

Katalog produktów

Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych

Wavin Tempower, WW-10, Wavin Tigris,
Ekoplastik, Hep₂O, BOR^{plus}

Spis treści

WSTĘP 4

1. Projektowanie instalacji wodnych i grzewczych 6

| | |
|---|----|
| 1.1. Przepływ obliczeniowy w instalacjach wodociągowych | 6 |
| 1.2. Prędkość przepływu | 9 |
| 1.3. Opory liniowe | 9 |
| 1.4. Opory miejscowe | 9 |
| 1.5. Całkowity spadek ciśnienia. Przepływ masowy – strumień masy | 9 |
| 1.6. Spadki przewodów | 10 |
| 1.7. Rury w konstrukcji podłogi | 10 |
| 1.8. Przewody rurowe ułożone podtynkowo | 10 |
| 1.9. Swobodnie ułożone przewody rurowe | 11 |
| 1.10. Przykładowe rozwiązania instalacji ciepłej i zimnej wody | 11 |
| 1.11. Rozwiązania instalacji grzewczej | 11 |
| 1.12. Przykładowe sposoby podłączeń grzejników | 12 |
| 1.13. Parametry robocze instalacji Wavin | 12 |
| 1.14. Przykład określenia żywotności rur PP-R/PP-RCT w systemie Wavin Ekoplastik i BORplus | 13 |
| 1.15. Kompensacja wydłużeń termicznych | 13 |
| 1.16. Mocowanie rur | 14 |
| 1.17. Kompensacja tradycyjna – budowa i wykorzystanie kompensatorów | 15 |
| 1.18. Kompensacja za pomocą użycia podpór stałych | 17 |
| 1.19. Kompensacja z wykorzystaniem rur stabilizowanych wkładką aluminiową | 17 |
| 1.20. Kompensacja odcinków podtynkowych i podposadzkowych | 18 |
| 1.21. Kompensacja pionów | 18 |
| 1.22. Siły występujące w punktach stałych | 19 |
| 1.23. Przykłady obliczeniowe dla instalacji z rur w całości wykonanych z tworzyw sztucznych | 20 |
| 1.24. Izolacje termiczne rurociągów | 20 |
| 1.25. Przejścia przez ściany i przegrody budowlane | 22 |
| 1.26. Ochrona przeciwpożarowa | 22 |
| 1.27. Wpływ promieniowania UV na trwałość instalacji | 22 |
| 1.28. Wpływ niskich temperatur na trwałość instalacji | 22 |

2. Normy i wytyczne 23

| | |
|--|----|
| 2.1. Wartości graniczne parametrów wody pitnej | 23 |
| 2.2. Wybór materiału | 23 |
| 2.3. Wymagania i środki w celu ograniczenia rozwoju bakterii <i>Legionelli</i> | 23 |
| 2.4. Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym według norm | 25 |

3. Trwałość instalacji 27

4. Uruchomienie i sprawdzenie instalacji 30

| | |
|---|----|
| 4.1. Uruchomienie instalacji | 30 |
| 4.2. Wzory protokołów z przeprowadzenia prób ciśnieniowych | 31 |
| 4.3. Protokoły uruchomienia instalacji ogrzewania ściennego | 33 |

5. Przeliczanie jednostek 34

| | |
|---------------------------------------|----|
| 5.1. Przeliczanie jednostek ciśnienia | 34 |
| 5.2. Przeliczanie jednostek przepływu | 34 |

WAVIN TEMPOWER

1. Ogrzewanie podłogowe Wavin 36

| | |
|---|----|
| 1.1. Różnice w ogrzewaniu podłogowym i grzejnikowym | 37 |
| 1.2. Systemy ogrzewania podłogowego | 38 |
| 1.3. Rozwiązania konstrukcji podłóg w systemie ogrzewania podłogowego Wavin | 39 |

2. Montaż ogrzewania podłogowego 41

| | |
|---|----|
| 2.1. Izolacja brzegowa | 41 |
| 2.2. Warstwa izolacyjna podłogi | 41 |
| 2.3. Folia polietylenowa | 42 |
| 2.4. Mocowanie przewodów | 42 |
| 2.5. Warstwa grzejna | 42 |
| 2.6. Dylatacja płyty grzewczej | 43 |
| 2.7. Warunki pracy ogrzewania podłogowego | 44 |
| 2.8. Rozdzielacze | 44 |
| 2.9. Charakterystyka rozdzielaczy z przepływomierzami | 45 |
| 2.10. Próba ciśnieniowa | 46 |
| 2.11. Rozruch ogrzewania podłogowego | 46 |
| 2.12. Dobór szafek podtynkowych i natynkowych | 47 |

3. Ogrzewanie podłogowe Wavin Tempower 48

| | |
|---|----|
| 3.1. Na czym polega unikalność systemu Wavin Tempower? | 48 |
| 3.2. Opis systemu Tempower Premium | 49 |
| 3.3. Rodzaje konstrukcji podłogi grzewczej Wavin Tempower | 50 |
| 3.4. Montaż | 51 |

4. Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych – instrukcja

montażu ogrzewania podłogowego Wavin 54

| | |
|--|----|
| 4.1. Etapy prac | 54 |
| 4.2. Opis poszczególnych etapów prac montażowych | 54 |

5. Zestawienie produktów – ogrzewanie podłogowe 65

| | |
|---------------------------------------|----|
| 5.1. System automatyki przewodowej | 71 |
| 5.2. System automatyki bezprzewodowej | 72 |

WW-10

1. System ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10 74

| | |
|--|----|
| 1.1. Elementy składowe | 74 |
| 1.2. Opis konstrukcji | 75 |
| 1.3. Łączenie sekcji w obwody grzewcze | 75 |
| 1.4. Montaż systemu | 76 |
| 1.5. Połączenia hydrauliczne instalacji | 76 |
| 1.6. Wydajność cieplna systemu WW-10 | 77 |
| 1.7. Połączenia systemowe, wytyczne montażowe | 79 |
| 1.8. Napełnienie wodą instalacji systemu WW-10 | 82 |
| 1.9. Próba ciśnieniowa WW-10 | 82 |

2. Zestawienie produktów 83

| | |
|---|----|
| 2.1. System ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10 | 83 |
| 2.2. System automatyki przewodowej | 88 |
| 2.3. System automatyki bezprzewodowej | 89 |

3. Automatyka ogrzewań płaszczyznowych 90

| | |
|--|----|
| 3.1. Automatyka sterująca przewodowa | 90 |
| 3.2. Elementy automatyki przewodowej | 91 |
| 3.3. Opis elementów systemu | 91 |
| 3.4. Automatyka sterująca bezprzewodowa | 93 |
| 3.5. Elementy systemu TP 80 | 93 |
| 3.6. Elementy systemu TP 100 (AHC 9000) | 95 |
| 3.7. Systemy regulacji dla małych powierzchni – do 12 m ² | 97 |
| 3.8. Zespoły pompowo-mieszające WUM | 98 |

WAVIN TIGRIS

1. Instalacje wodociągowe i grzejnikowe 101

| | |
|--|-----|
| 1.1. Wielowarstwowa rura zespolona PE-X/Al/PE-HD | 101 |
| 1.2. Dwa typy kształtek Wavin, przystosowane do wielowarstwowej rury PE-X/Al/PE-HD | 103 |

2. Ogólne wytyczne dotyczące montażu i składowania 105

| | |
|---|-----|
| 2.1. Składowanie i obróbka | 105 |
| 2.2. Negatywny wpływ promieniowania ultrafioletowego | 105 |
| 2.3. Przestrzeganie wytycznych montażowych dla złązek zaprasowywanych | 105 |
| 2.4. Uziemianie instalacji | 106 |
| 2.5. Temperatura montażu | 106 |
| 2.6. Uszczelnianie | 106 |
| 2.7. Kontakt z substancjami zawierającymi rozpuszczalniki | 106 |
| 2.8. Telefoniczny serwis techniczny | 106 |
| 2.9. Zaciskarka akumulatorowa i elektryczna | 106 |

3. Montaż 107

| | |
|---|-----|
| 3.1. Instrukcja montażu złązek Tigris K1 i Tigris M1 z rurą PE-X/Al/PE-HD i PE-RT/Al/PE | 107 |
| 3.2. Instrukcja montażu złączki przejściowej Tigris K1 na miedź | 108 |
| 3.3. Gięcie wielowarstwowych rur PE-X/Al/PE-HD i PE-RT/Al/PE | 109 |
| 3.4. Kalibratory w systemie Wavin Tigris | 109 |
| 3.5. Zaciskarki systemu Wavin Tigris | 110 |

4. Szczegółowe wskazówki dotyczące rozwiązań instalacji 111

| | |
|---|-----|
| 4.1. Ułożenie i zamocowanie rur | 111 |
| 4.2. Akcesoria styropianowe | 113 |
| 4.3. Kontrola poprawności zacisku kształtek K1/M1 | 113 |

5. Tabele doboru instalacji Wavin Tigris 114

| | |
|-----------------------------|-----|
| 5.1. Instalacje wody pitnej | 114 |
| 5.2. Instalacje grzewcze | 118 |

6. Zestawienie produktów 123

| | |
|--|-----|
| 6.1. Instalacje sanitarne i ogrzewanie grzejnikowe | 123 |
| 6.2. Asortyment dodatkowy | 130 |

WAVIN EKOPLASTIK

1. System Ekoplastik 137

| | |
|--|-----|
| 1.1. Zastosowanie poszczególnych rur Ekoplastik w zależności od rodzaju rury | 137 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| 2. Zastosowanie systemu Wavin Ekoplastik | 139 |
| 3. Podstawowe informacje o asortymencie | 139 |
| 4. Właściwości systemu Wavin Ekoplastik PP-R/PP-RCT | 141 |
| 4.1. Zalety | 141 |
| 4.2. Oznaczenie elementów systemu Wavin Ekoplastik | 141 |
| 4.3. Informacje o podstawowym materiale do produkcji systemu Wavin Ekoplastik | 141 |
| 4.4. Normy produkcyjne i testowe | 141 |
| 5. Właściwości medium w instalacji | 142 |
| 5.1. Podstawowe parametry wewnętrznych instalacji wodociągowych | 142 |
| 5.2. Podstawowe parametry instalacji grzewczych | 142 |
| 6. Możliwości prowadzenia instalacji Wavin Ekoplastik | 142 |
| 7. Instrukcja montażu | 143 |
| 7.1. Informacje ogólne | 143 |
| 7.2. Wydłużalność i kurczliwość | 144 |
| 7.3. Prowadzenie instalacji | 147 |
| 7.4. Połączenia w systemie | 148 |
| 7.5. Próba ciśnieniowa instalacji | 148 |
| 8. Składowanie i transport materiału | 149 |
| 9. Zgrzewanie polifuzyjne | 150 |
| 9.1. Niezbędne narzędzia | 150 |
| 9.2. Przygotowanie narzędzi | 150 |
| 9.3. Przygotowanie rur i kształtek do zgrzewania | 150 |
| 9.4. Proces zgrzewania | 151 |
| 10. Naprawy instalacji – zestaw naprawczy | 153 |
| 11. Dodatkowe odgałęzienia nasadowe – złączki siodłowe | 154 |
| 12. Wartości współczynnika strat miejscowych ζ dla kształtek systemu Wavin Ekoplastik | 155 |
| 13. Tabele strat ciśnienia | 156 |
| 14. Zestawienie produktów Wavin Ekoplastik | 174 |
| 14.1. Akcesoria | 185 |
| 15. Zestawienie produktów systemu Ekoplastik THERM (biały) | 190 |

WAVIN HEP₂O

| | |
|--|-----|
| 1. System HEP ₂ O | 198 |
| 1.1. System HEP ₂ O nowej generacji | 198 |
| 1.2. Wyjątkowe korzyści z zastosowania systemu nowej generacji | 198 |
| 1.3. Łatwiejsza instalacja i sprawdzone działanie | 199 |
| 1.4. Dopuszczenia | 200 |
| 2. Informacje podstawowe | 200 |
| 2.1. Rura polibutylenowa (PB) HEP ₂ O | 200 |
| 2.2. Cięcie rur HEP ₂ O | 202 |
| 2.3. Złączki HEP ₂ O | 203 |
| 2.4. Montaż połączeń z rur i złączek HEP ₂ O | 203 |
| 2.5. Prawidłowy montaż | 204 |
| 2.6. Łączenie rur miedzianych ze złączkami HEP ₂ O | 204 |
| 2.7. Sprawdzanie połączenia przy pomocy technologii rozpoznania połączenia In4Sure™ | 205 |
| 2.8. Demontaż połączeń przy użyciu systemu kluczy HepKey™ | 205 |
| 2.9. Wskazówki dotyczące bezproblemowej instalacji systemu HEP ₂ O | 207 |
| 2.10. Przenoszenie i przechowywanie | 208 |
| 2.11. Opakowania z kodem barwnym | 208 |
| 3. Inne połączenia | 209 |
| 3.1. Połączenia HEP ₂ O przylegające do połączeń lutowanych – miedzianych | 209 |
| 3.2. Łączenie z rurami pokrytymi chromem lub rurami ze stali nierdzewnej | 209 |
| 3.3. Łączenie z łącznikami mosiężnymi | 209 |
| 3.4. Łączenie ze wcześniejszymi systemami HEP ₂ O | 209 |
| 3.5. Łączenie złączek HEP ₂ O z rurami innych producentów | 209 |
| 3.6. Łączenie elementów systemu HEP ₂ O z rurami stalowymi i złączkami gwintowanymi | 209 |
| 3.7. Podłączanie elementów systemu HEP ₂ O do sprzętu AGD i armatury | 210 |
| 3.8. Zmiany w instalacji | 210 |
| 3.9. Zalecane zastosowania systemu HEP ₂ O | 210 |
| 3.10. Zastosowania, w których użycie systemu HEP ₂ O nie jest wskazane | 210 |

| | |
|---|-----|
| 4. Zastosowanie | 211 |
| 4.1. Układanie rur w belkach stropowych | 211 |
| 4.2. Belki stropowe z materiałów prefabrykowanych | 213 |
| 4.3. Trójniki i rozdzielacze | 213 |
| 4.4. Podłączanie pomp, zaworów itp. | 213 |
| 4.5. Mocowanie rur | 213 |
| 4.6. Minimalny promień łuków w rurach HEP ₂ O | 214 |
| 4.7. Instalacja przewodów rurowych | 214 |
| 4.8. Rury przechodzące przez ściany i posadzki | 215 |
| 5. Połączenia systemu HEP ₂ O w instalacjach | 216 |
| 5.1. Przyłącza grzejników | 216 |
| 5.2. Podłączanie rury HEP ₂ O do zbiorników wody i grzejników | 216 |
| 5.3. Podłączanie elementów systemu HEP ₂ O do urządzeń dodatkowych (pomp, zaworów itp.) | 216 |
| 5.4. Podłączanie kotłów i podgrzewaczy | 217 |
| 5.5. Rozdzielacze | 217 |
| 5.6. Elementy systemu HEP ₂ O w drewnianych i stalowych budynkach szkieletowych | 218 |
| 5.7. Porady ogólne | 218 |
| 6. Ważne informacje | 219 |
| 6.1. Instalacje recyrkulacyjne pracujące w trybie ciągłym (wtórna cyrkulacja wody gorącej/instalacje wodociągowe) | 219 |
| 6.2. Zamrażanie instalacji w celu wykonania jej modyfikacji | 219 |
| 6.3. Malowanie elementów systemu HEP ₂ O | 219 |
| 6.4. Użycie inhibitorów korozji | 219 |
| 6.5. Środki przeciwko zamarzaniu | 219 |
| 6.6. Bezpieczeństwo elektryczne | 219 |
| 6.7. Zabezpieczenie elementów drewnianych przed kornikami | 220 |
| 6.8. Uszczelnianie | 220 |
| 7. Środki ostrożności | 220 |
| 7.1. Instalacje zewnętrzne | 220 |
| 7.2. Gryzienie | 220 |
| 7.3. Chlor | 220 |
| 8. Próby | 220 |
| 8.1. Próba ciśnieniowa | 220 |
| 9. Zestawienia specjalne | 221 |
| 9.1. Łódzie | 221 |
| 9.2. Przyczepy kempingowe | 221 |
| 9.3. Stoiska targowe | 221 |
| 9.4. Rolnictwo i ogrodnictwo | 221 |
| 10. Analiza potencjalnych problemów | 221 |
| 10.1. Potencjalne problemy | 221 |
| 11. Zestawienie produktów systemu HEP ₂ O | 222 |

