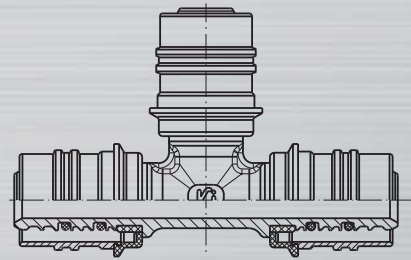
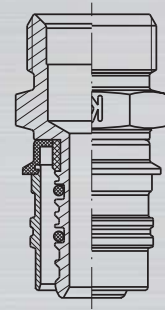


# KISAN®



# Instrukcja

projektowania i montażu

instalacji sanitarnych z rur wielowarstwowych (PE-AL-PE) KISAN



**„KISAN” Sp. z o.o.**  
**37-220 Kańczuga, ul. Piłsudskiego 21, tel. (48-16) 649-20-61**  
**e-mail:office@kisan.pl**

**Biuro Handlowe**  
**05-500 Piaseczno, ul. Gen. L. Okulickiego 19, tel./fax (48-22) 701-71-30(36)**  
**e-mail:kisan@kisan.pl    <http://www.kisan.pl>**

# **INSTRUKCJA PROJEKTOWANIA I MONTAŻU INSTALACJI SANITARNYCH Z RUR WIELOWARSTWOWYCH (PE-AL-PE) SYSTEMU KISAN**

**Opracowanie:**  
**mgr inż. Włodzimierz Mroczek,**  
**mgr inż. Marcin Ciuchnowicz**

**Piaseczno, wrzesień 2011**

Opracowanie:

mgr inż. Włodzimierz Mroczek, mgr inż. Marcin Ciuchnowicz

Piaseczno, wrzesień 2011

Copyright © by KISAN 2010. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Wydanie II, 2011 r.

# Spis treści

1. Wstęp .....	7
2. Informacje o systemie KISAN .....	8
2.1 Rury .....	8
2.2 Złączki .....	10
2.2.1 Złączki zaprasowywane.....	10
2.2.2 Złączki zaciskowe – skręcane.....	13
2.2.3 Złączki gwintowane do złączek zaciskowych .....	14
2.2.4 Złączki do podłączenia grzejników .....	14
2.3 System KISAN DEVELOPMENT .....	15
3. Montaż systemu KISAN .....	16
3.1 Narzędzia do montażu .....	16
3.2 Instrukcja montażu połączeń .....	17
4. Wymagania ogólne przy projektowaniu instalacji sanitarnych w systemie KISAN .....	22
4.1 Zasady rozprowadzenia przewodów.....	22
4.2 Prowadzenie i izolowanie cieplne przewodów .....	23
4.3 Kompensacja wydłużeń termicznych .....	25
4.4 Wymagania szczegółowe odnośnie instalowania przewodów.....	26
4.5 Sposoby rozprowadzenia instalacji wodociągowych .....	27
4.6 Obliczanie instalacji wodociągowej .....	27
5. Warunki odbioru instalacji z tworzyw sztucznych.....	33
5.1 Zasady odbioru .....	33
5.2 Dokumenty wymagane przy odbiorze .....	33
5.3 Odbiór techniczny instalacji .....	33
5.4 Próby szczelności instalacji .....	33
5.5 Wzór formularza próby ciśnieniowej .....	34
6. Wskazówki do projektowania i montażu instalacji centralnego ogrzewania .....	35
6.1 Podstawy do projektowania.....	35
6.2 Wybór systemu centralnego ogrzewania .....	35
6.3 Rozwiązania techniczne niektórych elementów instalacji c.o. ....	36
6.4 Zasady wymiarowania hydraulicznego rurociągów systemu KISAN .....	37
7. Tablice hydrauliczne .....	41
8. Lista przenoszonych mediów.....	61

## **KISAN COMFORT**

9. Ogrzewanie podłogowe... czyli komfort, na który Cię stać.....	65
9.1 Wprowadzenie .....	65
9.2 Wiadomości podstawowe .....	66
9.3 Warunki stawiane budynkom (pomieszczeniom) z ogrzewaniem podłogowym.....	67
9.4 Konstrukcja podłogi w ogrzewaniu podłogowym .....	69
9.5 Wymagania stawiane materiałom stosowanym w budownictwie.....	71
10. Montaż instalacji ogrzewania podłogowego KISAN COMFORT FLOOR .....	74
10.1 Prace przygotowawcze – układanie izolacji termicznej oraz wypełnienie dylatacji .....	74

10.2 Układanie rur .....	75
10.3 Wykonanie płyty grzejnej .....	76
11. Typy ogrzewań podłogowych wykonywanych w technologii mokrej.....	79
11.1 KISAN COMFORT FLOOR FAST .....	79
11.2 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD.....	81
11.3 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS .....	83
11.4 KISAN COMFORT FLOOR EASY.....	84
12. Ogrzewanie podłogowe w technologii suchego jastrychu.....	86
12.1 KISAN COMFORT FLOOR DRY.....	87
13. Ogrzewanie ścienne KISAN COMFORT WALL .....	89
13.1 Charakterystyka ogrzewania ściennego.....	89
13.2 Wskazówki wykonawcze.....	89
13.3 Wskazówki projektowe.....	91
13.4 KISAN COMFORT WALL STANDARD.....	92
14. Projektowanie ogrzewania podłogowego w systemie KISAN COMFORT FLOOR .....	93
15. Tablice do obliczeń ogrzewań płaszczyznowych.....	101
16. Rozdzielacze do ogrzewań płaszczyznowych .....	109
17. Regulacja ogrzewań płaszczyznowych – układy mieszające .....	111
18. Indywidualna regulacja temperatury w pomieszczeniach .....	115
18.1 Regulacja w systemie przewodowym – KISAN COMFORT BASIC CONTROL .....	115
18.2 Regulacja w systemie cyfrowym – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL .....	116
19. Specjalne zastosowania ogrzewań płaszczyznowych.....	118
19.1 Instalacje podgrzewania gruntu w szklarniach .....	118
19.2 Ogrzewanie przestrzeni otwartych.....	119
20. Bibliografia .....	122

# 1. Wstęp

Niniejsza instrukcja stanowi ramowy przepis projektowania i montażu instalacji sanitarnych z rur wielowarstwowych PE-AL-PE systemu KISAN w budownictwie. Instrukcja oparta jest na obowiązujących normach, Materiałach Pomocniczych do projektowania wydanych przez ITB (COBRTI-INSTAL), Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych. Celem opracowania jest przede wszystkim wskazanie odmienności i koniecznych, wynikających z właściwości rur KISAN, odstępstw od sposobu wykonywania instalacji z innych materiałów.

## Zakres stosowania systemu KISAN

Z rur KISAN wykonuje się instalacje wody zimnej, ciepłej wody użytkowej, centralnego ogrzewania wodnego, wodnych ogrzewań powierzchniowych oraz instalacji chłodniczych w budynkach mieszkalnych, jedno- i wielorodzinnych, użyteczności publicznej oraz przemysłowych.

## Warunki formalno-prawne stosowania systemu KISAN

Elementy systemu KISAN posiadają wszystkie wymagane dokumenty umożliwiające stosowanie w budownictwie w Polsce. Są to Polska Norma oraz Aprobaty Techniczne wydane przez Instytut Techniki Budowlanej:

- Polska Norma PN-EN ISO 21003, „Systemy przewodów rurowych z rur wielowarstwowych do instalacji wody ciepłej i zimnej wewnątrz budynków”,
- AT-15-7788/2008 dotycząca rozdzielaczy.

System KISAN posiada Atesty Higieniczne Państwowego Zakładu Higieny Nr:

- HK/W/0097/01/2007 – złączki zaciskowe i zaprasowywane mosiężne
- HK/W/0829/01/2009 – rury wielowarstwowe, złączki mosiężne i złączki tworzywowe z PPSU
- HK/W/0464/01/2011, HK/W/0464/02/2011 (rozdzielacze), dopuszczające do stosowania w instalacjach wody pitnej.

Rury KISAN są zgodne z wymaganiami licencjodawcy i odpowiadają wymaganiom norm:

- ASTM F 1281-90 i 1282-90 USA
- SII-GD 340 Izrael
- CSA-DF 3 Kanada

Rury wielowarstwowe oraz złączki i kształtki do rur są produkowane zgodnie z warunkami systemu jakości ISO 9001:2008, a producent uzyskał certyfikat nr PL-2109/1/2009 wydany przez PCBC.

Rury i złączki są również produkowane zgodnie z normami dotyczącymi wymagań dla przewodów wykonanych z tworzyw sztucznych: PN-EN ISO 15875 „Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej. Usieciowany polietylen (PE-X).” i PN-EN ISO 21003 „Wielowarstwowe systemy przewodów rurowych do instalacji ciepłej i zimnej wody wewnątrz budowli.”

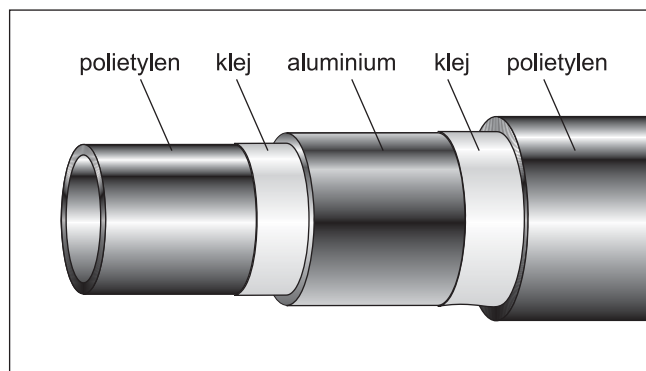
## 2. Informacje o systemie Kisan

### 2.1 Rury

Produkcję rury wielowarstwowej systemu KISAN rozpoczęto w Polsce na podstawie licencji angielskiej firmy KITECHNOLOGY Ltd.

Bazą do produkcji rur jest taśma aluminiowa o grubości 0,2–0,35 mm zwinięta wzdłużnie w rurę i na szwie zakładkowym zgrzana ultradźwiękami w sposób ciągły.

W zautomatyzowanym procesie produkcji rura z aluminium powlekana jest z obu stron kolejno warstwami kleju i tworzywa (różne gatunki polietylenu: PE, PE-Xb i PE-RT).



Rys. 1. Konstrukcja rury wielowarstwowej

Rury KISAN są znakowane co 1 m na całej długości znakiem firmowym producenta, numerem kodu, oznaczeniem rodzaju tworzywa, klasą zastosowania wraz ciśnieniem roboczym, kolejną liczbą metrów oraz datą produkcji.

### Asortyment produkcji rur

Produkowane są rury o następujących średnicach :

14 × 2 mm	w kręgach o długości 200 mb
16 × 2 mm	w kręgach o długości 200 mb (max. 400 mb)
20 × 2,25 mm	w kręgach o długości 150 mb (max. 240 mb)
25 × 2,5 mm	w kręgach o długości 100 mb
32 × 3,0 mm	w kręgach o długości 50 mb

Tablica 1. Produkowane typy rur

Typ rury	Zastosowanie	Kolor	T <sub>max</sub> [°C]	p <sub>max</sub> [bar]	Klasa zastosowania
PE-Xb/AL/PE	uniwersalna (zimna woda, ciepła woda, centralne ogrzewanie niskotemperaturowe i wysokotemperaturowe)	biały	90	10	5 (10 bar)
PE-RT/AL/PE-RT	uniwersalna (zimna woda, ciepła woda, centralne ogrzewanie niskotemperaturowe i wysokotemperaturowe)	biały	70	10	4 (10 bar),
			90	6	5 (6 bar)
PE-RT/AL/PE	ogrzewanie podłogowe	czerwony	70	10	4 (10 bar)
PE/AL/PE	ogrzewanie gruntu	srebrny	45	6	

Tablica 2. Podstawowe dane techniczne rur systemu Kisan

Wymiar [mm]	Średnica wew. [mm]	Grubość ścianki [mm]	Pojemność wodna [dm <sup>3</sup> /m]
14 × 2	10	2,0	0,08
16 × 2	12	2,0	0,12
20 × 2,25	15,5	2,25	0,19
25 × 2,5	20	2,50	0,33
32 × 3,0	26	3,0	0,53
40 × 4,0	32	4,0	0,80

### Właściwości fizyczne rur KISAN

Chropowatość bezwzględna	0,003 – 0,005 mm
Współczynnik rozszerzalności liniowej	$25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Współczynnik przewodności cieplnej	0,45 W/m K

Tablica 3. Klasyfikacja warunków eksploatacji

Klasa zastosowania	Temperatura projektowa $T_D$ °C	Czas w $T_D$ lata	$T_{\max}$ °C	Czas w $T_{\max}$ lata	$T_{\text{mal}}$ °C	Czas w $T_{\text{mal}}$ h	Typowy obszar zastosowania
1 <sup>a</sup>	60	49	80	1	95	100	Instalacja ciepłej wody (60°C)
2 <sup>a</sup>	70	49	80	1	95	100	Instalacja ciepłej wody (70°C)
4 <sup>b</sup>	20 plus narastająco 40 plus narastająco 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Ogrzewanie podłogowe i grzejniki niskotemperaturowe
5 <sup>b</sup>	20 plus narastająco 60 plus narastająco 80	14 25 10	90	1	100	100	Grzejniki wysokotemperaturowe
<sup>a</sup> Kraj może wybrać klasę 1 lub 2 zgodnie ze swoimi przepisami krajowymi. <sup>b</sup> Jeśli dla danej klasy występuje więcej niż jedna temperatura projektowa dla danego czasu i temperatury, wówczas zaleca się ich zsumowanie. „Plus narastająco” w tablicy oznacza profil temperaturowy dla wskazananej temperatury w czasie (np. projektowy profil temperaturowy dla 50 lat dla klasy 5 wygląda następująco: 20 °C dla 14 lat, następnie 60 °C dla 25 lat, 80 °C dla 10 lat, 90 °C dla 1 roku i 100 °C dla 100 h							
<b>UWAGA</b> Niniejszej normy nie stosuje się dla wartości $T_D$ , $T_{\max}$ i $T_{\text{mal}}$ przekraczających wartości podane w tablicy.							



#### Właściwości jakościowe rur KISAN

- a) Odporność na korozję i zarastanie kamieniem.
- b) Okres eksploatacji instalacji ponad 50 lat w przeciętnych warunkach użytkowania.
- c) Odporność na przenikanie gazów (antydyfuzyjność 100%) – ogranicza to korozję metalowych elementów w instalacji.
- d) Mały współczynnik rozszerzalności liniowej (tylko dwukrotnie większy od stali), co za tym idzie – mniejsze trudności z kompensacją wydłużeń termicznych.
- e) Odporność na uderzenia hydrauliczne.
- f) Brak pamięci kształtu. Rury można wyginać w sposób trwały.
- g) Łatwość profilowania pozwalająca omijać elementy konstrukcyjne budynku.
- h) Krótki czas montażu dzięki prostym i pewnym połączeniom zaciskowym i zaprasowywanym.
- i) Mała chropowatość bezwzględna, a co za tym idzie – niskie opory przepływu.
- j) Możliwość przesyłania niektórych agresywnych substancji chemicznych.

#### Ogólne zalecenia montażowe, składowania i transportu rur wielowarstwowych systemu KISAN

- Prace montażowe należy wykonywać w temperaturach powyżej 0°C.
- Przy montażu nie należy używać smarów, olejów oraz past innego zastosowania, np. do instalacji kanalizacyjnych.
- Jeśli w czasie montażu rura ulegnie załamaniu, należy bezwzględnie wyciąć załamany odcinek rury i połączyć przewód za pomocą dwuzłączki typu skręcanej lub zaprasowywanej w zależności od typu przegrody, w której jest montowana.
- Rury kumulują ładunki elektrostatyczne – nie dopuszcza się ich w środowisku substancji łatwopalnych i wybuchowych (np. kopalnie węgla).
- Pakowania i transportu rur KISAN należy dokonywać starannie i uważnie – aby uniknąć uderzeń i zadrapań. Rury w kręgach powinny być wiązane taśmą z tworzywa sztucznego. Rury należy układać w transporcie poziomo na równych i gładkich powierzchniach – w stosach, oraz zabezpieczyć przed przemieszczeniem.
- Rury należy składować w magazynach zamkniętych, przewietrzanych, chroniących rury przed szkodliwym działaniem promieni UV z promieniowania słonecznego oraz opadami atmosferycznymi.

## 2.2 Złączki

Połączenie rur z innymi elementami instalacyjnymi wykonuje się przy pomocy złączek zaciskowych i zaprasowywanych.

Złączki są znakowane przez producenta znakiem logo, a także znakami średnicy elementu i/lub gwintu oraz roku produkcji.

### 2.2.1 Złączki zaprasowywane

#### Konstrukcja złączek zaprasowywanych

Złączki zaprasowywane oferowane są w trzech typach:

- złączki zaprasowywane mosiężne niklowane z tuleją wahliwą typu Kisan WL (rys. 2) w zakresie średnic 16-32 mm
- złączki zaprasowywane tworzywowe, korpus wykonany z PPSU – polifenylenosulfon, z tuleją wahliwą typu Kisan WLT (KD) w zakresie średnic 16-25 mm

- złączki zaprasowywane mosiężne niklowane z tuleją wahliwą typu Kisan WM w zakresie średnic 16-32 mm.

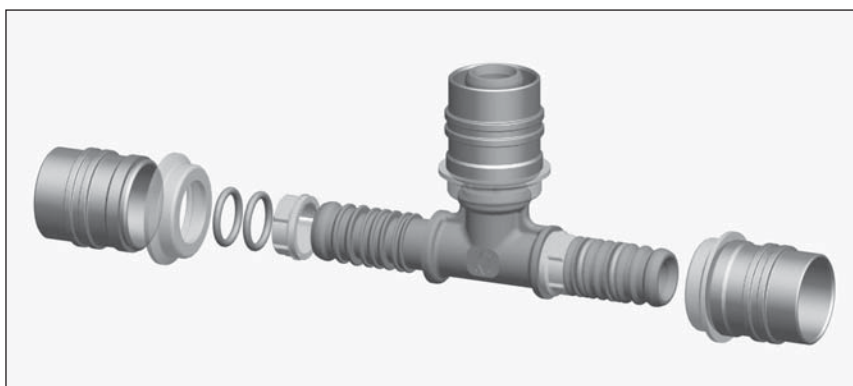
Złączki z tuleją wahliwą (oddzieloną od korpusu) wyposażone są w półprzezroczysty pierścień z tworzywa dla kontroli głębokości wprowadzenia rury. Luźna tuleja, nie połączona trwale z korpusem złączki, pozwala na łatwiejsze wprowadzenie rury do złączki.

Uszczelki typu „O-ring” wykonane są:

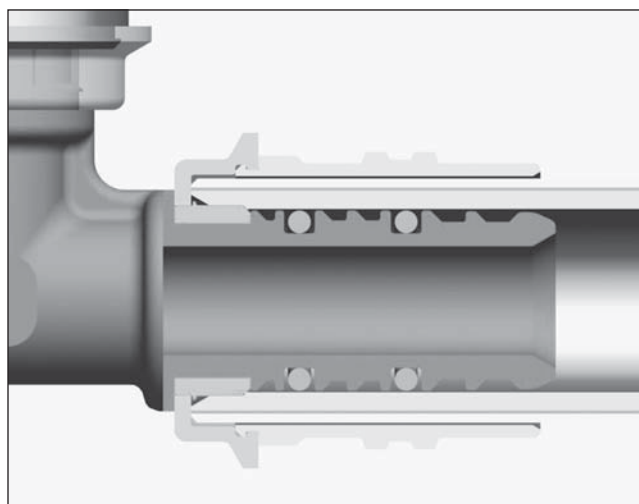
NBR 70/VITON – złącza typu Vestol i Kisan WM

EPDM 70 – złącza typu Kisan WL i WLT (KD).

Uszczelnienie połączenia rury w złączce zaprasowywanej uzyskuje się przez zaprasowanie tulei na rurze przy użyciu praski elektrycznej lub ręcznej, z zastosowaniem odpowiedniej szczęki.



*Rys. 2. Złączka zaprasowywana typu Kisan WL*



*Rys. 3. Przekrój złącza zaprasowywanego typu Kisan WL*

Właściwości złązek zaprasowywanych typu Kisan WL, WLT (KD), WM i WT

- powtarzalność połączenia (zawsze jednakowa siła docisku),
- możliwość montażu w przegrodach poziomych (posadzki) i pionowych (ściany),
- możliwość nakładania otulin termoizolacyjnych na połączenia (średnice zewn. złązek są niewiele większe od średnic rury),
- duża szybkość wykonania połączenia (ograniczona ilość operacji),

- duże walory estetyczne (kształtki są niklowane) w przypadku umieszczenia połączenia w miejscu widocznym
- złączki spełniają jednocześnie funkcje kształtek instalacyjnych – trójników, kolan, śrubunków, itd

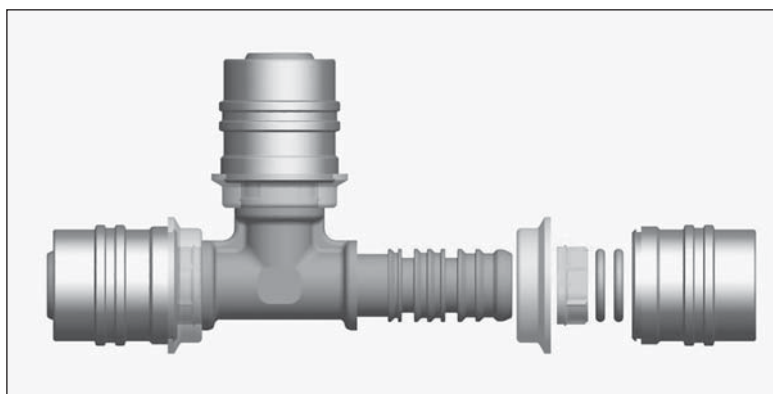
Dodatkowe zalety złączki typu Kisan WLT z korpusem PPSU:

- niewiele niższa odporność na obciążenia i udary niż złączek mosiężnych
- brak korozji
- mniejszy ciężar w stosunku do złączek mosiężnych.

Złączki typu Kisan WL oprócz wszystkich wymienionych ogólnych zalet złączek zaprasowywanych oraz złączek mosiężnych typu Kisan WM posiadają dodatkowe przewagi techniczne.

#### Dodatkowe zalety złączek typu Kisan WL i WLT (KD)

- Funkcja kontrolowanego przecieku zgodnie z DVGW W534 – Wymogiem dla złączek tego typu, jest aby złączki z kontrolowanym przeciekiem w stanie nie zaciśniętym przy ciśnieniu pomiędzy 1 bar (0,1 MPa) a 6,5 bar (0,65 MPa) były wyraźnie nieszczelne. Ma to się objawiać na dwa możliwe sposoby: wznoszące się pęcherzyki powietrzne na każdym złączu, co najmniej 1 pęcherzyk powietrzny na sekundę lub wyciekająca woda na każdym złączu, co najmniej 1 kropla na sekundę.
- Możliwość zaprasowywania dwoma profilami szczęk, obecnym KI i nowym TH.
- Łatwiejszy montaż – możliwy bez użycia narzędzia fazującego, kalibratora.
- Użycie narzędzia typu **rozwiertak** przy montażu złącz typu Kisan WL i WLT (KD) jest **niedopuszczalne**.



Rys. 4. Trójnik typu Kisan WL

Zmiany konstrukcyjne w złączce typu WL w stosunku do złączek typu WM (WT):

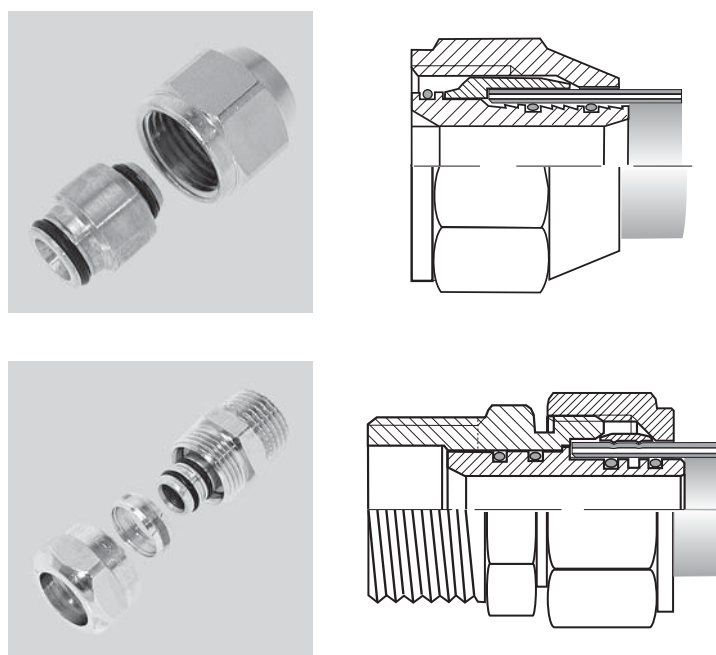
1. Pierścień mocujący tuleję do korpusu – wykonany z lepszego materiału, podwyższono przezroczystość, zwiększona średnica zewnętrzna lepiej pozycjonuje szczękę zaprasowującą, zapewnia izolacyjność pomiędzy warstwą aluminium z rury i mosiężnym korpusem, zapobiegając powstawaniu korozji elektrochemicznej.
2. Tuleja zaprasowywana mosiężna – wyprofilowana powierzchnia daje pewniejszy zacisk, oraz znakomicie pozycjonuje obydwie typy szczęk zaprasowujących KI i TH.
3. Pierścień zacinający koloru zielonego – daje kontrast przy kontroli osadzenia rury w złączce, oraz blokuje złączkę na rurze przed operacją zaprasowywania.  
O-ringi uszczelniające – obydwa wykonane z EPDM70 sieciowanego nadtlenkowo.

4. Korpus złączki – kuty na gorąco i obrabiany mechanicznie, ze zmienionym kształtem końcówki, zapewniającym łatwy montaż, oraz zabezpieczony antykorozyjnie powłoką niklową.

## 2.2.2 Złączki zaciskowe – skręcane

Właściwości złązek zaciskowych typu Kisan

- możliwość montażu w przegrodach pionowych (ściany),
- bardzo szybki montaż,
- możliwość montażu za pomocą klucza zwykłego lub nastawnego, bez potrzeby używania specjalistycznych urządzeń zaprasowujących,
- duże walory estetyczne (kształtki są niklowane) w przypadku umieszczenia połączenia w miejscu widocznym
- możliwość wielokrotnego rozłączania i łączenia elementów – bez dodatkowych uszczelnień,
- pewność połączenia – w prawidłowo wykonanym połączeniu nie występują przecieki.



Rys. 5. Złączki zaciskowe typu Vestol i Vestol ZBK

Złączki zaciskowe – skręcane wykonywane są w trzech typach:

- złączka typu Vestol – zagnieceniu ulega mosiężna tuleja umieszczona na korpusie, zakres średnic: 14, 16, 20, 25 mm, zakres rozmiarowy gwintów: 1/2", 3/4", 1"
- złączka typu Vestol ZBK – zagnieceniu ulega mosiężny przecięty pierścień, zakres średnic: 16, 20 mm, zakres rozmiarowy gwintów: 1/2", 3/4"
- złączka typu półsrubunek Eurokonus G3/4" – zagnieceniu ulega mosiężny przecięty pierścień, zakres średnic: 14, 16, 20 mm, zakres rozmiarowy gwintów: G3/4".

Są to złączki mosiężne niklowane z uszczelkami typu „O-ring” (wykonanymi z NBR70/FKM80). W specjalnie przygotowanej przy pomocy kalibratora lub rozwiertaka końcówce rury osadza się korpus złączki z uszczelkami.

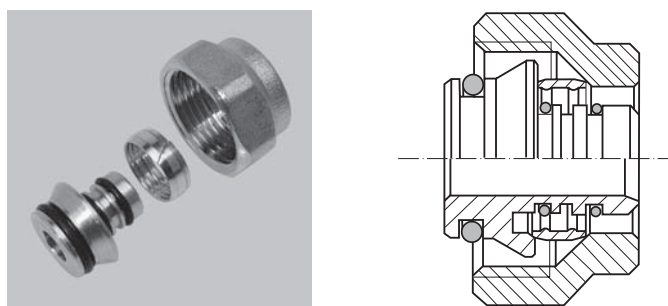
### 2.2.3 Kształtki gwintowane do złązek zaciskowych

Przy pomocy łączników uzupełniających o rozmiarach gwintów  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1" realizujemy następujące zadania:

- odgałęzienie przepływu (trójniki),
- zmiana kierunku przepływu (kolana) – gdy wymagany jest bardzo mały łuk,
- połączenie z armaturą sanitarną – zawory, baterie, grzejniki,
- połączenie z instalacją wykonaną z innych materiałów.

### 2.2.4 Złączki do podłączenia grzejników

Do połączeń z podejściami grzejnikowymi odpodłogowymi stosowane są złączki typu  $G \frac{3}{4}'' \times 14 \times 2$ ,  $G \frac{3}{4}'' \times 16 \times 2$  i  $G \frac{3}{4}'' \times 20 \times 2,25$ .



Rys. 6. Złączka przygrzejnikowa typu  $G \frac{3}{4}''$  Euroconus

Złączki te stosowane są również do zaworów zespolonych grzejnikowych oraz do rozdzielaczy ogrzewania podłogowego serii:

- RP – RP, RPT, RPT-WPz
- RPO – RPO, RPTO, RPTO-WPz
- UMR, UMRc.

Alternatywnym, bardziej estetycznym, podłączeniem grzejników jest użycie przyłącza grzejnikowego. Służy do podłączania grzejników dla instalacji wychodzącej ze ściany lub z posadzki.

Rurka miedziana o długości 17, 30 lub 100 cm wraz z kolankiem przyłącznym została poniklowana na wysoki połysk. Przyłącze umożliwia wykonanie próby ciśnieniowej bez dodatkowego zaślepienia i konieczności zawieszania grzejników – rurka została szczelnie zagnieciona na końcu.



Rys. 7. Pojedyncze przyłącze grzejnikowe kątowe WL z niklowaną rurką

Podłączenie od strony rury wielowarstwowej jest typu WL:

- funkcja kontrolowanego przecieku,
- możliwość zaprasowywania 2 typami szczęk: KI i TH,
- obsadzanie rury bez kalibracji.

Podłączenie rury miedzianej do grzejnika następuje poprzez złączkę zaciskową do rur metalowych cienkościennych, na przykład o standardzie Eurokonus G<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" dla zaworów zespolonych.

## 2.3 System KISAN DEVELOPMENT

System Kisan Development stosowany jest w instalacjach centralnego ogrzewania (grzejnikowych i płaszczyznowych) oraz instalacjach zimnej wody i ciepłej wody użytkowej.

Kisan Development przeznaczony jest głównie dla inwestycji developerskich w budownictwie mieszkaniowym i stanowi kompletną, standaryzowaną ofertę w tego typu obiektach. Wprowadzony został do oferty Kisan od 1 kwietnia 2011 roku.

Elementy systemu Kisan Development

- a) Rura wielowarstwowa PE-RT/Al/PE-RT, oferowana w średnicach 16 × 2, 20 × 2,25 i 25 × 2,5 mm.

Podstawą konstrukcji rury jest kopolimer polietylenu – PE-RT typu II o symbolu DOWLEX 2388.

Rura PE-RT/Al/PE-RT może być stosowana, zgodnie z normą PN EN 21003 w instalacjach klasy 4 (ogrzewanie podłogowe i grzejniki niskotemperaturowe, również instalacje wodociągowe) dla maksymalnego ciśnienia roboczego 10 bar, natomiast w instalacjach klasy 5 (grzejniki wysokotemperaturowe) dla maksymalnego ciśnienia roboczego 6 bar.

- b) Złączki zaprasowywane KD (Kisan WLT, Kisan KD)

Złączki KD są przystosowane do usytuowania pod podłogą pomieszczeń – umożliwiają trójnikowe podłączenie grzejników oraz urządzeń wodociągowych w pomieszczeniach.

Korpus złączek wykonany jest z tworzywa PPSU wysokiej jakości, odpornego na ciśnienie, wysokie temperatury oraz udary mechaniczne. Złączki mają własność „kontrolowanego przecieku” (zgodnie z dyrektywą DVGW W534) – przed zaprasowaniem złącza wykazują jego nieszczelność, co pozwala na wyeliminowanie przypadków omyłkowego pozostawienia w instalacji nie zaprasowanych połączeń.

W ofercie Kisan Development znajdują się kolana i trójniki Kisan WLT o średnicach 16, 20 i 25 mm (proste i redukcyjne).

- c) Złączki gwintowane i zaprasowywane, mosiężne KD.

Złączki te umożliwiają przyłączenie rur Kisan do armatury i urządzeń (np. grzejniki, rozdzielacze). Wykonywane są z wysokiej jakości mosiądzu, odpornego na odcynkowanie i ze śladową domieszką ołowiu, w wersji bez powłoki niklowej (dla odróżnienia od złączek systemu Kisan Comfort – dodatkowo niklowanych).

- d) Rozdzielacze KD, od 2 do 12 wyjść na grzejniki.

Wykonane są z rury mosiężnej 1", z wyjściami na grzejniki ½".

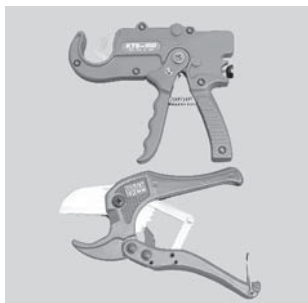
Mosiądz odporny na odcynkowanie i ze śladową domieszką ołowiu (znacznie poniżej dopuszczonych norm zawartości).

- e) Szafki do rozdzielaczy – podtynkowe i natynkowe.

## 3. Montaż systemu Kisan

### 3.1 Narzędzia do montażu systemu KISAN

#### Cięcie rury

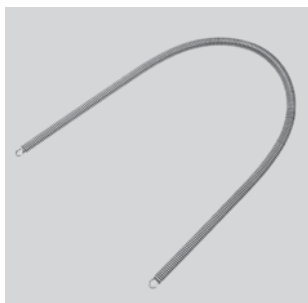


Nożyce do rur z tworzyw sztucznych (Ø10÷32)



Obcinak krążkowy (Ø10÷40)

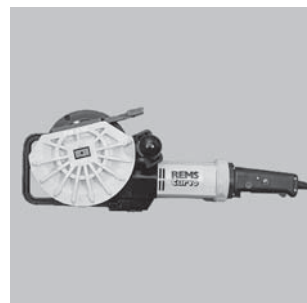
#### Gięcie rury



Sprężyna do gięcia rur wewnętrzna (Ø14÷25)  
Sprężyna do gięcia rur zewnętrzna (Ø16÷20)



Giętarka do gięcia rur ręczna (Ø16÷32)



Giętarka do gięcia rur elektryczna (Ø10÷40)

#### Przygotowanie końcówki rury



Rozwiertak do rur  
14 × 2 mm



Kalibrator  
16 × 2 mm  
20 × 2,25 mm  
25 × 2,5 mm  
32 × 3 mm  
40 × 4 mm

## Zaprasowywanie



Praska elektryczna sieciowa (Ø16÷40)



Praska elektryczna akumulatorowa (Ø16÷40)



Praska ręczna (Ø16÷25)

## 3.2 Instrukcja montażu połączeń systemu KISAN

### Trasowanie rury

Trasowanie rur, czyli oznaczenie miejsca cięcia rur wykonuje się stosując składany przymiar liniowy (tzw. metrówkę). Znakowanie na rurze wykonywać ołówkiem lub markerem.

Niedopuszczalne jest znakowanie przez wykonywanie rys lub nacięć na powierzchni rury.

### Cięcie rury

Cięcie rury wykonujemy specjalnymi nożycami prostopadle do osi rury. Aby uniknąć zgniecenia rury wykonuje się płytkie nacięcie po obwodzie rury, a następnie obcina rurę do końca. Operowanie nożycami wymaga pewnej wprawy.

Dla średnic powyżej 25 mm zaleca się stosowanie obcinaka krążkowego.



### Gięcie rury

Minimalny promień gięcia rury wynosi – 5 D (D – średnica zewnętrzna).

Na przykład, wykonanie zawrotu o 180° rury 16×2 wymaga wykonania łuku o średnicy 16 cm.

Rurę wygina się „na zimno”. Dla uniknięcia załamania rury lub zwichnięcia przekroju zaleca się użycie specjalnych sprężyn do gięcia rur.

Dla średnic powyżej 25 mm zaleca się stosowanie specjalnych giętarek.



### Przygotowanie końcówki rury

Do przygotowania końcówki rury stosuje się kalibratory lub rozwiertaki. Przy pomocy tych narzędzi kalibruje się wewnętrzną średnicę rury.

Ze względu na wprowadzane zmiany i usprawnienia w systemie Kisan niektóre starsze narzędzia nie mogą być wykorzystywane do najnowszych produktów i niektórych już będących w ofercie.



Tablica 4. Zgodność narzędzi fazujących w zależności od średnicy rury i systemu złączy

Średnica rury /złącza	Złączeni zaciskowe – skręcane	Złączeni zaprasowywane WM / WT	Złączeni zaprasowywane WL / WLT (KD)
14×2,0	rozwiertak	–	–
16×2,0	<b>kalibrator</b> , rozwiertak	<b>kalibrator</b> , rozwiertak	<b>kalibrator</b> , bez fazowania
20×2,25	<b>kalibrator</b>	<b>kalibrator</b>	<b>kalibrator</b> , bez fazowania
25×2,5	<b>kalibrator</b> , rozwiertak	<b>kalibrator</b> , rozwiertak	<b>kalibrator</b> , bez fazowania
32×3,0	–	<b>kalibrator</b>	<b>kalibrator</b> , bez fazowania
40×4,0	–	<b>kalibrator</b>	<b>kalibrator</b> , bez fazowania

**kalibrator** – zalecane



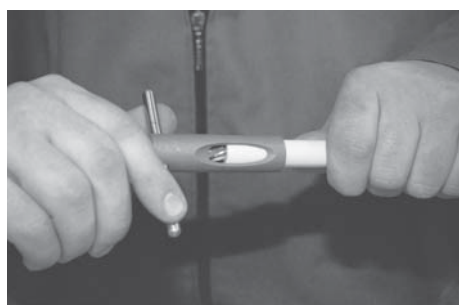
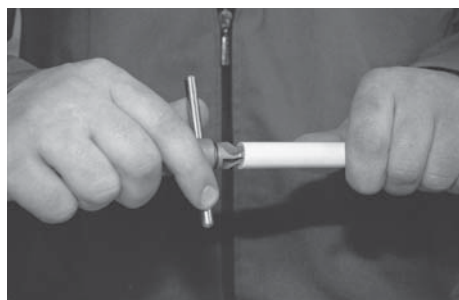
### Użycie kalibratora

Aby przygotować koniec rury wielowarstwowej do zamontowania złącza należy wykonać operację kalibrowania wewnętrznej średnicy rury i fazowanie.

Kalibrator ma specjalnie ukształtowaną baryłkowalцовą część roboczą.

Część ta zakończona jest frezem do wykonania fazki i wyrównania czoła rury. Obracając kalibrator zgodnie z ruchem wskazówek zegara wsuwamy go do rury i fazujemy jej wewnętrzną ścianę na głębokość 1 mm. W tak przygotowanej końcówce rury możemy osadzić złącze.

Kalibratory stosuje się do rur o średnicy od 16 mm wzwyż.



**Patrz – Tablica 4. Zgodność narzędzi fazujących w zależności od średnicy rury i systemu złącz.**

**Rozwiertaka nie należy stosować:**

- dla rur o średnicy 20×2,25 mm
- dla wszystkich typów rur przy montażu złącz zaprasowywanych typu KISAN WL i WLT (KD).

**Użycie rozwiertaka w wyżej wymienionych przypadkach jest zabronione i powoduje utratę gwarancji na wykonane złącze.**

### Użycie rozwiertaka

Dla przygotowania końcówki rury przy pomocy rozwiertaka należy wykonać następujące operacje. Częścią walcową rozwiertaka wstępnie kalibruje się wewnętrzną średnicę rury i frezem wykonuje fazę na głębokość około 1 mm. Następnie odwrotną stroną rozwiertaka, składającą się z tulei i freza walcowego wykonuje się kalibrowanie rury, aż do kreski naciętej na tulei.

Należy zwrócić uwagę, żeby na końcu rozwiertaka znajdowała się uszczelka (gumka) dla odprowadzenia skrawanych wiórów.

Rozwiertaki stosuje się do rur o średnicach 14, 16 i 25 mm oraz w zależności od typu montowanego złącza.

## Montaż złązek

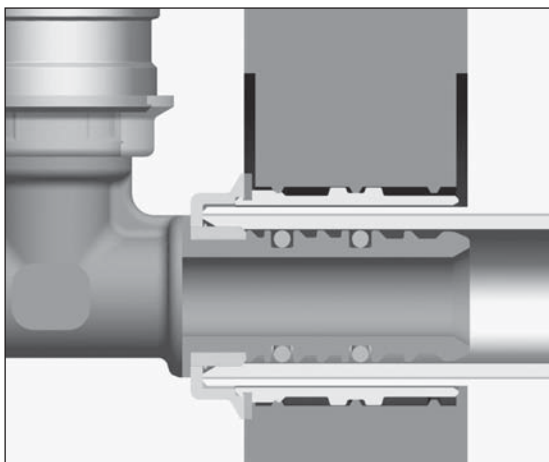
**Osadzając złączkę w rurze w celu usprawnienia montażu należy używać wody lub wody z mydłem.**

**Zabronione jest używanie smarów, olejów oraz past innego zastosowania np. do instalacji kanalizacyjnych.**

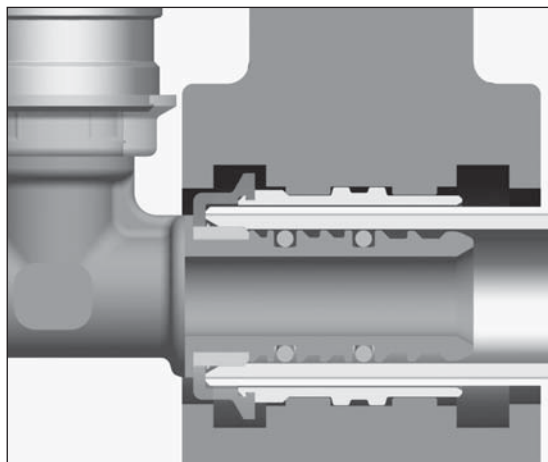
## Wykonanie złącza zaprasowywanego

Konstrukcja złązek pozwala na sprawdzanie prawidłowej głębokości wprowadzenia rury w półprzezroczystym pierścieniu z tworzywa.

Osadzenie złączki nie wymaga dużej siły i wykonuje się je ręcznie.



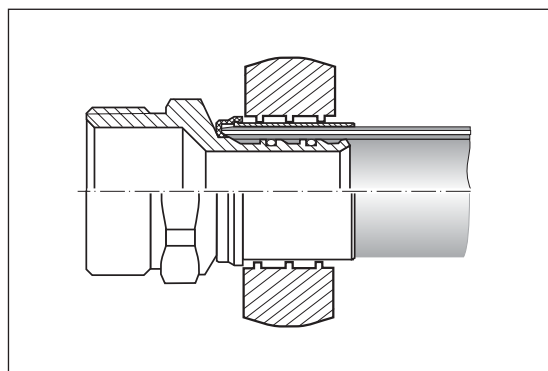
Rys. 8. Pozycjonowanie szczęki typu KI na złączce typu Kisan WL i WLT (KD).



Rys. 9. Pozycjonowanie szczęki typu TH na złączce typu Kisan WL i WLT (KD).



