkowo na kolor biały RAL9003. Drzwiczki zamykane są na klucz.

Szerokość szafki dobiera się w zależności od ilości zaprojektowanych obiegu rozdzielacza oraz osprzętu dodatkowego (zestaw mieszający). Szafki wyposażone są w maskownicę oraz listwy do montażu rozdzielacza i listwy automatyki, stanowiącej zasilanie dla elektrycznych termostatów pokojowych i głowic termoelektrycznych.

Wymiary szafek		Laser 0	Laser 1	Laser 2	Laser 3	Laser 4	Laser 5	Laser 6
wym. A		350	450	530	680	830	1030	1130
DSM	wym. B	505-605						
	wym. C	110-160						
TRS	wym. B	690-790						
	wym. C	110-160						
TRA	wym. B	640						
	wym. C	130						

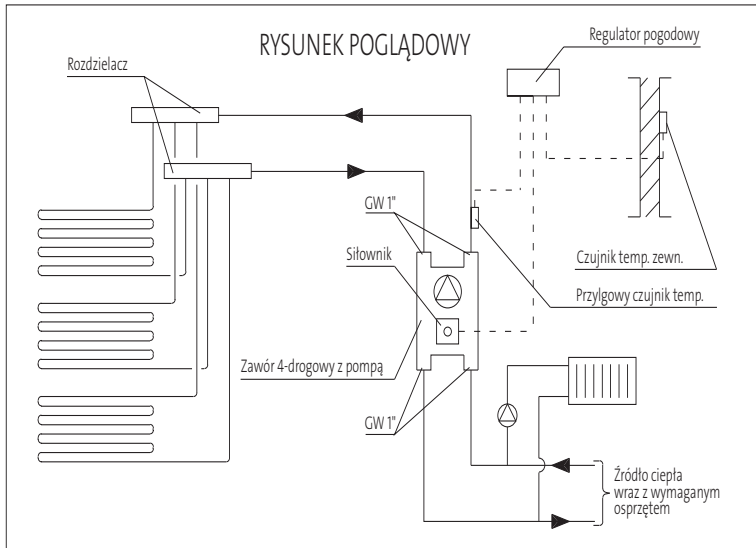
Tabela 8  
Szafki osłonowe do rozdzielaczy

	Szafki Laser Series		
	podtynkowa DSM	podtynkowa TSR	natynkowa TRA
osprzęt	w komplecie: - drzwiczki, ramka - listwy do montażu rozdzielacza i listwy automatyki	w komplecie: - drzwiczki, ramka - listwy do montażu rozdzielacza i listwy automatyki	w komplecie - listwy do montażu rozdzielacza i listwy automatyki



## 4. Regulacja

### A. Zasada działania układów mieszających



**Rysunek 63**  
Poglądowy schemat połączenia instalacji grzejnikowej oraz ogrzewania podłogowego

Maksymalna temperatura zasilania w instalacji ogrzewania podłogowego nie powinna przekraczać 55°C przy najniższej obliczeniowej temperaturze zewnętrznej.

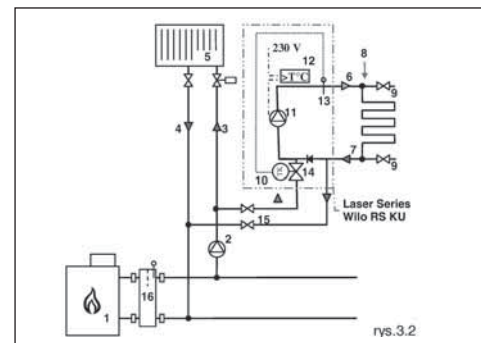
Najbardziej odpowiednia wartość temperatury zasilania przyjmowana do obliczeń to: 40-50°C.

Jeżeli konstrukcja kotła pozwala na jego pracę w zakresie temperatur 20-55°C, można za pomocą prostego dwustawnego regulatora (włącz-wyłącz) utrzymywać żądaną temperaturę w pomieszczeniu. Jeżeli temperatura pracy źródła ciepła przekracza 55°C, trzeba zamontować zawory mieszające, które zapewnią odpowiednią temperaturę zasilania ogrzewania podłogowego.

Większość kotłów ma wbudowane urządzenie regulujące temperaturę zasilania w zależności od warunków pogodowych. Regulatory te mają z reguły wyjście przystosowane do sterowania mieszaczem w instalacji ogrzewania podłogowego. Dodatkowym zabezpieczeniem przed nadmiernym wzrostem temperatury na zasileniu jest ogranicznik temperatury.

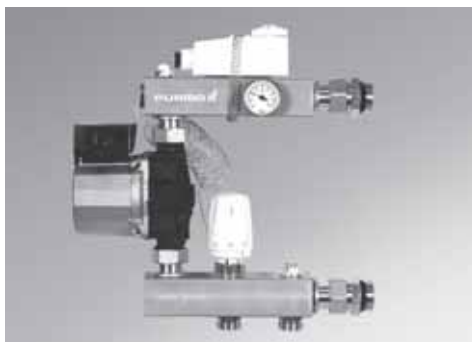
Układ mieszający ma za zadanie dostosować temperaturę wody do potrzeb ogrzewania podłogowego (najczęściej średnia temp. zasilanie/powrót około 35-45°C). Odbywa się to poprzez zmieszanie wody przygotowanej w źródle ciepła z wodą powracającą z instalacji centralnego ogrzewania. Z punktu widzenia hydrauliki jest to obejście – tzw. Bypass. Kiedy temperatura zasilania dla instalacji ogrzewania podłogowego przekracza zadany poziom następuje otwarcie obejścia i podmieszanie wody powrotnej z zasilającą.

Instalacja musi być dodatkowo wyposażona w odrębną pompę obiegową, niezależnie od tego, jaka pompa znajduje się w części grzejnikowej instalacji.



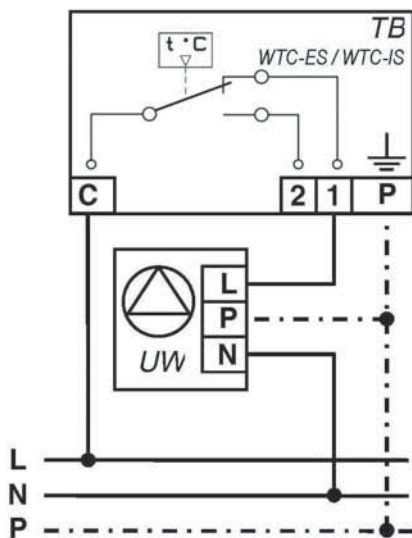
**Rysunek 64**  
Połączenie instalacji grzejnikowej i ogrzewania podłogowego poprzez zestaw mieszający do montażu na rozdzielaczu

1. Źródło ciepła
2. Pompa obiegu pierwotnego kocioł-/grzejniki
3. Zasilanie obiegu kocioł-/grzejniki
4. Powrót obiegu kocioł-/grzejniki
5. Grzejnik
6. Zasilanie ogrzewania płaszczyznowego
7. Powrót ogrzewania płaszczyznowego
8. Rozdzielacz obiegów grzewczych
9. Zestaw odpowietrzająco-spuستowy
10. zawór termostatyczny z głowicą z kapilarą
11. Pompa obiegu ogrzewania płaszczyznowego
12. Wylącznik bezpieczeństwa
13. Czujnik temperatury zasilania ogrzewania płaszczyznowego (kapilara)
14. Zawór zwrotny (ZZ)
15. Zawór odcinający/kulowy
16. Sprężęto hydrauliczne (w zależności od instalacji)



Rysunek 65  
Zestaw mieszający Laser Series

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 641/2009 z dnia 22 lipca 2009 r. oraz (UE) NR 622/2012 z dnia 11 lipca 2012) zestaw mieszający Laser Series z pompą Wilo RS KU 15/60 będzie dostępny do 31.07.2015. Od dnia 1.08.2015 zestaw ten zostanie wyposażony w pompę Wilo Yonos PARA 15/60.



Rysunek 66  
Schemat elektryczny wyłącznika bezpieczeństwa

## B. Zestawy mieszające do montażu na rozdzielaczu

Zestawy mieszające Purmo znajdują zastosowanie we wszystkich instalacjach mieszanych, gdzie jednocześnie wysokotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe współpracuje z niskotemperaturowym ogrzewaniem płaszczyznowym. Temperatura zasilania obiegu ogrzewania płaszczyznowego nie powinna przekraczać 55°C, dlatego nie można bezpośrednio go włączyć do instalacji grzejnikowej. W przypadku gdy nie ma możliwości obniżenia temperatury czynnika przy źródle ciepła instalację trzeba rozszerzyć o zestaw mieszający, montowany na rozdzielaczu, co pozwoli na obniżenie temperatury wody zasilającej obieg ogrzewania płaszczyznowego.

Dzięki zwartej kompaktowej budowie zestawy mieszające Purmo są na tyle małe, że mieszczą się w szafce osłonowej rozdzielacza. Purmo oferuje 3 typy zestawów mieszających do montażu na rozdzielaczu, różniące się wyposażeniem.

### • Zestaw mieszający Laser Series

Zestaw mieszający Laser Series jest wyposażony w bezdławiową pompę Wilo RS KU 15/60 z regulowaną 3 stopniową prędkością obrotową. Do nastawiania temperatury zasilania instalacji ogrzewania podłogowego służy głowica termostatyczna wyskalowana w stopniach Celsjusza, w zakresie 30-70°C. Dzięki temu od razu wiadomo jaka będzie temperatura wody przepływającej przez instalację. Dodatkowo termometr zamontowany na zasilaniu instalacji ogrzewania płaszczyznowego umożliwi bezpośredni odczyt temperatury czynnika. Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1264 pompa jest zabezpieczona przed wysoką temperaturą czynnika grzewczego. Aby nie przekroczyć nastawionej temperatury maksymalnej zestaw mieszający został wyposażony w ogranicznik temperatury zasilania. W razie potrzeby wyłącznik bezpieczeństwa wyłączy pompę obiegową i tym samym zapobiegnie przegrzaniu i uszkodzeniu ogrzewania płaszczyznowego. Dzięki zwartej, kompaktowej budowie, zestaw mieszający montuje się szybko i łatwo. Jest przystosowany do montażu z lewej strony rozdzielacza.

### Zasada działania

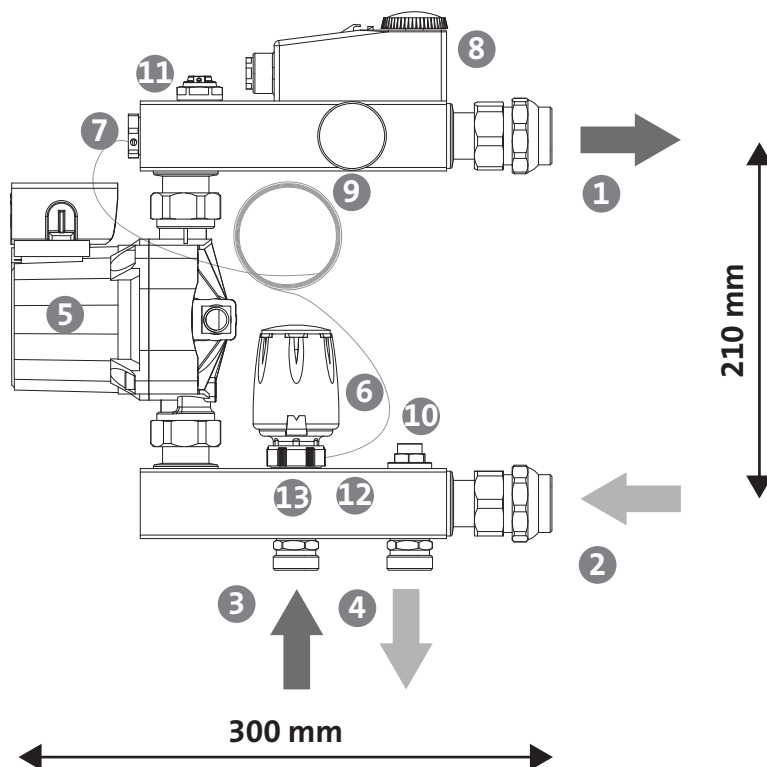
Zawór termostatyczny (13) jest regulatorem proporcjonalnym. W zależności od temperatury nastawionej na głowicy termostatycznej (30-70°C) „gorąca” woda o temperaturze zasilania z obiegu kotła (3) miesza się z „zimną” wodą powracającą z obiegów ogrzewania podłogowego (2). Kontrolę nad nastawioną temperaturą zasilania dla ogrzewania podłogowego sprawuje czujnik (7). Odchylenia od nastawionej wartości powodują zmianę ilości gorącej wody dodawanej do układu przez zawór termostatyczny. Temperatura zasilania ogrzewania podłogowego jest utrzymywana w stałym wąskim zakresie wartości i można ją odczytać bezpośrednio na termometrze (9).

Dodatkowe zabezpieczenie przed przekroczeniem temperatury zasilania gwarantuje ogranicznik temperatury OT (8), który wyłącza pompę zestawu mieszającego przy przekroczeniu temperatury na nim nastawionej (sugerowana nastawa 60 °C). Między podłączeniami ze strony kotła (3) i (4) znajduje się zawór zwrotny (12), który zabezpiecza przed bezpośrednim (krótkim) spięciem hydraulicznym obiegu pierwotnego, np. przy wyłączonej pompie.

Tabela 9  
Dane techniczne

Maks. temperatura otoczenia:	0 - 50 °C
Maks. temperatura czynnika grzewczego:	0 - 80 °C
Maks. ciśnienie robocze:	6 bar
Zakres regulacji temperatury zasilania:	30 - 70 °C <sup>1)</sup>
Nominalna wydajność cieplna:	do 10 kW
Min. temp. zasilania c.o.:	T <sub>zasilania UFH</sub> +15K
Maks. ilość obiegów:	12
Maks. Powierzchnia grzewcza:	180 m <sup>2</sup>
Armatura:	Mosiądz Ms 58, niklowany
Rury:	Stal nierdzewna AISI 304 gr.1,5mm
Wymiary:	300 x 320 x 95 mm
<b>Pompa Wilo RS KU 15/60:</b>	
Moc pompy:	I → 46 W II → 67 W III → 93 W
Maks. wysokość podnoszenia:	60 dm
Napięcie:	1 x 230 V
Klasa ochrony (IEC 34-5):	44
Klasa energetyczna	C

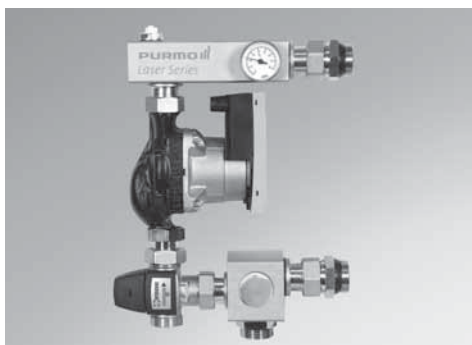
<sup>1)</sup> Zakres nastawy temperatury zasilania jest chroniony przez blokady zabezpieczające i ograniczony do zakresu 20-50°C co uniemożliwia nastawienie zbyt wysokiej temperatury przez niepowołane osoby.



**Elementy zestawu:**

1. zasilanie ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW lub nypel 1" GZ)
2. powrót ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW lub nypel 1" GZ)
3. zasilanie z obiegu pierwotnego (3/4" GZ)
4. powrót z obiegu pierwotnego (3/4" GZ)
5. pompa obiegu ogrzewania płaszczyznowego Wilo RS KU 15/60
6. głowica termostatyczna
7. czujnik temperatury zasilania
8. ogranicznik temperatury zasilania
9. termometr temperatury zasilania
10. zawór odcinający
11. zawór odpowietrzający
12. zawór zwrotny
13. zawór termostatyczny z nastawą wstępną

Rysunek 67  
Elementy zestawu



Rysunek 68  
Zestaw mieszający Laser Series Pro

### • Zestaw mieszający Laser Series Pro

Zestaw mieszający Laser Series Pro jest najlepszym rozwiązaniem w tej klasie urządzeń. Jego główną zaletą jest wysokowydajna pompa elektroniczna Wilo Yonos 15/6 ze zmienną prędkością obrotową - w zależności od ilości otwartych obwodów grzewczych pompa sama dostosowuje prędkość obrotową / przepływ. Pozwala to zaoszczędzić do 70% energii w porównaniu do pomp standardowych. Ponadto zestaw mieszający Laser Series Pro wyposażony jest w trójdrożny zawór mieszający, który pozwala na błyskawiczne ustawienie odpowiedniej temperatury i nie wymaga żmudnej regulacji hydraulicznej. Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1264 pompa jest zabezpieczona przed wysoką temperaturą czynnika grzewczego. Pompa Wilo Yonos 15/6 posiada wbudowany ogranicznik temperatury zmniejszający wydajność pompy przy temp. >60°C. Dzięki zwartej, kompaktowej budowie, zestaw mieszający montuje się szybko i łatwo zarówno z lewej, jak i z prawej strony rozdzielacza.

### Zasada działania

Zawór mieszający (6) jest regulatorem proporcjonalnym. W zależności od temperatury nastawionej na pokrętle 3-drogowego zaworu termostatycznego (20-43°C) „gorąca” woda o temperaturze zasilania z obiegu kotła (3) miesza się z „zimną” wodą powracającą z obiegów ogrzewania podłogowego (2). Odchylenia od nastawionej wartości powodują zmianę ilości gorącej wody dodawanej w zaworze mieszającym. Temperatura zasilania ogrzewania podłogowego jest utrzymywana w stałym wąskim zakresie wartości i można ją odczytać bezpośrednio na termometrze (7).

Dodatkowe zabezpieczenie przed przekroczeniem temperatury zasilania gwarantuje zintegrowany z pompą czujnik z funkcją auto-ochrony pompy Wilo Yonos Para 15/6. W przypadku zbyt wysokiej temperatury otoczenia poza dopuszczalny zakres, elektronika redukuje automatycznie prędkość obrotową pompy w celu powrotu do warunków normalnych.

Między podłączeniami ze strony kotła (3) i (4) znajduje się zawór zwrotny (8), który zabezpiecza przed bezpośrednim (krótkim) spięciem hydraulicznym obiegu pierwotnego, np. przy wyłączonej pompie.



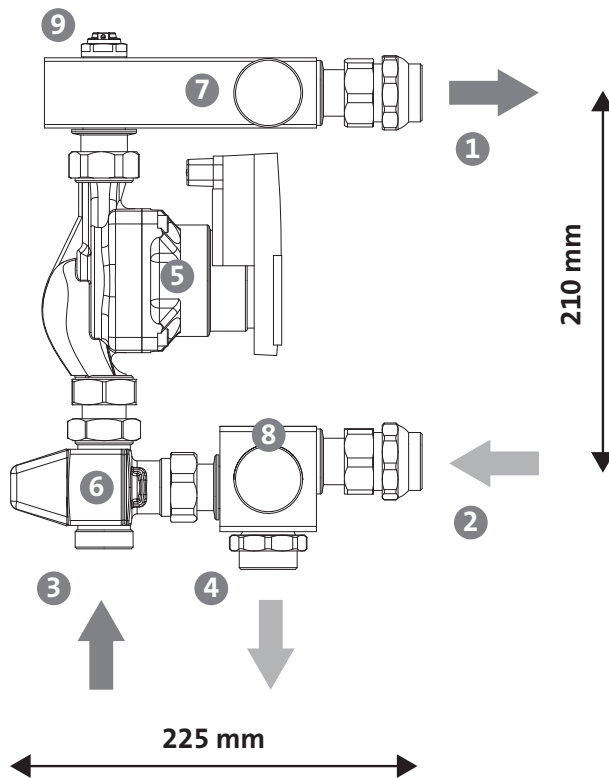
1	2	3	4	5	6
20°C	25°C	29°C	34°C	38°C	43°C

Rysunek 69  
Nastawy zaworu termostatycznego 3-drogowego ESBE 372

Tabela 10  
Dane techniczne

Max. temperatura otoczenia:	0 - 70 °C
Max. temperatura czynnika grzewczego:	0 - 90 °C
Max. ciśnienie robocze:	6 bar
Zakres regulacji temperatury zasilania:	20 - 43 °C
Nominalna wydajność cieplna:	do 10 kW <sup>1)</sup>
Min. temp. zasilania c.o.:	T <sub>zasilania UFH</sub> +15K
Maks. ilość obiegów:	12
Maks. Powierzchnia grzewcza:	180 m <sup>2</sup>
Armatura ESBE:	Mosiądz DZW CW602N
Rury:	Stal nierdzewna AISI 304
Wymiary:	225 x 305 x 85 mm
<b>Pompa Wilo Yonos PARA 15/6:</b>	
Moc pompy:	3-45 W
Max. wysokość podnoszenia:	6,2 m
Napięcie:	1 x 230 V
EEL	< 0,23
Klasa ochrony (IEC 34-5):	IP 44
Klasa energetyczna	A

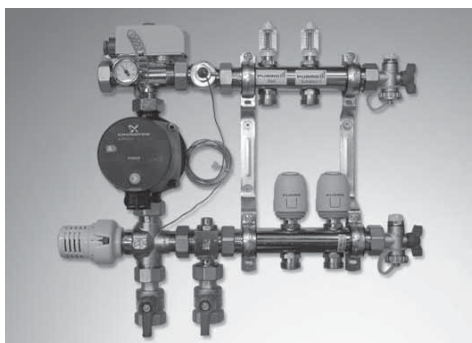
<sup>1)</sup> zależnie od systemowej temperatury, pojemności wodnej instalacji i strat ciśnienia



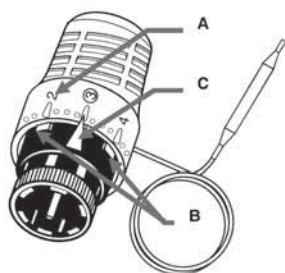
Rysunek 70  
Elementy zestawu

**Elementy zestawu:**

1. Zasilanie ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW lub nypel 1" GZ)
2. Powrót ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW lub nypel 1" GZ)
3. zasilanie obiegu pierwotnego (1" GZ)
4. powrót obiegu pierwotnego (1" GZ)
5. pompa elektroniczna Wilo Yonos PARA 15/6 z funkcją auto-zabezpieczenia przed zbyt wysoką temperaturą
6. 3-drogowy zawór mieszający ESBE VTA 372 (20 - 43°C) Kvs 2,3 m<sup>3</sup>/h
7. termometr mierzący temperaturę wody zasilającej
8. korek
9. Zawór odpowietrzający



Rysunek 71  
Zestaw mieszający TempCo Fix Eco



1	2	3	4	5	6	7
20 °C	28 °C	37 °C	45 °C	53 °C	62 °C	70 °C

Rysunek 72  
Nastawy głowicy termostatycznej

#### • TempCo Fix Eco

Jest wyposażony w wysokowydajną pompkę elektroniczną **Grundfos ALPHA 2L 15/60**. Do nastawiania temperatury zasilania instalacji ogrzewania podłogowego służy głowica termostatyczna. Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1264 pompa jest zabezpieczona przed wysoką temperaturą czynnika grzewczego. Zestaw mieszający TempCo Fix Eco jest wyposażony w ogranicznik temperatury zasilania. W przypadku awarii ogranicznik wyłączy pompkę obiegową, zapobiegając przegrzaniu i uszkodzeniu instalacji ogrzewania płaszczyznowego. Zestaw mieszający TempCo Fix Eco pracuje jako regulator niskotemperaturowy. Dzięki zwartej, kompaktowej budowie może być montowany bezpośrednio w szafce rozdzielaczowej.

#### Zasada działania:

Zawór mieszający (7) jest regulatorem proporcjonalnym. W zależności od temperatury nastawionej na głowicy termostatycznej (20-53 °C) „gorąca” woda o temperaturze zasilania z obiegu kotła (3) miesza się z „zimną” wodą powracającą z obiegów ogrzewania podłogowego (2). Temperatura zasilania może być ustawiona płynnie w zakresie 20-53 °C. Pierścień nastawczy głowicy termostatycznej jest wyskalowany 1 - 7. Odpowiadające skali temperatury przedstawia tabela. Ponieważ maksymalna temperatura zasilania instalacji ogrzewania płaszczyznowego wynosi 55 °C, zastosowano mechaniczne ograniczenie zakresu do 1 do 5. Kontrolę nad nastawioną temperaturą zasilania dla ogrzewania podłogowego sprawuje czujnik (10). Odchylenia od nastawionej wartości powodują zmianę ilości gorącej wody dodawanej w zaworze mieszającym. Temperatura zasilania ogrzewania podłogowego jest utrzymywana w stałym wąskim zakresie wartości i można ją odczytać bezpośrednio na termometrze (9).

Dodatkowe zabezpieczenie przed przekroczeniem temperatury zasilania gwarantuje ogranicznik temperatury, który wyłącza pompkę zestawu mieszającego przy przekroczeniu nastawionej temperatury.

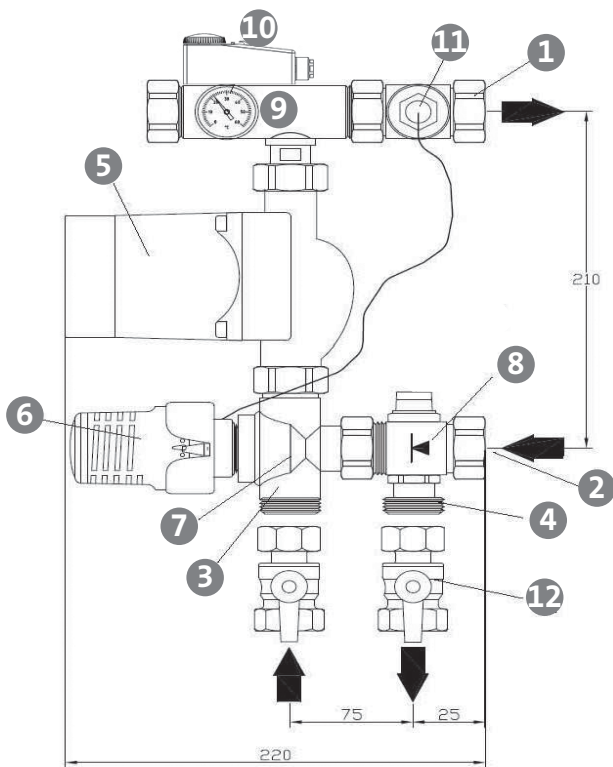
Między podłączeniami ze strony kotła (3) i (4) znajduje się zawór zwrotny (8), który zabezpiecza przed bezpośrednim (krótkim) spięciem hydraulicznym obiegu pierwotnego, np. przy wyłączonej pompce.

Tabela 11  
Dane techniczne

Max. temperatura otoczenia:	0 - 50 °C
Max. temperatura czynnika grzewczego:	0 - 80 °C
Max. ciśnienie robocze:	6 bar
Zakres regulacji temperatury zasilania:	20 - 70 °C <sup>1)</sup>
Nominalna wydajność cieplna:	do 14 kW <sup>2)</sup>
Min. temp. zasilania c.o.:	T <sub>zasilania UFH</sub> +15K
Maks. ilość obiegów:	12
Maks. Powierzchnia grzewcza:	180 m <sup>2</sup>
Armatura:	Mosiądz Ms 58, niklowany
Rury:	Stal nierdzewna 1,4301
Wymiary:	225 x 305 x 85 mm
<b>Pompa Grundfos ALPHA 2L 15/60:</b>	
Moc pompy:	5-45 W
Max. wysokość podnoszenia:	6,0 m
Napięcie:	1 x 230 V
EEl	< 0,23
Klasa ochrony (IEC 34-5):	IP 42
Klasa energetyczna	A

<sup>1)</sup> Zakres nastawy temperatury zasilania jest chroniony przez blokady zabezpieczające i ograniczony do zakresu 20-50°C co uniemożliwia nastawienie zbyt wysokiej temperatury przez niepowołane osoby.

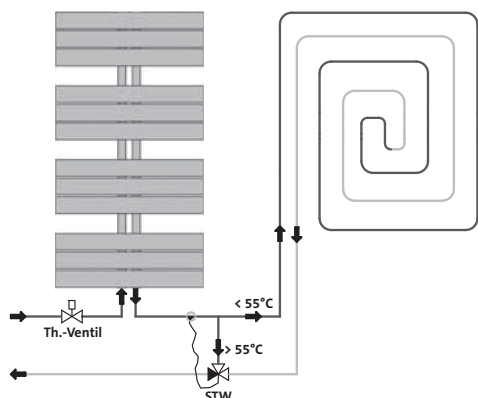
<sup>2)</sup> zależnie od systemowej temperatury, pojemności wodnej instalacji i strat ciśnienia



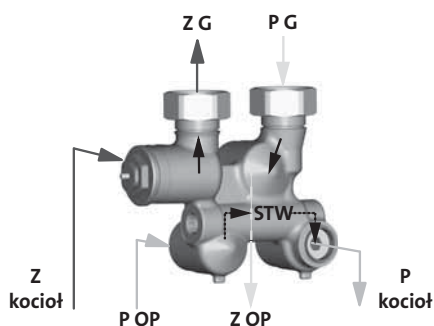
Rysunek 73  
Elementy zestawu

#### Elementy zestawu:

1. Zasilanie ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW)
2. Powrót ogrzewania płaszczyznowego (śrubunek 1" GW)
3. Zasilanie obiegu pierwotnego (1" GZ)
4. Powrót obiegu pierwotnego (1" GZ)
5. Pompa obiegowa UPS 15/60 albo Alpha 2L 15/60
6. Głowica termostatyczna z ograniczeniem
7. 3-drogowy zawór mieszający
8. Zawór zwrotny (ZZ)
9. Termometr mierzący temperaturę wody zasilającej
10. Wyłącznik bezpieczeństwa
11. Ekscentryczny-wkręcane gniazdo z tuleją zanurzeniową do czujnika temperatury zasilania
12. Zawór regulacyjny



**Rysunek 74**  
Schemat połączenia grzejników i ogrzewania podłogowego w jednej instalacji Szkie podłączenia z użyciem zestawu przyłączeniowego TempCo VT. Po lewej stronie - grzejnik, na którym bezpośrednio montuje się zestaw przyłączeniowy, po prawej - obieg ogrzewania podłogowego.



**Rysunek 75**  
Szkie podłączenia

#### • TempCo VT

Podczas planowania nowej łazienki lub gruntownego remontu starej, najważniejsze są oczekiwania związane z nowoczesnym i eleganckim wyglądem oraz komfortem, które możemy zrealizować dzięki najnowszym rozwiązaniom technicznym. Ładny i funkcjonalny grzejnik powinien szybko dostarczać ciepło oraz podgrzewać i suszyć ręczniki. Natomiast ogrzewanie podłogowe zapewni ciepło dla stóp, co ma korzystny wpływ na zdrowie i samopoczucie. Dzięki zastosowaniu zestawu przyłączeniowego TempCo VT można bez problemu podłączyć jedną pętlę ogrzewania podłogowego do istniejącej instalacji grzejnikowej. Bardzo prosta obsługa zestawu polega na tym, że nastawiona przez użytkownika na jednej głowicy temperatura jest realizowana dla obu systemów razem na jednym zaworze.

#### Funkcje

TempCo VT to zestaw zaworów, który został zaprojektowany do współpracy z instalacją stanowiącą połączenie dwóch systemów grzewczych: ogrzewania podłogowego i grzejników.

Zaletą, która różni go od zwykłych zaworów ograniczających temperaturę powrotu jest nowatorska konstrukcja. W rozwiązaniu Purmo ogrzewanie podłogowe jest połączone hydraulicznie szeregowo z grzejnikiem, co powoduje, że temperatura zasilania ogrzewania podłogowego jest obniżana przez grzejnik. Dzięki szeregowemu podłączeniu zestaw TempCo VT zapewnia proste zrównoważenie hydrauliczne. Zarówno podłogówkę jak i grzejnik reguluje się kręcąc jednym centralnym zaworem. Zintegrowane zabezpieczenie przed zbyt wysoką temperaturą, wyłącza automatycznie obieg ogrzewania podłogowego w razie przekroczenia temperatury  $55^{\circ}\text{C}$ , bez konieczności odcięcia grzejnika. Jest to możliwe dzięki specjalnemu obejściu w konstrukcji zaworu (tzw. bypass), co odróżnia TempCo VT od popularnych zaworów RTL.

#### Wykonanie

Zestaw zaworowy TempCo VT dostępny jest w dwóch wersjach wykonania estetycznej plastikowej pokrywy. Kolor biały RAL 9016 oraz chrom. Dzięki temu pasuje do każdego wystroju łazienki.