OFERTA PRODUKTÓW HEP₂O PAKOWANYCH POJEDYNCZO

| | |
|---|-----|
| 1. Zestawienie produktów systemu HEP ₂ O | 230 |
|---|-----|

WAVIN BOR^{PLUS}

| | |
|--|-----|
| 1. System BOR ^{PLUS} | 234 |
| 1.1. Charakterystyka systemu | 234 |
| 1.2. Zastosowanie | 236 |
| 1.3. Elementy systemu | 236 |
| 2. Montaż systemu BOR ^{PLUS} | 242 |
| 2.1. Mocowanie przewodów | 242 |
| 2.2. Wydłużenia i kompensacje w systemie BOR ^{PLUS} | 243 |
| 3. Technika łączenia | 245 |
| 3.1. Zgrzewanie | 245 |
| 3.2. Inne typy połączeń | 248 |

ZAŁĄCZNIK 1. JEDNOSTKOWE LINIOWE OPORY

| | |
|---|-----|
| PRZEPŁYWU DLA RUR SYSTEMU BOR ^{PLUS} | 249 |
|---|-----|

ZAŁĄCZNIK 2. WSPÓŁCZYNNIKI OPORÓW MIEJSCOWYCH DLA ELEMENTÓW SYSTEMU BOR^{PLUS}

| | |
|--|-----|
| | 275 |
|--|-----|

ZAŁĄCZNIK 3. ODPORNOŚĆ CHEMICZNA RUR I Kształtek z POLIPROPYLENU TYPU 3 NA WYBRANE ZWIĄZKI I PRODUKTY CHEMICZNE

| | |
|--|-----|
| | 276 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| 4. Zestawienie produktów | 281 |
| 4.1. System BOR ^{PLUS} – popielaty | 281 |
| 4.2. System BOR ^{PLUS} – biały | 290 |
| 4.3. Asortyment dodatkowy – BOR ^{PLUS} popielaty i BOR ^{PLUS} biały | 293 |

Wstęp

Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych Wavin to bogata oferta rur i kształtek z różnych materiałów, zapewniających najwyższe standardy bezpieczeństwa i higieny. Wavin oferuje systemy dla każdego rodzaju budynku, przeznaczone do budowy nowych instalacji, jak i do modernizacji już istniejących, w tym do

łączenia z instalacjami z materiałów tradycyjnych. Każdy system jest rozwiązaniem kompletnym i sprawdzonym, charakteryzuje się całkowitą odpornością na korozję, kilkudziesięcioletnią trwałością oraz wieloletnią gwarancją potwierdzającą wysoką jakość.

| SYSTEM | Wavin Tigris | Ekoplastik |
|--|--|---|
| Zastosowanie | <ul style="list-style-type: none"> – ciepła i zimna woda użytkowa – centralne ogrzewanie – ogrzewanie podłogowe | <ul style="list-style-type: none"> – ciepła i zimna woda użytkowa – centralne ogrzewanie – instalacje technologiczne (woda lodowa, sprężone powietrze) |
| Aplikacje | domy jednorodzinne, osiedla mieszkaniowe, budynki użyteczności publicznej, budynki wysokie i wysokościowe, hale przemysłowe i magazynowe, pomieszczenia socjalne, np. przy stadionach, stacjach benzynowych | domy jednorodzinne, osiedla mieszkaniowe, budynki użyteczności publicznej, budynki wysokie, hale przemysłowe, pomieszczenia socjalne, np. przy stadionach, stacjach benzynowych; system w kolorze białym przeznaczony do natynkowego prowadzenia w instalacjach nowych i modernizowanych |
| Materiał rur | PE-X/Al/PE-HD PE-RT/EVOH/PE-RT | PP-R PP-RCT |
| Elementy systemu | <ul style="list-style-type: none"> – rury PE-X/Al/PE-HD o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75 mm – rury 5-warstwowe PE-RT/EVOH/PE-RT do ogrzewania podłogowego 16 x 2,0 mm, w zwojach po 600 m – kształtki zaciskowe tworzywowe K1 i metalowe M1 o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75 mm – rozdzielacze do c.o. i ogrzewania podłogowego – automatyka sterująca ogrzewaniem podłogowym – akcesoria i narzędzia do montażu | <ul style="list-style-type: none"> – rury z PP-R jednorodne PN 10, PN 16 i PN 20*** o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125 mm – rury z PP-RCT jednorodne EVO o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125 mm – rury z PP-RCT Stabi PLUS stabilizowane aluminium nieperforowanym o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 mm i aluminium perforowanym o średnicach: 75, 90 i 110 mm – rury z PP-RCT THERM w kolorze białym stabilizowane nieperforowaną wkładką aluminiową w zakresie średnic: 20, 25, 32, 40 mm – rury z PP-RCT stabilizowane włóknem bazaltowym FIBER BASALT PLUS o średnicach: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125 mm oraz rury w kolorze białym w średnicach 20, 25, 32 i 40 mm – kształtki PP – kształtki PP z gwintami – kształtki kołnierzowe – zawory PP kulowe i grzybkowe – kształtki PP w kolorze białym – akcesoria i narzędzia do montażu |
| Sposób montażu | zaczyskanie (zaprasowywanie) | zgrzewanie polifuzyjne, zaczyskanie (zaprasowywanie) |
| Możliwość łączenia z innymi materiałami | tak – poprzez kształtki gwintowane | tak – poprzez kształtki gwintowane i kołnierzowe |
| Maks. temperatura pracy | 95°C (w pracy stałej) i 110°C (awaryjnej) dla rur PE-X/Al/PE-HD | woda zimna – 20°C woda ciepła – 60°C (odporny na dezynfekcję termiczną) centralne ogrzewanie – 80°C |
| Maks. ciśnienie robocze | 10 barów | ciepła i zimna woda – 10 barów centralne ogrzewanie – 6/8 barów |
| Możliwość betonowania kształtek | tak (zabezpieczenie przed bezpośrednim działaniem betonu) | tak (zabezpieczenie przed bezpośrednim działaniem betonu) |
| Gwarancja | 10 lat | 10 lat |
| Normy, aprobaty i atesty | zgodność wyrobów z normami i aprobatami; posiada dopuszczenie do instalacji wody pitnej (atest PZH) | zgodność wyrobów z normami i aprobatami; posiada dopuszczenie do instalacji wody pitnej (atest PZH) |

* Kształtki umożliwiające ponowne rozłączenie z rurą za pomocą specjalnego klucza do demontażu. Kształtki można wykorzystać ponownie.

** Kształtki wykonane są w klasie ciśnieniowej PN 25, co zwiększa ich wytrzymałość i żywotność, uwzględniając zjawisko uderzeń hydraulicznych (np. w instalacjach wodociągowych).

*** Rury PP-R PN 20 w średnicach 75, 90, 110 i 125 mm zastąpiono rurami jednorodnymi z PP-RCT.

| Hep ₂ 0 | BOR ^{plus} |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – ciepła i zimna woda użytkowa – centralne ogrzewanie – ogrzewanie podłogowe | <ul style="list-style-type: none"> – ciepła i zimna woda użytkowa – centralne ogrzewanie – instalacje technologiczne (woda lodowa, sprężone powietrze) |
| <ul style="list-style-type: none"> – w małych i średnich budynkach jako kompletna instalacja – w dużych budynkach jako instalacja rozprowadzająca w połączeniu z innymi systemami Wavin – niestandardowe i specjalistyczne aplikacje, np. przemysł samochodowy | osiedla mieszkaniowe, budynki użyteczności publicznej, budynki wysokie, hale przemysłowe, pomieszczenia socjalne, np. przy stadionach, stacjach benzynowych; system w kolorze białym przeznaczony do natynkowego prowadzenia w instalacjach nowych i modernizowanych |
| PB | PP-R PP-RCT |
| <ul style="list-style-type: none"> – rury sanitarne z PB do wody użytkowej STANDARD o średnicach: 15, 22, 28 mm – rury z PB/EVOH do centralnego ogrzewania BARRIER o średnicach: 10, 15, 22, 28 mm – rury z PB/EVOH do ogrzewania podłogowego BARRIER o średnicy 16 mm – kształtki PB o średnicach: 10, 15, 16, 22 i 28 mm* | <ul style="list-style-type: none"> – rury z PP-R jednorodne PN 10, PN 16 i PN 20*** o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125 mm – rury z PP-RCT jednorodne EVO o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125 mm – rury z PP-RCT Stabi PLUS stabilizowane aluminium nieperforowanym o średnicach: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 mm i aluminium perforowanym o średnicach: 75, 90, 110 mm – rury z PP-RCT w kolorze białym stabilizowane nieperforowaną wkładką aluminiową o zakresie średnic: 20, 25, 32, 40 mm – rury z PP-RCT stabilizowane włóknem bazaltowym ULTRA BOR^{plus} o średnicach: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 i 125 mm – kształtki PP** – kształtki PP z gwintami** – kształtki kołnierzowe – zawory PP kulowe i grzybkowe – kształtki PP w kolorze białym – akcesoria i narzędzia do montażu |
| na wcisk | zgrzewanie polifuzyjne |
| tak – poprzez kształtki gwintowane, a z rurami miedzianymi bezpośrednio | tak – poprzez kształtki gwintowane i kołnierzowe |
| ciepła woda – 80°C centralne ogrzewanie – 90°C ogrzewanie podłogowe – 70°C | woda zimna – 20°C woda ciepła – 60°C (odporny na dezynfekcję termiczną) centralne ogrzewanie – 80°C |
| ciepła i zimna woda – 10 barów centralne ogrzewanie – 6 barów ogrzewanie podłogowe – 3 bary | ciepła i zimna woda – 10 barów centralne ogrzewanie – 6/8 barów |
| tak (zabezpieczenie przed bezpośrednim działaniem betonu) | tak (zabezpieczenie przed bezpośrednim działaniem betonu) |
| 10 lat | 10 lat |
| zgodność wyrobów z normami i aprobatami; posiada dopuszczenie do instalacji wody pitnej (atest PZH) | zgodność wyrobów z normami i aprobatami; posiada dopuszczenie do instalacji wody pitnej (atest PZH) |

1. Projektowanie instalacji wodnych i grzewczych

1.1. Przepływ obliczeniowy w instalacjach wodociągowych

Przepływ obliczeniowy, charakterystyczny dla każdego odcinka obliczeniowego, wyznacza się na podstawie liczby punktów czerpalnych oraz po uwzględnieniu niejednoczesności poboru

wody. Dla każdego punktu czerpalnego oraz obiektu są określone normatywny wypływ wody oraz wymagane ciśnienie, które powinno być zapewnione przed tym punktem.

Tablica 1.1. Wzory do określania przepływów obliczeniowych w instalacjach wodociągowych dla różnych budynków* (wg DIN 1988, część 3)

| Rodzaj punktu | Wymagane | Uwagi |
|-----------------------------------|--|--|
| Budynki mieszkalne | $q = 0,682 (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$ | dla $0,07 \Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| | $q = 1,7 (\Sigma q_n)^{0,21} - 0,7$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n \geq 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| Budynki biurowe i administracyjne | $q = 0,682 (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$ | dla $\Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| | $q = 0,4 (\Sigma q_n)^{0,54} + 0,48$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| Hotele i domy towarowe | $q = (\Sigma q_n)^{0,366}$ | dla punktów czerpalnych o $q_n > 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz w obszarze $1 < \Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| | $q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$ | dla punktów czerpalnych o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz w obszarze $0,1 < \Sigma q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| | $q = 1,08 (\Sigma q_n)^{0,5} - 1,82$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (dla hoteli) |
| | $q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (dla domów towarowych) |
| Szpitale | $q = 0,698 (\Sigma q_n)^{0,5} - 0,12$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| | $q = 0,25 (\Sigma q_n)^{0,65} + 1,25$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |
| Szkoły | $q = 4,4 (\Sigma q_n)^{0,27} - 3,41$ | dla $1,5 < \Sigma q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ dla $\Sigma q_n \leq 1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, $q = \Sigma q_n$ |
| | $q = -22,5 (\Sigma q_n)^{-0,5} - 11,5$ | dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ |

Objaśnienia:

q_n – normatywny wypływ z punktów czerpalnych [dm^3/s],
 Σq_n – suma wszystkich normatywnych wypływów z punktów czerpalnych obsługiwanych przez wymiarowany odcinek instalacji [dm^3/s],
 q – przepływ obliczeniowy [dm^3/s].

Normatywne wypływy z punktów czerpalnych przedstawia tablica 1.2, natomiast przepływy obliczeniowe wody wyznaczone na podstawie wzorów dla budynków mieszkalnych przedstawia tablica 1.3.

* Dla instalacji wodociągowych w obiektach innych niż wymienione należy dobrać wzór do ustalenia przepływu obliczeniowego przez analogię do sposobu korzystania z instalacji przez użytkowników.

Tablica 1.2. Normatywne wypływy wody z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienia przed punktem czerpalnym (wg PN-0B-01706)

| Rodzaj punktu czerpalnego | | Wymagane ciśnienie [MPa] | Normatywny wypływ wody | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | | | mieszanej ¹⁾ | | tylko zimnej lub ciepłej |
| | | | zimna q_{z} [dm ³ /s] | ciepła q_{c} [dm ³ /s] | q_{z} [dm ³ /s] |
| Zawór czerpalny | | | | | |
| bez perlatora ²⁾ | ... DN 154) | 0,05 | | | 0,3 |
| | ... DN 20 | 0,05 | | | 0,5 |
| | ... DN 25 | 0,05 | | | 1,0 |
| z perlatozem | ... DN 10 | 0,10 | | | 0,15 |
| | ... DN 15 | 0,10 | | | 0,15 |
| Głowica natrysku | ... DN 15 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,20 |
| Płuczka | ... DN 15 | 0,12 | | | 0,70 |
| | ... DN 20 | 0,12 | | | 1,00 |
| | ... DN 25 | 0,04 | | | 1,00 |
| Zawór sputujący do pisuarów | ... DN 15 | 0,10 | | | 0,30 |
| Zmywarka do naczyń (domowa) | ... DN 15 | 0,10 | | | 0,15 |
| Pralka automatyczna (domowa) | ... DN 15 | 0,10 | | | 0,25 |
| Baterie czerpalne | | | | | |
| dla natrysków | ... DN 15 | 0,10 | 0,15 | 0,15 | |
| dla wanien | ... DN 15 | 0,10 | 0,15 | 0,15 | |
| dla zlewozmywaków | ... DN 15 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | |
| dla umywalek | ... DN 15 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | |
| dla wanien do siedzenia | ... DN 15 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | |
| Bateria czerpalna z mieszalnikiem | ... DN 20 | 0,10 | 0,30 | 0,30 | |
| Płuczka zbiornikowa | ... DN 15 | 0,05 | | | 0,13 |
| Wannik elektryczny ³⁾ | ... DN 15 | 0,10 | | | 0,10 |

Objaśnienia:

¹⁾ Woda zimna $T_z = 15^\circ\text{C}$, ciepła $T_c = 55^\circ\text{C}$.