Rys. 10. Przekrój zaprasowanego połączenia typu Kisan WL



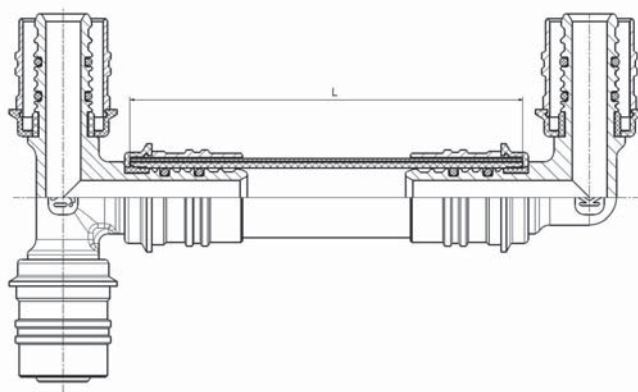
Rys. 11. Prawidłowe ustawienie szczęk na złączce typu Kisan WM i Kisan WT

## Wskazówki montażowe

W poniższych tablicach i na rysunkach podano minimalne odległości między złączkami, od przegród budowlanych i sąsiednich rur jakie należy zachować podczas montażu rur z użyciem złązek zaprasowywanych.

Tablica 5.  
Zalecana długość rury między  
sąsiednimi złączkami

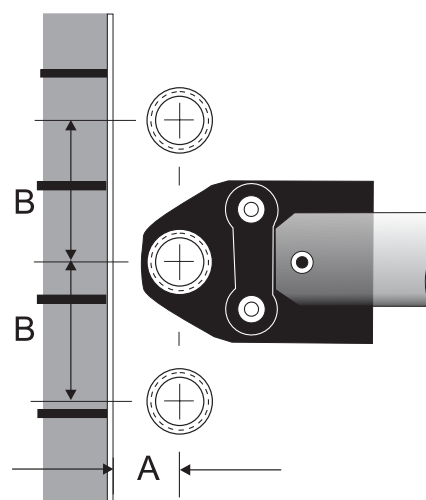
Średnica zewn. rury $\varnothing$ [mm]	długość rury L [mm]
16	60
20	60
25	80
32	80
40	100



Rys. 12. Minimalna zalecana długość rury między sąsiednimi złączkami

Tablica 6.  
Odległości od sąsiednich ścian i rurociągów o tej samej średnicy

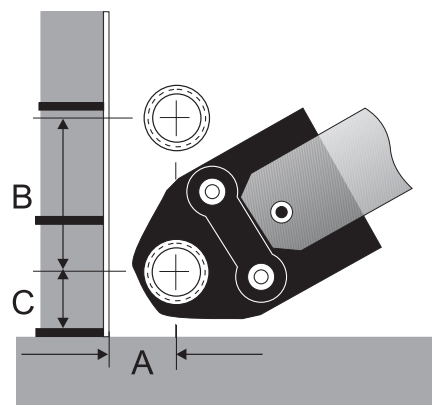
Średnica zewn. rury [mm]	A [mm]	B [mm]
16	23	50
20	25	54
25	28	59
32	31	67
40	40	82



Rys. 13. Odległości od ścian, podłóg i sąsiednich rurociągów

Tablica 7.  
Odległości od sąsiednich przegród i rurociągów o tej samej średnicy

Średnica zewn. rury [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]
16	32	63	40
20	33	66	41
25	34	71	43
32	38	80	46
40	48	86	55



Rys. 14. Odległości od sąsiednich rurociągów, poziomych i pionowych przegród

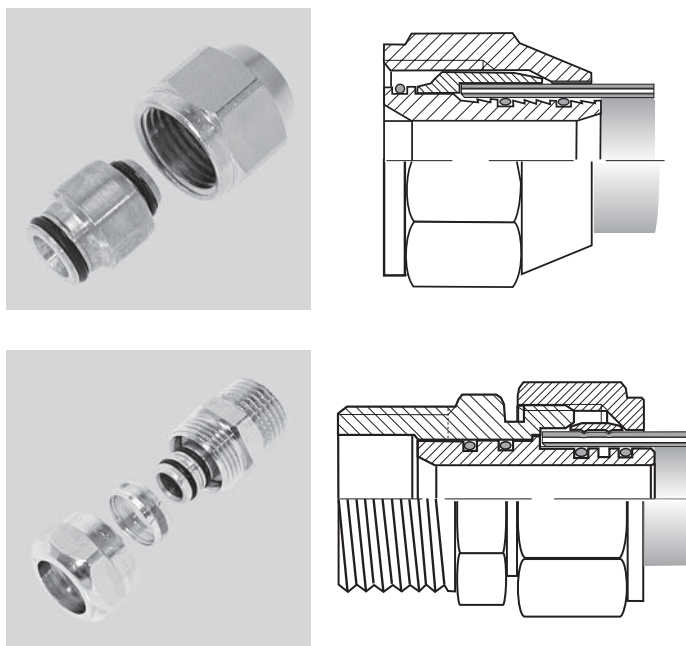
## Montaż złązek zaciskowych – skręcanych

Na przygotowanym końcu rury oznacza się głębokość wprowadzenia złączki Vestol, ma to na celu kontrolę głębokości osadzenia korpusu złączki w rurze. Na rurę nakłada się nakrętkę, a następnie osadza się korpus złączki.

Należy zwrócić uwagę na wsunięcie korpusu złączki na pełną głębokość, co można kontrolować przez obserwację położenia złączki względem znaku na rurze. Istotne jest również dobre wprowadzenie uszczelki typu O-ring. Pierwszą z uszczelki można kontrolować wizualnie, natomiast złe ułożenie drugiej uszczelki można poznać po objawach takich jak zwiększony opór w trakcie osadzania złączki, lub niemożność dosunięcia korpusu złączki do znaku na rurze.

Przy montażu złązek zaciskowych z pierścieniem przeciętym typu Vestol ZBK i przygrzejkowych Eurokonus G $\frac{3}{4}$ ", pierścień przecięty należy dosunąć do korpusu złączki.

Po ustawieniu współosiowo rury i kształtki nakręca się nakrętkę „do oporu” z pewną siłą tak, aby spowodować zagniecenie tulei złączki na zewnętrznej warstwie polietylenu rury. Takie połączenie nie wymaga uszczelnienia w postaci taśmy teflonowej czy włókna kopolnego i można je wielokrotnie odkręcać i zakręcać, z tym, że rura wraz z korpusem złączki tworzy trwałe połączenie. W przypadku stwierdzenia przecieku w miejscu połączenia rury z korpusem złączki, należy korpus wyciąć i zastąpić innym, gdyż po zagnieceniu jest on nierozbieralny. Przy montażu instalacji należy zwrócić uwagę na odpowiednią kompensację wydłużeń termicznych, aby ewentualne przemieszczenia nie powodowały powstawania nadmiernych sił wrywających rurę ze złącza.



Rys. 15. Przekroje złązek VESTOL i VESTOL ZBK

**Złączki Vestol (z gwintem wewnętrznym) należy nakręcać wyłącznie na kształtki systemu KISAN.**

**Złączki przygrzejkowe G $\frac{3}{4}$ " należy nakręcać wyłącznie na zawory o standardzie przyłącza Eurokonus.**

Zaleca się stosowanie złązek skręcanych przede wszystkim w dostępnych miejscach instalacji. Preferowany jest system c.o. rozdzielaczowy, gdzie złączki występują tylko przy rozdzielaczach i grzejnikach.

Dopuszcza się wykonywanie połączeń typu VESTOL pod tynkiem (np. rozprowadzenia instalacji wodociągowej, pionów centralnego ogrzewania), natomiast nie dopuszcza się wykonywania połączeń w przegrodach poziomych.

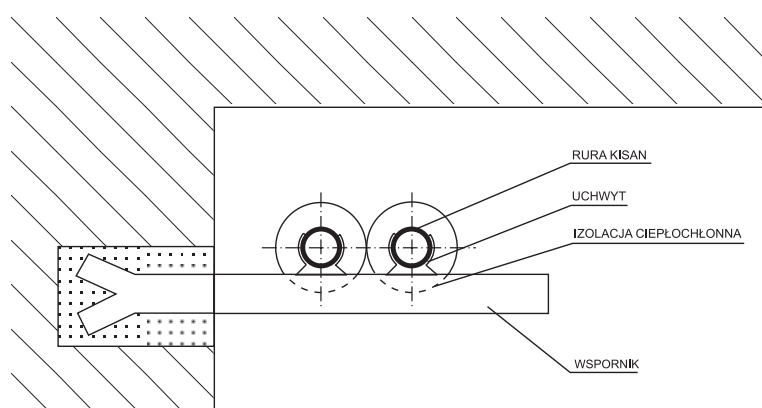
## 4. Wymagania ogólne przy projektowaniu instalacji sanitarnych w systemie KISAN

### 4.1 Zasady rozprowadzenia przewodów z rur KISAN

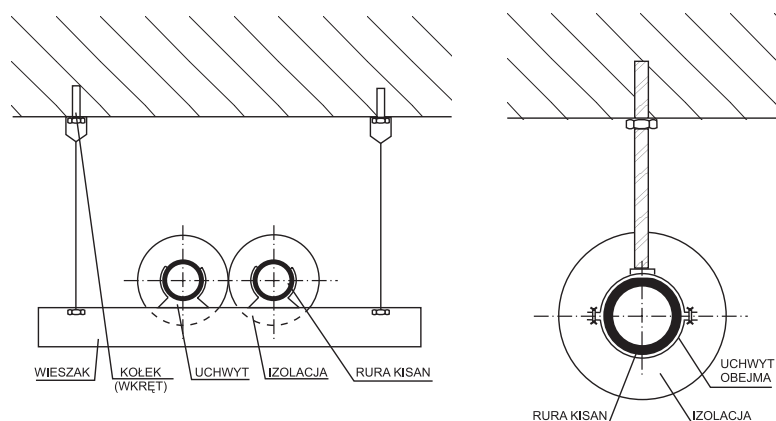
#### Poziome przewody rozdzielcze i piony

Przewody nieizolowane mocujemy do ścian i stropów za pomocą obejm i uchwytów pojedynczych lub podwójnych. W przypadku przewodów izolowanych, uchwyty należy mocować na wspornikach lub wieszakach tak, aby umożliwić montaż izolacji.

a) MONTAŻ NA WSPORNIKACH



b) MONTAŻ NA WIESZAKACH



Rys. 16. Przykładowe sposoby mocowania rur systemu Kisan

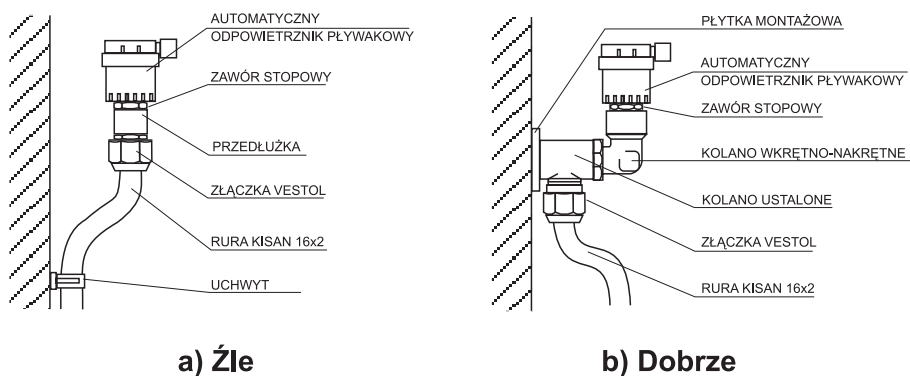
Maksymalne odstęp zamocowań rur KISAN wynoszą:

Rura	14×2, 16×2, 20×2,25 mm	rura pozioma – odstęp 0,50 m
		rura pionowa – odstęp 1,00 m
Rura	25×2,5 mm	rura pozioma – odstęp 0,75 m
		rura pionowa – odstęp 1,20 m
Rura	32×3	rura pozioma – odstęp 1,20 m
		rura pionowa – odstęp 1,50 m
Rura	40×4 i 50×4,5	rura pozioma – odstęp 1,50 m
		rura pionowa – odstęp 1,80 m

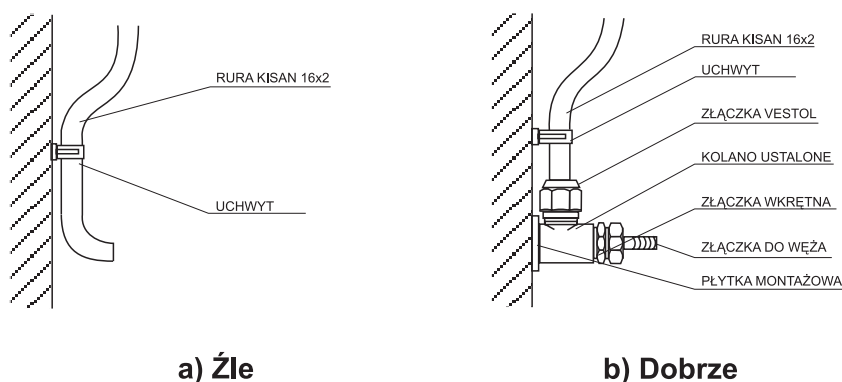
Miejsca zamocowań powinny uwzględniać zasady kompensacji wydłużeń.

Przy stosowaniu rur KISAN obowiązuje zasada, że nie wolno pozostawiać wolnego, nie zamocowanego końca rury. Szczególnie należy o tym pamiętać przy wykonywaniu wszelkiego rodzaju króćców spustowych i odpowietrzających.

#### ODPOWIETRZENIE



#### ODWODNIENIE



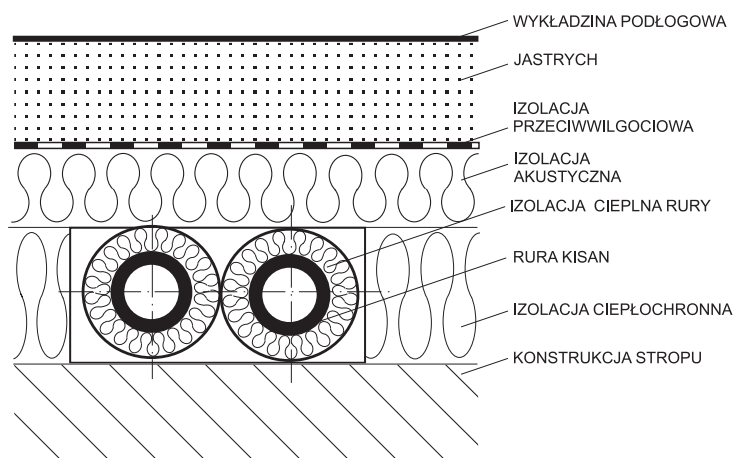
Rys. 17. Przykłady mocowania zakończeń rur

## 4.2 Prowadzenie i izolowanie ciepłe przewodów

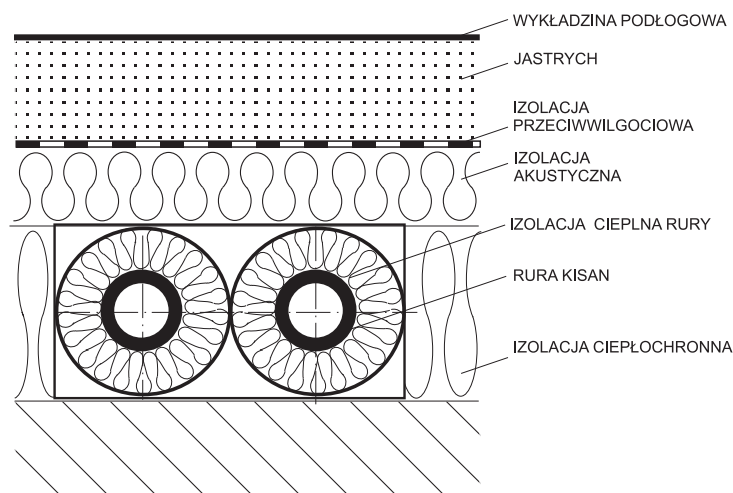
Dopuszczalne są 3 sposoby rozprowadzenia przewodów:

- rury prowadzone po wierzchu ścian lub w bruzdach z zachowaniem wspomnianych zasad mocowań,
- rozprowadzenie przewodów w warstwie podłogowej,
- rozprowadzenie przewodów po obwodzie mieszkania pod tynkiem lub w listwie przypodłogowej.

a) Ułożenie z izolacją o zredukowanej do 1/2 grubości do podłączenia grzejnika w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi - na stropach nad pomieszczeniami niegrzewanymi.



b) Ułożenie z izolacją o pełnej grubości dla podłączenia grzejnika w piwnicach, na ścianach zewnętrznych i podłogach.



Rys. 18. Prowadzenie rur w warstwie podłogowej

W systemie KISAN powinny być izolowane:

- przewody w pomieszczeniu źródła ciepła,
- przewody rozdzielcze prowadzone przez nieogrzewane pomieszczenia w piwnicach budynku,
- piony na korytarzach, klatkach schodowych i pomieszczeniach ogólnodostępnych,
- poziome rozprowadzenia c.o. i c.w. w stropach nad pomieszczeniami nieogrzewanymi lub na gruncie.

Grubość izolacji dobiera się zgodnie z normą PN-B-02421:2000 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń”.

Współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego powinien być nie większy niż 0,04 W/m K, w temp. średniej = 20°C. Zaleca się stosowanie gotowych prefabrykatów – otulin i kształtek z różnych spienionych (porowatych) tworzyw sztucznych takich jak polietylen, kauczuki czy poliuretany. Nie zaleca się stosowania materiałów o niskim stopniu prefabrykacji, wymagających stosowania płaszczy osłonowych, takich jak maty, pasy, izolacja luzem itp.

Nie dopuszcza się izolacji wykonywanej w technologiach mokrych. Materiał otulin powinien być niepalny lub zapalny samogasnący i nierozprzestrzeniający ognia.

## Przejścia przez przegrody budowlane

W miejscach przejść przez przegrody powinny być osadzone tuleje osłonowe z rur z tworzyw sztucznych. Nie można stosować tulei z rur stalowych lub z blachy. W miejscach przejść nie mogą

występować połączenia rur. Przestrzeń między tuleją, a rurą powinna być wypełniona materiałem plastycznym nie oddziałującym na materiał rury KISAN.

### 4.3 Kompensacja wydłużeń termicznych

Szczegółowe rozwiązanie kompensacji wydłużeń termicznych musi być uwzględnione w fazie projektowania instalacji. Współczynnik rozszerzalności liniowej rur KISAN wynosi  $25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  tzn. 1 mb rury KISAN wydłuża się przy różnicy temperatur równej  $10^\circ\text{C}$  o 0,25 mm.

Rozwiązanie kompensacji wymaga zastosowania trzech elementów:

- podpór przesuwnych (P),
- punktów stałych (PS),
- kompensatorów.

Jako podpory przesuwne wykorzystujemy tworzywowe uchwyty do rur bez przekładek.

Jako podpory stałe wykorzystujemy przelotowe uchwyty do rur z przekładką gumową, umieszczone na odsadzce rury lub na szczycie kompensatora U-kształtowego. Uchwyty mocowane są do przegród budowlanych lub wsporników.

Jako kompensatory w pierwszej kolejności należy wykorzystać łuki, kolana i odsadzki wynikające ze zmiany kierunku prowadzenia przewodu (samokompensacja).

#### Zasady obliczania kompensatorów

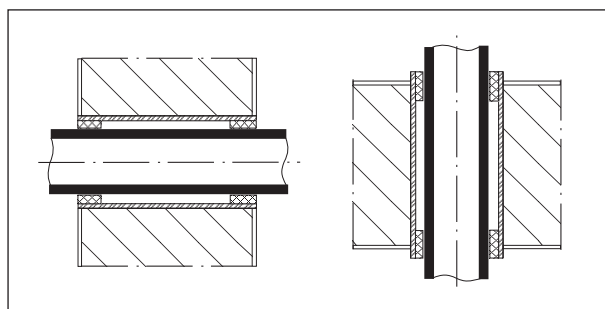
Wydłużenie cieplne danego odcinka prostego rury można obliczyć ze wzoru:

$$\Delta l = C \times L \times \Delta t$$

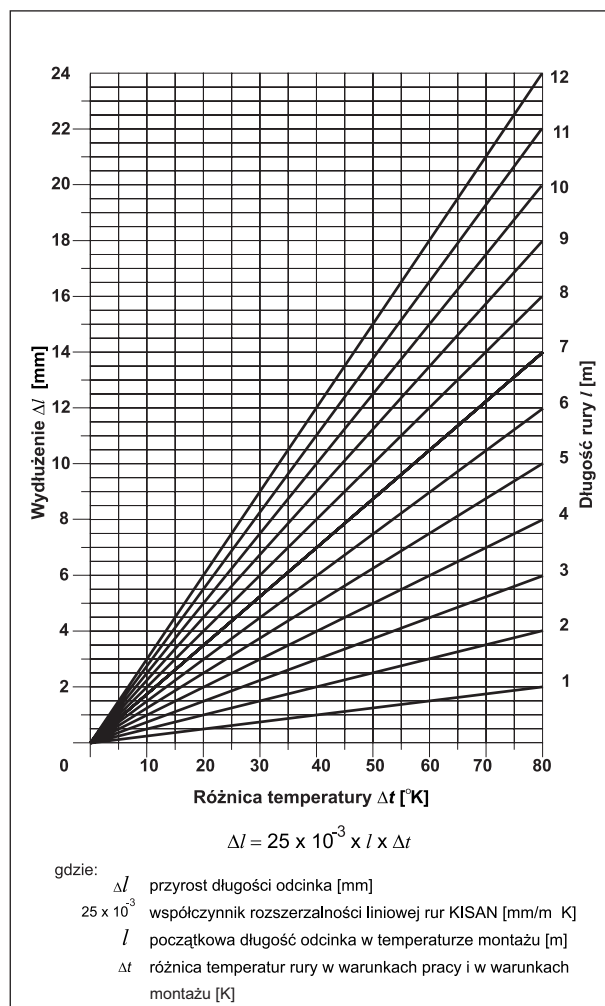
gdzie:

- $\Delta l$  – przyrost długości rury, [mm]
- $C$  – współczynnik rozszerzalności liniowej  $C=0,025$ , [mm/m °C]
- $L$  – długość odcinka rury, [m]
- $\Delta t$  – różnica temp. między temp. czynnika a temp. otocz., [°C]

W przykładzie pokazanym na powyższym rysunku wszystkie promienie łuków kompensatora są jednakowe i wynoszą  $r = 5D$  ( $D$  – średnica zewnętrzna przewodu). Odległość od osi symetrii kompensatora do podpory przesuwej wynosi min 10 r.



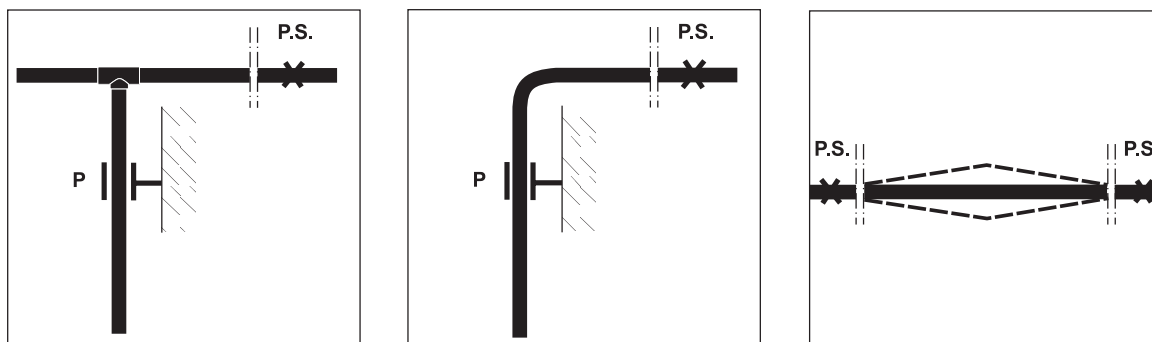
Rys. 19. Przykłady przejść przez przegrody budowlane



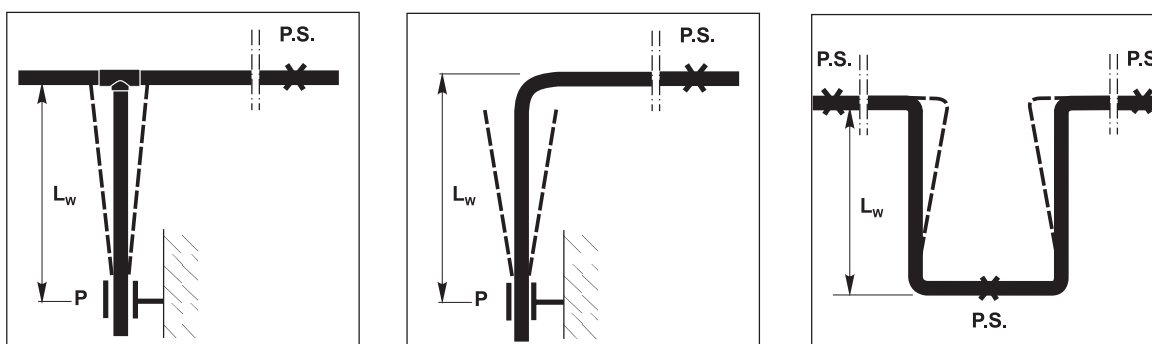
Rys. 20. Wykres wydłużalności liniowej w zależności od różnicy temperatury czynnika dla rur wielowarstwowych KISAN



## Rozwiązanie nieprawidłowe



## Rozwiązanie prawidłowe



Rys. 21. Przykłady rozwiązań kompensacji rurociągów

Wysięg kompensatora  $L_w$  oblicza się ze wzoru:

$$L_w = K \times \sqrt{D \times \Delta l}$$

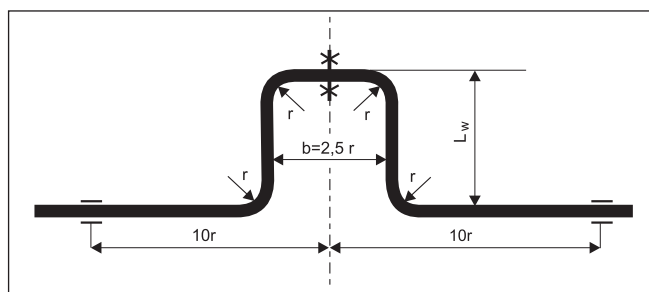
gdzie:

$L_w$  – wysięg kompensatora, [mm]

$D$  – średnica zew. rury, [mm]

$\Delta l$  – przyrost długości rury, [mm]

$K$  – współczynnik sprężystości, ( $K = 30$ )



Rys. 22. Przykład kompensatora U-kształtowego

## 4.4 Wymagania szczególne odnośnie instalowania przewodów z rur KISAN

Rury KISAN powinny być tak instalowane, aby uniemożliwić ich mechaniczne bądź termiczne uszkodzenie. W pomieszczeniach ogólnodostępnych takich jak klatki schodowe w budynkach wielorodzinnych, korytarze itp., rury KISAN muszą być w trwały sposób obudowane.

W pomieszczeniach przemysłowych rury KISAN muszą być zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym, działaniem promieniowania cieplnego od elementów o wysokiej temperaturze, działaniem promieniowania UV i otwartego płomienia.

### Wskazówki do projektowania instalacji zimnej wody i ciepłej wody użytkowej.

W systemie KISAN preferowanym sposobem prowadzenia instalacji jest zakrycie ich ekranem lub prowadzenie pod tynkiem w izolacji w płaszczu przeciwwilgociowym.

## 4.5 Sposoby rozproawdzenia instalacji wodociągowych

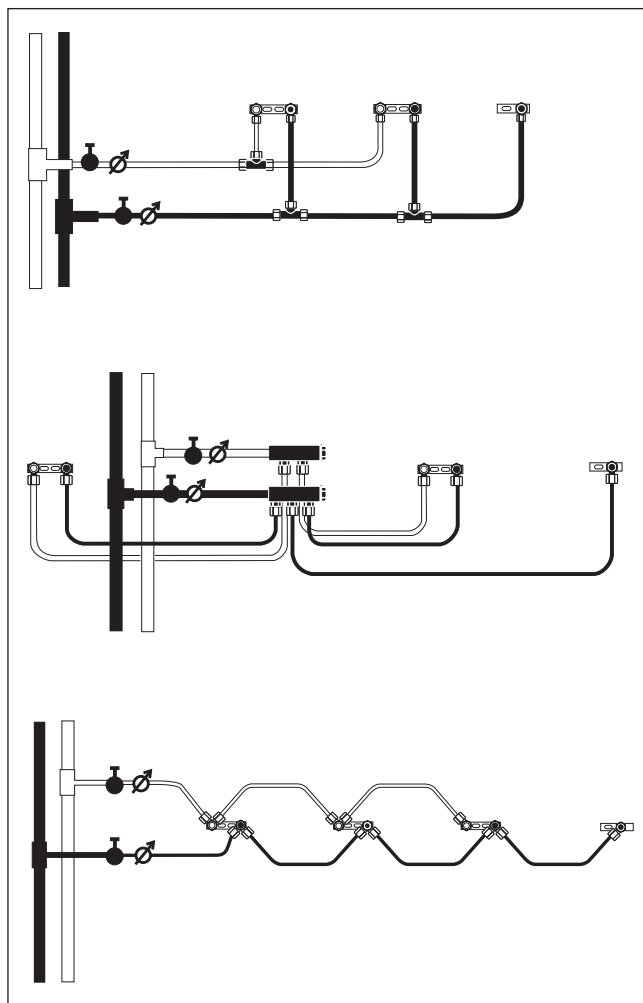
Sposoby rozproawdzenia instalacji wodociągowych:

- tradycyjne rozproawdzenie z użyciem trójników
- rozproawdzenie z użyciem rozdzielaczy
- rozproawdzenie z użyciem trójników i kolan ustalonych.

Dla ułatwienia montażu baterii i zaworów czerpalnych w asortymencie systemu KISAN znajdują się płytki montażowe podwójne i pojedyncze oraz mocowane do nich kolana ustalone, trójniki ustalone proste oraz kątowe.

Armatura odcinająca, zwrotna i czerpalna wymaga dodatkowych mocowań (nie może obciążać rury). Korzystne jest, aby armatura na przewodach rozmieszczona była obok punktów stałych.

Przy podłączeniu lokalnych urządzeń do przygotowania ciepłej wody (termy gazowe i elektryczne) należy stosować się do zaleceń montażowych producenta urządzenia lub zamontować bezpośrednio przy urządzeniu min. 0,5 mb rury stalowej lub miedzianej, następnie do niej przyłączać rozproawdzenie ciepłej wody z rur systemu KISAN.



Rys. 23. Rozproawdzenie instalacji wodociągowych

## 4.6 Obliczanie instalacji wodociągowej

### Zasady ogólne

Obliczanie instalacji wodociągowej wewnętrznej polega na ustaleniu miarodajnego natężenia przepływu wody w poszczególnych odcinkach i dobraniu odpowiadających mu średnic przewodów. Przy doborze średnic przewodów miarodajne są zestawienia wielkości rozbiórki wody z uwzględnieniem współczynników jednoczesności w poszczególnych odcinkach sieci wodociągowej, dyspozycyjnego ciśnienia oraz strat ciśnienia.

### Metody obliczeń instalacji wewnętrznej

Obliczanie instalacji wewnętrznej wodociągowej należy wykonać w oparciu o wymagania zawarte w PN-92/B-01706/Az1:1999.

Obliczeniowy przepływ wody w budynkach mieszkalnych należy określić wg wzoru (1) lub (2) normy, a w budynkach niemieszkalnych wg wzorów (3) do (7) w zależności od wielkości normalnego wypływu z punktów czerpalnych.

W tabelicy 8 podano normatywny wypływ z punktów czerpalnych.

Tablica 8. Normatywny wypływ z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienie przed punktem czerpalnym

Rodzaj punktu czerpalnego	Wymagane ciśnienie MPa	Normatywny wypływ wody		
		mieszanej <sup>1)</sup>		tylko zimnej lub ciepłej
		$q_n$ zimna, dm <sup>3</sup> /s	$q_n$ ciepła, dm <sup>3</sup> /s	$q_n$ dm <sup>3</sup> /s
Zawór czerpalny:				
bez perlatora <sup>2)</sup>	dn 15 <sup>4)</sup>	0,05		0,3
	dn 20	0,05		0,5
	dn 25	0,05		1,0
z perlatozem	dn 10	0,1		0,15
	dn 15	0,1		0,15
Głowica natrysku	dn 15	0,1	0,1	0,2
Płuczka ciśnieniowa	dn 15	0,12		0,7
	dn 20	0,12		1,0
	dn 25	0,04		1,0
Zawór spłukujący do pisuarów	dn 15	0,1		0,3
Zmywarka do naczyń (domowa)				
	dn 15	0,1		0,15
Pralka automatyczna (domowa)	dn 15	0,1		0,25
Baterie czerpalne				
dla natrysków	dn 15	0,1	0,15	0,15
dla wanien	dn 15	0,1	0,15	0,15
dla zlewozmywaków	dn 15	0,1	0,07	0,07
dla umywalek	dn 15	0,1	0,07	0,07
dla wanien do siedzenia	dn 15	0,1	0,07	0,07
Bateria czerpalna z mieszalnikiem dn 20		0,1	0,3	0,3
Płuczka zbiornikowa	dn 15	0,05		0,13
Warnik elektryczny <sup>3)</sup>	dn 15	0,1		0,1
<sup>1)</sup> woda zimna $t_z = 15^\circ\text{C}$ , ciepła $t_c = 55^\circ\text{C}$ <sup>2)</sup> jeżeli zawór z węzłem $L \leq 10$ m, to ciśnienie 0,15 MPa <sup>3)</sup> przy całkowicie otwartej śrubie dławiącej <sup>4)</sup> $d_n$ – średnica nominalna punktu czerpalnego, mm				

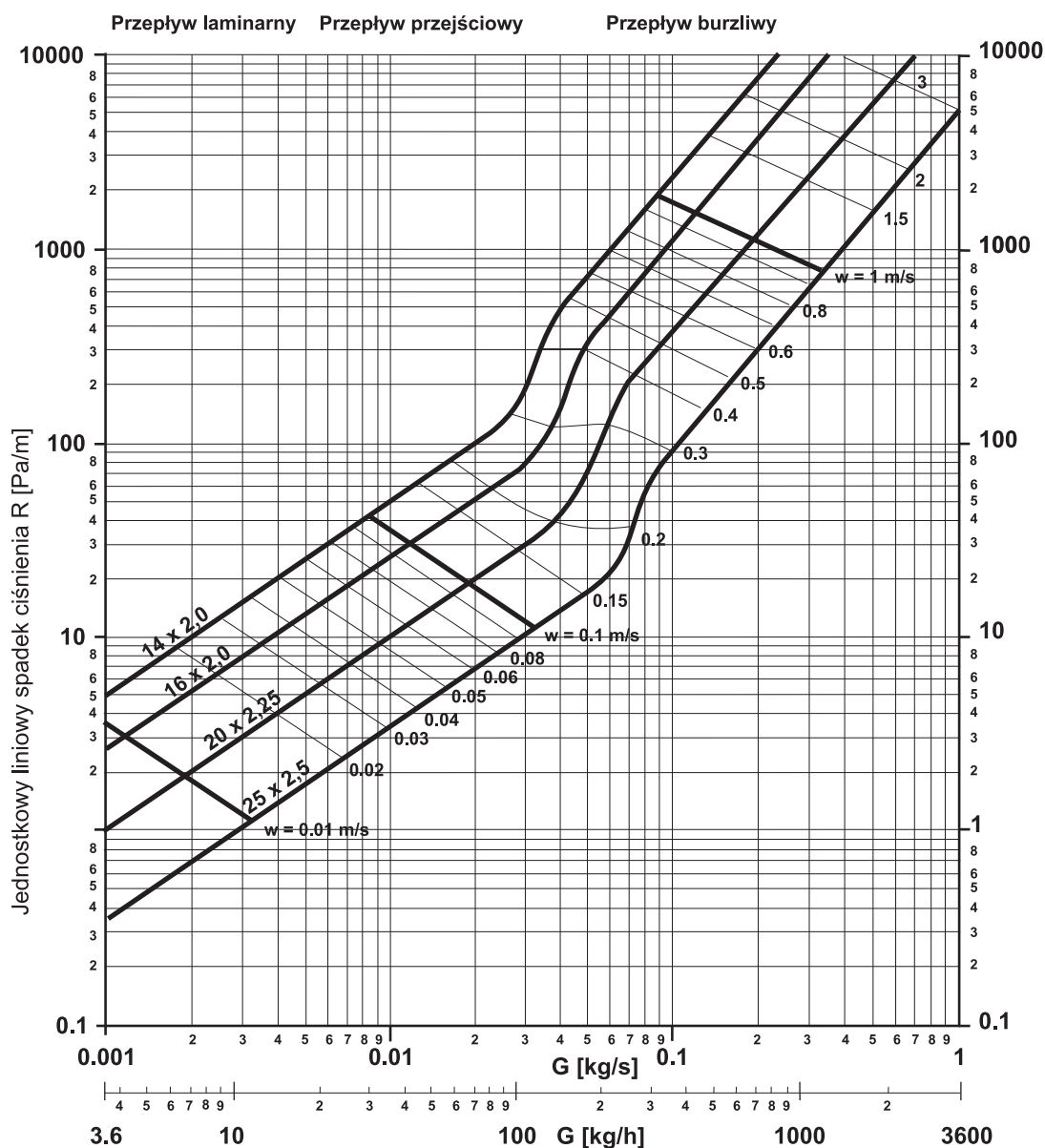
W tabelicy 9 podano przepływ obliczeniowy wody dla budynków mieszkalnych w zakresie zastosowania rur KISAN.

Tablica 9. Przepływ obliczeniowy wody dla budynków mieszkalnych

$\sum q_n$ dla armatury		$q$ dm <sup>3</sup> /s
< 0,5 dm <sup>3</sup> /s	≥ 0,5 dm <sup>3</sup> /s	
0,06		0,05
0,10		0,10
0,15		0,15
0,21		0,20
0,29		0,25
0,38		0,30
0,48		0,35
0,60		0,40
0,72		0,45
0,87	0,50	0,50
1,03	0,55	0,55
1,20	0,60	0,60
1,39	0,65	0,65
1,59	0,70	0,70
1,81	0,75	0,75
2,04	0,80	0,80
2,29	0,85	0,85
2,55	0,90	0,90
2,83	0,95	0,95
3,13	1,00	1,00
3,45	1,15	1,05
3,78	1,31	1,10
4,12	1,50	1,15
4,49	1,70	1,20
4,87	1,92	1,25
5,26	2,17	1,30
5,68	2,44	1,35
6,11	2,74	1,40
6,56	3,06	1,45
7,03	3,41	1,50
7,51	3,80	1,55
8,02	4,22	1,60
8,54	4,67	1,65
9,08	5,17	1,70
9,63	5,70	1,75
10,21	6,27	1,80
10,80	6,89	1,85
11,41	7,56	1,90
12,04	8,28	1,95
12,69	9,05	2,00
13,36	9,88	2,05
14,05	10,76	2,10
14,76	11,71	2,15
15,48	12,72	2,20
16,23	13,80	2,25
16,99	14,95	2,30
17,78	16,17	2,35
18,58	17,48	2,40
19,40	18,86	2,45
20,24	20,33	2,50

Zalecane prędkości przepływu wody w instalacji 1,5-2,5 m/s, dopuszczalne do 3,0 m/s.

Straty ciśnienia dla poszczególnych przepływów i średnic przewodów instalacji wody zimnej należy dobierać z poniższego nomogramu.



Rys. 24. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia R dla instalacji wodociagowych

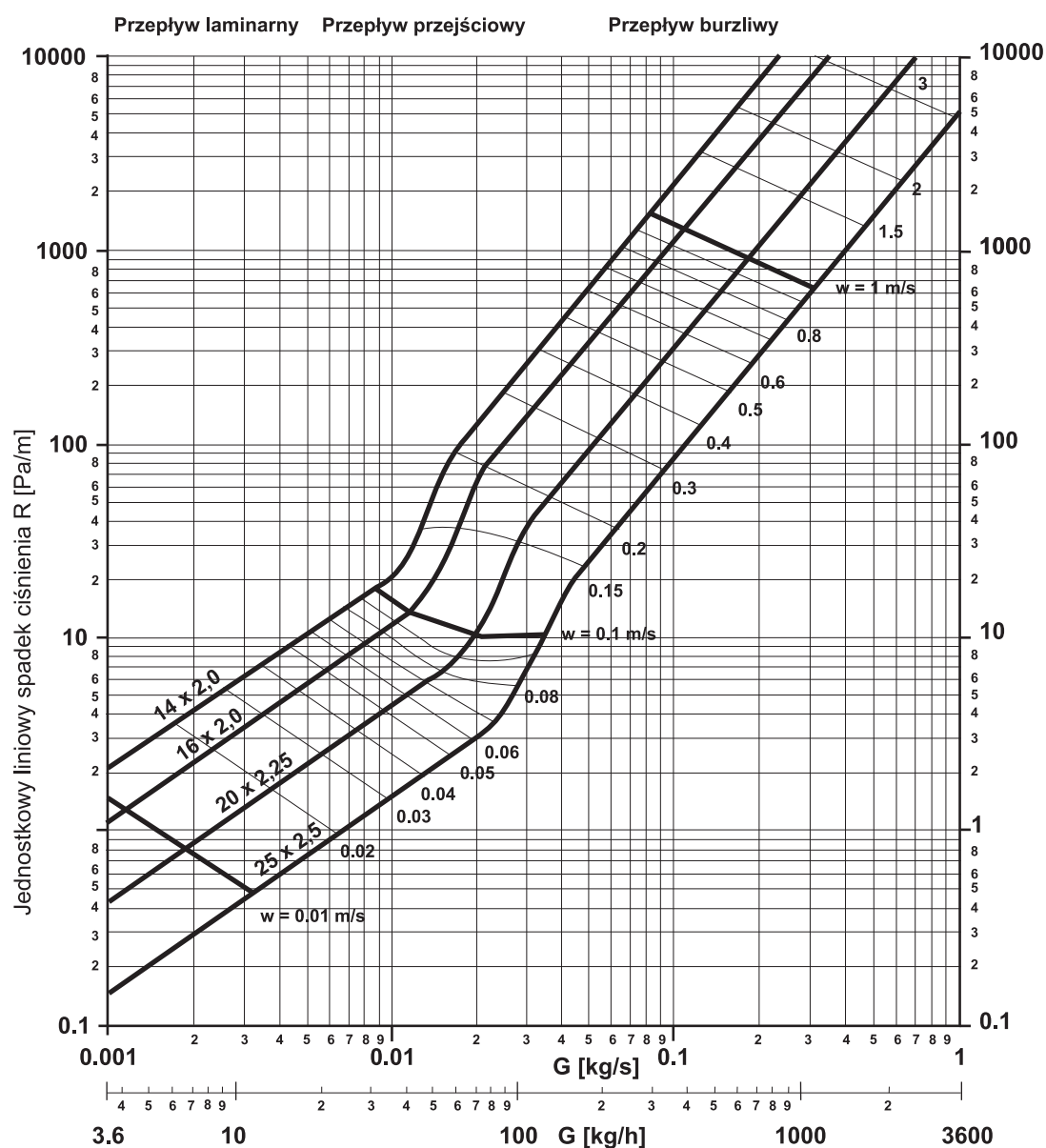
Straty ciśnienia dla poszczególnych przepływów i średnic przewodów instalacji wody ciepłej należy dobierać z nomogramu (rys. 25).