**Rysunek 76**  
Kos V



**Rysunek 77**  
Delta Twin M



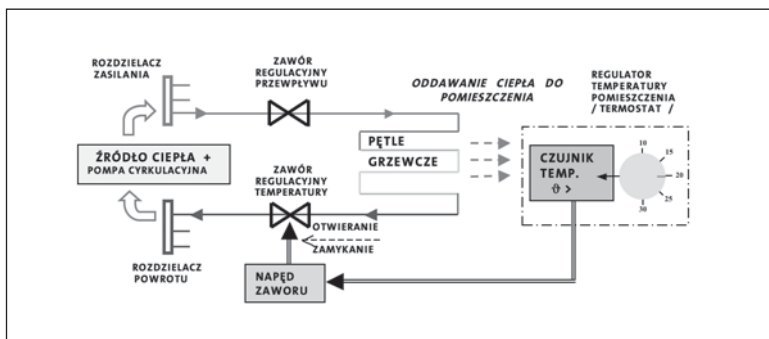
**Rysunek 78**  
Flores M



**Rysunek 79**  
Santorini M



### C. Zasada działania układu regulacji temperatury pomieszczenia



**Rysunek 80**  
Ogólna zasada działania układu regulacji temperatury w instalacji podłogowej C.O.

Pompa cyrkulacyjna przetłacza gorący czynnik grzewczy (wodę) ze źródła ciepła do pętli grzewczych w podłozie. Następuje oddawanie ciepła do pomieszczenia. Schłodzony czynnik poprzez zawór regulacyjny temperatury wraca do źródła. Wzrost temperatury powietrza w pomieszczeniu jest kontrolowany przez czujnik regulatora temperatury (sygnał jest wysyłany z czujnika raz na około 10 min.). Po przekroczeniu nastawionej wartości temperatury regulator zadziała, i za pośrednictwem napędu głowicy termostaticznej zawór zostanie zamknięty. Przepływ ciepła przez instalację podłogową zostaje zatrzymany.

Spowoduje to stopniowe obniżanie temperatury pomieszczenia. Ponownie zadziała regulator temperatury, powodując otwarcie zaworu regulacyjnego celem dogrzenia pomieszczenia. Cykliczne otwieranie i zamykanie zaworu regulacyjnego spowoduje, że temperatura pomieszczenia ustali się blisko wartości nastawionej na regulatorze.

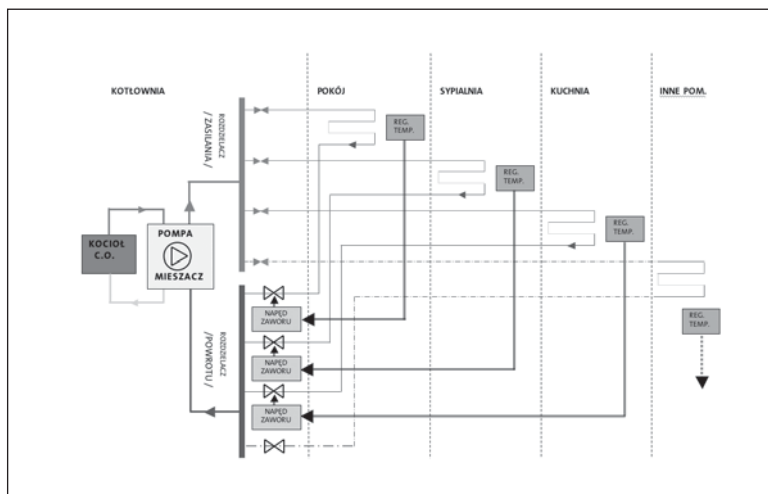
Oscylacja (histereza) wynosząca ok. 0,5 °C nie jest praktycznie wyczuwalna przez użytkowników.

Do regulacji temperatury w poszczególnych pomieszczeniach służą termostaty pokojowe współpracujące z głowicami termoelektrycznymi (siłownikami) zamontowanymi na rozdzielaczu. Czytelne podłączenie przewodów elektrycznych umożliwia listwa automatyki, którą umieszcza się w szafce nad rozdzielaczem.

Purmo oferuje pełny system regulacji temperatury w poszczególnych pomieszczeniach TempCO.



## D. Regulacja temperatury w kilku pomieszczeniach



Rysunek 81  
Uproszczony schemat układu instalacji podłogowej C.O. z regulacją temperatury



**Zobacz film**  
System sterowania TempCo

Niezależna regulacja temperatury w poszczególnych pomieszczeniach jest ważnym zagadnieniem. Przy zamkniętych drzwiach, w każdym pomieszczeniu temperatura powietrza może być inna wskutek działania dodatkowych źródeł ciepła np. słońca, większej ilości osób itd.

Uproszczony schemat układu instalacji podłogowej C.O. zainstalowanej w kilku pomieszczeniach przedstawiono na Rysunku 81:

- każde z pomieszczeń mieszkalnych posiada własną instalację grzewczą
- pomieszczenia wyposażone są w indywidualne regulatory temperatury (termostaty) sterujące otwieraniem i zamykaniem zaworów wg zasad opisanych w punkcie C. Obowiązuje zasada, że jeden regulator temperatury „kontroluje” tylko jedno pomieszczenie.
- źródłem ciepła jest kocioł centralnego ogrzewania, współpracujący z zespołem pompy cyrkulacyjnej i mieszacza
- pompa wymusza przepływ czynnika grzewczego przez wszystkie aktualnie otwarte zawory i instalacje podłogowe pomieszczeń
- gorący czynnik oddaje ciepło w pomieszczeniach, a po schłodzeniu wraca do kolektora powrotnego i dalej do zespołu mieszacza; w pomieszczeniach ustalą się temperatury zgodne z nastawami ich indywidualnych termostatów.

W praktyce instalacja ogrzewania podłogowego jest bardziej złożona. W zależności od wielkości powierzchni pomieszczeń wielkość pętli grzewczych byłaby znacznie różna - np. w małej sypialni i w dużym salonie. Zapotrzebowanie na energię cieplną jest w przybliżeniu proporcjonalne do powierzchni pomieszczeń. Należy zatem dążyć do uzyskania przybliżonej równowagi hydraulicznej regulowanej przez zawory regulacyjne przepływu umieszczone na kolektorze zasilania.

Wielkości te bezpośrednio zależą od oporów przepływu czynnika grzejącego, a więc od ilości oddawanego ciepła oraz długości pętli. Dlatego też w większych pomieszczeniach są instalowane dwie, trzy, lub więcej pętli

grzewczych o zbliżonej długości. Każda z nich posiada własny zawór termostatyczny przy kolektorze powrotu, a wszystkie zawory są sterowane jednocześnie przez jeden regulator temperatury z danego pomieszczenia.

Takie rozwiązanie zapewnia w miarę równomierny rozkład temperatur w całym pomieszczeniu - bez stref ciepłych i zimnych / niedogranych /. Również czasy nagrzewania pomieszczeń są wówczas podobne - niezależnie od ich przeznaczenia i powierzchni.

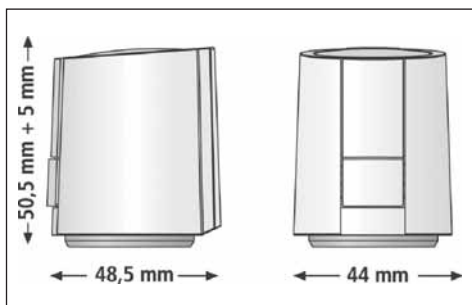
W rozwiązaniach praktycznych sterowanie temperaturą odbywa się na drodze elektrycznej. Dzięki temu nie ma problemów z odległościami pomiędzy termostatami w pomieszczeniach a zaworami regulacyjnymi umieszczanymi na kolektorze powrotu w przedpokoju lub w kotłowni /np. w piwnicy/. Obecnie stosowane regulatory temperatury są wykonane jako procesorowe układy elektroniczne, z wbudowanym lub zewnętrznym czujnikiem temperatury. Na zaworach regulacyjnych w miejscu pokrętki montuje się podobnie wyglądające „głowice termostatyczne”.

Głowice stanowią napęd zaworów - umożliwiają ich zdalne zamykanie i otwieranie. Są one sterowane napięciem sieci /230 lub 24V /, przetaczanym w regulatorze temperatury przez wyłącznik półprzewodnikowy (triak).

Gdy zaistnieje taki stan, że wszystkie zawory są jednocześnie zamknięte to działanie pompy cyrkulacyjnej jest zbyteczne. Pompa może wówczas zostać wyłączona (brak przepływu). Przyniesie to korzyść w postaci oszczędności poboru energii elektrycznej. Prawidłowo zaprojektowany system regulacji powinien zatem zawierać odpowiednie urządzenie / tzw. „Moduł Pompy ” / wyłączające pracę pompy w w/w przypadku.



Rysunek 82  
Głowica termoelektryczna (silownik)



Rysunek 83  
Wymiary głowicy termoelektrycznej

## E. Elementy automatyki

### • GŁOWICA TERMOELEKTRYCZNA (SIŁOWNIK)

#### Przeznaczenie

Głowica termoelektryczna jest napędem zamykającym i otwierającym zawory regulacyjne w instalacjach c.o. Jest montowana na zaworze bez użycia dodatkowych narzędzi.

#### Zasada działania

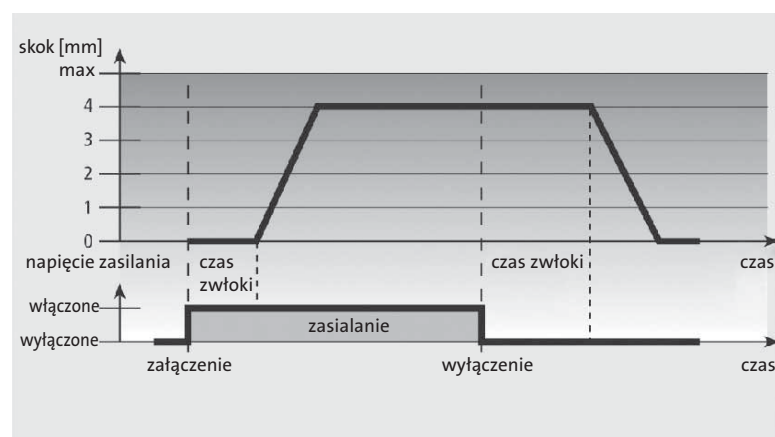
Po podłączeniu napięcia zasilającego 230V (lub 24 V) ciepło wydzielone na rezystorze powoduje zmianę kształtu wewnętrznej sprężyny wykonanej z bimetalu. Następuje zmiana położenia sworznia dociskającego grzybek zamykający przepływ czynnika grzewczego przez zawór.

Głowica pracuje w układzie bezprądowo zamkniętym tzn. przy braku zasilania zawory regulacyjne temperatury pozostają zamknięte.

Do jednego pomieszczenia może być przyporządkowany jeden lub kilka siłowników.

Tabela 12  
Dane techniczne

	230 V	24 V
Typ	NO bezprądowo zamknięta	
Napięcie zasilania	230 V AC; 50 Hz	24 V AC/DC; 50 Hz
Prąd maksymalny	550 mA przez max. 200 ms	300 mA przez max. 3 min.
Prąd pracy	8 mA	75 mA
Pobór mocy	1 W	
Czas otwierania/zamykania	Ok. 3 minuty	
Skok zaworu	4 mm	
Siła nacisku	100 N	
Temperatura medium	0 – 100 °C	
Temperatura otoczenia	0 – 60 °C	
Stopień ochrony	IP 54 /II	IP 54
Oznaczenie CE	EN 60730	
Waga	100 g	
Przewody	2 x 0,75 mm <sup>2</sup> , 1m	
Odporność na przepięcia zgodnie z EN 60730 - 1	min. 2,5 kV	



## • TERMOSTATY

W ramach systemu PURMO oferujemy następujące termostaty w wersji przewodowej lub bezprzewodowej:

- termostaty utrzymujące zadaną temperaturę w pomieszczeniu, z funkcją nocnego obniżenia temperatury (redukcja temperatury o 2K) z możliwością współpracy z zegarem sterującym
- termostaty z programatorem czasowym

## TERMOSTATY PRZEWODOWE-ANALOGOWE

### TempCo Basic

- Regulator elektroniczny
- Czujnik temperatury powietrza
- Grubość zaledwie 25 mm
- Mechaniczne ograniczenie temperatury min i max
- Dioda LED do sygnalizacji podłączenia
- Możliwość wprowadzenia korekty nastaw (kalibracji)

### TempCo Comfort

Funkcje jak Basic, lecz dodatkowo:

- Elektroniczny regulator PI (dwupunktowy lub PWM)
- 3 tryby pracy: anty-zamrożenie, redukcja, komfort
- Może pracować w trybie grzania i chłodzenia
- Dioda LED do sygnalizacji trybu pracy (kolor czerwony = grzanie; kolor niebieski = chłodzenie)
- Możliwość wprowadzenia korekty nastaw (kalibracji)



Rysunek 84  
TempCo Basic



Rysunek 85  
TempCo Comfort

Tabela 13  
Dane techniczne

	TempCo Basic	TempCo Comfort
Podłączenie	Termostat można połączyć z głowicą termostatyczną bezpośrednio lub za pośrednictwem listwy przyłączeniowej	
Montaż	w puszcze podtynkowej o średnicy 60mm	
Napięcie zasilania	230V; 50 Hz	230V lub 24V +/- 10% ; 50 Hz
Zakres regulacji temp.	+5... +30 °C	
Dokładność pomiaru temp.	0,1 °C	
Dokładność regulacji	0,5 K	
Czujniki temperatury	1 / wewnętrzny termistor NTC do regulacji temperatury pomieszczenia	
Wyjście	przełącznik półprzewodnikowy (triak)	
Obciążalność wyjścia	75W / 230 VAC = 0,32 A, max 10 siłowników 230 V	75W / 230 VAC = 0,32 A, max 10 siłowników 230 V, max 4 siłowniki 24 V
Przewody łączeniowe	3 x 0,75 - 1,5mm <sup>2</sup>	4 x 0,75 - 1,5 mm <sup>2</sup>
Zakres temperatury pracy	0... +50 °C	
Dopuszczalna wilgotność	max 95 %, bez kondensacji	
Ochrona	IP 30	

## TERMOSTATY PRZEWODOWE-CYFROWE



Rysunek 86  
TempCo Digital

### TempCo Digital

- Elektroniczny regulator PI (dwupunktowy lub PWM)
- Wyświetlacz LCD z podświetlanym na pomarańczowo tłem
- Może pracować w trybie grzania i chłodzenia
- Wyposażony w czujnik temperatury powietrza, opcjonalnie możliwość podłączenia czujnika temperatury podłogi
- 3 możliwości regulacji:
  - regulacja temperatury powietrza w pomieszczeniu,
  - regulacja temperatury powietrza w pomieszczeniu i ograniczenie temperatury podłogi (min/max)
  - regulacja temperatury podłogi

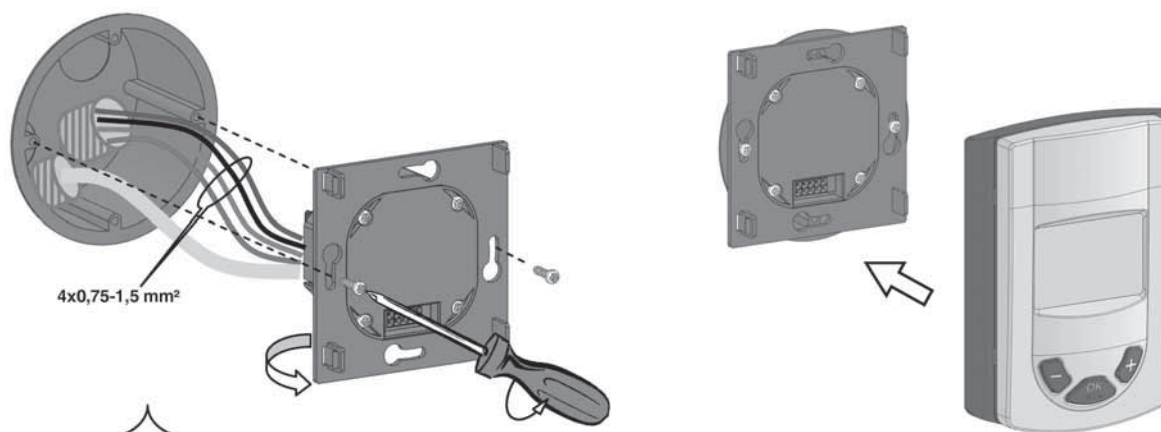


Tabela 14  
Dane techniczne

TempCo Digital	
Podłączenie	Termostat można połączyć z głowicą termostatyczną bezpośrednio lub za pośrednictwem listwy automatyki
Montaż	w puszcze podtynkowej o średnicy 60mm
Napięcie zasilania	230 V; 50 Hz
Zakres regulacji temp.	+5... +35 °C
Dokładność pomiaru temp.	0,1 °C
Dokładność regulacji	0,5 K
Czujniki temperatury	1 / wewnętrzny termistor NTC do regulacji temperatury pomieszczenia / zewnętrzny czujnik podłogowy termistor NTC (10kΩ przy 25 °C) dołączony do zacisków „sensor” umożliwia regulację temperatury podłogi
Wyjście	przełącznik półprzewodnikowy (triak)
Obciążalność wyjścia	75W / 230 VAC = 0,32 A, max 10 siłowników 230 V
Przewody łączeniowe	4 x 0,75 - 1,5 mm²
Zakres temperatury pracy	0... +50 °C
Dopuszczalna wilgotność	max 95 %, bez kondensacji
Ochrona	IP 30

## PROGRAMATORY PRZEWODOWE

### TempCo Central

Funkcje jak Digital, ale dodatkowo:

- Graficzny wyświetlacz LCD
- Automatyczne przestawianie z czasu letniego na zimowy
- Możliwość programowania w 3 różnych kanałach czasowych
- Funkcja samooptrymalizacji
- Program tygodniowy i urlopowy
- Zintegrowany hydrostat przy aktywnym trybie chłodzenia



Rysunek 87  
TempCo Central

### TempCo Touch przewodowy

Funkcje jak Central, ale dodatkowo:

- Kolorowy, dotykowy wyświetlacz TFT
- Graficzne, intuicyjne menu
- Komunikacja z maksymalnie 2 listwami automatyki i 12 termostatami (maksymalnie 6 termostatów na strefę A/B)
- Tymczasowe obejście programu (2h)
- Funkcja ITCS - uruchomi instalację z wyprzedzeniem, aby otrzymać wymaganą temperaturę o danej godzinie zgodnie z programem tygodniowym dla strefy.
- Wbudowana pamięć stała chroni przed utratą ustawień programów w sytuacji braku zasilania
- Edycja nazw stref i listew automatyki
- Program tygodniowy i urlopowy
- Możliwość podglądu statystyk pracy wszystkich stref
- Możliwość podłączenia czujnika zewnętrznego
- Możliwość podłączenia czujnika wilgotności (instalacje grzania/chłodzenia)



Rysunek 88  
TempCo Touch przewodowy

Tabela 15

Dane techniczne

	TempCo Touch	TempCo Central
Podłączenie	za pośrednictwem listwy automatyki	
Montaż	w puszcze podtynkowej o średnicy 60mm	
Napięcie zasilania	230V; 50 Hz	230V lub 24V +/- 10% ; 50 Hz
Zakres regulacji temp.	5... +37 °C	5... +35 °C
Dokładność pomiaru temp.	0,1 °C	
Dokładność regulacji	0,5 K	
Czujniki temperatury	1 / wewnętrzny termistor NTC do regulacji temperatury pomieszczenia / zewnętrzny czujnik podłogowy termistor NTC (10kΩ przy 25 °C) dołączony do zacisków „sensor” umożliwia regulację temperatury podłogi	
Wyjście	przełącznik półprzewodnikowy (triak)	
Obciążalność wyjścia głowice listwa automatyki	TRIAC 75W / 230 VAC = 0,32A 2 TRIAC 230 VAC, z maksymalnie 6 termostatami na strefę A/B	
Przewody łączeniowe	grzanie→5 x 0,75 - 1,5 mm <sup>2</sup> grzanie/chłodzenie→6 x 0,75 - 1,5 mm <sup>2</sup>	
Zakres temperatury pracy	0... +40 °C	0... +50 °C
Dopuszczalna wilgotność	max 95 %, bez kondensacji	
Ochrona	IP 30	

## TERMOSTATY BEZPRZEWODOWE



Rysunek 89  
TempCo Comfort RF

### TempCo Comfort RF

- Elektroniczny regulator PI (dwupunktowy lub PWM)
- 3 tryby pracy: anty-zamrożenie, redukcja, komfort
- Może pracować w trybie grzania i chłodzenia
- Dioda LED do sygnalizacji trybu pracy (kolor czerwony = grzanie; kolor niebieski = chłodzenie)



Rysunek 90  
TempCo Digital RF

### TempCo Digital RF

- Elektroniczny regulator PI (dwupunktowy lub PWM)
- Wyświetlacz LCD z podświetlanym na pomarańczowo tłem
- Może pracować w trybie grzania i chłodzenia
- Wyposażony w czujnik temperatury powietrza, opcjonalnie możliwość podłączenia czujnika temperatury podłogi
- 3 możliwości regulacji:
  - regulacja temperatury powietrza w pomieszczeniu,
  - regulacja temperatury powietrza w pomieszczeniu i ograniczenie temperatury podłogi (min/max)
  - regulacja temperatury podłogi

Tabela 16  
Dane techniczne

	TempCo Comfort RF	TempCo Digital RF
Rodzaj	analogowy	cyfrowy
Montaż	Na ścianie lub do postawienia na stole	
Napięcie zasilania	2 x 1,5 V	
Źródło zasilania	2 x baterie AAA	
Częstotliwość	868 MHz	
Zakres regulacji temp.	+5... +30 °C	+5... +35 °C
Dokładność pomiaru temp.	0,1 °C	
Dokładność regulacji	0,5 K	
Zakres temp. pracy	0... +50 °C	
Dopuszczalna wilgotność	max 95 %, bez kondensacji	
Ochrona	IP 30	



## PROGRAMATORY BEZPRZEWODOWE

### TempCo Central RF

Funkcje jak Digital, ale dodatkowo:

- Graficzny wyświetlacz LCD
- Automatyczne przestawianie z czasu letniego na zimowy
- Możliwość programowania w 24 różnych kanałach czasowych
- Funkcja samoopimalizacji
- Program tygodniowy i urlopowy
- Zintegrowany hydrostat przy aktywnym trybie chłodzenia



Rysunek 91  
TempCo Central RF

### TempCo Touch RF

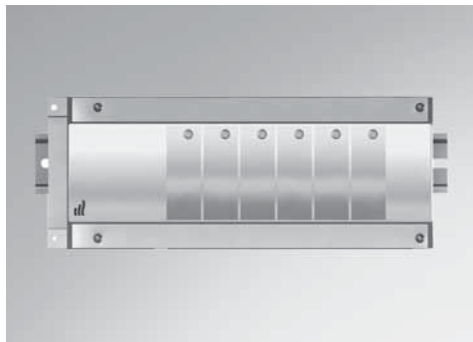
- Kolorowy, dotykowy wyświetlacz TFT
- Automatyczne przestawianie z czasu letniego na zimowy
- Komunikacja z maksymalnie 3 listwami automatyki
- Zarządzanie 36 strefami czasowymi (maksymalnie 12 stref na 1 listwę)
- 3 możliwości regulacji temperatury względem pomiaru:
  - temperatury powietrza w pomieszczeniu,
  - temperatury powietrza w pomieszczeniu i temperatury podłogi (min/max)
  - temperatury podłogi
- Praca w trybie grzania i chłodzenia
- Możliwość zarządzania pracą innych urządzeń grzewczych, elektrycznych oraz chłodzących przy zastosowaniu TempCo Flush, TempCo Plug lub TempCo One.
- Tymczasowe obejście programu (2h)
- Funkcja ITCS - uruchomi instalację z wyprzedzeniem, aby otrzymać wymaganą temperaturę o danej godzinie zgodnie z programem tygodniowym dla strefy.
- Wbudowana pamięć stała chroni przed utratą ustawień programów w sytuacji braku zasilania
- Edycja nazw stref i listew automatyki
- Program tygodniowy i urlopowy
- Możliwość podglądu statystyk pracy wszystkich stref
- Możliwość podłączenia czujnika zewnętrznego
- Możliwość podłączenia czujnika wilgotności (instalacje grzania/chłodzenia)



Rysunek 92  
TempCo Touch RF

Tabela 17  
Dane techniczne

	TempCo Touch RF	TempCo Central RF
Rodzaj	Dotykowy TFT	CYFROWY
Montaż	W puszcze podtynkowej o średnicy 60 mm	
Napięcie zasilania	230V +/- 10% 50Hz	
Pobór mocy w czasie czuwania	< 0,5W	
Źródło zasilania	Przewód 2 żyłowy 2 x 0,75 - 1,5 mm <sup>2</sup>	
Częstotliwość	868 MHz	
Zakres regulacji temp.	0... +40 °C	+5... +35 °C
Dokładność pomiaru temp.	0,1 °C	
Dokładność regulacji	0,5 K	
Zakres temp. pracy	-10... +50 °C	0... +50 °C
Wersja oprogramowania	Pokazane przy uruchomieniu <b>V x.xx</b>	
Ochrona	IP 30	



Rysunek 93  
Listwa automatyki

## • LISTWA PRZYŁĄCZENIOWA AUTOMATYKI Z MODUŁEM WYŁĄCZAJĄCYM POMPE

### Przeznaczenie

Listwa przyłączeniowa jest elementem pomocniczym układu regulacji, opracowanym w celu ułatwienia wykonania połączeń różnych elementów regulacyjnych, sterujących, napędowych itd. oraz podłączenia zasilania sieci 230V/ 50Hz, lub zasilania napięciem bezpiecznym z oddzielnego transformatora bezpieczeństwa 230 / 24 V; 50 Hz.

Listwa przyłączeniowa posiada moduł wyłączający pompę cyrkulacyjną przy zamknięciu wszystkich zaworów termostatycznych na rozdzielaczu tj. w przypadku, gdy temperatura we wszystkich pomieszczeniach przekracza poziom nastawiony na termostatach. Poprawia to sprawność systemu (oszczędność energii elektrycznej), jak również wydłuża efektywny czas eksploatacji pompy.

### Podłączenie

Podłączenie pompy cyrkulacyjnej za pośrednictwem listwy automatyki z modułem wyłączającym pompę jest najczęściej stosowane przy układach mieszających montowanych na rozdzielaczu w szafce. Istnieje opcja podłączenia kilku listw automatyki do jednej głównej pompy obiegowej. Wymaga ona jednak zastosowania bezpotencjałowego przekaźnika napięcia (poza ofertą Purmo) oraz zasilania wszystkich listw automatyki z jednej fazy.

Podłączanie jest bardzo proste i jasne, gdyż każde z urządzeń (regulatory, głowice) posiadają odpowiednio wyznaczone i oznakowane miejsca podłączenia (zaciski).

Listwa przyłączeniowa jest wykonana na bazie płytki drukowanej z odpowiednim układem ścieżek oraz wlutowanymi zaciskami przystosowanymi do podłączania przewodów. Układ połączeń wewnętrznych (ścieżek) zapewnia doprowadzenie zasilania do właściwych zacisków oraz przesłania napięć sterujących pomiędzy współpracującymi obwodami.

Na listwie znajdują się zaciski do podłączenia 6-ciu niezależnych obwodów regulacyjnych ogrzewanych pomieszczeń. Listwa automatyki posiada możliwość podłączenia maksymalnie 24 głowic w wersji 230 V oraz 18 głowic w wersji 24V. Aby zabezpieczyć instalację elektryczną przed przesileniem zaleca się zastosowanie maksymalnie 4 siłowników na jedną strefę. W razie potrzeby, w przypadku większej ilości obiegów można zwiększyć ilość głowic sterowanych z jednego regulatora do maksymalnie 10 sztuk w wersji 230V oraz do 4 sztuk w wersji 24 V, poprzez połączenie równoległe zacisków nr 1.

Przewodowa listwa przyłączeniowa posiada również dwa obwody (kanały A i B) umożliwiające niezależnie sterowanie „obniżeniem temperatury” w dwóch strefach, dla pomieszczeń kontrolowanych poprzez regulatory podłączone do obwodów A lub B. Nastawy czasów w strefach A i B są niezależne - wynikają wyłącznie z zaprogramowania w termostacie sterującym pracą termostatów podrzędnych.

W przypadku sterowania bezprzewodowego istnieje możliwość wydzielenia oddzielnej strefy czasowej dla każdego termostatu.

### Dodatkowa listwa automatyki TempCo Connect 6S

Dodatkowa listwa automatyki SLAVE dla 6 stref pozwala na podłączenie większej liczby termostatów i siłowników. Podłączana i zasilana za pośrednictwem głównej listwy automatyki.

Układ listwa podstawowa z rozszerzeniem pozwala na podłączenie maksymalnie 24 głowic w wersji 230 V lub maksymalnie 18 głowic w wersji 24 V, gdyż dodatkowa listwa rozszerzająca nie posiada własnego zabezpieczenia przed przeciążeniem.

### Dodatkowy moduł TempCo Cool 230V

Moduł TempCo Cool 230V w połączeniu z termostatem nadrzędnym jest dodatkowym modułem, który pracuje z główną listwą automatyki.

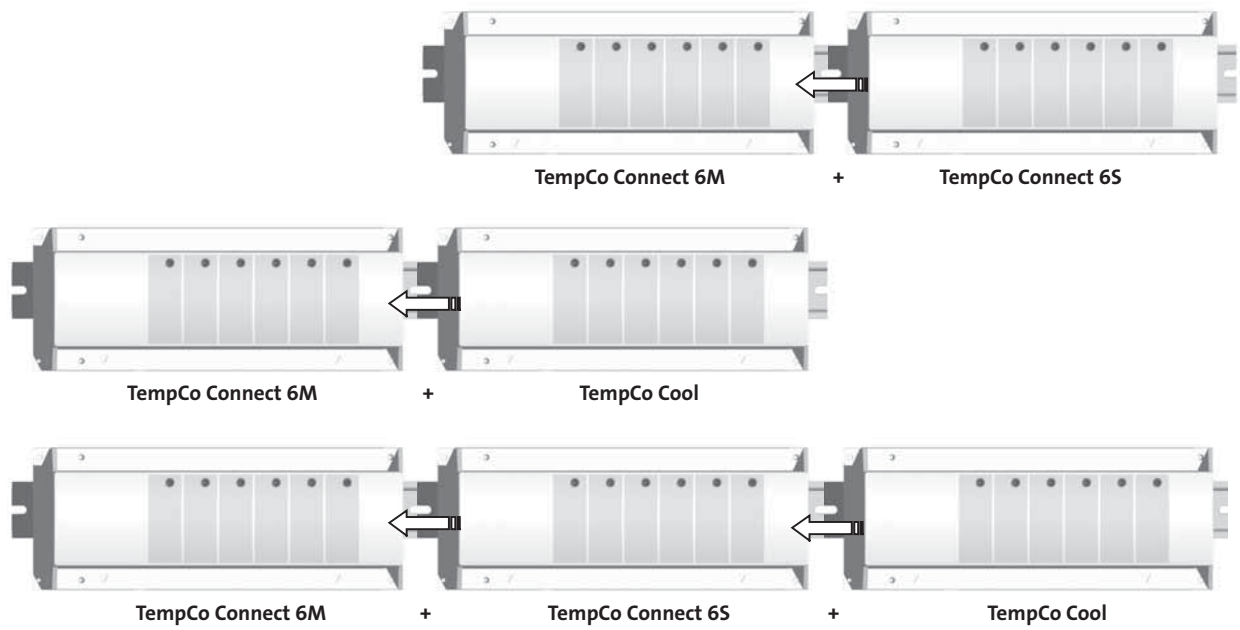
Moduł ten pozwala połączyć i kontrolować wszystkie urządzenia grzewczo-chłodnicze w domu (pompa ciepła lub system z kotłem i oddzielnym źródłem chłodu). Jest także wyposażony w dodatkową strefę do podłączenia termostatu nadrzędnego.

Przeznaczony jest do 3 typów instalacji ogrzewania i chłodzenia:

- Oddzielne systemy ogrzewania i chłodzenia lub pompa ciepła
- Pompa ciepła z funkcją chłodzenia (z możliwością sterowania pompą poprzez Moduł TempCo Cool)
- Pompa ciepła z funkcją chłodzenia (bez możliwości sterowania pompą poprzez Moduł TempCo Cool)

**Tabela 18**  
Dane techniczne

<b>Napięcie zasilania</b>	230V lub 24V +/- 10%; 50 Hz
<b>Zabezpieczenia</b>	przeciwzwarceniowe topikowe 2,5A/250V
<b>Wejścia</b>	- zasilanie 230V - 6 obwodów termostatów
<b>Wyjścia</b>	- 12 obwodów do głowic termostatycznych (max 2,5 A dla wszystkich obciążeń) - 2 obwody do wyłączenia pompy i innych urządzeń wyjścia przekaźnikowe, 2 styki NO, 8A/ 250V
<b>Zakres temp. pracy</b>	0 - 50°C
<b>Dopuszczalna wilgotność</b>	max 95 %, bez kondensacji
<b>Szczelność obudowy</b>	IP 20
<b>Wymiary</b>	225 x 88 x 31 mm



Rysunek 94  
Możliwe kombinacje podłączenia

## F. Instalacja elektryczna

Doprowadzenia przewodów elektrycznych do termostatów pokojowych powinny być ułożone pod tynkiem w rurkach ochronnych lub bezpośrednio w tynku. Na etapie stanu surowego należy ułożyć jedynie przewody od termostatów do podłogi i przykryć je tynkiem.