²⁾ Jeżeli zawór z węzłem $L < 10$ m, to ciśnienie = 0,15 MPa.

³⁾ Przy całkowicie otwartej śrubie dławiącej.

⁴⁾ DN – średnica nominalna punktu czerpalnego [mm].

Tablica 1.3. Sumaryczne normatywne wypływy z punktów czerpalnych i przepływy obliczeniowe (wg PN-B-01706)

| λq_n dla armatury | | q [dm ³ /s] | λq_n [dm ³ /s] | q [dm ³ /s] | λq_n [dm ³ /s] | q [dm ³ /s] |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| $q_n < 0,5$ [dm ³ /s] | $q_n \geq 0,5$ [dm ³ /s] | | | | | |
| 0,06 | | 0,05 | 21,89 | 2,55 | 331 | 5,05 |
| 0,10 | | 0,10 | 23,54 | 2,60 | 345 | 5,10 |
| 0,15 | | 0,15 | 25,28 | 2,65 | 360 | 5,15 |
| 0,21 | | 0,20 | 27,13 | 2,70 | 374 | 5,20 |
| 0,29 | | 0,25 | 29,08 | 2,75 | 390 | 5,25 |
| 0,38 | | 0,30 | 31,15 | 2,80 | 406 | 5,30 |
| 0,48 | | 0,35 | 33,32 | 2,85 | 422 | 5,35 |
| 0,60 | | 0,40 | 35,62 | 2,90 | 439 | 5,40 |
| 0,72 | | 0,45 | 38,04 | 2,95 | 456 | 5,45 |
| 0,87 | 0,50 | 0,50 | 40,58 | 3,00 | 474 | 5,50 |
| 1,03 | 0,55 | 0,55 | 43,26 | 3,05 | 493 | 5,55 |
| 1,20 | 0,60 | 0,60 | 46,08 | 3,10 | 512 | 5,60 |
| 1,39 | 0,65 | 0,65 | 49,04 | 3,15 | | |
| 1,59 | 0,70 | 0,70 | 52,15 | 3,20 | | |
| 1,81 | 0,75 | 0,75 | 55,41 | 3,25 | | |
| 2,04 | 0,80 | 0,80 | 58,83 | 3,30 | | |
| 2,29 | 0,85 | 0,85 | 62,41 | 3,35 | | |
| 2,55 | 0,90 | 0,90 | 66,17 | 3,40 | | |
| 2,83 | 0,95 | 0,95 | 70,10 | 3,45 | | |
| 3,13 | 1,00 | 1,00 | 74,21 | 3,50 | | |
| 3,45 | 1,15 | 1,05 | 78,51 | 3,55 | | |
| 3,78 | 1,31 | 1,10 | 83,01 | 3,60 | | |
| 4,12 | 1,50 | 1,15 | 87,84 | 3,65 | | |
| 4,49 | 1,70 | 1,20 | 92,62 | 3,70 | | |
| 4,87 | 1,92 | 1,25 | 97,74 | 3,75 | | |
| 5,26 | 2,17 | 1,30 | 103,08 | 3,80 | | |
| 5,68 | 2,44 | 1,35 | 108,65 | 3,85 | | |
| 6,11 | 2,74 | 1,40 | 114,45 | 3,90 | | |
| 6,56 | 3,06 | 1,45 | 120,50 | 3,95 | | |
| 7,03 | 3,41 | 1,50 | 126,79 | 4,00 | | |
| 7,51 | 3,80 | 1,55 | 133 | 4,05 | | |
| 8,02 | 4,22 | 1,60 | 140 | 4,10 | | |
| 8,54 | 4,67 | 1,65 | 147 | 4,15 | | |
| 9,08 | 5,17 | 1,70 | 155 | 4,20 | | |
| 9,63 | 5,70 | 1,75 | 162 | 4,25 | | |
| 10,21 | 6,27 | 1,80 | 170 | 4,30 | | |
| 10,80 | 6,89 | 1,85 | 178 | 4,35 | | |
| 11,41 | 7,56 | 1,90 | 187 | 4,40 | | |
| 12,04 | 8,28 | 1,95 | 196 | 4,45 | | |
| 12,69 | 9,05 | 2,00 | 205 | 4,50 | | |
| 13,36 | 9,88 | 2,05 | 215 | 4,55 | | |
| 14,05 | 10,76 | 2,10 | 225 | 4,60 | | |
| 14,76 | 11,84 | 2,15 | 235 | 4,65 | | |
| 15,48 | 12,72 | 2,20 | 246 | 4,70 | | |
| 16,23 | 13,80 | 2,25 | 257 | 4,75 | | |
| 16,99 | 14,95 | 2,30 | 268 | 4,80 | | |
| 17,78 | 16,17 | 2,35 | 280 | 4,85 | | |
| 18,58 | 17,48 | 2,40 | 292 | 4,90 | | |
| 19,40 | 18,86 | 2,45 | 305 | 4,95 | | |
| 20,24 | 20,33 | 2,50 | 318 | 5,00 | | |

1.2. Prędkość przepływu

Do wymiarowania przewodów pod ciśnieniem, wykonanych z elementów systemów instalacyjnych Wavin, zaleca się przyjmować następujące maksymalne prędkości przepływu:

- ⊕ instalacje wodne:
 - a) w połączeniach od pionu do punktów czerpalnych 2,0 m/s,
 - b) w pionach 2,0 m/s,
 - c) w przewodach rozdzielczych 1,5 m/s,
 - d) w połączeniach wodociągowych (domowych) 1,5 m/s,
- ⊕ instalacje c.o. – dla instalacji centralnego ogrzewania, ze względu na opory przepływu, zalecany zakres prędkości wynosi od 0,2 do 1,0 m/s.

1.3. Opory liniowe

Obliczenie liniowych strat ciśnienia dla poszczególnych odcinków obliczeniowych należy wykonać, korzystając ze wzoru Darcy'ego-Weisbacha:

$$\Delta h_l = R \cdot L = \lambda \cdot \frac{L}{D_w} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

- Δh_l – wysokość liniowych strat ciśnienia [m H₂O]¹⁾,
- R – jednostkowa wysokość liniowych strat ciśnienia [hPa/m], [%]²⁾,
- λ – współczynnik oporów liniowych [-],
- L – długość odcinka obliczeniowego [m],
- D_w – średnica wewnętrzna przewodu [m],
- v – średnia prędkość przepływu na odcinku [m/s],
- g – przyspieszenie ziemskie [m/s²].

1.4. Opory miejscowe

Obliczenie miejscowych strat ciśnienia wywołanych obecnością w projektowanej instalacji kształtek, łączników i armatury należy wykonać, korzystając ze wzoru Darcy'ego-Weisbacha:

$$\Delta h_m = \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

- Δh_m – wysokość miejscowych strat ciśnienia [m H₂O]¹⁾,
- λ – współczynnik oporów miejscowych [-],
- v – średnia prędkość przepływu na odcinku [m/s],
- g – przyspieszenie ziemskie [m/s²].

1.5. Całkowity spadek ciśnienia. Przepływ masowy – strumień masy

Spadki przewodów powinny być dobrane w sposób zapewniający możliwość odpowietrzenia i opróżnienia instalacji.

W określonych przypadkach dopuszcza się przyjmowanie wyższych wartości prędkości przepływu pod warunkiem zabezpieczenia instalacji przed możliwością powstawania hałasów i drgań. Poziom dźwięków generowanych przez instalację nie powinien przekraczać dopuszczalnych wartości określonych w normie PN-87/B02151/0261²⁾.

Należy pamiętać o tym, że przy zwiększeniu prędkości w instalacjach rosną również liniowe opory jednostkowe – które należy uwzględnić w obliczeniach.

Wartość współczynnika λ należy obliczyć, posługując się wzorem Colebrooka-White'a i przyjmując wartość współczynnika chropowatości bezwzględnej k dla odpowiednich typów rur systemów Wavin. W celu ułatwienia obliczania liniowych strat ciśnienia wartości współczynników chropowatości k należy przyjmować dla rur PP-R, PP-RCT, PE-X/Al/PE-HD, PE-RT/Al/PE czy PB na poziomie 0,007 mm. W załączniku 2 (tablice od 1 do 7) zestawiono jednostkowe straty ciśnienia R dla różnych przepływów i średnic przewodów oraz typowych temperatur obliczeniowych – w części poświęconej danemu systemowi instalacyjnemu.

Wartość współczynnika λ dla kształtek i łączników należy odczytać z odpowiednich tabel danego systemu. Wartości współczynników oporów miejscowych zostały opracowane na podstawie literatury technicznej oraz własnych badań i obliczeń.

Wartości λ dla armatury i innego uzbrojenia wodociągowego są podawane przez producentów odpowiednich urządzeń lub znajdują się w normie PN-M-34034.

²⁾ PN-87/B-02151/02. Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.

¹⁾ Wysokość straty ciśnienia wyrażona w metrach słupa H₂O (patrz: Załącznik 1. Pomoce do obliczeń).

²⁾ Jednostkowa wysokość straty ciśnienia równej 1 hPa/m jest równoważna spadkowi hydraulicznemu wyrażonemu w %.

Całkowity spadek ciśnienia

$$\Delta p_{\text{całk}} = R \cdot l + Z + \Delta p_v \text{ [Pa]}$$

R = jednostkowy, liniowy spadek ciśnienia w rurociągu [Pa/m]

l = długość rury [m]

Z = suma oporów miejscowych [Pa]

Δp_v = spadek ciśnienia na zaworze grzejnika [Pa]

Przepływ masowy – strumień masy

$$m = \frac{Q_{HK}}{\Delta t \cdot c}$$

Q_{HK} = moc cieplna [W]

Δt = różnica temperatur: zasilanie/powrót [K]

C = pojemność cieplna wody

= (1,163 Wh/kg · K)

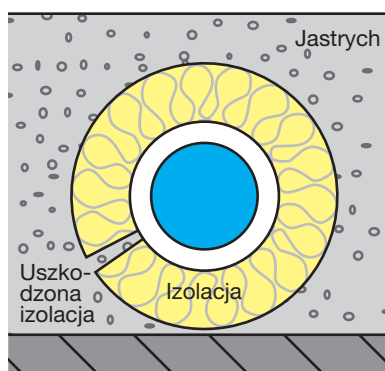
Do ustalenia strat spowodowanych oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris można użyć tabel zamieszczonych na następnych stronach. W przypadku wyboru różnicy temperatur: zasilanie/powrót wynoszącej 10, 15 lub 20 K można tu bezpośrednio ustalić odpowiednio spadek ciśnienia w Pa/m oraz prędkość przy wybranej średnicy rury.

1.6. Spadki przewodów

Spadki przewodów powinny być dobrane w sposób zapewniający możliwość odpowietrzenia i opróżnienia instalacji.

1.7. Rury w konstrukcji podłogi

Ponieważ w obrębie izolacji rury mogą się przemieszczać osiowo bez dużych oporów, zmiany długości zostają skompensowane. Zmiany kierunku pod kątem prostym w warstwie izolacyjnej należy rozmieścić tak, aby występujące zmiany długości danych odcinków cząstkowych były kompensowane przez grubość izolacji na łuku.



Przenoszenie dźwięku materiałowego i straty ciepła na skutek uszkodzonej izolacji rury.

Systemy rur instalacyjnych Wavin, ułożone już w podłodze, niejednokrotnie narażone są w fazie budowy na oddziaływanie rusztowań, drabin i innych przedmiotów. Należy bezwzględnie unikać uszkodzenia rur i złączy, jak również izolacji. Z tego względu przed ułożeniem dalszej konstrukcji podłogi należy dokonać sprawdzenia całego systemu

pod kątem ewentualnych uszkodzeń. Jeżeli takie się znajdują, to powinny zostać bezwzględnie naprawione, aby uniknąć zmniejszenia izolacji termicznej i dźwiękowej.

Szkody w jastrychu wywołane są często przez kilka ciągów rur ułożonych pod płytą jastrychową. Dlatego podczas układania ciągów rur w konstrukcji podłogi należy przestrzegać następujących zasad:

- ⦿ przewody rurowe należy izolować cieplnie i akustycznie,
- ⦿ należy izolować akustycznie mocowania rur,
- ⦿ nie zaleca się krzyżowania rur,
- ⦿ rury najlepiej układać równolegle do ścian,
- ⦿ do przyległych ścian należy wprowadzać rury pod kątem prostym,
- ⦿ maksymalna szerokość ciągów rur powinna wynosić 120 mm,
- ⦿ minimalny odstęp pomiędzy przewodami rurowymi a ścianami w korytarzach powinien wynosić 200 mm, zaś w strefie mieszkalnej 500 mm,
- ⦿ przez szczeliny dylatacyjne jastrychu rury powinno się prowadzić w rurach typu peszel lub stosować izolację o grubości 6 mm.

1.8. Przewody rurowe ułożone podtynkowo

W zależności od konstrukcji ściany i wytrzymałości muru istnieje niebezpieczeństwo, że siły rozszerzalności bezpośrednio zatynkowanej rury uszkodzą ścianę. Z tego względu rury pod tynkiem powinny być instalowane z izolacją. Izolacja rury musi być w stanie przejść oczekiwane zmiany długości uwarunkowane termicznie i być zgodna z obowiązującymi przepisami dotyczącymi

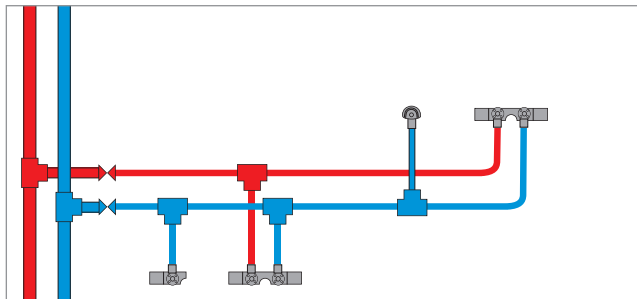
izolacji termicznej instalacji. Zasadniczo należy odpowiednimi środkami, takimi jak izolacja, zapobiegać bezpośredniemu zetknięciu ułożonych pod tynkiem instalacji, a zwłaszcza złączy, z bryłą budynku (murem, gipsem, cementem, jastrychem, klejem do płytek).

1.9. Swobodnie ułożone przewody rurowe

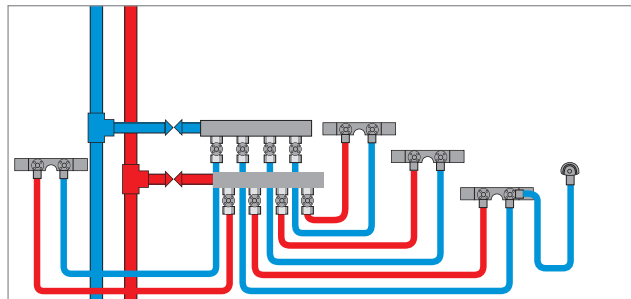
Swobodnie ułożone przewody rurowe (np. przewody piwniczne, pionowe instalacyjne itd.) mocowane są w zależności od warunków budowlanych oraz uznanych zasad technicznych. Termiczne zmiany długości należy uwzględnić w razie potrzeby poprzez

rozmieszczenie ramion kompensacyjnych w połączeniu z punktami stałymi i przesuwными.