W obliczeniach uwzględnia się dokładnie wielkość liniowych strat ciśnienia, natomiast straty ciśnienia miejscowe ocenia się w wysokości równej 20% strat liniowych dla instalacji wody do picia i potrzeb gospodarczych i przeciwpożarowej a 30% tylko dla instalacji wody do picia i potrzeb gospodarczych.

Dla instalacji z wodomierzem, strata ciśnienia na wodomierzu winna być określona dokładnie przez odczytanie ich wielkości z nomogramu podanego przez producenta.

### Obliczanie instalacji cyrkulacyjnej c.w.

Niewłaściwe dobranie średnic przewodów cyrkulacyjnych prowadzi do okresowego braku ciepłej wody w punktach czerpalnych, a więc strat wody i energii cieplnej spowodowanych koniecznością spuszczenia wody dla uzyskania odpowiedniej temperatury.



Rys. 25. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia R dla instalacji ciepłej wody użytkowej

Natężenie przepływu wody w przewodach cyrkulacyjnych zależy od wielkości strat mocy cieplnej w przewodach rozbiórczych i można je obliczać ze wzoru:

$$G_s = \frac{Q}{\Delta t_p \times c_w} \text{ [kg/s]}$$

gdzie:  $G_s$  – obliczeniowy strumień masy wody cyrkulacyjnej, [kg/s]  
 $Q$  – straty mocy cieplnej w instalacji rozbiórczej  
 $\Delta t_p$  – dopuszczalny spadek temperatury c.w. od źródła ciepła do najniekorzystniejszego położonego punktu czerpalnego, [°C];  $\Delta t_p = 5 \div 10^\circ\text{C}$   
 $c_w$  – ciepło właściwe wody, [kJ/(kg × K)]

Dla uproszczenia obliczeń przewodów cyrkulacyjnych natężenie przepływu wody w tych przewodach można przyjmować w wysokości 30% obliczeniowego maksymalnego rozbióru c.w. określonego dla sumy punktów poboru występujących na obliczanym odcinku obiegu cyrkulacyjnego.

$$G_s = 0,30 \times G_{\max \text{ c.w.}} \text{ [kg/h]}$$

gdzie:  $G_s$  – obliczeniowy strumień masy wody cyrkulacyjnej, [kg/h]  
 $G_{\max \text{ c.w.}}$  – obliczeniowy maksymalny strumień ciepłej wody, [kg/h]

### Zalecane parametry w instalacjach wodociągowych.

Zalecane prędkości przepływu wody podano w pkt. 4.6. Temperatura ciepłej wody na wlocie do instalacji nie powinna przekraczać 55°C. Temperatura c.w. w najwyższej i najdalej położonym punkcie czerpalnym nie może być niższa niż 45°C.

Obliczeniowe temperatury z.w. dopływającej do węzła c.w. wynoszą:

- 5°C dla wody z ujęć powierzchniowych
- 10°C dla wody z ujęć głębinowych.

Orientacyjne średnice przewodów w cyrkulacji wymuszonej przedstawione są w poniższej tabelicy.

Tablica 10. Średnice przewodów w cyrkulacji wymuszonej

Średnica przewodu rozbiórczego w mm	Średnica przewodu cyrkulacyjnego w mm
16×2; 20×2,25; 25×2,5; 32×3;	16×2
40×4	20×2,25

### Izolacja cieplna przewodów z.w. i c.w.

Grubość izolacji dobiera się zgodnie z normą PN-B-02421 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń.”.

## 5. Warunki odbioru instalacji z tworzyw sztucznych

### 5.1 Zasady odbioru instalacji

Zasady odbioru instalacji z rur typu KISAN są zgodne z ogólnymi zasadami odbioru poszczególnych rodzajów instalacji rozszerzonymi o sprawdzenie cech wynikających ze specyfiki rur KISAN.

Badania przy odbiorze mają za zadanie stwierdzenie:

- zgodności wykonania z projektem,
- jakości zamontowanych rur, kształtek, armatury, itp,
- jakości wykonania robót montażowych,
- spełnienia wymagań funkcjonalnych.

### 5.2 Dokumenty wymagane przy odbiorze

Przy odbiorze wymagane są następujące dokumenty:

- projekt techniczny z uzgodnieniami i naniesionymi zmianami,
- dziennik budowy,
- certyfikaty materiałowe,
- protokoły odbiorów częściowych,
- protokoły szczelności.

### 5.3 Odbiór techniczny instalacji

Przy odbiorze należy w szczególności skontrolować:

- użycie właściwych materiałów,
- prawidłowość wykonania połączeń rur,
- wielkości spadków przewodów,
- odległości względem siebie i od przegród budowlanych,
- prawidłowość wykonania uchwytów i podpór oraz odległości między nimi,
- prawidłowość wykonania kompensacji.

### 5.4 Próby szczelności instalacji

Próby szczelności instalacji wody zimnej i ciepłej należy wykonywać:

- przy temperaturze powietrza wewnątrz budynku powyżej +5 °C,
- przed zakryciem bruzd i kanałów oraz wykonaniem izolacji cieplnej,
- w przypadku instalacji wielostrefowych lub wielozładowych oddzielnie dla każdej strefy lub zładu.

Przed przystąpieniem do próby instalację należy przygotować.

Polega to na odłączeniu armatury, która może zakłócić próbę (np. zawory bezpieczeństwa) lub ulec uszkodzeniu (np. zawory regulacyjne, czujniki). Odłączone elementy należy zastąpić zaślepkami lub zaworami odcinającymi. Do instalacji powinno się przyłączyć manometr z dokładnością odczytu 0,01 MPa. Przygotowaną do próby instalację należy napęlnić wodą i odpowietrzyć.

Ciśnienie próbne wynosi 1,5-krotną wartość ciśnienia roboczego w instalacji.

Ciśnienie to w okresie 30 minut należy dwukrotnie podnosić do pierwotnej wartości co 10 minut. Po dalszych 30 minutach spadek ciśnienia nie może przekraczać 0,06 MPa.

W czasie następnych 120 minut spadek ciśnienia nie powinien przekroczyć 0,02 MPa. Dodatkowo w czasie próby należy sprawdzić poprzez obserwację szczelność połączeń.

Przeprowadzając próbę szczelności instalacji wykonanej z użyciem złączek typu KISAN WL, wszystkie złączki będące w stanie **niezaprasowanym** objawią się przeciekami, już przy zakresie ciśnień od 1,0 bar do 6,5 bar.

W czasie próby należy utrzymywać stałą temperaturę, ponieważ może to wpłynąć na zmiany ciśnienia. Dla instalacji wody ciepłej po wykonaniu próby szczelności należy wykonać próbę „na gorąco”, wypełniając instalację ciepłą wodą o temperaturze +55 °C i ciśnieniu 0,6 MPa.



## 5.5 Wzór formularza próby ciśnieniowej

### WZÓR FORMULARZA PRÓBY CIŚNIENIOWEJ INSTALACJI KISAN

Próba według WTWiO COBRTI INSTAL wyd. 2003 r.

- Rodzaj instalacji: wewnętrzna wodociągowa .....  
wewnętrzna grzewcza .....
- Nazwa obiektu, adres .....
- Inwestor/inspektor nadzoru .....
- Kierownik budowy .....
- Ciśnienie próbne ..... bar  
Instalacja wodociągowa – ciśnienie próbne =  $1,5 \times \text{prob}$  (nie mniej niż 10 bar)  
Instalacja grzewcza – ciśnienie próbne =  $\text{prob} + 2$  bar (nie mniej niż 4 bar)  
 $p_{\text{rob}}$  – ciśnienie robocze instalacji, określone przez projektanta instalacji  
Ciśnienie badania instalacji sprężonym powietrzem nie powinno przekraczać 3 bar.
- Próbę przeprowadzono przy pomocy manometru tarczowego o średnicy tarczy min. 150 mm i zakresie o 50% większym od ciśnienia próbnego. Działka elementarna manometru 0,1 bar (zakres do 10 bar) lub 0,2 bar (zakres powyżej 10 bar)
- Badanie wstępne – procedura działań:
  - instalacja napełniona zimną wodą i odpowietrzona. Temperatura pomieszczeń ustabilizowana na stałym poziomie,
  - podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego ..... bar
  - obserwacja instalacji, po 10 min kolejne podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego,
  - obserwacja instalacji, po 20 min kolejne podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego,
  - obserwacja instalacji, po 30 min odczytano ciśnienie ..... bar,
  - obserwacja instalacji, po 60 min dopuszczalny spadek ciśnienia do 0,6 bar, w instalacji brak przecieków i śladów roszczenia, (dopuszczalny spadek ciśnienia jest spowodowany elastycznością przewodów)
- Badanie główne – procedura działań (przeprowadza się bezpośrednio po zakończonym pozytywnie badaniu wstępnym)
  - wielkość ciśnienia próbnego po badaniu wstępnym ..... bar
  - obserwacja instalacji, po 120 min dopuszczalny spadek ciśnienia do 0,2 bar, w instalacji brak przecieków i śladów roszczenia,
- UWAGI .....
- Podsumowanie.  
Próba szczelności instalacji została wykonana zgodnie z wytycznymi. Próba z wynikiem pozytywnym, nie stwierdzono usterek.

Podpisy komisji:

Inwestor .....

Inspektor nadzoru .....

Wykonawca .....

Kierownik budowy .....

## 6. Wskazówki do projektowania i montażu instalacji centralnego ogrzewania

### 6.1 Podstawy do projektowania

- obowiązujące normy,
- materiały pomocnicze do projektowania – COBRTI Instal (ITB),
- warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych – Tom II Instalacje Sanitarne i Przemysłowe,
- warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych – Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji.

#### Zapotrzebowanie ciepła ogrzewanych pomieszczeń

Zapotrzebowanie ciepła ogrzewanych pomieszczeń powinno być obliczone zgodnie z normą PN-EN 12831:2006.

### 6.2 Wybór systemu centralnego ogrzewania

#### a) Rodzaj instalacji.

Instalacja centralnego ogrzewania wykonana w całości lub częściowo z rur KISAN powinna być instalacją ogrzewania wodnego niskotemperaturowego systemu otwartego lub zamkniętego (preferowany jest system pompowy zamknięty). Ciśnienie robocze instalacji nie może w żadnym jej punkcie przekroczyć wartości dopuszczalnej 0,6 MPa.

#### b) Rozdział i rozprowadzenie czynnika grzewczego.

W systemie KISAN wykonuje się instalacje z rozdziałem dolnym (preferowane) lub górnym.

#### Sposoby rozprowadzenia instalacji

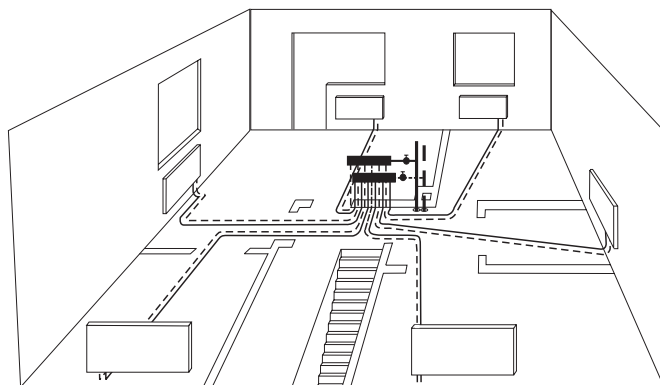
– ogrzewanie podłogowe – omówione w oddzielnym opracowaniu. Zalecane jest, aby każda pętla lub para rozdzielaczy obsługiwała jedno mieszkanie lub zespół pomieszczeń jednego użytkownika.

#### c) Sposób zasilania ciepłem

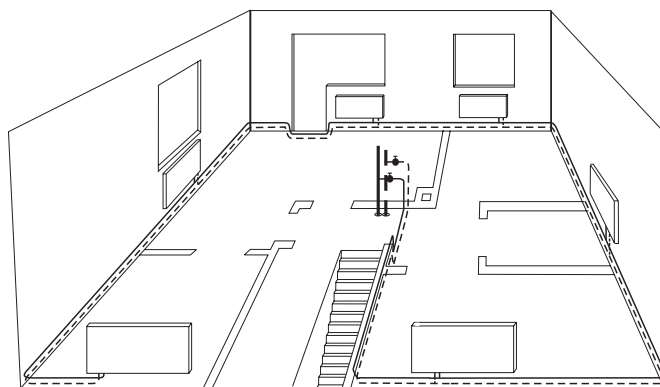
Źródło ciepła powinno zapewnić zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia roboczego ponad dopuszczalne (max 0,6 MPa) oraz przed wzrostem temperatury ponad dopuszczalną na zasilaniu (max + 95°C).

Źródłem ciepła dla instalacji z rur KISAN może być:

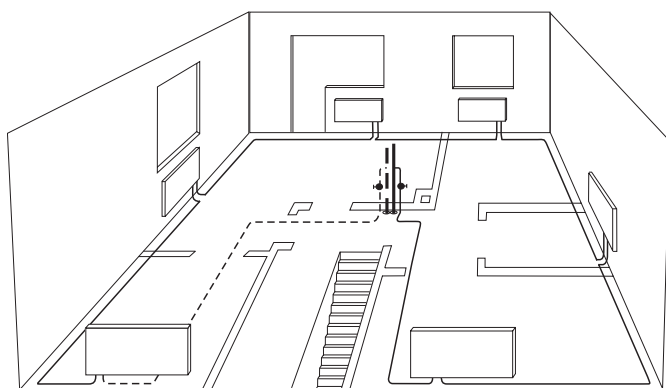
- kotłownia lokalna opalana paliwem ciekłym lub gazowym,
- kotłownia lokalna opalana paliwem stałym – jedynie możliwe przy zastosowaniu regulacji automatycznej nie



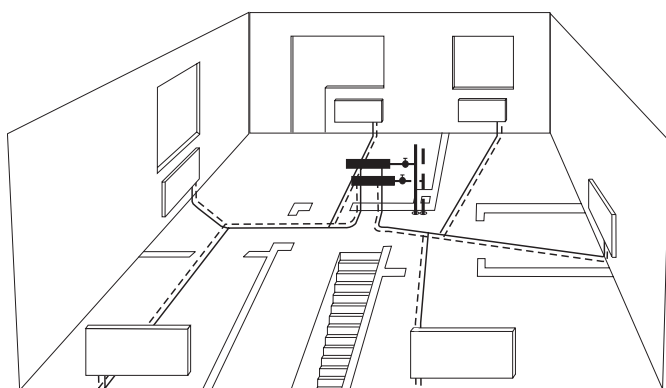
Rys. 26. Podejścia od rozdzielaczy do grzejników pod podłogą w systemie dwururowym – rozdzielacze zasilane z pary centralnie usytuowanych pionów



Rys. 27. Rozprowadzenie przewodów w pętli dwururowej po obwodzie mieszkania



Rys. 28. Rozprowadzenie przewodów w pętli jednorurowej



Rys. 29. Rozprowadzenie przewodów z trójnikami w przegrodach poziomych – dopuszczalne przy stosowaniu złązek zaprasowywanych

W przypadku zabezpieczenia instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego rury zabezpieczające (wzbiornicza, przelewowa, sygnalizacyjna, cyrkulacyjna) nie mogą być wykonane z rur KISAN – powinny być metalowe (stalowe lub miedziane).

Przy podłączeniu instalacji c.o. z rur z tworzyw sztucznych do źródła ciepła należy stosować się do zaleceń montażowych producenta urządzenia lub zaleca się zastosowanie 1,5-metrowego odcinka rury stalowej lub miedzianej bezpośrednio przy źródle ciepła.

## Pompy obiegowe

Zaleca się stosowanie pomp obiegowych hermetycznych (mokr obieżnych) np.: typu LFP, WILO, GRUNDFOS itp. ze sterowaniem elektronicznym dostosowującym wydajność pompy w zależności od oporów hydraulicznych w instalacji.

## Przewody z osprzętem

Zgodnie z zaleceniem wytycznych ITB (COBRTI-INSTAL) gałązki grzejnikowe wykonane z rur z tworzyw sztucznych nie powinny być montowane na powierzchni ściany.

Istnieją dwa sposoby podejścia do grzejników rurami typu KISAN:

- podejście ze ściany do zaworów grzejnikowych kątowych,
- podejście odpodłogowe do zaworów zespolonych przygrzejnikowych.

W systemie KISAN wykorzystuje się następujące złączki do zaworów zespolonych i rozdzielaczy ogrzewania podłogowego:

dopuszczającej do przekroczenia maksymalnej temperatury lub poprzez układ z wymiennikiem oddzielający obieg kotłowni od obiegu grzejnikowego,

- węzeł cieplny wyłącznie wymiennikowy przy zcentralizowanej dostawie ciepła z sieci zdalaczynnej,
- pompa ciepła.

d) Rodzaj czynnika grzewczego

Zgodnie z PN-EN ISO 21003 we wszystkich systemach grzewczych z rur wielowarstwowych **wewnątrz budynków jako płyn przenoszący ciepło należy stosować wyłącznie wodę lub wodę uzdatnioną.**

## 6.3 Rozwiązania techniczne niektórych elementów instalacji c.o.

### Źródło ciepła

Źródło ciepła powinno być zabezpieczone przed wzrostem dopuszczalnych parametrów roboczych  $p = 0,6 \text{ MPa}$ ,  $t = +95^\circ\text{C}$ .

- G 3/4" / 14 × 2
- G 3/4" / 16 × 2
- G 3/4" / 20 × 2,25

Dla grzejników stalowych zespolonych z zaworami termostaticznymi (tzw. kompaktowych), które mają podłączenie z gwintem wewnętrznym 1/2", stosujemy złączkę wkrętą 1/2" (nypel) i złączkę VESTOL 1/2" × 16×2 oraz 1/2" × 14×2 lub VESTOL ZBK 1/2" × 16×2.

## Kompensacja wydłużeń i izolacja cieplna

Omówione w rozdziale 4.2 i 4.3 .

## Grzejniki i armatura grzejnikowa

W systemie KISAN dopuszcza się stosowanie wszystkich typów grzejników – żeliwnych, aluminiowych, stalowych płytowych, konwektorowych. Celowym jest ograniczenie stosowania grzejników żeliwnych członowych, gdyż stanowią one źródło zanieczyszczeń stałych w instalacji, wpływających ujemnie na armaturę termostaticzną i złączki.

Przy grzejnikach stosuje się zawory termostaticzne ze wstępną nastawą lub bez. Korzystne jest stosowanie dodatkowych zaworów odcinająco-regulacyjnych na odpływie z grzejnika.

## Odpowietrzanie instalacji c.o.

Na zakończeniach pionów oraz na rozdzielaczach montuje się automatyczne odpowietrzniki pływakowe. Wszędzie tam gdzie jest to niezbędne (np. w przyłączach odpodłogowych) montuje się automatyczne lub ręczne odpowietrzniki na grzejnikach.

## Dodatkowe wyposażenie

Naczynie wzbiorcze, filtry, odmulacze, ciepłomierze – jak dla innych typów instalacji.

## 6.4 Zasady wymiarowania hydraulicznego rurociągu z rur KISAN

Prędkość przepływu w instalacji c.o. z rur KISAN

- a) prędkość w poziomych przewodach rozdzielczych nie większa niż 1,0 m/s, zalecane prędkości 0,5–0,6 m/s,
- b) w pionach zalecane prędkości 0,2–0,4 m/s,
- c) w gałęzkach grzejnikowych ogrzewań dwururowych do 0,3 m/s.

## Wymiarowanie sieci przewodów

Przewody powinny być tak wymiarowane, aby przy zakładanych przepływach wynikających z obciążenia cieplnego w każdym obiegu opory przepływu i ciśnienie czynne równoważyły się i spełniony był warunek:

$$\Sigma(R \times L + Z) \leq \Delta p_{CZ}$$

gdzie: R – jednostkowy opór liniowy na danym odcinku rurociągu, [Pa/m]  
L – długość odcinka tej samej średnicy, [m]

- Z – opory miejscowe, [Pa]  
 $\Delta p_{CZ}$  – ciśnienie czynne danego obiegu, [Pa]

Ciśnienie czynne w wodnym dwururowym ogrzewaniu pompowym jest równe:

$$\Delta p_{CZ} = \Delta p_p + 0,75 \times \Delta p_{gr} \text{ [Pa]}$$

- gdzie:  $\Delta p_{CZ}$  – ciśnienie czynne, [Pa]  
 $\Delta p_p$  – ciśnienie wytworzone pracą pompy jednakowe dla wszystkich obiegów, [Pa]  
 $\Delta p_{gr}$  – ciśnienie grawitacyjne zależne od wysokości położenia grzejnika, którego obieg jest rozpatrywany przy obliczeniowych temperaturach wody instalacyjnej, [Pa].

Ciśnienie grawitacyjne wynosi:

$$\Delta p_{gr} = 9,81 \times \Delta \rho \times \Delta h_g$$

- gdzie:  $\Delta p_{gr}$  – ciśnienie grawitacyjne zależne od wysokości położenia grzejnika, którego obieg jest rozpatrywany przy obliczeniowych temperaturach wody instalacyjnej, [Pa]  
 $\Delta h_g$  – wysokość położenia środka grzejnika nad środkiem kotła lub wymiennika, [m]  
 $\Delta \rho$  – różnica gęstości wody instalacyjnej na zasilaniu i powrocie, [kg/m<sup>3</sup>]

### Dobór pomp obiegowych

Konieczną wydajność pompy określa się ze wzoru:

$$V_p = 3600 \times \frac{Q_p}{c_p \times \rho \times \Delta t} \times 1,15 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

- gdzie:  $V_p$  – wydajność pompy, [m<sup>3</sup>/h]  
 $Q_p$  – obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła, [W]  
 $c_p$  – ciepło właściwe wody, [J/(kg × K)]  
 $\rho$  – gęstość wody, [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\Delta t$  – różnica temperatur, [K]

Dla doboru z katalogu odpowiedniej pompy obiegowej dla całego układu instalacji centralnego ogrzewania, wytworzoną przez nią różnicę ciśnienia należy obliczyć:

$$\Delta p = (\Delta p_1 + \Delta p_2) \times 1,2 \text{ [Pa]}$$

- gdzie:  $\Delta p$  – różnica ciśnienia wytwarzana przez pompę, [Pa]  
 $\Delta p_1$  – opory instalacji wewnętrznej, wraz z rozdzielaczami dla najniekorzystniejszego obiegu, [Pa]  
 $\Delta p_2$  – opory źródła ciepła oraz przewodów od źródła do miejsca włączenia do rozdzielaczy, [Pa]

### Wyrównanie oporów hydraulicznych poszczególnych obiegów

Średnica przewodów oraz nastawy wstępne armatury regulacyjnej w ogrzewaniu wodnym należy tak dobierać, aby w każdym z obiegów suma strat ciśnienia przy obliczeniowych przepływach była równa ciśnieniu czynnemu.

Celem zapewnienia skuteczności hydraulicznej w ogrzewaniach pompowych z zaworami bez głowic termostatycznych strata ciśnienia przy przepływie przez grzejnik, gałązki oraz armaturę grzejnikową winna spełniać warunki:

$$\Delta p_g \geq 9,81 \times \Delta \rho \times \Delta h \text{ [Pa]}$$

gdzie:  $\Delta p_g$  – minimalny wymagany opór hydrauliczny węzła grzejnikowego, [Pa]  
 $\Delta \rho$  – różnica gęstości wody powrotnej i zasilającej przy obliczeniowych temperaturach, [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\Delta h$  – różnica rzędnych środków najwyżej i najniżej położonego grzejnika w instalacji, [m]

Zaleca się, aby strata ciśnienia w węźle grzejnikowym dla najniekorzystniejszego obiegu była  $\leq 1,30 \cdot \Delta p_g$ .

Dla każdego obiegu innego niż najniekorzystniejszy należy wyliczyć ciśnienie czynne będące różnicą między dyspozycyjnym ciśnieniem czynnym a stratami ciśnienia dla wspólnych odcinków obiegu wody i na to ciśnienie wymiarować średnicę przewodów.

Średnice przewodów dobiera się na podstawie obliczonej orientacyjnej jednostkowej straty ciśnienia.

## **Dobór elementów dławiących nadmiar ciśnienia**

Do zdławienia nadmiaru ciśnienia czynnego można stosować:

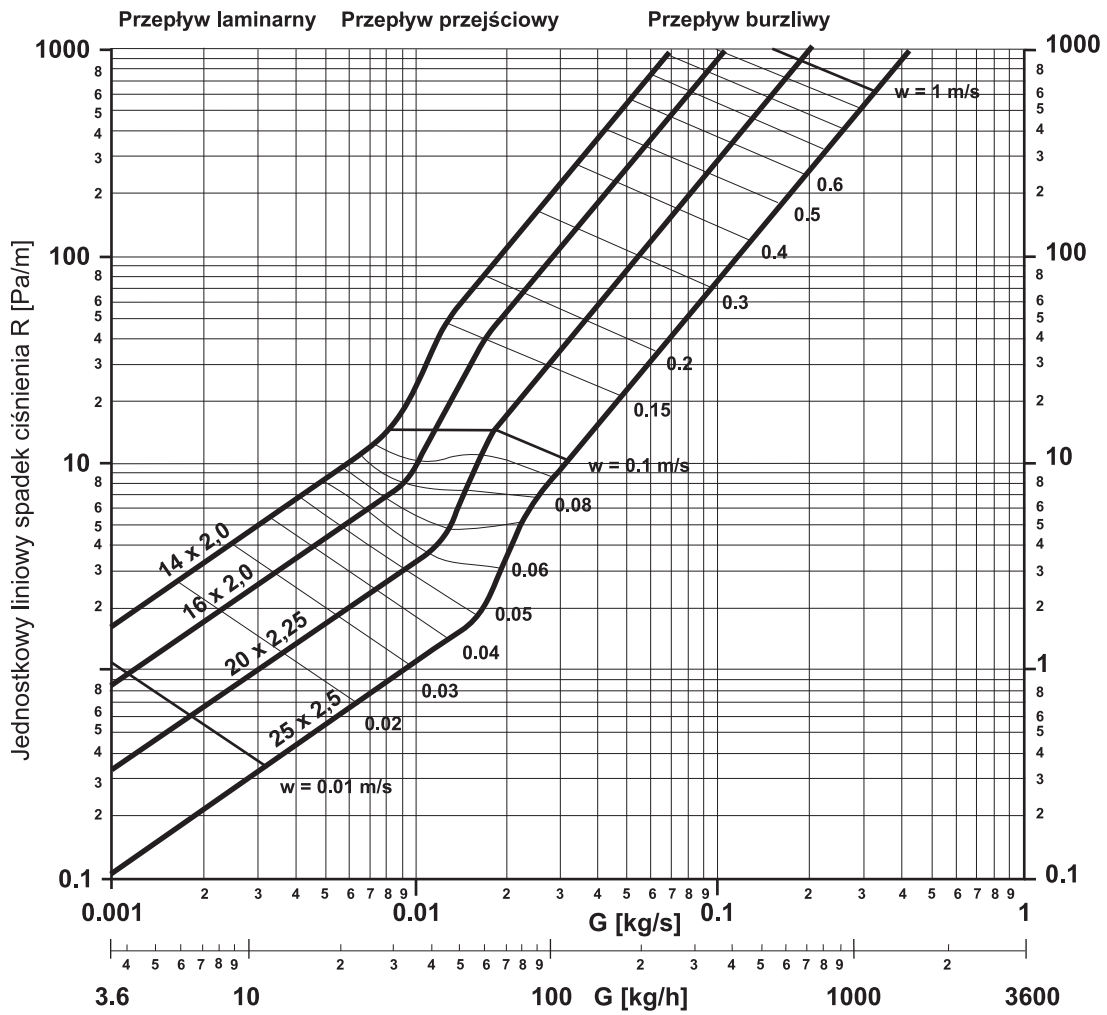
- zawory podwójnej regulacji,
  - zawory termostatyczne zgodnie z ich charakterystykami katalogowymi,
  - zawory podwójnej regulacji na pionach lub wydzielonych gałęziach instalacji (korzystnie zawory pomiarowo-regulacyjne),
  - kryzy dławiące – przy braku możliwości zdławienia nadmiarów ciśnienia innymi elementami. Zasady stosowania kryz dławiących (najmniejsza średnica 2 mm, 5-10 mm co 0,5 mm i 10-20 mm co 2 mm) przyjmować wg Materiałów Pomocniczych ITB (COBRTI Instal).
- Stamtąd również należy przyjmować nomogramy do doboru kryz.

## **Próba szczelności**

Próbę szczelności należy przeprowadzić wg instrukcji w pkt. 5.4 (instalacje wodociągowe), z tym, że dla instalacji centralnego ogrzewania ciśnienie próby wynosi: 0,2 MPa + najwyższe ciśnienie robocze w instalacji.

Po odbiorze próby szczelności należy przeprowadzić próbę „na gorąco”, sprawdzając w warunkach roboczych szczelność instalacji oraz prawidłowość i równomierność działania instalacji.

Nomogram strat ciśnienia w instalacji centralnego ogrzewania



Rys. 30. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych KISAN dla instalacji centralnego ogrzewania dla średniej temperatury  $70^{\circ}\text{C}$

## 7. Tablice hydrauliczne

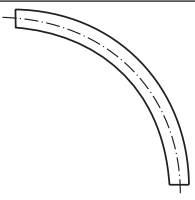
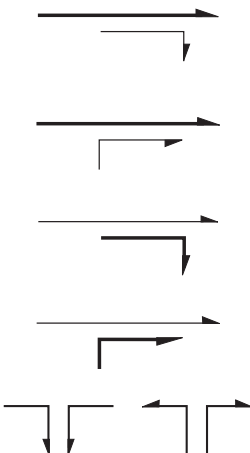
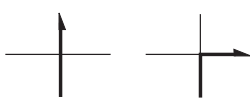
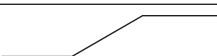
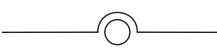
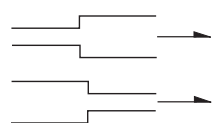
Tablica 11. Wartości oporów miejscowych  $Z_1$  [Pa] dla sumy współczynników oporu  $\Sigma\zeta = 1$  w przewodach grzewań wodnych o temp. średniej 80°C

Prędkość wody [m/s]	Opór $Z_1$ [Pa]	Prędkość wody [m/s]	Opór $Z_1$ [Pa]
0,05	1	0,55	147
0,10	5	0,60	175
0,12	7	0,65	205
0,14	10	0,70	238
0,16	12	0,75	273
0,18	16	0,80	310
0,20	19	0,85	350
0,25	30	0,90	393
0,30	44	0,95	438
0,35	59	1,00	485
0,40	78	1,05	510
0,45	98	1,10	588
0,50	121	1,20	700

Tablica 12. Współczynniki oporów miejscowych elementów instalacji centralnego ogrzewania

Lp.	Oznaczenie	Nazwa oporu miejscowego	$\zeta$
1		Grzejnik członowy przy średnicy gałązki $d_w = 12,2$ $d_w = 15,5$ $d_w = 20,5$	1,5 3,0 9,0
2		Grzejnik stalowy płytowy przy średnicy gałązki $d_w = 12,2$ $d_w = 15,5$ $d_w = 20,5$	2,5 6,5 19,0
3		Zawór grzejnikowy fig. M-3173 i M-3175 $d_n = 10\div 15$ $d_n = 20$	8,5 6,0
4		Zawór grzejnikowy termostatyczny $d_n = 10\div 15$	23,0
5		Zawór odcinający prosty $d_n = 10\div 15$ $d_n = 20\div 25$	16,0 12,0



Lp.	Oznaczenie	Nazwa oporu miejscowego	$\zeta$
6		Zawór odcinający skośny $d_n = 10\div 15$ $d_n = 20\div 25$	3,5 3,0
7		Zawór kulowy	0,15
8		Zawór zwrotny	4,0
9		Kocioł żeliwny	2,5
10		Kocioł stalowy	2,0
11		Kolano KISAN	2,0
12		Kolano gięte <sup>x</sup> $r/d \geq 5$ $d_w = 12,2$ $d_w = 15,5$ $d_w = 20,5$	0,5 0,3 0,3
13		Trójniki: przelot zasilanie przelot powrót odgałęzienie zasilania odgałęzienie powrotu prąd zbieżny, rozgałęzienie	0,3 0,9 1,3 0,9 3,0 1,5
14		Czwórnik przelot Czwórnik odgałęzienie	2,0 3,0
15		Odsadzka	0,5
16		Obejście	1,0
17		Wydłużka gładka sprężysta	2,0
18		Nagła zmiana przekroju rozszerzenie zweżenie	1,0 0,5

x – najmniejszy promień gięcia rur KISAN  $r = 5d$

Tablica 13. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych dla instalacji wodociagowych

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [kg/h]

$w$  – prędkość wody, [m/s]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [Pa/m]

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
3	4,2	0,010	2,2	0,007				
3,2	4,4	0,011	2,3	0,008				
3,4	4,7	0,011	2,5	0,008	1,0	0,005		
3,6	5,0	0,012	2,6	0,009	1,0	0,005		
3,8	5,3	0,012	2,8	0,009	1,1	0,006		
4	5,6	0,013	2,9	0,010	1,1	0,006		
4,2	5,8	0,014	3,1	0,010	1,2	0,006		
4,4	6,1	0,014	3,2	0,011	1,2	0,007		
4,6	6,4	0,015	3,4	0,011	1,3	0,007		
4,8	6,7	0,016	3,5	0,011	1,4	0,007		
5	6,9	0,016	3,7	0,012	1,4	0,007		
5,2	7,2	0,017	3,8	0,012	1,5	0,008		
5,4	7,5	0,018	4,0	0,013	1,5	0,008		
5,6	7,8	0,018	4,1	0,013	1,6	0,008		
5,8	8,1	0,019	4,3	0,014	1,6	0,009		
6	8,3	0,020	4,4	0,014	1,7	0,009		
6,2	8,6	0,020	4,6	0,015	1,7	0,009		
6,4	8,9	0,021	4,7	0,015	1,8	0,009		
6,6	9,2	0,022	4,8	0,016	1,9	0,010		
6,8	9,5	0,022	5,0	0,016	1,9	0,010		
7	9,7	0,023	5,1	0,017	2,0	0,010		
7,2	10,0	0,024	5,3	0,017	2,0	0,011		
7,4	10,3	0,024	5,4	0,018	2,1	0,011		
7,6	10,6	0,025	5,6	0,018	2,1	0,011		
7,8	10,8	0,026	5,7	0,019	2,2	0,012		
8	11,1	0,026	5,9	0,019	2,3	0,012		
8,2	11,4	0,027	6,0	0,020	2,3	0,012		
8,4	11,7	0,028	6,2	0,020	2,4	0,012		
8,6	12,0	0,028	6,3	0,020	2,4	0,013		
8,8	12,2	0,029	6,5	0,021	2,5	0,013		
9	12,5	0,029	6,6	0,021	2,5	0,013		
9,2	12,8	0,030	6,8	0,022	2,6	0,014		
9,4	13,1	0,031	6,9	0,022	2,6	0,014		

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
	<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>
9,6	13,3	0,031	7,0	0,023	2,7	0,014		
9,8	13,6	0,032	7,2	0,023	2,8	0,014		
10	13,9	0,033	7,3	0,024	2,8	0,015		
12	16,7	0,039	8,8	0,029	3,4	0,018	1,1	0,010
14	19,5	0,046	10,3	0,033	3,9	0,021	1,3	0,012
16	22,2	0,052	11,7	0,038	4,5	0,024	1,5	0,014
18	25,0	0,059	13,2	0,043	5,1	0,027	1,7	0,015
20	27,8	0,065	14,7	0,048	5,6	0,030	1,8	0,017
22	30,6	0,072	16,1	0,052	6,2	0,032	2,0	0,019
24	33,4	0,079	17,6	0,057	6,8	0,035	2,2	0,020
26	36,1	0,085	19,1	0,062	7,3	0,038	2,4	0,022
28	38,9	0,092	20,6	0,067	7,9	0,041	2,6	0,024
30	41,7	0,098	22,0	0,071	8,5	0,044	2,8	0,025
32	44,5	0,105	23,5	0,076	9,0	0,047	2,9	0,027
34	47,3	0,111	25,0	0,081	9,6	0,050	3,1	0,029
36	50,0	0,118	26,4	0,086	10,1	0,053	3,3	0,030
38	52,8	0,124	27,9	0,090	10,7	0,056	3,5	0,032
40	55,6	0,131	29,4	0,095	11,3	0,059	3,7	0,034
42	58,4	0,137	30,8	0,100	11,8	0,062	3,9	0,035
44	61,2	0,144	32,3	0,105	12,4	0,065	4,1	0,037
46	63,9	0,151	33,8	0,109	13,0	0,068	4,2	0,039
48	66,7	0,157	35,2	0,114	13,5	0,071	4,4	0,040
50	69,5	0,164	36,7	0,119	14,1	0,074	4,6	0,042
52	72,3	0,170	38,2	0,124	14,6	0,077	4,8	0,044
54	75,1	0,177	39,6	0,128	15,2	0,080	5,0	0,046
56	77,8	0,183	41,1	0,133	15,8	0,083	5,2	0,047
58	80,6	0,190	42,6	0,138	16,3	0,085	5,3	0,049
60	83,4	0,196	44,0	0,143	16,9	0,088	5,5	0,051
62	86,2	0,203	45,5	0,147	17,5	0,091	5,7	0,052
64	88,9	0,209	47,0	0,152	18,0	0,094	5,9	0,054
66	91,7	0,216	48,4	0,157	18,6	0,097	6,1	0,056
68	94,5	0,222	49,9	0,162	19,2	0,100	6,3	0,057
70	97,3	0,229	51,4	0,166	19,7	0,103	6,4	0,059
72	100,1	0,236	52,8	0,171	20,3	0,106	6,6	0,061
74	102,8	0,242	54,3	0,176	20,8	0,109	6,8	0,062
76	105,6	0,249	55,8	0,181	21,4	0,112	7,0	0,064
78	108,4	0,255	57,2	0,185	22,0	0,115	7,2	0,066
80	111,2	0,262	58,7	0,190	22,5	0,118	7,4	0,067
82	114,0	0,268	60,2	0,195	23,1	0,121	7,5	0,069

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
84	116,7	0,275	61,7	0,200	23,7	0,124	7,7	0,071
86	119,5	0,281	63,1	0,204	24,2	0,127	7,9	0,072
88	122,3	0,288	64,6	0,209	24,8	0,130	8,1	0,074
90	126,2	0,294	66,1	0,214	25,4	0,133	8,3	0,076
92	130,7	0,301	67,5	0,219	25,9	0,136	8,5	0,077
94	136,0	0,308	69,0	0,223	26,5	0,138	8,7	0,079
96	142,1	0,314	70,5	0,228	27,0	0,141	8,8	0,081
98	149,1	0,321	71,9	0,233	27,6	0,144	9,0	0,083
100	156,9	0,327	73,4	0,238	28,2	0,147	9,2	0,084
120	282,7	0,393	103,5	0,285	33,8	0,177	11,0	0,101
140	449,7	0,458	171,7	0,333	41,0	0,206	12,9	0,118
160	585,1	0,523	260,2	0,380	58,5	0,236	14,7	0,135
180	717,0	0,589	336,0	0,428	87,1	0,265	16,9	0,152
200	860,4	0,654	402,9	0,475	121,1	0,295	21,3	0,168
220	1015,3	0,720	474,9	0,523	151,8	0,324	28,7	0,185
240	1181,4	0,785	552,1	0,571	177,3	0,353	38,7	0,202
260	1358,5	0,850	634,3	0,618	203,4	0,383	49,8	0,219
280	1546,5	0,916	721,5	0,666	231,2	0,412	60,3	0,236
300	1745,3	0,981	813,6	0,713	260,4	0,442	69,2	0,253
320	1954,7	1,047	910,6	0,761	291,1	0,471	77,4	0,269
340	2174,7	1,112	1012,3	0,808	323,4	0,501	85,9	0,286
360	2405,2	1,178	1118,9	0,856	357,1	0,530	94,7	0,303
380	2646,0	1,243	1230,1	0,903	392,3	0,560	104,0	0,320
400	2897,2	1,308	1346,0	0,951	428,9	0,589	113,6	0,337
420	3158,6	1,374	1466,6	0,998	466,9	0,619	123,6	0,354
440	3430,2	1,439	1591,8	1,046	506,4	0,648	133,9	0,370
460	3711,9	1,505	1721,5	1,093	547,3	0,677	144,6	0,387
480	4003,7	1,570	1855,8	1,141	589,6	0,707	155,7	0,404
500	4305,5	1,636	1994,7	1,189	633,2	0,736	167,1	0,421
520	4617,2	1,701	2138,0	1,236	678,3	0,766	178,9	0,438
540	4938,8	1,766	2285,8	1,284	724,7	0,795	191,0	0,455
560	5270,4	1,832	2438,0	1,331	772,5	0,825	203,5	0,471
580	5611,7	1,897	2594,7	1,379	821,6	0,854	216,3	0,488
600	5962,9	1,963	2755,7	1,426	872,1	0,884	229,5	0,505
620	6323,8	2,028	2921,2	1,474	923,9	0,913	243,0	0,522
640	6694,4	2,093	3091,0	1,521	977,1	0,942	256,8	0,539
660	7074,7	2,159	3265,2	1,569	1031,5	0,972	271,0	0,556
680	7464,7	2,224	3443,8	1,616	1087,4	1,001	285,5	0,573
700	7864,3	2,290	3626,6	1,664	1144,5	1,031	300,3	0,589

G	14 × 2		16 × 2		20 × 2,25		25 × 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
kg/h	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
720	8273,6	2,355	3813,8	1,711	1202,9	1,060	315,5	0,606
740	8692,4	2,421	4005,2	1,759	1262,6	1,090	331,0	0,623
760	9120,8	2,489	4201,0	1,807	1323,7	1,119	346,8	0,640
780	9558,7	2,551	4401,0	1,854	1386,0	1,149	363,0	0,657
800	10006,1	2,617	4605,2	1,902	1449,6	1,178	379,5	0,674
820	10463,0	2,682	4813,7	1,949	1514,5	1,208	396,3	0,690
840	10929,4	2,748	5026,5	1,997	1580,7	1,237	413,4	0,707
860	11405,3	2,813	5243,4	2,044	1648,2	1,266	430,8	0,724
880	11890,6	2,878	5464,6	2,092	1716,9	1,296	448,6	0,741
900	12385,3	2,944	5690,0	2,139	1786,9	1,325	466,7	0,758
920	12889,4	3,009	5919,6	2,187	1858,2	1,355	485,1	0,775
940			6153,3	2,234	1930,8	1,384	503,9	0,791
960			6391,3	2,282	2004,6	1,414	522,9	0,808
980			6633,4	2,329	2079,6	1,443	542,3	0,825
1000			6879,6	2,377	2155,9	1,473	561,9	0,842
1200			9569,3	2,852	2987,2	1,767	775,7	1,010
1400			12667,6	3,328	3940,9	2,062	1020,0	1,179
1600					5014,9	2,356	1294,2	1,347
1800					6207,6	2,651	1597,6	1,515
2000					7517,9	2,945	1929,9	1,684
2200					8944,7	3,240	2290,8	1,852
2400					10487,1	3,534	2679,9	2,020
2600					12144,4	3,829	3097,0	2,189
2800								2,357
3000								2,526
3200								2,694
3400								2,862
3600								3,031

Tablica 14. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych  $\varnothing 32$  i  $40$  dla instalacji wodociągowych

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]

$w$  – prędkość wody, [ $\text{m/s}$ ]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [ $\text{Pa/m}$ ]