W podłodze rury ochronne kabli przymocowuje się do izolacji cieplnej, tak samo, jak rury grzejne ogrzewania podłogowego. Następnie prowadzi się je do listwy automatyki znajdującej się w szafce rozdzielaczy.

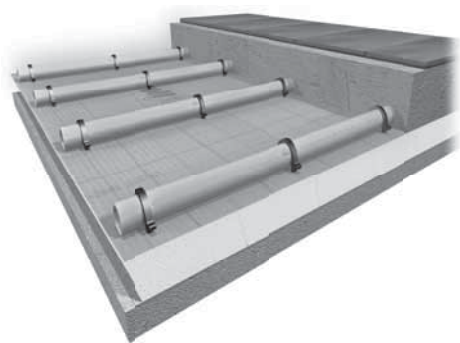
Instalację należy wykonać z kabli YDY lub YKY klasy do 750 V o przekroju żył 0,75-1,5 mm<sup>2</sup>. Wszystkie termostaty w ofercie Purmo są elektroniczne i posiadają przełączniki TRIAC. Przewody zasilające termostaty muszą mieć minimum 3 żyły, aby termostat miał zasilanie (L i N) oraz przekazywał fazę z przełącznika na siłownik. Termostaty Comfort oraz Digital wymagają doprowadzenia przewodów 4 żyłowych, gdzie czwarta żyła odpowiada za komunikację z TempCo Central poprzez styki A/B. Termostat TempCo Central wymaga doprowadzenia przewodu 5 żyłowego lub 6 żyłowego w przypadku spięcia z modułem chłodzenia TempCo Cool. Żyły 4 i 5 odpowiadają za komunikację osobno na stykach A i B, natomiast żyła 6 za komunikację z modułem TempCo Cool przez styk H/C (heating&cooling).

## G. Zasilanie termostatów

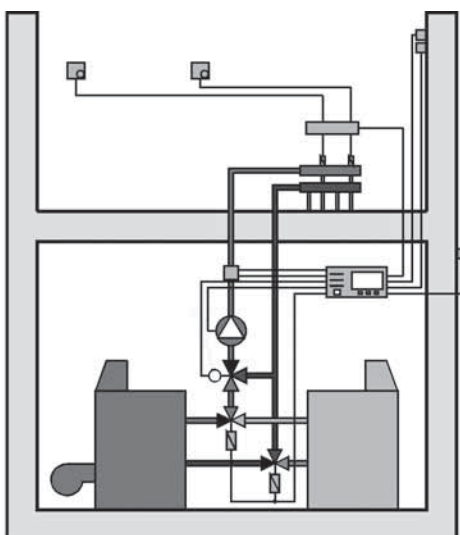
Do pracy termostatów potrzebne jest zasilanie prądem o napięciu 230 VAC. W szafce rozdzielacza obiegów grzewczych należy więc zainstalować gniazdo elektryczne, do którego będzie podłączona wtyczka listwy automatyki lub doprowadzić przewód, który zasili listwę bezpośrednio.

Purmo posiada w ofercie gamę termostatów i siłowników zasilanych napięciem bezpiecznym 24 VDC. Znajdują one zastosowanie w starych budynkach, które nie posiadają osobnego przewodu ochronnego oraz wyłącznika różnicowo prądowego w celu ochrony przed porażeniem.

Listwa automatyki TempCo Connect 6M 24 VDC jest dostarczana w komplecie z transformatorem.



Rysunek 95  
Chłodzenie płaszczyznowe



Rysunek 96  
System chłodzenia płaszczyznowego

#### Zalety systemu

- Ogrzewanie zimą - chłodzenie latem
- Zastosowanie znanych i wielokrotnie wypróbowanych elementów systemowych PURMO
- Podniesienie komfortu
- Optymalne dopasowanie mocy poprzez regulację punktu rosy

## III. Specjalne zastosowania systemów płaszczyznowych

### 1. Chłodzenie płaszczyznowe

Przy współpracy systemu podłogowego z pompą ciepła z funkcją chłodzenia lub wytwornicą wody lodowej, latem możemy obniżyć temperaturę w pomieszczeniach. System ogrzewania podłogowego PURMO jest w stanie, w zależności od temperatury powietrza w pomieszczeniu, konstrukcji podłogi, warstwy wykończeniowej i temperatury wody lodowej osiągnąć moc chłodniczą do 50 W/m<sup>2</sup>.

#### • Budowa

Do montażu kombinowanej instalacji ogrzewania i chłodzenia podłogowego PURMO używa się systemowej rury PexPenta 16x2mm 17x2mm 20x2mm lub rury wielowarstwowej PE-X/Al/PE lub PE-RT/Al/PE-RT 16x2mm 20x2mm i systemowej izolacji RollJet/FaltJet. Całość przykrywa się standardowej grubości wylewką jastrychową ok. 65 mm.

#### • Woda lodowa

Woda lodowa wytwarzana jest z reguły poprzez wytwornicę wody lodowej. Z zaizolowanego zasobnika rozprowadzana jest przez rury ogrzewania podłogowego. Wodę doprowadzaną do obiegów można również schłodzić poprzez wymiennik gruntowy.

Chłodzenie wymaga przełączenia na zasobnik zimnej wody, na pompę ciepła albo na wymiennik ciepła, poprzez który płynie woda lodowa z innych źródeł. Przy pompach rewersyjnych (tzn. takich, które mogą zarówno grzać jak i chłodzić) nie są wymagane zawory przełączeniowe.

#### • Parametry pracy

Najbardziej niekorzystne obciążenie termiczne instalacji występuje podczas chłodzenia, ponieważ temperatura zasilania musi być ustalona i nie powodować kondensacji.

Temperatura wody lodowej jest zależna od wilgotności względnej pomieszczenia. Na rozdzielaczu instaluje się dodatkowy czujnik, który decyduje, kiedy występuje kondensacja pary wodnej na powierzchni rozdzielacza. Wtedy temperatura zasilania musi zostać podniesiona przez urządzenie regulacyjne. Zazwyczaj temperatura zasilania wynosi około 15°C, a różnica temperatury zasilania i powrotu nie może przekraczać 2-3 K. Dla takich warunków wykonuje się obliczenia rozstawu rur - najczęściej przyjmuje się maksymalny rozstaw 100-150 mm.

Nie projektuje się chłodzenia w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności np. prysznic, łazienki.

#### • Regulacja

Regulacja temperatury w pomieszczeniach jest realizowana poprzez termostaty pokojowe i głowice termoelektryczne, które regulują przepływ w obiegach.

Używa się termostatów, które można przełączać z pozycji „ogrzewanie” na pozycję „chłodzenie”. Wtedy przy pozycji „chłodzenie” otwierają się obiegi, gdy temperatura w pomieszczeniu jest za wysoka. Można to również osiągnąć poprzez zamontowanie małego przełącznika, który odwraca sygnały w przypadku chłodzenia.

łazienki i pomieszczenia o wysokiej wilgotności nie mogą być chłodzone poprzez podłogę.

## 2. Podłoga sportowa (system suchy)

Swoboda w urządzeniu wnętrza to w przypadku hal sportowych sprawa pierwszoplanowa. Ponieważ wszystkie elementy instalacji ogrzewania podłogowego ukryte są pod podłogą, można dowolnie ustawiać przyrządy sportowe i konstrukcje pomocnicze.

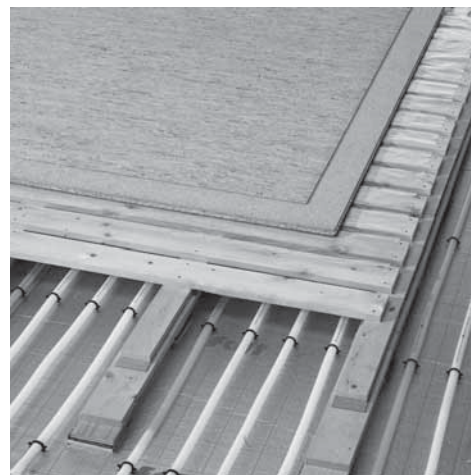
### • Budowa

W przypadku podłóg elastycznych, opartych na legarach drewnianych, do wykonania instalacji stosuje się izolację rolljet lub faltjet i rury Purmo. System pozwala na swobodne kształtowanie pętli grzewczych pomiędzy punktami podparcia legarów podłogi elastycznej. Klipsy Purmo i siatka kotwiąca systemowej izolacji zapewniają rurom grzejnym pewne zamocowanie i właściwą pracę w przestrzeni drewnianej konstrukcji.

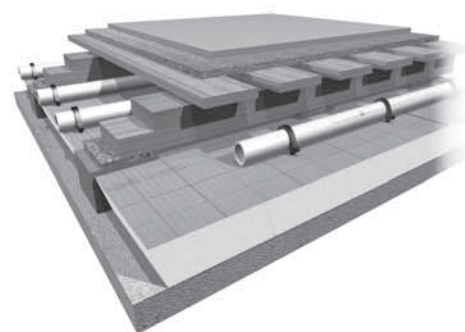
### • Moc cieplna

Zapotrzebowanie na ciepło dla hal sportowych określa się inaczej niż dla budynków mieszkalnych. Najważniejsze jest przyjazne ciepło w strefie przebywania ludzi. Nieistotna jest natomiast temperatura powietrza w wyższych partiach pomieszczenia – pod sufitem hali.

Rzeczywiste zapotrzebowanie na ciepło jest więc dużo mniejsze od wartości obliczonej na podstawie kubatury i z reguły za wystarczającą uważa się moc 40-60W/m<sup>2</sup>. Dla podłogi elastycznej opartej na legarach (inaczej niż w przypadku podłogi na jastrychu grzejnym), ciepło z rur grzejnych przekazywane jest poprzez podgrzane powietrze. Ponieważ powietrze nie jest dobrym przewodnikiem ciepła, trzeba stosować wyższe temperatury instalacji niż dla systemów jastrychowych. Maksymalna temperatura zasilania nie jest ograniczona do 55°C. W zależności od wymagań może ona wynosić 55-65°C. Rury najczęściej układa się w odstępach 150-250 mm.



Rysunek 97  
Podłoga sportowa



Rysunek 98  
Przekrój podłogi sportowej

## 3. Ogrzewanie podłogowe w obiektach przemysłowych

Cechą ogrzewania podłogowego jest łatwość oddawania ciepła w strefie posadzki i efektywne dostarczanie go do miejsc przebywania ludzi czyli tylko do dolnej strefy wysokich wewnątrz budynków przemysłowych.

### • Budowa

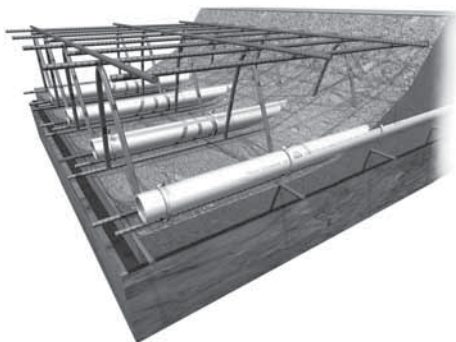
Rura Purmo o średnicy 20x2 lub 25x2,3mm przywiązana jest plastikowymi zaciskami do dolnego zbrojenia żelbetowej płyty posadzki. Rodzaj zbrojenia, izolacji jak również grubość płyty muszą zostać zaprojektowane przez konstruktora ze względu na duże obciążenia dynamiczne.

Izolację układa się zazwyczaj jako izolację obwodową pod płytą posadzki - nadzór budowlany może jednak na wniosek inwestora zwolnić go z tego obowiązku.

Stosuje się rozdzielacze przemysłowe wielosekcyjne 5/4" z zaworami do nastaw wstępnych.

W zwykłym ogrzewaniu podłogowym w obrębie szczelin dylatacyjnych na rury grzejne należy nakładać rurki ochronne, żeby zabezpieczyć je przed na-

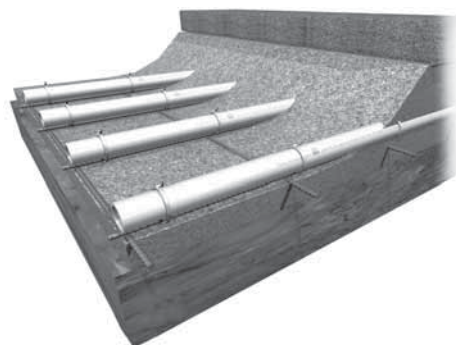




Rysunek 99  
Podłoga grzejna w obiektach przemysłowych



Rysunek 100  
Ogrzewanie podłogowe na otwartych przestrzeniach



prężeniami ścinającymi powstającymi wskutek wzajemnych przemieszczeń płyt grzewczych. Podczas planowania obiegów grzewczych trzeba uwzględnić projekt dylatacji, który musi zostać przedstawiony wcześniej wykonawcy. Przez dylatacje mogą przechodzić tylko rury doprowadzające.

W odróżnieniu od konwencjonalnego ogrzewania podłogowego, szczeliny dylatacyjne w ogrzewaniu przemysłowym wykonuje się dopiero dwa dni po wylaniu płyty. Tarczą diamentową nacina się płytę żelbetową od góry do jednej trzeciej jej grubości. Zabezpiecza to płytę przed powstaniem niekontrolowanych rys, a skurcz betonu powoduje powstanie szczeliny na całej grubości płyty posadzki dokładnie w miejscu nacięć. Szczeliny te zanikają po zakończeniu procesu wiązania cementu, a siły tarcia nie pozwalają na wzajemne ruchy pól grzewczych, co zapewnia ponowne trwałe ich połączenie. Niepotrzebne są więc rurki ochronne na rurach grzewczych, konieczne w przypadku zwykłych dylatacji stosowanych w pomieszczeniach mieszkalnych czy biurowych.

Wykończeniem podłogi hali jest zazwyczaj warstwa specjalnego jastrychu lub tworzywa sztucznego, która stanowi ochronę płyty żelbetowej. W przypadku wykończenia przepuszczającego wilgoć pierwsze wygrzewanie może mieć miejsce po nałożeniu warstwy wykończeniowej. Jeżeli jednak wykończenie nie przepuszcza wilgoci wygrzewanie płyty żelbetowej trzeba przeprowadzić przed nałożeniem warstwy posadzki. W przeciwieństwie do wygrzewania względnie funkcjonowania normalnych jastrychowych płyt grzewczych w przypadku ogrzewania przemysłowego, ze względu na dużą masę, żelbetowa płyta grzejna musi być obliczana z uwzględnieniem dłuższego czasu nagrzewania się. Wstępne wygrzewanie przeprowadza się z dwóch powodów: po pierwsze służy ono sprawdzeniu prawidłowego działania ogrzewania, a po drugie przyspiesza schnięcie betonu. Moment rozpoczęcia wygrzewania, czas trwania oraz temperaturę zasilania i powrotu w instalacji ustalają każdorazowo projektant budynku i inżynier konstruktor.

## 4. Ogrzewanie podłogowe na otwartych przestrzeniach

### • Budowa

Rury grzejne układa się z reguły bezpośrednio w betonie ewentualnie w warstwie podsypki piaskowej. Warstwa betonu i kostki brukowej nad rurkami powinna wynosić 15-20 cm w zależności od przewidywanych obciążeń.

Ponieważ ziemia często nie zamarza głębiej niż 80 cm pod powierzchnią terenu, można zrezygnować z izolacji, żeby wykorzystać ciepło gruntu.

Ze względu na równomierność temperatury powierzchni rozstaw rur grzewczych nie powinien przekraczać 20 cm. Rury grzejne PexPenta 20x2mm, lub 25x2,3mm.

Stosuje się rozdzielacze przemysłowe wielosekcyjne 5/4" z zaworami do nastaw wstępnych. Rozpatrując opory przepływu trzeba uwzględnić fakt, że dodanie środka przeciwko zamarzaniu może podwoić opory przepływu.

### • Moc grzewcza

Dla ogrzewania podłogowego na zewnątrz obowiązują inne normy niż dla ogrzewania pomieszczeń. Przy obliczaniu mocy trzeba uwzględnić: sposób



pracy (ciągły lub z przerwami), temperaturę powietrza zewnętrznego, wiatry. Ponieważ dokładne określenie zapotrzebowania na ciepło przy tak wielu parametrach i różnych warunkach klimatycznych byłoby możliwe tylko przy użyciu bardzo skomplikowanych metod matematycznych, w praktyce podaje się je w przybliżeniu z zapasem bezpieczeństwa.

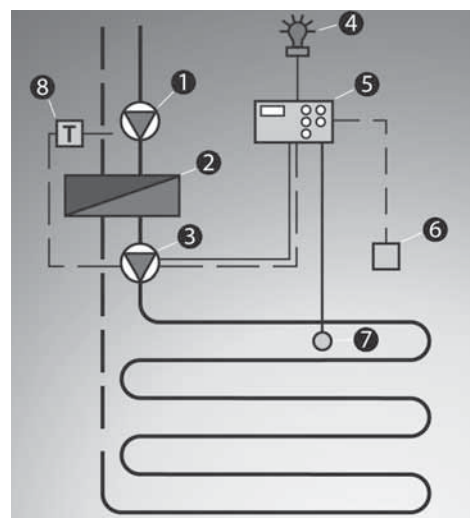
W ten sposób przy ciągłej pracy począwszy od temperatury zewnętrznej  $+5^{\circ}\text{C}$  otrzymuje się około  $150\text{-}250\text{ W/m}^2$  dla utrzymania powierzchni bez lodu i śniegu i do  $600\text{ W/m}^2$ , gdy trzeba usunąć zalegający śnieg po intensywnych opadach. W projektowaniu można założyć wielkość opadów około  $1\text{ cm/m}^2\text{h}$  przy minimalnej temperaturze zewnętrznej  $-5^{\circ}\text{C}$ . Oblodzenie tworzy się przy temperaturze powietrza i podłoża między  $0$  i  $-6^{\circ}\text{C}$ . Nie potrzeba więc uwzględniać niższych temperatur dopóki jak np. w miejscach do mycia samochodów, nie występują dodatkowe źródła wilgoci.

## • Regulacja

Przy ogrzewaniu wolnych przestrzeni, wyróżnia się dwa rodzaje regulacji.

- W pierwszym działa regulacja ciągła, która jest uruchamiana od określonej temperatury powietrza zewnętrznego i następnie działa w sposób ciągły
- W drugim sposobie regulacja okresowa uruchamia się dopiero wtedy, gdy wystąpią opady lub oblodzenie

Druga opcja ma tę zaletę, że ciepło musi być do dyspozycji dopiero wtedy, gdy istnieje niebezpieczeństwo oblodzenia, ale również wadę, polegającą na tym, że wymaga od systemu dużo większej mocy cieplnej. Idealna jest kombinacja obu systemów. Wskaźnik zaśnieżenia i oblodzenia PURMO daje taką możliwość, że system jest włączany od pewnej ustalonej temperatury powietrza zewnętrznego. Dopiero przy wystąpieniu lodu lub śniegu, uruchamiana jest dodatkowa moc.



Rysunek 101  
Schemat systemu

### Opis schematu

1. Pompa obiegowa pierwsza
2. Wymiennik ciepła
3. Pompa obiegowa druga
4. Alarm
5. Regulator
6. Czujnik temperatury powietrza zewnętrznego (opcja)
7. Czujnik temperatury podłoża i wilgoci
8. Termostat chroniący przed zamarzaniem czynnika

Tabela 19

Emisja ciepła dla rur PURMO PE-X 25x2,3 mm w płycie betonowej, gdzie grubość warstwy betonu ponad rurą wynosi 15 cm.

Temperatura powietrza zewnętrznego ( $^{\circ}\text{C}$ )	Średnia temperatura czynnika grzewczego ( $^{\circ}\text{C}$ )	Ilość ciepła $q$ [ $\text{W/m}^2$ ] przy różnych rozstawach rur w mm		
		100	150	200
-5	10	127	118	112
	20	172	163	154
	30	212	202	172
	40	249	236	227
-10	10	162	148	138
	20	206	192	179
	30	245	230	217
	40	282	263	251
-15	10	197	178	164
	20	240	221	204
	30	278	258	242
	40	314	290	275

## IV. Projektowanie

### 1. Grubości poszczególnych warstw podłogi grzejnej

Wysokość podłogi z ogrzewaniem podłogowym zależy od grubości następujących warstw:

- izolacja termiczna
- jastrych
- wykończenie podłogi

Ogrzewanie podłogowe warto zaplanować już na etapie projektowania budynku. Wtedy wszystkie warstwy można dowolnie dobrać.

O wiele trudniejsze jest właściwe dobranie warstw podłogi grzejnej w budynku, który jest w stanie surowym, kiedy do dyspozycji pozostaje tylko ograniczona rezerwa wysokości. W takich przypadkach zawsze najpierw należy ustalić grubość warstwy wykończeniowej podłogi, później od całkowitej rezerwy wysokości odjąć grubość warstwy zaprawy/kleju pod płytki oraz grubość jastrychu. W ten sposób określa się wysokość pozostałą na izolację.

Różne możliwości doboru izolacji pokazuje nam tabela 22.

#### • Grubość jastrychu

Każda zmiana grubości płyty jastrychu wiąże się ze zmianą bezwładności cieplnej. Dlatego przy nadmiarze wysokości lepiej jest zwiększyć grubość izolacji ponad obowiązujące przepisy, niż zdecydować się na grubszą warstwę jastrychu.

Jeżeli rezerwa wysokości, którą dysponujemy nie wystarcza, decyzję o warunkach ewentualnego zmniejszenia grubości jastrychu musi podjąć konstruktor.

Więcej o grubości jastrychu na str. 26

#### • Grubość izolacji

Izolacja termiczna to warstwa na którą mamy największy wpływ przy doborze. Jej grubość zależy od współczynnika przewodzenia ciepła (niezbędne jest uzyskanie odpowiedniego oporu przewodności cieplnej określonej przez normy - patrz str. 68). Wysokiej jakości izolacje termiczne i akustyczne (o małym współczynniku przewodzenia  $\lambda$ ) spełniają kryteria narzucane przez normy już przy niewielkich grubościach. Z drugiej strony są odpowiednio droższe od tradycyjnych.

### 2. Dobór warstw izolacji termicznej

Norma PN-EN 1264 określa minimalne wartości oporu izolacji termicznej w przegrodach z zainstalowanym ogrzewaniem podłogowym. W zestawieniu uwzględniono również wartości oporu na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 2002r. [1] oraz wartości zalecane przez Purmo. (Tabela 20).

W przypadku stropów międzypiętrowych w budynkach mieszkalnych stwierdzono, że straty ciepła przekazywane przez stropy ku dołowi, to nie więcej niż 10% ciepła oddawanego ku górze. Taki stan osiąga się dzięki odpowiedniej izolacji. Ponadto strumień ciepła przekazywany do pomieszczeń znajdujących się poniżej, jest tam wykorzystywany, zatem nie jest traktowany jako strata ciepła.

Tabela 20  
Wymagania doboru warstw izolacji wg PN-EN 1264

Nr	Opis	Rλ, min [m²K/W]		
		PN-EN 1264	Rozporządzenie [1]	Zalecenia PURMO
A	Opór izolacji nad pomieszczeniami ogrzewanymi	0,75	-	0,75
B	Opór izolacji nad pomieszczeniami ogrzewanymi do niższej temperatury	1,25	-	1,25
C	Opór izolacji nad pomieszczeniami nieogrzewanymi	1,25	1,67	2,62
D	Opór izolacji na gruncie	1,25	-	2,86
E	Opór izolacji nad pomieszczeniami stykającymi się od spodu z powietrzem zewnętrznym	2,00 (przy $-15^{\circ}\text{C} \leq T_d < -5^{\circ}\text{C}$ ) (*)	3,33 (przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$ ) 2,0 (przy $8^{\circ}\text{C} < t_i < 16^{\circ}\text{C}$ )	3,33

(\*) norma uwzględnia temperatury zewnętrzne w przedziale od  $-5$  do  $-15^{\circ}\text{C}$ ; ale dla polskich warunków, gdzie zewnętrzna temperatura projektowa wynosi od  $-16$  do  $-24^{\circ}\text{C}$ , niezbędna jest ekstrapolacja wymagań normy

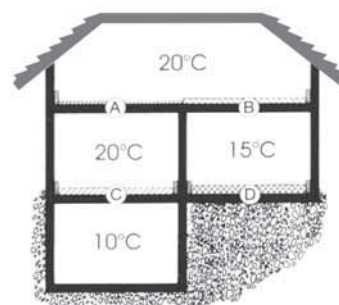
Należy pamiętać, że opory podane w tabeli 20 są minimalnymi wymaganymi wartościami i nie gwarantują energooszczędnego użytkowania ogrzewania podłogowego.

Grubość izolacji powinna być dobierana indywidualnie dla każdego budynku. Od inwestora bowiem zależy czy zainwestować w przegrodę o dobrych właściwościach termicznych i zaoszczędzić w dłuższej perspektywie na rachunkach za ogrzewanie czy może wykonać przegrody spełniające minimalne kryteria izolacyjności i liczyć się z większym kosztem za ogrzewanie w przyszłości. Rysunek 103 pokazuje, że wraz ze wzrostem kosztu przegrody budowlanej maleje wartość współczynnika przenikania ciepła i co za tym idzie, maleją również koszty inwestycyjne i eksploatacyjne instalacji ogrzewania. Jest jednak pewna granica, dla której nie warto już więcej inwestować w izolacyjność przegrody. Aby znaleźć optymalną wartość wsp. U należy wziąć pod uwagę zarówno koszty materiałów jak i paliw.

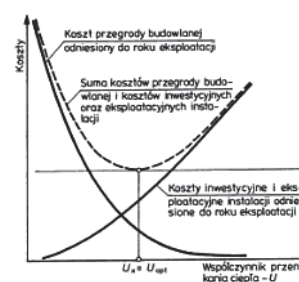
Ponadto z dniem 1 stycznia 2009 r. nastąpiło wejście w życie przepisów o obowiązku świadectw energetycznych dla nowych i istniejących budynków. Jest to więc dodatkowy powód, aby zwiększyć izolacyjność przegród.

Zamieszczony przykład pokazuje jak dobrać grubość poszczególnych warstw izolacji na podstawie znanego całkowitego oporu przewodzenia ciepła.

Tabela 21 zawiera wymaganą grubość izolacji w zależności od oporu przewodzenia ciepła (Rλ) i współczynnika przewodzenia ciepła (λ) danego materiału.



Rysunek 102  
Rodzaje pomieszczeń



Rysunek 103  
Optymalna wartość współczynnika przenikania ciepła przez przegrody budowlane (źródło: „Ogrzewnictwo, Wentylacja, Klimatyzacja”; Krygier, Klinke, Sewerynik)

### Przykład

Według założeń projektowych współczynnik przenikania ciepła izolacji podłogi na gruncie powinien wynosić  $U=0,35 \text{ W / m}^2\text{K}$ . Jako materiał izolacyjny wybrano płytę styropianową Rolljet EPS100 o grubości 25 mm oraz zwykły styropian o współczynniku przewodzenia  $\lambda=0,040\text{W/mK}$ . Obliczyć minimalną grubość styropianu, potrzebną do spełnienia warunków projektowych.

Współczynnikowi przenikania ciepła o wartości  $U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  odpowiada opór przewodzenia ciepła izolacji  $R$  równy:

$$R_{\text{izol}} = \frac{1}{U} = \frac{1}{0,35} = 2,86 \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

Pojedynczy opór  $R_\lambda$  odczytuje się z tabeli 20 lub oblicza się ze współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda$  [ $\text{W}/(\text{mK})$ ] każdej warstwy i jej grubości  $d$  w metrach:

$$R_\lambda = \frac{d}{\lambda} \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

Opór przewodzenia ciepła płyty Rolljet EPS 100 wynosi:

$$R_{\text{rolljet } (\lambda=0,04)} = \frac{0,025}{0,04} = 0,625 \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

Opór przewodzenia ciepła dodatkowej izolacji w tym przypadku wynosi:

$$R_{\text{styropian } (\lambda=0,045)} = R_{\text{izol}} - R_{\text{rolljet } (\lambda=0,04)} \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

$$R_{\text{styropian } (\lambda=0,045)} = 2,86 - 0,625 = 2,235 \left[ \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right]$$

Minimalną grubość styropianu odczytujemy z tabeli 20 lub obliczamy ze wzoru:

$$d = R_{\text{styropian } (\lambda=0,045)} \cdot \lambda \left[ \text{m} \right]$$

$$d = 2,235 \cdot 0,040 = 0,09 \left[ \text{m} \right]$$

**Minimalna grubość dodatkowej izolacji (styropianu) powinna wynosić 9 cm.**

Tabela 21

Wymagana grubość izolacji dla poszczególnych oporów ciepła

R <sub>λ</sub> m <sup>2</sup> K/W	Grubość izolacji				Uwagi
	0,045 Styropian	0,040 EPS 100 EPST 5,0	0,035 EPS 200	0,025 PUR	
0,30	14	12	11	8	
0,44	20	18	15	11	
0,50	23	20	18	13	
0,56	25	22	20	14	
0,60	27	24	21	15	
0,67	30	27	23	17	
0,70	32	28	25	18	
0,75	34	30	26	19	nad pomieszczeniami ogrzewanymi
0,78	35	31	27	20	
0,86	39	34	30	22	
1,20	54	48	42	30	
1,25	56	50	44	31	-nad pomieszczeniami ogrzewanymi do niższej temperatury -nad pomieszczeniami nieogrzewanymi (PN-EN 1264)
1,50	68	60	53	38	
1,67	75	67	58	42	nad pomieszczeniami nieogrzewanymi (rozporządzenie [1])
1,90	86	76	67	48	
2,00	90	80	70	50	nad pomieszczeniami stykającymi się od spodu z powietrzem zewnętrznym (PN-EN 1264; rozporządzenie [1] przy 8°C < t <sub>i</sub> < 16°C)
2,10	95	84	74	52	
2,22	100	89	78	56	
2,62	118	105	92	66	nad pomieszczeniami nieogrzewanymi (zalecenia Purmo)
2,80	126	112	98	70	
2,86	129	114	100	72	na gruncie (zalecenia Purmo)
3,33	150	133	117	83	nad pomieszczeniami stykającymi się od spodu z powietrzem zewnętrznym (rozporządzenie [1], zalecenia Purmo)

Tabela 22 zawiera przykładowe zestawienie grubości warstw w zależności od oporu przewodzenia ciepła. W kolejnych wierszach podano różne przypadki usytuowania podłogi grzejnej. Dla każdego przypadku w zależności od istniejącej rezerwy wysokości podano właściwy materiał izolacyjny, ewentualnie połączenie dwóch materiałów. Jeżeli na stropie ułożono rury lub kable, izolację należy układać w dwóch warstwach. W przypadku stropów międzypiętrowych w budownictwie mieszkaniowym stosuje się rolljet EPST 27/25 w połączeniu z płytą styropianową EPS100 (gęstość 20 kg/m<sup>3</sup>) grubości 30 mm. Oczywiście najpierw trzeba sprawdzić, czy dysponujemy odpowiednią rezerwą wysokości.

Tabela 22

Przykładowe zestawienie grubości warstw dla poszczególnych wartości oporu przewodzenia ciepła wg zaleceń PURMO

Opis	$R_{\lambda}$	Rodzaj Izolacji	Grubość izolacji		Średnica rury	Grubość jastrychu	Grubość warstwy wykończeniowej	Grubość całkowita
-	[m <sup>2</sup> K/W]	-	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Nad pomieszczeniem ogrzewanym [U=1,33 W/m <sup>2</sup> K]	0,75	Rolljet 38/35	35	35	16-20	40-45	10-20	101-120
		Noppjet 11	11	31	16-17	40-45	10-20	97-113
		Styropian EPS 100-0,40	20					
Nad pomieszczeniem ogrzewanym do niższej temperatury [U=0,80 W/m <sup>2</sup> K]	1,25	Rolljet 25	25	55	16-20	40-45	10-20	121-140
		Styropian EPS 100-0,40	30					
		Noppjet 11	11	51	16-17	40-45	10-20	117-133
		Styropian EPS 100-0,40	40					
Nad pomieszczeniem nieogrzewanym [U=0,38 W/m <sup>2</sup> K]	2,62	Rolljet 25	25	105	16-20	40-45	10-20	171-190
		Styropian EPS 100-0,40	80					
		Noppjet	11	101	16-17	40-45	10-20	167-183
		Styropian EPS 100-0,40	90					
		Noppjet	11	71	16-17	40-45	10-20	137-153
PUR	60							
Na gruncie [U=0,35 W/m <sup>2</sup> K]	2,86	Rolljet 25	25	115	16-20	40-45	10-20	181-200
		Styropian EPS 100-0,40	90					
		Noppjet 11	11	111	16-17	40-45	10-20	177-193
		Styropian EPS 100-0,40	100					
		Rolljet 35	35	85	16-20	40-45	10-20	151-170
		PUR	50					
Faltjet 74	74	74	16-20	40-45	10-20	140-159		
Nad pomieszczeniami stykającymi się od spodu z powietrzem zewnętrznym [U=0,30 W/m <sup>2</sup> K]	3,33	Rolljet 25	25	135	16-20	40-45	10-20	201-220
		Styropian EPS 100-0,40	110					
		Noppjet 11	11	131	16-17	40-45	10-20	197-213
		Styropian EPS 100-0,40	120					
		Rolljet 35	35	95	16-20	40-45	10-20	161-180
		PUR	60					

### 3. Zasady obliczania mocy cieplnej

W normie PN-EN 1264 ustalono metodę i warunki postępowania, wg których obliczana jest gęstość strumienia ciepła w instalacjach ogrzewania podłogowego w zależności od wielu czynników - struktury ogrzewania podłogowego, rozstawu rur, grubości jastrychu, średnicy rur, warstwy wykończeniowej podłogi, temperatury: zasilania, powrotu, powietrza w pomieszczeniu.