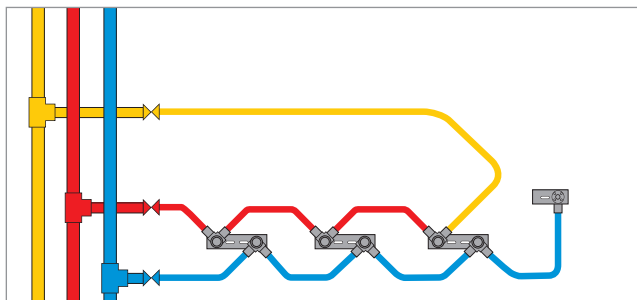
1.10. Przykładowe rozwiązania instalacji ciepłej i zimnej wody



Przykład 1. Układ tradycyjny z zastosowaniem szerokiego zakresu kształtek Wavin.



Przykład 2. Układ rozdzielaczowy, brak połączeń w podłodze.



Przykład 3. Instalacja ciepłej i zimnej wody użytkowej wraz z cyrkulacją.

1.11. Rozwiązania instalacji grzewczej

1.11.1. Klasyczna instalacja dwururowa

Wariant standardowy – znany i sprawdzony

Ze względu na całkowitą długość rur w instalacji występują straty ciśnienia. Dlatego podczas liczenia strat ciśnienia, które nie powinny wynosić więcej niż 100–200 Pa/m, należy uwzględnić dodatkowe opory, np. na armaturze.

Zalety:

- ⊕ komfort cieplny – jednakowa temperatura we wszystkich grzejnikach,
- ⊕ uznany pod względem kosztów ogrzewania,
- ⊕ idealny do stosowania w budynkach remontowanych,
- ⊕ nadaje się do prowadzenia w maskujących listwach przypodłogowych.

1.11.2. Ogrzewanie dwururowe rozdzielaczowe

System bezpośrednich połączeń grzejnika z rozdzielaczem – optymalny montaż i komfort.

Zalety:

- ⊕ brak połączeń w obszarze podłogi,
- ⊕ każdy przewód doprowadzający do grzejnika jest niezależny,

- ⊕ brak cyrkulacji wody w rurach (strat energii) w przypadku niepracującego grzejnika.

1.11.3. Ogrzewanie jednorurowe

Wariant oszczędny – szybko i niedrogo

Ze względu na całkowitą długość rur w instalacji występują straty ciśnienia. Dlatego podczas liczenia strat ciśnienia, które nie powinny wynosić więcej niż 100–200 Pa/m, należy uwzględnić dodatkowe opory (odgałęzienia bądź wartości współczynników oporów miejscowych z zaworów).

Zalety:

- ⊕ brak połączeń w obszarze podłogi,
- ⊕ możliwość bardzo szybkiego ułożenia,
- ⊕ rura o jednej średnicy w całej instalacji.

1.12. Przykładowe sposoby podłączeń grzejników

Systemy Wavin oferują różnorodne możliwości podłączenia dostępnych grzejników kompaktowych i zaworowych w systemie

jedno- i dwururowym. Poniższe rysunki przedstawiają najczęściej stosowane warianty podłączenia.

Grzejniki zasilane bocznie



Rys. 4. Podłączenia rur ze ściany przy grzejniku z podłączeniem bocznym.

Grzejniki zasilane od dołu



Rys. 5. Podłączenie rur ze ściany przy grzejniku z podłączeniem dolnym.



Rys. 6. Podłączenie rur z podłogi przy grzejniku z zasilaniem dolnym.

1.13. Parametry robocze instalacji Wavin

Jako parametry robocze przyjmuje się maksymalne ciśnienie robocze, temperaturę i żywotność oraz powiązania między nimi. Parametry robocze wynikają z izoterm wytrzymałości materiału, która przedstawia zależność temperatury medium, żywotność rury oraz naprężenia w rurze. Dla poszczególnych typów rur wartości naprężenia zostały przeliczone na ciśnienia robocze. W celu oceny rur pod względem żywotności można odczytać wartości z tabel lub wykorzystać dostępne izotermie (w zależności od typu rury).

1.13.1. Ocena żywotności rur

Do oceny konieczna jest znajomość:

- ⊕ maksymalnej temperatury wody [°C],
- ⊕ maksymalnego ciśnienia roboczego [MPa],
- ⊕ zewnętrznej średnicy zastosowanej rury [mm],
- ⊕ grubości ścianki zastosowanej rury [mm],
- ⊕ współczynnika bezpieczeństwa $k = 1,5$,
- ⊕ długości sezonu grzewczego w roku [miesiące] – okres ogrzewania.

Do obliczenia żywotności z izotermie należy stwierdzić obliczeniowe naprężenie w ścianie rury:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s} \cdot k \text{ [MPa]}$$

| Symbol | Parametr |
|------------|-----------------------------------|
| σ_v | obliczeniowe naprężenie [MPa] |
| D | zewnętrzna średnica rury [mm] |
| s | grubość ścianki rury [mm] |
| p | maksymalne ciśnienie [MPa] |
| k | współczynnik bezpieczeństwa = 1,5 |

Przeliczenie: 1 MPa = 10 barów.

Uzyskaną wartość obliczeniowego naprężenia znajdujemy na osi pionowej wykresu.

Określamy punkt przecięcia tej wartości (pozioma linia prosta) z izotermą maksymalnej temperatury wody (linia skośna).

Z punktu przecięcia prowadzimy linię prostopadłą w kierunku osi poziomej, na której odczytamy minimalną żywotność rurociągu przy ciągłej eksploatacji.

Jeśli chodzi o układ grzewczy, to żywotność należy przeliczyć, uwzględniając długość sezonu grzewczego.

Obliczanie maksymalnego ciśnienia dla danej średnicy rury z wykorzystaniem izoterm:

$$p = \frac{\sigma_v \cdot 2 \cdot s}{(D - s) \cdot k} \text{ [MPa]}$$

Przykładowe izotermie dla systemów znajdują się w rozdziale 3: *Trwałość instalacji*.

1.14. Przykład określenia żywotności rur PP-R/PP-RCT w systemie Wavin Ekoplastik i BOR^{plus}

Dane wejściowe – ogrzewanie

| Parametr | Wartość |
|-----------------------------|-------------------|
| Zastosowane rury | PPR S 2,5 (PN 20) |
| Maks. temperatura wody | 80°C |
| Maks. ciśnienie robocze | 0,22 MPa |
| Długość sezonu grzewczego | 7 mies. |
| Współczynnik bezpieczeństwa | 1,5 |

Minimalna żywotność przy ciągłym ogrzewaniu (odczytano z wykresu PP-R dla izotermi 80°C) wynosi 25 lat.

$$\sigma_v = \frac{0,22 \cdot (20 - 3,4)}{2 \cdot 3,4} \cdot 1,5 = 0,80 \text{ MPa}$$

Końcowa zakładana żywotność przy uwzględnieniu długości sezonu grzewczego:

$$25 \text{ lat} \cdot \frac{12 \text{ miesięcy}}{7 \text{ miesięcy}} = 43 \text{ lata}$$

Zmiany w instalacji grzewczej wpływające na żywotność instalacji

Jeśli wynik otrzymany po dokonaniu szacunku jest nieodpowiedni, można wprowadzić następujące zmiany:

- 1/ obniżyć maksymalne ciśnienie robocze – należy przeprowadzić nowe obliczenie dla instalacji grzewczej oraz nową ocenę żywotności; żywotność się wydłuży;
- 2/ obniżyć maksymalną temperaturę roboczą wody grzewczej – należy przeprowadzić nowe obliczenie dla instalacji grzewczej oraz nową ocenę żywotności; żywotność znacząco się wydłuży.

1.15. Kompensacja wydłużeń termicznych

1.15.1. Rozszerzalność liniowa przewodów

Podczas montażu instalacji należy brać pod uwagę wydłużenia termiczne rur, będące konsekwencją zmieniającej się temperatury czynnika płynącego w instalacji.

Zjawisko to należy uwzględnić w czasie montażu instalacji poprzez budowę kompensatorów lub wykorzystanie innych metod rozwiązyjących w sposób alternatywny ten problem.

1.15.2. Podstawowe pojęcia dotyczące wydłużeń

Wielkość wydłużenia przewodu

Można ją określić z następującego wzoru:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

gdzie:

ΔL – wydłużenie odcinka przewodu [mm],

α – współczynnik rozszerzalności liniowej [mm/m · K],

L – początkowa długość przewodu [m],

ΔT – różnica temperatur: początkowej i końcowej [°C].

Mocowanie przewodów

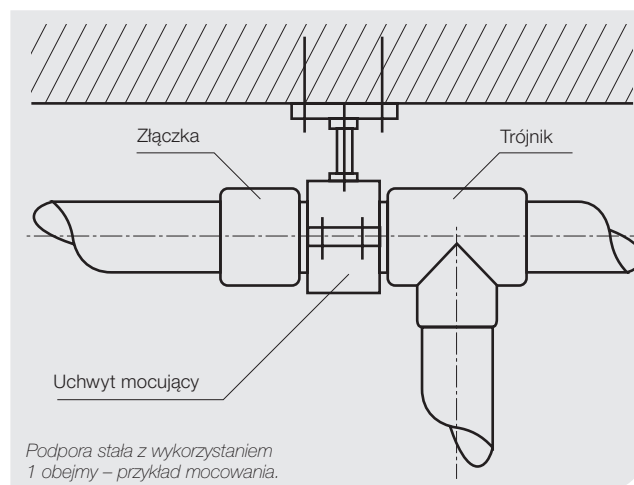
Instalacje powinny być kotwione do przegród budowlanych z zastosowaniem obejm zapewniających możliwość swobodnego przesuwania się rury w ich wnętrzu.

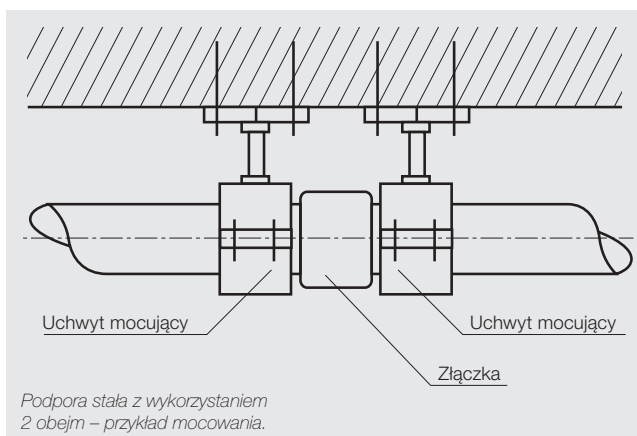
Zasady mocowania przewodów do konstrukcji budowlanych, wraz z wymaganymi rozstawami podpór na odcinkach poziomych, podano w tablicach dotyczących poszczególnych systemów. Dla pionów instalacyjnych odległości pomiędzy podporami można zwiększyć o około 30%.

Podpora stała – ciasno pasowany układ dwóch złączek blokujących uchwyt mocujący, który ogranicza ruchy osiowe przewodu, służy odpowiedniemu podziałowi instalacji na odcinki podlegające osobnym wydłużeniom (wydłużenie termiczne nie przenosi się poza podporę stałą). Rozstaw podpór stałych wynika z potrzeb umożliwienia odpowiedniej kompensacji przewodów. Ponadto montaż podpór stałych jest obowiązkowy w następujących wypadkach:

- przy punktach czerpalnych,
- przed i za instalowaną na przewodzie armaturą lub dodatkowym uzbrojeniem (filtry, wodomierze, osadniki itp.).

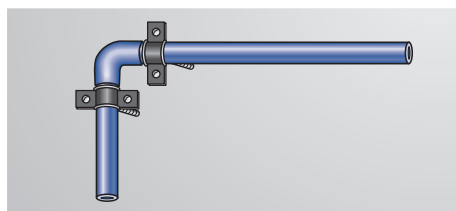
Podpora stała może być wykonana jako zestaw dwóch obejm znajdujących się przy kształtce. To rozwiązanie zalecane jest dla większych średnic instalacji, np. powyżej rurociągów o średnicy 50 mm.



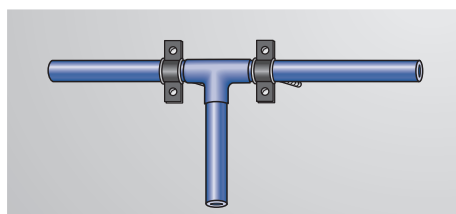


1.16. Mocowanie rur

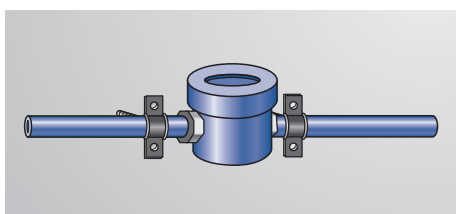
Przy prowadzeniu instalacji rurowej należy uwzględnić materiał, z jakiego jest wykonana instalacja, tzn. przede wszystkim jego wydłużalność liniową, konieczność kompensacji, określone warunki robocze (kombinacja temperatury i ciśnienia) oraz sposób łączenia.



Przy zmianie kierunku instalacji.

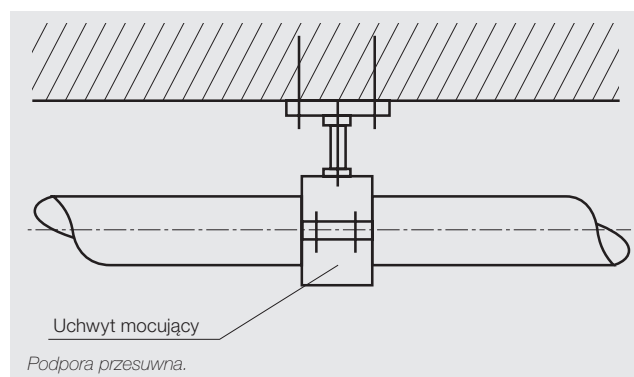


W miejscu rozgałęzienia.



W miejscu montażu armatury na instalacji.

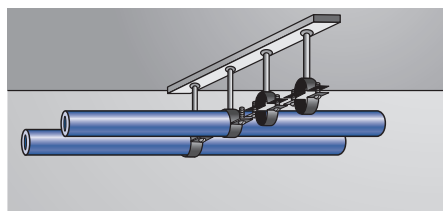
Podpora przesuwna – uchwyt mocujący, który służy kotwieniu instalacji do elementów konstrukcyjnych budynku oraz zabezpiecza rury przed nadmiernym wyboczeniem. Ich rozstaw zależy od temperatury czynnika oraz średnicy zewnętrznej przewodu. Zestawienie maksymalnych dopuszczalnych odległości dla przewodów podane jest w tablicach znajdujących się w częściach katalogu poświęconych konkretnym systemom instalacyjnym Wavin.



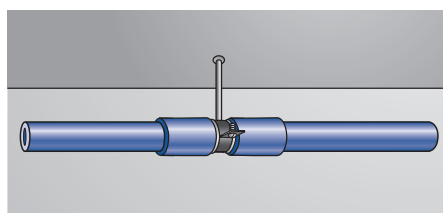
Instalację mocuje się tak, aby rozróżnione były punkty stałe oraz punkty przesuwne dla zakładanej zmiany długości instalacji.