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b><math>\text{dm}^3/\text{s}</math></b>	<b><math>\text{Pa/m}</math></b>	<b><math>\text{m/s}</math></b>	<b><math>\text{Pa/m}</math></b>	<b><math>\text{m/s}</math></b>
0,25	132	0,50	46	0,30
0,30	176	0,55	64	0,36
0,35	236	0,65	84	0,42
0,40	304	0,75	103	0,48
0,45	365	0,84	128	0,54
0,50	440	0,93	156	0,60
0,55	523	1,02	185	0,66
0,60	614	1,12	214	0,72
0,65	697	1,20	244	0,77
0,70	804	1,30	280	0,84
0,75	898	1,38	319	0,90
0,80	1014	1,48	359	0,96
0,85	1140	1,58	408	1,02
0,90	1254	1,67	439	1,08
0,95	1382	1,76	484	1,14
1,00	1526	1,86	531	1,20
1,05	1662	1,96	582	1,26
1,10	1802	2,04	630	1,32
1,15	1953	2,14	673	1,38
1,20	2098	2,22	728	1,43
1,25	2272	2,32	791	1,50
1,30	2445	2,42	852	1,56
1,35	2600	2,50	912	1,62
1,40	2791	2,60	968	1,68
1,45	2824	2,68	1029	1,74
1,50	3151	2,78	1093	1,80
1,55	3360	2,88	1158	1,86
1,60	3546	2,97	1245	1,92
1,65	3726	3,06	1298	1,98
1,70			1373	2,03
1,75			1449	2,10
1,80			1520	2,16
1,85			1593	2,21

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
1,90			1676	2,28
1,95			1760	2,33
2,00			1845	2,40
2,05			1934	2,46
2,10			2019	2,52
2,15			2100	2,58
2,20			2190	2,64
2,25			2285	2,70
2,30			2372	2,76
2,35			2461	2,82
2,40			2562	2,88
2,45			2664	2,94
2,50			2767	3,00

Tablica 15. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych dla instalacji ciepłej wody użytkowej

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [kg/h]

$w$  – prędkość wody, [m/s]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [Pa/m]

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
3	1,8	0,010	0,9	0,007	0,4	0,005	0,1	0,003
3,2	1,9	0,011	1,0	0,008	0,4	0,005	0,1	0,003
3,4	2,0	0,011	1,1	0,008	0,4	0,005	0,1	0,003
3,6	2,1	0,012	1,1	0,009	0,4	0,005	0,1	0,003
3,8	2,2	0,013	1,2	0,009	0,5	0,006	0,1	0,003
4	2,4	0,013	1,2	0,010	0,5	0,006	0,2	0,003
4,2	2,5	0,014	1,3	0,010	0,5	0,006	0,2	0,004
4,4	2,6	0,015	1,4	0,011	0,5	0,007	0,2	0,004
4,6	2,7	0,015	1,4	0,011	0,5	0,007	0,2	0,004
4,8	2,8	0,016	1,5	0,012	0,6	0,007	0,2	0,004
5	2,9	0,017	1,6	0,012	0,6	0,008	0,2	0,004
5,2	3,1	0,017	1,6	0,013	0,6	0,008	0,2	0,004
5,4	3,2	0,018	1,7	0,013	0,6	0,008	0,2	0,005
5,6	3,3	0,019	1,7	0,014	0,7	0,008	0,2	0,005
5,8	3,4	0,019	1,8	0,014	0,7	0,009	0,2	0,005
6	3,5	0,020	1,9	0,014	0,7	0,009	0,2	0,005
6,2	3,6	0,021	1,9	0,015	0,7	0,009	0,2	0,005
6,4	3,8	0,021	2,0	0,015	0,8	0,010	0,2	0,006
6,6	3,9	0,022	2,1	0,016	0,8	0,010	0,3	0,006
6,8	4,0	0,023	2,1	0,016	0,8	0,010	0,3	0,006
7	4,1	0,023	2,2	0,017	0,8	0,010	0,3	0,006
7,2	4,2	0,024	2,2	0,017	0,9	0,011	0,3	0,006
7,4	4,4	0,025	2,3	0,018	0,9	0,011	0,3	0,006
7,6	4,5	0,025	2,4	0,018	0,9	0,011	0,3	0,007
7,8	4,6	0,026	2,4	0,019	0,9	0,012	0,3	0,007
8	4,7	0,027	2,5	0,019	1,0	0,012	0,3	0,007
8,2	4,8	0,027	2,5	0,020	1,0	0,012	0,3	0,007
8,4	4,9	0,028	2,6	0,020	1,0	0,013	0,3	0,007
8,6	5,1	0,029	2,7	0,021	1,0	0,013	0,3	0,007
8,8	5,2	0,029	2,7	0,021	1,0	0,013	0,3	0,008
9	5,3	0,030	2,8	0,022	1,1	0,013	0,4	0,008
9,2	5,4	0,031	2,9	0,022	1,1	0,014	0,4	0,008



G	14 × 2		16 × 2		20 × 2,25		25 × 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
	kg/h	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m
9,4	5,5	0,031	2,9	0,023	1,1	0,014	0,4	0,008
9,6	5,7	0,032	3,0	0,023	1,1	0,014	0,4	0,008
9,8	5,8	0,032	3,0	0,024	1,2	0,015	0,4	0,008
10	5,9	0,033	3,1	0,024	1,2	0,015	0,4	0,009
12	7,1	0,040	3,7	0,029	1,4	0,018	0,5	0,010
14	8,2	0,046	4,4	0,034	1,7	0,021	0,5	0,012
16	9,4	0,053	5,0	0,039	1,9	0,024	0,6	0,014
18	10,6	0,060	5,6	0,043	2,1	0,027	0,7	0,015
20	11,8	0,066	6,2	0,048	2,4	0,030	0,8	0,017
22	12,9	0,073	6,8	0,053	2,6	0,033	0,9	0,019
24	14,1	0,079	7,5	0,058	2,9	0,036	0,9	0,020
26	15,3	0,086	8,1	0,063	3,1	0,039	1,0	0,022
28	16,5	0,093	8,7	0,067	3,3	0,042	1,1	0,024
30	17,7	0,099	9,3	0,072	3,6	0,045	1,2	0,026
32	18,8	0,106	9,9	0,077	3,8	0,048	1,2	0,027
34	20,0	0,113	10,6	0,082	4,1	0,051	1,3	0,029
36	21,2	0,119	11,2	0,087	4,3	0,054	1,4	0,031
38	22,7	0,126	11,8	0,091	4,5	0,057	1,5	0,032
40	24,9	0,132	12,4	0,096	4,8	0,060	1,6	0,034
42	28,1	0,139	13,1	0,101	5,0	0,063	1,6	0,036
44	32,1	0,146	13,8	0,106	5,2	0,066	1,7	0,038
46	37,1	0,152	14,8	0,111	5,5	0,069	1,8	0,039
48	42,9	0,159	16,3	0,116	5,7	0,072	1,9	0,041
50	49,4	0,166	18,1	0,120	6,0	0,075	1,9	0,043
52	56,3	0,172	20,4	0,125	6,2	0,078	2,0	0,044
54	63,5	0,179	23,0	0,130	6,4	0,081	2,1	0,046
56	70,8	0,185	26,1	0,135	6,7	0,083	2,2	0,048
58	77,7	0,192	29,4	0,140	7,1	0,086	2,3	0,049
60	84,2	0,199	33,0	0,144	7,6	0,089	2,3	0,051
62	90,3	0,205	36,7	0,149	8,3	0,092	2,4	0,053
64	95,9	0,212	40,6	0,154	9,0	0,095	2,5	0,055
66	101,1	0,219	44,3	0,159	9,9	0,098	2,6	0,056
68	106,5	0,225	48,0	0,164	10,9	0,101	2,7	0,058
70	111,9	0,232	51,4	0,168	12,0	0,104	2,7	0,060
72	117,5	0,238	54,6	0,173	13,2	0,107	2,8	0,061
74	123,2	0,245	57,6	0,178	14,5	0,110	2,9	0,063
76	129,0	0,252	60,5	0,183	15,9	0,113	3,0	0,065
78	135,0	0,258	63,2	0,188	17,3	0,116	3,2	0,066
80	141,0	0,265	66,1	0,192	18,8	0,119	3,4	0,068

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
82	147,2	0,271	68,9	0,197	20,2	0,122	3,6	0,070
84	153,4	0,278	71,8	0,202	21,7	0,125	3,8	0,072
86	159,8	0,285	74,8	0,207	23,1	0,128	4,1	0,073
88	166,3	0,291	77,9	0,212	24,4	0,131	4,4	0,075
90	173,0	0,298	80,9	0,217	25,7	0,134	4,7	0,077
92	179,7	0,305	84,1	0,221	26,9	0,137	5,1	0,078
94	186,6	0,311	87,2	0,226	28,0	0,140	5,5	0,080
96	193,5	0,318	90,5	0,231	29,1	0,143	5,9	0,082
98	200,6	0,324	93,8	0,236	30,1	0,146	6,3	0,084
100	207,8	0,331	97,1	0,241	31,2	0,149	6,8	0,085
120	285,7	0,397	133,3	0,289	42,7	0,179	11,3	0,102
140	374,6	0,463	174,4	0,337	55,7	0,209	14,8	0,119
160	474,0	0,530	220,4	0,385	70,3	0,238	18,6	0,136
180	583,9	0,596	271,0	0,433	86,3	0,268	22,8	0,153
200	704,1	0,662	326,4	0,481	103,7	0,298	27,4	0,170
220	834,4	0,728	386,3	0,529	122,5	0,328	32,3	0,187
240	974,7	0,794	450,7	0,577	142,8	0,358	37,6	0,205
260	1124,9	0,861	519,6	0,625	164,3	0,387	43,2	0,222
280	1285,0	0,927	592,9	0,674	187,3	0,417	49,2	0,239
300	1454,8	0,993	670,7	0,722	211,5	0,447	55,5	0,256
320	1634,4	1,059	752,7	0,770	237,1	0,477	62,1	0,273
340	1823,5	1,125	839,1	0,818	264,0	0,507	69,1	0,290
360	2022,3	1,192	929,7	0,866	292,2	0,537	76,4	0,307
380	2230,7	1,258	1024,7	0,914	321,7	0,566	84,0	0,324
400	2448,5	1,324	1123,8	0,962	352,5	0,596	92,0	0,341
420	2675,8	1,390	1227,2	1,010	384,5	0,626	100,2	0,358
440	2912,5	1,456	1334,8	1,058	417,9	0,656	108,8	0,375
460	3158,7	1,523	1446,5	1,107	452,4	0,686	117,7	0,392
480	3414,2	1,589	1562,5	1,155	488,2	0,715	126,9	0,409
500	3679,0	1,655	1682,5	1,203	525,3	0,745	136,4	0,426
520	3953,2	1,721	1806,8	1,251	563,6	0,775	146,2	0,443
540	4236,7	1,787	1935,1	1,299	603,1	0,805	156,4	0,460
560	4529,5	1,854	2067,5	1,347	643,9	0,835	166,8	0,477
580	4831,5	1,920	2204,1	1,395	685,8	0,864	177,6	0,494
600	5142,8	1,986	2344,7	1,443	729,0	0,894	188,6	0,511
620	5463,3	2,052	2489,4	1,491	773,5	0,924	199,9	0,528
640	5793,0	2,118	2638,2	1,539	819,1	0,954	211,6	0,545
660	6131,9	2,185	2791,0	1,588	865,9	0,984	223,5	0,562
680	6480,0	2,251	2947,9	1,636	913,6	1,013	235,8	0,579

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
700	6837,3	2,317	3108,9	1,684	963,2	1,043	248,3	0,596
720	7203,7	2,383	3273,8	1,732	1013,6	1,073	261,1	0,613
740	7579,3	2,449	3442,9	1,780	1065,2	1,103	274,3	0,630
760	7964,0	2,516	3615,9	1,828	1118,0	1,133	287,7	0,647
780	8357,8	2,582	3792,9	1,876	1172,0	1,162	301,4	0,665
800	8760,7	2,648	3974,0	1,924	1227,2	1,192	315,4	0,682
820	9172,8	2,714	4159,0	1,972	1283,6	1,222	329,7	0,699
840	9594,0	2,780	4348,1	2,021	1341,1	1,252	344,3	0,716
860	10024,2	2,847	4541,2	2,069	1399,9	1,282	359,1	0,733
880	10463,6	2,913	4738,2	2,117	1459,8	1,311	374,3	0,750
900	10912,0	2,979	4939,3	2,165	1520,9	1,341	389,7	0,767
920	11369,5	3,045	5144,3	2,213	1583,1	1,371	405,5	0,784
940			5353,3	2,261	1646,5	1,401	421,5	0,801
960			5566,3	2,309	1711,1	1,431	437,8	0,818
980			5783,2	2,357	1776,9	1,460	454,4	0,835
1000			6004,1	2,405	1843,8	1,490	471,2	0,852
1200			8430,7	2,886	2576,7	1,788	655,4	1,022
1400			11250,9	3,368	3424,7	2,086	867,4	1,193
1600					4386,7	2,384	1106,9	1,363
1800					5462,0	2,682	1373,6	1,533
2000					6650,1	2,980	1667,2	1,704
2200					7950,6	3,278	1987,5	1,874
2400							2334,5	2,045
2600							2708,0	2,215
2800							3107,8	2,385
3000							3534,0	2,556
3200							3986,4	2,726
3400							4464,9	2,897
3600							4969,5	3,067

Tablica 16. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych  $\varnothing 32$  i  $40$  dla instalacji ciepłej wody użytkowej

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]

$w$  – prędkość wody, [ $\text{m/s}$ ]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [ $\text{Pa/m}$ ]

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b><math>\text{dm}^3/\text{s}</math></b>	<b><math>\text{Pa/m}</math></b>	<b><math>\text{m/s}</math></b>	<b><math>\text{Pa/m}</math></b>	<b><math>\text{m/s}</math></b>
0,25	112	0,50	39	0,30
0,30	150	0,55	54	0,36
0,35	200	0,65	71	0,42
0,40	258	0,75	88	0,47
0,45	310	0,84	109	0,54
0,50	374	0,93	132	0,60
0,55	440	1,02	157	0,65
0,60	522	1,12	180	0,72
0,65	590	1,20	205	0,78
0,70	683	1,30	235	0,83
0,75	762	1,38	270	0,90
0,80	860	1,49	305	0,96
0,85	969	1,58	345	1,02
0,90	1066	1,67	411	1,08
0,95	1170	1,76	430	1,14
1,00	1295	1,86	451	1,20
1,05	1410	1,96	495	1,26
1,10	1530	2,05	530	1,32
1,15	1660	2,14	572	1,38
1,20	1783	2,22	615	1,42
1,25	1930	2,32	672	1,50
1,30	2080	2,42	724	1,56
1,35	2210	2,50	775	1,62
1,40	2372	2,60	820	1,68
1,45	2400	2,67	875	1,74
1,50	2678	2,78	930	1,80
1,55	2856	2,88	984	1,86
1,60	3010	2,98	1058	1,92
1,65	3167	3,06	1100	1,98
1,70			1168	2,03
1,75			1230	2,10
1,80			1292	2,16
1,85			1354	2,21

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
1,90			1425	2,28
1,95			1496	2,33
2,00			1568	2,40
2,05			1644	2,46
2,10			1715	2,52
2,15			1785	2,58
2,20			1860	2,64
2,25			1942	2,70
2,30			2016	2,76
2,35			2090	2,82
2,40			2175	2,88
2,45			2264	2,94
2,50			2350	3,00

Tablica 17. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych dla instalacji centralnego ogrzewania

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [kg/h]

$w$  – prędkość wody, [m/s]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [Pa/m]

<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
3	1,3	0,010	0,7	0,007	0,3	0,005	0,1	0,003
3,2	1,4	0,011	0,7	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,4	1,5	0,011	0,8	0,008	0,3	0,005	0,1	0,003
3,6	1,6	0,012	0,8	0,009	0,3	0,005	0,1	0,003
3,8	1,7	0,013	0,9	0,009	0,3	0,006	0,1	0,003
4	1,8	0,013	0,9	0,010	0,4	0,006	0,1	0,003
4,2	1,9	0,014	1,0	0,010	0,4	0,006	0,1	0,004
4,4	1,9	0,015	1,0	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,6	2,0	0,015	1,1	0,011	0,4	0,007	0,1	0,004
4,8	2,1	0,016	1,1	0,012	0,4	0,007	0,1	0,004
5	2,2	0,017	1,2	0,012	0,4	0,008	0,1	0,004
5,2	2,3	0,017	1,2	0,013	0,5	0,008	0,2	0,005
5,4	2,4	0,018	1,3	0,013	0,5	0,008	0,2	0,005
5,6	2,5	0,019	1,3	0,014	0,5	0,008	0,2	0,005
5,8	2,6	0,019	1,4	0,014	0,5	0,009	0,2	0,005
6	2,6	0,020	1,4	0,015	0,5	0,009	0,2	0,005
6,2	2,7	0,021	1,4	0,015	0,6	0,009	0,2	0,005
6,4	2,8	0,021	1,5	0,016	0,6	0,010	0,2	0,006
6,6	2,9	0,022	1,5	0,016	0,6	0,010	0,2	0,006
6,8	3,0	0,023	1,6	0,017	0,6	0,010	0,2	0,006
7	3,1	0,023	1,6	0,017	0,6	0,011	0,2	0,006
7,2	3,2	0,024	1,7	0,018	0,6	0,011	0,2	0,006
7,4	3,3	0,025	1,7	0,018	0,7	0,011	0,2	0,006
7,6	3,4	0,025	1,8	0,019	0,7	0,011	0,2	0,007
7,8	3,4	0,026	1,8	0,019	0,7	0,012	0,2	0,007
8	3,5	0,027	1,9	0,019	0,7	0,012	0,2	0,007
8,2	3,6	0,027	1,9	0,020	0,7	0,012	0,2	0,007
8,4	3,7	0,028	2,0	0,020	0,8	0,013	0,2	0,007
8,6	3,8	0,029	2,0	0,021	0,8	0,013	0,3	0,007
8,8	3,9	0,029	2,1	0,021	0,8	0,013	0,3	0,008
9	4,0	0,030	2,1	0,022	0,8	0,014	0,3	0,008
9,2	4,1	0,031	2,1	0,022	0,8	0,014	0,3	0,008

G	14 × 2		16 × 2		20 × 2,25		25 × 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
	kg/h	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m
9,4	4,2	0,031	2,2	0,023	0,8	0,014	0,3	0,008
9,6	4,2	0,032	2,2	0,023	0,9	0,015	0,3	0,008
10	4,4	0,033	2,3	0,024	0,9	0,015	0,3	0,009
12	5,3	0,040	2,8	0,029	1,1	0,018	0,4	0,010
14	6,2	0,047	3,3	0,034	1,3	0,021	0,4	0,012
16	7,1	0,054	3,7	0,039	1,4	0,024	0,5	0,014
18	7,9	0,060	4,2	0,044	1,6	0,027	0,5	0,016
20	8,8	0,067	4,7	0,049	1,8	0,030	0,6	0,017
22	9,7	0,074	5,1	0,054	2,0	0,033	0,6	0,019
24	10,6	0,080	5,6	0,058	2,1	0,036	0,7	0,021
26	11,5	0,087	6,1	0,063	2,3	0,039	0,8	0,022
28	12,5	0,094	6,5	0,068	2,5	0,042	0,8	0,024
30	14,2	0,100	7,0	0,073	2,7	0,045	0,9	0,026
32	16,8	0,107	7,5	0,078	2,9	0,048	0,9	0,028
34	20,3	0,114	8,2	0,083	3,0	0,051	1,0	0,029
36	24,7	0,120	9,3	0,088	3,2	0,054	1,1	0,031
38	29,7	0,127	10,8	0,092	3,4	0,057	1,1	0,033
40	35,1	0,134	12,7	0,097	3,6	0,060	1,2	0,034
42	40,5	0,140	15,0	0,102	3,8	0,063	1,2	0,036
44	45,6	0,147	17,6	0,107	4,1	0,066	1,3	0,038
46	50,2	0,154	20,4	0,112	4,6	0,069	1,3	0,040
48	54,4	0,161	23,3	0,117	5,2	0,072	1,4	0,041
50	58,3	0,167	26,1	0,122	5,9	0,075	1,5	0,043
52	62,4	0,174	28,7	0,126	6,7	0,078	1,5	0,045
54	66,6	0,181	31,1	0,131	7,6	0,081	1,6	0,047
56	70,9	0,187	33,2	0,136	8,6	0,084	1,7	0,048
58	75,4	0,194	35,3	0,141	9,7	0,087	1,8	0,050
60	79,9	0,201	37,4	0,146	10,8	0,090	1,9	0,052
62	84,6	0,207	39,6	0,151	11,9	0,093	2,1	0,053
64	89,4	0,214	41,8	0,156	12,9	0,096	2,3	0,055
66	94,3	0,221	44,1	0,160	13,9	0,099	2,5	0,057
68	99,3	0,227	46,5	0,165	14,8	0,102	2,8	0,059
70	104,4	0,234	48,8	0,170	15,7	0,105	3,1	0,060
72	109,7	0,241	51,3	0,175	16,5	0,108	3,4	0,062
74	115,1	0,248	53,8	0,180	17,3	0,111	3,7	0,064
76	120,5	0,254	56,3	0,185	18,1	0,114	4,1	0,065
78	126,1	0,261	58,9	0,190	18,9	0,117	4,4	0,067
80	131,8	0,268	61,6	0,194	19,7	0,120	4,8	0,069
80	141,0	0,265	66,1	0,192	18,8	0,119	3,4	0,068

G	14 × 2		16 × 2		20 × 2,25		25 × 2,5	
	R	w	R	w	R	w	R	w
kg/h	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
82	137,6	0,274	64,3	0,199	20,6	0,123	5,1	0,071
84	143,6	0,281	67,0	0,204	21,5	0,127	5,5	0,072
86	149,6	0,288	69,8	0,209	22,4	0,130	5,8	0,074
88	155,7	0,294	72,6	0,214	23,3	0,133	6,1	0,076
90	162,0	0,301	75,5	0,219	24,2	0,136	6,4	0,078
92	168,4	0,308	78,5	0,224	25,1	0,139	6,7	0,079
94	174,8	0,314	81,5	0,228	26,1	0,142	6,9	0,081
96	181,4	0,321	84,5	0,233	27,0	0,145	7,2	0,083
98	188,1	0,328	87,6	0,238	28,0	0,148	7,5	0,084
100	194,9	0,334	90,8	0,243	29,0	0,151	7,7	0,086
120	268,8	0,401	124,9	0,292	39,8	0,181	10,6	0,103
140	353,2	0,468	163,8	0,340	52,1	0,211	13,8	0,121
160	447,9	0,535	207,4	0,389	65,8	0,241	17,4	0,138
180	552,7	0,602	255,6	0,437	80,9	0,271	21,3	0,155
200	667,6	0,669	308,2	0,486	97,4	0,301	25,6	0,172
220	792,4	0,736	365,3	0,535	115,3	0,331	30,2	0,189
240	927,0	0,803	426,9	0,583	134,5	0,361	35,2	0,207
260	1071,3	0,869	492,7	0,632	155,0	0,391	40,5	0,224
280	1225,3	0,936	562,9	0,680	176,8	0,422	46,2	0,241
300	1388,9	1,003	637,4	0,729	199,9	0,452	52,1	0,258
320	1562,1	1,070	716,1	0,778	224,3	0,482	58,4	0,275
340	1744,8	1,137	799,1	0,826	250,0	0,512	65,0	0,293
360	1936,9	1,204	886,3	0,875	276,9	0,542	72,0	0,310
380	2138,5	1,271	977,6	0,923	305,1	0,572	79,2	0,327
400	2349,5	1,338	1073,2	0,972	334,5	0,602	86,7	0,344
420	2569,9	1,404	1172,9	1,021	365,2	0,632	94,6	0,362
440	2799,6	1,471	1276,7	1,069	397,1	0,662	102,8	0,379
460	3038,7	1,538	1384,6	1,118	430,2	0,693	111,2	0,396
480	3287,0	1,605	1496,7	1,166	464,6	0,723	120,0	0,413
500	3544,7	1,672	1612,9	1,215	500,1	0,753	129,1	0,430
520	3811,6	1,739	1733,1	1,264	536,9	0,783	138,4	0,448
540	4087,8	1,806	1857,4	1,312	574,9	0,813	148,1	0,465
560	4373,2	1,873	1985,8	1,361	614,1	0,843	158,1	0,482
580	4667,8	1,940	2118,3	1,409	654,5	0,873	168,3	0,499
600	4971,7	2,006	2254,8	1,458	696,2	0,903	178,9	0,516
620	5284,7	2,073	2395,4	1,507	738,9	0,933	189,7	0,534
640	5606,9	2,140	2540,0	1,555	782,9	0,964	200,8	0,551
660	5938,3	2,207	2688,6	1,604	828,1	0,994	212,3	0,568
680	6278,9	2,274	2841,2	1,652	874,5	1,024	224,0	0,585



<b>G</b>	<b>14 × 2</b>		<b>16 × 2</b>		<b>20 × 2,25</b>		<b>25 × 2,5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
700	6628,7	2,341	2997,9	1,701	922,0	1,054	236,0	0,602
720	6987,5	2,408	3158,6	1,750	970,7	1,084	248,3	0,620
740	7355,6	2,475	3323,3	1,798	1020,6	1,114	260,9	0,637
760	7732,7	2,541	3492,0	1,847	1071,7	1,144	273,7	0,654
780	8119,0	2,608	3664,7	1,895	1124,0	1,174	286,9	0,671
800	8514,5	2,675	3841,4	1,944	1177,4	1,204	300,3	0,689
820	8919,0	2,742	4022,1	1,993	1232,0	1,234	314,1	0,706
840	9332,7	2,809	4206,7	2,041	1287,7	1,265	328,1	0,723
860	9755,4	2,876	4395,4	2,090	1344,7	1,295	342,4	0,740
880	10187,3	2,943	4588,0	2,138	1402,8	1,325	356,9	0,757
900	10628,2	3,010	4784,7	2,187	1462,0	1,355	371,8	0,775
920			4985,3	2,236	1522,4	1,385	386,9	0,792
940			5189,8	2,284	1584,0	1,415	402,3	0,809
960			5398,4	2,333	1646,7	1,445	418,0	0,826
980			5610,9	2,381	1710,6	1,475	434,0	0,843
1000			5827,3	2,430	1775,6	1,505	450,2	0,861
1200			8209,5	2,916	2489,4	1,807	628,0	1,033
1400			10986,1	3,402	3317,5	2,108	833,2	1,205
1600					4259,4	2,409	1065,5	1,377
1800					5314,6	2,710	1324,7	1,549
2000					6482,6	3,011	1610,7	1,721
2200							1923,3	1,893
2400							2262,4	2,066
2600							2627,9	2,238
2800							3019,7	2,410
3000							3437,9	2,582
3200							3882,2	2,754
3400							4352,7	2,926
3600							4849,3	3,098

Tablica 18. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych  $\varnothing 32$  i  $40$  dla instalacji centralnego ogrzewania

$G$  – obliczeniowy strumień wody, [kg/h]

$w$  – prędkość wody, [m/s]

$R$  – jednostkowy opór liniowy, [Pa/m]

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
200	8	0,11		
250	12	0,14		
300	15	0,16		
350	21	0,19		
400	26	0,21		
450	32	0,24		
500	37	0,27		
550	45	0,30		
600	52	0,32		
650	60	0,35		
700	68	0,38		
750	77	0,41		
800	86	0,43		
850	96	0,46		
900	105	0,48		
950	116	0,51		
1000	127	0,53		
1050	139	0,56		
1100	150	0,59		
1150	163	0,62		
1200	175	0,64	65	0,42
1250	189	0,66	70	0,44
1300	202	0,69	75	0,46
1350	216	0,72	80	0,48
1400	230	0,75	85	0,50
1450	245	0,77	91	0,52
1500	260	0,79	97	0,53
1550	276	0,83	103	0,55
1600	292	0,86	108	0,56
1650	309	0,88	115	0,58
1700	325	0,90	121	0,60
1750	343	0,93	127	0,62
1800	360	0,96	133	0,64

<b>G</b>	<b>32 × 3</b>		<b>40 × 4</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
1850	379	0,99	140	0,66
1900	397	1,01	147	0,68
2000			161	0,71
2200			191	0,78
2400			223	0,85
2600			257	0,92
2800			293	0,99
3000			331	1,06
3200			372	1,13
3400			415	1,20
3600			460	1,26
3800			506	1,34
4000			555	1,40
4200			606	1,48
4400			658	1,54
4600			713	1,61
4800			769	1,69
5000			828	1,76
5200			905	1,84
5400			951	1,90
5600			1015	1,97

## 8. Lista przenoszonych mediów chemicznych

Wskazania i przeciwwskazania stosowania rur z polietylenu średniej i dużej gęstości i usieciowanego polietylenu do transportu środków chemicznych, spożywczych i innych (nie dotyczą zagadnienia elektrostatyczności).

- + oznacza odporność rury i możliwość jej stosowania w nieograniczonym czasie do transportu danego środka w podanej temperaturze
- 0 oznacza możliwość zastosowania rury w krótkich (1–3 miesiące) okresach czasu
- oznacza, że dla danych środków nie zaleca się rur wielowarstwowych.

Tablica 19. Wskazania i przeciwwskazania stosowania rur

Lp.	Środek	Temperatura	
		+ 20°C	+ 60°C
Kwasy nieorganiczne			
1	kwaz azotowy do 25%	+	+
2	kwaz azotowy 50–70%	0	–
3	kwaz azotowy 95%	–	–
4	kwaz borowy	–	–
5	kwaz chlorosulfonowy	–	–
6	kwaz fluorowodorowy do 60%	+	+
7	kwaz fosforowy do 50%	+	+
8	kwaz fosforowy 95%	0	–
9	kwaz solny do 36%	+	+
10	kwaz siarkowy 10–60%	+	+
11	kwaz siarkowy 70%	+	0
12	kwaz siarkowy 95–98%	0	–
13	oleum	–	–
Kwasy organiczne			
14	kwaz benzenosulfonowy	–	–
15	kwaz maleinowy stężony	+	+
16	kwaz mlekowy 100%	+	+
17	kwaz octowy 10–60%	+	+
18	kwaz octowy lodowaty	0	–
19	kwaz salicyłowy	+	+
20	kwaz stearynowy	+	–
Zasady			
21	wodorotlenek potasu do 100%	+	+
22	wodorotlenek sodu do 100%	+	+
Inne związki nieorganiczne			
23	amoniak gazowy	+	+
24	amonowe sole	+	+
25	baru związki	+	+
26	boraks i jego roztwory	+	+
27	bromowodór 100%	+	+
28	brom 100%	–	–
29	chlorowodór 100%	+	+

Lp.	Środek	Temperatura	
		+ 20°C	+ 60°C
30	chlor 100%	0	
31	cynku związki	+	+
32	fluor 100%	0	
33	fluorowodór 100%	+	0
34	miedzi związki	+	+
35	rtęć	+	
36	sodu związki (w tym solanka)	+	+
37	siarkowodór	+	
38	siarki dwutlenek (gazowy)	+	+
39	tlen	+	
40	wapnia związki	+	
41	węgla tlenek	+	
42	węgla dwusiarczek	-	
43	woda	+	+
44	woda morska	+	+
45	wodór	+	+
Związki organiczne			
46	aldehyd octowy 100%	0	-
47	aldehyd mrówkowy (formalina, formaldehyd) do 40%	+	+
48	aceton 100%	-	-
49	alkohol amyłowy	+	
50	alkohol etylowy 40%	+	
51	alkohol etylowy 96%	0	-
52	alkohol butylowy	+	
53	alkohol metylowy do 10%	-	
54	alkohol metylowy do 100%	0	-
55	anilina i jej pochodne	-	-
56	alkohol benzyłowy	-	-
57	alkohol fufuralowy	-	-
58	benzaldehyd 100%	-	-
59	benzen	-	-
60	bromek etylu	0	-
61	cykloheksanol	-	-
62	chloroform	-	-
63	dwuchloroetylen	-	-
64	eter dwuetyłowy	-	-
65	fenol	-	-
66	gliceryna	+	+
67	glikol etylenowy	+	+
68	hydrohinon	+	
69	krezole	-	-
70	ksylen	-	-

Lp.	Środek	Temperatura	
		+ 20°C	+ 60°C
71	metyloetyloketon	0	+
72	monochlorobenzen	-	-
73	nitrobenzen	0	-
74	nafta	-	-
75	olej kamforowy	-	
76	oleje mineralne	0	-
77	olej transformatorowy	0	-
78	octan etylu	0	-
79	octan metylu	0	-
80	parafina	0	-
81	terpentyna	0	-
Produkty spożywcze i środki pochodzenia roślinnego			
82	drożdże i ich roztwory	+	
83	glikoza i jej roztwory	+	+
84	mleko	+	
85	oleje zwierzęce	0	-
86	olej rycynowy	-	-
87	olej lniany	0	-
88	oleje roślinne	0	-
89	ocet	-	+
90	skrobia: jej roztwory i zawiesiny	+	+
91	serwatka	+	+
92	tłuszcze zwierzęce	+	
Inne			
93	rozcieńczone roztwory środków powierzchniowo czynnych, emulgatory	+	+
94	roztwory mydła	+	+
95	roztwory środków do ochrony roślin	+	

**Uwaga!**

**Przy stosowaniu w instalacji innych mediów niż woda należy wziąć pod uwagę odporność korozyjną złąček.**

# KISAN COMFORT

## 9. Ogrzewanie podłogowe... czyli komfort, na który Cię stać

### 9.1 Wprowadzenie

Ogrzewanie podłogowe w technologii KISAN COMFORT wykonywane jest w całości z elementów produkowanych w Polsce.

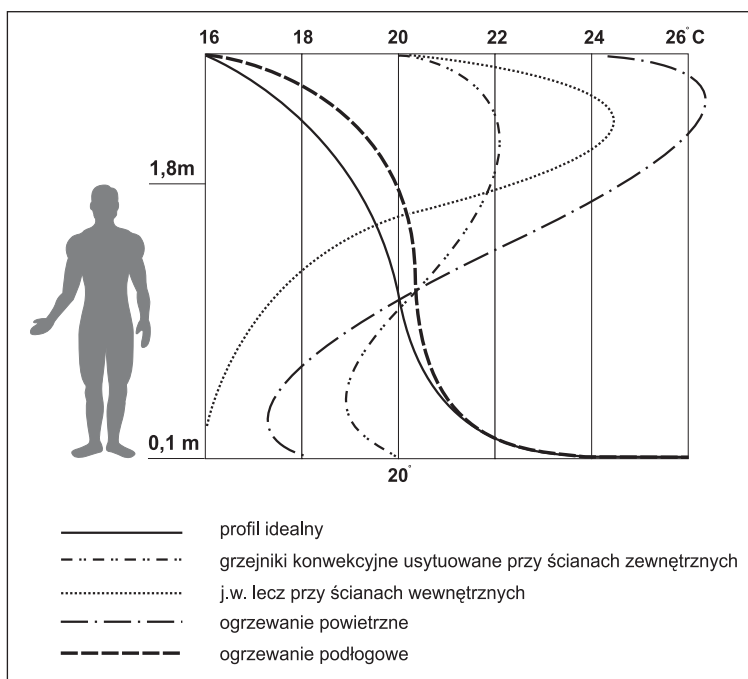
Ogrzewanie podłogowe jest systemem ogrzewania niskotemperaturowego, w którym 70% energii oddawane jest przez promieniowanie, a tylko 30% przez konwekcję. Ogrzewanie to zapewnia poczucie komfortu cieplnego, dzięki równomiernemu rozchodzeniu się ciepła w pomieszczeniu, od podłogi do sufitu (odczuwamy przyjemne ciepło przez stopy na podłodze i optymalną temperaturę na wysokości głowy).

Ogrzewanie podłogowe stosowane jest:

- w budownictwie mieszkaniowym, zwłaszcza jednorodzinny,
- w budynkach użyteczności publicznej: hotelach, bankach itp.
- w budownictwie przemysłowym,
- w innych budynkach: sklepy, magazyny, pływalnie itp.

### Zalety ogrzewania podłogowego w systemie KISAN COMFORT

- a) zbliżony do optymalnego rozkład temperatury w pomieszczeniu (rys. 31),
- b) brak grzejników w pomieszczeniu i możliwość dowolnej aranżacji wnętrza,
- c) przyjemne doznanie komfortu cieplnego,
- d) zmniejszenie ilości kurzu unoszonego w powietrzu (z powodu ograniczenia konwekcji),
- e) lepsze wyłumienie akustyczne dzięki zastosowaniu warstwy izolacyjnej,
- f) ograniczenie wysuszania powietrza w pomieszczeniu,
- g) korzystne technicznie niższe temperatury czynnika grzejącego (max. 55°C),
- h) oszczędność energii spowodowana niską temperaturą czynnika grzejącego i optymalnym usytuowaniem źródła ciepła w pomieszczeniu – oszczędność, do 20% w stosunku do ogrzewania tradycyjnego (grzejnikowego),
- i) możliwość łączenia z tradycyjną instalacją centralnego ogrzewania,
- j) instalacja nie ulega korozji, nie osadza się kamień kotłowy,
- k) łatwość montażu rur KISAN (nie posiadają pamięci kształtu i są formowane na zimno),



Rys. 31. Rozkład temperatury w pomieszczeniu z ogrzewaniem podłogowym i grzejnikowym

- l) wykonanie pętli grzewczej z jednego odcinka rury, bez konieczności łączenia,
- m) szczelność dyfuzyjna rur systemu KISAN (dzięki warstwie aluminium w ścianie rury, tlen nie przenika do wody instalacyjnej), spełniająca wymagania normy PN-EN ISO 21003-2 „Systemy przewodów rurowych z rur wielowarstwowych do instalacji wody zimnej i ciepłej wewnątrz budynków – Rury.”
- n) co najmniej 50-letnia żywotność instalacji z rur systemu KISAN,
- o) możliwość wykorzystania niekonwencjonalnych, niskotemperaturowych i ekologicznych źródeł ciepła takich jak pompa ciepła, kolektory słoneczne bądź ciepło odpadowe w procesach technologicznych.

### **Uwarunkowania stosowania ogrzewania podłogowego**

- a) Ograniczenie wydajności cieplnej – system ogrzewania podłogowego nie pokrywa zapotrzebowania ciepła w pomieszczeniach o dużych stratach ciepła (pow. 80 W/m<sup>2</sup>) lub o ograniczonej powierzchni ogrzewania; w takich przypadkach trzeba zastosować dodatkowe ogrzewanie,
- b) Ogrzewanie podłogowe charakteryzuje się znaczną bezwładnością cieplną – system wolniej reaguje na sterowanie od ogrzewania tradycyjnego,
- c) Ograniczenia w stosowaniu wykładzin podłogowych – ze względu na zdolność przewodzenia ciepła, nie każde wykończenie podłogi może być zastosowane.

### **Zjawisko samoregulacji**

Wpływ okresowych zysków ciepła jest częściowo ograniczony przez samoregulację ogrzewania podłogowego. Polega ona na tym, że przy wzroście temperatury powietrza w pomieszczeniu maleje różnica między temperaturą podłogi, a temperaturą powietrza, a co za tym idzie maleje strumień ciepła oddawany przez podłogę. Dla przykładu, gdy wyjściowa temperatura w pomieszczeniu wynosi 20°C po wzroście temperatury powietrza o 2°C, strumień ciepła oddawanego do pomieszczenia maleje o 1/3.

## **9.2 Wiadomości podstawowe**

### **Projekt, wymagania**

Wykonanie instalacji ogrzewania podłogowego w każdym przypadku powinno być poprzedzone opracowaniem projektu technicznego instalacji, który powinien zawierać:

- obliczenia strat cieplnych poszczególnych pomieszczeń,
- parametry obliczeniowe pracy instalacji,
- sposób rozprowadzania pętli ogrzewania podłogowego z podaniem rozstawu rur i długości pętli,
- rodzaj i specyfikację materiałów instalacyjnych,
- rodzaj i grubość izolacji cieplnej,
- zalecenia (wytyczne) wykonania i regulacji instalacji.

### **Warunki pracy instalacji ogrzewania podłogowego**

#### **Temperatura podłogi**

Norma dotycząca ogrzewań podłogowych PN-EN 1264 dokładnie określa maksymalne temperatury podłóg w zależności od typu pomieszczenia:

- 29°C w strefie stałego pobytu ludzi (pomieszczenia mieszkalne i biurowe),
- 35°C w strefie brzegowej,
- 33°C w kuchniach i łazienkach,
- 27°C w pomieszczeniach roboczych, gdzie pracuje się na stojąco.

Optymalna temperatura wynosi 24–26°C.



Podczas obliczeń instalacji ogrzewania podłogowego należy sprawdzić, czy dla dobranego odstępu rur będzie zachowana dopuszczalna temperatura podłogi. W rzeczywistości, w warunkach eksploatacji ogrzewania podłogowego, temperatura podłogi jest znacznie niższa od obliczeniowej.

### Parametry pracy ogrzewania podłogowego

W projekcie ogrzewania należy przewidzieć następujące wartości charakterystycznych parametrów pracy instalacji:

Maksymalna temperatura czynnika grzewczego w przewodach nie powinna przekraczać 55°C.

- różnica temperatur między zasilaniem a powrotem wynosi  $\Delta t = 5 \div 10^\circ\text{K}$ ,
- prędkość przepływu wody w przewodach grzewczych 0,1–0,6 m/s,
- długość obwodu grzewczego z rury  $\varnothing 14$  mm powinna być mniejsza od 80 m, z rury  $\varnothing 16$  mm < 120 m, a z rury  $\varnothing 20$  mm < 150 m,
- zakłada się, że ilość ciepła przekazywana do pomieszczenia ogrzewanego powinna być nie mniejsza niż 90% ciepła dostarczanego przez przewody grzewcze,
- dla temperatury 20°C w pomieszczeniu orientacyjna wydajność cieplna podłogi wynosi 80 W/m<sup>2</sup>.