Osiągane przez system ogrzewania podłogowego PURMO moce cieplne zostały zatwierdzone i otrzymały certyfikaty jednostek normalizacyjnych w Niemczech i Austrii.

## 4. Założenia

### • TEMPERATUROWE

- maksymalna temperatura powierzchni podłogi

Temperatura powierzchni podłogi jest zależna od mocy ogrzewania podłogowego i od wielkości powierzchni, na której można ułożyć rury grzejne.

W miejscach położonych bezpośrednio nad rurami grzewczymi temperatura podłogi jest zawsze wyższa niż w obszarze między rurami. Różnice te zależą od rozstawu rur i wykończenia podłogi (Rysunek 104).

Moce cieplne określa się na podstawie średniej temperatury powierzchni podłogi  $\theta_{F,m}$ .

Jednakże różnica w temperaturze podłogi między  $\theta_{F,max}$  a  $\theta_{F,min}$  w dużym stopniu wpływa na komfort cieplny.

Norma PN-EN 1264 definiuje maksymalne temperatury podłogi grzejnej:

- strefa stałego przebywania ludzi  $\theta_{F,max} \leq 29^{\circ}\text{C} / 100\text{W/m}^2$
- strefa brzegowa(\*)  $\theta_{F,max} \leq 35^{\circ}\text{C} / 165\text{W/m}^2$
- łazienki ( $\theta_l=24^{\circ}\text{C}$ )  $\theta_{F,max} \leq 33^{\circ}\text{C} / 100\text{W/m}^2$

(\*) strefa brzegowa – pas o szerokości do 1m wzdłuż zewnętrznych, pionowych przegród budynku

Zachowanie podanych granic temperatur ogranicza jednocześnie moce ogrzewania podłogowego.

Jeżeli straty ciepła budynku są zbyt duże w stosunku do możliwej do uzyskania mocy cieplnej ogrzewania podłogowego, to trzeba zainstalować dodatkowe grzejniki.

Temperatura powierzchni podłogi zależy od wymaganej mocy cieplnej ogrzewania podłogowego.

Najwyższa jest wtedy, kiedy temperatura na zewnątrz jest najniższa.

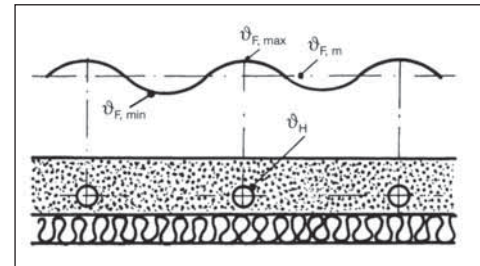
W strefach stałego przebywania ludzi w pomieszczeniach mieszkalnych dopuszczalna maksymalna temperatura podłogi wynosi  $29^{\circ}\text{C}$ . Uwzględniając tę graniczną wartość obliczono dla różnych wartości temperatury zewnętrznej  $\theta_a$  odpowiednią temperaturę powierzchni podłogi  $\theta_{F,m}$ . W tabeli 23 przedstawiono wartości maksymalnej temperatury podłogi w zależności od przykładowej obliczeniowej temperatury zewnętrznej  $-20^{\circ}\text{C}$

Tabela 23

Wartości maksymalnej temperatury podłogi w zależności od obliczeniowej temperatury zewnętrznej

- maksymalna temperatura zasilania:  $\theta_v \leq 55^{\circ}\text{C}$
- schłodzenie wody:  $\theta_v - \theta_R \leq 10\text{K}$
- graniczna moc cieplna

Współczynnik przejmowania ciepła  $\alpha$  od powierzchni podłogi nie jest wartością stałą, lecz zależną od zapotrzebowania na ciepło pomieszczenia. W wyższym obszarze mocy  $70-100\text{W/m}^2$  można z wystarczającą dokładnością przyjąć  $\alpha = 11,1\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ . W niższych strefach mocy jest on niższy.



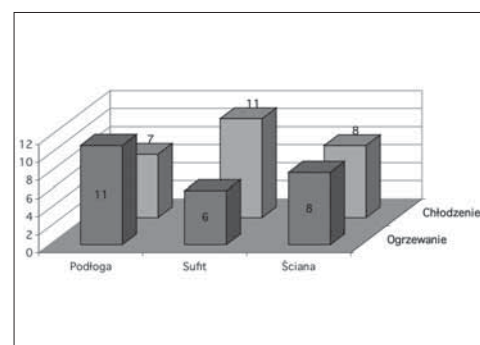
Rysunek 104

Rozkład temperatury w podłodze z ogrzewaniem podłogowym (drewno/płytki ceramiczne)

Tabela 23

Wartości maksymalnej temperatury podłogi w zależności od obliczeniowej temperatury zewnętrznej

Temperatura zewnętrzna $\theta_e$	$-20^{\circ}\text{C}$	$-10^{\circ}\text{C}$	$-5^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$	$+5^{\circ}\text{C}$
Temperatura podłogi $\theta_{F,m}$	$+29,0^{\circ}\text{C}$	$+26,8^{\circ}\text{C}$	$+25,6^{\circ}\text{C}$	$+24,5^{\circ}\text{C}$	$+23,4^{\circ}\text{C}$



Rysunek 105

Współczynnik przejmowania ciepła  $[W/m^2K]$  dla różnych systemów ogrzewania/chłodzenia

Dla obliczeniowych wartości temperatury, które wynoszą 20°C w pomieszczeniach mieszkalnych i 24°C w łazienkach, przyjmuje się następujące moce cieplne, uzależnione od temperatury powierzchni podłogi według wzoru:

$$q=8,92 (\theta_{f,max}-\theta_i)^{1,1}$$

Strefa stałego przebywania ludzi  $q=8,92(29^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})^{1,1}= 100 \text{ W/m}^2$

Strefa brzegowa  $q=8,92(35^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})^{1,1}= 175 \text{ W/m}^2$

Łazienki  $q=8,92(33^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C})^{1,1}= 100 \text{ W/m}^2$

Z maksymalnej temperatury powierzchni podłogi wynika średnia temperatura powierzchni podłogi  $\theta_{f,m}$ , która określa gęstość strumienia ciepła.

Wartość  $\theta_{f,m}$  zależy od: różnicy temperatur pomiędzy zasilaniem i powrotem ( $\Delta\theta = \theta_v - \theta_r$ ), ilości ciepła oddawanego ku dołowi  $q_v$  i od oporu przewodzenia ciepła warstwy wykończeniowej podłogi  $R_{\lambda,B}$ .

Dla materiałów wykończeniowych o dużym oporze przewodzenia ciepła (np. dywan  $R_{\lambda,B} = 0,15\text{m}^2\text{K/W}$ ) możliwości zwiększenia mocy są bardzo ograniczone. Wzrost mocy można uzyskać podnosząc temperaturę zasilania. Jeżeli temperatura zasilania nie wzrośnie, to zmniejszy się ilość ciepła przekazywanego do pomieszczenia.

#### • BUDOWLANE

- maksymalne obciążenia użytkowe podłogi (wg normy PN-82/B-02003)

- pomieszczenia mieszkalne 1,5kN/ m<sup>2</sup>
- pomieszczenia biurowe i lekcyjne 2,0kN/ m<sup>2</sup>
- sale wykładowe, restauracje, kawiarnie 3,0kN/ m<sup>2</sup>
- obiekty handlowe, sale sportowe, hale dworcowe 5,0kN/ m<sup>2</sup>

\* Dla obiektów, w których mogą występować większe obciążenia użytkowe podłogi stosuje się specjalne materiały izolacyjne (dostępne na zamówienie) i inne niż w budownictwie mieszkaniowym grubości jastrychu.

- grubość warstw ogrzewania podłogowego wynosi:

- na parterze, w zależności od rodzaju materiałów izolacyjnych, 149-190 mm (74-115 mm izolacja, 65 mm jastrych, około 10 mm warstwa wykończenia podłogi);
- na wyższych kondygnacjach, począwszy od pierwszego piętra, około 110 mm (35 mm izolacja, 65 mm jastrych, około 10 mm warstwa wykończenia podłogi).
- Trzeba także przewidzieć dodatek na pokrycie nierówności stropu konstrukcyjnego. Jeżeli płytki lub materiały ceramiczne będą układane na warstwie zaprawy, to trzeba pamiętać o dodatkowej grubości warstw podłogowych lub nawet płyty żelbetowej.
- Więcej na temat doboru warstw izolacji na str. 61-62



• INNE

- Na etapie projektowania często niewiadomo, jaki rodzaj wykładziny podłogowej wybierze użytkownik. W takich przypadkach zgodnie z normą PN-EN 1264 rozdz. 6.2 w obliczeniach należy uwzględnić opór przewodzenia ciepła  $R = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .

W łazienkach z podłogą ceramiczną powinno się przyjmować  $R$  od 0,00 do  $0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .

- przy braku warstwy wykończeniowej podłogi ( $R_{\lambda,B}=0$ ) strumień ciepła oddawanego ku dołowi jest równy 10% strumienia ciepła oddawanego ku górze
- prędkość przepływu wody:  $v = 0,1 \div 0,5 \text{ m/s}$
- maksymalny opór pętli: 20kPa
- maksymalna długość pętli zależy od obliczeń hydraulicznych, najczęściej nie przekracza: ok. 100m dla rury  $\varnothing 16$ ; 120m dla  $\varnothing 17$ ; 150m dla  $\varnothing 20$ ;

## 5. Gdzie ogrzewania podłogowego nie należy układać?

- w miejscach przeznaczonych pod szafki kuchenne
- w łazience pod wanną i brodzikiem (gromadzące się tam ciepło wysusza syfon, chroniący przed wydostawaniem się nieprzyjemnych zapachów)

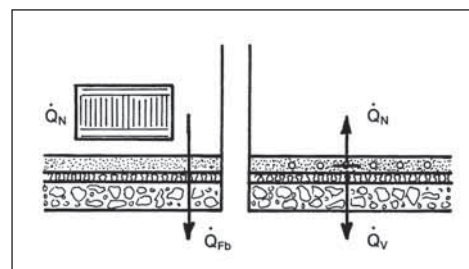
W związku z tym, przy obliczeniach powierzchnię zabudowaną trzeba odjąć od całkowitej powierzchni pomieszczenia. Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło oblicza się zatem biorąc pod uwagę straty ciepła pomieszczenia i niezabudowaną powierzchnię podłogi.

## 6. Zapotrzebowanie na ciepło w pomieszczeniach

W obliczeniach ogrzewania podłogowego używa się wartości projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej ( $\Phi_{HL}$ ), które ustala się wg PN-EN 12831 pomniejszonego o straty ciepła przez podłogę ( $\Phi_{FB}$ ).

Jeżeli nad projektowanym pomieszczeniem znajduje się pomieszczenie ogrzewane również instalacją ogrzewania podłogowego, to wynika z tego dodatkowy zysk ciepła dla obliczanego pomieszczenia, którego jednak w obliczeniach się nie uwzględnia. Przeciętny zysk wynosi około 10% użytkowego strumienia ciepła oddawanego ku górze.

Aby przeciwdziałać powstawaniu wilgoci niektórzy fachowcy zalecają jednak poprowadzenie jednej „nitki” podłogówki pod szafami i szafkami kuchennymi przy ścianie.



Rysunek 106  
Kierunki przepływu strumieni ciepła w podłodze

### Dlaczego w ogrzewaniu podłogowym nie uwzględniamy strat ciepła przez podłogę?

Grzejnik podłogowy dostarcza ciepło nie tylko do pomieszczenia, ale również ciepło  $\Phi_{FB}$  odprowadzane przez podłogę. W obliczeniach instalacji grzejnikowej trzeba uwzględnić strumień  $\Phi_{FB}$  zaś w przypadku ogrzewania podłogowego podłoga jest powierzchnią grzejną więc nie ma przepływu ciepłego powietrza z pomieszczenia do podłoża. Dlatego też nie uwzględnia się strat ciepła przez podłogę.

$$\Phi_{HL,pod} = \Phi_{HL} - \Phi_{FB} \text{ [W]}$$

### Przykład

Struktura ogrzewania podłogowego: typ A

Grubość jastrychu nad rurami:  $s_u = 45\text{mm}$

Rodzaj jastrychu: jastrych cementowy, klasa F4

Rozstaw rur: 150mm

Wymiary rur: 17x2mm

Wykończenie podłogi: Ceramika

Wartości odczytane z tabel z normy:

$$a_b = 1,058 \quad mT = -1$$

$$a_t = 1,23 \quad mU = 0$$

$$a_u = 1,057 \quad mD = -0,75$$

$$a_d = 1,04$$

Otrzymano wartość mocy cieplnej w funkcji średniej logarytmicznej różnicy temperatur:

$$q = 6,7 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 1,058 \cdot 1,23 \cdot 1,057 \cdot 1,04 \cdot 0,75 \cdot \Delta\theta_H$$

$$q = 5,596 \cdot \Delta\theta_H$$

### Oprogramowanie:

Na naszej stronie internetowej można znaleźć programy wspomagające projektowanie instalacji ogrzewania podłogowego:

- Purmo OZC – program do obliczania zapotrzebowania ciepła oraz sezonowego zapotrzebowania energii
- Purmo CO - program przeznaczony do graficznego wspomagania projektowania instalacji c.o.
- Floor planner - program do projektowania elektrycznego ogrzewania podłogowego
- InstalSystem – Purmo (płatny) - pakiet programów inżynierskich do obliczania obciążenia cieplnego oraz projektowania instalacji c.o. i wody użytkowej

## • Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło

Najczęściej przy projektowaniu ogrzewania podłogowego mamy do dyspozycji wartość projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej  $\Phi_{HL}$  oraz powierzchnie  $A$  poszczególnych pomieszczeń. Po wyliczeniu wymaganych jednostkowych mocy cieplnych tak musimy dobrać rozstaw rur, różnicę temperatur między zasilaniem i powrotem oraz warstwę wykończeniową podłogi aby emisja ciepła z ogrzewania podłogowego ( $q$ ) pokryła obliczone straty ciepła ( $q_{HL,pod}$ ).

Rury grzejne układa się na całej powierzchni  $A$  podłogi, wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło  $q_{HL,pod}$  ustala się dzieląc wartość projektowego obciążenia cieplnego przez ustaloną powierzchnię  $A$ .

$$q_{HL,pod} = \frac{\Phi_{HL,pod}}{A} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

Emisję ciepłą ogrzewania podłogowego oblicza się wg normy PN-EN 1264 na podstawie poniższego wzoru:

$$q = B \cdot a_b \cdot a_t^{mT} \cdot a_u^{m_u} \cdot a_d^{m_D} \cdot \Delta\theta_H \quad [\text{W/m}^2]$$

gdzie:

$B$  – współczynnik zależny od typu struktury ogrzewania podłogowego, dla typu A, wsp. przewodzenia ciepła rury  $\lambda=0,35\text{W}/(\text{mK})$  i grubości ścianki  $s_r=(d_a-d_i)/2=0,002\text{m} \rightarrow B = 6,7\text{W}/(\text{m}^2/\text{K})$ ; dla innych parametrów wsp.  $B$  należy obliczyć wg wytycznych w rozdziale 6.6 w PN-EN 1264-2:2008)

$a_b$  - współczynnik zależny od wykończenia podłogi

$a_t$  - współczynnik zależny od rozstawu rur

$a_u$  - współczynnik zależny od grubości jastrychu nad rurami

$a_d$  - współczynnik zależny od zewnętrznej średnicy rury

Powyższe współczynniki należy dobrać wg tabel A1-A4 w PN-EN 1264

$$m_t = 1 - T/0,075 \quad \text{dla } 0,05\text{m} \leq T \leq 0,375\text{m} \quad T - \text{rozstaw rur [m]}$$

$$m_u = 100(0,045 - s_u) \quad \text{dla } s_u \geq 0,015\text{m} \quad s_u - \text{grubość warstwy powyżej rury [m]}$$

$$m_D = 250(D - 0,02) \quad \text{dla } 0,010\text{m} \leq D \leq 0,030\text{m} \quad D - \text{zew. średnica rury [m]}$$

$\Delta\theta_H$  – średnia logarytmiczna różnica temperatur definiowana wzorem:

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}} \quad [\text{K}]$$

( $\theta_V$  - temp. zasilania,  $\theta_R$  – temp. powrotu,  $\theta_i$  – projektowa temp. powietrza w pomieszczeniu)

Zgodnie z normą jednostkowe moce cieplne przedstawione są na wykresach na str. 100-101.

Dla każdego rozstawu rur grzejnych przedstawiono w formie wykresu moc jednostkową  $q$  w zależności od średniej logarytmicznej różnicy temperatur  $\Delta\theta_H$ .

W każdym wykresie uwzględniono cztery najczęściej stosowane wykładziny podłogowe od ceramiki po dywan z uwzględnieniem oporów przewodzenia ciepła tych materiałów.

W tabelach na stronach 87-99 wyliczono moce cieplne w zależności od: średniej temperatury czynnika grzejącego, projektowej temperatury powietrza  $\theta_p$ , oporu warstwy wykończeniowej  $R_{\lambda,B}$  i rozstawu rur  $T$ .

Dobre z tabel strumienie mocy cieplnej muszą odpowiadać wymaganym wartościom  $q_{HL,pod}$ .

Założono, że wylewka jest wykonana z jastrychu cementowego klasy F4 o grubości 45 mm ponad poziom rur.

UWAGA! Przy odczytywaniu wartości z tabel proszę zwrócić uwagę czy dopuszczalna temperatura podłogi  $\theta_{f,max}$  w rozpatrywanym pomieszczeniu nie została przekroczona.

### • Strefa brzegowa

Moc cieplną strefy brzegowej  $\Phi_{BRZ}$  oblicza się z powierzchni strefy brzegowej  $A_{BRZ}$  i strumienia mocy cieplnej  $q_{BRZ}$  odpowiadającej zastosowanemu rozstawowi rur.

$$\Phi_{BRZ} = q_{BRZ} \cdot A_{BRZ} [W]$$

### • Strefa stałego przebywania ludzi

Aby obliczyć jednostkową moc cieplną strefy stałego przebywania ludzi całkowite zapotrzebowanie na ciepło pomieszczenia  $\Phi_{HL,pod}$  należy pomniejszyć o moc cieplną strefy brzegowej  $\Phi_{BRZ}$

$$\Phi_{SPL} = \Phi_{HL,pod} \cdot \Phi_{BRZ} [W]$$

Dzieląc uzyskaną moc  $\Phi_{SPL}$  przez pozostałą po odjęciu strefy brzegowej powierzchnię strefy stałego przebywania ludzi otrzymujemy potrzebny tam strumień mocy cieplnej  $q_{SPL}$

$$q_{SPL} = \frac{\Phi_{SPL}}{A_{SPL}} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

## 7. Wyznaczanie temperatury zasilania

Temperatura zasilania ma zasadniczy wpływ na ilość ciepła dostarczonego do pomieszczenia poprzez ogrzewanie podłogowe.

Wyznacza się ją w odniesieniu do pomieszczenia z największym obciążeniem cieplnym (z wyłączeniem łazienek).

#### Przykład

Zakładany jest opór przewodzenia ciepła wykładziny podłogowej:

$R_{\lambda,B} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$  i różnica temperatury pomiędzy zasilaniem i powrotem  $s=8\text{K}$ .

Następnie dobierane są rozstawy rur dla poszczególnych pomieszczeń. Przyjmuje się:

VA = 200mm – dla salonów, sypialni, pokoi dziecięcych, itp.

VA = 150mm – dla kuchni, korytarzy, innych pomieszczeń, w których  $A < 10\text{m}^2$

VA = 100mm – dla łazienek i WC

W oparciu o powyższe założenia, wymagane moce cieplne i tabele na str.

### Co to jest strefa brzegowa i jakie spełnia zadania?

Norma PN-EN 1264 dopuszcza wyższą temperaturę powierzchni podłogi, a tym samym wyższe moce cieplne przy zimnych ścianach zewnętrznych, szczególnie pod oknami o dużych powierzchniach. W tych miejscach nazywanych strefami brzegowymi rurę układa się gęściej.

Zimne, opadające powietrze infiltrujące przez ściany i okna, zostaje wystarczająco podgrzane zanim dotrze do strefy stałego przebywania ludzi.

Jeżeli całkowite straty ciepła pomieszczenia są niewielkie, to można utworzyć strefę stałego przebywania ludzi i strefę brzegową w jednym obiegu - strefa brzegowa zintegrowana. Wtedy powinna być ona zasilana jako pierwsza. W pozostałych przypadkach strefę brzegową podłącza się do rozdzielacza jako osobny obieg.

Jeżeli strefy brzegowe są niewystarczające, należy wtedy zamontować konwektory w kanałach podposadzkowych lub grzejniki podokienne.

Istnieje niebezpieczeństwo, że po zmianie przeznaczenia pomieszczenia strefy brzegowe staną się strefami stałego przebywania ludzi, dlatego czasami rezygnuje się z nich w ogóle (np. biurko stojące przy oknie).

Jeżeli w obrębie jednego obiegu zastosuje się dwa różne odstępy rur, to strumienie ciepła użytkowego i traconego trzeba obliczyć oddzielnie dla każdej części powierzchni pomieszczenia a następnie dodać.

### Czy wolno wykonywać strefę brzegową na podłogach z drewnianym wykończeniem?

Nie zaleca się takiego rozwiązania. Temperatura drewnianej podłogi ze względu na ryzyko rozsychania nie powinna przekraczać zalecanego przez producentów progu 25-26°C, a ideą strefy brzegowej jest uzyskanie z niej jak największej ilości ciepła przy temperaturze powierzchni do 35°C.

87-99 lub wykresy na str. 100-101 dobiera się średnią temperaturę wody grzewczej  $\Delta v_{HM}$ .

Temperaturę zasilania oblicza się następująco:

$$\Delta v_{HM} = \Delta v_{HM} + 4 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Należy pamiętać, aby temperatura powierzchni podłogi nie została przekroczona.

## 8. Różnica temperatury wody zasilającej i powrotnej

W celu osiągnięcia wyrównanej temperatury powierzchni podłogi różnica między temperaturą zasilania i powrotu nie powinna być zbyt duża. Z drugiej strony zbyt mała różnica powoduje zbyt duży przepływ i większe straty ciśnienia w obiegu. Dlatego najczęściej zakłada się różnicę 8-10 K.

Czasami, zwłaszcza w przypadku obiegów o bardzo małej mocy cieplnej taką wartość trudno utrzymać.

Temperatura zasilania wszystkich obiegów jest taka sama, więc odpowiednio niską moc obiegu, można uzyskać zmniejszając odstępy pomiędzy rurami albo przez zdławienie przepływu. Jednak rozstaw rur nie może być zbyt duży, ponieważ wpływa to niekorzystnie na odczucie komfortu cieplnego. Zmniejszenie przepływu powoduje zaś niskie temperatury powrotu i zwiększa różnicę temperatur.

## 9. Przepływ czynnika grzewczego

Ciepło użytkowe  $\Phi_{HL,pod}$  oddawane pomieszczeniu przez podłogę oraz ciepło tracone  $\Phi_v$  oddawane przez strop ku dołowi musi być doprowadzone przez wodę płynącą w rurach grzejnych.

W zależności od otrzymanej różnicy temperatur między temperaturą zasilania i powrotu ( $\theta = \theta_v - \theta_r$ ), przepływ wody musi być większy lub mniejszy.

W sposób przybliżony określa się go wzorem:

$$m = \frac{(\Phi_{HL,pod} + \Phi_{FB})}{1,163 \cdot \Delta\theta} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

Jeżeli różnica temperatur jest mała, to zwiększa się przepływ i jednocześnie zwiększają się straty ciśnienia w obiegu i na zaworach.

## 10. Straty ciśnienia

Rysunek 107 przedstawia straty ciśnienia na każdy mb rury grzejnej w zależności od średnicy i wielkości przepływu.

Całkowita strata ciśnienia  $\Delta p$  powierzchni grzejnej o polu A [m<sup>2</sup>] i o rozstawie rur T [m] wynosi:

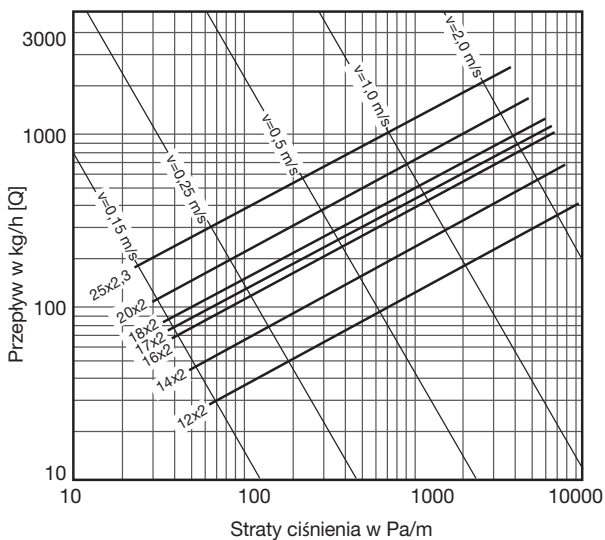
$$\Delta p = \frac{A}{T} \Delta_p \left[ \text{kPa} \right] \quad (\Delta p \text{ z rysunku 107})$$

Wysokość podnoszenia pompy musi równoważyć nie tylko straty ciśnienia obiegu grzewczego, ale także straty ciśnienia w rozdzielaczu, na zaworach, doprowadzeniach, mieszaczach itd. Nie powinny one przekraczać 4 m słupa wody. W przeciwnym razie należy zwiększyć ilość obiegów.

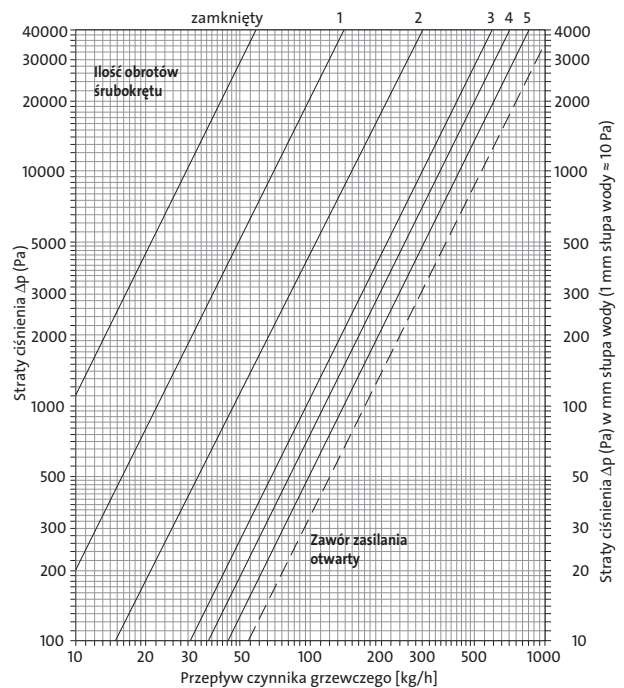
Z reguły najpierw wyznacza się najbardziej obciążony obieg i występujące w nim straty ciśnienia. Na tej podstawie dobiera się wysokość podnoszenia pompy.

Wymagane przepływy w poszczególnych obiegach, ustala się za pomocą zaworów regulacyjnych na rozdzielaczach.

Straty ciśnienia na zaworach zasilania i powrotu (patrz rysunek 108).



Rysunek 107  
Straty ciśnienia w Pa/m w zależności od średnicy rury i prędkości przepływu (temperatura wody 10°C).



Rysunek 108  
Straty ciśnienia ogranicznika wielkości przepływu na powrocie i zaworów zasilania (wartości nastaw).

## 11. Wielkości obiegów

Pompy są tak zwymiarowane, że przy wymaganym przepływie wykorzystuje się w przybliżeniu 2/3 maksymalnej wysokości podnoszenia pompy.

Punkt pracy instalacji ogrzewania podłogowego leży w punkcie przecięcia charakterystyki instalacji z charakterystyką pompy.

Każda zmiana w obiegach grzewczych np. odcięcie obiegu czy zmiana nastawy zmienia charakterystykę instalacji i powoduje zmianę mocy pozostałych obiegów. Sposobem uniknięcia tych problemów jest zainstalowanie np. zaworów upustowych.

## 12. Algorytm projektowania

Celem projektowania jest taki dobór parametrów w strefie stałego przebywania ludzi i strefie brzegowej, aby osiągnąć wymaganą gęstość strumienia ciepła  $q_{HL, pod}$ , która pokryje wartość projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej.

### Przeliczanie jednostek

1mmH<sub>2</sub>O → 10Pa

1mH<sub>2</sub>O → 10000Pa → 10kPa

### • Krok 1

Mając do dyspozycji wartość projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej  $\Phi_{HL}$  obliczamy wymaganą gęstość strumienia ciepła  $q_{HL,pod}$

$$\Phi_{HL,pod} = \Phi_{HL} - \Phi_{FB} [W] \quad \rightarrow \quad q_{HL,pod} = \frac{\Phi_{HL,pod}}{A} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

Planujemy strefy brzegowe i strefy stałego przebywania ludzi

### • Krok 2

Mając do dyspozycji średnią temperaturę wody w rurach ( $\theta_{rur,śr}$ ) i opór przewodzenia warstwy wykończeniowej ( $R_{\lambda,B}$  - jeśli nie jest dane zakładamy  $R_{\lambda,B}=0,10m^2K/W$ ) dobieramy rozstaw rur wg jednej z 3 metod:

- wg tabel na stronach 87-99
- wg wykresów na stronie 100-101
- bezpośrednio z normy PN-EN 1264

Otrzymujemy emisje ciepła ( $q$ ) dla poszczególnych pomieszczeń

### • Krok 3

- wyliczamy zużycie rur,
- wytyczamy dylatacje,
- planujemy rozkład i liczbę pętli

**Tabela 24**

Zapotrzebowanie poszczególnych materiałów w zależności od rozstawu rur i powierzchni ogrzewania podłogowego

Rozstaw rur grzejnych [mm]	Zużycie rur grzejnych [m/m <sup>2</sup> ]	Zużycie klipsów [szt/m <sup>2</sup> ]	Zużycie taśmy brzegowej [m/m <sup>2</sup> ]	Zużycie dodatku do jastrychu* [l/m <sup>2</sup> ]
300	3,3	7	1,1	0,1
250	4,0	8		
200	5,0	10		
150	6,5	14		
100	9,5	20		

\* - przy grubości jastrychu 6,5 cm

### • Krok 4

Obliczenie przepływu czynnika grzewczego dla poszczególnych pętli

$$m = \frac{\Phi_{HL}}{1,163 \cdot \Delta\theta} \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

Dla danej wielkości przepływu wody grzejnej jednostkowe straty ciśnienia można odczytać z rysunku 107

Obliczenie całkowitych strat ciśnienia dla poszczególnych pętli:

$$\Delta p = \frac{A}{T} \Delta p_p \left[ \text{kPa} \right]$$

• Krok 5

Wyznaczenie najbardziej niekorzystnego hydraulicznie obiegu na podstawie, którego dokonujemy doboru wysokości podnoszenia pompy. Obliczamy również całkowity strumień masy wody w instalacji.