Sposób mocowania rur

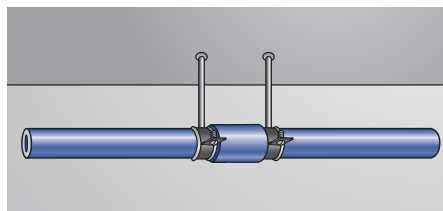
1. Przykładowy montaż punktów stałych (PS)



Za pomocą silnie ściśniętych obejm (jedynie w instalacji poziomej).



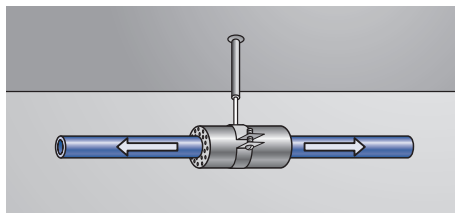
Obejma między kształtkami.



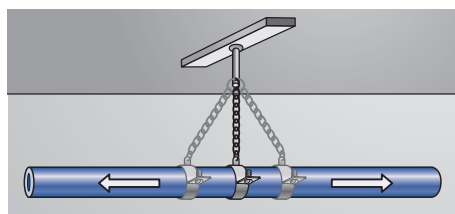
Mocowanie kształtki.

2. Przykładowy montaż punktów przesuwnych (PP)

Jest to takie mocowanie, które zapobiega przesunięciom instalacji z osi trasy, jednak nie blokuje jej ruchów wzdłuż osi (wydłużenie, kurczenie). Punkt przesuwny może być realizowany np.:

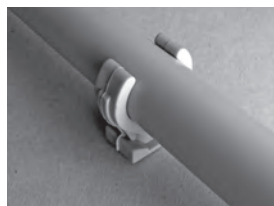


luźną obejmą,



obejmą zawieszoną na linie.

Zastosowanie obejm z tworzywa sztucznego

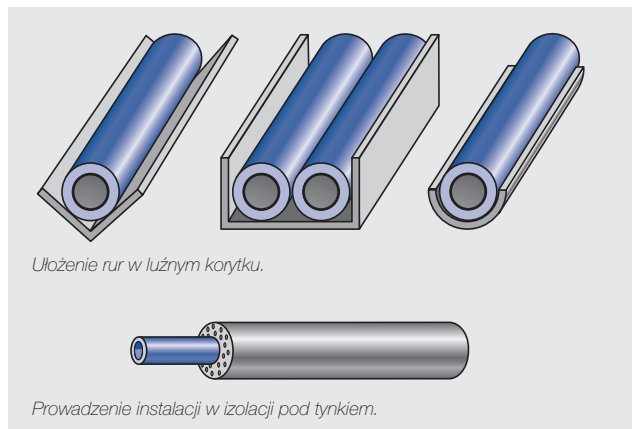


Odpowiednie do instalacji zimnej wody.



Dla ciepłej wody stosuje się obejmę na izolację, która musi być odpowiednio większa.

3. Inne sposoby mocowania rur z tworzywa sztucznego



Ułożenie rur w luźnym korytku.

Prowadzenie instalacji w izolacji pod tynkiem.

1.17. Kompensacja tradycyjna – budowa i wykorzystanie kompensatorów

Najbardziej znaną metodą kompensacji wydłużeń termicznych jest budowa kompensatorów, czyli odcinków instalacji wytrasowanych w sposób umożliwiający jej pracę termiczną, a więc swobodną zmianę długości pod wpływem zmieniającej się temperatury czynnika.

1. Idea działania

Działanie kompensatora polega na stworzeniu warunków do pracy termicznej instalacji na załamaniu trasy przewodu. W tym celu montujemy w odpowiedniej odległości za załamaniem podpórę stałą. Odległość tę określa się jako długość ramienia elastycznego. Im dłuższe jest ramię elastyczne, tym większe wydłużenia mogą być skompensowane.

2. Obliczenie długości ramienia elastycznego L_s

$$L_s = K \cdot \sqrt{D_z \cdot \Delta L}$$

gdzie:

L_s – wymagana długość odcinka giętkiego [mm],

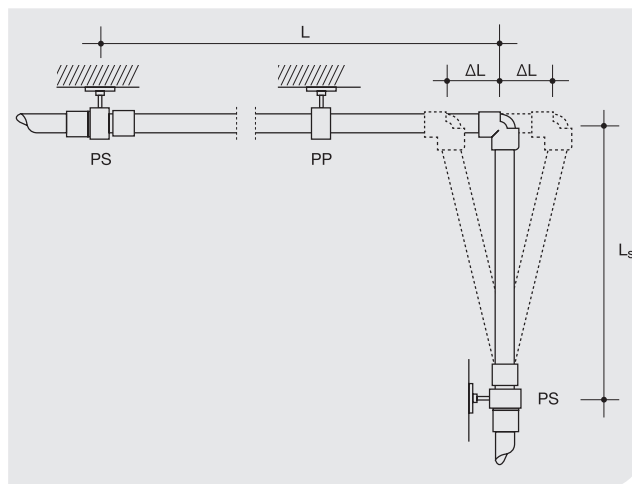
K – stała materiału*,

D_z – średnica zewnętrzna rury [mm],

ΔL – wydłużenie odcinka przewodu obliczone dla danej różnicy temperatur [mm].

Jak widać, im większa średnica rury – tym więcej będziemy potrzebowali miejsca na kompensator.

3. Typy kompensatorów

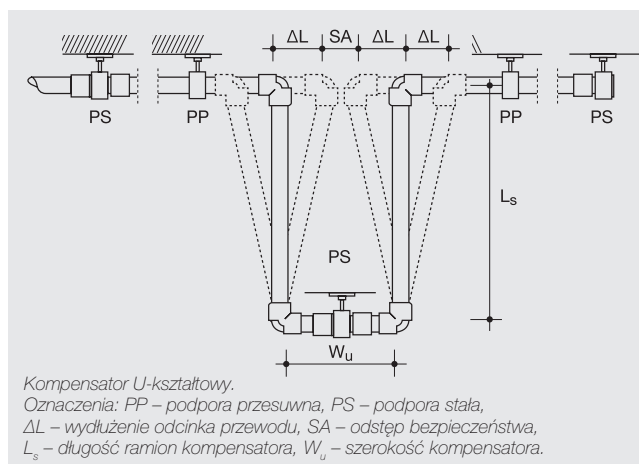


Kompensacja w postaci odcinka giętkiego – ramię elastyczne.

Oznaczenia: PP – podpórka przesuwna, PS – podpórka stała, L_s – długość odcinka giętkiego, ΔL – wydłużenie odcinka przewodu.

* Wg normy PN-EN 806-4. „Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociągowych do przepływu wody przeznaczonej do spożycia dla ludzi. Część 4. Instalacja”.

Ramię elastyczne – przy konstruowaniu tego typu kompensatorów wykorzystujemy każde naturalne załamanie przewodów wynikające z układu ścian działowych, nośnych lub specyfiki konstrukcji stropu.



U-kształt – tworzony w sposób sztuczny, dubluje efekt ramienia elastycznego. Kompensatory U-kształtowe stosujemy pośrodku odcinka ograniczonego dwoma punktami stałymi.

W przypadku kompensatora U-kształtowego należy oprócz wymiaru L_s dodatkowo określić szerokość kompensatora, czyli odstęp pomiędzy jego pionowymi ramionami. Wyznaczamy go z następującej zależności:

$$W_u = 2 \cdot \Delta L + SA$$

gdzie:

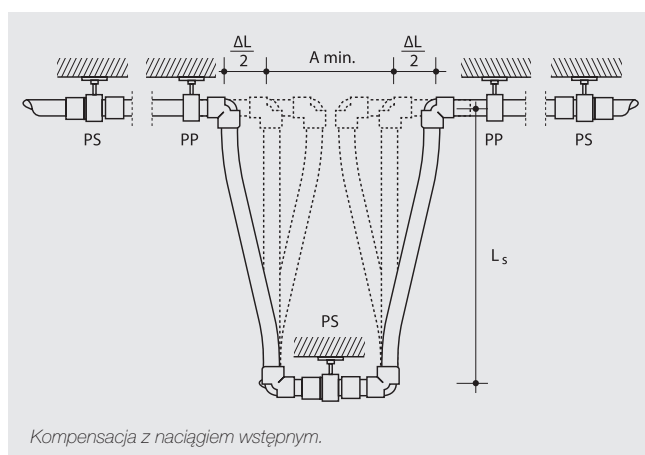
W_u – odległość pomiędzy ramionami kompensatora [mm]

$$W_u \geq 10 \cdot D,$$

SA – odstęp bezpieczeństwa; stały, niezależny od średnicy, min. 150 [mm],

D – średnica zewnętrzna rury [mm].

U-kształt z naciągiem wstępnym – długości ramion kompensatorów U-kształtowych można zmniejszyć, stosując tzw. naciąg wstępny, polegający na wydłużeniu przez odpowiedni montaż odległości pomiędzy ramionami kompensatora o wielkość ΔL/2 po obu stronach.



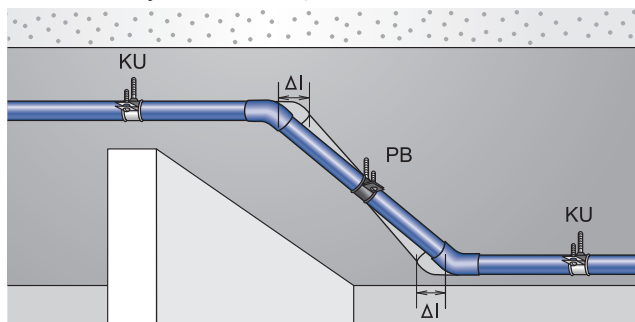
4. Rozstaw kompensatorów tradycyjnych

Rozstaw kompensatorów w przypadku odcinków poziomych wynika z potrzeb niwelowania wydłużeń termicznych instalacji. Ramiona elastyczne są szczególnie przydatne przy prowadzeniu instalacji w suficie podwieszanym lub pod stropem. W przypadku istnienia dostatecznej ilości wolnego miejsca wydłużenia termiczne tych długich odcinków poziomych mogą być kompensowane przez meandrowanie, a więc cykliczne załamywanie trasy rury o kąt 90°.

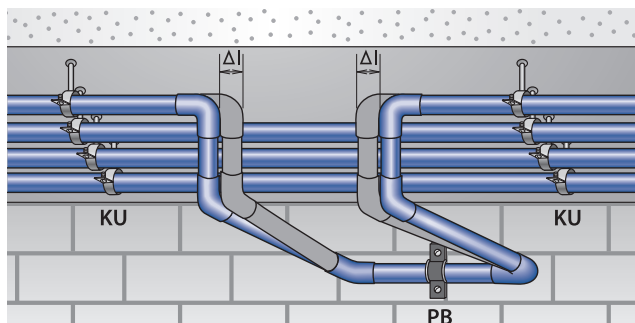
Na pionach kompensatory powinno się montować w liczbie: jeden U-kształt na kondygnację.

Dopuszczalne jest mocowanie instalacji w tzw. mocowaniu sztywnym, z wykorzystaniem punktów stałych. W rozwiązaniu tym należy bezwzględnie policzyć siły występujące w punktach stałych i na te siły dobrać odpowiednie mocowanie rurociągu. Takie rozwiązanie jest szczególnie często praktykowane na pionach instalacyjnych, gdzie zazwyczaj nie ma miejsca na typowy kompensator.

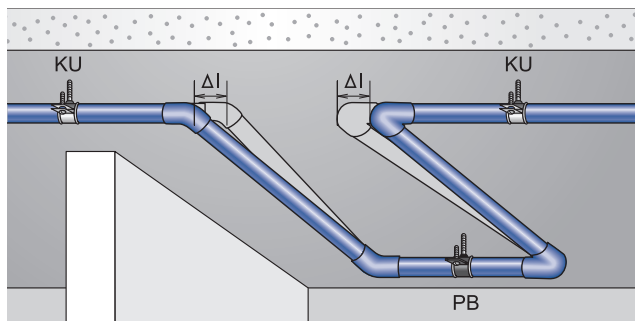
Przykład kompensacji realizowanej przez zmianę trasy, dostosowaną do konstrukcji budowlanej.



Kompensacja przez zmianę wysokości instalacji.



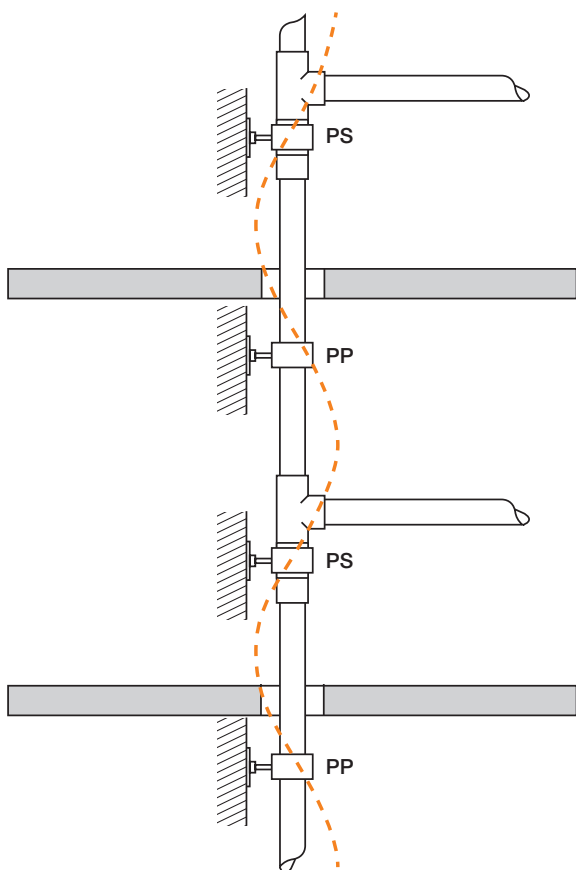
Kompensator U-kształtowy.



1.18. Kompensacja za pomocą użycia podpór stałych

Punkty stałe służą podziałowi instalacji na odcinki podlegające osobnym wydłużeniom. Stosując odpowiedni rozstaw punktów stałych, można częściowo pominąć kompensatory. Na pionach punkty stałe powinny być montowane pod lub nad trójnikiem, przy każdym odejściu, a więc w rozstawie co ok. 2,7 m – dodatkowo zabezpiecza to odcinek poziomy instalacji przed ścięciem wynikającym z pracy termicznej pionu oraz innych czynników, takich jak choćby uderzenia hydrauliczne.

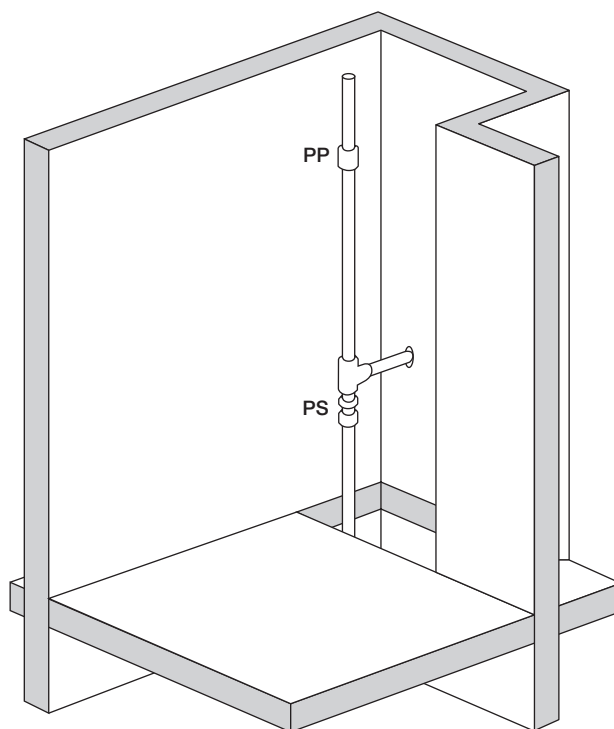
Tego typu sposób kompensacji wydłużeń termicznych może spowodować nieznaczne wyboczenie osiowe przewodu w wypadku zastosowania rur bez wkładki aluminiowej czy bazaltowej. Nie jest to w żadnym stopniu niebezpieczne dla prawidłowego funkcjonowania instalacji.