## 9.3 Warunki stawiane budynkom (pomieszczeniom) z ogrzewaniem podłogowym

### Stan budynku przed wykonaniem instalacji

Przed przystąpieniem do wykonania instalacji ogrzewania podłogowego w obiekcie powinny być:

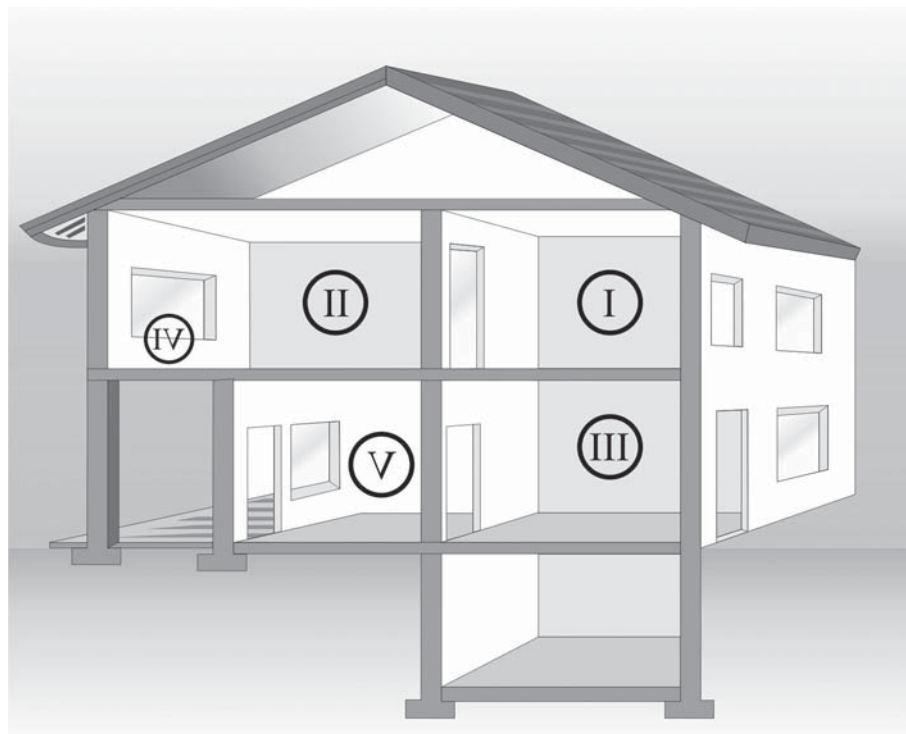
- zamontowana zewnętrzna stolarka okienna i drzwiowa,
- zakończone prace montażowe przewodów instalacji elektrycznych, sanitarnych i dokonany ich odbiór,
- zamurwane (zamknięte) bruzdy instalacyjne,
- zakończone prace tynkarskie i sztukatorskie,
- usunięte zbędne materiały budowlane,
- podłoża, na których będzie układana izolacja cieplochronna (styropian) winny być posprzątane, a nierówności powstałe w wyniku tynkowania usunięte, ponieważ mogą one utrudniać ułożenia płyt styropianowych. Nierówności podłoża nie powinny przekraczać 2-3 mm/m i 5-8 mm na całej długości pomieszczenia,
- przygotowane ogrzewanie zapewniające temperaturę wewnętrzną w budynku min. 5°C; w przypadku braku ogrzewania, gdy instalacja ogrzewania podłogowego jest napełniona wodą i nie pracuje, można doprowadzić do szkód wskutek zamarznięcia wody. W takich sytuacjach należy usunąć wodę z instalacji; całkowite spuszczenie wody z instalacji ogrzewania podłogowego można zrealizować przez przedmuchiwanie instalacji powietrzem,
- jeżeli w wyniku spadku temperatury w pomieszczeniu poniżej 0°C zamarznie rozdzielacz, to spowoduje to szczególne niebezpieczeństwo dla końcówek przewodów zasilającego i powrotnego.

### Straty ciepła

Ogrzewanie podłogowe jest stosowane w budownictwie mieszkaniowym oraz w budynkach użyteczności publicznej. Dla orientacyjnego określenia możliwości zastosowania w danym pomieszczeniu ogrzewania podłogowego jako podstawowego źródła ciepła należy przyjmować wydajność cieplną podłogi do 80 W/m<sup>2</sup>. Projektowe obciążenie cieplne oblicza się zgodnie z normą PN-EN 12831 : 2006.

## Izolacja cieplna

Norma dotycząca ogrzewań podłogowych PN-EN 1264 określa minimalne opory izolacji cieplnej dla płyt grzewczych ogrzewań podłogowych w zależności od typu pomieszczenia i jego usytuowania.



Tablica 20. Wartości minimalnych oporów przewodnictwa cieplnego według normy PN-EN 1264

Pomieszczenie	Położenie w budynku	Wymagana minimalna wartość oporu cieplnego R [m <sup>2</sup> K/W]
I	pomieszczenie poniżej ogrzewane	0,75
II	pomieszczenie poniżej ogrzewane nierównomiernie	1,25
III	pomieszczenie nad pomieszczeniem nieogrzewanym	1,25
IV	pomieszczenie nad przejazdem	2,0
V	pomieszczenie na gruncie	1,25

Izolację cieplną możemy wykonać z płyt styropianowych wysokiej twardości o gęstości minimum 20 kg/m<sup>3</sup> – EPS 100 zgodnie z PN-EN 13163 „Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie. Specyfikacja”. Jako izolację można zastosować również wełnę mineralną usztywnioną żywicami. W celu zabezpieczenia przed zawilgoceniem izolacji cieplnej, pokrywa się ją warstwą folii polietylenowej bądź folii polietylenowej z naniesioną warstwą odblaskową (Al).

Przy układaniu ogrzewania podłogowego na gruncie niezbędna jest również izolacja przeciwwilgociowa z folii polietylenowej pod warstwą izolacji cieplnej. W pomieszczeniach mokrych, np. łazienki można zastosować jeszcze jedną izolację przeciwwilgociową, zabezpieczającą przed zalaniem wodą.

W ofercie systemu KISAN Comfort są dostępne:

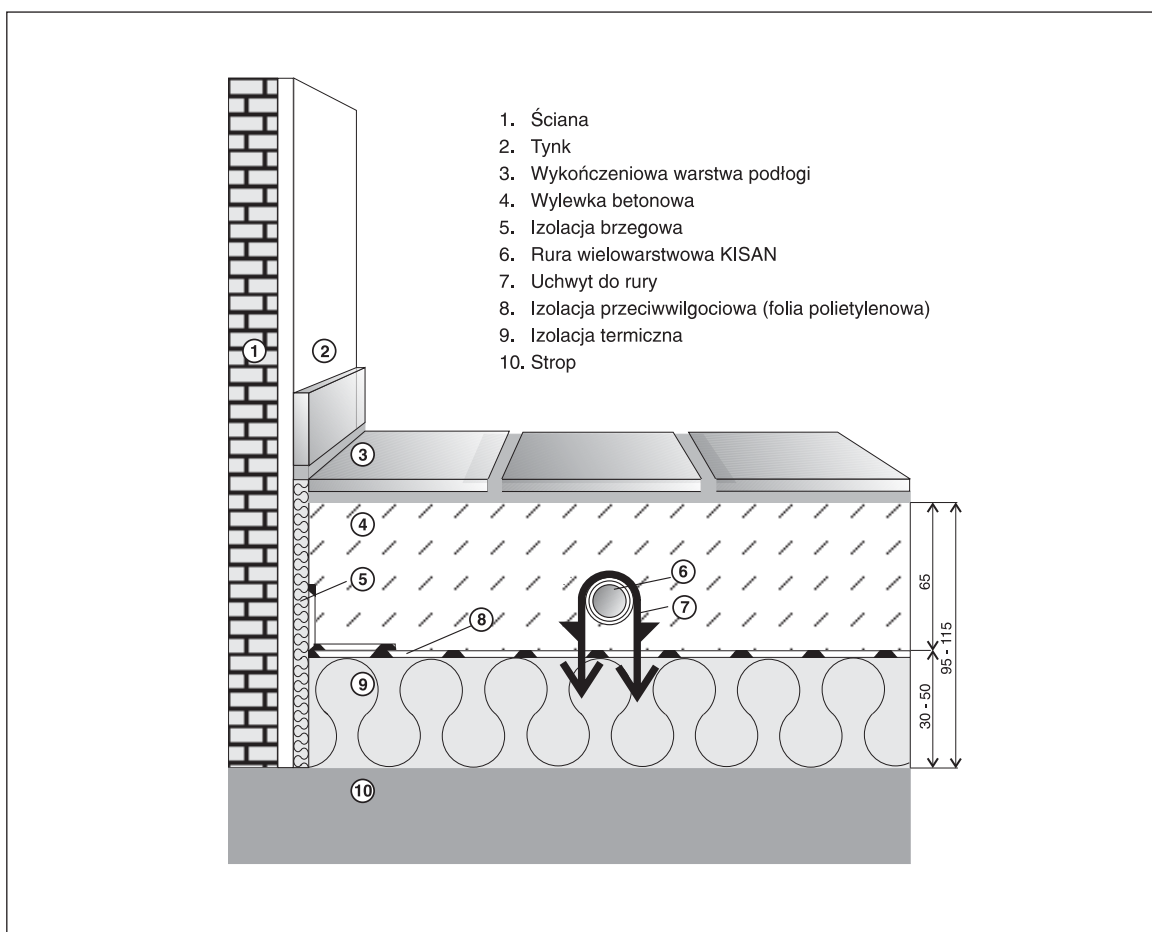
- Styropian EPS100 o grubości 30 oraz 50 mm, pokryty fabrycznie wielowarstwową folią z warstwą metalizowaną umieszczoną wewnątrz, stanowiącą ekran cieplny. Płyta styropianu pocięta jest na pasy, co umożliwia zwijanie jej w rulon i ułatwia transport oraz montaż izolacji. Na folii nadrukowana jest siatka o oczkach 5 cm i 10 cm, co umożliwia precyzyjne rozłożenie przewodów grzejnych.
- Styropian ryflowany z wypustkami EPS100 o grubości 4,9 cm z wypustkami o wysokości 2,4 cm dedykowany do ogrzewań podłogowych w systemie mokrym, jak i suchym, możliwe odstępki układania: 10 cm, 20 cm, 30 cm.

Izolacja cieplna spełnia również funkcję tłumienia dźwięków.

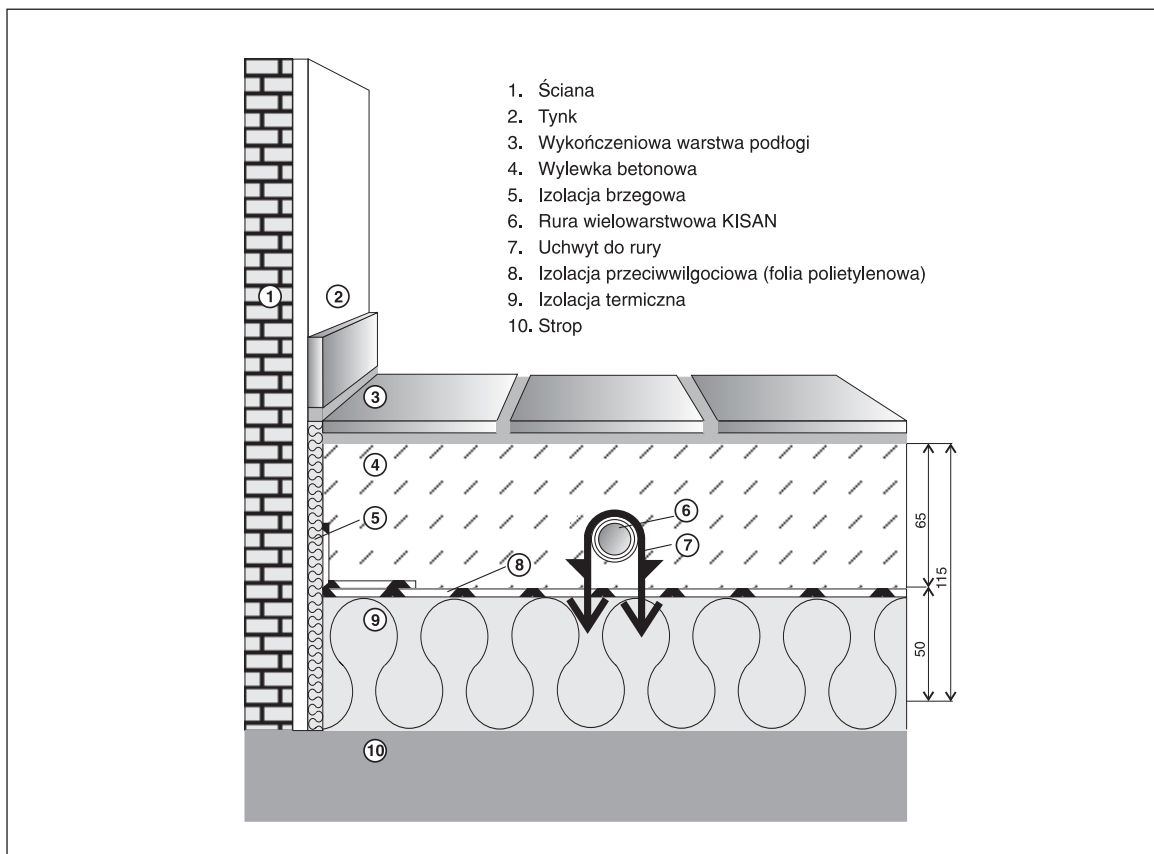
## 9.4 Konstrukcja podłogi w ogrzewaniu podłogowym

Podłoga jako płaszczyzna grzejna układana na poziomej konstrukcji składa się z następujących warstw:

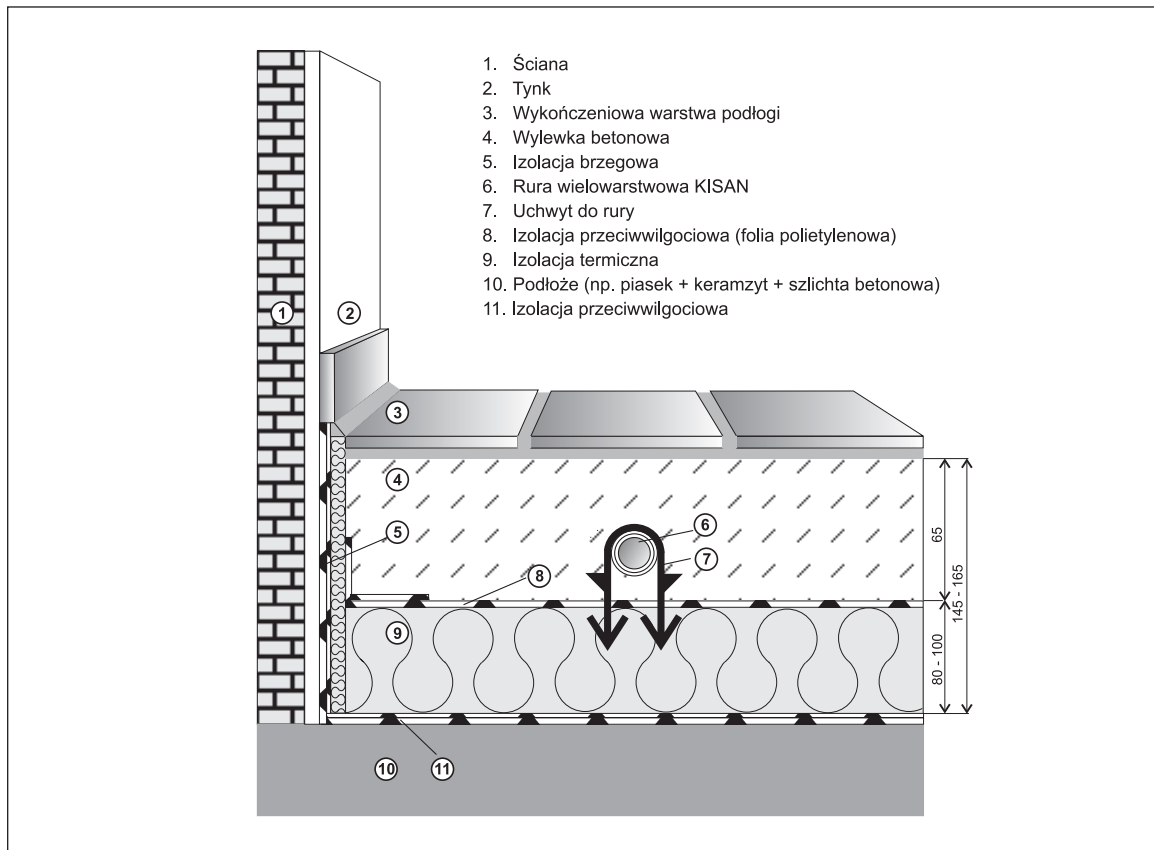
- warstwy izolacji cieplnej,
- warstwy izolacji przeciwwilgociowej,
- płyty grzejnej z rurami,
- posadzki (jastrych wykonany w technologii mokrej, bądź suchej).



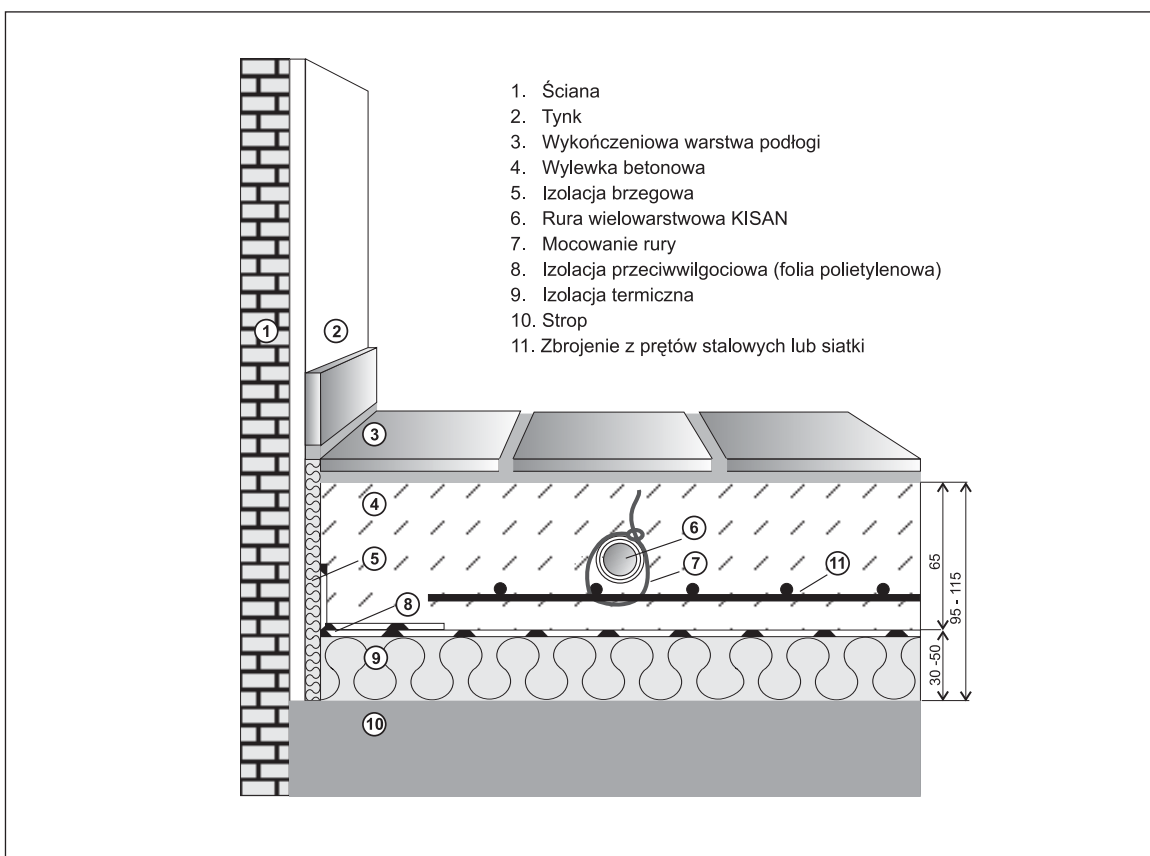
Rys. 32. Przekrój ogrzewania podłogowego nad pomieszczeniem ogrzewanym



Rys. 33. Przekrój ogrzewania podłogowego nad pomieszczeniem nieogrzewanym



Rys. 34. Przekrój ogrzewania podłogowego na gruncie



Rys. 35. Przekrój ogrzewania podłogowego w pomieszczeniu o dużych obciążeniach użytkowych

## 9.5 Wymagania stawiane materiałom stosowanym w budownictwie

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. Nr 89 z dnia 25 sierpnia 1994 r.) wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 80 z dnia 27 marca 2003 r.) stanowi w art. 10:

„...1. Przy wykonywaniu robót budowlanych należy stosować wyroby budowlane o właściwościach użytkowych umożliwiających prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych, określonych w art. 5 ust. 1 pkt. 1 – dopuszczone do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie.

2. Za dopuszczone do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie uważane są:

- 1) wyroby budowlane, właściwie oznaczone, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami:
  - a) wydano certyfikat na znak bezpieczeństwa, wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie Polskich Norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych – w odniesieniu do wyrobów podlegających tej certyfikacji,
  - b) dokonano oceny zgodności i wydano certyfikat zgodności lub deklarację zgodności z Polską Normą lub z aprobatą techniczną – w odniesieniu do wyrobów nie objętych certyfikacją określoną w literaturze, a mających istotny wpływ na spełnienie co najmniej jednego z wymagań podstawowych.
- 2) wyroby budowlane umieszczone w wykazie wyrobów nie mających istotnego wpływu na spełnienie wymagań podstawowych oraz wyrobów wytwarzanych i stosowanych według tradycyjnie uznanych zasad sztuki budowlanej...”

Powyższe wymagania są spełnione w wypadku wyrobów stanowiących elementy systemu ogrzewania podłogowego KISAN, których własności techniczne i właściwości użytkowe są opisane w Polskiej Normie i aprobaty technicznych wydanych przez ITB.

Zgodność z Polską Normą lub Aprobata są potwierdzone deklaracjami zgodności wystawionymi przez producentów.

Dostarczane przez nas wraz z materiałami instalacyjnymi deklaracje zgodności producentów stanowią zgodnie z przepisami, podstawę do przystąpienia do odbioru technicznego instalacji ogrzewania podłogowego.

### Wymagania stawiane materiałom stosowanym w ogrzewaniu podłogowym

Konstrukcja instalacji ogrzewania podłogowego powoduje, że czas eksploatacji tej instalacji nie powinien być krótszy od okresu eksploatacji budynku, tj. ok. 50 lat, ponieważ wymiana instalacji ogrzewania podłogowego w okresie eksploatacji budynku jest bardzo uciążliwa i wiąże się z dużymi nakładami finansowymi. Fakt ten stawia szczególne wymagania jakościowe stosowanym materiałom, takie jak:

- trwałość ponad 50 lat,
- szczelność tlenowa,
- znaczna wytrzymałość na naprężenia rozciągające.

Wysokie wymagania dotyczą wszystkich elementów składowych instalacji ogrzewania podłogowego, w tym również materiałów użytych do wykonania płyty grzewczej i izolacji cieplochronnej.

Przy wykonywaniu instalacji ogrzewania podłogowego należy stosować materiały atestowane o jakości gwarantującej bezawaryjną eksploatację w okresach między remontami generalnymi budynku.

### Wymagania stawiane materiałom stosowanym przy wykańczaniu podłóg (materiałom wykładzinowym)

Okładziny wykończeniowe na ogrzewaniach podłogowych powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1264.

Muszą spełniać podstawowy warunek maksymalnego oporu cieplnego,

$$R_{\lambda, \text{okładziny}} < 0,15 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

Zaleca się stosowanie kamieni naturalnych (granit, marmur itp.), płytek ceramicznych. Możliwe jest również zastosowanie parkietów o grubości do 10 mm, przy czym średnia wilgotność parkietu nie powinna być większa niż  $8 \% \pm 2 \%$ .

Dodatkowe obostrzenia dotyczą:

- paneli podłogowych
- wykładzin tworzywowych elastycznych (np. PVC)
- wykładzin dywanowych
- klejów do parkietu
- lakierów do parkietu.

Wyżej wymienione materiały muszą posiadać dopuszczenie producenta do zastosowania na ogrzewaniu podłogowym, pod względem wydzielenia się substancji szkodliwych przy podwyższonej temperaturze użytkowania.

Tablica 21. Przybliżone wartości oporu cieplnego  $R_{\lambda}$  w zależności od rodzaju wykładziny podłogowej

Rodzaj wykładziny	terakota (gr. 10 mm), marmur, kamień naturalny (gr. 25 mm), płytki PCW	parkiet cienki (gr. 8–10 mm), panele podłogowe	dywan (gr. 5 mm)
$R_{\lambda}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,02	0,05	0,09

## **Izolacja brzegowa (cieplna, dźwiękochłonna i dylatacje)**

Izolacja brzegowa oddziela płytę grzejącą od pionowych przegród budowlanych, konstrukcyjnych i działowych. Spełnia ona następujące funkcje:

- stanowi wypełnienie dylatacji kompensujące rozszerzalność termiczną płyty grzejnej, według normy DIN 18560 musi mieć ona możliwość 5 mm kompensacji rozszerzającego się jastrychu,
- ogranicza straty ciepłe płyty grzejnej przez ściany budynku,
- spełnia rolę izolacji przeciwdźwiękowej pomiędzy elementami konstrukcyjnymi.

Pas izolacji brzegowej wykonany jest z taśmy przyściennej (pianki poliuretanowej grubości 8 mm i wysokości 150 mm) do której przymocowana jest folia polietylenowa. Folia ta, po nałożeniu na element izolacji cieplnej nie pozwala, aby beton dostał się między ścianę, a płytę izolacji cieplnej podczas wylewania warstwy zaprawy. Wystającą część izolacji brzegowej obcina się dopiero po ułożeniu wykładziny podłogowej.

Przy wykonywaniu szczelin dylatacyjnych stosuje się także profile dylatacyjne, o podobnych właściwościach jak izolacja brzegowa.

# 10. Montaż instalacji ogrzewania podłogowego KISAN COMFORT FLOOR

## 10.1 Prace przygotowawcze – układanie izolacji termicznej oraz wypełnienie dylatacji

Na przygotowanym podłożu rozkłada się izolację termiczną w postaci płyt ze styropianu. W pierwszej kolejności warstwa styropianu EPS100, a następnie styropian systemowy Kisan Comfort w zależności od konstrukcji ogrzewania podłogowego.

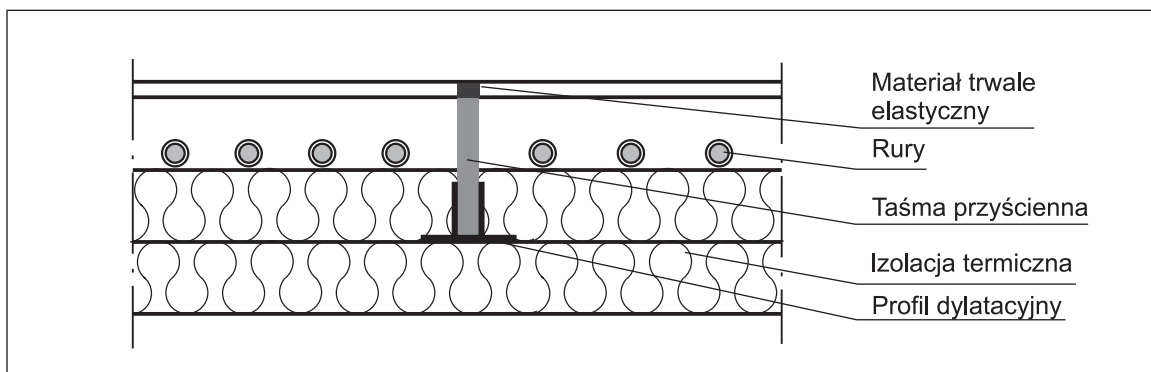
Jeżeli powierzchnia pływającego jastrychu ma być ułożona ze spadkiem, to musi on występować już w podłożu nośnym, aby możliwe było wykonanie jastrychu o równomiernej grubości (wg normy DIN 18560).

Wymagania odnośnie wymiarów i konstrukcji płyt grzewczych według normy PN-EN 1264 dla jastrychów wykonywanych metodą moką:

- Maksymalna powierzchnia płyty grzewczej < 40 m<sup>2</sup>
- Maksymalna długość dłuższego boku < 8 m
- Maksymalny stosunek boków płyty grzewczej 2:1

Izolację brzegową układa się wokół ścian zewnętrznych i wewnętrznych oraz w zaprojektowanych dylatacjach pomiędzy płytami grzewczymi. Jeżeli powierzchnia podłogi przekracza 40 m<sup>2</sup>, trzeba dzielić ją szczelinami dylatacyjnymi na kilka płyt grzejnych. Długość każdego z boków płyty nie może przekroczyć 8 m. Szczeliny dylatacyjne muszą przebiegać od warstwy izolacyjnej aż do wykładziny podłogi. Rury węzownicy należy układać tak, aby ograniczyć do minimum prowadzenie rur przez dylatacje. Rury instalacji przyłączeniowej, które przecinają szczelinę dylatacyjną układa się w rurze ochronnej peszel dł. około 30 cm. Końcówki peszla należy zakleić taśmą samoprzylepną, aby uniemożliwić dostanie się zaprawy do wnętrza peszla. W celu kontrolowania zarysowania betonu (w wyniku naprężeń podczas wiązania) wykonuje się szczeliny pozorne przez nacięcie cienką listewką drewnianą i wypełnienie elastyczną żywicą syntetyczną po wyschnięciu zaprawy.

Taśma przyścienna może być umieszczona nad pierwszą warstwą izolacji termicznej.



Rys. 36. Konstrukcja dylatacji między płytami (przegrodą) ogrzewania podłogowego.

Przestrzeń nad dylatacją należy wypełnić materiałem trwale elastycznym, np. żywicą syntetyczną (przy układaniu warstwy wykończeniowej podłogi).

Folię PE, która jest z jednej strony przyklejona do taśmy przyściennej, wykłada się na warstwę styropianu, aby uniknąć wnikania betonu między izolację termiczną, a izolację przyścienną. Gdy



taśma przyścienna umieszczona jest w dylatacji, wtedy po jednej jej stronie układamy przyklejoną folię, natomiast po stronie przeciwnej szczelinę między taśmą, a styropianem należy zakryć, zaklejając ją szeroką taśmą samoprzylepną.

## 10.2 Układanie rur

Rury można układać dwoma sposobami:

- w formie węzownicy meandrowej (rys. 37), w tym przypadku początek węzownicy o najwyższej temperaturze umieszcza się przy ścianie o największych stratach ciepła;
- w formie węzownicy pętlowej (ślimakowej, spiralnej) (rys. 38), dzięki której uzyskujemy bardziej regularny rozkład temperatury podłogi.

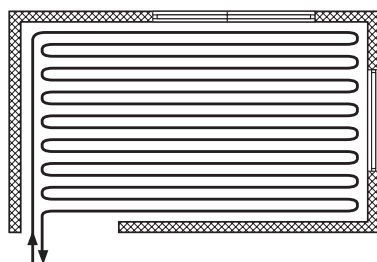
W miejscach o dużych stratach ciepłych, przy dużych otworach okiennych i drzwiowych, można zastosować strefę brzegową szerokości 1 m wzdłuż ścian zewnętrznych w której układamy rury z mniejszym rozstawem. W strefie brzegowej dopuszczalna jest wyższa temperatura podłogi. Węzownica w strefie brzegowej najczęściej stanowi niezależny obieg grzejny. Dopuszcza się w pomieszczeniach o małej powierzchni, aby węzownica strefy brzegowej była połączona z pętlą zasadniczą.

Odcinki rur przyłączone do rozdzielacza powinny być prowadzone w rurze osłonowej (np. peszel). Długość rury osłonowej w płycie grzejnej powinna wynosić ok. 1m, a końcówka w płycie winna być zabezpieczona przed dostaniem się zaprawy do wnętrza rury osłonowej.

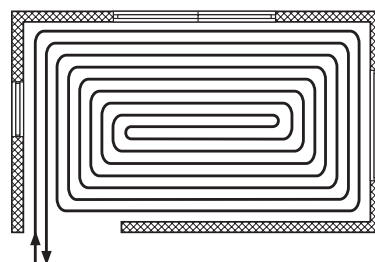
### Próba szczelności

Przed zalaniem rur betonem należy poddać instalację próbie szczelności na ciśnieniu 0,6 MPa w ciągu 24 godzin. Przez okres wiązania warstwy betonu (20–28 dni) rury powinny pozostać pod ciśnieniem 0,2–0,3 MPa.

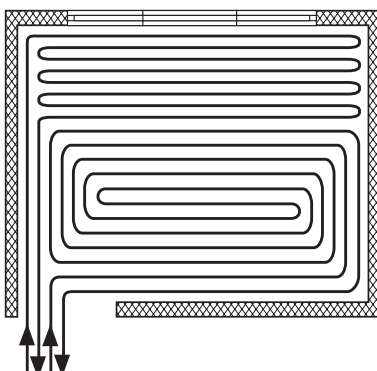
Po okresie dojrzewania betonu, przed ułożeniem wykładziny podłogowej płytę należy wygrzać.



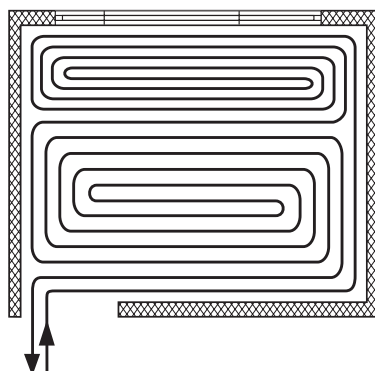
Rys. 37. Węzownica ułożona w kształcie meandru



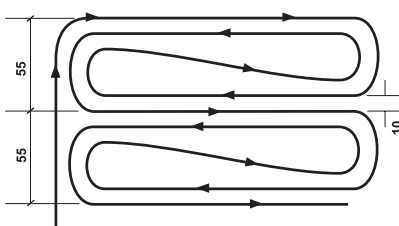
Rys. 38. Węzownica ułożona w kształcie ślimaka



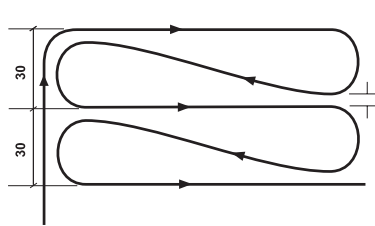
Rys. 39. Węzownice ułożone ze strefą brzegową na oddzielnej pętli



Rys. 40. Węzownice ułożone ze strefą brzegową na jednej pętli



Rozstaw 10 cm



Rozstaw 15 cm

Rys. 41. Przykładowe sposoby układania rur w strefie brzegowej

Nie wolno uruchamiać instalacji na gorąco przed związaniem betonu.

## Odbiór częściowy

Odbiór częściowy instalacji ogrzewania podłogowego należy wykonać w obecności inwestora lub jego przedstawiciela. Po zakończeniu montażu, przy odbiorze instalacji ogrzewania podłogowego, należy sprawdzić zgodność zamontowanych materiałów i urządzeń z projektem:

- wykonanie izolacji ciepłochronnej i przeciwwilgociowej,
- prawidłowość wykonania dylatacji,
- ułożenie pętli grzewczych,
- sporządzić protokół z prób szczelności i ciśnienia w instalacji ogrzewania podłogowego,
- zapewnić dokonanie wpisu o odbiorze instalacji do dziennika budowy.

## 10.3 Wykonanie płyty grzejnej

### Wymagania ogólne

Płyta grzejna w instalacji ogrzewania podłogowego, dla budownictwa mieszkaniowego powinna mieć wytrzymałość na ściskanie min. 12 MPa i min. 3 MPa na rozciąganie. Nie zaleca się wykonania płyty grzejnej o grubości większej niż 10 cm. W przypadku ogrzewania podłogowego dla innych zastosowań np. hale wystawowe, produkcyjne – wytrzymałość musi określić projektant w zależności od przeznaczenia obiektu w oparciu o normę dotyczącą wykonywania jastrychów PN-EN 13813. Płyta grzejna musi być wykonana jako pływająca, tzn. oddzielona od elementów konstrukcyjnych budynku taśmą brzegową.

Zaprawy stosowane do wykonania płyty grzejnej powinny mieć konsystencję zapewniającą odpowietrzenie zaprawy, brak pęcherzy powietrza w wyłożonej warstwie zaprawy i dokładne obłożenie przewodów grzewczych.

### Materialy i dodatki

Do wykonania płyty grzejnej stosuje się dwa rodzaje zapraw:

- cementowe,
- anhydrytowe.

W celu poprawienia własności zapraw cementowych, przede wszystkim plastyczności, dodaje się plastyfikator. Ilość wody zarobowej zależy od rodzaju użytego plastyfikatora. Jego dodatek obniża ilość wody zarobowej o ok. 15%, co zmniejsza skurcz podczas wiązania zaprawy oraz zmniejsza porowatość. Dodatkowo, przyspiesza twardnienie betonu zwłaszcza w pierwszym okresie, zwiększa wytrzymałość o ok. 15% w stosunku do betonów dojrzałych, poprawia urabialność i plastyczność mieszanki zarobowej, polepsza wodoodporność i mrozoodporność, zabezpiecza stal w żelbecie przed korozją, obniża nasiąkliwość nawet o 50%.

Plastyfikator systemu Kisan Comfort należy dozować wg zaleceń na opakowaniu.

Zaprawy cementowe należy wykonywać z cementu portlandzkiego. Dla kruszywa wymagane jest uziarnienie 0–8 mm, natomiast udział frakcji 0–4 mm  $\leq$  70%. Woda zarobowa stosowana do przygotowania zapraw musi spełniać wymagania normy.

Jako zaprawy anhydrytowe do wykonywania płyt grzejnych stosowane są gotowe, suche mieszanki.

### Wykonanie płyty grzejnej

Dla wykonania płyty grzejnej z zaprawy cementowej zaleca się stosowanie składu podanego w poniższej tablicy:

Tablica 22. Zalecany skład jastrychu cementowego

Uziarnienie kruszywa [mm]	0-8	0-8	0-8
Ilość cementu na 1m <sup>3</sup> betonu [kg/m <sup>3</sup> ]	300-350	375-425	425-475
Stosunek wody do betonu	0,45	0,55	0,70
Wytrzymałość [N/mm <sup>2</sup> ]	22,5	30,00	50,00

KISAN zaleca stosowanie następujących wytycznych przy wykonaniu płyty grzejnej w ogrzewaniu podłogowym wodnym:

- plastifikator należy stosować zgodnie z instrukcją producenta,
- zalecana zawartość cementu w posadzce winna wynosić 320–350 kg/m<sup>3</sup>,
- każda porcja betonu winna mieć dokładnie taką samą recepturę dla kruszywa, cementu, wody i czasu mieszania,
- beton winien być urabiany do jednolitej konsystencji sucho-plastycznej, nienawodnionej,
- nie zaleca się podawania betonu agregatem tynkarskim – prace te należy wykonywać ręcznie,
- wylewkę należy zabezpieczyć przed chodzeniem po niej w początkowym okresie wiązania betonu – przez min. 7 dni,
- wylewkę należy podlewać wodą raz dziennie po upływie 24 godzin od ułożenia, przez okres min. 7 dni,
- dojrzewanie betonu winno trwać 28 dni, w tym okresie nie wolno posadzki obciążać mechanicznie; należy ograniczyć wietrzenie pomieszczenia przez zamknięcie otworów okiennych tak, aby płyta grzejna dojrzewała w takich samych warunkach na całej powierzchni,
- do wykonania płyty grzejnej należy używać cementu marki 35; jako kruszywa użyć piasku naturalnego oraz gysu z twardych skał drobnziarnistych,
- siatka zatapiająca w szlifiec powinna być zgodna wymiarowo z polem dylatacyjnym (siatka nie może dotykać taśmy dylatacyjnej); końce drutów w siatce należy podgiąć do góry dla wyeliminowania możliwości ich kontaktu z powierzchnią rury.

#### **UWAGA!**

Podczas wykonywania posadzki:

- instalacja ogrzewania podłogowego winna być pod ciśnieniem w celu wykazania ewentualnych uszkodzeń rurociągów powstałych podczas realizacji wcześniejszych prac,
- nie wolno używać ostrych przedmiotów i twardego obuwia.

Ponadto, podczas wykonywania płyty grzejnej należy zachować szczelność pomiędzy taśmą brzegową a warstwą izolacji przeciwwilgociowej. Zaprawa nie może dostać się do szczeliny dylatacyjnej lub mieć kontakt z elementami konstrukcyjnymi budynku.

Przy wykonywaniu płyt grzejnych anhydrytowych z zastosowaniem mas samopoziomujących (specjalnie przygotowanych do tego celu) należy postępować wg instrukcji producenta.

Podczas wykonywania płyty grzejnej ciśnienie wody w rurach grzewczych powinno wynosić 0,2–0,3 MPa.

Utrzymywanie się ciśnienia świadczy o tym, że przy wykonywaniu płyty przewody grzewcze nie uległy uszkodzeniu.

## Uruchamianie i regulacja hydrauliczna instalacji ogrzewania podłogowego

W okresie rozruchu należy utrzymywać przez 3 doby temperaturę zasilania równą 25°C, następnie podwyższać co 5 stopni na dobę do temperatury maksymalnej. Uruchomienie instalacji powinno nastąpić po okresie wiązania zaprawy (dla betonu wynoszącym 20–28 dni, dla jastrychu anhydrytowego 7 dni).

Cechą ogrzewania podłogowego jest duża bezwładność cieplna, oznacza to, że po wyłączeniu ogrzewania płyta grzejna jeszcze przez długi czas oddaje ciepło. W związku z tym istnieją trudności z automatyczną regulacją temperatury pomieszczeń, w których występują okresowe znaczne zyski ciepła, np. od nasłonecznienia lub – technologiczne. W ogrzewaniu podłogowym można zastosować następujące sposoby regulacji: wspólną, indywidualną, z wykorzystaniem modułów regulacyjnych, samoregulację oraz regulację stałowartościową.

### Uwagi montażowe

- a) Dostarczane przez nas wraz z materiałami instalacyjnymi deklaracje zgodności producentów stanowią podstawę, zgodnie z przepisami, do przystąpienia do odbioru technicznego instalacji ogrzewania podłogowego.
- b) Przy wykonywaniu instalacji ogrzewania podłogowego należy stosować materiały atestowane o jakości gwarantującej bezawaryjną eksploatację w okresach między remontami generalnymi budynku
- c) Przestrzeń nad dylatacją należy wypełnić materiałem trwale elastycznym – np. żywicą syntetyczną (przy układaniu warstwy wykończeniowej podłogi).
- d) Nie wolno uruchamiać instalacji na gorąco przed związaniem zaprawy.
- e) Podczas wykonywania posadzki:
  - instalacja ogrzewania podłogowego winna być pod ciśnieniem w celu wykazania ewentualnych uszkodzeń rurociągów podczas wykonywania wcześniejszych prac,
  - nie wolno używać ostrych przedmiotów i twardego obuwia,
  - po okresie dojrzewania wylewki a przed układaniem wykładziny podłogowej płytę należy wygrzać.
- f) Przy wykonywaniu wylewki należy zwrócić szczególną uwagę na wyeliminowanie połączeń płyt grzejnych nad szczelinami dylatacyjnymi między sobą lub z elementami konstrukcji budynku. Płyty grzejne muszą być starannie dylatowane.

# 11. Typy ogrzewań podłogowych wykonywanych w technologii mokrej

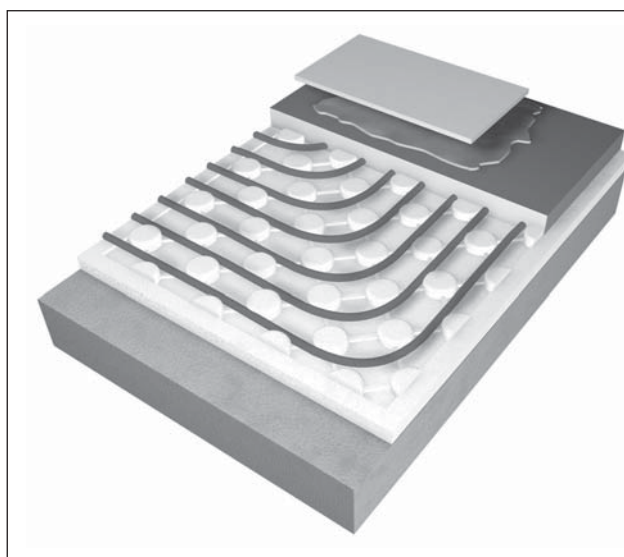
## Dane techniczne i wskazówki montażowe.