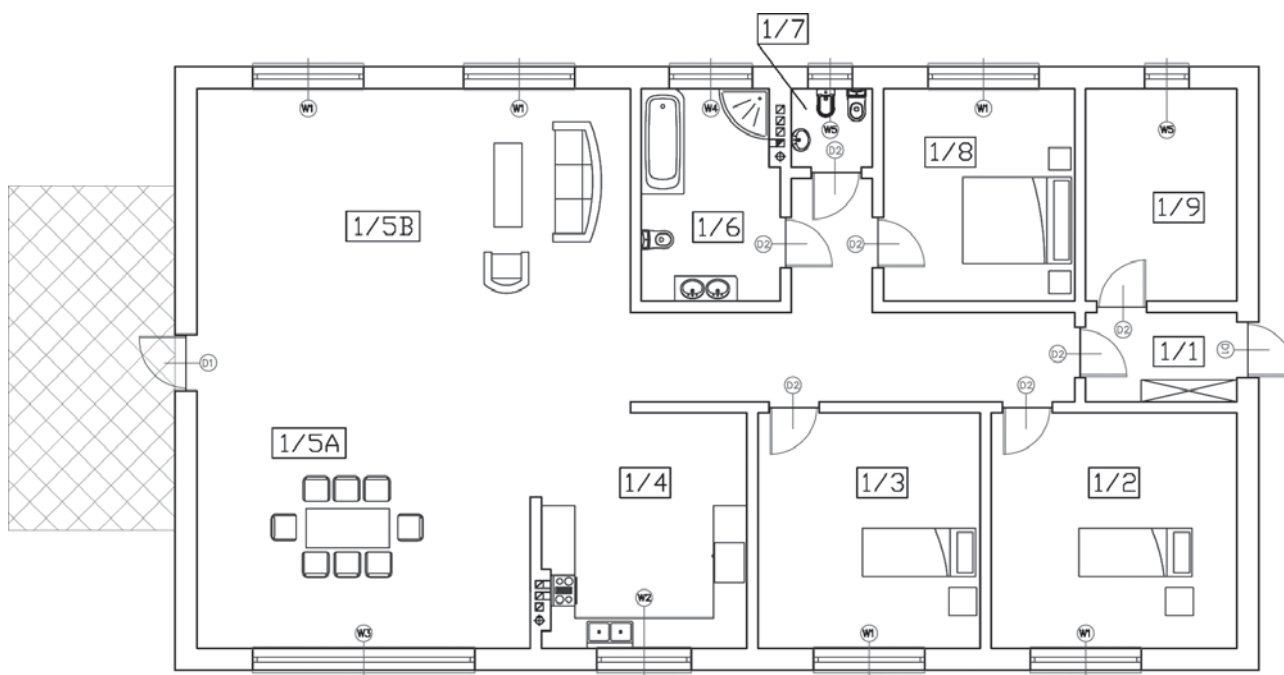
• Krok 6

Wyregulowanie instalacji i dobranie nastaw

• Krok 7 (opcjonalnie)

Wybór sposobu sterowania. Dobór siłowników, termostatów, listw automatyki.

Przykład obliczeń



Rysunek 109  
Rzut rozpatrywanego budynku

Dla następującego domu wolnostojącego zaplanować instalację ogrzewania podłogowego:

- dobrać rozstaw rurek, ilość pętli, ilość rozdzielaczy
- zaplanować dylatacje
- obliczyć moce cieplne dla poszczególnych pętli
- obliczyć straty ciśnienia dla poszczególnych pętli, wyregulować wszystkie obiegi i dobrać wysokość podnoszenia pompy

Źródłem ciepła będzie kocioł kondensacyjny, zapewniający średnią temperaturę wody w rurkach ( $\theta_{rur,śr}$ ) na poziomie 40°C. Do realizacji ogrzewania podłogowego wybrano rurę PE-X 17x2. Wraz z rzutem dostarczono następujące dane:

Lp	Pomieszczenie	Wykończenie	$\theta_i$ [°C]	$R_{\lambda,B}$ [m <sup>2</sup> K/W]	A [m <sup>2</sup> ]	$\Phi_{HL}$ [W]	$\Phi_{FB}$ [W]	$\Phi_{HLpod}$ [W]
1/1	Wiatrołap	Gres	16	0,05	4,4	300	30	270
1/2	Sypialnia 1	Parkiet	20	0,15	18,6	1100	110	990
1/3	Sypialnia 2	Parkiet	20	0,15	16,8	900	90	810
1/4	Kuchnia	Gres	20	0,05	16,2	1100	110	990
1/5A	Jadalnia	Gres	20	0,05	25,0	2300	230	2070
1/5B	Pokój dzienny	Parkiet	20	0,15	45,0	2300	230	2070
1/6	Łazienka	Gres	24	0,05	9,2	600	60	540
1/7	WC	Gres	20	0,05	2,0	150	15	135
1/8	Sypialnia 3	Parkiet	20	0,15	13,1	800	80	720
1/9	Kotłownia	Gres	8	0,05	7,6	300	30	270
<b>SUMA</b>					<b>157.9</b>	<b>9850</b>	<b>985</b>	<b>8865</b>

## Krok 1

### Gęstość strumienia ciepła $q_{HLpod}$

Po obliczeniu wymaganej gęstości strumienia ciepła  $q_{HLpod}$  wyznaczamy powierzchnie grzejne pomieszczeń - powierzchnię zabudowaną należy odjąć od całkowitej.

Lp	Pomieszczenie	A'	$\Phi_{HLpod}$ W	$q_{HLpod}$ W/m <sup>2</sup>
1/1	Wiatrołap	3,6	270	75
1/2	Sypialnia 1	18,6	990	53
1/3	Sypialnia 2	16,8	810	48
1/4	Kuchnia	11,8	990	84
1/5A	Jadalnia	25,0	2070	83
1/5B	Pokój dzienny	45,0	2070	46
1/6	Łazienka	7,2	540	75
1/7	WC	1,5	135	90
1/8	Sypialnia 3	13,1	720	55
1/9	Kotłownia	5,6	270	48
<b>SUMA</b>		<b>148.2</b>	<b>8865</b>	

## Krok 2

### Rozstaw rur grzejnych

Dobieram rozstaw rurek wg tabel na stronach 87-99

#### DANE:

- średnia temperatura wody w rurkach ( $\theta_{rur,śr}$ )
  - obliczeniowa temperatura w pomieszczeniu ( $\theta_i$ )
  - opór przewodzenia ciepła warstwy wykończeniowej podłogi ( $R_{\lambda}$ )
- Tabele str. 87-99 → Rozstaw rurek w pomieszczeniach



Po odczytaniu wartości z tabel dokonujemy również korekty dostarczonej mocy cieplnej:

Lp	Pomieszczenie	A'	$\theta_{\text{rur,śr}}$	$\theta_i$	$R_{\lambda,B}$	T	q	$\Phi$	$\theta_{\text{podłogi}}$
-	-	[m <sup>2</sup> ]	[°C]	[°C]	[m <sup>2</sup> K/W]	[mm]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]	[°C]
1/1	Wiatrołap	3,6	40	16	0,05	250	80	288	24,6
1/2	Sypialnia 1	18,6	40	20	0,15	150	57	1060	25,7
1/3	Sypialnia 2	16,8	40	20	0,15	200	52	874	25,5
1/4	Kuchnia	11,8	40	20	0,05	150	84	991	28,1
1/5A	Jadalnia	19+6 (*)	40	20	0,05	100/150	95/84	570 + 1596 = 2166	28,8/28,1
1/5B	Pokój dzienny	45,0	40	20	0,15	200	52	2340	25,5
1/6	Łazienka	7,2	40	24	0,05	100	76	547	31,2
1/7	WC	1,5	40	20	0,05	100	95	143	28,8
1/8	Sypialnia 3	13,1	40	20	0,15	150	57	747	25,7
1/9	Kotłownia	5,6	40	8	0,05	300	59	330	27,1
SUMA		148,2						9486	

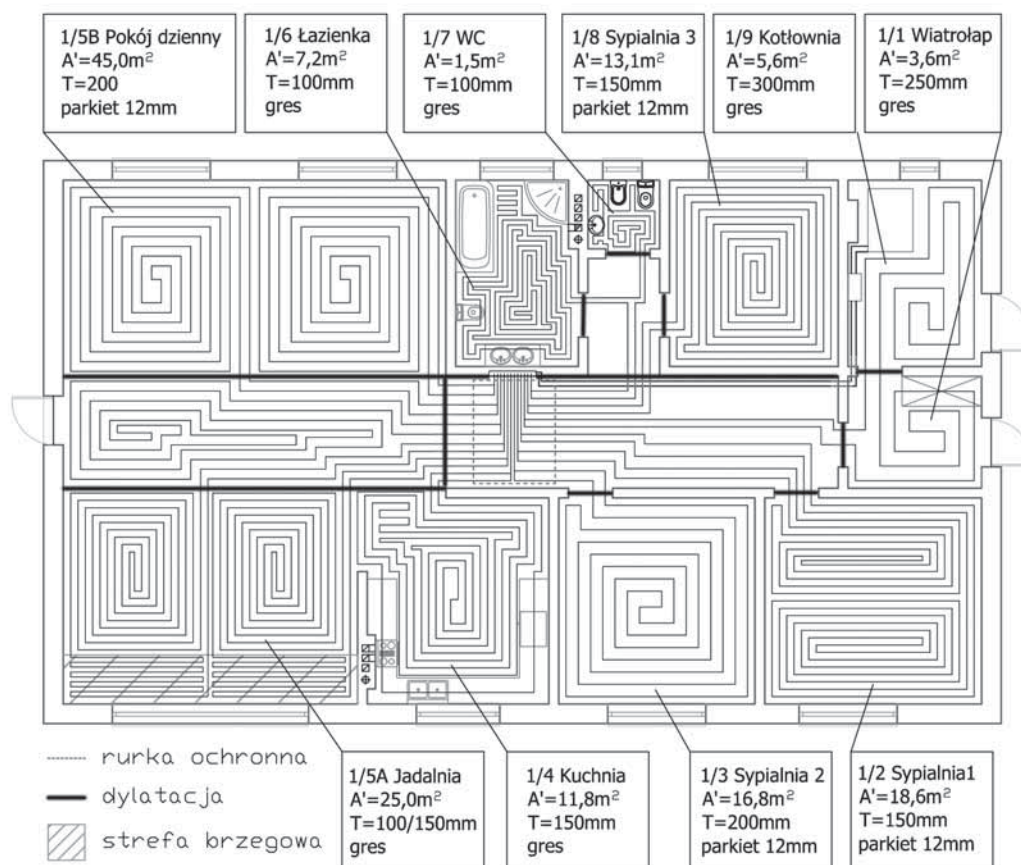
\* - strefa brzegowa

### Krok 3

Zużycie rur grzejnych, liczba pętli, wytyczenie dylatacji.

Lp	Pomieszczenie	A'	T	Zużycie rur	Zużycie rur	Przyłącza	Ilość pętli	Długość 1 pętli
-	-	[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[m/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[szt.]	[m]
1/1	Wiatrołap	3,6	250	4,0	15	18	1	51
1/9	Kotłownia	5,6	300	3,3	18			
1/2	Sypialnia 1	18,6	150	6,5	121	28	2	75
1/3	Sypialnia 2	16,8	200	5,0	84	8	1	91
1/4	Kuchnia	11,8	150	6,5	77	8	1	85
1/5A	Jadalnia	25	100/150	9,5/6,5	57+123	20	2	100
1/5B	Pokój dzienny	45	200	5,0	225	18	3	81
1/6	Łazienka	7,2	100	9,5	68	10	1	92
1/7	WC	1,5	100	9,5	14			
1/8	Sypialnia 3	13,1	150	6,5	85	10	1	95
SUMA					887	120	12	

Lp	Pomieszczenie	A'	l. pętli	T	$\Phi_{HL}$	$m_j$	m (1pętla)	$\Delta_p$	$\Delta p$
-	-	[m <sup>2</sup> ]	[szt.]	mm	[W]	[kg/h]	[kg/h]	[kPa/m]	[kPa]
1/1	Wiatrołap	3,6	1	250	300	32	64	0,028	0,93
1/9	Kotłownia	5,6	1	300	300	32	64	0,028	0,93
1/2	Sypialnia 1	18,6	2	150	1100	118	59	0,023	1,43
1/3	Sypialnia 2	16,8	1	200	900	97	97	0,065	5,46
1/4	Kuchnia	11,8	1	150	1100	118	118	0,1	7,87
1/5A	Jadalnia	25	2	100/150	2300	247	124	0,11	10,27
1/5B	Pokój dzienny	45	3	200	2300	247	82	0,042	3,15
1/6	Łazienka	7,2	1	100	600	64	80	0,041	3,57
1/7	WC	1,5	1	100	150	16	16	0,041	3,57
1/8	Sypialnia 3	13,1	1	150	800	86	86	0,046	4,02
		SUMA	12		9850	1059			



Rysunek 110  
Propozycja instalacji ogrzewania podłogowego dla przykładowego domu wolnostojącego

#### Krok 4

Obliczenie przepływu czynnika grzewczego i strat ciśnienia dla poszczególnych pętli

Wyniki przedstawiono w tabeli na str. 75

Wykorzystano wzory:

$$m = \frac{\Phi_{HL}}{1,163 \cdot \Delta\theta} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

$$\Delta p = \frac{A}{T} \Delta p_p \left[ \text{kPa} \right]$$

Założono różnicę temperatur zasilania i powrotu  $\Delta\theta = 8 \text{ K}$

## Krok 5

### Dobranie pompy

Największe straty ciśnienia występują w pętli obsługującej jadalnię. Należy również uwzględnić straty na otwartych zaworach zasilania i powrotu:

Straty ciśnienia:

rura grzejna  $\Delta p = 10,27 \text{ kPa}$

zawór zasilania (otwarty)  $\Delta p_v = 0,54 \text{ kPa}$  (zgodnie z rysunkiem 108)

zawór powrotny (otwarty)  $\Delta p_r = 0,80 \text{ kPa}$  (zgodnie z rysunkiem 108)

ogółem obieg grzewczy – jadalnia:  $\Delta p_{\text{jadalnia}} = 10,27 + 0,54 + 0,80 = \mathbf{11,6 \text{ kPa}}$

Pracująca w instalacji pompa musi tłoczyć całkowity strumień masy wody w instalacji czyli min. 1059kg/h. Wysokość podnoszenia musiałaby w tym przypadku wynosić co najmniej 12kPa przy pełnym otwarciu obu zaworów - na zasilaniu i na powrocie.

## Krok 6

### Wyregulowanie wszystkich obiegów

Różnica ciśnienia między wysokością tłoczenia pompy i obiegami ( $\Delta p_{\text{wyr}}$ ) musi być zredukowana poprzez zdławienie poszczególnych obiegów.

Z rysunku 108 otrzymujemy dla przepływu czynnika grzewczego i dla wartości ciśnienia wyrównawczego  $\Delta p_{\text{wyr}}$  wartość nastawy dla zaworu dławiącego.

Ogranicznik wielkości przepływu należy zamknąć i ponownie otworzyć wykonując obrót równy wielkości nastawy.

Lp	Pomieszczenie	$\Delta p$	$m$ (1pętla)	$\Delta p_v$	$\Delta p_r$	Suma	$\Delta p_{\text{wyr}}$	Nastawa
-	-	[kPa]	[kg/h]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	-
1/1	Wiatrołap	0,93	64	0,15		1,08	10,53	0,9
1/9	Kotłownia							
1/2	Sypialnia 1	1,43	59	0,12		1,55	10,06	0,8
1/3	Sypialnia 2	5,46	97	0,32		5,78	5,83	1,8
1/4	Kuchnia	7,87	118	0,50		8,37	3,24	-
1/5A	Jadalnia	10,27	124	0,54	0,80	11,61	0,00	-
1/5B	Pokój dzienny	3,15	82	0,23		3,38	8,23	2,8
1/6	Łazienka	3,57	80	0,22		3,79	7,82	2,9
1/7	WC							
1/8	Sypialnia 3	4,02	86	0,25		4,27	7,34	3,2

## Krok 7 (opcjonalnie)

Zaproponowano sterowanie zasilane prądem 230V 50Hz w związku z tym regulatory nie powinny być montowane w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności (np. łazienka). Sterowanie temperaturą w tych pomieszczeniach może się odbywać za pomocą tzw. czujników zewnętrznych (np. podłogi), umieszczonych w takim pomieszczeniu a termostat jest umocowany na zewnątrz.

Istnieje też możliwość zastosowania całości systemu zasilanego 24V z transformatorami.

Dobór elementów sterowania:

### Główce termostatyczne (siłowniki)

- dobrano po 1 siłowniku na 1 pętlę

### Termostaty

- dobrano po 1 termostacie w sypialniach, jadalni, kuchni
- dobrano jeden wspólny termostat dla łazienki i wc (termostat zamontowano przy wejściu do łazienki w korytarzu, a pomiar temperatury odbywa się za pomocą czujnika podłogi)

### Listwa automatyki

- dobrano 1 listwę automatyki na 6 termostatów (oprócz łazienki), umieszczoną w szafce podtynkowej
- termostat dla strefy łazienki i wc podłączono bezpośrednio do siłownika

### Timer

- dobrano timer przystosowany do montażu na wspólnej szynie montażowej z listwą automatyki
- steruje funkcją „obniżania temperatury” w dwóch oddzielnych strefach (strefa A – sypialnie, strefa B – kuchnia, jadalnia, salon)

Lp	Pomieszczenie	A'	I.pętli	Siłowniki	Termostaty
-	-	[m <sup>2</sup> ]	[szt.]	[szt.]	[szt.]
1/1	Wiatrołap	3,6			
1/9	Kotłownia	5,6	1	-	-
1/2	Sypialnia 1	18,6	2	2	1
1/3	Sypialnia 2	16,8	1	1	1
1/4	Kuchnia	11,8	1	1	1
1/5A	Jadalnia	25	2	2	1
1/5B	Pokój dzienny	45	3	3	1
1/6	Łazienka	7,2	1	1	1
1/7	WC	1,5			
1/8	Sypialnia 3	13,1	1	1	1
	Suma		12	11	7

## V. Zasady montażu

### Czasochłonność układania ogrzewania podłogowego

Do układania węzownic potrzebne są dwie osoby (przy systemie noppjet - 1 osoba). Kiedy jedna osoba rozwija rurę ze zwoju i układa ją, druga wciska takerem klipsy, przymocowując rurę do izolacji.

Czasochłonność układania ogrzewania podłogowego zależy przede wszystkim od kształtu pomieszczenia. W pomieszczeniu o wymiarach 4 x 5 m, jeżeli są dobre warunki pracy, dwuosobowy zespół może ułożyć płyty izolacyjne (wraz z ułożeniem taśmy brzegowej) w około 10 minut. Ułożenie 120 mb rury trwa około 15 minut.

Rozważając montaż wszystkich elementów systemu można w przybliżonych kalkulacjach przyjąć średnio 5 min/m<sup>2</sup> dla zespołu dwuosobowego.

### 1. Układanie izolacji

Między podłożem nośnym a jastrychem z rurami ogrzewania podłogowego należy umieścić warstwę izolacji cieplnej, będącej zarazem izolacją dźwiękochłonną. Rodzaj i grubość izolacji są zależne od usytuowania oraz przeznaczenia pomieszczenia a także od wielkości przewidywanych obciążeń.

W przypadku podłóg przylegających do gruntu należy najpierw na całej powierzchni podłoża ułożyć izolację przeciwwilgociową, która chroni budynek przed wilgocią przenikającą od dołu.

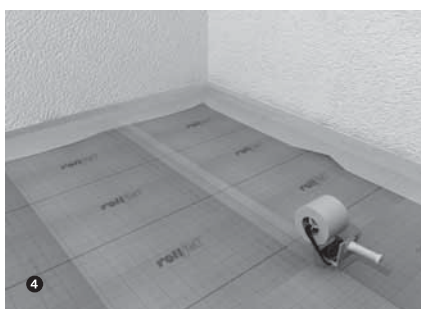
- Układanie izolacji rolljet/faltjet

Izolację układa się najpierw wzdłuż dłuższego boku pomieszczenia. Nie-wielkie powierzchnie przy ścianach, niszach, w obrębie otworów drzwiowych uzupełnia się później pozostałymi fragmentami izolacji. W małych pomieszczeniach zaleca się układanie mat izolacyjnych, wykorzystując rozpoczęte i nieużyte do końca rolki. Stykające się brzegi mat uszczelnia się przezroczystą taśmą klejącą. Zabezpiecza to przed wnikaniem jastrychu w szczeliny pomiędzy płytami i tym samym przed tworzeniem się mostków akustycznych. Kleić powinno się bezpośrednio po ułożeniu poszczególnych fragmentów. W przeciwnym razie mogą wystąpić przemieszczenia. Nie-właściwe jest klejenie taśmą nieprzezroczystą, ponieważ wtedy nie widać szpar pomiędzy płytami.



**Zobacz film**  
Ogrzewanie podłogowe

1. Na zamiecionym podłożu ułożyć taśmę brzegową wzdłuż wszystkich ścian i wokół słupów.
2. Rozwinąć rulon rolljetu (ewentualnie rozłożyć płyty faltjetu) na podłożu betonowym lub na warstwie dodatkowej izolacji. Kiedy rulon dotknie przeciwległej ściany należy odmierzyć 1m od niej i narysować kreskę na folii rolljetu.
3. Pociągnąć rolljet nieco do tyłu i w odległości 1 m od oznaczenia obciąć. Potem dosunąć prawidłowo dopasowany rolljet do ściany. Pozostałym po obcięciu odcinkiem rulonu zacząć układanie drugiego rzędu i w ten sposób układać aż całe pomieszczenie będzie gotowe.
4. Folię taśmy brzegowej wyłożyć na izolację i styki połączyć taśmą klejącą Purmo. W przypadku jastrychu płynnego należy przykleić do izolacji również folię taśmy brzegowej.
5. Za pomocą klipsów i takera przymocować do izolacji rurę w zaplanowanych odstępach. W strefach gięcia promienie łuków nie mogą być mniejsze niż 5d!
6. W przejściach drzwiowych oraz w miejscach, gdzie zaplanowano dydilatacje, przykleić profile dylatacyjne na izolacji przed ułożeniem rur. Po ułożeniu rur w miejscu dylatacji nałożyć na rury peszle ochronne, wyciąć otwory w taśmach dylatacyjnych i umieścić je w profilach.



## • Układanie izolacji noppjet

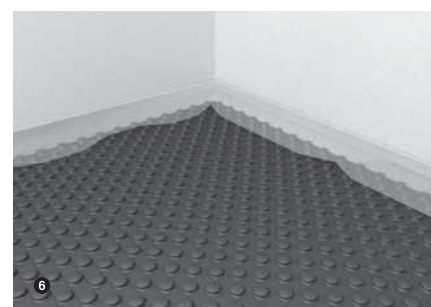
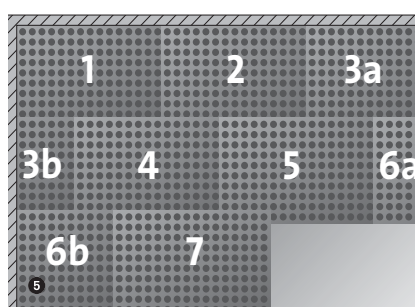
Technologia montażu instalacji ogrzewania podłogowego w systemie Purmo noppjet jest bardzo zbliżona do technologii opartej na płycie systemowej Purmo rolljet.

Jedyna różnica to sposób mocowania rury do izolacji. W przypadku płyty systemowej noppjet rura grzejna wciskana jest między specjalne wypustki. Nie są potrzebne do tego żadne specjalne narzędzia ani elementy mocujące. Płyty noppjetu układa się bezpośrednio na stropie lub na dodatkowej izolacji.

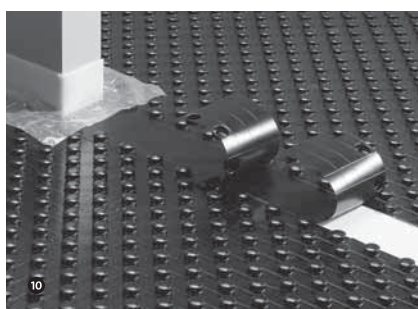
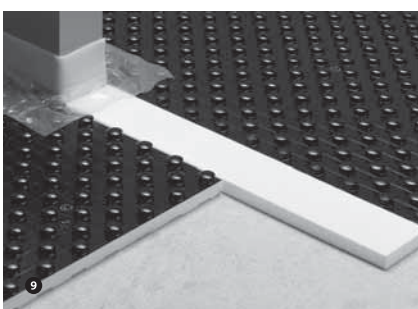
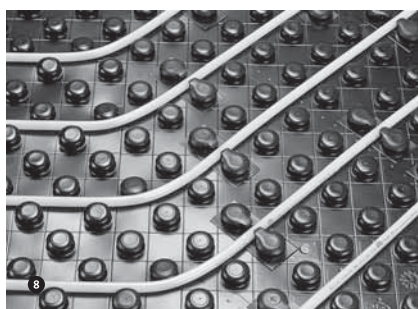
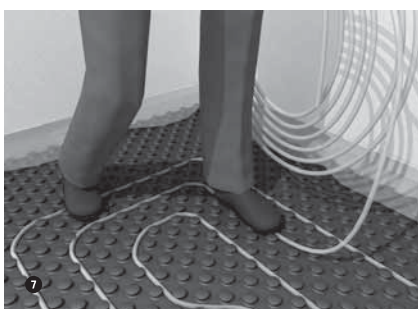
Po rozłożonych płytach Purmo noppjet można swobodnie chodzić w miękkim obuwiu.

Powierzchnia noppjetu jest po ułożeniu całkowicie szczelna. Nadaje się więc doskonale do wylewek o konsystencji płynnej.

1. Na zamiecionym podłożu ułożyć taśmę brzegową wzdłuż wszystkich ścian i wokół słupów.
2. Układanie noppjetu na podłożu betonowym lub na warstwie dodatkowej izolacji zaczyna się od lewego rogu pomieszczenia. Przed położeniem pierwszej płyty obcinamy niepotrzebne pasy folii służące do łączenia płyt na zakład.
3. Przy następnych płytach po usunięciu niepotrzebnej zakładki od strony ściany, pozostałą drugą zakładkę nałożyć na nopy oznaczone znakiem X.
4. W celu dopasowania ostatniej płyty w rzędzie trzeba najpierw ją odwrócić nopami w dół, ułożyć zakładką do ściany przy krawędzi już położonego rzędu płyt i odciąć uwzględniając jeden rząd nopów na zakład. Płytę z powrotem odwrócić i zakładkę nałożyć na poprzednią płytę. Pozostała część zostanie użyta jako pierwsza w nowym rzędzie.
5. Układać kolejne rzędy płyt.
6. Folię taśmy brzegowej wyłożyć na płytę z wypustkami. W przypadku jastrychu płynnego styk folii z płytą uszczelnić stosując okrągły profil z pianki.



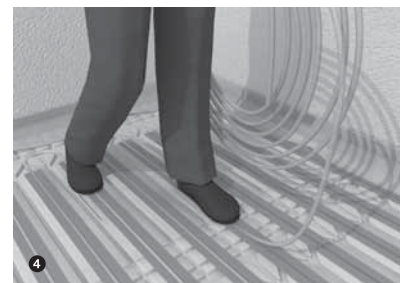
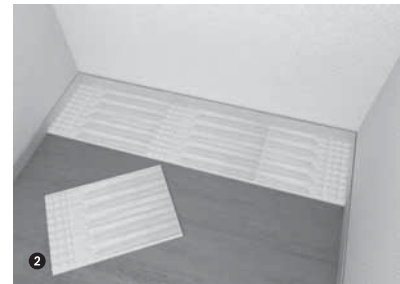
7. Rurę układać w dowolnych odstępach wciskając rurę nogą pomiędzy wypustki płyty.
8. W strefach gięcia promienie łuków rur nie mogą być mniejsze niż 5d! W przypadku układania rur po przekątnej, odcinki rury o długości do 1,5 m mogą pozostać bez przymocowania. Przy większych długościach trzeba stosować specjalne nakładki - elementy mocujące rurę przebiegającą ukośnie, które zatrzaskuje się na nopach przed ułożeniem rury.
9. W przejściach drzwiowych oraz w miejscach, gdzie zaplanowano dylatacje używa się elementu łączącego płyty w miejscu dylatacji (gładki pas folii bez nopów), na którym przykleja się profil dylatacyjny. Przy układaniu płyt noppjet pomija się miejsca dylatacji. Uzupełnia się je paskami zwykłego styropianu i na wierzch dokłada tzw. element łączący z folii.
10. Element łączący przypina się do noppjetu na zakład. Nopy elementu łączącego są wystarczająco duże, by nałożyć je na każdy nop płyty normalnego noppjetu. Dopasowanie do grubości ścian następuje poprzez dostosowanie szerokości zakładu dwóch elementów łączących przypinanych z dwóch stron pasa dylatacyjnego.
11. Na pasach elementów łączących nakleić samoprzylepne profile dylatacyjne. Po ułożeniu rur grzewczych należy nałóżć na rury peszle ochronne, a potem na profile odpowiednio wycięte taśmy dylatacyjne z pianki.





## • Montaż systemu suchego

1. W pierwszym etapie należy dokładnie oczyścić, odkurzyć, wyrównać i ewentualnie uzupełnić luki w podłożu oraz rozwinąć i przymocować taśmę brzegową wzdłuż wszystkich ścian i elementów konstrukcyjnych.
2. W kolejnym kroku należy ułożyć styropianowe profilowane płyty systemowe z kanalikami zaczynając od dalszego narożnika ściany patrząc od strony drzwi do pomieszczenia. Płyty powinny się układać wzdłuż dłuższego boku pomieszczenia lub tak, aby ograniczyć do minimum cięcia oraz odpady styropianu. Dojeżdżając do przeciwległej ściany należy płytę systemową obrócić o 180°, tak aby kanaliki wyprofilowane w łuk znalazły się przy tej ścianie. W przypadku większych pomieszczeń, gdzie wymiary boków przekraczają 8 m, należy je podzielić, obracając płytę o 180° już w połowie długości boku. Drugą połowę należy wyłożyć analogicznie do pierwszej. Taki sposób ułożenia uchroni przed niechcianymi odgłosami wydłużeń termicznych rur.
3. Trzecim etapem jest montaż stalowych profili w kształcie litery omega poprzez wciskanie ich wzdłuż kanalików płyt systemowych. Profile należy umieszczać tylko w kanalikach, którymi będzie prowadzona rura grzewcza, czyli zgodnie z zaprojektowanym już wcześniej rozstawem dla danego pomieszczenia. Kolejne profile powinny być układane w odstępach 5 mm. Profile nie układa się na łukach płyt. Pojedynczy profil ma długość 1000 mm oraz nacięcia co 125 mm, co upraszcza skracanie i dopasowanie do potrzebnego wymiaru.
4. Do tego systemu pasuje tylko i wyłącznie rura wielowarstwowa PURMO HKS PE-X/Al/PE 14x2 mm. Rura jest stabilizowana wkładką aluminiową i ma znacznie mniejszy współczynnik rozszerzalności termicznej niż rura jednorodna (np. PE-X). W systemach mokrych ta właściwość nie ma znaczenia, gdyż wydłużenia termiczne rury przejmuje jastrych. Rurę należy układać w meander, wciskając ją stopą w przygotowane wcześniej stalowe profile omega. W przypadku układania rury w odstępach co 75 mm, należy wykonać łuk 150 mm, a następnie wrócić do rozstawu 75 mm. W innym przypadku można przełamać rurę. Wtedy jedynym wyjściem jest zastosowanie złączki naprawczej rura-rura 14x2 mm. Maksymalna długość rury 14x2 mm to 100 mb.
5. Na sam koniec całą powierzchnię należy przykryć arkuszami blachy stalowej ocynkowanej o grubości 0,4 mm i wymiarach 1 m x 1 m. Arkusze blachy również należy układać w odstępach 5 mm, aby uchronić od odgłosów wydłużeń termicznych. Na tak przygotowaną powierzchnię powinno się zastosować płyty suchego jastrychu układając podwójną warstwę o łącznej grubości 25 mm. Suchy jastrych daje możliwość zastosowania klejonych pokryć podłogowych oraz daje wyższą wytrzymałość na obciążenia - do 150 kg/m<sup>2</sup>. Jest on wymagany w przypadku dużych punktowych obciążeń, jak np. sejf, wanna w łazience, etc. W pomieszczeniach wilgotnych pod warstwą suchego jastrychu należy ułożyć folię PE 0,3 mm grubości.
6. W miejscu podejścia rurami do rozdzielaczy lub na powierzchniach stałej zabudowy (bez rur grzewczych) należy zastosować płyty styropianowe nie profilowane (bez kanalików). Kanaliki przy rozdzielaczu można wyciąć własnoręcznie za pomocą specjalnego noża (sprzedawany osobno), tak aby dopasować układ kanalików do sytuacji w miejscu montażu.



- **Przycinanie płyt izolacyjnych**

Wszystkie płyty izolacji termicznej (będącej jednocześnie izolacją akustyczną) mają równą, gładką powierzchnię. Wspólne krawędzie przylegających do siebie płyt łączy się przezroczystą taśmą klejącą używając rozwijacza do taśmy klejącej.

Nawet najmniejsze obcięte fragmenty rolljetu, pozostałe po ułożeniu dużych powierzchni płyt izolacyjnych, można ułożyć jeden przy drugim i po sklejeniu przymocować do nich rury grzejne. Dzięki temu po wykonanej pracy nie pozostają prawie żadne materiały odpadowe.

- **Układanie dylatacji**

Profilowane szyny z tworzywa sztucznego przycina się do właściwej długości i nakleja się je na izolację faltjet/rolljet lub na element łączący płyty w przypadku noppjetu. Szynę należy umieścić tak, by po zamontowaniu skrzydła drzwiowego znajdowała się ona dokładnie pod nim. Rury grzejne przecinające dylatację wkłada się w nacięcia profilowanej szyny. Na rury nakłada się rurki ochronne PESZEL z pianki polietylenowej i oznacza się miejsca, w których trzeba zrobić otwory przelotowe dla rur.