Przykład prowadzenia pionu instalacyjnego bez kompensatorów, z uwzględnieniem wybożenia (przerwaną pomarańczową linią oznaczono przykładowy przewidywany kształt pionu po osiągnięciu temperatury czynnika roboczego).
Oznaczenia: PP – podpora przesuwna, PS – podpora stała.

Jednak możliwości zastosowania powyższego rozwiązania do kompensacji zarówno pionów, jak i odcinków poziomych są ograniczone, albowiem zależą od parametrów pracy instalacji (temperatura, ciśnienie), wielkości wydłużenia termicznego i średnic rur.

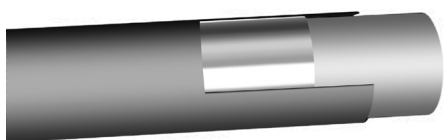
Dlatego wybór tego wariantu kompensacji powinien być poprzedzony dokładnymi obliczeniami wartości spodziewanego wydłużenia oraz oceną wytrzymałościową możliwości zastosowania, obejmującą wpływ pracy termicznej na miejsca połączeń odcinków rur i trwałość mocowań do konstrukcji budowlanych (wielkości naprężeń).



Pion wodociągowy w szachcie instalacyjnym z podporą stałą usytuowaną przy odgałęzieniu.

Oznaczenia: PS – podpora stała, PP – podpora przesuwna.

1.19. Kompensacja z wykorzystaniem rur stabilizowanych wkładką aluminiową



Rura polipropylenowa stabilizowana.

Rury stabilizowane aluminium mają wielokrotnie mniejszy współczynnik wydłużalności termicznej od rur jednorodnych. Podpory przesuwne montujemy w rozstawie zgodnym z danymi odpowiednimi dla konkretnego systemu instalacyjnego Wavin. Punkty stałe należy montować maksymalnie co 6 m*.

Piony budowane z rur typu Stabi należy traktować w sposób identyczny do pionów budowanych z rur jednorodnych, a więc stosować w celu kompensacji wydłużeń punkty stałe przy każdym odejściu, lokowane pod trójnikiem, w rozstawie co ok. 2,7 m.

Stosowanie rur stabilizowanych jest optymalnym rozwiązaniem problemu wydłużeń termicznych rur, znacznie skracającym czas potrzebny na montaż instalacji oraz podnoszącym osiowość jej odkrytych odcinków, prowadzonych natynkowo.

Szczególnie poleca się użycie rur stabilizowanych aluminium do budowy odcinków instalacji zasilających piony, prowadzonych na poziomie piwnic, oraz do prowadzenia instalacji w suficie podwieszanym lub pod stropem.

Prowadzenie instalacji doprowadzającej – rury Stabi i ULTRA BOR^{plus}

Rury stabilizowane aluminium czy włóknem bazaltowym mają pięciokrotnie mniejszą rozszerzalność, a rury stabilizowane

aluminium – większą sztywność od rur, które w całości są wykonane z tworzywa sztucznego. Rury można montować w taki sam sposób, jak opisano to powyżej dla rur w całości wykonanych z tworzywa sztucznego, czyli z klasycznym sposobem rozwiązywania kompensacji – przy czym można stosować większe odległości mocowania podpór, a odcinki kompensacyjne będą znacząco krótsze. Można również przy prowadzeniu instalacji w rynnie instalacyjnej zastosować tzw. sztywny montaż. Oznacza to, że rury montuje się za pomocą stałych mocowań, w taki sposób, że rozszerzalność cieplna przenoszona jest do materiału rur. Podstawę takiego montażu stanowi zastosowanie obejm, które będą w stanie faktycznie utrzymać instalację i będą odpowiednio mocno zakotwione.

* Wg PN-EN 806-4 „Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociągowych do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Część 4. Montaż”.

1.20. Kompensacja odcinków podtynkowych i podposadzkowych

Przy układaniu podtynkowym i podposadzkowym nie uwzględnia się wydłużenia termicznego przewodów, niemniej należy stworzyć rurom warunki do pracy termicznej.

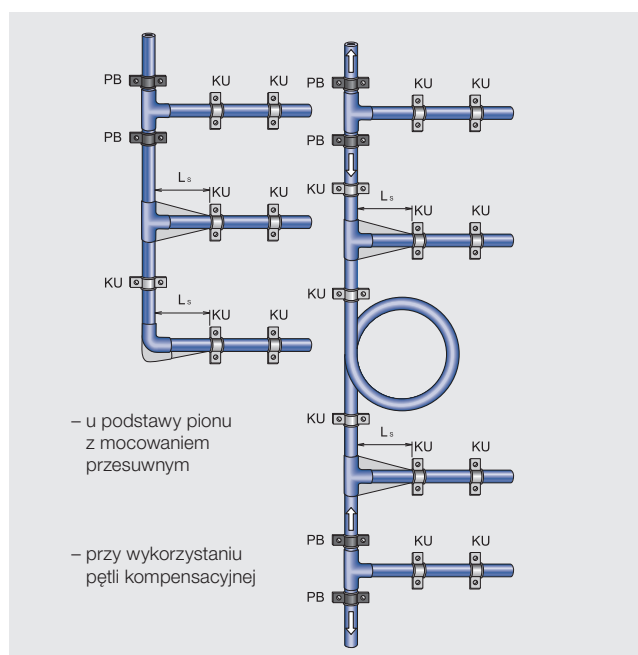
W tym celu przewody należy prowadzić w izolacji termicznej zabezpieczonej na końcach, gwarantujących brak możliwości zamontowania rur na sztywno poprzez zalanie szlichtą betonową lub zarzucanie tynkiem. Kształtki powinny być izolowane termicznie i zabezpieczone przed bezpośrednim działaniem betonu.

Minimalna warstwa betonu nad rurą powinna ze względów wytrzymałościowych wynosić 4 cm. W przypadku tynku wymagana grubość mieści się w zakresie 3–4 cm, zależnie od średnicy rury, przy czym zaleca się tu stosowanie siatki tynkarskiej.

Montaż podtynkowy wymaga konieczności stosowania uchwytów (podpór przesuwnych) kotwiących instalację do ścian budynku. Natomiast przy montażu podposadzkowym zachowanie wymaganych odstępów między podporami przesuwными nie jest wymagane.

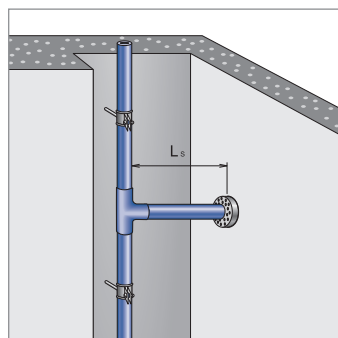
1.21. Kompensacja pionów

Przykładowe prowadzenie pionów instalacyjnych

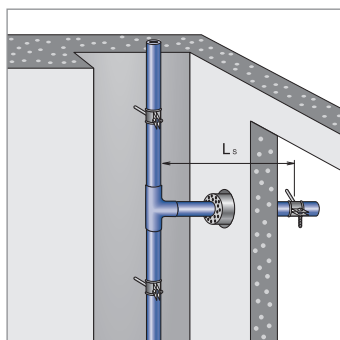


Punkty stałe na pionach instaluje się pod i nad trójnikami, przy rozgałęzieniach lub przy króćcach w miejscu łączenia instalacji, dzięki czemu zapobiega się podtrzymywaniu pionu. Między punktami stałymi musi istnieć możliwość kompensowania instalacji.

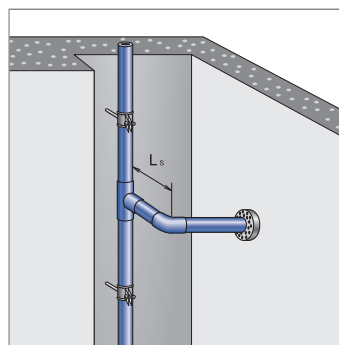
W przypadku odgałęzienia instalacji doprowadzającej należy uwzględnić kompensację pionu.



Poprzez zachowanie odpowiedniej odległości pionu od przejścia przez ścianę.



Możliwość ruchu instalacji doprowadzającej w miejscu przejścia przez otwór w ścianie.

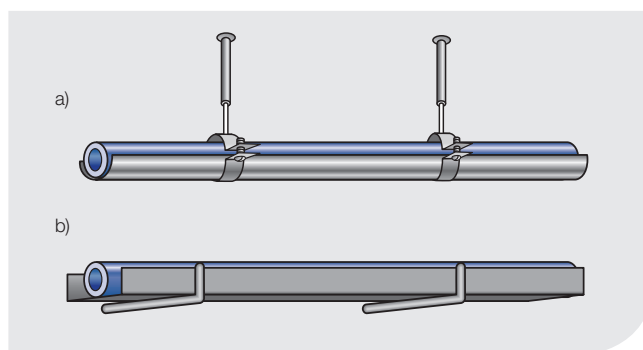


Utworzenie odcinka kompensacyjnego.

Prowadzenie instalacji układanych na wspornikach

W instalacjach układanych na wspornikach należy szczegółowo zapewnić ich kompensację oraz dbać o właściwy sposób ułożenia instalacji. Najczęstsze jest ułożenie w korytkach z blachy ocynkowanej lub tworzywa sztucznego, ew. w rynnie instalacyjnej, która musi umożliwiać luźne ułożenie rury.

Kompensację wykonuje się najczęściej przez zmianę trasy instalacji lub zastosowanie kompensatora w kształcie U. Można też użyć pętlic kompensacyjnych. Kompensacja może być wykonana w pionie i poziomie, równoległe do konstrukcji przegrody. W wariancie „a)” rury są izolowane łącznie z rynną instalacyjną, a w wariancie „b)” w rynnie instalacyjnej układa się już zaizolowane rury.



1.22. Siły występujące w punktach stałych

Zastosowanie w instalacji kompensacji ma na celu również wyeliminowanie lub ograniczenie do minimum naprężeń występujących w rurociągach i przeniesienie ich na kompensator czy punkt stały instalacji. W przypadku zastosowania (poprawnie dobranego) zarówno ramienia elastycznego, jak i U-kształtu siły występujące w punktach stałych (ograniczających długość kompensowanego odcinka) są niewielkie i dążą do zera. W celu wyznaczenia sił w punktach stałych dla układu z kompensacją można się posłużyć opisanym obok wzorem.

Podczas pracy rurociągu pod wpływem różnic temperatur powstaje siła podłużna, która obciąża punkt stały (PS) w wielkości F_{PS}

$$F_{PS} = (0,03 \cdot E \cdot J \cdot \Delta L) / L_s^3 \text{ [kN]}$$

gdzie:

F_{PS} – siła działająca na punkt stały [kN],

E – moduł sprężystości [MPa],

J – moment bezwładności pola przekroju rury [cm⁴],

ΔL – wydłużenie przewodu [mm],

L_s – długość ramienia kompensacyjnego (zarówno dla ramienia elastycznego, jak i dla U-kształtu).

Moment bezwładności pola przekroju rury wyznacza się za pomocą następującego wzoru:

$$J = \pi \cdot (D_z^4 - D_w^4) / 64 \text{ [cm}^4\text{]}$$

gdzie:

D_z – średnica zewnętrzna rury [cm],

D_w – średnica wewnętrzna rury [cm].

W praktyce często bardzo trudno jest zastosować poprawnie dobrany kompensator (głównie U-kształt) – ze względu na ich znaczne rozmiary. Szczególnie ma to miejsce przy dużych średnicach i występujących innych rurociągach (kolizje rurociągów).

Dlatego podstawiając do powyższego wzoru możliwą do zastosowania wielkość L_s , możemy określić FPS występujące w punktach stałych. Pozwoli to na określenie, czy pręt dobrany wcześniej do punktu stałego jest odpowiedni, czy też musi być zwiększona jego średnica ze względu na siły występujące w PS. W przypadku sztywnego mocowania przewodu bez kompensacji siły podłużne powstające w rurociągu nie są przenoszone przez kompensator, tylko bezpośrednio na punkty stałe PS. Siły tam występujące są znacznie większe niż siły podłużne przenoszone na PS w układzie z kompensatorem.

Siła podłużna przeniesiona na punkt stały dla sztywnego mocowania przewodu może być obliczana ze wzoru:

$$F_{PSsz} = A \cdot E \cdot dt \cdot \alpha \text{ [kN]}$$

gdzie:

A – powierzchnia przekroju poprzecznego rury [m²],

E – moduł sprężystości [MPa],

dt – różnica temperatur [K],

α – współczynnik rozszerzalności liniowej α [mm/m · K].

1.23. Przykłady obliczeniowe dla instalacji z rur w całości wykonanych z tworzyw sztucznych

1) Wyznaczyć zmianę długości rurociągu – wydłużenie przewodu PP-R.

| Wielkość | Oznaczenie | Wartość | Jednostka |
|---|------------|---------|-----------|
| Zmiana długości | Δl | ? | mm |
| Współczynnik rozszerzalności liniowej | α | 0,12 | mm/m °C |
| Długość instalacji | L | 10 | m |
| Temperatura robocza w instalacji | t_p | 60 | °C |
| Temperatura przy montażu | t_m | 20 | °C |
| Różnica temperatur przy montażu i eksploatacji ($\Delta t = t_p - t_m$) | Δt | 40 | °C |

rozwiązanie: $\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$ [mm]

$$\Delta l = 0,12 \cdot 10 \cdot 40 = 48 \text{ mm}$$

2) Wyznaczyć wielkość ramienia kompensacyjnego dla rurociągu PP-R.

| Wielkość | Oznaczenie | Wartość | Jednostka |
|---|------------|---------|-----------|
| Ramię kompensacyjne | L_s | ? | mm |
| Stała materiałowa PP-R | k | 20 | – |
| Zewnętrzna średnica rury | D | 40 | mm |
| Zmiana długości z poprzedniego obliczenia | Δl | 48 | mm |

rozwiązanie: $L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)}$ [mm]

$$L_s = 20 \cdot \sqrt{(40 \cdot 48)} = 876 \text{ mm}$$

3) Wyznaczyć szerokości kompensatora U-kształtowego dla rur PP-R.

| Wielkość | Oznaczenie | Wartość | Jednostka |
|---|------------|---------|-----------|
| Szerokość kompensatora U-kształtowego | L_k | ? | mm |
| Zewnętrzna średnica rury | D | 40 | mm |
| Zmiana długości z poprzedniego obliczenia | Δl | 48 | mm |

rozwiązanie: $L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ mm}$

$$L_k = 2 \cdot 48 + 150 = 246 \text{ mm}$$

$$L_k \geq 10 \cdot D \quad 246 \text{ mm} < 10 \cdot 40 \Rightarrow L_k = 400 \text{ mm}$$

Przy kompensacji wydłużalności liniowej można też wykorzystać naciąg wstępny instalacji, który umożliwia skrócenie długości kompensacyjnej. Kierunek naprężenia jest przeciwny niż zakładana zmiana długości, a wielkość naprężenia równa się połowie zakładanej zmiany.