- Typowa grubość jastrychu:
  - cementowego 6,5 cm ponad izolację lub 5,0 cm ponad rury
  - anhydrytowego (na bazie gipsu) 5,0 cm ponad izolację lub 3,5 cm ponad rury
- Maksymalna powierzchnia płyty grzewczej 40 m<sup>2</sup>.
- Maksymalna długość dłuższego boku 8 m płyty grzewczej.
- Stosunek boków płyty grzewczej nie powinien przekraczać 1:2
- Przejścia rur przez dylatacje chronić 30 cm rurą ochronną typu peszel.
- Maksymalny opór cieplny okładziny wierzchniej  $R < 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$  (wg norm), np. minimalny opór cieplny warstwy drewna 0,04 m<sup>2</sup>K/W, ceramiki 0,01 m<sup>2</sup>K/W.

## 11.1 KISAN COMFORT FLOOR FAST

### Właściwości:

- System charakteryzujący się łatwą i szybką techniką układania, ze względu na brak użycia dodatkowych elementów mocujących rurę na izolacji, rolę tę spełniają specjalnie wyprofilowane wypustki płyty izolacyjnej.
- Możliwość łatwej optymalizacji materiału izolacyjnego do kształtu pomieszczenia, spodnia część płyty ma wytłoczoną siatkę pomocną przy cięciu.
- Możliwość zastosowania w instalacjach ogrzewania podłogowego, jak również i chłodzenia podłogowego. Dopuszczalne jest stosowanie jastrychów cementowych, jak i anhydrytowych (na bazie gipsu).
- Polecany do rur o rozmiarach 14×2 oraz 16×2. Nieograniczone sposoby prowadzenia węzownic: ślimak, meander, podwójny meander.
- Możliwy rozstaw rur: krotność 10,0 cm.
- Izolacyjne płyty systemowe tworzą szczelną izolację przeciwwilgociową ze względu na posiadany zamek zakładkowy.
- Izolacyjna płyta systemowa dostępna w grubości 4,9 cm jest wykonana z polistyrenu ekspandowanego, materiału odpornego na deformację, pozwalającego na swobodne poruszanie się po nim.



Rys. 42. KISAN COMFORT FLOOR FAST

### Zastosowanie:

- Obiekty mieszkalne nowe i remontowane, gdy stropy mają wystarczającą nośność.
- Obiekty użyteczności publicznej.
- Obiekty sakralne.
- Obiekty przemysłowe.

Elementy systemu KISAN COMFORT FLOOR FAST

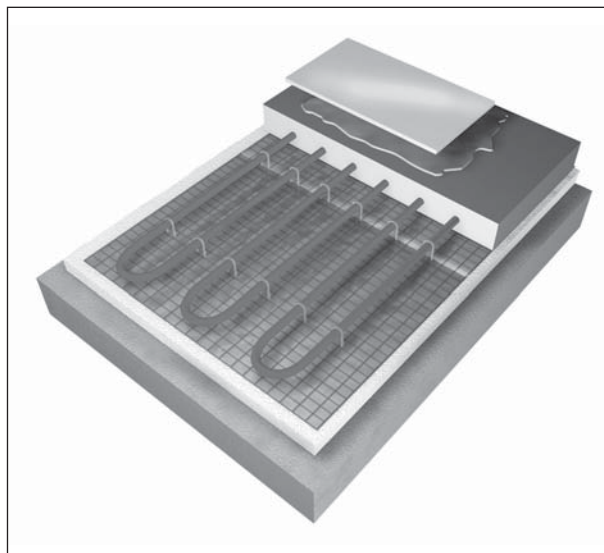
Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
2	80.08.00	Płyta styropianowa EPS 100 z wypustkami (1,2×0,8 m)	24/25	m <sup>2</sup>
3	80.03.00	Taśma przyścienna z pianki polietylenowej	150/8	m.b.
4	80.07.00	Profil dylatacyjny z taśmą		m.b.

## 11.2 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

KISAN COMFORT FLOOR STANDARD – system mokry oparty na styropianie i spinkach

### Właściwości:

- System charakteryzujący się łatwą techniką układania, z możliwością łatwej optymalizacji materiału izolacyjnego do kształtu pomieszczenia.
- Możliwość zastosowania w instalacjach ogrzewania podłogowego, jak również i chłodzenia podłogowego.
- Dopuszczalne jest stosowanie jastrychów cementowych, jak i anhydrytowych (na bazie gipsu).
- Polecany do rur o rozmiarach 14×2, 16×2 oraz 20×2,25.
- Nieograniczone sposoby prowadzenia węzownic: ślimak, meander, podwójny meander.
- Płyta systemowa pokryta jest na *Rys. 43. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD* wierzchniej warstwie folią tworzywową metalizowaną stanowiącą zabezpieczenie przed wilgocią zgodnie z normą PN-EN 18560, dodatkowo z nadrukowaną siatką – wzorem do układania rur.
- Izolacyjne płyty systemowe ze względu na posiadany kołnierz zakładkowy po sklejeniu szeroką taśmą samoprzylepną Kisan, tworzą szczelną izolację przeciwwilgociową.
- Izolacyjne płyty systemowe dostępne w dwóch grubościach 3 cm i 5 cm.



### Zastosowanie:

- Obiekty mieszkalne nowe i remontowane, gdy stropy mają wystarczającą nośność.
- Obiekty użyteczności publicznej.
- Obiekty sakralne.
- Obiekty przemysłowe.

Elementy systemu KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
	14.03.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	20×2,25	m.b.
2	80.01.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	32/30	m <sup>2</sup>
	80.02.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	53/50	m <sup>2</sup>
3	80.03.00	Taśma przyścienna z pianki polietylenowej	150/8	m.b.
4	80.07.00	Profil dylatacyjny z taśmą		m.b.
5	81.11.00	Spinka do styropianu	30 mm	szt.
	81.12.00	Spinka do styropianu	50 mm	szt.
	81.21.00	Spinka do styropianu do takera	30 mm	szt.
	81.22.00	Spinka do styropianu do takera	50 mm	szt.
6	81.00.13	Taśma samop. „KISAN” do łączenia styków płyt izolacyjnych		szt.
7	81.00.14	Plastyfikator do betonu		l.



## 11.3 KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS – system mokry oparty na styropianie, klip-sach i siatce wzmacniającej

### Właściwości:

- System charakteryzujący niskim skurczem jastrychu ze względu na użycie siatki wzmacniającej,
- Dedykowany do pomieszczeń, gdzie występują naciski skupione o większych wartościach niż standardowe, jak również do ogrzewań wielkopowierzchniowych.
- Siatka wzmacniająca wykonana z drutu stalowego ocynkowanego.
- Specjalne uchwyty z możliwością jednoczesnego umocowania rury oraz siatki wzmacniającej.



Zastosowanie (w szczególności dedykowane):

- Obiekty z ogrzewaniami wielkopowierzchniowymi:
  - sakralne
  - użyteczności publicznej
- Obiekty przemysłowe, gdzie występują duże naciski skupione:
  - magazyny
  - hale produkcyjne.

Rys. 44. KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

Elementy systemu KISAN COMFORT FLOOR STANDARD PLUS

Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
	14.03.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	20×2,25	m.b.
2	80.01.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	32/30	m <sup>2</sup>
	80.02.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	53/50	m <sup>2</sup>
3	80.03.00	Taśma przyścienna z pianki polietylenowej	150/8	m.b.
4	80.07.00	Profil dylatacyjny z taśmą		m.b.
5	81.00.10	Siatka z drutu stalowego	1 m × 2 m	m <sup>2</sup>
6	81.00.11	Uchwyt do mocowania rur na siatce (do Ø20 na zamówienie)		szt.
7	81.00.13	Taśma samop. „KISAN” do łączenia styków płyt izolacyjnych		szt.
8	81.00.14	Plastyfikator do betonu		l.

## 11.4 KISAN COMFORT FLOOR EASY

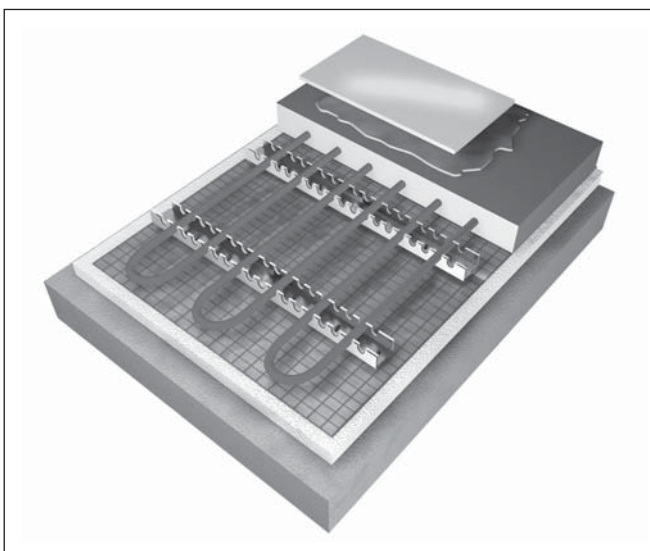
KISAN COMFORT FLOOR EASY – system mokry oparty na styropianie i listwach

### Właściwości:

- Tak jak w systemie KISAN COMFORT FLOOR STANDARD

### Zastosowanie:

- Obiekty mieszkalne nowe i remontowane, gdy stropy mają wystarczającą nośność.
- Obiekty użyteczności publicznej.
- Obiekty sakralne.
- Obiekty przemysłowe.



Rys. 45. KISAN COMFORT FLOOR EASY

### Elementy systemu KISAN COMFORT FLOOR EASY

Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
	14.03.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	20×2,25	m.b.
2	80.01.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	32/30	m <sup>2</sup>
	80.02.00	Płyta styropianowa EPS 100 z folią przeciwwilgociową	53/50	m <sup>2</sup>
3	80.03.00	Taśma przyścienna z pianki polietylenowej	150/8	m.b.
4	80.07.00	Profil dylatacyjny z taśmą		m.b.
5	81.00.10	Listwa montażowa do ogrzewania podłogowego dla rur (1mb)	14×2	m.b.
	81.02.01	Listwa montażowa do ogrzewania podłogowego dla rur (1mb)	16×2	m.b.
	81.03.01	Listwa montażowa do ogrzewania podłogowego dla rur (1mb)	20×2,25	m.b.
6	81.00.13	Taśma samop. „KISAN” do łączenia styków płyt izolacyjnych		szt.
7	81.00.14	Plastyfikator do betonu		l.

## 12. Ogrzewanie podłogowe w technologii suchego jastrychu

Mając na uwadze pewne ograniczenia dotyczące ogrzewań podłogowych wykonywanych w technologii mokrej:

- duży ciężar jastrychu pływającego – brak możliwości stosowania na stropach drewnianych, na przykład w starych remontowanych budynkach, jak i nowych wykonywanych w technologii drewnianej konstrukcji szkieletowej,
- długi czas dojrzewania jastrychu, wydłużający czas finalnego wykończenia podłogi grzewczej,
- ograniczenia co do kształtu i wielkości płyt grzewczych – konieczność dylatacji,

opracowano system ogrzewania podłogowego nie posiadający wyżej wymienionych wad.

System suchego jastrychu bazuje na płytach układanych na zakładkę.

Płyty mogą być wykonane na przykład z masy gipsowo-włóknowej lub w technologii gipsowo-kartonowej.

Przykładowy suchy jastrych dopuszczony do stosowania w systemie KISAN COMFORT FLOOR DRY.

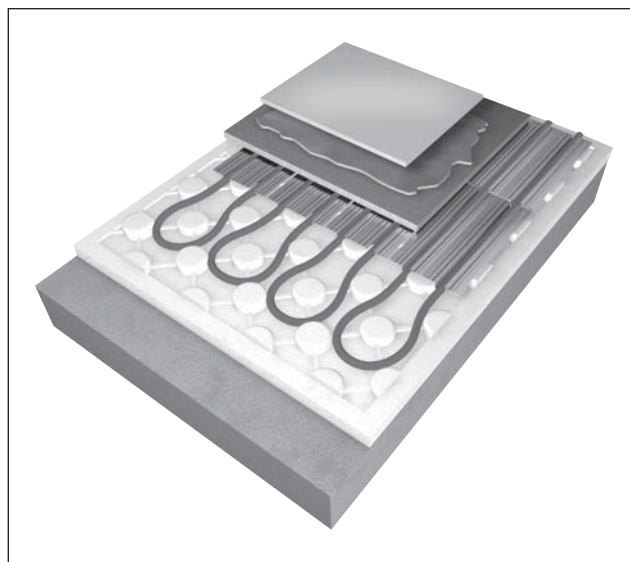
Nazwa	Producent	Materiał budowlany	Grubość	Format płyt	Opór cieplny	Gęstość powierzchniowa
Element jastrychowy Knauf Brio 18	Knauf	włókna celulozowe i gips	1×18,0 mm	60×120 cm	0,05 + 0,06 m <sup>2</sup> K/W	22 kg/m <sup>2</sup>
Element jastrychowy Knauf Brio 23	Knauf	włókna celulozowe i gips	1×23,0 mm	60×120 cm	0,06 + 0,08 m <sup>2</sup> K/W	28 kg/m <sup>2</sup>
Element jastrychowy Fermacell 2E11	Fels Werke	włókna celulozowe i gips	2×10,0 mm	50×150 cm	0,06 m <sup>2</sup> K/W	24 kg/m <sup>2</sup>
Element jastrychowy Fermacell 2E22	Fels Werke	włókna celulozowe i gips	2×12,5 mm	50×150 cm	0,07 m <sup>2</sup> K/W	28 kg/m <sup>2</sup>

## 12.1 KISAN COMFORT FLOOR DRY

KIASAN COMFORT FLOOR DRY – system suchy oparty na styropianie kształtowanym i aluminiowych lamelach

### Właściwości:

- System charakteryzujący szybkością montażu oraz wczesną gotowością wykonanego ogrzewania podłogowego, ze względu na brak konieczności czekania na wyschnięcie i dojrzewanie wylewki.
- Jako przykrycie instalacji należy zastosować suchy jastrych oparty na płytach gipsowo-włóknowych, kartonowo-gipsowych lub drewnianych wiórowych.
- Lekkość konstrukcji wraz z suchym jastrychem, pozwala na zastosowanie systemu w budynkach ze stropami drewnianymi o niskiej nośności, na przykład starych remontowanych lub nowych o konstrukcji szkieletowej.
- Brak konieczności dostosowania pętli grzewczych do spoin dylatacyjnych.
- Polecany do rur o rozmiarach 14×2, 16×2.
- Dedykowane sposób prowadzenia węzownic: meander, podwójny meander.
- Wciskane lamele grzejne z blachy metalowej dodatkowo zwiększają powierzchnię emisji ciepła.
- Izolacyjne płyty systemowe z wypustkami dostępne w różnych grubościach.



Rys. 46. KISAN COMFORT FLOOR DRY

### Izolacyjne płyty systemowe z wypustkami:

- Wykonane z polistyrenu ekspandowanego – materiału o bardzo niskiej nasiąkliwości.
- Odporność na deformację – możliwość swobodnego poruszania się po płycie.
- Łączą się wzajemnie poprzez specjalną zakładkę zaczepową.
- Spód płyt ma wytłoczone linie i znaczniki ułatwiające przycinanie.

### Zastosowanie:

- Obiekty mieszkalne nowe ze szczególnym uwzględnieniem domów drewnianych o konstrukcji szkieletowej.
- Obiekty mieszkalne remontowane, gdy stropy mają niewystarczającą nośność dla systemu mokrego.
- Obiekty wymagające szybkiego wykonywania robót.

Elementy systemu KISAN COMFORT FLOOR DRY

Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
2	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
3	80.08.00	Płyta styropianowa EPS 100 z wypustkami (1,2×0,8 m)	24/25	m <sup>2</sup>
4	80.03.00	Taśma przyścienna z pianki polietylenowej	150/8	m.b.
5	81.04.00	Lamel grzejny metalowy do rur 14×2 i 16×2	pojedynczy	m.b.

# 13. Ogrzewanie ściennie KISAN COMFORT WALL STANDARD

## 13.1 Charakterystyka ogrzewania ściennego

Ogrzewanie ściennie zaliczamy wraz z ogrzewaniem podłogowym do ogrzewań płaszczyznowych. Mogą być one zastosowane wspólnie w jednym obiekcie i zasilane ze wspólnego rozdzielacza.

Ogrzewanie ściennie można w okresie letnim wykorzystać do chłodzenia pomieszczeń.

Własności ogrzewania ściennego:

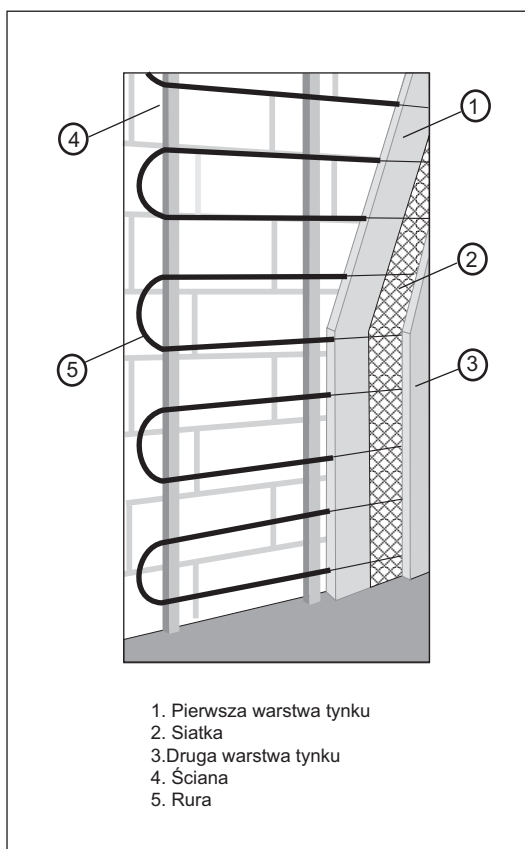
- rozkład temperatury w funkcji wysokości pomieszczenia jest wyrównany,
- większość ciepła jest emitowana na zasadzie promieniowania – 90%, a na zasadzie konwekcji – 10%,
- oporu cieplnego wykładziny podłogi nie trzeba uwzględniać,
- temperatura powierzchni ściany może wynosić maksymalnie 35°C, więc można uzyskać większą wydajność cieplną z 1m<sup>2</sup> powierzchni, można również zastosować wyższą temperaturę zasilania niż w ogrzewaniu podłogowym,
- mniejsza grubość przykrycia rur tynkiem (około 1,5 cm) niż betonem w ogrzewaniu podłogowym (około 4,5 cm) powoduje, że ogrzewanie ściennie charakteryzuje się mniejszą bezwładnością cieplną i łatwiejszą regulacją temperatury w pomieszczeniu.

Elementy ogrzewania ściennego KISAN

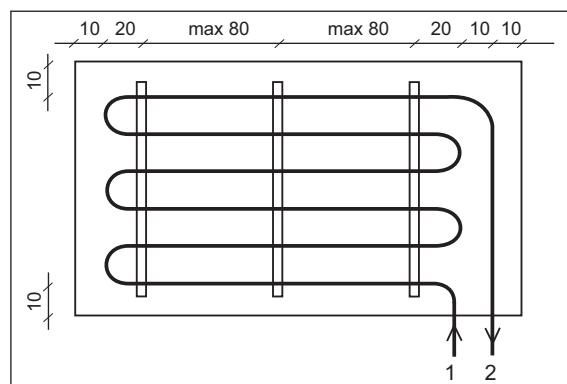
1. Rury PE-Xb/Al/PE Ø14×2,0 mm, Ø16×2,0 mm, rury PE-RT/Al/PE Ø16×2,0 mm,
2. Listwy montażowe dla rur Ø 14×2,0 mm i Ø 16×2,0 mm.
3. Rozdzielacze do ogrzewania podłogowego i ściennego typ RPO, RPTO, RPTO-WPz, RPT-WPp.
4. Złączki do rozdzielaczy (tzw. złączki przygrzejnikowe) G 3/4" × 14×2,0 oraz G 3/4" × 16×2,0.

## 13.2 Wskazówki wykonawcze

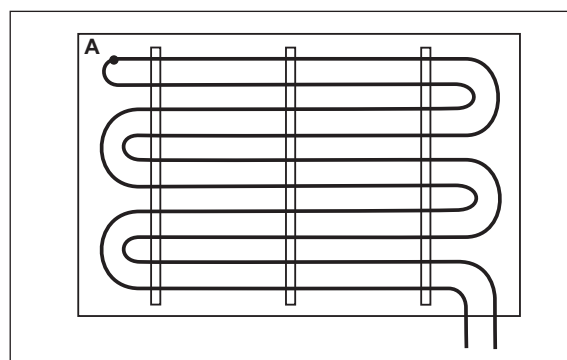
1. Ogrzewanie ściennie w systemie KISAN wykonuje się w systemie „na mokro” umieszczając węzownice w warstwie tynku.
2. Zazwyczaj umieszcza się ogrzewanie ściennie w ścianach zewnętrznych. Dla ścian o współczynnika przenikania  $U \leq 0,4 \text{ W/m}^2$  można nie stosować dodatkowej izolacji cieplnej. Izolacji tej nie stosuje się też na ścianach wewnętrznych.
3. Ogrzewanie ściennie nie powinno być zasłonięte wysokimi meblami lub zasłonami. Niskie meble (np. komody) powinny być odsunięte od ściany min. 5 cm.
4. Zalecane jest stosowanie rury Ø 14×2,0 mm ponieważ, większa prędkość przepływu wody powoduje lepsze odpowietrzanie węzownic. W przypadku rury Ø 16×2,0 mm zasadniczo powinno się stosować indywidualne odpowietrzniki dla każdej węzownicy w najwyższych punktach instalacji.
5. Odległość rur od sąsiednich ścian, otworów okiennych i drzwiowych, podłogi i sufitu powinna wynosić minimum 10 cm.
6. W praktyce najlepiej stosować rozstawy rur w meandrze 15 lub 20 cm (rys. 48). Rozwiązanie to umożliwi najskuteczniejsze odpowietrzanie i zachowanie minimalnych promieni gięcia rur. W przypadku konieczności zastosowania rozstawu 10 cm można węzownicę ułożyć w postaci podwójnego meandra (rys. 49).  
W tym przypadku korzystne jest zastosowanie odpowietrznika w najwyższym punkcie instalacji (A).



Rys. 47. Przekrój ogrzewania ściennego z tynkiem nakładanym dwuwarstwowo



Rys. 48. Wężownica w układzie poziomym meandrowym w ogrzewaniu ściennym



Rys. 49. Wężownica w układzie podwójnego meandru

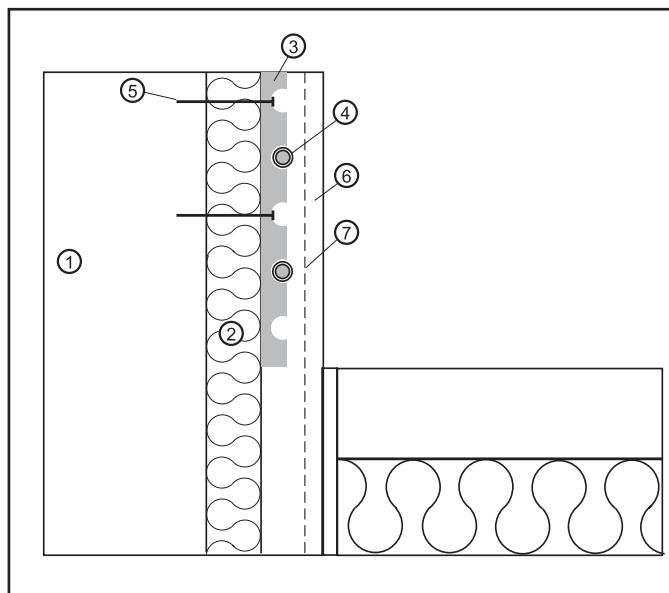
7. Ogrzewanie ścienne można stosować na powierzchniach skosów poddasza. W tym przypadku wykończenie stanowią płyty gipsowo-kartonowe. Tego typu ogrzewanie nie ma własności akumulowania ciepła.
8. W trakcie eksploatacji ogrzewania ściennego można ustalić przebieg rur grzewczych przez przyłożenie do ściany folii termoczułej lub za pomocą urządzenia wykrywającego przewody metalowe. Może to być ważne w przypadku np. konieczności mocowania kołków w ścianie.

## Wykonanie warstwy tynku

W ogrzewaniu ściennym zaleca się tynki gipsowo-wapienne o małej wydłużalności cieplnej, np. tynk maszynowy MP-75 G/F firmy KNAUF. Przy nakładaniu tynku należy przestrzegać instrukcji producenta.

Tynk do ogrzewania ściennego nakładany jest w zależności od typu:

- Tynki cementowe układa się dwuwarstwowo. Pierwsza warstwa powinna przykryć elementy grzewcze i mieć grubość około 20 mm. Następnie w tynk wciska się siatkę z tworzywa lub włókna szklanego o oczkach nie



Rys. 50. Przekrój połączenia ogrzewania ściennego z ogrzewaniem podłogowym



mniejszych niż 7×7 mm. Siatkę można wywinąć na sąsiednie ściany, na długość około 20 cm. Następnie siatkę pokrywa się następną warstwą tynku o grubości 10÷15 mm. Całkowita warstwa tynku wraz z rurami ma około 40 mm. Wygrzewanie tynku następuje po całkowitym wyschnięciu tynku, jednakże nie wcześniej niż po 21 dniach.

- Tynki gipsowe nakłada się jednowarstwowo, przykrywając rury grzejne na wysokość co najmniej 10 mm. Wygrzewanie tynku następuje po całkowitym wyschnięciu tynku, jednakże nie wcześniej niż po 7-14 dniach.

### 13.3 Wskazówki projektowe

1. Temperatura zasilania instalacji 30÷50°C. Dla uzyskania większych wydajności niż w ogrzewaniu podłogowym można stosować temperatury zasilania w zakresie 45÷50°C bez niebezpieczeństwa przekroczenia warunków higienicznych.
2.  $\Delta t = 5\div 10^\circ\text{C}$ . W przypadku tylko ogrzewania ściennego przyjmuje się raczej niższe temperatury niż w ogrzewaniu podłogowym.
3. Maksymalna długość węzownicy (wraz z podłączeniem do rozdzielacza) wynosi dla rury  $\text{Ø}14\times 2,00\text{ mm}$  – 80 mb, dla rury  $\text{Ø}16\times 2,0\text{ mm}$  – 120 mb.
4. Orientacyjna, maksymalna wydajność cieplna (przy temperaturze pomieszczenia 20°C) wynosi 120 W/m<sup>2</sup>, wydajność chłodnicza 60 W/m<sup>2</sup> (przy temperaturze powierzchni ściany 20÷21°C).

## 13.4 KISAN COMFORT WALL STANDARD

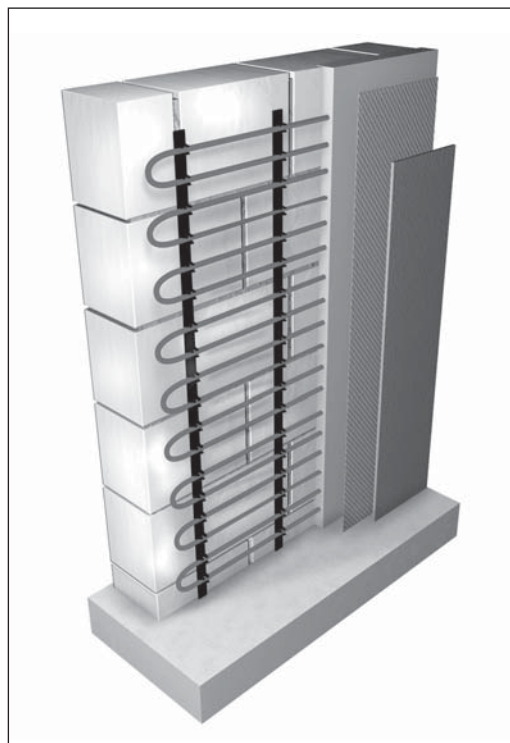
KISAN COMFORT WALL STANDARD – system mokry oparty na listwach montażowych

Właściwości:

- System charakteryzujący się układaniem bez dodatkowej izolacji na masywnych ścianach z cegły, betonu itp.
- Dopuszczalne jest stosowanie tynków gipsowych, wapiennych i cementowych.
- Polecany do rur o rozmiarach 14×2 i 16×2.
- Dedykowany sposób prowadzenia węzownic: meander poziomy.

Dane techniczne i wskazówki montażowe.

- Przyłącza ogrzewania ściennego idące w warstwie posadzkowej należy zaizolować otuliną termoizolacyjną.
- Odległość pomiędzy szynami montażowymi 35–40 cm (max. 50 cm).
- Rozstaw rur: 10–15 cm
- Dla ogrzewań ściennych ze względu na brak przepisów należy stosować normy dla ogrzewań podłogowych, maksymalna temperatura zasilania wynosi 55°C, przy czym dla tynków gipsowych i wapiennych jednowarstwowych nie należy przekraczać 45°C.
- Przykrycie rur tynkiem około 10 mm.
- Maksymalna temperatura powierzchni ściany: 35°C.



Rys. 51. KISAN COMFORT WALL STANDARD

Zastosowanie:

- Obiekty mieszkalne nowe i remontowane.
- Obiekty sakralne.

Elementy systemu KISAN COMFORT WALL STANDARD

Lp.	Nr kat.	Nazwa	Wymiar	J.m.
1	13.01.00	Rura wielowarstwowa KISAN PE-Xb/Al/PE uniwersalna - kolor biały	14×2	m.b.
	14.02.00	Rura wielowarstwowa KISAN COMFORT PE-RT/Al/PE	16×2	m.b.
2	80.07.00	Profil dylatacyjny z taśmą		m.b.
3	81.00.10	Listwa montażowa do ogrzewania podłogowego dla rur (1mb)	14×2	m.b.
	81.02.01	Listwa montażowa do ogrzewania podłogowego dla rur (1mb)	16×2	m.b.
4	81.00.14	Plastyfikator do betonu		l.

# 14. Projektowanie ogrzewania podłogowego w systemie KISAN COMFORT FLOOR

Przy projektowaniu ogrzewania podłogowego, można posłużyć się programami komputerowymi, wspomagającymi projektowanie w systemie KISAN.

Poniżej przedstawiono uproszczoną metodę projektowania instalacji ogrzewania podłogowego przy zastosowaniu węzownic z rur KISAN Ø16×2,0 mm.

## Założenia wstępne

- maksymalna temperatura podłogi dla strefy pobytowej 29°C, dla strefy brzegowej 35°C, w łazience 33°C,
- minimalna prędkość przepływu wody w węzownicy  $v=0,15$  m/s,
- temperatura wody zasilającej 35-55°C,
- maksymalny spadek temperatury wody dla strefy pobytowej  $\Delta t=10$  K, w strefie brzegowej  $\Delta t=6$  K (dla strefy brzegowej ogrzewanej oddzielną węzownicą),
- maksymalne opory przepływu w pojedynczej węzownicy  $\Delta p_{\max}=20$  kPa,
- maksymalna długość węzownicy  $l=120$  mb.

## Wskazówki do projektowania

- minimalna grubość płyty grzejnej 0,065 m,
- minimalna odległość ułożenia węzownic od ściany pomieszczenia 0,15 m
- rozstaw rur (moduł  $a$ ) w strefie brzegowej przyjmuje się 0,10 lub 0,15 m a w strefie pobytowej 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 m,
- w tablicy 25 podano temperaturę podłogi dla temperatury pomieszczenia  $t_i=20^\circ\text{C}$ ; dla pomieszczeń o  $t_i=25^\circ\text{C}$  (łazienki) do wartości temperatury podłogi podanej w tablicy 25 należy dodać 4°C,
- dane w tablicach można interpolować,
- szerokość strefy brzegowej 0,60-1,00 m,
- w tablicy 21 podano dane dla wykładzin podłogowych o oporach cieplnych  $R_\lambda = 0,02; 0,05$  i  $0,09$  m<sup>2</sup>K/W

## Metodyka obliczeń dla pomieszczeń bez strefy brzegowej

- 1.1. Obliczyć zapotrzebowanie ciepła  $Q$  dla danego pomieszczenia wg PN-EN 12831:2006 oraz podać powierzchnię  $F$  i kształt podłogi wg projektu architektonicznego (z uwzględnieniem zabudowy wewnętrznej),
- 1.2. Dobrać wykładzinę podłogową wg życzeń klienta, a następnie odczytać z tabeli 21 odpowiadającą jej wartość  $R_\lambda$  oporu cieplnego,
- 1.3 Obliczyć orientacyjną gęstość strumienia ciepła z 1 m<sup>2</sup> podłogi

$$q_{\text{or}} = Q/F \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$q_{\text{or}}$  – orientacyjna gęstość strumienia ciepła [W/m<sup>2</sup>]

$Q$  – straty ciepła pomieszczenia [W]

$F$  – przewidziana do ogrzewania powierzchnia podłogi [m<sup>2</sup>]

Do dalszych obliczeń przyjmuje się pomieszczenie, w którym  $q_{\text{or}}$  jest największe (z wyłączeniem łazienki, gdzie najczęściej wymagane jest zastosowanie dodatkowego grzejnika).

1.4. Założyć temperaturę zasilania i powrotu instalacji i obliczyć średnią różnicę temperatur

$$t_{sr} = (t_z + t_p)/2 - t_i$$

$t_{sr}$  – średnia różnica temperatur między czynnikiem grzewczym a temperaturą pomieszczenia [K]

$t_z$  – temperatura zasilania [°C],

$t_p$  – temperatura powrotu [°C],

$t_i$  – temperatura wewnętrzna pomieszczenia [°C],

Wartości  $t_{sr}$  dla najczęściej stosowanych przypadków podane są w tabelicy 24.

1.5. Z tabelicy 25 wybrać moduł ułożenia rur  $a$ , dla którego  $q \cong q_{or}$  oraz nie jest przekroczona dopuszczalna temperatura podłogi

1.6. Obliczyć wydajność cieplną z 1 mb węzownicy

$$q_1 = q \times a \text{ [W/m]}$$

$q_1$  – wydajność cieplna z 1 mb węzownicy [W/m],

$q$  – faktyczna gęstość strumienia ciepła [W/m<sup>2</sup>],

$a$  – moduł ułożenia rur [m],

1.7. Obliczyć wymaganą długość węzownicy  $l$ ,

$$l = Q/q_1 \text{ [m]}$$

$l$  – długość węzownicy [m],

$Q$  – straty ciepła pomieszczenia [W],

$q_1$  – wydajność cieplna z 1 mb węzownicy [W/m],

Orientacyjne zużycie rury w zależności od modułu jej ułożenia podane jest w tabelicy 23.

1.8. Jeżeli  $l > 120$  mb węzownicę należy podzielić na kilka obwodów, dla których przeprowadza się oddzielne obliczenia cieplne i hydrauliczne, wyznaczając ilość ciepła oddawaną przez te węzownice

$$Q_i = Q (F_i/F) \text{ [W]}$$

$Q_i$  – ciepło oddawane przez  $i$ -tą węzownicę [W],

$Q$  – straty ciepła pomieszczenia [W],

$F_i$  – powierzchnia podłogi zajmowana przez  $i$ -tą węzownicę [m<sup>2</sup>],

$F$  – całkowita powierzchnia podłogi [m<sup>2</sup>],

Temperatura zasilania dla węzownic połączonych równolegle jest jednakowa.

1.9. Przy obliczeniach wydajności cieplnych węzownic ogrzewających pomieszczenia, przez które prowadzone są odcinki tranzytowe przyjmuje się zapotrzebowanie cieplne danego pomieszczenia pomniejszone o zyski ciepła od przewodów tranzytowych,

$$Q' = Q - Q_{tr} = Q - (l_{tr} \times q_1) \text{ [W]}$$

$Q'$  – straty cieplne pomieszczenia pomniejszone o zyski z tranzytów [W],

$Q_{tr}$  – zyski ciepła od odcinków tranzytowych węzownicy [W/m],

$Q$  – straty cieplne pomieszczenia [W],

$l_{tr}$  – długości odcinków tranzytowych węzownicy [m],

$q_1$  – wydajność cieplna z 1 mb węzownicy [W/m],

1.10. Narysować węzownicę na rzucie poziomym pomieszczenia

1.11. Obliczyć strumień masy wody

$$G = (Q \times 0,86) / \Delta t \text{ [kg/h]}$$

- G – strumień masy wody [kg/h],
- Q – straty cieplne pomieszczenia [W],
- $\Delta t$  – różnica temp. między zasilaniem i powrotem czynnika grzewcz. [K],

1.12. Obliczyć opory przepływu wody przez węzownicę

$$\Delta p = Rl + Z \text{ [Pa]}$$

- $\Delta p$  – opory przepływu przez węzownicę [Pa],
- R – jednostkowy liniowy spadek ciśnienia [Pa/m], wg tab. 26,
- l – długość węzownicy [m],
- Z – opory miejscowe [Pa],

Przy obliczaniu oporów miejscowych należy przyjąć współczynnik oporów miejscowych  $\xi=0,5$  dla pojedynczego kolana węzownicy:

$$Z = Z_1 \times \sum \xi \text{ [Pa]}$$

- Z – opory miejscowe [Pa],
- $Z_1$  – jednostkowe opory miejscowe danej węzownicy,
- $\xi$  – współczynnik oporów miejscowych, wg tablicy 27,

Jeżeli  $\Delta p > 20$  kPa, węzownicę należy podzielić na krótsze odcinki i powtórzyć obliczenia cieplne i hydrauliczne dla każdego z nich.

## Metodyka obliczeń dla pomieszczeń ze strefą brzegową

2.1. Obliczyć zapotrzebowanie ciepła Q dla danego pomieszczenia wg PN-EN 12831:2006 oraz podać powierzchnię F i kształt podłogi wg projektu architektonicznego z uwzględnieniem zabudowy wewnętrznej),

2.2. Dobrać wykładzinę podłogową wg życzeń klienta, a następnie odczytać z tabeli 21 odpowiadającą jej wartość  $R_\lambda$  oporu cieplnego,

2.3. Wstępnie założyć, że strefa brzegowa i pobytowa ogrzewane są tą samą węzownicą.

2.4. Określić powierzchnię  $F_b$  jaką zajmie strefa brzegowa (dł. powinna być równa długości ściany zewnętrznej, szerokość 0,6–1,0 m), oraz powierzchnię  $F_p$  jaką zajmuje strefa pobytowa

- $F_b$  – powierzchnia strefy brzegowej [m<sup>2</sup>],
- $F_p$  – powierzchnia strefy pobytowej [m<sup>2</sup>],

2.5. Obliczyć średnią różnicę temperatur  $t_{sr}$  – patrz pkt. 1.4.

2.6. Założyć moduł ułożenia rur 0,10 lub 0,15 [m], odczytać z tablicy 25 gęstość strumienia ciepła w strefie brzegowej  $q_b$  [W];

Nie wolno przekroczyć maksymalnej temperatury podłogi w strefie brzegowej 35 [°C],

2.7. Obliczyć wydajność cieplną grzejnika podłogowego w strefie brzegowej

$$Q_b = q_b \times F_b \text{ [W]}$$

- $Q_b$  – wydajność cieplna grzejnika podłogowego w strefie brzegowej [W],
- $q_b$  – gęstość strumienia ciepła w strefie brzegowej [W],
- $F_b$  – powierzchnia strefy brzegowej [m],

2.8. Obliczyć wydajność cieplną z 1 mb węzownicy w strefie brzegowej,

$$q_{lb} = q_b \times a_b \text{ [W/m]}$$

- $q_{lb}$  – wydajność cieplna z 1 mb węzownicy w strefie brzegowej [W/m],
- $q_b$  – gęstość strumienia ciepła w strefie brzegowej [W/m<sup>2</sup>],
- $a_b$  – moduł ułożenia rur w strefie brzegowej,

2.9. Obliczyć długość węzownicy w strefie brzegowej

$$l_b = Q_b / q_{lb} \text{ [m]}$$

- $Q_b$  – wydajność cieplna grzejnika podłogowego w strefie brzegowej [W],
- $l_b$  – długość węzownicy w strefie brzegowej [m],
- $q_{lb}$  – wydajność cieplna z 1 mb węzownicy w strefie brzegowej [W/m],

2.10. Obliczyć wydajność cieplną grzejnika podłogowego w strefie pobytowej,

$$Q_p = Q - Q_b \text{ [W]}$$

- $Q_p$  – wydajność cieplna grzejnika podłogowego w strefie pobytowej [W],
- $Q$  – straty ciepłe pomieszczenia [W],
- $Q_b$  – wydajność cieplna grzejnika podłogowego w strefie brzegowej [W],

2.11. Obliczyć orientacyjną gęstość strumienia ciepła dla strefy pobytowej

$$q_{p,or} = Q_p / F_p \text{ [W]}$$

- $q_{p,or}$  – orientacyjna gęstość strumienia ciepła dla strefy pobytowej [W/m<sup>2</sup>],
- $Q_p$  – wydajność cieplna grzejnika podłogowego w strefie pobytowej [W],
- $F_p$  – powierzchnia strefy pobytowej [m<sup>2</sup>],

Dalsze obliczenia wykonywać wg pkt. 1.5. – 1.7.