Rury grzejne w obrębie szczeliny dylatacyjnej, należy prowadzić w rurach osłonowych by umożliwić ich swobodne przemieszczanie. Rury osłonowe przecięte są na całej długości, dzięki czemu można je nałożyć na rurę, a następnie przeciągnąć przez profil dylatacyjny, tak by dzielił on rurę ochronną mniej więcej na połowę. Przecięcie rury pozostaje niezaklejone, należy więc tak obrócić rurkę, by znalazło się ono na dole.

Taśmy dylatacyjne mogą być przycinane dopiero po wykonaniu prac posadzkarskich. W przypadku posadzek ceramicznych dylatacje muszą sięgać aż do górnej krawędzi płytek, ostatecznie trzeba je wypełnić odpowiednim trwale elastycznym materiałem np. silikonem.

## 2. Układanie rur grzewych - węzownice ogrzewania podłogowego

Węzownice rur ogrzewania układane są w formie meandrów lub spirali. Forma układania nie wpływa na całkowitą moc cieplną obiegu, ma natomiast wpływ na rozkład temperatury na powierzchni podłogi.

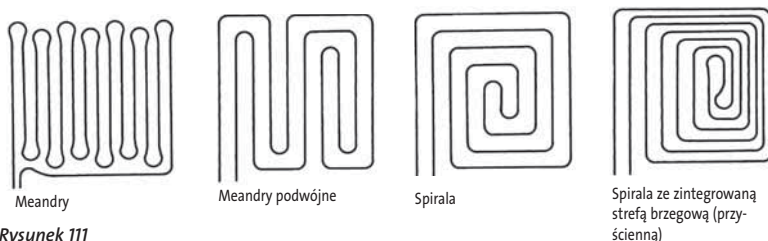
- Układanie w meandry rozpoczyna się zasilaniem od strony ściany zewnętrznej. W ten sposób w strefie największych strat ciepła ogrzewanie podłogowe oddaje najwięcej ciepła
- Ułożenie spiralne charakteryzuje się wyrównaną temperaturą całej powierzchni podłogi. Ten sposób układania jest wygodny ze względu na możliwość dowolnego wyboru promienia łuku w narożnikach. Dzięki temu rury można układać bez problemu nawet przy temp. 0°C

Na odcinkach prostych odstęp między klipsami mocującymi powinny wynosić około 50 -75 cm, natomiast na łuku rurę należy przymocować w co najmniej trzech punktach. W systemie noppjet uni mocowanie rury występuje w płytach z wypustkami.

W miejscach zagęszczenia przewodów grzewych, szczególnie przy rozdzielaczach, należy dodatkowo zaizolować rury by temperatura podłogi nie była zbyt wysoka.

Rysunki poniżej obrazują różne sposoby układania rur grzewych.

W niektórych pomieszczeniach, w szczególności na korytarzach, do rozdzielacza może dochodzić wiele rur. Następstwem zagęszczenia przewodów grzewych jest relatywnie wysoka temperatura podłogi tzn. duża moc cieplna. W takich wypadkach zaleca się zaizolowanie rur otuliną z pianki.



**Rysunek 111**  
Sposoby układania rur grzewych

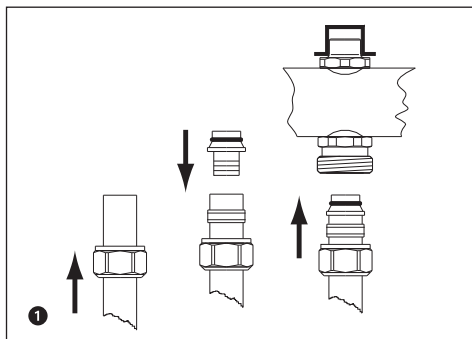
### • Wielkości obiegów węzownic

Rury ogrzewania podłogowego oddają ciepło przede wszystkim ku górze (ciepło użytkowe), a także ku dołowi przez warstwę izolacji (straty ciepła). Całkowita ilość ciepła oddawana przez instalację ogrzewania podłogowego oraz różnica między temperaturą zasilania i powrotu określają wielkość strumienia wody płynącej w węzownicy. Od średnicy rury zależy prędkość przepływu wody, która nie powinna przekraczać 0,5 m/sek. Stratę ciśnienia musi pokryć praca pompy obiegowej.

Przeciętny odstęp rur grzewych w budownictwie mieszkaniowym wynosi 150 mm. Z jednego zwoju rury długości 120 m można więc ułożyć w przeciętnych warunkach węzownicę na powierzchni około 18 m<sup>2</sup>.

W pomieszczeniach, gdzie ludzie przebywają czasowo (np. hol w budynku szkolnym), nie obowiązują żadne wymagania dotyczące równomiernego rozkładu temperatury. Rury grzejne mogą być ułożone rzadziej np. co 300 mm.

### 3. Podłączanie rur do rozdzielacza oraz regulacja przepływu w obiegach



1. Dopasować długość rury przy rozdzielaczu obcinając za pomocą nożyc. Nałożyć na rurę nakrętkę i pierścień zaciskowy złączki rura-rozdzielacz. Do rury włożyć korpus z podłączeniem stożkowym.

2. Kluczem SW 27 zakręcić nakrętkę na króćcu przyłączeniowym rozdzielacza, przytrzymując kluczem SW 24.

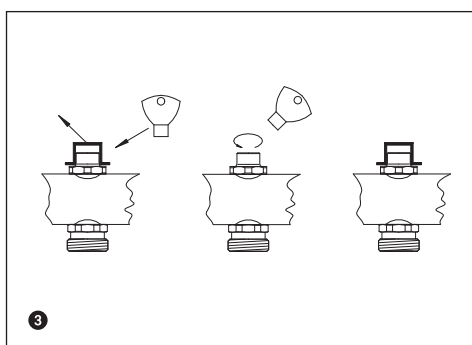
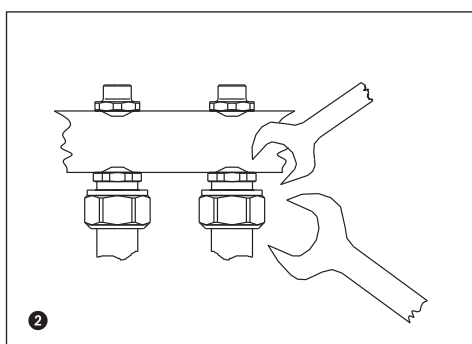
3. Regulacja hydrauliczna:

a) w przypadku **rozdzielaczy ze stali nierdzewnej o profilu okrągłym 1" bez przepływomierzy** - zdjąć kołpaki ochronne zaworów na zasilaniu i za pomocą załączonego klucza czworokątnego zamknąć zawór kręcąc zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Otworzyć zawór, realizując nastawę wstępną podaną w obliczeniach hydraulicznych poprzez wykonanie kluczem odpowiedniej liczby obrotów w kierunku przeciwnym.

b) w przypadku **rozdzielaczy ze stali nierdzewnej o profilu okrągłym 1" ze wskaźnikami przepływu** - zdjąć kołpaki ochronne zaworów na powrocie i za pomocą załączonego klucza czworokątnego przekręcać zawór. Ilość przepływającej w obiegu wody można bezpośrednio odczytać na przepływomierzach zamontowanych na zasilaniu.

c) w przypadku **rozdzielaczy DSM** - zdjąć nakrętki ochronne z zaworów termostatycznych na powrocie. Odblokować przepływomierze na belce zasilającej, ściągnając czerwony kapsel zabezpieczający do góry i ustawić je w pozycji całkowicie otwarte, kręcąc wskaźnikiem w lewo. Wymagany przepływ dla każdego obiegu ustawiamy kręcąc wskaźnikiem w prawo. Po wyregulowaniu i ewentualnej korekcie przepływu we wszystkich obiegach należy zablokować przepływomierze.

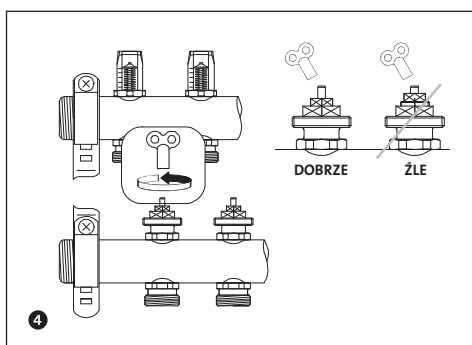
d) w przypadku **rozdzielaczy przemysłowych LASER SERIES 5/4"** - należy rozpocząć od pełnego otwarcia wszystkich zaworów odcinających na belce powrotnej i ustawienia przepływomierzy na belce górnej z pozycji całkowicie otwartych, poprzez obrót folki wskaźnika przepływu w lewo. Wymagany przepływ dla każdego obiegu ustawiamy kręcąc wskaźnikiem w prawo.



Wartości do nastaw oraz diagramy strat ciśnienia znajdują się na stronach 102-104.

### 4. Próba ciśnieniowa

Sprawdzenie szczelności instalacji należy przeprowadzać pod ciśnieniem próbnym o 2 bary wyższym od ciśnienia roboczego w danej instalacji, jednak przy ciśnieniu nie niższym niż 6 barów. Ciśnienie takie należy utrzymywać także później, podczas układania jastychu ze względu na możliwość lepszej kontroli. Z próby szczelności należy sporządzić odpowiedni protokół. Formularze znajdują się na stronach 105-108.



## 5. Wylewanie i wiązanie jastrychu

### • Przygotowanie

Jastrych należy przygotować zgodnie z instrukcją zamieszczoną na opakowaniu plastyfikatora Purmo. Do jastrychu należy dodać emulsję PURMO. Może być ona stosowana w temperaturze nie niższej niż +6°C. Powinna być składowana w pomieszczeniach zabezpieczonych przed mrozem. W temperaturze pokojowej może być przechowywana około 6 miesięcy. W budynkach mieszkalnych emulsję stosuje się w następujący sposób:

1,5 - 2 l emulsji na 1 m<sup>3</sup> zaprawy jastrychowej. Tej ilości odpowiada 100 l wody zarobowej.

Minimalna grubość warstwy jastrychu wynosi 65 mm (45 mm nad rurami).

### • Wiązanie i wygrzewanie jastrychu

Po 21 dniach można rozpocząć wygrzewanie płyty grzejnej (po 7 dniach w przypadku jastrychu anhydrytowego), które składa się z 3 etapów:

- przez pierwsze 3 dni należy utrzymywać temperaturę zasilania 25°C
- przez kolejne 5 dni należy utrzymywać maksymalną temperaturę zasilania,
- po łącznie 8 dniach wygrzewania należy ochłodzić go do temperatury pokojowej i sprawdzić wilgotność

Zleceniodawca powinien zadbać o to, aby po ułożeniu rur aż do momentu związania jastrychu nie wchodzić do pomieszczeń. Zbyt wczesne obciążenie może uszkodzić podłogę.

Tabela 25

Dopuszczalna maksymalna wilgotność jastrychu przy użyciu miernika CM [%]

Rodzaj wykończenia	Jastrych cementowy	Jastrych anhydrytowy
Wykładzina	1,8	0,3
Parkiet	1,8	0,3
Podłoga laminowana	1,8	0,3
Kamień / terakota	2,0	0,3

## 6. Zasady napełniania i uruchamiania instalacji

Po ułożeniu jastrychu i zakończeniu procesu wiązania można uruchomić instalację, zgodnie z następującymi zasadami:

1. Zamknąć zawory obiegów grzewczych na rozdzielaczu.
2. Napełnić i odpowietrzyć instalację na odcinku od kotła do rozdzielaczy.
3. Pojedynczo otwierać zawory kolejnych obiegów grzewczych i napełniać je aż do całkowitego odpowietrzenia. Po odpowietrzeniu każdego obiegu ponownie zamknąć jego zawory. Dopiero gdy wszystkie obiegi są odpowietrzone, można ponownie otworzyć pozostałe zawory.
4. Termostat bezpieczeństwa na zasilaniu ogrzewania podłogowego nastawić na 60°C.
5. Poziom ciśnienia i pompę nastawić w zależności od obliczonych strat ciśnienia.
6. Nastawić zawory ilości przepływu zgodnie z obliczeniami i diagramem przepływu.
7. Nastawić maksymalną różnicę ciśnienia na regulatorze różnicy ciśnień.
8. Wszystkie mieszacze zamknąć i uruchomić kocioł. Po osiągnięciu temperatury roboczej kotła można otworzyć mieszacz regulujący. Ewentualne urządzenia sterujące mieszacza powinny być nastawione na odpowied-

nie warunki temperaturowe. W przypadku, gdy instalację wyposażono w mieszacz obniżający temperaturę zasilania, należy nastawić go na temperaturę zasilania w granicach 50-60°C i wyłączyć, nie dopuszczając do rozregulowania układu.

9. Podłączyć i ustawić urządzenia automatyki pogodowej oraz sprawdzić ich funkcjonowanie.

Układanie warstwy wykończeniowej podłogi można rozpocząć dopiero po uruchomieniu instalacji.

### **Długi okres gwarancji**

Dotychczas wykonano wiele milionów metrów kwadratowych ogrzewania podłogowego na płytach izolacyjnych rolljet i faltjet. Jest to do tej pory najbardziej skuteczny i niezawodny system.

Elementy systemu poddawano wielu próbom przy podwyższonych obciążeniach.

Uzyskane efekty upoważniają nas, do udzielania 10-letniej gwarancji na kompletny system ogrzewania płaszczyznowego oraz 30-letniej gwarancji na rurę PexPenta.

Jeżeli pomimo właściwej obsługi i prawidłowego wykonania instalacji, wystąpią uszkodzenia elementów systemu, to poniesiemy koszty wymiany uszkodzonych części, z uwzględnieniem demontażu i ponownego montażu.

Formularz gwarancyjny dostępny na stronie 108.

# Emisja ciepła: rolljet / faltjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.										$R_\lambda =$ 0,00 $\text{m}^2\text{K/W}$		
		300		250		200		150		100			50	
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C		W/m <sup>2</sup>	°C
35	15	73	23,6	84	24,0	97	24,6	112	25,5	129	26,6	150	28,0	
	18	62	25,5	72	25,8	83	26,3	95	27,1	110	28,0	128	29,3	
	20	55	26,7	63	27,0	73	27,4	84	28,1	97	28,9	113	30,0	
	22	48	27,8	55	28,1	63	28,5	73	29,1	84	29,9	98	30,8	
	24	40	29,0	46	29,3	53	29,6	62	30,1	71	30,7	83	31,6	
40	15	92	25,6	105	26,1	122	26,8	140	27,9	162	29,2	188	31,0	
	18	81	27,4	93	27,9	107	28,5	123	29,4	142	30,7	165	32,2	
	20	73	28,6	84	29,0	97	29,6	112	30,5	129	31,6	150	33,0	
	22	66	29,9	76	30,2	87	30,7	101	31,5	116	32,6	135	33,9	
45	24	59	31,1	67	31,4	78	31,8	90	32,6	104	33,5	120	34,6	
	15	110	27,5	126	28,1	146	28,9	168	30,2	194	31,8	226	33,9	
	18	99	29,4	114	29,9	131	30,6	151	31,8	175	33,3	203	35,1	
	20	92	30,6	105	31,1	122	31,8	140	32,9	162	34,2	188	36,0	
	22	84	31,8	97	32,3	112	32,9	129	33,9	149	35,2	173	36,8	
	24	77	33,0	88	33,5	102	34,0	118	35,0	136	36,1	158	37,6	
50	15	128	29,4	147	30,1	170	31,0	196	32,5	226	34,3	263	36,7	
	18	117	31,3	135	31,9	156	32,7	179	34,1	207	35,8	241	38,0	
	20	110	32,5	126	33,1	146	33,9	168	35,2	194	36,8	226	38,9	
	22	103	33,7	118	34,3	136	35,1	157	36,2	181	37,8	211	39,7	
	24	95	35,0	109	35,5	126	36,2	146	37,3	168	38,7	196	40,6	
55	15	147	31,2	168	32,0	194	33,1	224	34,7	259	36,8	301	39,5	
	18	136	33,1	156	33,8	180	34,8	207	36,4	239	38,3	278	40,8	
	20	128	34,4	147	35,1	170	36,0	196	37,5	226	39,3	263	41,7	
	22	121	35,6	139	36,3	160	37,2	185	38,5	214	40,3	248	42,6	
	24	114	36,9	131	37,5	151	38,3	174	39,6	201	41,3	233	43,4	

Beton

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.										$R_\lambda =$ 0,05 $\text{m}^2\text{K/W}$		
		300		250		200		150		100			50	
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C		W/m <sup>2</sup>	°C
35	15	59	22,1	66	22,3	74	22,5	84	23,1	95	23,8	108	24,6	
	18	50	24,1	56	24,3	63	24,5	72	25,0	81	25,6	91	26,3	
	20	44	25,5	50	25,6	56	25,8	63	26,2	71	26,8	81	27,4	
	22	38	26,8	43	26,9	48	27,1	55	27,5	62	27,9	70	28,5	
	24	32	28,1	36	28,2	41	28,4	46	28,7	52	29,1	59	29,6	
40	15	74	23,7	83	23,9	93	24,2	105	24,9	119	25,7	135	26,8	
	18	65	25,7	73	25,9	82	26,2	93	26,8	105	27,6	118	28,5	
	20	59	27,1	66	27,3	74	27,5	84	28,1	95	28,8	108	29,6	
	22	53	28,4	60	28,6	67	28,9	76	29,4	86	30,0	97	30,7	
	24	47	29,8	53	29,9	60	30,2	67	30,6	76	31,2	86	31,9	
45	15	89	25,3	99	25,5	112	25,9	126	26,7	143	27,7	161	28,9	
	18	80	27,3	89	27,6	100	27,9	114	28,6	128	29,5	145	30,6	
	20	74	28,7	83	28,9	93	29,2	105	29,9	119	30,7	135	31,8	
	22	68	30,1	76	30,3	86	30,6	97	31,2	109	32,0	124	32,9	
	24	62	31,4	70	31,6	78	31,9	88	32,5	100	33,2	113	34,1	
50	15	103	26,8	116	27,1	130	27,5	147	28,5	166	29,6	188	31,0	
	18	94	28,9	106	29,1	119	29,6	135	30,4	152	31,5	172	32,7	
	20	89	30,3	99	30,5	112	30,9	126	31,7	143	32,7	161	33,9	
	22	83	31,6	93	31,9	104	32,2	118	33,0	133	33,9	151	35,1	
	24	77	33,0	86	33,2	97	33,6	109	34,3	124	35,1	140	36,2	
55	15	118	28,3	132	28,7	149	29,2	168	30,2	190	31,5	215	33,1	
	18	109	30,4	122	30,7	138	31,2	156	32,2	176	33,3	199	34,8	
	20	103	31,8	116	32,1	130	32,5	147	33,5	166	34,6	188	36,0	
	22	97	33,2	109	33,5	123	33,9	139	34,8	157	35,8	178	37,2	
	24	91	34,6	103	34,8	115	35,2	131	36,1	147	37,1	167	38,3	

Ceramika

## Maksymalna temperatura podłogi wg normy PN-EN 1264

Strefa przebywania ludzi:  $t_{F,max} = 29 \text{ °C}$

Strefa brzegowa:  $t_{F,max} = 35 \text{ °C}$

Łazienki:  $t_{F,max} = 33 \text{ °C}$

\*Emisja ciepła dla rury PURMO 17x2mm

# Emisja ciepła: rolljet / faltjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{fm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{f,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.												$R_\lambda =$ 0,10 m <sup>2</sup> K/W
		300		250		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	15	50	21,1	55	21,2	61	21,3	68	21,6	75	22,1	83	22,6	
	18	43	23,3	47	23,3	52	23,5	58	23,7	64	24,1	71	24,6	
	20	38	24,7	42	24,8	46	24,9	51	25,1	56	25,4	63	25,9	
	22	33	26,1	36	26,2	40	26,3	44	26,5	49	26,8	54	27,2	
	24	28	27,6	30	27,6	34	27,7	37	27,9	41	28,1	46	28,4	
40	15	63	22,5	69	22,6	77	22,8	85	23,1	94	23,7	104	24,3	
	18	55	24,7	61	24,7	68	24,9	75	25,3	83	25,7	92	26,3	
	20	50	26,1	55	26,2	61	26,3	68	26,6	75	27,1	83	27,6	
	22	45	27,6	50	27,6	55	27,8	61	28,0	68	28,4	75	28,9	
	24	40	29,0	44	29,0	49	29,2	54	29,4	60	29,8	67	30,2	
45	15	75	23,9	83	23,9	92	24,2	102	24,6	113	25,2	125	26,0	
	18	68	26,0	75	26,1	83	26,3	92	26,7	101	27,3	113	28,0	
	20	63	27,5	69	27,6	77	27,8	85	28,1	94	28,7	104	29,3	
	22	58	29,0	64	29,0	71	29,2	78	29,5	86	30,0	96	30,7	
	24	53	30,4	58	30,5	64	30,6	71	31,0	79	31,4	88	32,0	
50	15	88	25,2	97	25,3	107	25,5	119	26,1	131	26,8	146	27,7	
	18	80	27,4	89	27,5	98	27,7	108	28,2	120	28,8	133	29,7	
	20	75	28,9	83	28,9	92	29,2	102	29,6	113	30,2	125	31,0	
	22	70	30,3	78	30,4	86	30,6	95	31,0	105	31,6	117	32,4	
	24	65	31,8	72	31,9	80	32,0	88	32,4	98	33,0	108	33,7	
55	15	100	26,5	111	26,6	123	26,9	136	27,5	150	28,3	167	29,3	
	18	93	28,7	102	28,8	114	29,1	125	29,6	139	30,4	154	31,3	
	20	88	30,2	97	30,3	107	30,5	119	31,1	131	31,8	146	32,7	
	22	83	31,7	91	31,8	101	32,0	112	32,5	124	33,2	138	34,0	
	24	78	33,1	86	33,2	95	33,4	105	33,9	116	34,5	129	35,4	

Panele/  
wykładzina

średnia temp. wody w rurach $t_{fm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{f,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.												$R_\lambda =$ 0,15 m <sup>2</sup> K/W
		300		250		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	15	44	20,4	48	20,4	52	20,5	57	20,7	62	21,0	68	21,3	
	18	37	22,7	41	22,7	44	22,7	48	22,9	53	23,1	58	23,5	
	20	33	24,2	36	24,2	39	24,2	43	24,4	47	24,6	51	24,9	
	22	28	25,7	31	25,7	34	25,7	37	25,8	40	26,0	44	26,3	
	24	24	27,1	26	27,1	29	27,2	31	27,3	34	27,5	37	27,7	
40	15	55	21,6	60	21,6	65	21,7	71	22,0	78	22,3	85	22,8	
	18	48	23,9	53	23,9	57	24,0	63	24,2	68	24,5	75	24,9	
	20	44	25,4	48	25,4	52	25,5	57	25,7	62	26,0	68	26,3	
	22	39	26,9	43	26,9	47	27,0	51	27,2	56	27,4	61	27,8	
	24	35	28,4	38	28,4	42	28,5	46	28,6	50	28,9	54	29,2	
45	15	66	22,8	72	22,8	78	22,9	86	23,2	93	23,6	102	24,2	
	18	59	25,1	65	25,1	70	25,2	77	25,5	84	25,8	92	26,3	
	20	55	26,6	60	26,6	65	26,7	71	27,0	78	27,3	85	27,8	
	22	50	28,1	55	28,1	60	28,2	66	28,4	72	28,8	78	29,2	
	24	46	29,7	50	29,7	55	29,7	60	29,9	65	30,2	71	30,6	
50	15	77	24,0	84	24,0	91	24,1	100	24,4	109	24,9	119	25,5	
	18	70	26,3	76	26,3	84	26,4	91	26,7	100	27,2	109	27,7	
	20	66	27,8	72	27,8	78	27,9	86	28,2	93	28,6	102	29,2	
	22	61	29,3	67	29,3	73	29,4	80	29,7	87	30,1	95	30,6	
	24	57	30,9	62	30,9	68	30,9	74	31,2	81	31,6	88	32,0	
55	15	88	25,2	96	25,2	104	25,3	114	25,7	124	26,2	136	26,9	
	18	81	27,5	88	27,5	97	27,6	105	27,9	115	28,4	126	29,1	
	20	77	29,0	84	29,0	91	29,1	100	29,4	109	29,9	119	30,5	
	22	72	30,5	79	30,5	86	30,6	94	31,0	103	31,4	112	32,0	
	24	68	32,1	74	32,1	81	32,1	88	32,5	96	32,9	105	33,4	

Parkiet /  
gruby dywan

## Wyniki badań laboratoryjnych na podstawie normy PN-EN 1264-2

Rozstaw rur [mm]	300	250	200	150	100	50
Gęstość strumienia ciepła [W/m <sup>2</sup> ]	76,7	83,7	90,4	94,6	97,7	100,0
logarytmiczna różnica temperatur [K]	20,9	19,9	18,6	16,9	15,1	13,3

\*Emisja ciepła dla rury PURMO 17x2mm



# Emisja ciepła: noppjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.										$R_\lambda =$ $0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$		
		300		250		200		150		100			50	
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C		W/m <sup>2</sup>	°C
35	15	71	23,2	81	23,7	94	24,3	108	25,2	127	26,4	149	27,9	
	18	60	25,1	69	25,5	80	26,0	92	26,8	108	27,8	127	29,2	
	20	53	26,4	61	26,7	70	27,1	81	27,8	95	28,8	112	30,0	
	22	46	27,6	53	27,9	61	28,3	70	28,9	82	29,7	97	30,8	
	24	39	28,8	45	29,0	52	29,4	60	29,9	70	30,6	82	31,5	
40	15	88	25,1	101	25,6	117	26,3	136	27,5	159	29,0	187	30,9	
	18	78	27,0	89	27,5	103	28,1	119	29,1	139	30,4	164	32,1	
	20	71	28,2	81	28,7	94	29,3	108	30,2	127	31,4	149	32,9	
	22	64	29,5	73	29,9	84	30,4	98	31,2	114	32,4	134	33,8	
	24	56	30,7	65	31,1	75	31,6	87	32,3	101	33,3	119	34,6	
45	15	106	26,9	122	27,5	141	28,4	163	29,7	190	31,5	224	33,7	
	18	95	28,8	109	29,4	127	30,2	146	31,4	171	33,0	201	35,0	
	20	88	30,1	101	30,6	117	31,3	136	32,5	159	34,0	187	35,9	
	22	81	31,4	93	31,9	108	32,5	125	33,5	146	35,0	172	36,7	
	24	74	32,6	85	33,1	98	33,7	114	34,6	133	35,9	157	37,5	
50	15	124	28,7	142	29,4	164	30,4	190	31,9	222	34,0	261	36,5	
	18	113	30,6	130	31,3	150	32,2	173	33,6	203	35,5	239	37,9	
	20	106	31,9	122	32,5	141	33,4	163	34,7	190	36,5	224	38,7	
	22	99	33,2	113	33,8	131	34,6	152	35,8	178	37,5	209	39,6	
	24	92	34,5	105	35,0	122	35,8	141	33,9	165	38,5	194	40,4	
55	15	141	30,5	162	31,3	188	32,4	217	34,1	254	36,4	298	39,3	
	18	131	32,4	150	33,2	174	34,2	201	35,8	235	38,0	276	40,7	
	20	124	33,7	142	34,4	164	35,4	190	36,9	222	39,0	261	41,5	
	22	116	35,0	134	35,7	165	36,6	179	38,0	209	40,0	246	42,4	
	24	109	36,3	126	36,9	145	37,8	168	39,1	197	41,0	231	43,3	

**beton**

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.										$R_\lambda =$ $0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$		
		300		250		200		150		100			50	
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C		W/m <sup>2</sup>	°C
35	15	57	21,8	64	22,0	72	22,3	82	22,9	93	23,6	106	24,5	
	18	48	23,8	54	24,0	62	24,3	70	24,8	79	25,4	90	26,2	
	20	43	25,2	48	25,4	54	25,6	61	26,1	70	26,6	80	27,3	
	22	37	26,6	42	26,7	47	26,9	53	27,3	61	27,8	69	28,4	
	24	31	27,9	35	28,1	40	28,2	45	28,6	51	29,0	59	29,5	
40	15	71	23,3	80	23,6	91	24,0	102	24,6	117	25,6	133	26,7	
	18	62	25,4	70	25,6	80	26,0	90	26,6	103	27,4	117	28,4	
	20	57	26,8	64	27,0	72	27,3	82	27,9	93	28,6	106	29,5	
	22	51	28,2	58	28,4	65	28,6	74	29,2	84	29,8	96	30,7	
	24	45	29,5	51	29,7	58	30,0	65	30,4	75	31,0	85	31,8	
45	15	85	24,8	96	25,1	109	25,6	123	26,4	140	27,5	160	28,8	
	18	77	26,9	86	27,2	98	27,6	110	28,3	126	29,3	144	30,5	
	20	71	28,3	80	28,6	91	29,0	102	29,6	117	30,6	133	31,7	
	22	65	29,7	74	30,0	83	30,3	94	30,9	107	31,8	122	32,8	
	24	60	31,1	67	31,3	76	31,7	86	32,2	98	33,0	112	34,0	
50	15	99	26,3	112	26,7	127	27,2	143	28,1	163	29,3	186	30,8	
	18	91	28,4	102	28,7	116	29,2	131	30,1	149	31,2	170	32,6	
	20	85	29,8	96	30,1	109	30,6	123	31,4	140	32,5	160	33,8	
	22	80	31,2	90	31,5	101	31,9	115	32,7	130	33,7	149	34,9	
	24	74	32,6	83	32,9	94	33,3	106	34,0	121	34,9	138	36,1	
55	15	114	27,7	128	28,2	145	28,7	164	29,8	186	31,2	213	32,9	
	18	105	29,8	118	30,3	134	30,8	151	31,8	172	33,1	197	34,7	
	20	99	31,3	112	31,7	127	32,2	143	33,1	163	34,3	186	35,8	
	22	94	32,7	106	33,0	119	33,5	135	34,4	154	35,6	176	37,0	
	24	88	34,1	99	34,4	112	34,9	127	35,7	144	36,8	165	38,2	

**Ceramika**

## Maksymalna temperatura podłogi wg normy PN-EN 1264

Strefa przebywania ludzi:  $t_{F,max} = 29 \text{ °C}$

Strefa brzegowa:  $t_{F,max} = 35 \text{ °C}$

Łazienki:  $t_{F,max} = 33 \text{ °C}$

\*Emisja ciepła dla rury PURMO 14 x 2 mm

# Emisja ciepła: noppjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.												$R_\lambda =$ 0,10 m <sup>2</sup> K/W
		300		250		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	15	49	20,9	54	21,0	60	21,2	66	21,5	74	22,0	83	22,6	
	18	41	23,1	46	23,2	51	23,3	56	23,6	63	24,0	70	24,5	
	20	36	24,5	40	24,6	45	24,7	50	25,0	56	25,4	62	25,8	
	22	32	26,0	35	26,0	39	26,2	43	26,4	48	26,7	54	27,1	
	24	27	27,4	30	27,5	33	27,6	37	27,8	41	28,1	45	28,4	
40	15	61	22,2	67	22,3	75	22,5	83	23,0	93	23,6	103	24,3	
	18	53	24,4	59	24,5	66	24,7	73	25,1	81	25,6	91	26,2	
	20	49	25,9	54	26,0	60	26,2	66	26,5	74	27,0	83	27,6	
	22	44	27,3	48	27,4	54	27,6	60	27,9	67	28,4	74	28,9	
	24	39	28,8	43	28,9	48	29,0	53	29,3	59	29,7	66	30,2	
45	15	73	23,5	81	23,6	90	23,9	100	24,4	111	25,1	124	25,9	
	18	66	25,7	73	25,9	81	26,1	90	26,6	100	27,2	112	27,9	
	20	61	27,2	67	27,3	75	27,5	83	28,0	93	28,6	103	29,3	
	22	56	28,7	62	28,8	69	29,0	76	29,4	85	29,9	95	30,6	
	24	51	30,1	56	30,3	63	30,4	70	30,8	78	31,3	87	31,9	
50	15	85	24,8	94	25,0	105	25,2	116	25,8	130	26,6	145	27,6	
	18	78	27,0	86	27,2	96	27,4	106	28,0	118	28,7	132	29,6	
	20	73	28,5	81	28,6	90	28,9	100	29,4	111	30,1	124	30,9	
	22	68	30,0	75	30,1	84	30,4	93	30,8	104	31,5	116	32,3	
	24	63	31,5	70	31,6	78	31,8	86	32,3	96	32,9	107	33,6	
55	15	97	26,0	108	26,2	120	26,5	133	27,2	148	28,1	165	29,2	
	18	90	28,3	100	28,5	111	28,8	123	29,4	137	30,2	153	31,2	
	20	85	29,8	94	30,0	105	30,2	116	30,8	130	31,6	145	32,6	
	22	80	31,3	89	31,4	99	31,7	110	32,3	122	33,0	136	33,9	
	24	75	32,8	83	32,9	93	33,2	103	33,7	115	34,4	128	35,3	