4) Wyznaczyć wielkość ramienia kompensacyjnego dla rur PP-R przy naciągu wstępnym.

| Wielkość | Oznaczenie | Wartość | Jednostka |
|---|------------|---------|-----------|
| Ramię kompensacyjne przy naciągu wstępnym | L_{sp} | ? | mm |
| Stała materiałowa PP-R | k | 20 | – |
| Zewnętrzna średnica rury | D | 40 | mm |
| Zmiana długości z poprzedniego obliczenia | Δl | 48 | mm |

rozwiązanie: $L_{sp} = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l / 2)}$ [mm]

$$L_{sp} = 20 \cdot \sqrt{(40 \cdot 24)} = 620 \text{ mm}$$

1.24. Izolacje termiczne rurociągów

Rury z ciepłą wodą oraz centralnego ogrzewania izoluje się w celu zmniejszenia strat ciepła, zaś rury z zimną wodą – w celu zabezpieczenia przed nagrzewaniem oraz w celu ochrony przed skraplaniem się wody na rurach.

Izolowanie instalacji zimnej wody jest istotne z punktu widzenia zapewniania jej maksymalnej temperatury do 20°C, co ma znaczenie pod względem zachowania odpowiednich właściwości wody pitnej. Tak samo izolowanie instalacji ciepłej wody pozwala na utrzymywanie temperatury wody w górnej granicy, którą dopuszcza norma ze względu na ochronę przed poparzeniem i która ma na celu ograniczenie możliwości rozwoju bakterii. Utrzymywanie odpowiedniej temperatury wody oraz jej cyrkulacja, obok rozwiązań technicznych stosowanych w miejscu podgrzewania wody (takich jak dezynfekcja termiczna), jest ważnym elementem ochrony przed bakteriami, np. typu *Legionella pneumophila*.

Grubość i rodzaj izolacji określa się na podstawie oporu cieplnego izolacji, którą chcemy zastosować, ponadto uwzględniając wilgotność powietrza w pomieszczeniach, w których będzie prowadzona instalacja, oraz różnice temperatury powietrza w pomieszczeniu i temperatury przepływającej wody.

Instalację należy izolować na całej trasie, łącznie z kształtkami i armaturą. Należy zapewnić, aby założona minimalna grubość izolacji była na całym obwodzie rur i na całej ich długości (oznacza to, że izolacja, którą nawleka się na rury w stanie rozciągniętym, po zamontowaniu musi być ponownie połączona – np. przez sklejenie, zaciski, taśmą).

Minimalna grubość izolacji cieplnej dla instalacji zimnej wody – przykład

Przy transporcie ciepłej wody należy sobie uświadomić fakt, że rura z tworzywa sztucznego ma lepsze właściwości izolacyjne niż metalowa. Wykonanie instalacji z tworzywa sztucznego pozwala na znaczące obniżenie kosztów jej eksploatacji!

Przy znacznym poborze wody (np. łazienki, wanny, pralki itp.) podczas jej przepływu w nieizolowanej rurze z tworzywa sztucznego straty ciepła są aż o 20% mniejsze niż w przypadku rury metalowej. Poprzez zaizolowanie instalacji można dodatkowo oszczędzić 15% ciepła. Przy małych i krótkotrwałych odbiorach, kiedy instalacja nie zdąży się rozgrzać do temperatury roboczej, straty ciepła dla rur z tworzywa sztucznego są o ok. 10% mniejsze niż dla rur metalowych; przy większych przepływach oszczędność wzrasta do 20%.

Instalacje powinno się izolować z następujących powodów:

- ⦿ ze względu na skraplanie pary wodnej (roszenie) i podwyższanie temperatury przesyłanej wody – dotyczy to przewodów instalacji wody zimnej,
- ⦿ ze względu na obniżenie temperatury przesyłanej wody – dotyczy to przewodów instalacji wody ciepłej i grzewczych.

Niezależnie od wymienionych powodów instalacja wodociągowa wraz z wbudowaną armaturą powinna zostać zabezpieczona przed możliwością powstawania i rozprzestrzeniania się hałasów i drgań. Poziom dźwięku nie powinien przekraczać dopuszczalnych wartości określonych w normie PN-B-02151/02*.

Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych) oraz instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne, określone w poniższej tabeli.

* PN-B-02151/02 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach”.

Wymagania izolacji cieplnej przewodów

| Lp. | Rodzaj przewodu lub komponentu | Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K)) |
|-----|---|--|
| 1 | Średnica wewnętrzna do 22 mm | 20 mm |
| 2 | Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm | 30 mm |
| 3 | Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm | Równa średnicy wewnętrznej rury |
| 4 | Średnica wewnętrzna ponad 100 mm | 100 mm |
| 5 | Przewody i armatura wg poz. 1–4, przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów | 50% wymagań z poz. 1–4 |
| 6 | Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1–4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników | 50% wymagań z poz. 1–4 |
| 7 | Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze | 6 mm |
| 8 | Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku) | 40 mm |
| 9 | Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku) | 80 mm |
| 10 | Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku | 50% wymagań z poz. 1–4 |
| 11 | Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku | 100% wymagań z poz. 1–4 |

Minimalna grubość izolacji dla przewodów wody zimnej (wg DIN 1988, część 2).

| Lokalizacja przewodu | Grubość izolacji o współczynniku przewodności cieplnej równym 0,04 W/(m · K)* [mm] |
|---|--|
| Przewody montowane swobodnie w pomieszczeniach nieogrzewanych | 4 |
| Przewody montowane swobodnie w pomieszczeniach ogrzewanych | 9 |
| Przewody montowane w kanałach instalacyjnych, bez przewodów wody ciepłej lub c.o. | 4 |
| Przewody montowane w kanałach instalacyjnych razem z przewodami wody ciepłej lub c.o. | 13 |
| Przewody montowane w brzdach ściennych | 4 |
| Przewody montowane w zagłębieniach ścian, obok przewodów wody ciepłej lub c.o. | 13 |
| Przewody montowane w stropie betonowym | 4 |

* Dla współczynników przewodności cieplnej o innych wartościach należy przeliczyć grubość izolacji w odniesieniu do średnicy zewnętrznej przewodu $D_z = 20$ mm.

1.25. Przejścia przez ściany i przegrody budowlane

W celu ochrony przed siłami tnącymi oraz zabezpieczenia przed niekontrolowanym powstaniem punktu stałego zaleca się wykonywanie przejść przez przegrody budowlane w rurach osłonowych z PVC, PP, PE lub stali o średnicy dwukrotnie większej

od nominalnej średnicy przewodu. Wolną przestrzeń wypełniamy materiałami nieagresywnymi, elastycznymi lub pozostawiamy pustą. Rura ochronna powinna być dłuższa od grubości ściany lub stropu o minimum 2 cm.

1.26. Ochrona przeciwpożarowa

W celu zabezpieczenia budynku przed możliwością przenoszenia ognia na przejściach rur przez przegrody budowlane powinny być stosowane izolacje przeciwpożarowe o klasie odporności ogniowej zbieżnej z klasą odporności ogniowej przegrody. W szczególności

do izolowania rur na tego typu przejściach stosować należy produkty o klasie odporności ogniowej A1 lub A2.

1.27. Wpływ promieniowania UV na trwałość instalacji

Promieniowanie UV ma szkodliwy wpływ na tworzywowe instalacje, pogarszając ich właściwości użytkowe w sytuacji wystawienia instalacji lub jej komponentów na bezpośrednie długotrwałe działanie promieni słonecznych. Dotyczy to przede wszystkim magazynowania na placach oraz montażu naściennego na zewnątrz budynków.

W obu przypadkach rury i kształtki powinny być zabezpieczone odpowiednio przez przeniesienie do zadaszonego magazynu lub zastosowanie izolacji.

W sytuacji montażu instalacji wewnątrz budynku – przy drzwiach balkonowych, oknach lub pod świetlikami – wpływ promieniowania UV nie ma większego znaczenia na trwałość rur i systemów instalacyjnych Wavin.

1.28. Wpływ niskich temperatur na trwałość instalacji

Rury i kształtki tworzywowe powinny być – w przypadku instalowania w pomieszczeniach, w których może wystąpić temperatura poniżej 0°C, lub na zewnątrz budynków – bezwzględnie izolowane termicznie, ponieważ w temperaturach

ujemnych tworzywa stają się mniej elastyczne i wrażliwsze na uszkodzenia mechaniczne.

2. Normy i wytyczne

2.1. Wartości graniczne parametrów wody pitnej

Przewody wody pitnej w budynkach muszą sprostać dziś znacznie bardziej rygorystycznym wymaganiom niż kiedykolwiek wcześniej, zwłaszcza w zakresie wartości granicznych dla skażeń metalami ciężkimi (ołów, miedź, nikiel). Wartości graniczne, np. dla niklu, obniżone zostały z 50 do 20 µg/l, dla miedzi z 3 do 2 mg/l. Przewody miedziane powinny być stosowane jeszcze tylko wówczas, gdy wartość pH wynosi 7,4 lub więcej bądź jeśli przy niższych wartościach pH wartość TOC

(ogólny węgiel organiczny, sumaryczny parametr określający zawartość substancji organicznych w wodzie) jest mniejsza od 1,5 mg/l. Jeżeli spełniony jest jeden z tych warunków, zaleca się konsultację z firmą dostarczającą wodę. Właściciele budynków, projektanci i instalatorzy, którzy stosują systemy rur instalacyjnych zapobiegające skażeniom metalami ciężkimi, dokonali właściwego wyboru.

2.2. Wybór materiału

Żadne elementy konstrukcyjne i materiały, które mają kontakt z wodą pitną, nie mogą negatywnie wpływać na jej jakość. Tworzywa sztuczne mogą być stosowane do tego celu bez ograniczeń. Materiały te dysponują dopuszczeniem, które jednoznacznie stwierdza ich przydatność do stosowania

w instalacjach wody pitnej (atest PZH). Ponadto spełniają one wymagania instrukcji roboczej DVGW W 270 (w zakresie rozwoju mikroorganizmów). Wielowarstwowe rury Wavin Tigris posiadają atest DVGW oraz spełniają wymagania badań KTW i instrukcji W 270.

2.3. Wymagania i środki w celu ograniczenia rozwoju bakterii *Legionelli*

Legionella to bakterie w kształcie pałeczek, występujące w słodkiej wodzie, a także w wilgotnej ziemi.

W zakresie temperatur od 25°C do 45°C rozmnażają się one wykładniczo; poniżej 25°C populacja przeżywa zastój, przy temperaturach powyżej 45°C rozpoczyna się ich zamieranie. Taka rozpiętość temperatury odnosi się do bakterii *Legionelli* w postaci dojrzałej. W młodym stadium wykazują one nadzwyczajną odporność na wodę o stałej wysokiej temperaturze, jak również na wodę zamrożoną.

Bakterie *Legionelli* występują w postaci planktonu, tzn. pływają w strumieniu wody, a także w tzw. błonach biologicznych, składających się z licznych mikroorganizmów, które w zależności od ilości pokarmu zasiedlają powierzchnie przewodów rurowych, zaworów, zasobniki ciepłej wody itd. Błony biologiczne osiedlają się na wielu materiałach, np. na stali, miedzi, tworzywach sztucznych, ceramice lub szkłe.

Zakażenia bakteriami *Legionelli* mogą prowadzić do poważnych zagrożeń zdrowotnych. Przeniesienie zakażenia następuje poprzez wdychanie mikroskopijnych kropelek wody (skażonych aerozoli) np. w natryskach, jacuzzi lub urządzeniach klimatyzacyjnych.

W sieciach wody pitnej z przewodami zimnej czy ciepłej wody i ewentualnie przewodami cyrkulacyjnymi istnieje ponadto niebezpieczeństwo, że dłuższa stagnacja, tzn. woda stojąca w przewodach, w wymienionych warunkach będzie sprzyjać nasilonemu rozmnażaniu się *Legionelli*.

Źródłami zakażenia mogą być np.:

- ⦿ mało lub w ogóle nieużywane przewody instalacyjne,
- ⦿ przewody wentylacyjne i wyciągi powietrza,

- ⦿ podgrzewacze wody użytkowej,
- ⦿ membranowe naczynia zbiorcze.

Decydującą rolę odgrywają przy tym warunki eksploatacji, wielkość sieci rurociągów oraz rodzaj użytkownika.

Podstawowym zabezpieczeniem planowanej instalacji wody ciepłej przed rozwojem bakterii *Legionelli* jest zaprojektowanie i wykonanie jej zgodnie z wymaganiami obowiązującego prawa, norm i wytycznych. W Polsce obowiązują w tym przypadku: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690 z 2002 r.) z późniejszymi zmianami oraz norma PN-92/B-01706/Az1:1999 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu”. Warto również zapoznać się z wytycznymi wymagań technicznych Cobrti Instal (ITB): „Zabezpieczenie wody przed wtórnym zanieczyszczeniem”.

Dla nowo projektowanych instalacji wodociągowych szczegółowe wymagania dotyczą głównie:

- ⦿ podgrzewaczy wody ciepłej,
- ⦿ materiałów instalacyjnych,
- ⦿ układów instalacji,
- ⦿ armatury.

Problematyka bakterii *Legionelli* to rozległy temat, którego szczegółowe omówienie w ramach niniejszego podręcznika instalacji nie jest możliwe. Poniżej zamieszczamy jednak kilka podstawowych wymagań dla zapobiegania rozwojowi bakterii *Legionelli*.

2.3.1. Instalacje przewodów

- ⦿ Instalować możliwie krótkie przewody pionowe i poziome.
- ⦿ W przewodach opróżniających przewidzieć armatury odcinające bezpośrednio przy przewodzie głównym.
- ⦿ Miejsca poboru wody w obszarach potencjalnie zagrożonych bakteriami wyposażyć w odbiorniki na końcu przewodu.
- ⦿ Przewody niewykorzystywane powinny być opróżnione z wody lub zamknięte.
- ⦿ Przewody instalacji wody zimnej chronić przed ogrzewaniem.
- ⦿ Instalacja ciepłej wody powinna zapewniać uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury wody nie niższej niż 55°C i nie wyższej niż 60°C, przy czym instalacja ta powinna umożliwiać przeprowadzenie dezynfekcji chemicznej lub fizycznej, w tym termicznej, przy temperaturze wody nie niższej niż 70°C, dostosowanej do materiałów użytych w instalacjach.

2.3.2. Podgrzewacze c.w.u

- ⦿ Należy utrzymywać temperaturę ciepłej wody $\geq 60^{\circ}\text{C}$.
- ⦿ Podgrzewacze powinny posiadać odpowiednio duże otwory do ich czyszczenia i konserwacji.
- ⦿ Należy ustalić wielkości zasobnika według obowiązujących w Polsce przepisów.
- ⦿ Odciać przepływ wody przez nieużywane zasobniki.