2.12. Całkowita długość węzownicy

$$l = l_b + l_p \text{ [m]}$$

- $l$  – całkowita długość węzownicy [m],
- $l_b$  – długość węzownicy w strefie brzegowej [m],
- $l_p$  – długość węzownicy w strefie pobytowej [m],

2.13. Obliczenia hydrauliczne przeprowadzić jak w pkt. 1.10,

2.14. Jeżeli długość węzownicy wraz ze strefą brzegową  $l > 120$  m, lub opory przepływu przekraczają  $\Delta p = 20$  kPa, strefę brzegową należy zaprojektować jako oddzielną węzownicę (z zalecanym spadkiem temperatury wody  $\Delta t = 6$  K),

## Przykłady obliczeniowe

### Przykład I

Dane:

- pomieszczenie kuchnia + jadalnia,
- powierzchnia całkowita 22 m<sup>2</sup>,
- powierzchnia zabudowy szafkami 5,7 m<sup>2</sup>,
- powierzchnia grzejnika podłogowego 16,3 m<sup>2</sup>,
- temperatura wewnętrzna pomieszczenia 20°C,

ad. 1.1. Straty ciepła  $Q=1300\text{ W}$

ad. 1.2. Wykładzina podłogowa – terakota

$$R_{\lambda}=0,02\text{ m}^2\text{K/W}$$

ad. 1.3. Orientacyjna gęstość strumienia ciepła

$$q_{or}=Q/F_p=1300/16,3 \cong 80\text{ W/m}^2$$

ad. 1.4. Średnia różnica temperatur

$$t_{sr}=(t_z+t_p)/2 - t_i$$

założono

$$t_z=45^{\circ}\text{C}$$

$$t_p=35^{\circ}\text{C}$$

$$t_{sr}=20\text{ K}$$

ad. 1.5. Z tablicy 25 odczytano

$$q = 85\text{ W/m}^2$$

$$a = 0,25\text{ m}$$

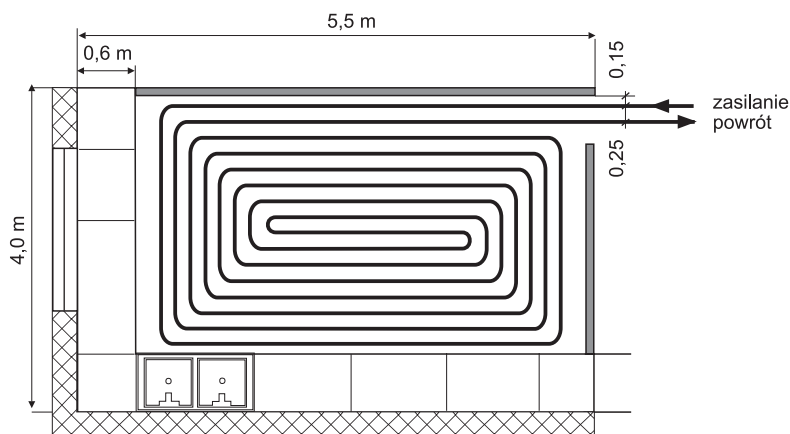
$$t_{podl} = 28,4^{\circ}\text{C} < t_{max}$$

ad. 1.6.  $q_1 = q \times a = 85 \times 0,25 = 21,25\text{ W/m}^2$

ad. 1.7.  $l = Q/q_1 = 1300/21,25 = 61,2\text{ m} < 120\text{ m}$

ad. 1.10. Wrysować węzownicę w układ pomieszczenia i zmierzyć faktyczną długość węzownicy,

$$l_{rzecz} = 62\text{ m},$$



Rys. 52

ad. 1.11. Strumień masy wody

$$G = (Q \times 0,86) / \Delta t = (1300 \times 0,86) / 10 = 111,8 \text{ kg/h}$$

ad. 1.12. Z tablic 26 i 27 odczytano

$$R = 118,5 \text{ Pa/m}$$

$$w = 0,27 \text{ m/s}$$

$$Z_1 = 36 \text{ Pa}$$

z rysunku odczytano  $\sum \xi = 30 \times 0,5 = 15$

$$Z = Z_1 \times \sum \xi = 36 \times 15 = 540 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = R + Z = 118,5 \times 62 + 540 = 7887 \text{ Pa} < 20 \text{ kPa}$$

## Przykład II

Dane:

- pomieszczenie salon,
- powierzchnia grzejna 27 m<sup>2</sup>,
- temperatura wewnętrzna pomieszczenia 20°C,

ad. 2.1. Straty ciepła pomieszczenia

$$Q = 2160 \text{ W},$$

ad. 2.2. Opór cieplny wykładziny podłogowej

$$R_\lambda = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$$

zakłada się strefę brzegową przy ścianie zewnętrznej

ad. 2.4.

$$F_b = 6 \text{ m}^2$$

$$F_p = 21 \text{ m}^2$$

ad. 2.5.

$$\text{Zał. } t_z = 45^\circ\text{C}, t_p = 35^\circ\text{C},$$

$$t_{sr} = 20 \text{ K}$$

ad. 2.6. Założony rozstaw rur w strefie brzegowej

$$a_b = 0,10 \text{ m},$$

z tablicy 25 odczytano:

$$q_b = 110 \text{ W/m}^2$$

$$t_{podt} = 29,8^\circ\text{C} < 35^\circ\text{C}$$

ad. 2.7.

$$Q_b = 110 \times 6 = 660 \text{ W}$$

ad. 2.8.

$$q_{lb} = 110 \times 0,10 = 11,0 \text{ W/m}$$

ad. 2.9.

$$l_b = 660 / 11 = 60 \text{ m}$$

ad. 2.10

$$Q_p = 2160 - 660 = 1500 \text{ W}$$

ad. 2.11.

z tablicy 25

$$q_{p \text{ or}} = 1500 / 21 = 71,4 \text{ W/m}^2$$

$$q_p = 74 \text{ W/m}^2$$

$$t_{podt} = 27,8^\circ\text{C}$$

$$a_p = 0,30 \text{ m}$$

$$q_{lp} = 74 \times 0,30 = 22,2 \text{ W/m}$$

$$l_p = 1500 / 22,2 = 67,6 \text{ m}$$



- ad. 2.12.  $l = 60 + 67,5 = 127,7 \text{ m} > 120 \text{ m}$   
 Należy zaprojektować oddzielne węzownice dla strefy brzegowej i pobytowej

### Obliczenie węzownicy w strefie brzegowej

- ad. 2.4.  $F_b = 6 \text{ m}^2$
- ad. 2.5. założenie  $t_z = 45^\circ\text{C}$ ,  $t_p = 39^\circ\text{C}$   
 $t_{sr} = 22 \text{ K}$
- ad. 2.6. założenie  $a_b = 0,10 \text{ m}$   
 z tablicy 26 odczytano  
 $q_b = 125 \text{ W/m}^2$   
 $t_{podł} = 30,6^\circ\text{C} < t_{max}$
- ad. 2.7.  $Q_b = 125 \times 6 = 750 \text{ W}$
- ad. 2.8.  $q_{lb} = 125 \times 0,10 = 12,5 \text{ W/m}$
- ad. 2.9.  $l_b = 750/12,5 = 60 \text{ m}$

#### **Uwaga !**

**Część węzownicy dla strefy brzegowej przechodzi tranzytem przez strefę pobytową, dl. tranzytu  $l_{tr} = 7 \text{ m}$**

Orientacyjne zyski od tranzytu (rozstaw 0,30 m)

$$Q_{tr} = q_{l_{tr}} \times l_{tr} = 12,5 \times 7 \cong 80 \text{ W}$$

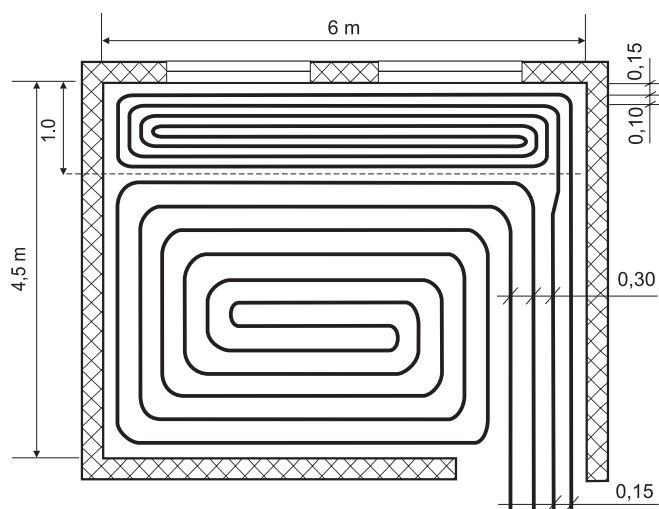
$$q_{l_{tr}} = q_{lb}$$

Do obliczeń hydraulicznych przyjmuje się

$$l_{całk} = l_b + l_{tr} = 67 \text{ m}$$

$$Q_{całk} = Q_b + Q_{tr} = 830 \text{ W}$$

- ad. 1.10. Rysunek węzownic w układzie pomieszczenia



Rys. 53

- ad. 1.11.  $G_b = (830 \times 0,86)/6 = 119 \text{ kg/h}$

ad. 1.12. Z tablic 26 i 27 odczytano

$$R = 131,5 \text{ Pa/m}$$

$$w = 0,29 \text{ m/s}$$

$$Z_1 = 41 \text{ Pa}$$

Z rysunku odczytano i obliczono  $\sum \xi = 16 \times 0,5 = 8$

$$Z = 41 \times 8 = 328 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = R \times l_{\text{całk}} + Z = 131,5 \times 67 + 328 = 9139 \text{ Pa} < 20 \text{ kPa}$$

### Obliczenie węźownicy w strefie pobytowej

ad. 2.4.  $F_p = 21 \text{ m}^2$

ad. 2.5. założenie  $t_z = 45^\circ\text{C},$   
 $t_p = 35^\circ\text{C},$   
 $t_{\text{sr}} = 20 \text{ K}$

ad. 2.10.  $Q_p = Q - Q_b - Q_{\text{tran}} = 2160 - 750 - 80 = 1370 \text{ W}$

ad. 2.11.  $q_{p, \text{or}} = 1370/21 = 65,3 \text{ W/m}^2$

z tablicy 26 odczytano

$$q_p = 74 \text{ W/m}^2$$

$$t_{\text{podł}} = 27,8^\circ\text{C},$$

$$a_p = 0,30 \text{ m},$$

ad. 1.6.  $q_{lp} = 74 \times 0,30 = 22,2 \text{ W/m}$

ad. 1.7.  $l_p = 1370/22,2 = 61,7 \quad 62 \text{ m} < 120 \text{ m}$

ad. 1.11.  $G = (1370 \times 0,86)/10 = 117,8 \text{ kg/h}$

ad. 1.12. Z tablicy 26 i 27 odczytano

$$R = 129,3 \text{ Pa/m}$$

$$w = 0,28 \text{ m/s}$$

$$Z = 38 \text{ Pa}$$

Z rysunku odczytano

$$\sum \xi = 24 \times 0,5 = 12$$

$$Z = Z_1 \times \sum \xi = 38 \times 12 = 456 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = 129,3 \times 62 + 456 = 8473 \text{ Pa} < 20 \text{ kPa}$$

W pomieszczeniu zaprojektowano dwie węźownicy wg rys. 53.

## 15. Tablice do obliczeń ogrzewań płaszczyznowych

Tablica 23. Orientacyjne zużycie rury  $\varnothing 16 \times 2,0$  mm w zależności od modułu układania obwodów ogrzewania podłogowego

Rozstaw rur $a$ [m]	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Ilość rury w mb/m <sup>2</sup> podłogi	10,0	6,7	5,0	4,0	3,35	2,85

Tablica 24. Wartości średniej różnicy temperatur  $t_{sr}$  między temperaturą czynnika grzewczego a temperaturą pomieszczenia dla różnych  $t_i$

$\Delta t$ [K]	$t_z/t_p$ [°C]	$t_{sr}$ [K]			
		$t_i=25^\circ\text{C}$	$t_i=20^\circ\text{C}$	$t_i=16^\circ\text{C}$	$t_i=8^\circ\text{C}$
4	35/31	8	13	17	25
	40/36	13	18	22	30
	45/41	18	23	27	35
	50/46	23	28	32	40
	55/51	28	33	37	45
6	35/29	7	12	16	24
	40/34	12	17	21	29
	45/39	17	22	26	34
	50/44	22	27	31	39
	55/49	27	32	36	44
10	35/25	5	10	14	22
	40/30	10	15	19	27
	45/35	15	20	24	32
	50/40	20	25	29	37
	55/45	25	30	34	42

$t_{sr} = (t_z + t_p) / 2 - t_i$  – średnia różnica temperatur między czynnikiem grzewczym a temperaturą pomieszczenia

$t_z$  – temperatura zasilania

$t_p$  – temperatura powrotu

$t_i$  – temperatura wewnętrzna pomieszczenia

$\Delta t = t_z - t_p$

Tablica 25. Gęstość strumienia ciepła oddawanego przez podłogę w zależności od oporu cieplnego i modułu ułożenia rur dla temperatury pomieszczenia  $t_i=20^{\circ}\text{C}$

Uwaga! Dla temperatury pomieszczenia  $t_i=25^{\circ}\text{C}$  odczytaną temp. podłogi należy zwiększyć o  $4^{\circ}\text{C}$ . Gęstość strumienia ciepła nie ulega zmianie

$R_s$ [m <sup>2</sup> K/W]	$t_{sr}$ [K]											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]											
	$t_{podłogi}$ [°C]											
	$a = 0,10$ [m]											
0,02	<b>53</b> 26,7	<b>56</b> 26,8	<b>68</b> 27,3	<b>74</b> 27,8	<b>82</b> 28,2	<b>90</b> 28,6	<b>97</b> 29,0	<b>103</b> 29,4	<b>110</b> 29,8	<b>120</b> 30,3	<b>125</b> 30,6	<b>131</b> 30,9
0,05	<b>45</b> 25,8	<b>51</b> 26,1	<b>58</b> 26,3	<b>63</b> 26,9	<b>65</b> 27,0	<b>76</b> 27,6	<b>81</b> 28,1	<b>87</b> 28,3	<b>93</b> 28,7	<b>100</b> 29,2	<b>106</b> 29,6	<b>112</b> 30,1
0,09	<b>40</b> 24,0	<b>45</b> 24,3	<b>50</b> 24,7	<b>55</b> 25,0	<b>61</b> 25,6	<b>67</b> 25,8	<b>73</b> 26,2	<b>78</b> 26,6	<b>82</b> 27,0	<b>89</b> 27,3	<b>95</b> 27,8	<b>100</b> 28,2
	$a = 0,15$ [m]											
0,02	<b>48</b> 26,3	<b>51</b> 26,4	<b>62</b> 27,1	<b>69</b> 27,5	<b>78</b> 27,9	<b>83</b> 28,3	<b>89</b> 28,5	<b>95</b> 29,0	<b>102</b> 29,4	<b>110</b> 29,7	<b>117</b> 30,2	<b>122</b> 30,4
0,05	<b>40</b> 25,6	<b>47</b> 25,8	<b>53</b> 26,2	<b>59</b> 26,6	<b>65</b> 27,0	<b>71</b> 27,4	<b>77</b> 27,7	<b>82</b> 28,1	<b>87</b> 28,4	<b>94</b> 28,8	<b>100</b> 29,3	<b>107</b> 29,6
0,09	<b>36</b> 23,7	<b>40</b> 24,0	<b>44</b> 24,3	<b>50</b> 24,7	<b>57</b> 25,2	<b>60</b> 25,3	<b>67</b> 25,8	<b>71</b> 26,1	<b>76</b> 26,5	<b>82</b> 26,9	<b>87</b> 27,2	<b>92</b> 27,6
	$a = 0,20$ [m]											
0,02	<b>33</b> 26,0	<b>42</b> 26,1	<b>54</b> 26,8	<b>60</b> 27,0	<b>69</b> 27,4	<b>73</b> 27,8	<b>80</b> 28,1	<b>87</b> 28,4	<b>98</b> 28,9	<b>100</b> 29,2	<b>106</b> 29,4	<b>111</b> 29,8
0,05	<b>29</b> 25,2	<b>39</b> 25,3	<b>47</b> 25,8	<b>53</b> 26,3	<b>59</b> 26,5	<b>64</b> 26,9	<b>70</b> 27,3	<b>76</b> 27,7	<b>86</b> 28,3	<b>88</b> 28,4	<b>92</b> 28,7	<b>99</b> 29,2
0,09	<b>27</b> 23,2	<b>34</b> 23,6	<b>39</b> 23,9	<b>44</b> 24,3	<b>49</b> 24,6	<b>52</b> 24,9	<b>59</b> 25,3	<b>62</b> 25,6	<b>68</b> 25,8	<b>73</b> 26,3	<b>77</b> 26,6	<b>83</b> 26,9
	$a = 0,25$ [m]											
0,02			<b>50</b> 26,5	<b>54</b> 26,8	<b>63</b> 27,2	<b>68</b> 27,3	<b>72</b> 27,7	<b>79</b> 27,9	<b>85</b> 28,4	<b>91</b> 28,8	<b>97</b> 29,0	<b>101</b> 29,3
0,05			<b>40</b> 25,6	<b>47</b> 25,8	<b>52</b> 26,2	<b>58</b> 26,4	<b>63</b> 26,8	<b>69</b> 27,2	<b>73</b> 27,5	<b>78</b> 27,8	<b>83</b> 28,3	<b>89</b> 28,5
0,09			<b>36</b> 23,7	<b>40</b> 23,9	<b>44</b> 24,3	<b>49</b> 24,5	<b>53</b> 24,9	<b>58</b> 25,2	<b>61</b> 25,6	<b>67</b> 25,8	<b>70</b> 26,1	<b>75</b> 26,4
	$a = 0,30$ [m]											
0,02			<b>30</b> 26,0	<b>48</b> 26,3	<b>53</b> 26,7	<b>59</b> 26,9	<b>63</b> 27,2	<b>69</b> 27,4	<b>74</b> 27,8	<b>80</b> 28,1	<b>87</b> 28,4	<b>90</b> 28,7
0,05			<b>30</b> 25,0	<b>38</b> 25,4	<b>43</b> 25,7	<b>50</b> 26,0	<b>55</b> 26,4	<b>60</b> 26,7	<b>63</b> 26,8	<b>69</b> 27,1	<b>72</b> 27,5	<b>79</b> 27,9
0,09			<b>30</b> 23,3	<b>33</b> 23,7	<b>38</b> 23,8	<b>42</b> 24,2	<b>47</b> 24,3	<b>49,5</b> 24,6	<b>54</b> 25,0	<b>58</b> 25,2	<b>62</b> 25,5	<b>66</b> 25,7
	$a = 0,35$ [m]											
0,02					<b>42</b> 26,2	<b>48</b> 26,3	<b>53</b> 26,6	<b>58</b> 26,8	<b>63</b> 27,3	<b>70</b> 27,6	<b>72</b> 27,8	<b>79</b> 27,9
0,05					<b>30</b> 25,0	<b>37</b> 25,4	<b>45</b> 25,8	<b>50</b> 26,0	<b>53</b> 26,2	<b>59</b> 26,5	<b>62</b> 26,8	<b>68</b> 27,2
0,09					<b>30</b> 23,2	<b>33</b> 23,7	<b>39</b> 23,9	<b>41</b> 24,2	<b>46</b> 24,3	<b>50</b> 24,7	<b>53</b> 24,9	<b>57</b> 25,2

$a$  – moduł ułożenia rur [m],

$R_{\lambda}$  – opór cieplny wykładziny podłogowej [ $m^2K/W$ ],

$t_{sr}$  – średnia różnica temperatur między czynnikiem grzewczym a temperatura pomieszczenia [K]

$t_{sr}$ [K]												
24	25	26	27	28	29	30	32	35	36	37	39	40
$q$ [ $W/m^2$ ]												
$t_{podłogi}$ [ $^{\circ}C$ ]												
$a = 0,10$ [m]												
<b>140</b> 31,3	<b>147</b> 31,7	<b>155</b> 32,2	<b>163</b> 32,7	<b>170</b> 33,0	<b>177</b> 33,3	<b>184</b> 33,8	<b>191</b> 34,6	<b>194</b> 35,8	<b>195</b> 36,2	<b>196</b> 36,6	<b>199</b> 37,2	<b>199</b> 37,6
<b>118</b> 30,3	<b>124</b> 30,7	<b>130</b> 31,2	<b>136</b> 31,7	<b>142</b> 31,9	<b>148</b> 32,3	<b>154</b> 32,7	<b>166</b> 33,6	<b>185</b> 34,6	<b>190</b> 35,1			
<b>105</b> 28,5	<b>110</b> 28,9	<b>117</b> 29,2	<b>122</b> 29,7	<b>128</b> 30,0	<b>132</b> 30,4	<b>139</b> 30,8	<b>150</b> 31,6	<b>167</b> 32,8	<b>173</b> 33,3	<b>176</b> 33,6	<b>188</b> 34,3	<b>193</b> 34,7
$a = 0,15$ [m]												
<b>130</b> 30,8	<b>136</b> 31,2	<b>145</b> 31,6	<b>151</b> 32,0	<b>158</b> 32,3	<b>163</b> 32,8	<b>170</b> 33,0	<b>183</b> 33,8	<b>192</b> 34,9	<b>193</b> 35,3	<b>194</b> 35,7	<b>195</b> 36,3	<b>196</b> 36,7
<b>110</b> 30,0	<b>118</b> 30,3	<b>123</b> 30,7	<b>130</b> 31,2	<b>136</b> 31,5	<b>141</b> 31,9	<b>147</b> 32,3	<b>159</b> 32,9	<b>177</b> 34,3	<b>182</b> 34,6	<b>188</b> 34,9	<b>190</b> 35,7	
<b>97</b> 27,8	<b>100</b> 28,2	<b>107</b> 28,6	<b>110</b> 28,7	<b>117</b> 29,3	<b>121</b> 29,7	<b>128</b> 30,0	<b>138</b> 30,7	<b>153</b> 31,8	<b>159</b> 32,2	<b>163</b> 32,6	<b>173</b> 33,2	<b>190</b> 33,7
$a = 0,20$ [m]												
<b>118</b> 30,1	<b>125</b> 30,6	<b>131</b> 30,9	<b>140</b> 31,3	<b>143</b> 31,7	<b>150</b> 31,9	<b>157</b> 32,2	<b>170</b> 33,0	<b>190</b> 34,2	<b>191</b> 34,4	<b>192</b> 34,8	<b>193</b> 35,3	<b>193</b> 35,7
<b>104</b> 29,5	<b>110</b> 29,8	<b>115</b> 30,2	<b>121</b> 30,7	<b>127</b> 31,0	<b>132</b> 31,4	<b>138</b> 31,7	<b>150</b> 32,4	<b>167</b> 33,6	<b>172</b> 33,8	<b>178</b> 34,2	<b>189</b> 35,0	
<b>87</b> 27,2	<b>90</b> 27,4	<b>97</b> 27,8	<b>100</b> 28,2	<b>105</b> 28,4	<b>110</b> 28,9	<b>116</b> 29,2	<b>125</b> 29,9	<b>139</b> 30,8	<b>144</b> 31,3	<b>149</b> 31,5	<b>157</b> 32,1	<b>162</b> 32,5
$a = 0,25$ [m]												
<b>107</b> 29,5	<b>113</b> 29,9	<b>120</b> 30,3	<b>126</b> 30,6	<b>132</b> 30,9	<b>138</b> 31,2	<b>142</b> 31,5	<b>154</b> 32,1	<b>170</b> 33,1	<b>178</b> 33,3	<b>183</b> 33,7	<b>191</b> 34,2	<b>191</b> 34,6
<b>93</b> 28,8	<b>99</b> 29,1	<b>103</b> 29,5	<b>110</b> 29,9	<b>114</b> 30,2	<b>119</b> 30,4	<b>123</b> 30,8	<b>133</b> 31,4	<b>150</b> 32,4	<b>154</b> 32,8	<b>160</b> 33,1	<b>170</b> 33,7	<b>175</b> 34,1
<b>78</b> 26,7	<b>82</b> 26,9	<b>88</b> 27,2	<b>91</b> 27,4	<b>95</b> 27,8	<b>99</b> 28,1	<b>103</b> 28,3	<b>112</b> 28,9	<b>126</b> 29,8	<b>130</b> 30,2	<b>134</b> 30,5	<b>142</b> 31,1	<b>147</b> 31,3
$a = 0,30$ [m]												
<b>97</b> 29,0	<b>101</b> 29,3	<b>109</b> 29,7	<b>113</b> 29,9	<b>118</b> 30,2	<b>123</b> 30,4	<b>129</b> 30,8	<b>140</b> 31,3	<b>158</b> 32,2	<b>162</b> 32,6	<b>168</b> 32,8	<b>180</b> 33,6	<b>186</b> 33,8
<b>84</b> 28,2	<b>88</b> 28,3	<b>92</b> 28,7	<b>98</b> 29,1	<b>104</b> 29,5	<b>108</b> 29,7	<b>112</b> 30,0	<b>121</b> 30,6	<b>137</b> 31,6	<b>140</b> 31,8	<b>144</b> 32,1	<b>155</b> 32,8	<b>160</b> 33,2
<b>69</b> 26,0	<b>73</b> 26,3	<b>78</b> 26,6	<b>81</b> 26,9	<b>86</b> 27,1	<b>89</b> 27,3	<b>93</b> 27,7	<b>101</b> 28,2	<b>113</b> 29,1	<b>118</b> 29,3	<b>120</b> 29,6	<b>128</b> 30,2	<b>132</b> 30,3
$a = 0,35$ [m]												
<b>82</b> 28,3	<b>90</b> 28,7	<b>93</b> 28,9	<b>100</b> 29,2	<b>102</b> 29,3	<b>110</b> 29,7	<b>114</b> 30	<b>126</b> 30,5	<b>140</b> 31,3	<b>146</b> 31,7	<b>150</b> 31,9	<b>160</b> 32,4	<b>166</b> 32,8
<b>73</b> 27,4	<b>77</b> 27,6	<b>81</b> 28,1	<b>86</b> 28,3	<b>90</b> 28,6	<b>97</b> 28,9	<b>100</b> 29,2	<b>108</b> 29,7	<b>122</b> 30,7	<b>128</b> 30,9	<b>130</b> 31,2	<b>140</b> 31,8	<b>146</b> 32,2
<b>60</b> 25,3	<b>64</b> 25,7	<b>69</b> 25,9	<b>72</b> 26,2	<b>75</b> 26,4	<b>79</b> 26,7	<b>82</b> 26,9	<b>90</b> 27,4	<b>102</b> 28,3	<b>105</b> 28,5	<b>109</b> 28,7	<b>117</b> 29,2	<b>125</b> 31,6

Tablica 26. Jednostkowy liniowy spadek ciśnienia  $R$  w rurach wielowarstwowych KISAN

Kolorem szarym wyróżniono średnice rur używanych w ogrzewaniu podłogowym

$G$  – strumień masy wody, [kg/h]

$w$  – prędkość wody, [m/s]

$R$  – jednostkowy spadek ciśnienia, [Pa/m]

<b>G</b>	<b>14 x2</b>		<b>16x2</b>		<b>20x2.25</b>		<b>25 x 2.5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
3	1.8	0.010	0.9	0.007	0.4	0.005	0.1	0.003
3.2	1.9	0.011	1.0	0.008	0.4	0.005	0.1	0.003
3.4	2.0	0.011	1.1	0.008	0.4	0.005	0.1	0.003
3.6	2.1	0.012	1.1	0.009	0.4	0.005	0.1	0.003
3,8	2.2	0.013	1.2	0.009	0.5	0.006	0.1	0.003
4	2.4	0.013	1.2	0.010	0.5	0.006	0.2	0.003
4.2	2.5	0.013	1.3	0.010	0.5	0.006	0.2	0.004
4.4	2.6	0.015	1.4	0.011	0.5	0.007	0.2	0.004
4.6	2.7	0.015	1.4	0.011	0.5	0.007	0.2	0.004
4.8	2.8	0.016	1.5	0.012	0.6	0.007	0.2	0.004
5	2.9	0.017	1.6	0.012	0.6	0.008	0.2	0.004
5.2	3.1	0.017	1.6	0.013	0.6	0.008	0.2	0.004
5.4	3.2	0.018	1.7	0.013	0.6	0.008	0.2	0.005
5.6	3.3	0.019	1.7	0.014	0.7	0.008	0.2	0.005
5.8	3.4	0.019	1.8	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6	3.5	0.020	1.9	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6.2	3.6	0.021	1.9	0.014	0.7	0.009	0.2	0.005
6.4	3.8	0.021	2.0	0.015	0.8	0.010	0.2	0.006
6.8	4.0	0.023	2.1	0.016	0.8	0.010	0.3	0.006
7	4.1	0.023	2.2	0.017	0.8	0.010	0.3	0.006
7.2	4.2	0.024	2.2	1.017	0.9	0.011	0.3	0.006
7.4	4.4	0.025	2.3	0.018	0.9	0.011	0.3	0.006
7.8	4.5	0.025	2.4	0.018	0.9	0.011	0.3	0.007
7.8	4.6	0.026	2.4	0.019	0.9	0.012	0.3	0.007
8	4.7	0.027	2.5	0.019	1.0	0.012	0.3	0.007
8.2	4.8	0.027	2.5	0.020	1.0	0.012	0.3	0.007
8.4	4.9	0.028	2.6	0.020	1.0	0.013	0.3	0.007

<b>G</b>	<b>14 x2</b>		<b>16 x 2</b>		<b>20 x 2.25</b>		<b>2.5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
8.6	5.1	0.029	2.7	0.021	1.0	0.013	0.3	0.007
8.8	5.2	0.029	2.7	0.021	1.0	0.013	0.3	0.008
9	5.3	0.030	2.8	0.022	1.1	0.013	0.4	0.008
9.2	5.4	0.031	2.9	0.022	1.1	0.014	0.4	0.008
9.4	5.5	0.031	2.9	0.023	1.1	0.014	0.4	0.008
9.6	5.7	0.032	3.0	0.023	1.1	0.014	0.4	0.008
9.8	5.8	0.032	3.0	0.024	1.2	0.015	0.4	0.008
10	5.9	0.033	3.1	0.024	1.2	0.015	0.4	0.009
12	7.1	0.040	3.7	0.029	1.4	0.018	0.5	0.010
14	8.2	0.046	4.4	0.034	1.7	0.021	0.5	0.012
16	9.4	0.053	5.0	0.039	1.9	0.024	0.6	0.014
18	10.6	0.060	5.6	0.043	2.1	0.027	0.7	0.015
20	11.8	0.066	6.2	0.048	2.4	0.030	0.8	0.017
22	12.9	0.073	6.8	0.053	2.6	0.033	0.9	0.019
24	14.1	0.079	7.5	0.058	2.9	0.036	0.9	0.020
26	15.3	0.086	8.1	0.063	3.1	0.039	1.0	0.022
28	16.5	0.093	8.7	0.067	3.3	0.042	1.1	0.024
30	17.7	0.099	9.3	0.072	3.6	0.045	1.2	0.026
32	18.8	0.106	9.9	0.077	3.8	0.048	1.2	0.027
34	20.0	0.113	10.6	0.082	4.1	0.051	1.3	0.029
36	21.2	0.119	11.2	0.087	4.3	0.054	1.4	0.031
38	22.7	0.126	11.8	0.091	4.5	0.057	1.5	0.032
40	24.9	0.132	12.4	0.096	4.8	0.060	1.6	0.034
42	28.1	0.139	13.1	0.101	5.0	0.063	1.6	0.036
44	32.1	0.146	13.8	0.106	5.2	0.066	1.7	0.038
46	37.1	0.152	14.8	0.111	5.5	0.069	1.8	0.039
48	42.9	0.159	16.3	0.116	5.7	0.072	1.9	0.041
50	49.4	0.166	18.1	0.120	6.0	0.075	1.9	0.043
52	56.3	0.172	20.4	0.125	6.2	0.078	2.0	0.044
54	63.5	0.179	23.0	0.130	6.4	0.081	2.1	0.046
56	70.8	0.185	26.1	0.135	6.7	0.083	2.2	0.048
58	77.7	0.192	29.4	0.140	7.1	0.086	2.3	0.049
60	84.2	0.199	33.0	0.144	7.6	0.089	2.3	0.051
62	90.3	0.205	36.7	0.149	8.3	0.092	2.4	0.053
64	95.9	0.212	40.6	0.154	9.0	0.095	2.5	0.055

<b>G</b>	<b>14 x 2</b>		<b>16 x 2</b>		<b>20 x 2.25</b>		<b>25 x 2.5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>		<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
	<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>
66	101.1	0.219	44.3	0.159	9.9	0.098	2.6	0.056
68	106.5	0.225	48.0	0.164	10.9	0.101	2.7	0.058
70	111.9	0.232	51.4	0.168	12.0	0.104	2.7	0.060
72	117.5	0.238	54.6	0.173	13.2	0.107	2.8	0.061
74	123.2	0.245	57.6	0.178	14.5	0.110	2.9	0.063
76	129.0	0.252	60.5	0.183	15.9	0.113	3.0	0.065
78	135.0	0.258	63.2	0.188	17.3	0.116	3.2	0.066
80	141.0	0.265	66.1	0.192	18.8	0.119	3.4	0.068
82	147.2	0.271	68.9	0.197	20.2	0.122	3.6	0.070
84	153.4	0.278	71.8	0.202	21.7	0.125	3.8	0.072
86	159.8	0.285	74.8	0.207	23.1	0.128	4.1	0.073
88	166.3	0.291	77.9	0.212	24.4	0.131	4.4	0.075
90	173.0	0.298	80.9	0.217	25.7	0.134	4.7	0.077
92	179.7	0.305	84.1	0.221	26.9	0.137	5.1	0.078
94	186.6	0.311	87.2	0.226	28.0	0.140	5.5	0.080
96	193.5	0.318	90.5	0.231	29.1	0.143	5.9	0.082
98	200.6	0.324	93.8	0.236	30.1	0.146	6.3	0.084
100	207.8	0.331	97.1	0.241	31.2	0.149	6.8	0.085
120	285.7	0.397	133.3	0.289	42.7	0.179	11.3	0.102
140	374.5	0.463	174.4	0.337	55.7	0.209	14.8	0.119
160	474.0	0.530	220.4	0.385	70.3	0.238	18.6	0.136
180	583.9	0.596	271.0	0.433	86.3	0.268	22.8	0.153
200	704.1	0.662	326.4	0.481	103.7	0.298	27.4	0.170
220	834.4	0.728	286.3	0.529	122.5	0.328	32.3	0.187
240	974.7	0.794	450.7	0.577	142.8	0.358	37.6	0.205
260	1124.9	0.861	519.6	0.625	164.3	0.387	43.2	0.222
280	1285.0	0.927	592.9	0.674	187.3	0.417	49.2	0.239
300	1454.8	0.993	670.7	0.722	211.5	0.447	55.5	0.256
320	1634.4	1.059	752.7	0.770	237.1	0.477	62.1	0.273
340	1823.5	1.125	839.1	0.818	264.0	0.507	69.1	0.290
360	2022.3	1.192	929.7	0.866	292.2	0.537	76.4	0.307
380	2230.7	1.258	1024.7	0.914	321.7	0.566	84.0	0.324
400	2448.5	1.324	1123.8	0.962	352.5	0.596	92.0	0.341
420	2675.8	1.390	1227.2	1.010	384.5	0.626	100.2	0.358
440	2912.5	1.456	1334.8	1.058	417.9	0.656	108.8	0.375



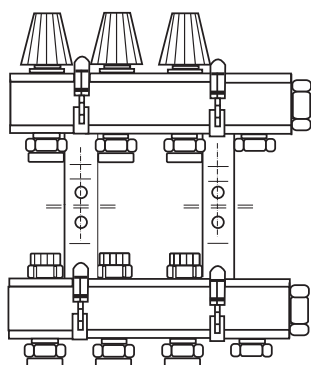
<b>G</b>	<b>14 x 2</b>		<b>16 x 2</b>		<b>20 x 2.25</b>		<b>25 x 2.5</b>	
	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>	<b>R</b>	<b>w</b>
<b>kg/h</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>m/s</b>
460	3158.7	1.523	1446.5	1.107	452.4	0.686	117.7	0.392
480	3414.2	1.589	1562.5	1.155	488.2	0.715	126.9	0.409
500	3679.0	1.655	1682.5	1.203	525.3	0.745	136.4	0.426
520	3953.2	1.721	1806.8	1.251	563.6	0.775	146.2	0.443
540	4236.7	1.787	1935.1	1.299	603.1	0.805	156.4	0.460
560	4529.5	1.854	2067.5	1.347	643.9	0.835	166.8	0.477
580	4831.5	1.920	2204.1	1.395	685.8	0.864	177.6	0.494
600	5142.8	1.986	2344.7	1.443	729.0	0.894	188.6	0.511
620	5463.3	2.052	2489.4	1.491	773.5	0.924	199.9	0.528
640	5793.0	2.118	2638.2	1.539	819.1	0.954	211.6	0.545
660	6131.9	2.185	2791.0	1.588	865.9	0.984	223.5	0.562
680	6480.0	2.251	2947.9	1.636	913.6	1.013	235.8	0.579
700	6837.3	2.317	3108.9	1.684	963.2	1.043	248.3	0.596
720	7203.7	2.383	3273.8	1.732	1013.6	1.073	261.1	0.613
740	7579.3	2.449	3442.9	1.780	1065.2	1.103	274.3	0.630
760	7964.0	2.516	3615.9	1.828	1118.0	1.133	287.7	0.647
780	8357.8	2.582	3792.9	1.976	1172.0	1.162	301.4	0.665
800	8060.7	2.648	3974.0	1.924	1227.2	1.192	315.4	0.682
820	9172.8	2.714	4159.0	1.972	1283.6	1.222	329.7	0.699
840	9594.0	2.780	4348.1	2.021	1341.1	1.252	344.3	0.716
860	10024.2	2.847	4541.2	2.069	1399.9	1.282	359.1	0.733
880	10463.6	2.913	4738.2	2.117	1459.8	1.311	374.3	0.750
900	10912.0	2.979	4939.3	2.165	1520.9	1.341	389.7	0.767
920	11369.5	3.045	5144.3	2.213	1583.1	1.371	405.5	0.784
940			5353.3	2.261	1646.5	1.401	421.5	0.801
960			5566.3	2.309	1711.1	1.431	437.8	0.818
980			5783.2	2.357	1776.9	1.460	464.4	0.835
1000			6004.1	2.405	1843.8	1.490	471.2	0.852
1200			8430.7	2.886	2576.7	1.788	655.4	1.022
1400			11250.9	3.368	3424.7	2.086	867.4	1.193
1600					4386.7	2.384	1106.9	1.363
1800					5462.0	2.682	1373.6	1.533
2000					6650.1	2.980	1667.2	1.704
2200					7950.6	3.278	1987.5	1.874

Tablica 27. Wartości oporów miejscowych  $Z_1$  [Pa] dla sumy współczynników oporu  $\Sigma\xi = 1$  w przewodach ogrzewań wodnych o temp. średniej 80 [°C]

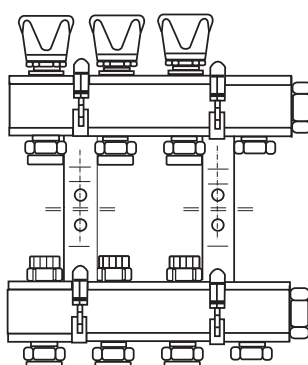
<b>Prędkość wody [m/s]</b>	<b>Opór <math>Z_1</math> [Pa]</b>	<b>Prędkość wody [m/s]</b>	<b>Opór <math>Z_1</math> [Pa]</b>
0,05	1	0,55	147
0,10	5	0,60	175
0,12	7	0,65	205
0,14	10	0,70	238
0,16	12	0,75	273
0,18	16	0,80	310
0,20	19	0,85	350
0,25	30	0,90	393
0,30	44	0,95	438
0,35	59	1,00	485
0,40	78	1,05	510
0,45	98	1,10	588
0,50	121	1,15	700

## 16. Rozdzielacze do ogrzewań płaszczyznowych

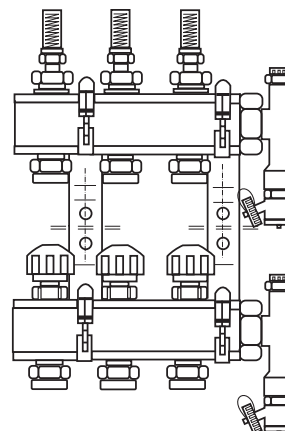
System KISAN Comfort oferuje rozdzielacze do ogrzewania podłogowego z wbudowanymi zaworami regulacyjnymi na kolektorze powrotnym, służącymi do wyrównania przepływów w poszczególnych obwodach grzewczych. Kolektory zasilające wykonane są w dwóch wersjach, na belce profilowej typ R lub z rury mosiężnej typ RO, w następujących odmianach:



Rys. 54



Rys. 55



Rys. 56

- kolektor z wbudowanymi zaworami odcinającymi (rys. 54) – rozdzielacz RP lub RPO,
- kolektor z wbudowanymi zaworami termostaticznymi (rys. 55) – rozdzielacz RPT lub RPTO,
- kolektor z wbudowanymi zaworami termostaticznymi i wskaźnikami przepływu (rys. 56) – rozdzielacz RPT-WPz i RPTO-WPz.

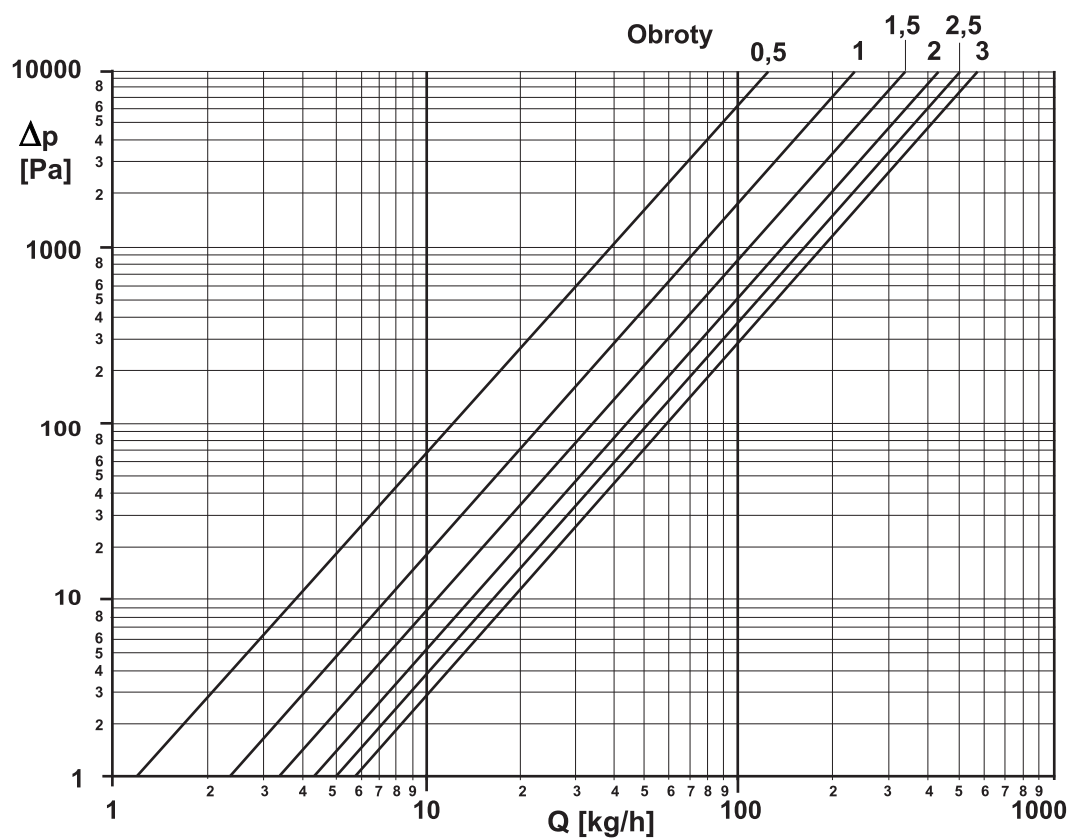
Zawory termostaticzne sterowane są przez termostaty pokojowe za pośrednictwem siłowników elektrotermicznych lub przez głowice termostaticzne z czujkami wyniesionymi. Rozdzielacze montuje się w szafce naściennej lub wnękowej.

Rozdzielacze powinny być wyposażone w automatyczne odpowietrzniki (konstrukcja rozdzielaczy umożliwia wyposażenie ich w odpowietrzniki i zawory spustowe). W szafce można także zamontować liczniki ciepła. Rurę przyłączamy do rozdzielaczy za pomocą złączki G 3/4" × 16×2,0 oraz G 3/4" × 20×2,25. Dla podłączenia wężywnicy z rury 14×2,0 mm (np. w ogrzewaniu ściennym) stosujemy złączkę G 3/4" × 14×2.