Panele/  
wykładzina

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Rozstaw rur w mm.												$R_\lambda =$ 0,15 m <sup>2</sup> K/W
		300		250		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	15	43	20,2	47	20,3	51	20,3	56	20,6	61	20,9	68	21,3	
	18	36	22,5	40	22,5	43	22,6	48	22,8	52	23,1	57	23,4	
	20	32	24,0	35	24,0	38	24,1	42	24,3	46	24,5	51	24,9	
	22	28	25,5	30	25,5	33	25,6	36	25,8	40	26,0	44	26,3	
	24	23	27,0	26	27,0	28	27,1	31	27,2	34	27,4	37	27,7	
40	15	53	21,4	58	21,4	64	21,5	70	21,8	77	22,2	85	22,7	
	18	47	23,7	51	23,7	56	23,8	62	24,1	68	24,4	74	24,9	
	20	43	25,2	47	25,3	51	25,3	56	25,6	61	25,9	68	26,3	
	22	38	26,7	42	26,8	46	26,8	50	27,1	55	27,4	61	27,7	
	24	34	28,3	37	28,3	41	28,3	45	28,6	49	28,8	54	29,1	
45	15	64	22,5	70	22,6	77	22,7	84	23,1	92	23,5	101	24,1	
	18	58	24,8	63	24,9	69	25,0	76	25,3	83	25,8	91	26,3	
	20	53	26,4	58	26,4	64	26,5	70	26,8	77	27,2	85	27,7	
	22	49	27,9	54	28,0	59	28,0	64	28,3	71	28,7	78	29,2	
	24	45	29,4	49	29,5	54	29,6	59	29,8	64	30,2	71	30,6	
50	15	75	23,7	82	23,7	89	23,9	98	24,3	107	24,8	118	25,5	
	18	68	26,0	75	26,0	82	26,2	90	26,6	98	27,0	108	27,7	
	20	64	27,5	70	27,6	77	27,7	84	28,1	92	28,5	101	29,1	
	22	60	29,1	65	29,1	71	29,2	78	29,6	86	30,0	95	30,6	
	24	55	30,6	61	30,7	66	30,8	73	31,1	80	31,5	88	32,0	
55	15	85	24,8	93	24,9	102	25,0	112	25,5	123	26,1	135	26,8	
	18	79	27,1	86	27,2	94	27,3	104	27,8	114	28,3	125	29,0	
	20	75	28,7	82	28,7	89	28,9	98	29,3	107	29,8	118	30,5	
	22	70	30,2	77	30,3	84	30,4	92	30,8	101	31,3	112	31,9	
	24	66	31,8	72	31,8	79	31,9	87	32,3	95	32,8	105	33,4	

Parkiet /  
gruby dywan

## Wyniki badań laboratoryjnych na podstawie normy PN-EN 1264-2

Rozstaw rur [mm]	300	250	200	150	100	50
Gęstość strumienia ciepła [W/m <sup>2</sup> ]	76,7	84,3	90,9	94,8	97,7	100,0
logarytmiczna różnica temperatur [K]	22,0	20,8	19,4	17,5	15,4	13,4

\*Emisja ciepła dla rury PURMO 14 x 2 mm

# Emisja ciepła: system suchy

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.								$R_{\lambda} = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		300		225		150		75		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	33	22,2	46	23,3	62	24,4	79	25,7	
	20	29	23,8	41	24,7	55	25,7	70	26,8	
	22	25	25,3	35	26,1	47	27,0	61	28,0	
	24	22	26,8	30	27,5	40	28,3	51	29,2	
40	18	43	23,3	60	24,7	80	26,1	103	27,7	
	20	39	24,9	55	26,1	73	27,4	93	28,9	
	22	35	26,4	49	27,5	66	28,7	84	30,1	
	24	31	28,0	44	29,0	58	30,0	75	31,3	
45	18	53	24,4	74	26,0	98	27,7	126	29,7	
	20	49	26,0	68	27,5	91	29,1	117	30,9	
	22	45	27,6	63	28,9	84	30,4	107	32,1	
	24	41	29,1	57	30,4	76	31,7	98	33,3	
50	18	63	25,5	87	27,4	116	29,3	149	31,6	
	20	59	27,1	82	28,8	109	30,7	140	32,9	
	22	55	28,6	76	30,3	102	32,0	131	34,1	
	24	51	30,2	71	31,7	95	33,4	121	35,3	

Bez okładziny

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.								$R_{\lambda} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		300		225		150		75		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	30	21,8	40	22,6	51	23,3	63	24,2	
	20	26	23,4	35	24,1	45	24,8	56	25,5	
	22	23	25,0	31	25,6	39	26,2	48	26,9	
	24	19	26,6	26	27,1	33	27,6	41	28,2	
40	18	39	22,8	52	23,8	66	24,8	81	25,9	
	20	35	24,4	47	25,3	60	26,2	74	27,2	
	22	32	26,0	42	26,8	54	27,6	67	28,5	
	24	28	27,6	38	28,3	48	29,1	59	29,9	
45	18	47	23,8	63	25,0	81	26,1	100	27,5	
	20	44	25,4	59	26,5	75	27,6	93	28,8	
	22	40	27,0	54	28,0	69	29,0	85	30,2	
	24	37	28,6	49	29,6	63	30,5	78	31,5	
50	18	56	24,8	75	26,2	96	27,5	118	29,0	
	20	53	26,4	71	27,7	90	29,0	111	30,4	
	22	49	28,0	66	29,2	84	30,4	104	31,8	
	24	46	29,6	61	30,8	78	31,9	96	33,1	

Ceramika

## Wyniki badań laboratoryjnych na podstawie normy PN-EN 1264-2

Strefa przebywania ludzi:  $t_{F,max} = 29 \text{ °C}$

Strefa brzegowa:  $t_{F,max} = 29 \text{ °C}$

Łazienki:  $t_{F,max} = t_i + 9 \text{ °C} = 33 \text{ °C}$

Moce cieplne były testowane zgodnie z normą PN-EN 1264 i odnoszą się do rury grzewczej HKS 14x2 mm oraz płyt suchego jastrychu nad rurami o grubości 25 mm

# Emisja ciepła: system suchy

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.								$R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		300		225		150		75		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	27	21,5	35	22,1	43	22,6	52	23,2	Dywan
	20	24	23,1	31	23,6	38	24,1	46	24,7	
	22	21	24,7	27	25,2	33	25,6	40	26,1	
	24	17	26,3	23	26,7	28	27,1	34	27,5	
40	18	35	22,4	45	23,1	56	23,8	67	24,6	
	20	32	24,0	41	24,7	51	25,3	61	26,1	
	22	28	25,7	37	26,3	46	26,9	55	27,5	
	24	25	27,3	33	27,8	41	28,4	49	28,9	
45	18	43	23,3	55	24,2	69	25,0	83	26,0	
	20	40	24,9	51	25,8	64	26,6	77	27,4	
	22	36	26,6	47	27,3	59	28,1	70	28,9	
	24	33	28,2	43	28,9	54	29,6	64	30,3	
50	18	51	24,2	66	25,2	82	26,2	98	27,3	
	20	47	25,8	62	26,8	77	27,7	92	28,8	
	22	44	27,5	57	28,4	71	29,3	86	30,2	
	24	41	29,1	53	30,0	66	30,8	80	31,7	

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.								$R_{\lambda} = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		300		225		150		75		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	24	21,2	31	21,7	38	22,1	45	22,5	Parkiet / gruby Dywan
	20	22	22,8	27	23,3	33	23,6	39	24,0	
	22	19	24,5	24	24,9	29	25,2	34	25,6	
	24	16	26,1	20	26,5	24	26,7	29	27,1	
40	18	32	22,0	40	22,6	49	23,1	58	23,7	
	20	29	23,7	37	24,2	44	24,7	52	25,3	
	22	26	25,4	33	25,9	40	26,3	47	26,8	
	24	23	27,0	29	27,5	36	27,8	42	28,3	
45	18	39	22,9	49	23,6	60	24,2	71	24,9	
	20	36	24,5	46	25,2	56	25,8	66	26,4	
	22	33	26,2	42	26,8	51	27,4	60	28,0	
	24	30	27,9	38	28,4	47	28,9	55	29,5	
50	18	46	23,7	59	24,5	71	25,2	84	26,1	
	20	43	25,3	55	26,1	67	26,8	79	27,6	
	22	40	27,0	51	27,8	62	28,4	73	29,1	
	24	37	28,7	48	29,4	58	30,0	68	30,7	

Moce cieplne były testowane zgodnie z normą PN-EN 1264 i odnoszą się do rury grzewczej HKS 14x2 mm oraz płyt suchego jastrychu nad rurami o grubości 25 mm

# Emisja ciepła: railjet ogrzewanie ściennie

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_\lambda = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	78	25,6	90	26,4	106	27,5	tynk/farba
	20	69	26,7	80	27,5	93	28,4	
	22	60	27,9	69	28,6	81	29,4	
	24	50	29,1	58	29,6	68	30,4	
40	18	101	27,6	117	28,6	137	30,0	
	20	92	28,8	106	29,7	124	31,0	
	22	83	30,0	96	30,8	112	32,0	
	24	73	31,1	85	31,9	99	32,9	
45	18	124	29,5	143	30,8	168	32,4	
	20	115	30,7	133	31,9	155	33,4	
	22	106	31,9	122	33,0	143	34,4	
	24	96	33,2	112	34,1	130	35,5	
50	18	147	31,4	170	32,9	199	34,8	
	20	138	32,7	159	34,0	186	35,8	
	22	129	33,9	149	35,2	174	36,9	
	24	119	35,1	138	36,3	161	37,9	

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_\lambda = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	62	24,1	70	24,7	80	25,3	tapeta/ płytki klejone
	20	55	25,5	62	25,9	70	26,5	
	22	47	26,8	54	27,2	61	27,7	
	24	40	28,1	45	28,5	51	28,9	
40	18	80	25,8	91	26,4	103	27,2	
	20	73	27,1	82	27,7	94	28,5	
	22	66	28,5	74	29,0	84	29,7	
	24	58	29,8	66	30,3	75	30,9	
45	18	99	27,3	111	28,1	126	29,1	
	20	91	28,7	103	29,4	117	30,4	
	22	84	30,1	95	30,8	108	31,6	
	24	77	31,4	87	32,1	98	32,9	
50	18	117	28,9	132	29,8	150	31,0	
	20	110	30,3	124	31,1	140	32,3	
	22	102	31,7	115	32,5	131	33,5	
	24	95	33,0	107	33,8	122	34,8	

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_\lambda = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_\lambda = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	52	23,2	57	23,5	64	24,0	gruba tapeta/ płytki na zaprawie
	20	45	24,6	50	24,9	56	25,3	
	22	39	26,1	44	26,3	49	26,7	
	24	33	27,5	37	27,7	41	28,0	
40	18	67	24,5	74	25,0	83	25,6	
	20	61	26,0	67	26,4	75	26,9	
	22	55	27,5	60	27,8	68	28,3	
	24	48	28,9	54	29,2	60	29,7	
45	18	82	25,9	91	26,4	101	27,1	
	20	76	27,4	84	27,8	94	28,5	
	22	70	28,8	77	29,3	86	29,9	
	24	64	30,3	71	30,7	79	31,2	
50	18	97	27,2	108	27,8	120	28,6	
	20	91	28,7	101	29,3	113	30,0	
	22	85	30,2	94	30,7	105	31,4	
	24	79	31,6	87	32,1	98	32,8	

\* Moce cieplne były testowane zgodnie z normą PN-EN 1264 i odnoszą się do rury grzewczej HKS 14x2 mm oraz tynku cementowego 10 mm grubości nad rurę

# Emisja ciepła: system suchy ogrzewanie ściennie

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,00 m <sup>2</sup> K/W
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	33	21,5	52	32,1	75	24,9	tynk/farba
	20	29	23,1	46	24,5	66	26,2	
	22	25	24,7	40	26,0	57	27,4	
	24	21	26,3	34	27,4	48	28,6	
40	18	43	22,4	68	24,4	97	26,7	
	20	39	24,0	61	25,9	88	28,0	
	22	35	25,6	55	27,4	79	29,3	
	24	31	27,3	49	28,8	70	30,5	
45	18	52	23,3	83	25,8	119	28,5	
	20	49	24,9	77	27,2	110	29,8	
	22	45	26,6	71	28,7	101	31,1	
	24	41	28,2	65	30,2	92	32,4	
50	18	62	24,1	98	27,1	140	30,3	
	20	58	25,8	92	28,5	132	31,6	
	22	54	27,4	86	30,0	123	32,9	
	24	51	29,1	80	31,5	114	34,1	

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,05 m <sup>2</sup> K/W
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	30	21,1	44	22,4	60	23,7	tapeta/ płytki klejone
	20	26	22,8	39	23,9	53	25,0	
	22	23	24,5	34	25,4	46	26,4	
	24	19	26,1	28	26,9	39	27,8	
40	18	39	22,0	57	23,5	78	25,2	
	20	35	23,6	52	25,0	71	26,6	
	22	32	25,3	46	26,6	64	28,0	
	24	28	27,0	41	28,1	56	29,4	
45	18	47	22,8	70	24,6	95	26,6	
	20	44	24,5	65	26,2	88	28,0	
	22	40	26,1	59	27,7	81	29,4	
	24	37	27,8	54	29,3	74	30,9	
50	18	56	23,6	83	25,7	113	28,1	
	20	53	25,3	77	27,3	106	29,5	
	22	49	26,9	72	28,8	99	30,9	
	24	46	28,6	67	30,4	92	32,3	

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,10 m <sup>2</sup> K/W
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
35	18	27	20,8	38	21,8	50	22,8	gruba tapeta/ płytki na zaprawie
	20	23	22,5	33	23,4	44	24,3	
	22	20	24,2	29	25,0	38	25,8	
	24	17	25,9	25	26,6	32	27,2	
40	18	34	21,6	49	22,8	65	24,1	
	20	31	23,3	45	24,4	59	25,6	
	22	28	25,0	40	26,0	53	27,1	
	24	25	26,7	36	27,6	47	28,5	
45	18	42	22,3	60	23,8	80	25,3	
	20	39	24,0	56	25,4	74	26,8	
	22	36	25,7	51	27,0	68	28,3	
	24	33	27,4	47	28,6	62	29,8	
50	18	50	23,0	71	24,8	94	26,5	
	20	47	24,7	67	26,4	89	28,1	
	22	44	26,5	62	28,0	83	29,6	
	24	41	28,2	58	29,6	77	31,1	

\* Moce cieplne były testowane zgodnie z normą PN-EN 1264 i odnoszą się do rury grzewczej HKS 14x2 mm oraz płyt kartonowo-gipsowych o grubości 10 mm

# Emisja chłodu: rolljet/faltjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} =$ 0,00 m <sup>2</sup> K/W
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	36	16,5	40	15,8	45	15,1	50	14,3	
	24	43	17,4	48	16,6	54	15,7	60	14,7	
	26	50	18,3	56	17,3	63	16,3	70	15,2	
	28	58	19,2	64	18,1	72	17,0	80	15,6	
14	22	29	17,6	32	17,1	36	16,5	40	15,8	
	24	36	18,5	40	17,8	45	17,1	50	16,3	
	26	43	19,4	48	18,6	54	17,7	60	16,7	
	28	50	20,3	56	19,3	63	18,3	70	17,2	
16	22	22	18,7	24	18,3	27	17,9	30	17,4	
	24	29	19,6	32	19,1	36	18,5	40	17,8	
	26	36	20,5	40	19,8	45	19,1	50	18,3	
	28	43	21,4	48	20,6	54	19,7	60	18,7	
18	22	14	19,8	16	19,5	18	19,2	20	18,9	
	24	22	20,7	24	20,3	27	19,9	30	19,4	
	26	29	21,6	32	21,1	36	20,5	40	19,8	
	28	36	22,5	40	21,8	45	21,1	50	20,3	

Bez okładziny

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} =$ 0,05 m <sup>2</sup> K/W
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	30	17,4	30	17,3	36	16,5	40	15,9	
	24	36	18,5	36	18,4	43	17,4	48	16,7	
	26	42	19,6	42	19,5	50	18,3	55	17,5	
	28	47	20,7	48	20,6	57	19,2	63	18,3	
14	22	24	18,4	24	18,3	29	17,6	32	17,1	
	24	30	19,4	30	19,3	36	18,5	40	17,9	
	26	36	20,5	36	20,4	43	19,4	48	18,7	
	28	42	21,6	42	21,5	50	20,3	55	19,5	
16	22	18	19,3	18	19,2	22	18,7	24	18,3	
	24	24	20,4	24	20,3	29	19,6	32	19,1	
	26	30	21,4	30	21,3	36	20,5	40	19,9	
	28	36	22,5	36	22,4	43	21,4	48	20,7	
18	22	12	20,2	12	20,1	14	19,8	16	19,6	
	24	18	21,3	18	21,2	22	20,7	24	20,3	
	26	24	22,4	24	22,3	29	21,6	32	21,1	
	28	30	23,4	30	23,3	36	22,5	40	21,9	

Płytki

Wytłuszczone wartości emisji chłodu  $q$ , oznaczają że, przekroczono temperaturę punktu rosy (kondensacja) przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu 75%

\* Wydajności chłodnicze zostały pomierzone dla rury HKS 14x2 mm

# Emisja chłodu: rolljet/faltjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	25	18,1	27	17,8	30	17,4	33	17,0	
	24	30	19,3	33	18,9	36	18,5	39	18,0	
	26	35	20,6	38	20,1	42	19,6	46	19,0	
	28	40	21,8	44	21,2	48	20,6	52	20,0	
14	22	20	18,9	22	18,6	24	18,3	26	18,0	
	24	25	20,1	27	19,8	30	19,4	33	19,0	
	26	30	21,3	33	20,9	36	20,5	39	20,0	
	28	35	22,6	38	22,1	42	21,6	46	21,0	
16	22	15	19,7	16	19,5	18	19,2	20	19,0	
	24	20	20,9	22	20,6	24	20,3	26	20,0	
	26	25	22,1	27	21,8	30	21,4	33	21,0	
	28	30	23,3	33	22,9	36	22,5	39	22,0	
18	22	10	20,4	11	20,3	12	20,2	13	20,0	
	24	15	21,7	16	21,5	18	21,2	20	21,0	
	26	20	22,9	22	22,6	24	22,3	26	22,0	
	28	25	24,1	27	23,8	30	23,4	33	23,0	

Dywan

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	22	18,6	24	18,3	26	18,1	28	17,7	
	24	26	19,9	28	19,6	31	19,3	33	18,9	
	26	31	21,3	33	20,9	36	20,5	39	20,0	
	28	35	22,6	38	22,2	41	21,7	44	21,2	
14	22	18	19,3	19	19,1	21	18,8	22	18,6	
	24	22	20,6	24	20,3	26	20,1	28	19,7	
	26	26	21,9	28	21,6	31	21,3	33	20,9	
	28	31	23,3	33	22,9	36	22,5	39	22,0	
16	22	13	20,0	14	19,8	15	19,6	17	19,4	
	24	18	21,3	19	21,1	21	20,8	22	20,6	
	26	22	22,6	24	22,3	26	22,1	28	21,7	
	28	26	23,9	28	23,6	31	23,3	33	22,9	
18	22	9	20,6	9	20,5	10	20,4	11	20,3	
	24	13	22,0	14	21,8	15	21,6	17	21,4	
	26	18	23,3	19	23,1	21	22,8	22	22,6	
	28	22	24,6	24	24,3	26	24,1	28	23,7	

Parkiet

Wytłuszczone wartości emisji chłodu  $q$ , oznaczają że, przekroczono temperaturę punktu rosy (kondensacja) przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu 75%

\* Wydajności chłodnicze zostały pomierzone dla rury HKS 14x2 mm



# Emisja chłodu: noppjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} =$ 0,00 m <sup>2</sup> K/W
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	35	16,6	39	16,0	44	15,2	50	14,3	
	24	42	17,6	47	16,8	53	15,8	60	14,8	
	26	49	18,5	55	17,6	62	16,5	70	15,2	
	28	56	19,4	63	18,3	71	17,1	80	15,7	
14	22	28	17,7	31	17,2	35	16,6	40	15,8	
	24	35	18,6	39	18,0	44	17,2	50	16,3	
	26	42	19,6	47	18,8	53	17,8	60	16,8	
	28	49	20,5	55	19,6	62	18,5	70	17,2	
16	22	21	18,8	24	18,4	27	17,9	30	17,4	
	24	28	19,7	31	19,2	35	18,6	40	17,8	
	26	35	20,6	39	20,0	44	19,2	50	18,3	
	28	42	21,6	47	20,8	53	19,8	60	18,8	
18	22	14	19,9	16	19,6	18	19,3	20	18,9	
	24	21	20,8	24	20,4	27	19,9	30	19,4	
	26	28	21,7	31	21,2	35	20,6	40	19,8	
	28	35	22,6	39	22,0	44	21,2	50	20,3	

Bez okładziny

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja chłodu $q$ i średnia temperatura powierzchni podłogi Rozstaw rur w mm								$R_{\lambda} =$ 0,05 m <sup>2</sup> K/W
		200		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	29	17,6	32	17,1	35	16,6	39	15,9	
	24	35	18,7	38	18,1	43	17,5	47	16,7	
	26	40	19,8	45	19,1	50	18,4	55	17,5	
	28	46	20,9	51	20,1	57	19,3	63	18,3	
14	22	23	18,4	26	18,1	28	17,6	31	17,2	
	24	29	19,6	32	19,1	35	18,6	39	17,9	
	26	35	20,7	38	20,1	43	19,5	47	18,7	
	28	40	21,8	45	21,1	50	20,4	55	19,5	
16	22	17	19,3	19	19,0	21	18,7	24	18,4	
	24	23	20,4	26	20,1	28	19,6	31	19,2	
	26	29	21,6	32	21,1	35	20,6	39	19,9	
	28	35	22,7	38	22,1	43	21,5	47	20,7	
18	22	12	20,2	13	20,0	14	19,8	16	19,6	
	24	17	21,3	19	21,0	21	20,7	24	20,4	
	26	23	22,4	26	22,1	28	21,6	31	21,2	
	28	29	23,6	32	23,1	35	22,36	39	21,9	

Płytki

Wytłuszczone wartości emisji chłodu  $q$ , oznaczają że, przekroczono temperaturę punktu rosy (kondensacja) przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu 75%

\* Wydajności chłodnicze zostały pomierzone dla rury HKS 14x2 mm

# Emisja chłodu: noppjet

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach	temp. wewn. pomieszczeń	Jednostkowa emisja chłodu q i średnia temperatura powierzchni podłogi								R <sub>λ</sub> = 0,10 m <sup>2</sup> K/W		
		Rozstaw rur w mm										
		200		150		100		50				
t <sub>Hm</sub> °C	t <sub>i</sub> °C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C			
12	22	25	18,2	27	17,8	30	17,5	32	17,0			
	24	30	19,4	32	19,0	35	18,5	39	18,0			
	26	35	20,7	38	20,2	41	19,6	45	19,0			
	28	39	21,9	43	21,3	47	20,7	52	20,0			
14	22	20	19,0	22	18,7	24	18,4	26	18,0			
	24	25	20,2	27	19,8	30	19,5	32	19,0			
	26	30	21,4	32	21,0	35	20,5	39	20,0			
	28	35	22,7	38	22,2	41	21,6	45	21,0			
16	22	15	19,7	16	19,5	18	19,3	19	19,0			
	24	20	21,0	22	20,7	24	20,4	26	20,0			
	26	25	22,2	27	21,8	30	21,5	32	21,0			
	28	30	23,4	32	23,0	35	22,5	39	22,0			
18	22	10	20,5	11	20,3	12	20,2	13	20,0			
	24	15	21,7	16	21,5	18	21,3	19	21,0			
	26	20	23,0	22	22,7	24	22,4	26	22,0			
	28	25	24,2	27	23,8	30	23,5	32	23,0			

dywan

średnia temp. wody w rurach	temp. wewn. pomieszczeń	Jednostkowa emisja chłodu q i średnia temperatura powierzchni podłogi								R <sub>λ</sub> = 0,15 m <sup>2</sup> K/W		
		Rozstaw rur w mm										
		200		150		100		50				
t <sub>Hm</sub> °C	t <sub>i</sub> °C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C			
12	22	21	18,7	23	18,4	25	18,1	28	17,7			
	24	26	20,0	28	19,7	30	19,3	33	18,9			
	26	30	21,4	33	21,0	36	20,5	39	20,0			
	28	34	22,7	37	22,2	41	21,8	44	21,2			
14	22	17	19,4	19	19,1	20	18,9	22	18,6			
	24	21	20,7	23	20,4	25	20,1	28	19,7			
	26	26	22,0	28	21,7	30	21,3	33	20,9			
	28	30	23,4	33	23,0	36	22,5	39	22,0			
16	22	13	20,0	14	19,8	15	19,7	17	19,4			
	24	17	21,4	19	21,1	20	20,9	22	20,6			
	26	21	22,7	23	22,4	25	22,1	28	21,7			
	28	26	24,0	28	23,7	30	23,3	33	22,9			
18	22	9	20,7	9	20,6	10	20,4	11	20,3			
	24	13	22,0	14	21,8	15	21,7	17	21,4			
	26	17	23,4	19	23,1	20	22,9	22	22,6			
	28	21	24,7	23	24,4	25	24,1	28	23,7			

parkiet

Wytłuszczone wartości emisji chłodu q, oznaczają że, przekroczono temperaturę punktu rosy (kondensacja) przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu 75%

\* Wydajności chłodnicze zostały pomierzone dla rury HKS 14x2 mm

# Emisja chłodu: railjet ściennie

Tabele sporządzone w oparciu o normę PN-EN 1264\*

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,00 $\text{m}^2 \text{K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	45	16,3	52	15,5	61	14,3	
	24	55	17,2	63	16,1	74	14,8	
	26	64	18,0	74	16,8	86	15,2	
	28	73	18,9	85	17,4	99	15,6	
14	22	36	17,5	42	16,8	49	15,9	
	24	45	18,3	52	17,5	61	16,3	
	26	55	19,2	63	18,1	74	16,8	
	28	64	20,0	74	18,8	86	17,2	
16	22	26	18,7	31	18,2	36	17,5	
	24	36	19,5	42	18,8	49	17,9	
	26	45	20,3	52	19,5	61	18,3	
	28	55	21,2	63	20,1	74	18,8	
18	22	17	19,9	19	19,6	23	19,2	
	24	26	20,7	31	20,2	36	19,5	
	26	36	21,5	42	20,8	49	19,9	
	28	45	22,3	52	21,5	61	20,3	

tynk/farba

średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,05 $\text{m}^2 \text{K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	36	17,5	41	16,9	46	16,2	
	24	43	18,6	49	17,9	56	17,0	
	26	51	19,7	57	18,8	65	17,9	
	28	58	20,7	66	19,8	74	18,7	
14	22	29	18,4	32	18,0	37	17,4	
	24	36	19,5	41	18,9	46	18,2	
	26	43	20,6	49	19,9	56	19,0	
	28	51	21,7	57	20,8	65	19,9	
16	22	21	19,4	24	19,0	27	18,6	
	24	29	20,4	32	20,0	37	19,4	
	26	36	21,5	41	20,9	46	20,2	
	28	43	22,6	49	21,9	56	21,0	
18	22	13	20,3	15	20,1	17	19,9	
	24	21	21,4	24	21,0	27	20,6	
	26	29	22,4	32	22,0	37	21,4	
	28	36	23,5	41	22,9	46	22,2	

tapeta/  
płytki klejone

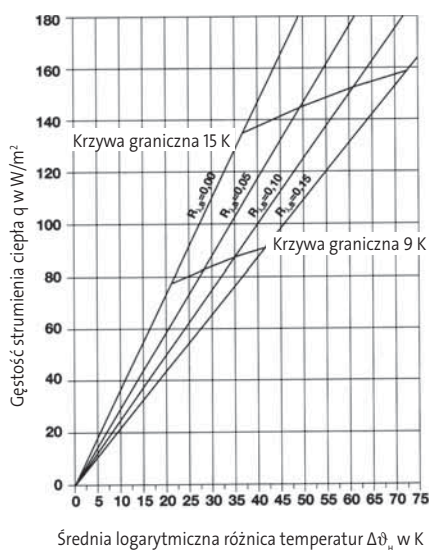
średnia temp. wody w rurach $t_{Hm}$ °C	temp. wewn. pomieszczeń $t_i$ °C	Jednostkowa emisja ciepła $q$ / max temperatura $t_{F,max}$ na powierzchni podłogi o oporze cieplnym $R_{\lambda} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Rozstaw rur w mm.						$R_{\lambda} =$ 0,10 $\text{m}^2 \text{K/W}$
		150		100		50		
		W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	
12	22	30	18,3	33	17,9	37	17,4	
	24	36	19,5	40	19,0	45	18,4	
	26	42	20,7	47	20,2	52	19,5	
	28	48	22,0	53	21,3	60	20,5	
14	22	24	19,0	26	18,7	29	18,3	
	24	30	20,3	33	19,9	37	19,4	
	26	36	21,5	40	21,0	45	20,4	
	28	42	22,7	47	22,2	52	21,5	
16	22	17	19,8	19	19,6	22	19,3	
	24	24	21,0	26	20,7	29	20,3	
	26	30	22,3	33	21,9	37	21,4	
	28	36	23,5	40	23,0	45	22,4	
18	22	11	20,6	12	20,5	14	20,3	
	24	17	21,8	19	21,6	22	21,3	
	26	24	23,0	26	22,7	29	22,3	
	28	30	24,3	33	23,9	37	23,4	

gruba  
tapeta/  
płytki na  
zaprawie

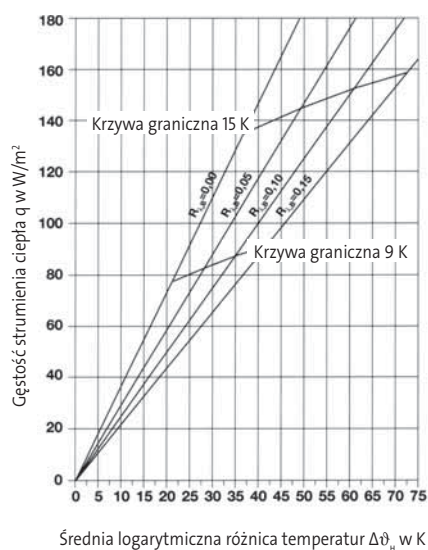
\* Moce cieplne były testowane zgodnie z normą PN-EN 1264 i odnoszą się do rury grzewczej HKS 14x2 mm oraz tynku cementowego 10 mm grubości nad rurę

Jednostkowe moce cieplne dla różnych rozstawów rur w zależności od średniej logarytmicznej różnicy temperatur  $\Delta\vartheta_{\text{H}}$  z uwzględnieniem oporów przewodzenia ciepła różnych materiałów wykończeniowych.