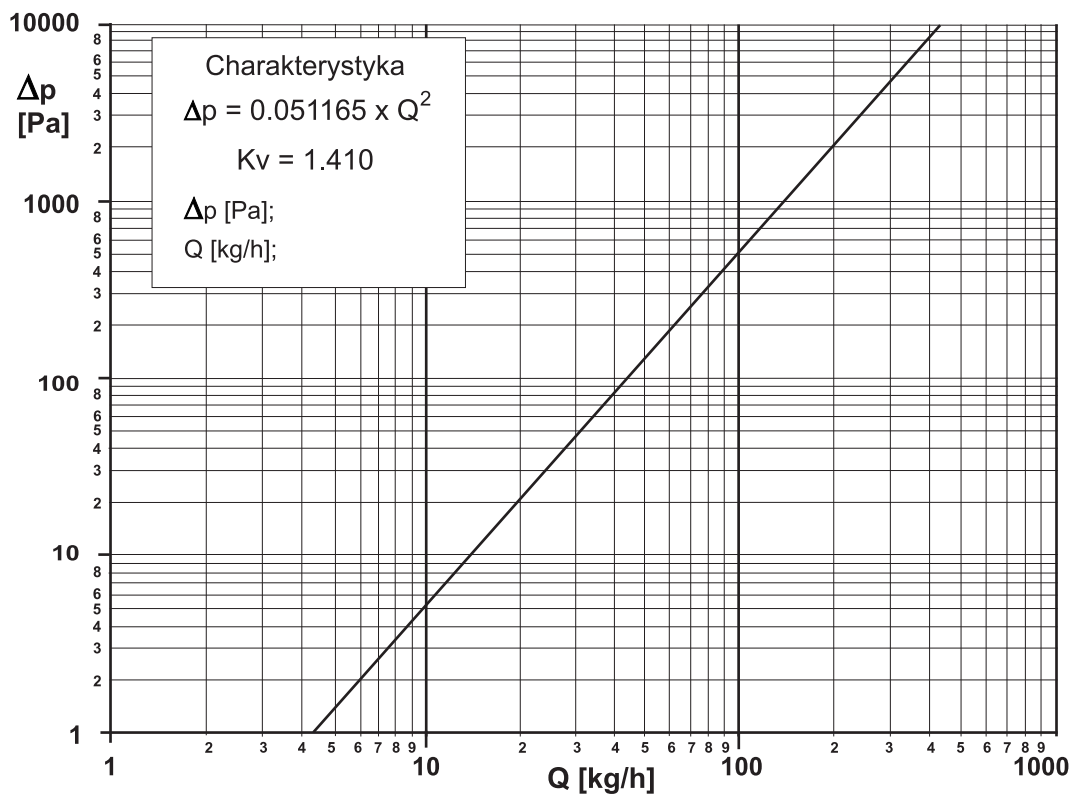
Tablica 28. Charakterystyka rozdzielacza powrotnego z zaworami do regulacji wstępnej

Obroty	$K_v, m^3/h$	Charakterystyka $\Delta p$ [Pa]; Q [kg/h]
0,5	0,399	$\Delta p = 0,639776 Q^2$
1,0	0,757	$\Delta p = 0,177316 Q^2$
1,5	1,063	$\Delta p = 0,089967 Q^2$
2,0	1,368	$\Delta p = 0,054322 Q^2$
2,5	1,600	$\Delta p = 0,039728 Q^2$
3,0	1,822	$\Delta p = 0,030637 Q^2$

$\Delta p$  – spadek ciśnienia na rozdzielaczu wraz z zaworem, [Pa];  
 $k_v$  – współczynnik przepływu, [m<sup>3</sup>/h];  
 Q – strumień masy wody, [kg/h].



Rys. 57. Charakterystyka rozdzielacza powrotnego z zaworami do regulacji wstępnej



Rys. 58. Charakterystyka rozdzielacza zasilającego z zaworami odcinającymi

## 17. Regulacja ogrzewania podłogowego – układy mieszające

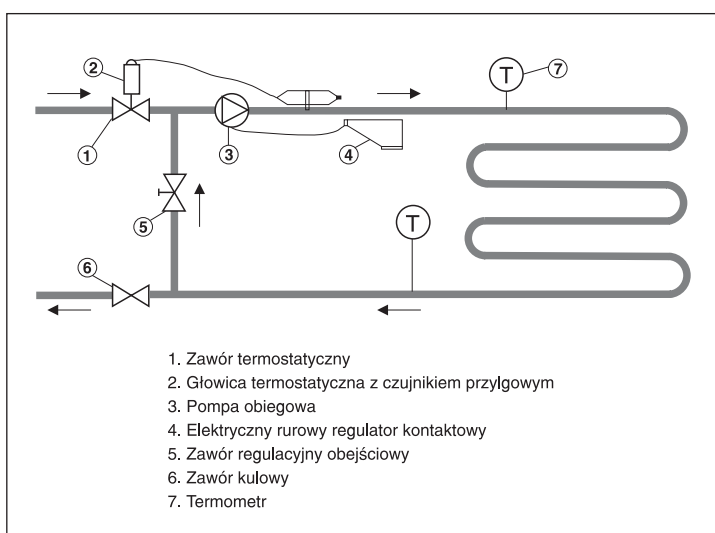
Przy połączeniu w jednej instalacji ogrzewania podłogowego z ogrzewaniem grzejnikowym o wyższej temperaturze zasilania, należy zastosować układ mieszający w celu obniżenia temperatury zasilania węzownic. Centralne układy mieszające montuje się najczęściej w kotłowni, miejscowe układy mieszające umieszczane są w szafkach przy rozdzielaczach.

### Centralne układy mieszające

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie bloku mieszającego z zaworem trójdrogowym. Blok mieszający może być sterowany ręcznie lub automatycznie poprzez zastosowanie siłownika sterowanego przez regulator pogodowy. Do bloku mieszającego oferowana jest dodatkowo obudowa izolacyjna.

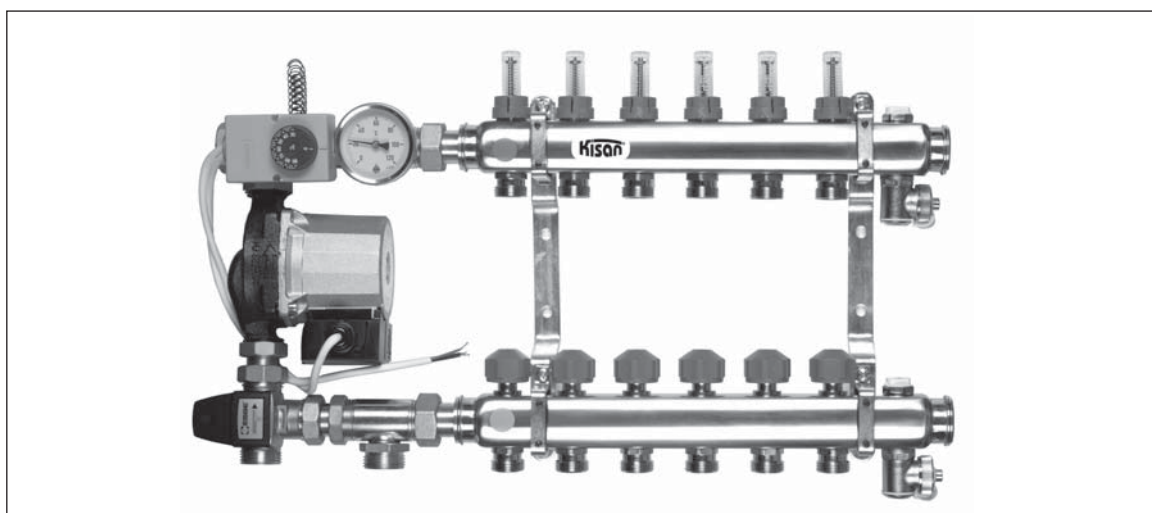


Rys. 59. Blok mieszający



Rys. 60. Schemat układu mieszającego do samodzielnego montażu

gwintu M30×1,5 na belce dolnej z możliwością zainstalowania siłowników termoelektrycznych sterowanych elektrycznie o takim gwincie.



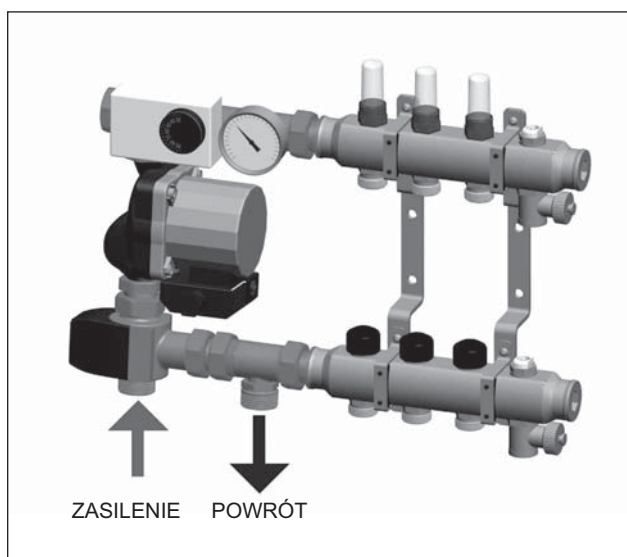
Rys. 61. Układ mieszający UMRC Kisan Comfort

### Miejscowe układy mieszające

Układ mieszający KISANUMRC stanowi kompletny zestaw do regulacji miejscowej pętli ogrzewań płaszczynowych oraz ogrzewań grzejnikowych. Następuje tam redukcja temperatury czynnika grzewczego dla ogrzewania płaszczynowego i regulacja przepływów w pętach.

Dostarczany jest od razu w zmontowanej postaci.

Układ został oparty na 2÷12 sekcyjnych rozdzielaczach ze stali nierdzewnej. Wyposażono go na belce górnej w przepływomierze o zakresie regulacji do 5 l/min. oraz wkładki zaworowe o standardzie



Rys. 62. Główne podłączenia układu UMRc

Zaleca się dodatkowo w miejscach podłączeń założyć zawory kulowe.

#### Nastawy zaworu trójdrożnego ESBE VTA 322:

1 – 35°C; 2 – 40°C; 3 – 45°C; 4 – 50°C; 5 – 55°C; 6 – 60°C.

Na bezpieczniku termicznym ustawić temperaturę o 5°C wyższą od maksymalnej temperatury czynnika grzewczego w instalacji ogrzewania podłogowego.

Zestaw układ mieszający – rozdzielacz zamontować w szafce tak, aby był zapewniony swobodny dostęp do wszelkich pokręteł regulacyjnych i przyłączyć go do instalacji centralnego ogrzewania.

Wężownice podłączyć do belek rozdzielaczowych za pomocą złączki typu G<sup>3</sup>/<sub>4</sub> (tzw. Eurokonus).

Odpowietrzniki ręczne wraz z zaworami spustowymi znajdują się na końcu belek zasilającej i powrotnej.

#### Parametry techniczne

Maksymalne ciśnienie robocze

$p_{rob} = 1,0 \text{ MPa (10 bar)}$

Ciśnienie różnicowe, mieszania maks.

$p_{różnicowe} = 0,3 \text{ MPa (3 bar)}$

Maksymalna temp. medium

$t_{max} = 95^{\circ}\text{C}$

Zakres regulacji temperatury

$\Delta t_{reg} = 35\div 60^{\circ}\text{C}$

Zakres temp. termobezpiecznika przylgowego

$\Delta t_{bezp} = 20\div 90^{\circ}\text{C}$

Stabilność temperatury medium zmieszanego

$\Delta t = \pm 2^{\circ}\text{C}$

Napięcie zasilania układu

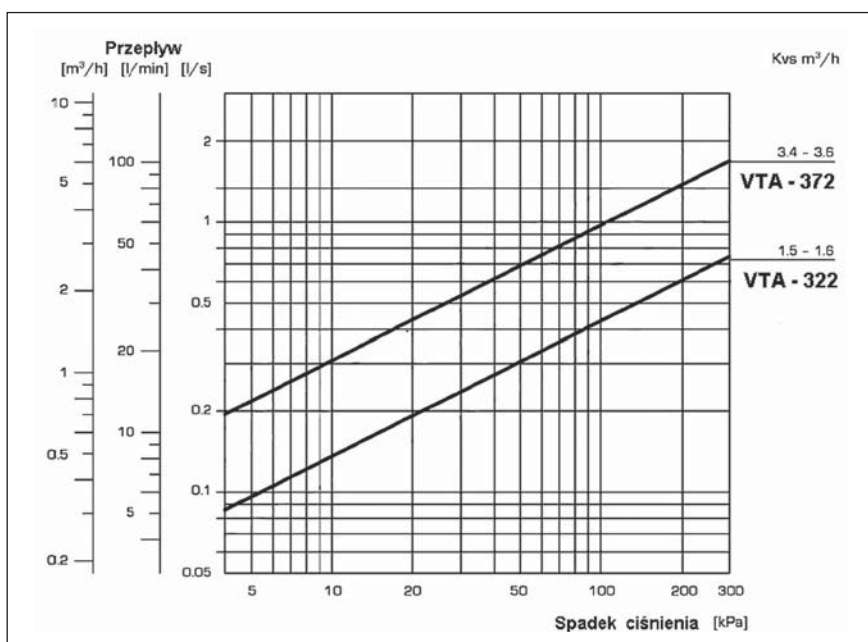
$U_{zas} = 1 \sim 230\text{V} \pm 10\%$

Dopuszczalne media: woda spełniająca wymagania dla wody w instalacjach zamkniętych, woda z dodatkiem zapobiegającym zamarzaniu (zawartość glikolu < 50% mieszaniny).

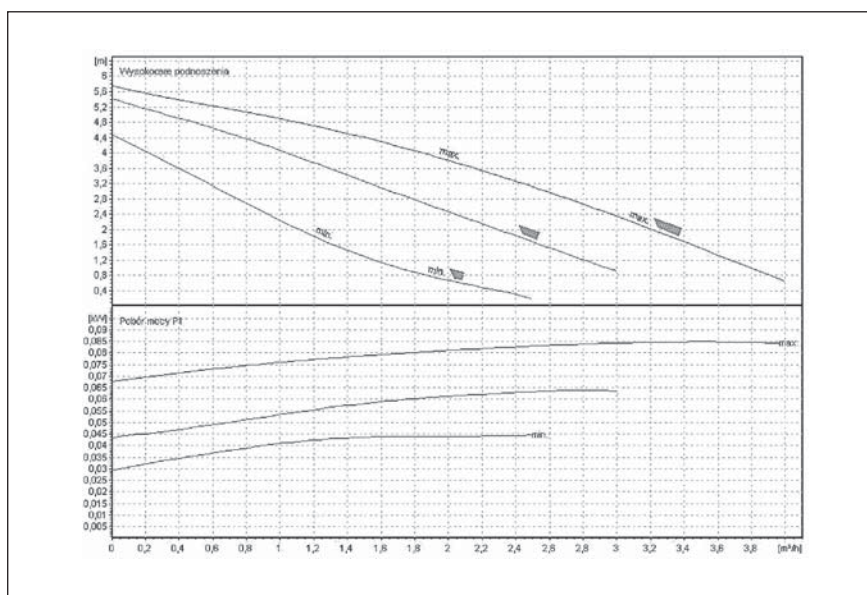
Prawidłową i bezawaryjną pracę układu mieszającego zapewni przestrzeganie podczas rozruchu i eksploatacji następujących warunków:

1. Przed uruchomieniem pompy, cały układ, rozdzielacz i przyłączone do niego pętle grzewcze należy napełnić czynnikiem grzewczym i sprawdzić szczelność połączeń,
2. Uruchomić pompę układu mieszającego i zgodnie z wytycznymi projektu instalacji należy wykonać wstępną regulację przepływów czynnika grzewczego w pętlach przyłączonych do rozdzielacza, następnie odpowietrzyć instalację ogrzewania podłogowego,
3. Uruchomić pompy instalacji c.o. i prawidłowo odpowietrzyć instalację (czynnik grzewczy w instalacji c.o. nie powinien zawierać żadnych cząstek stałych, których obecność zakłóca

- pracę pomp, zaworów i wskaźników przepływu, dlatego przed pompą instalacji centralnego ogrzewania powinien być zainstalowany filtr siatkowy o minimalnej ilości oczek 200/cm<sup>2</sup>),
4. Włączyć źródło ciepła i podnieść temperaturę wody instalacji c.o. do temp. 50°C (latem należy zamknąć zawory na części grzejników)
  5. Nastawić na pokrętle zaworu mieszającego VTA wartość 35°C,
  6. Otworzyć zawór kulowy na zasilaniu układu – wlocie do zaworu VTA,
  7. Włączyć pompę układu mieszającego na odpowiednim zakresie obrotów i zgodnie z danymi obliczonymi w projekcie regulować wartości przepływu w każdej pętli grzewczej,
  8. Po upływie około 2 godzin sprawdzić ręką temp. przewodów na powrocie (ok. 40 cm poniżej przyłącza do rozdzielacza). Jeżeli przewody są ciepłe, należy je zaizolować i przystąpić do wygrzewania płyty grzewczej zgodnie z wytycznymi projektu. W przypadku gdyby wzrost temperatury przewodu na powrocie przy prawidłowych wartościach przepływu czynnika grzewczego okazał się za mały, należy zwiększyć nastawę na pokrętle zaworu mieszającego do 40°C.



Rys. 63. Charakterystyka zaworów regulacyjnych termostatycznych VTA-322

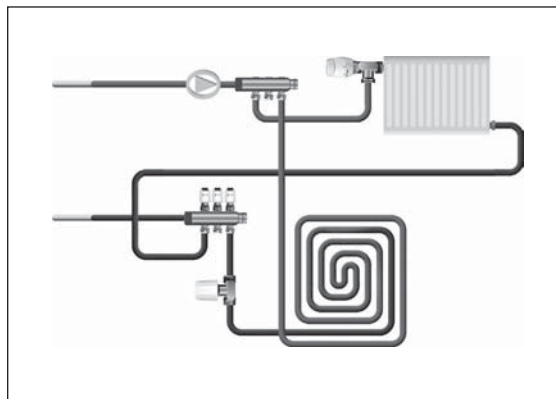


Rys. 64. Charakterystyka pompy Wilo-Star-RS 15/6

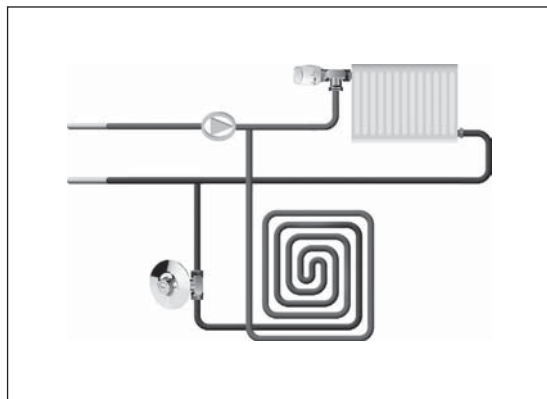
## Ogranicznik temperatury powrotu

Pojedyncze węzownice ogrzewające np. łazienkę można regulować lokalnie przez zastosowanie ogranicznika temperatury powrotu (zwanego popularnie zaworem RTL). Stosuje się to rozwiązanie w przypadku braku układu mieszającego.

Ogranicznik temperatury powrotu jest zaworem bezpośredniego działania z głowicą termostaticzną o zakresie regulacji 10-50°C. Montowany jest w szafce pod kolektorem powrotnym lub jako moduł ścienny z puszką podtynkową, co zapewnia łatwiejszy dostęp do głowicy zaworu.



Rys. 65. Zawór typu RTL zamontowany przy rozdzielaczu



Rys. 66. Zawór typu RTL w formie modułu ściennego

Różnica ciśnień między zasileniem i powrotem wystarcza z reguły do odpowiedniej pracy węzownicy o powierzchni podłogi do 10 m<sup>2</sup>. Temperatura wody zasilającej nie powinna przekraczać 60°C.



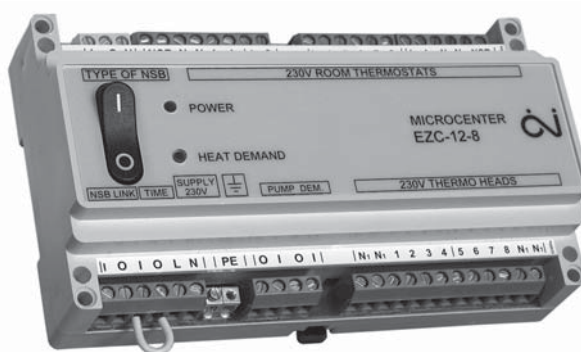
## 18. Indywidualna regulacja temperatury w pomieszczeniach

W przypadku niezależnej regulacji temperatury w poszczególnych pomieszczeniach obsługiwanych przez różne węzownice, należy zastosować rozdzielacze z wbudowanymi zaworami termostaticznymi typu RPT, RPTO, RPT-WPz lub RPTO-WPz. Sterowane są one przez termostaty pokojowe za pomocą siłowników elektrotermicznych. Jeden termostat może sterować kilkoma siłownikami, jeśli w pomieszczeniu znajduje się kilka węzownic.

### 18.1 Regulacja w systemie przewodowym – KISAN COMFORT BASIC CONTROL



Rys. 67. Termostat pokojowy 230V



Rys. 68. Listwa sterująca EZC z przekaźnikami pompy i kotła

**KISAN COMFORT BASIC CONTROL** – analogowy system sterowania ogrzewaniami płaszczynowymi

- Prosta i niezawodna konstrukcja.
- Dokładna regulacja dzięki termicznemu sprzężeniu zwrotnemu.
- Nastawiane ograniczenie zakresu wartości zadanej.
- Możliwość współpracy z siłownikami bezprądowo otwartymi NO jak i bezprądowo zamkniętymi NC.
- Możliwość ogrzewania lub chłodzenia za pomocą jednego termostatu.
- Listwa sterująca z przekaźnikami pompy i kotła, sterowana sygnałem zapotrzebowania na ciepło.



Rys. 69. Siłownik elektrotermiczny z gwintem M30×1,5

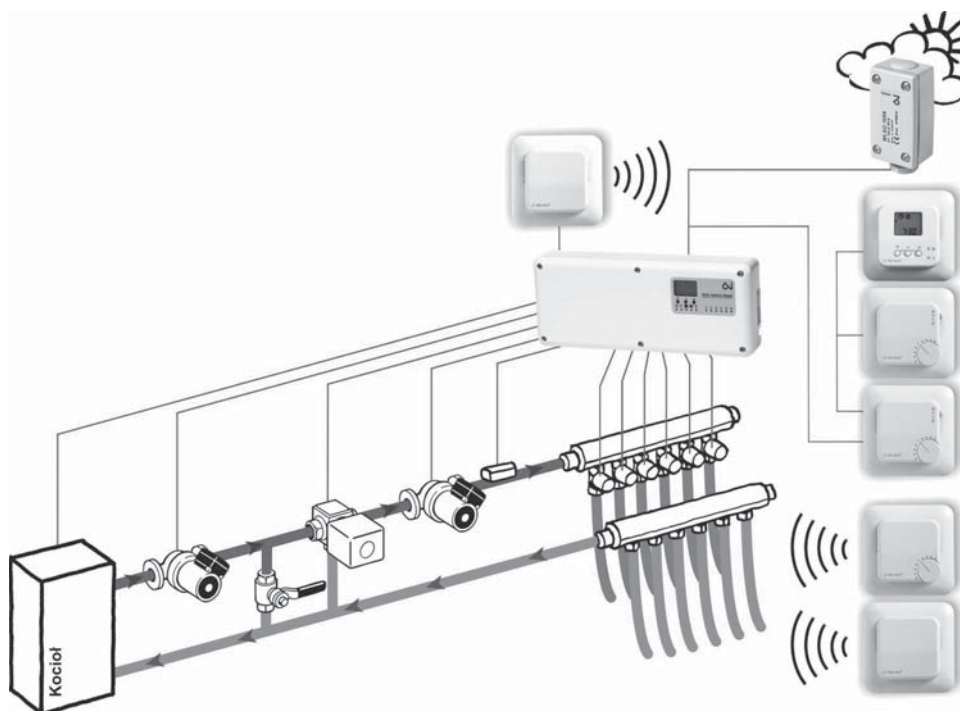
Elementami regulacji w systemie przewodowym są:

- termostat pokojowy o zakresie nastaw 6-30°C,
- termostat z funkcją obniżenia nocnego,
- siłownik elektrotermiczny zasilany napięciem 230 V, bezprądowo zamknięty NC (na zamówienie bezprądowo otwarty), wyposażony w przewód o długości 1,2 m.

## 18.2 Regulacja w systemie cyfrowym WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL

System cyfrowy umożliwia bardziej precyzyjną regulację temperatury w pomieszczeniach w porównaniu z systemem analogowym, w którym bezwładność ogrzewania podłogowego może powodować wahania temperatury w pomieszczeniu rzędu 1,5°C.

**KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL** – cyfrowy system sterowania ogrzewaniami płaszczyznowymi



Rys. 70. Schemat podłączenia systemu cyfrowego WLM II – KISAN COMFORT DIGITAL CONTROL

- Kontrola ogrzewania i chłodzenia dla uzyskania komfortu termicznego
- Oszczędność energii, większy komfort dzięki funkcji adaptacyjnej (optymalny start).
- Łatwa obsługa strefowej kontroli temperatury – możliwość podzielenia budynku na kilka stref o różnych wymaganych temperaturach.
- Możliwość dowolnej konfiguracji systemu przewodowego i bezprzewodowego.
- Komunikacja sieciowa w rozbudowanych instalacjach, włącznie z możliwością sterowania systemem poprzez komputer za pomocą dedykowanego oprogramowania.
- Możliwość sterowania równolegle ogrzewań płaszczyznowych, jak i grzejnikowych.
- Optymalizacja działania układu, w przypadku zasilania instalacji z dwóch niezależnych źródeł ciepła np. kocioł gazowy i kominiek z płaszczem wodnym.
- Prosta instalacja dzięki specjalnym złączkom.
- W trybie chłodzenia czujnik wilgotności zapobiega kondensacji pary wodnej na płaszczyznach chłodzących.
- Opcjonalne sterowanie pogodowe.
- Różnorodność typów termostatów: programowalne - zegarowe, standardowe - z regulacją, inwestycyjne - bez regulacji.
- Funkcja automatycznego „ćwiczenia” instalacji – co 3 dni następuje rozruch nieużywanych pomp i siłowników zaworowych – system sprawny w każdej chwili.
- System dostępny w wersjach z napięciem sterującym siłownikami 230V i 24V.

Elementy systemu cyfrowego:

- moduł główny – posiadający 8 wyjść na siłowniki, przekaźnik pompy i kotła, napięcie zasilania 230 V, napięcie sterujące siłownikami 230 V, napięcie sterowania termostatami +5 V,
- moduł główny z wyświetlaczem i regulacją pogodową – jak wyżej; dodatkowo posiada regulację pogodową po dołączeniu czujnika temperatury zewnętrznej, czujnik temperatury wody zasilającej, sterowanie zaworem mieszającym.
- moduł rozszerzeniowy – umożliwia rozbudowę instalacji o dodatkowe 6 wyjść na siłowniki,
- termostat z regulacją,
- termostat zegarowy z regulacją,
- termostat z regulacją i obniżeniem nocnym,
- termostat z regulacją i ograniczeniem temperatury, stosowany łącznie z czujnikiem podłogowym,
- czujnik podłogowy,
- czujnik wilgotności,
- przyłgowy czujnik do mierzenia temperatury wody chłodzącej,
- przełącznik grzanie / chłodzenie,
- siłownik elektrotermiczny 230 V bezprądowo zamknięty NC.

W systemie elektronicznym termostaty łączone są szeregowo i/lub równolegle przewodem dwużyłowym (polecana średnica  $2 \times 0,25$  mm). Dzięki temu nie trzeba prowadzić przewodów oddzielnie do każdego termostatu.

Więcej informacji na temat systemu WLM II Kisan Comfort Digital Control można uzyskać w oddzielnych broszurach:

- Instrukcja montażu
- Instrukcja dla użytkownika.

# 19. Specjalne zastosowania ogrzewań płaszczyznowych

## 19.1 Instalacje podgrzewania gruntu w szklarniach

Firma „KISAN” oraz Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach przeprowadziły prace w celu zbadania możliwości wykorzystania rur KISAN do podgrzewania gruntu w uprawach szklarniowych i tunelach foliowych.

Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność rur KISAN do tych celów.

Uzyskane efekty:

- przyśpieszenie wegetacji roślin o około dwa tygodnie oraz dziesięciokrotne zwiększenie plonu wczesnego,
- zwiększenie całkowitego plonu roślin o około 20%,
- ograniczenie i lepsze wykorzystanie zużytej energii cieplnej,
- stwierdzono równomierny rozwój roślin – zarówno części nadziemnych jak również systemu korzeniowego,
- nastąpiła aktywizacja życia mikrobiologicznego w glebie,
- ogrzewanie gruntu powoduje osuszenie liści roślin, co ma duże znaczenie fitosanitarne.

Podgrzewanie gruntu jest najbardziej korzystne dla warzyw takich jak pomidor, ogórek i papryka oraz roślin ozdobnych – gerbera i frezja.

W celu uzyskania informacji dotyczących projektowania instalacji podgrzewania gruntu, proszę zwrócić się do Działu Techniki firmy KISAN.

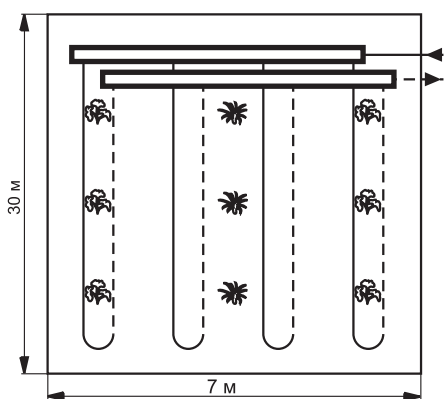
Do podgrzewania gruntu firma KISAN oferuje rury o średnicach  $20 \times 2,25$  mm oraz  $25 \times 2,5$  mm. Rury mają kolor srebrny i są produkowane w kręgach o długości 150 mb ( $3/4''$ ) oraz 100 mb.

Parametry pracy instalacji wynoszą – maksymalna temperatura robocza  $T_{\max} = 45^{\circ}\text{C}$ , ciśnienie robocze  $p = 6$  bar.

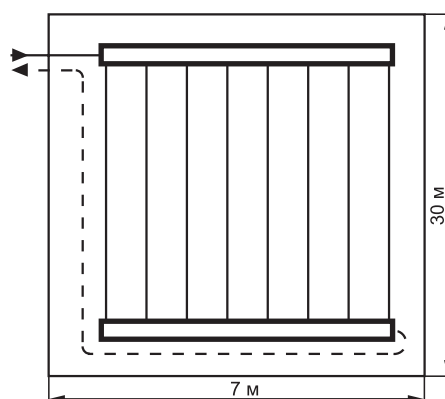
Instalację podgrzewania gruntu można ułożyć na dwa sposoby:

1. Ułożenie rur pod ziemią na głębokości  $30 \div 35$  cm tak, aby można było prowadzić prace agrotechniczne bez uszkodzenia rur. Najlepszy efekt uzyskuje się, gdy rozstaw rur jest zbliżony do głębokości zakopania –  $30 \div 40$  cm. Można również układać np. po dwie rury pod każdym rzędem roślin. Pod rurociągami należy wykonać warstwę izolacji termicznej, którą może być np.  $20 \div 30$  cm płukanego żużla. Gdy instalacja nie jest używana, należy pamiętać, żeby w okresie temperatur ujemnych nie zostawiać wody w rurach (przedmuchać rurociągi sprężonym powietrzem).
2. Ułożenie rur na powierzchni gleby – tzw. ogrzewanie wegetacyjne. Najczęściej jest to 1-2 rury przy każdym rzędzie roślin. Instalacja taka jest łatwiejsza, niż prowadzona pod ziemią i nie wymaga wykonania izolacji termicznej pod rurami. Po zakończeniu okresu wegetacji można rury zwinąć i powtórnie użyć w przyszłym sezonie ogrodniczym.

Rurociągi montujemy w postaci pętli (rys. 71) lub w układzie współprądowym (rys. 72). Jako rozdzielacze można zastosować rury stalowe z przyspawanymi mufkami lub wykorzystać do tego celu kształtki mosiężne systemu KISAN (trójniki i mufy).

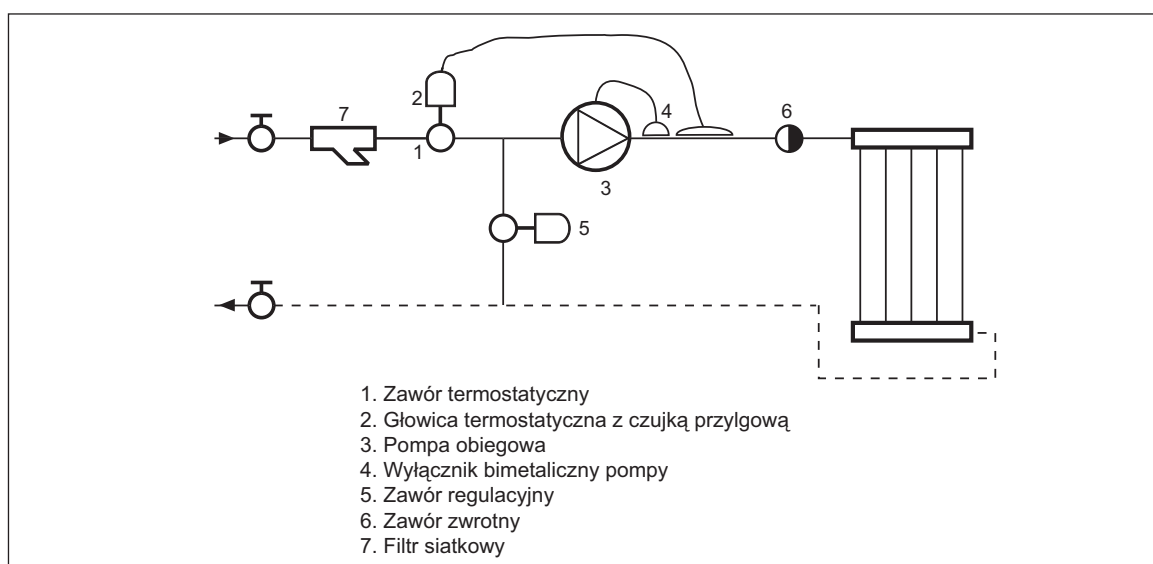


Rys. 71. Układ pętli



Rys. 72. Układ współprądowy

Ze względu na konieczność utrzymywania temperatury powierzchni gruntu na poziomie około 20°C, instalacja podgrzewania gruntu połączona jest z ogrzewaniem zasadniczym poprzez węzeł mieszający (rys. 73).



Rys. 73. Przykład rozwiązania węzła mieszającego

## 19.2 Ogrzewanie przestrzeni otwartych

Niskotemperaturowe systemy grzewcze do ogrzewania powierzchni otwartych stosuje się w obiektach sportowych (boiska piłkarskie), pod jezdniami, chodnikami, parkingami, podjazdami, ładowiskami i tarasami.

Ogrzewanie powierzchni otwartych ma na celu:

- roztopienie śniegu lub lodu
- osuszenie powierzchni
- utrzymanie stałej temperatury i niedopuszczenie do oblodzenia powierzchni

Zakłada się utrzymanie temperatury powierzchni ogrzewanej na poziomie  $+1 \div +5^{\circ}\text{C}$ .

Gęstość strumienia ciepła przekazywanego od powierzchni do powietrza zależy od przewodności cieplnej warstw nad rurami, temperatury powietrza i prędkości wiatru. Przy orientacyjnych obliczeniach przyjmuje się zapotrzebowanie mocy 150 W/m<sup>2</sup> powierzchni.

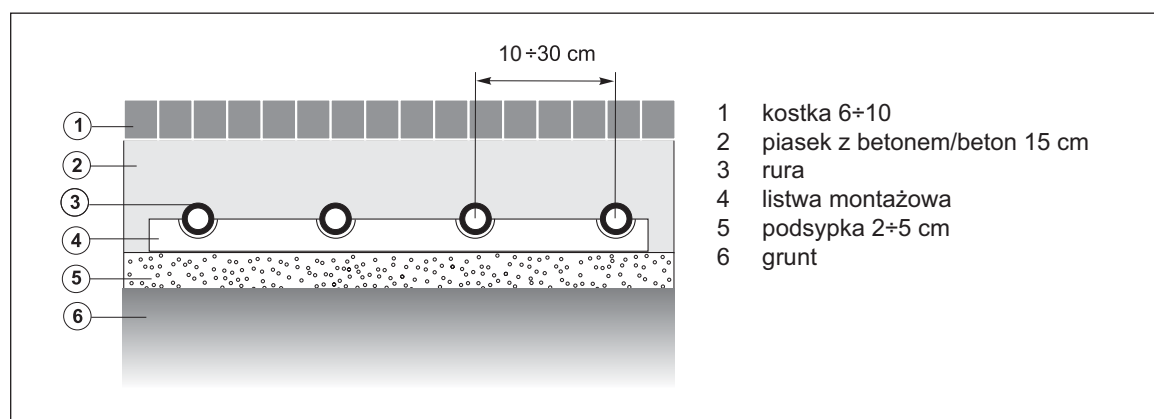
Do ogrzewań powierzchni otwartych stosuje się najczęściej rury wielowarstwowe o średnicach 20 i 25 mm, rzadziej o średnicy 16 mm – przy małych powierzchniach (tarasy, otwarte myjnie samochodowe).

Rury zasilane są przez wymiennik ciepła – czynnikiem grzewczym jest roztwór wodny glikolu, aby zapobiec zamrożeniu instalacji podczas przerw w ogrzewaniu lub przy dużych mrozach.

Temperaturę zasilania instalacji przyjmuje się w zakresie  $30\div 55^{\circ}\text{C}$  (dla powierzchni trawiastych do  $45^{\circ}\text{C}$ ). Zalecana różnica temperatur zasilanie/powrót –  $15^{\circ}\text{C}$ .

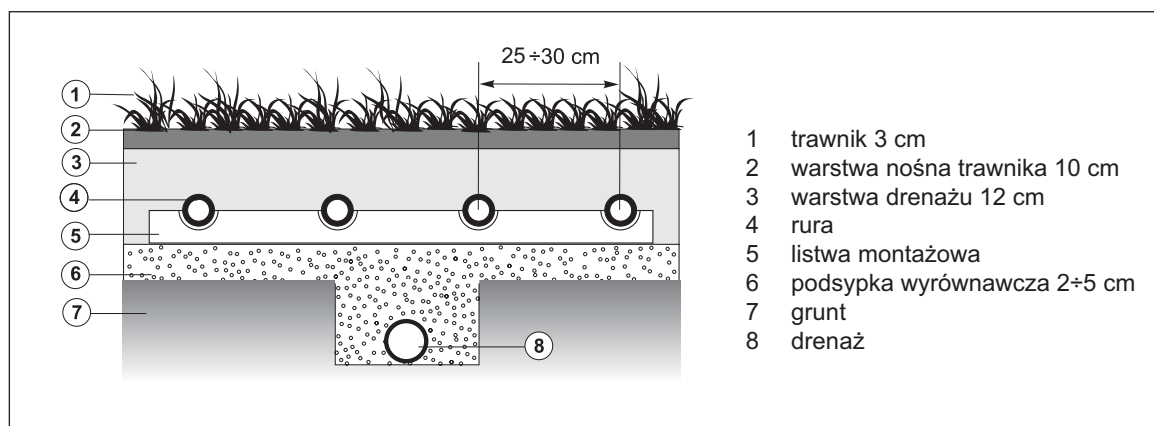
### Konstrukcja ogrzewania powierzchni

Pod instalacją z reguły nie stosuje się izolacji cieplnej, co zwiększa straty ciepła do gruntu i bezwładność ogrzewania. W praktyce oznacza to konieczność ogrzewania w trybie ciągłym. Rury mocowane są w listwach montażowych i umieszczone w warstwie betonu, betonu z piaskiem lub piasku. Ze względu na znacznie mniejszy współczynnik przewodzenia ciepła przez piasek (dodatkowo zmniejszający się w trakcie wysychania piasku podczas ogrzewania), w tym przypadku należy zwiększyć temperaturę zasilania lub zmniejszyć odstęp między rurami. W związku z tym nie zaleca się układania ogrzewania w warstwie piasku pod szczelną nawierzchnią z kostki betonowej lub kamiennej. Lepiej zastosować w tym przypadku warstwę betonu z rurami pod kostką.



Rys. 74. Ogrzewanie powierzchni z kostką

### Ogrzewanie boisk piłkarskich

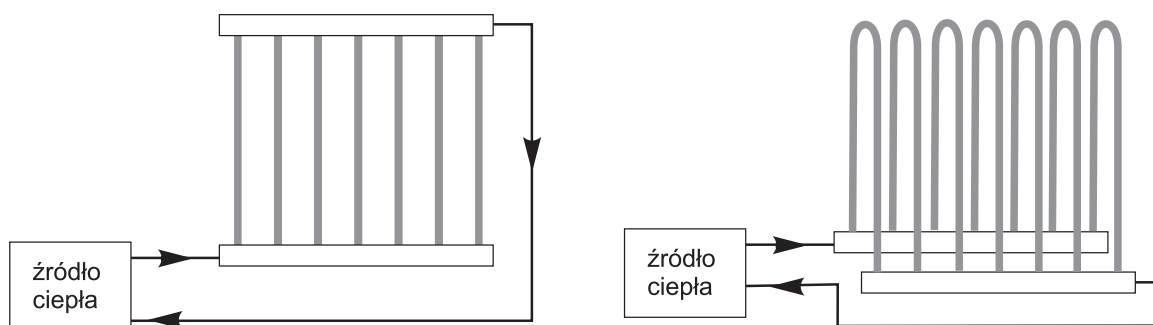


Rys. 75. Ogrzewanie boiska

Ogrzewanie płyty stadionu ma na celu zapobieganie zamarzaniu i utrzymywaniu się śniegu na powierzchni. Najczęściej stosuje się w tym przypadku rury o średnicy 25 mm ułożone na głębokości około 20 cm, aby nie zakłócić przeprowadzania zabiegów pielęgnacyjnych murawy. Temperatura zasilania wynosi  $35^{\circ}\text{C}\div 40^{\circ}\text{C}$  i nie powinna przekraczać  $45^{\circ}\text{C}$ . Dla boiska o standardowej wielkości wymagana moc cieplna źródła wynosi  $1,5\div 2,0$  MW. Ogrzewanie boiska wymaga współpracy z drenażem odprowadzającym nadmiar wody.

Przy dużej powierzchni ogrzewanej, również w przypadku boisk piłkarskich, przewody grzejne zasilane są z kolektorów o dużych średnicach. Ze względu na brak zaworów regulacyjnych zaleca

się podłączenie kolektorów w układzie Tichelmana, aby zapewnić równomierne zasilenie przewodów.



Rys. 76 i rys. 77. Przykłady rozwiązań układów Tichelmana

### Podgrzewanie gruntu pod chłodniami (mroźniami) przemysłowymi

Ogrzewanie pod chłodniami (mroźniami) ma na celu niedopuszczenie do zamarznięcia gruntu pod chłodnią, co może uszkodzić fundamenty i zagrozić stabilności konstrukcji hali chłodni. Najczęściej stosuje się do tych celów rury wielowarstwowe o średnicy 20 mm, ułożone w warstwie „chudego betonu” pod warstwą izolacji chłodni, w odstępach co 40-50 cm. Czynnikiem grzewczym jest roztwór wody z glikolem. Zalecana temperatura zasilenia 25÷35°C. W większych obiektach stosuje się zasilenie rur grzewczych z rozdzielaczy o dużych średnicach podłączonych w układzie Tichelmana, w mniejszych obiektach – węzownice o długości rury maksymalnie 150 m, zasilone ze standardowych rozdzielaczy ogrzewania podłogowego.

## 20. Bibliografia

1. Kołodziejczyk W., Płuciennik M.: „Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania.” – COBRTI Instal, Warszawa 1994.
2. „Warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych.” pod red. L. Furtaka – Warszawa Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji, 1994.
3. Mroczek W., Wojas J.: „Instrukcja projektowania i montażu instalacji sanitarnych z rur wielowarstwowych (PE-AL-PE) systemu Kisan.” – Kisan Sp. z o.o., Warszawa, marzec 2009.
4. Mroczek W., Wojas J., Wild J.: „Ogrzewanie podłogowe z rur wielowarstwowych (PE-AL-PE) systemu Kisan” – Kisan Sp. z o.o., Warszawa, marzec 2009.
5. Obowiązujące normy.





Chcesz wiedzieć więcej – skontaktuj się z nami:

ul. Gen. Okulickiego 19  
05-500 Piaseczno

22 701 71 30

[www.kisan.pl](http://www.kisan.pl)



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