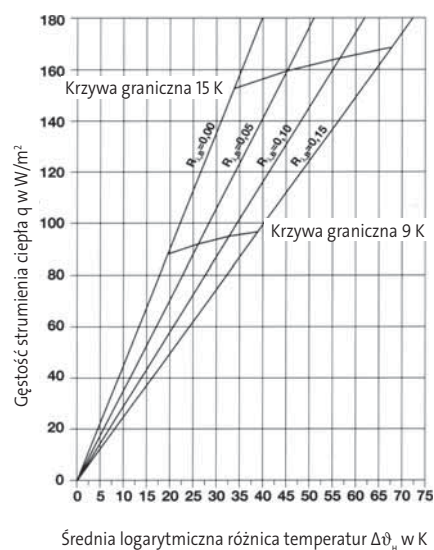
Rozstaw rur 300



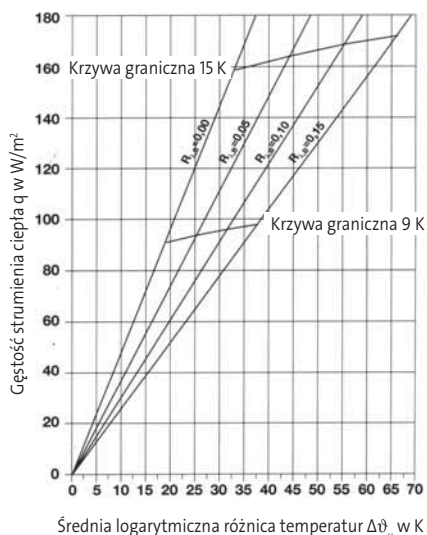
Rozstaw rur 250



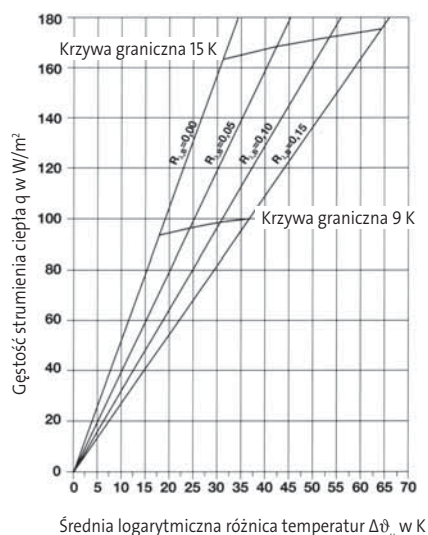
Rozstaw rur 225



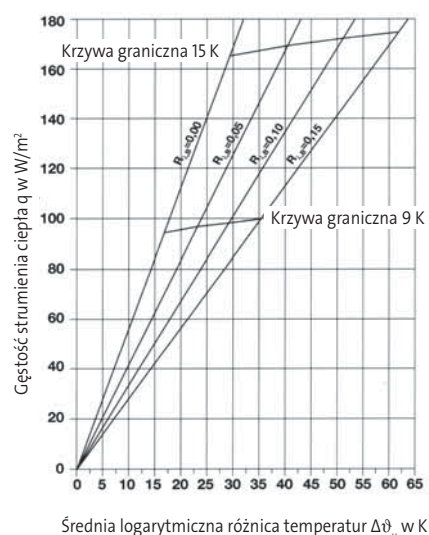
Rozstaw rur 200



Rozstaw rur 175

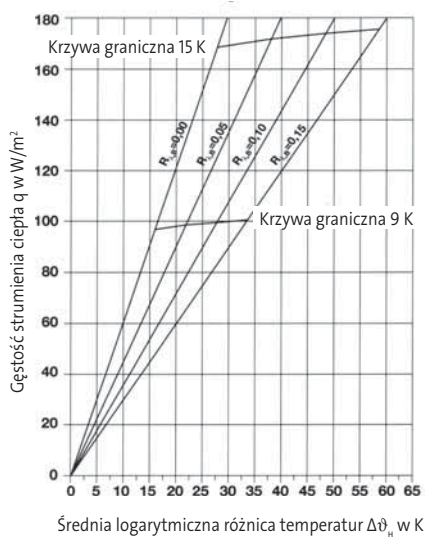


Rozstaw rur 150

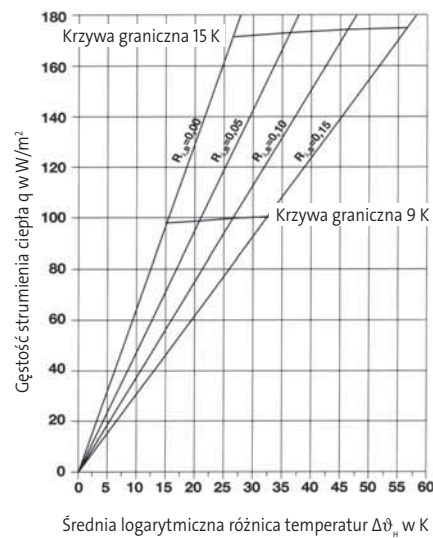


Jednostkowe moce cieplne dla różnych rozstawów rur w zależności od średniej logarytmicznej różnicy temperatur  $\Delta\vartheta_{\ln}$  z uwzględnieniem oporów przewodzenia ciepła różnych materiałów wykończeniowych.

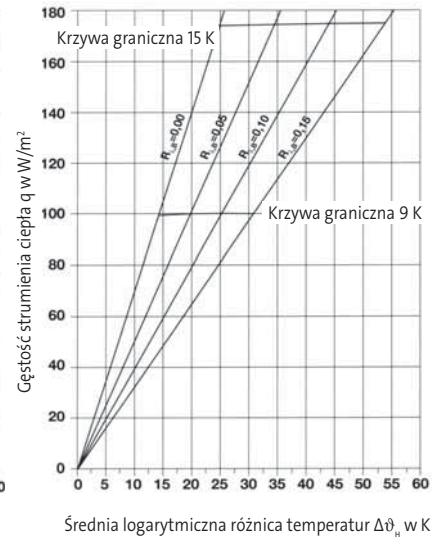
Rozstaw rur 125



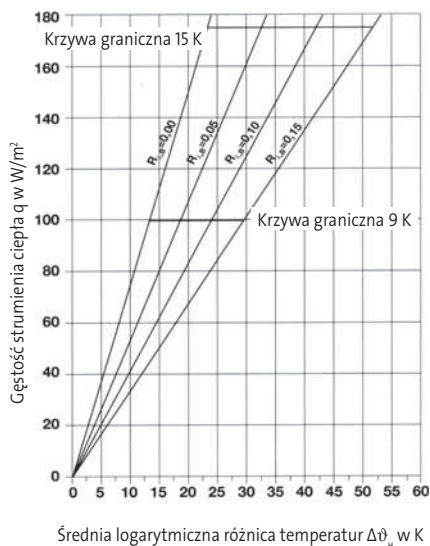
Rozstaw rur 100



Rozstaw rur 75

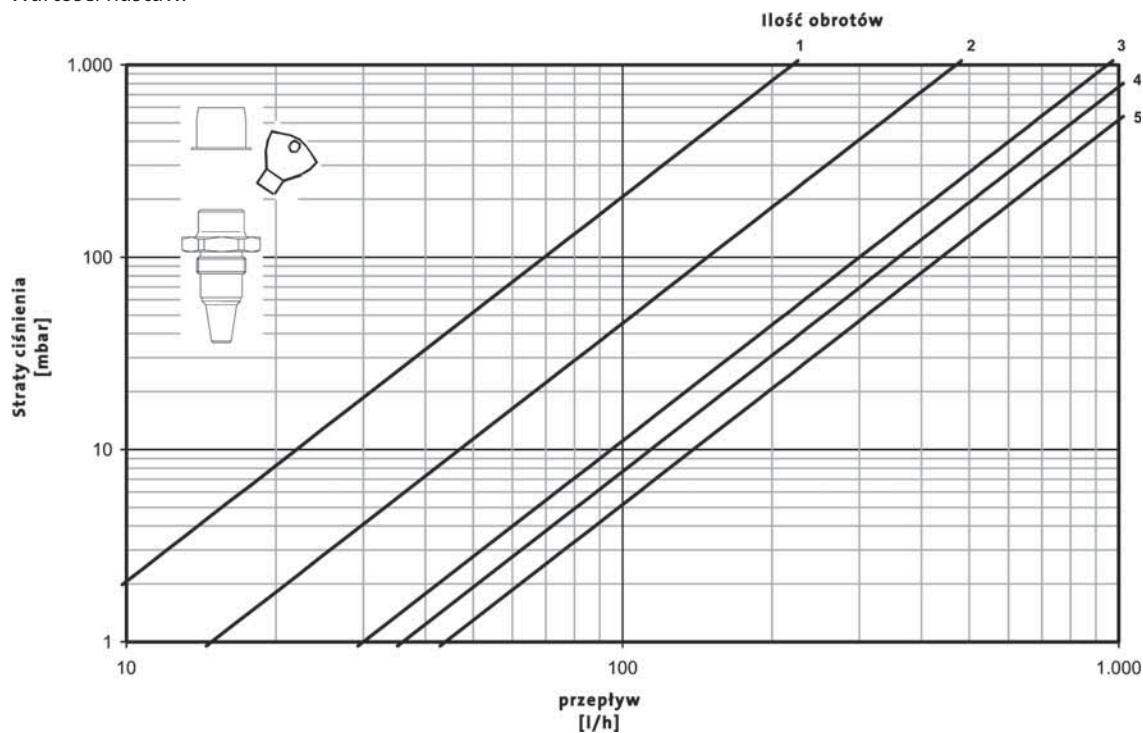


Rozstaw rur 50

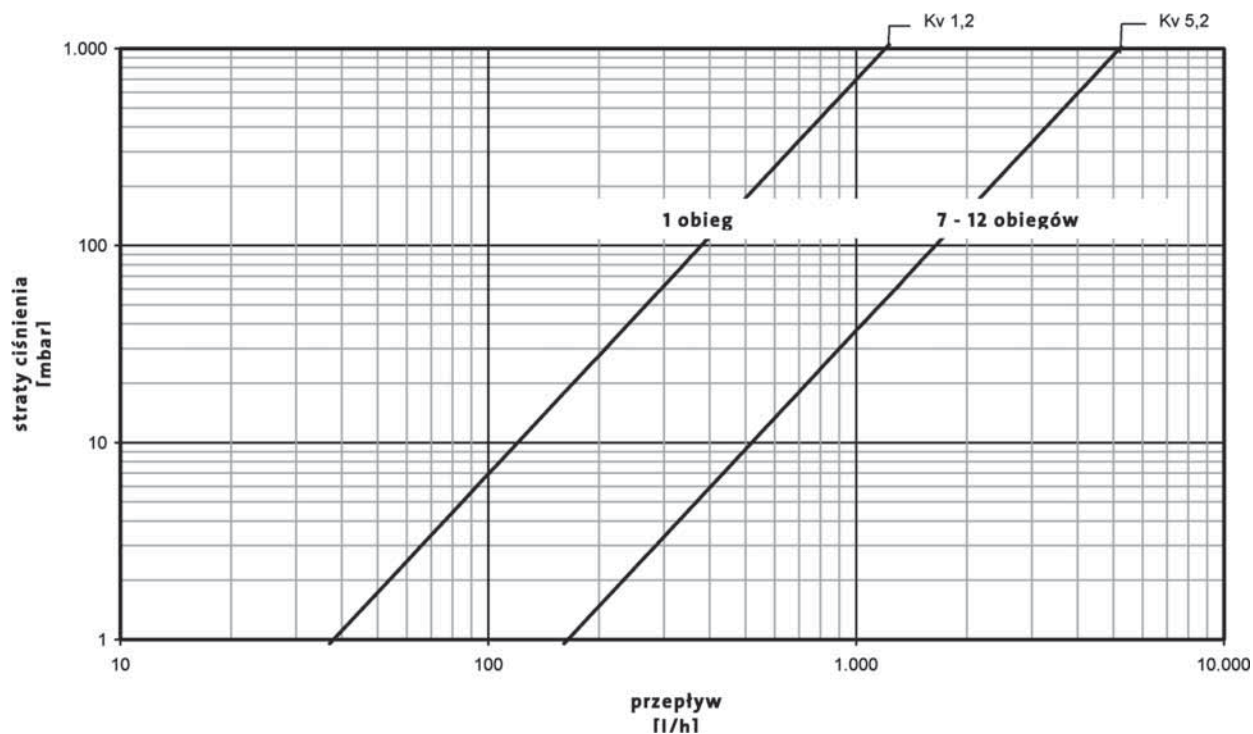


## Rozdzielacz typu UFH50402 - 412VA.

Charakterystyka hydrauliczna zaworów do regulacji wstępnej rozdzielacza nierdzewnego typu UFH50402 - 412VA.  
Wartości nastaw.

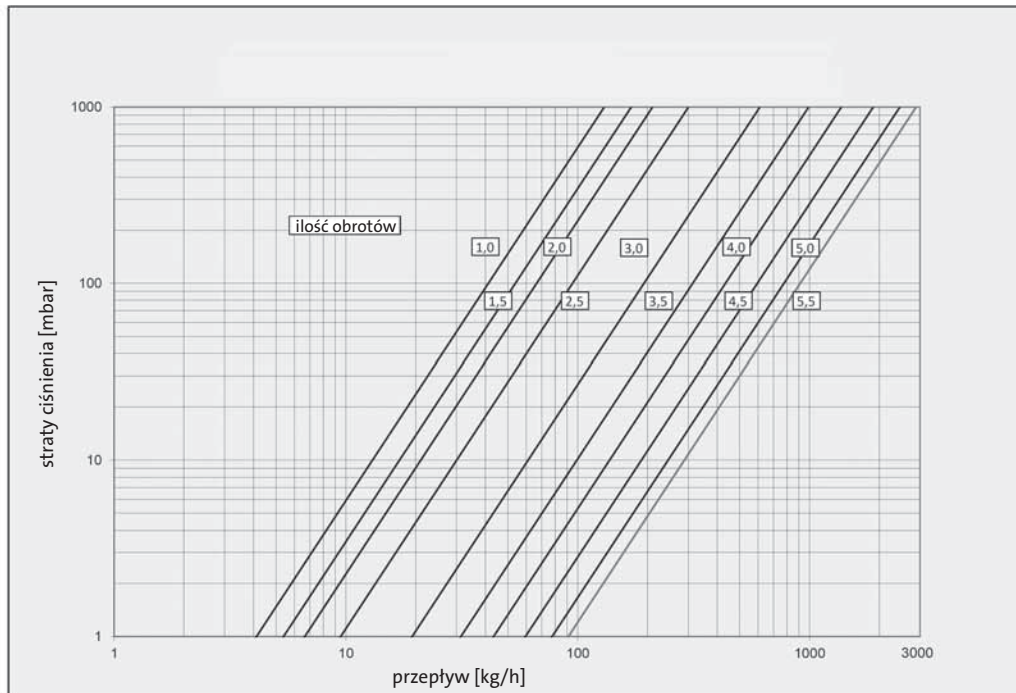


Charakterystyka hydrauliczna zaworów do regulacji wstępnej rozdzielacza nierdzewnego typu UFH50402 - 412VA.  
Całkowita strata ciśnienia.

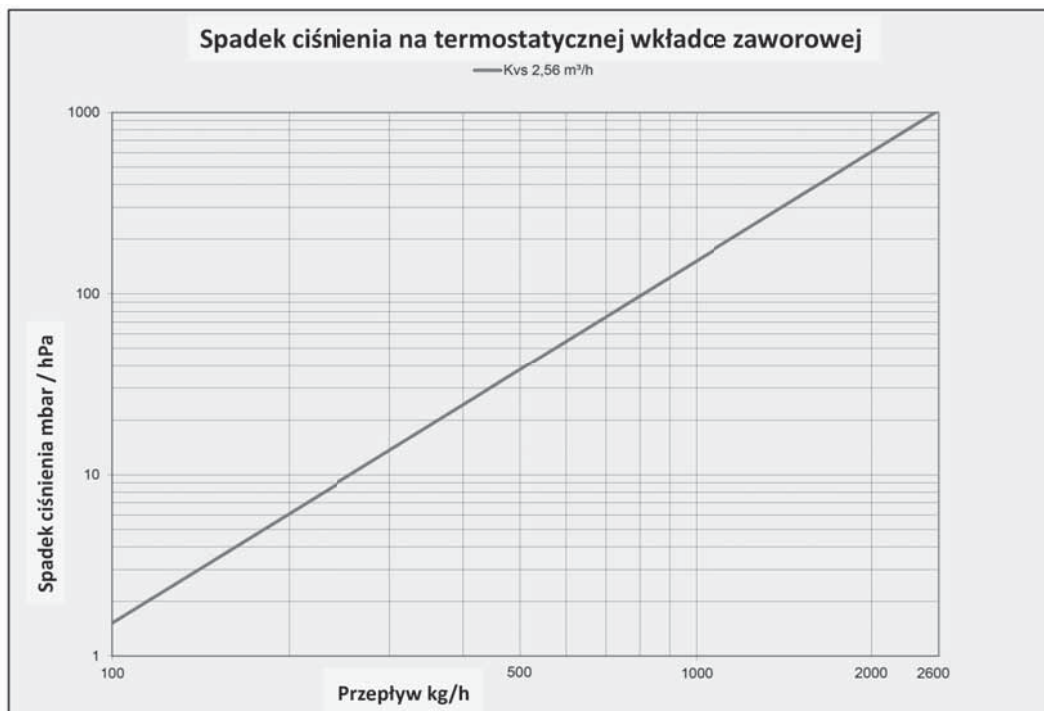


## Rozdzielacz typu DSM.

Charakterystyka hydrauliczna zaworów do regulacji wstępnej rozdzielacza typu DSM. Wartości nastaw.

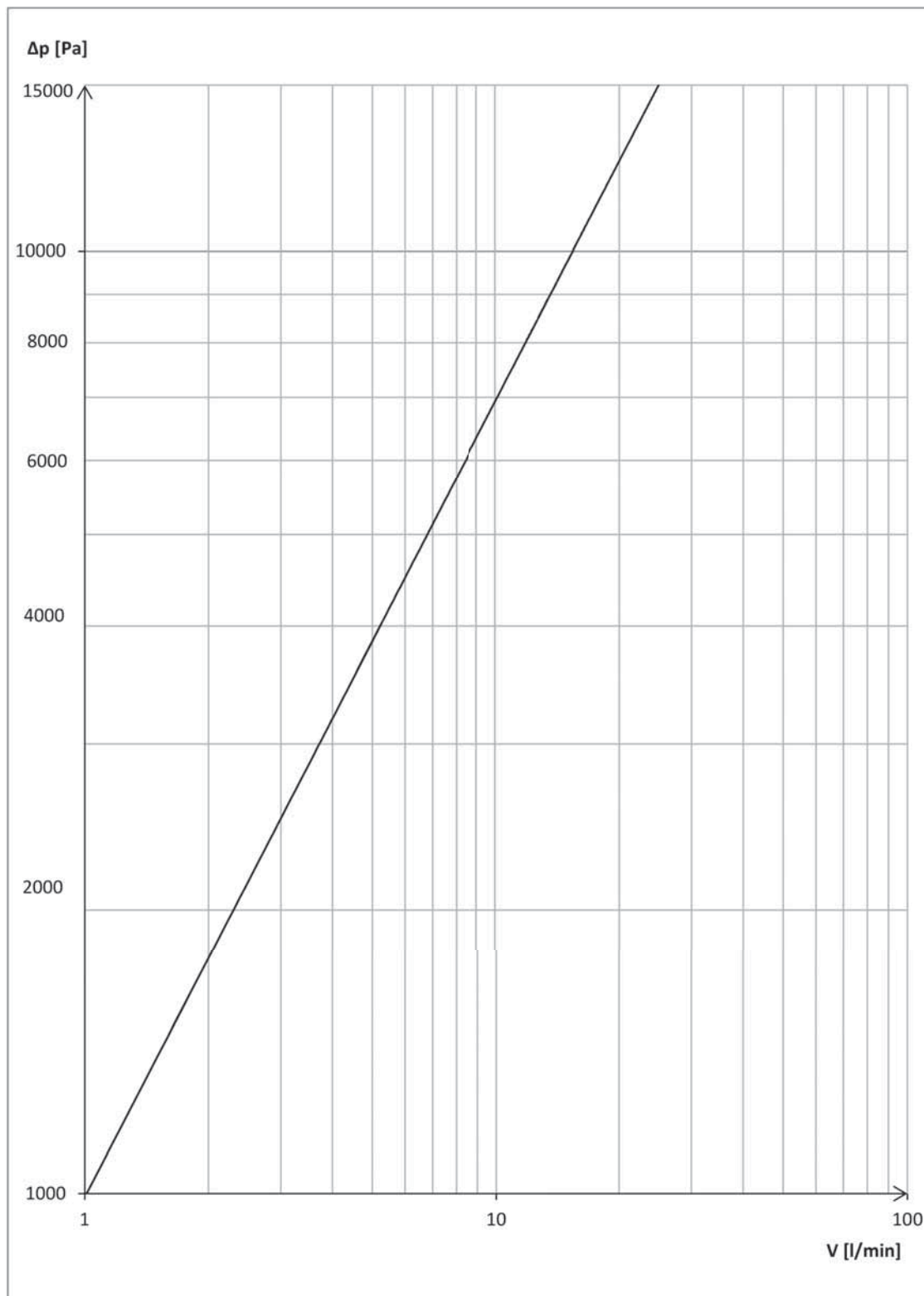


Charakterystyka hydrauliczna zaworów do regulacji wstępnej rozdzielacza typu DSM. Całkowita strata ciśnienia.



## Rozdzielacz przemysłowy.

Charakterystyka hydrauliczna zaworów do regulacji wstępnej rozdzielacza przemysłowego. Całkowita strata ciśnienia.







## Ogrzewanie podłogowe

### Warunek konieczny uzyskania gwarancji PURMO

Niniejszy formularz jest podstawą ubiegania się o 10-letnią gwarancję na ogrzewanie płaszczynowe oraz 30-letnią gwarancję na rurę Purmo PEXPENTA PE-Xc (jeśli została zastosowana). Proszę wypełnić go drukowanymi literami i przesać na nasz adres. W ciągu 14 dni otrzymają Państwo naszą gwarancję, której udzielamy dla dobra inwestorów i firm wykonawczych.

\_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> ogrzewania płaszczynowego PURMO Realizację zakończono dnia \_\_\_\_\_

<b>Inwestor</b>	Nazwisko _____	
	Ulica _____	.....*
	Kod/miejscowość _____	Podpis inwestora
<b>Adres inwestycji</b>	Ulica _____	
	Kod/miejscowość _____	
<b>Wykonawca instalacji</b>	Nazwisko/Firma _____	.....*
	Ulica _____	Podpis wykonawcy
	Kod/Miejscowość _____	
<input type="checkbox"/> <b>Architekt</b>	Nazwisko _____	
<input type="checkbox"/> <b>Projektant</b>	Ulica _____	.....*
<input type="checkbox"/> <b>Biuro proj.</b>	Kod/miejscowość _____	Podpis projektanta

Rodzaj inwestycji:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. <input type="checkbox"/> Budynek mieszkalny   | 4. <input type="checkbox"/> Hala sportowa       | 7. <input type="checkbox"/> Salon samochodowy       |
| 2. <input type="checkbox"/> Budynek biurowy/adm. | 5. <input type="checkbox"/> Szpital/Dom starców | 8. <input type="checkbox"/> Na otwartej przestrzeni |
| 3. <input type="checkbox"/> Hala przemysłowa     | 6. <input type="checkbox"/> Szkoła/przedszkole  | 9. <input type="checkbox"/> _____                   |

Niniejszym oświadczam(y), że powyższa instalacja ogrzewania podłogowego PURMO została, zgodnie z ustalonymi przez RETTIG-HEATING Sp. z o.o. zasadami stosowania i montażu, fachowo zaprojektowana, wykonana i uruchomiona.

Użyto następujących oryginalnych elementów ogrzewania podłogowego PURMO:

1.  rura \_\_\_\_\_ do ogrzewania podłogowego o średnicy  $\Phi$  \_\_\_\_\_ mm
2. Izolacja systemowa PURMO
  - rolljet     faltjet     noppjet     system suchy     railjet (sys. ścienny/sufitowy)
3. Rozdzielacze PURMO
  - z przepływomierzami     z wkładkami zaworowymi     rozdzielacz przemysłowy

RETTIG HEATING  
02-777 Warszawa  
ul. Ciszewskiego 15  
budynek KEN Center

.....  
Podpis i pieczęć wykonawcy\*

\*Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych dla potrzeb niezbędnych do realizacji procesu wystawienia gwarancji (zgodnie z ustawą o ochronie danych osobowych z dn. 29.08.97r. Dz.U. nr 133 poz.883)



## Ogrzewanie podłogowe PROTOKÓŁ URUCHOMIENIA INSTALACJI I PIEŁĘGNACJA JASTRYCHU

ogrzewania podłogowego PURMO wg normy PN-EN 1264

Inwestycja : \_\_\_\_\_  
Kondygnacja : \_\_\_\_\_  
Zamawiający : \_\_\_\_\_

Ogrzewanie podłogowe PURMO w w/w budynku zostało zainstalowane zgodnie z normą PN-EN 13813, część 2/ PN-EN 1264, część 4 oraz poddane próbie szczelności (protokół próby szczelności).

Rodzaj użytego jastrychu : \_\_\_\_\_

Grubość jastrychu : \_\_\_\_\_

Dodatki do jastrychu : \_\_\_\_\_

### Sposób postępowania wg normy PN-EN 1264, część 4:

Jastrychy anhydrytowe i cementowe muszą koniecznie zostać podgrzane przed ułożeniem warstwy wykończeniowej podłogi. W przypadku jastrychów cementowych uruchomienie instalacji może nastąpić najwcześniej po 21 dniach, w przypadku jastrychów anhydrytowych, wg wskazań producenta, najwcześniej po 7 dniach.

Pierwsze uruchomienie przeprowadza się przy temperaturze zasilania 25° C, którą należy utrzymywać przez kolejne 3 dni. Następnie temperaturę zasilania należy podnieść do wartości maksymalnej i utrzymywać ją przez kolejnych 5 dni.

Roboty betoniarskie zakończono dnia: \_\_\_\_\_

Początek zasilania wodą o temperaturze 25° C dnia: \_\_\_\_\_

Początek zasilania wodą o temperaturze maksymalnej \_\_\_\_\_ °C dnia: \_\_\_\_\_

Zakończenie podgrzewania (najwcześniej po upływie 8 dni od rozpoczęcia) dnia: \_\_\_\_\_

Czy podgrzewanie zostało przerwane? \_\_\_\_\_ tak/nie

Jeżeli tak od dnia: \_\_\_\_\_ do dnia: \_\_\_\_\_

Czy podgrzewana podłoga nie była przykryta złożonymi materiałami budowlanymi lub innymi rzeczami \_\_\_\_\_ tak/nie

Czy w pomieszczeniach występowały przeciągi? \_\_\_\_\_ tak/nie

Instalacja została przekazana przy temperaturze zewnętrznej \_\_\_\_\_ °C dnia: \_\_\_\_\_

Czy w momencie odbioru instalacja pracowała? \_\_\_\_\_ tak/nie

Czy jastrych został wcześniej podgrzany wodą o temperaturze \_\_\_\_\_ °C \_\_\_\_\_ tak/nie

### Uwaga:

Przeprowadzenie procesu nagrzewania zgodnie z podanymi wyżej warunkami nie daje pewności, iż jastrych osiągnął wymagany dla układania warstwy wykończeniowej podłogi poziom wilgotności. Próbę wilgotności przed rozpoczęciem prac posadzkarskich należy przeprowadzić w następujący sposób: Folię PE o powierzchni około 1 m<sup>2</sup> należy rozłożyć na warstwie jastrychu. Jej brzegi okleić szczelnie taśmą. Po upływie 24 godzin sprawdzić, czy pod folią pojawiły się kropelki wilgoci. Jeżeli wilgoć wykropliła się, wynik próby uznaje się za ujemny. Trzeba wtedy ponownie uruchomić instalację i ogrzewać jastrych jeszcze kilka dni, po czym ponownie przeprowadzić próbę.

### Potwierdzenie:

Zamawiający  
Pieczętka/podpis\*

Kierownik budowy/Nadzór  
Pieczętka/podpis\*

Firma instalacyjna  
Pieczętka/podpis\*

\*Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych dla potrzeb niezbędnych do realizacji procesu wystawienia gwarancji (zgodnie z ustawą o ochronie danych osobowych z dn. 29.08.97r. Dz.U. nr 133 poz.883)



## Ogrzewanie podłogowe PRÓBA SZCZELNOŚCI

ogrzewania podłogowego PURMO wg normy PN-EN 1264

Inwestycja : \_\_\_\_\_  
Kondygnacja : \_\_\_\_\_  
Zamawiający : \_\_\_\_\_

Ogrzewanie podłogowe PURMO w w/w budynku zostało zainstalowane zgodnie z normą PN-EN 13813, część 2/ PN-EN 1264, część 4.

Typ ogrzewania podłogowego PURMO: System mokry

### Użyte rury

Rura PEXENTA \_\_\_\_\_ mm,  Rura HKS \_\_\_\_\_ mm  Rura PE-RT \_\_\_\_\_ mm

### Sposób postępowania wg normy PN-EN 1264, część 4:

Po zakończeniu montażu należy sprawdzić szczelność obwodów grzewczych, które będą docelowo przykryte jastrychem anhydrytowym lub cementowym. Szczelność musi być stwierdzona bezpośrednio przed i podczas układania jastrychu. Wysokość ciśnienia próbnego ma wartość dwukrotnie wyższą od ciśnienia roboczego, ale nie mniej niż 6 bar. W przypadku występowania niebezpieczeństwa zamarzania stosuje się różne kroki zaradcze np. używanie środków obniżających temperaturę zamarzania wody, ogrzewanie pomieszczeń budynku. Jeżeli środek przeciw zamarzaniu przestaje już być niezbędny dla prawidłowej pracy instalacji, usuwa się go z obiegu poprzez co najmniej 3-krotną wymianę wody.

Układanie rury	Rozpoczęto: _____	przy temperaturze zewnętrznej _____ °C
	Ukończono: _____	przy temperaturze zewnętrznej _____ °C
Próba ciśnieniowa	Rozpoczęto: _____	przy ciśnieniu: _____ bar
	Ukończono: _____	przy ciśnieniu: _____ bar
Układanie jastrychu	Rozpoczęto: _____	przy ciśnieniu w instalacji: _____ bar
	Ukończono: _____	przy ciśnieniu w instalacji: _____ bar
Czy użyto środka przeciw zamarzaniu?		tak/nie
Instalację przekazano		dnia : _____

### Potwierdzenie:

\_\_\_\_\_  
Zamawiający  
Pieczętka/podpis \*

\_\_\_\_\_  
Kierownik budowy/Nadzór  
Pieczętka/podpis \*

\_\_\_\_\_  
Firma instalacyjna  
Pieczętka/podpis \*

\*Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych dla potrzeb niezbędnych do realizacji procesu wystawienia gwarancji (zgodnie z ustawą o ochronie danych osobowych z dn. 29.08.97r. Dz.U. nr 133 poz.883)



## PURMO Ogrzewanie podłogowe i systemy rurowe

**GWARANCJA Nr** \_\_\_\_\_ 00/2013 \_\_\_\_\_ **ORYGINAŁ / KOPIA** \_\_\_\_\_

dla dobra inwestorów i firm wykonawczych

**Inwestor** Nazwisko \_\_\_\_\_ JAN KOWALSKI \_\_\_\_\_  
Ulica \_\_\_\_\_ KOWALSKA 00 \_\_\_\_\_  
Kod/miejscowość \_\_\_\_\_ 00-000 KOWALEWO \_\_\_\_\_

**Adres inwestycji** Ulica \_\_\_\_\_ KOWALSKA 00 \_\_\_\_\_  
Kod/miejscowość \_\_\_\_\_ 00-000 KOWALEWO \_\_\_\_\_

**Wykonawca instalacji** Nazwisko/Firma \_\_\_\_\_ NOWAK / INSTALATORSTWO SANITARNE \_\_\_\_\_  
Ulica \_\_\_\_\_ NOWAKA 00 \_\_\_\_\_  
Kod/Miejscowość \_\_\_\_\_ 00-001 NOWAKOWO \_\_\_\_\_

\_\_\_ 185 \_\_\_ m<sup>2</sup> ogrzewania podłogowego **PURMO** Realizację zakończono dnia \_\_\_ 12.11.2013 \_\_\_

Udzielamy następującej gwarancji na rury z tworzywa sztucznego i pozostałe elementy instalacji ogrzewania podłogowego i systemu HKS –Sitec firmy Rettig Heating Sp. z o.o., dostarczone dla w/w inwestycji:

1. 1. W okresie gwarancyjnym

### 10 lat

licząc od daty montażu zapewniamy bezpłatną wymianę rur grzejnych jak również pozostałych elementów systemu PURMO, w których wystąpiły uszkodzenia, będące następstwem wad produkcyjnych.

1. 2. W przypadku zastosowania rur Purmo PEXPENTA PE-Xc okres gwarancyjny na rury zostaje wydłużony do **30 lat** licząc od daty montażu.

1. 3. Gwarancja nie obejmuje elektrycznych i elektronicznych elementów systemu PURMO (2 lata gwarancji).

1. 4. W okresie gwarancyjnym

### 10 lat

licząc od daty montażu zapewniamy również zwrot kosztów związanych z:

- uszkodzeniami, które wystąpiły w rzeczach należących do osób trzecich i wynikających z tego dalszych szkód lub
- wydatkami osób trzecich związanych z usunięciem, demontażem oraz weryfikacją elementów wadliwych i zastąpieniem ich elementami pełnowartościowymi.

1. 4. Wysokość świadczeń gwarancyjnych jest ograniczona do sumy:

### 1 000 000 EURO

i warunkiem ich wypłacenia jest odpowiednie oświadczenie wykonawcy, złożone zgodnie z wymogami gwarancji.\*

1. 5. Celem zabezpieczenia w/w ryzyka szkód zawarta została umowa z renomowaną firmą ubezpieczeniową, dotycząca rozszerzonego, obowiązkowego ubezpieczenia od szkód spowodowanych wadami wyrobu do wysokości 1 000 000 EURO.

1. 6. Ryczałtowa suma, przeznaczona na pokrycie szkód osobowych i rzeczowych, wynikająca z w/w umowy wynosi : 1 000 000 EURO

1. 7. W pozostałych przypadkach znajdują zastosowanie nasze ogólne warunki handlowe.

RETTIG HEATING Sp.z o.o.  
02-777 Warszawa, ul. Ciszewskiego 15  
Budynek KEN Center

\* Niniejsza gwarancja obowiązuje tylko w wypadku zgłoszenia jej przez wykonawcę na oficjalnym formularzu w okresie 3 miesięcy od daty zakończenia realizacji.  
W zgłoszeniu tym wykonawca oświadcza, że przestrzegano instrukcji instalacyjno-montażowej oraz użyto wyłącznie oryginalnych elementów systemu PURMO.

Warszawa, data : \_\_\_ 13.12.2013 \_\_\_\_\_

Podpis : \_\_\_\_\_





---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Rettig Heating Sp. z o.o.  
02-777 Warszawa, ul. Ciszewskiego 15  
budynek KEN Center  
tel. (22) 544 10 00, fax (22) 544 10 01, e-mail: [purmow@purmo.pl](mailto:purmow@purmo.pl)  
[www.purmo.pl](http://www.purmo.pl)

Poradnik\_03\_2015\_PL