Miejscowe przepływowe podgrzewacze wody ciepłej o objętości do 3 dm³ mogą być stosowane bez dodatkowych środków zapobiegających wzrostowi bakterii *Legionelli*. Wyptyw ciepłej wody z podgrzewacza musi umożliwiać utrzymanie przepisowej temperatury min. 60°C. Można to osiągnąć, zapewniając w obiegu minimalną temperaturę wody powrotnej powyżej 55°C poprzez odpowiednie ustawienie różnicy włączeń regulatora temperatury wody ciepłej. W podgrzewaczach objętościowych o pojemności powyżej 400 l woda we wszystkich miejscach zbiornika musi być podgrzewana równomiernie. Można to osiągnąć, stosując taką konstrukcję podgrzewacza, która pozwala na ogrzanie wody nie bezpośrednio przez element grzejny, ale poprzez płaszczyznę zbiornika. Ponadto konstrukcja i sterowanie pracą podgrzewaczy c.w.u. powinny zapewniać podgrzewanie całkowitej objętości podgrzewacza przynajmniej raz na dzień do temperatury 60°C. (*Instalacje wodociągowe – projektowanie, wykonanie, eksploatacja*, Jarosław Chudzicki, Stanisław Sosnowski, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2009).

2.3.3. Przewody cyrkulacyjne

Konfiguracja systemów podgrzewania, rozdzielania i cyrkulacji wody pitnej powinna odbywać się nie tylko według aspektów ekonomicznych i funkcjonalnych. Należy uwzględnić zwłaszcza wymagania higieniczne.

Przewody cyrkulacyjne dla sieci ciepłej wody trzeba przewidzieć we wszystkich instalacjach o pojemności przewodów rurowych

> 3 dm³ między odprowadzeniem podgrzewacza wody pitnej a miejscem poboru.

Podstawowym warunkiem prawidłowej pracy cyrkulacji instalacji jest ich właściwe zrównoważenie hydrauliczne, tak aby temperatura wody w każdym punkcie nie obniżyła się poniżej 5°C w stosunku do temperatury wody wypływającej z podgrzewacza. Równoważenie hydrauliczne powinno być uzyskiwane za pomocą termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych. W ten sposób uwzględnione są rzeczywiste straty ciepła przewodów zależnie od stopnia ich zaizolowania i temperatury otoczenia, a także zmieniające się rozbiory wody. W efekcie straty ciepła są ograniczone, zapewniony jest możliwie najszybszy dostęp do ciepłej wody, jak również zmniejsza się ryzyko pojawienia się bakterii.

2.3.4. Armatura

Armatura czerpalna w sieci wody pitnej może być narażona na niebezpieczeństwo tak zwanego peryferyjnego skażenia bakteriami *Legionelli*, które ogranicza się do obszaru armatury. Skutecznymi środkami przeciw temu są usuwanie złożeń wapnia, czyszczenie, dezynfekcja perlatorów, słuchawek i węży natryskowych. Armaturę czerpalną i głowice natrysków należy dobierać tak, aby rodzaj ich konstrukcji uniemożliwiał tworzenie się rozległych, szybko rozprzestrzeniających się aerozoli, a także aby nie miały skłonności do wytrącania się osadów i były łatwe do czyszczenia.

W obszarach wrażliwych, jak szpitale i domy starców, celowe może być zastosowanie bakterioszczelnych filtrów na wylocie armatury.

2.3.5. Zawory mieszające i regulacyjne

Zawory mieszające i regulacyjne często zaopatrują całe grupy natrysków lub inne miejsca poboru. Ponieważ w dołączonej sieci przewodów temperatura jest obniżona, pojemność wodna do miejsca poboru powinna wynosić maksymalnie 3 l.

2.4. Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym według norm

2.4.1. Podstawowe pojęcia i minimalne wymagania w zakresie techniki izolacji dźwiękowej

Zgodnie z normą DIN 4109 w tzw. pomieszczeniach wymagających ochrony człowiek powinien być zabezpieczony przed trzema rodzajami hałasu:

- ⦿ hałas z zewnątrz,
- ⦿ hałas z obcych pomieszczeń (mowa, muzyka, kroki, odkurzenie itd.),
- ⦿ hałas z instalacji technicznych budynku i z zakładów zlokalizowanych w tym samym budynku lub w budynkach konstrukcyjnie z nim połączonych.

Pomieszczenia wymagające ochrony to:

- ⦿ pomieszczenia mieszkalne, łącznie z pokojem wypoczynkowym,
- ⦿ sypialnie, łącznie z pomieszczeniami noclegowymi w schroniskach i pomieszczeniami z łózkami w szpitalach i sanatoriach,
- ⦿ pomieszczenia nauczania w szkołach, na uczelniach wyższych i w podobnych instytucjach,
- ⦿ pomieszczenia biurowe (z wyjątkiem biur o otwartej przestrzeni), gabinety, sale narad i podobne pomieszczenia robocze.

Norma nie obowiązuje dla ochrony pomieszczeń pobytowych przed szumami z instalacji technicznych budynku we własnej strefie mieszkalnej.

Wymagania i potwierdzenia budowlanej izolacji dźwiękowej uregulowane są w następujących normach:

- ⦿ DIN 4109:1989-11 „Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym – Wymagania i potwierdzenia”,
- ⦿ DIN 4109 dodatek A1: 1989-11 „Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym – Przykłady realizacji i metody obliczeń”,
- ⦿ DIN 4109/A1: 2001-01: „Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym – Wymagania i potwierdzenia – Zmiana A1”,
- ⦿ DIN 4109 dodatek 2: 1989-11 „Izolacja dźwiękowa w budownictwie nadziemnym – Wskazówki dotyczące projektowania i realizacji; Propozycje zwiększonej izolacji dźwiękowej; Zalecenia dla izolacji dźwiękowej we własnej strefie mieszkalnej i roboczej”.
- ⦿ PN-B-02151-3:2015 „Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych”.

Dopuszczalny poziom dźwięku dla przykładowych pomieszczeń wg PN-B-02151-3:2015

| Przeznaczenie pomieszczenia | Dopuszczalny poziom dźwięku [dB (A)] od wyposażenia technicznego budynku | |
|--|--|--------|
| | W dzień | W nocy |
| Pomieszczenia mieszkalne | 35 | 25 |
| Kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach | 40 | 40 |
| Pokoje w hotelach kat. II i wyższych | 40 | 30 |
| Pokoje chorych w szpitalach i sanatoriach | 30 | 25 |

Dopuszczalny poziom dźwięku dla przykładowych pomieszczeń wg DIN 4109/A1

Dla ochrony przed hałasami w instalacjach budowlanych według normy DIN 4109/A1 charakterystyczny poziom ciśnienia akustycznego w obcych pomieszczeniach wymagających ochrony z powodu szumów instalacyjnych z instalacji wodociagowych i ściekowych nie może przekraczać 30 dB (A) dla pomieszczeń mieszkalnych i sypialni, a 35 dB (A) dla pomieszczeń nauczania i pracowni (patrz tabela poniżej).

Minimalne wymagania akustyczne wg DIN 4109/A1: 2001

| Źródło hałasu | Rodzaj pomieszczeń wymagających ochrony | |
|--|--|-------------------------------------|
| | Pomieszczenia mieszkalne i sypialnie | Pomieszczenia nauczania i pracownie |
| | Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego [dB(A)] | |
| Instalacje wodociagowe (instalacje wodociagowe i ściekowe razem) | ≤ 30 a) b) | ≤ 35 a) b) |
| Pozostałe techniczne instalacje budynku | ≤ 30 c) | ≤ 35 c) |
| Zakłady w dzień, godz. 6–22 | ≤ 35 | ≤ 35 c) |
| Zakłady w nocy, godz. 22–6 | ≤ 25 | ≤ 35 c) |

- a) W chwili obecnej nie należy uwzględniać pojedynczych, krótkotrwałych wartości szczytowych hałasu, jaki powstaje przy uruchamianiu armatur i urządzeń według tabeli 6, DIN 4109/A1 (otwieranie, zamykanie, przestawianie, przerywanie itp.).
- b) W przypadku technicznych instalacji wentylacyjnych dopuszczalne są wartości wyższe o 5 dB (A), o ile dotyczy to odgłosów ciągłych, bez zwracających uwagę pojedynczych tonów.

2.4.2. Zwiększona izolacja dźwiękowa

Podczas projektowania budynków mieszkalnych o wysokich wymaganiach w zakresie izolacji dźwiękowej konieczne jest ściśle uzgodnienie wszystkich występujących zakresów robót branżowych. Ponadto zaleca się zasięgnięcie opinii akustyka budowlanego.

2.4.3. Źródła hałasów w instalacjach technicznych budynku

Źródła hałasu w technicznych instalacjach budynku dzieli się na:

- ⊕ odgłosy napełniania,
- ⊕ odgłosy armatur,
- ⊕ odgłosy wlotowe,
- ⊕ odgłosy wylotowe,
- ⊕ odgłosy uderzeniowe.

Środki technicznej izolacji dźwiękowej

Hałasy wywoływane są przez poruszające się części lub przepływające media. Przenoszenie dźwięków materiałowych stanowi największy problem w dziedzinie zamocowań oraz w przypadku przepustów ściennych i stropowych.

Planowanie przewodów

Aby uniknąć dźwięku materiałowego lub go zmniejszyć, należy zamocować izolowane przewody rurowe z izolacją dźwięku materiałowego, np. używając obejm rurowych z miękką wkładką. W celu osiągnięcia optymalnego poziomu akustycznego należy zwrócić uwagę na to, aby wszystkie wrażliwe części składowe instalacji, jak armatury i należące do nich podkładki ściennie, mocowane były z akustycznym izolatorem od bryły budynku. Wszystkie wyżej wymienione środki pozostaną jednak nieskuteczne, jeśli przenoszenie dźwięku na bryłę budynku następuje przez inne mostki dźwiękowe, jak np. resztki zaprawy między przewodem rurowym a ścianą lub połączenia jastrychowe przez uszkodzone izolacje. Z tego względu, aby zapewnić dobrą izolację dźwiękową, należy dążyć do możliwie całkowitego odizolowania elementów instalacji.

Ścian, które wykazują mniejszą masę w odniesieniu do powierzchni, wolno użyć, jeśli badaniem przydatności potwierdzono, że w odniesieniu do przenoszenia hałasów instalacyjnych nie zachowują się bardziej niekorzystnie.

Aby określić masę ściany w odniesieniu do powierzchni, należy określić:

- ⊕ grubość ściany,
- ⊕ gęstość materiału budowlanego ściany,
- ⊕ rodzaj użytej zaprawy,
- ⊕ grubość oraz masę tynku w odniesieniu do powierzchni.

Podsumowując, jako najważniejsze środki aktywnej izolacji dźwiękowej można wymienić następujące metody:

- ⊕ zabudowa przedścienna (brak mostków dźwiękowych do sąsiednich pomieszczeń),
- ⊕ zastosowanie cichobieżnych armatur grupy I o poziomie hałasu zdefiniowanym według normy DIN 52218, wynoszącym $L_{pA} \leq 20$ dB (A); armatury czerpalne grupy II powinny być stosowane tylko w ograniczonym zakresie,
- ⊕ zastosowanie ścian odpowiednich dla instalacji wodnych (duża masa, np. 220 kg/m²),
- ⊕ użycie zamocowań rur tłumiących dźwięk materiałowy (np. z wkładką gumową),
- ⊕ w przypadku przepustu przez ściany i stropy należy zabezpieczyć przewody zasilające materiałami izolacyjnymi dla zapewnienia ochrony przeciwpożarowej, izolacji dźwiękowej i izolacji cieplnej,
- ⊕ nie należy przekraczać dopuszczalnego ciśnienia, wynoszącego 5 barów przed punktami poboru wody,
- ⊕ nie należy przekraczać dopuszczalnego przepływu dla armatury (klasy natężenia przepływu).

3. Trwałość instalacji

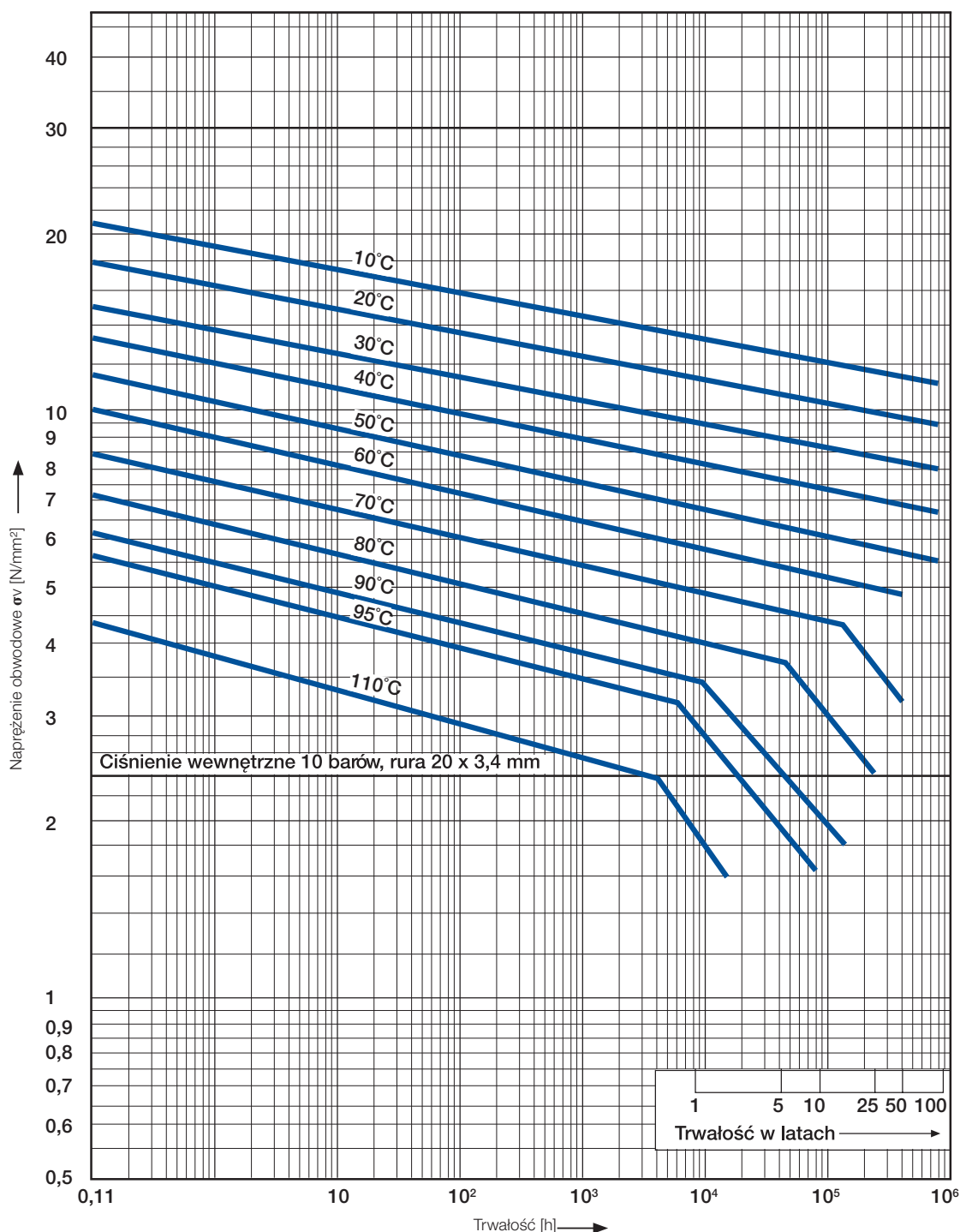
Tworzywowe instalacje wodociągowe i grzewcze Wavin odznaczają się ponadpięćdziesięcioletnią trwałością w zależności od parametrów pracy ciągłej.

Analizując poniższy wykres, widać, że w przypadku instalacji wodnych pięćdziesięcioletnia trwałość jest możliwa do osiągnięcia przy ciśnieniu rzędu ok. 10 barów i szerokim zakresie temperatur (10–60°C), natomiast jeśli chcemy uzyskać podobny wynik

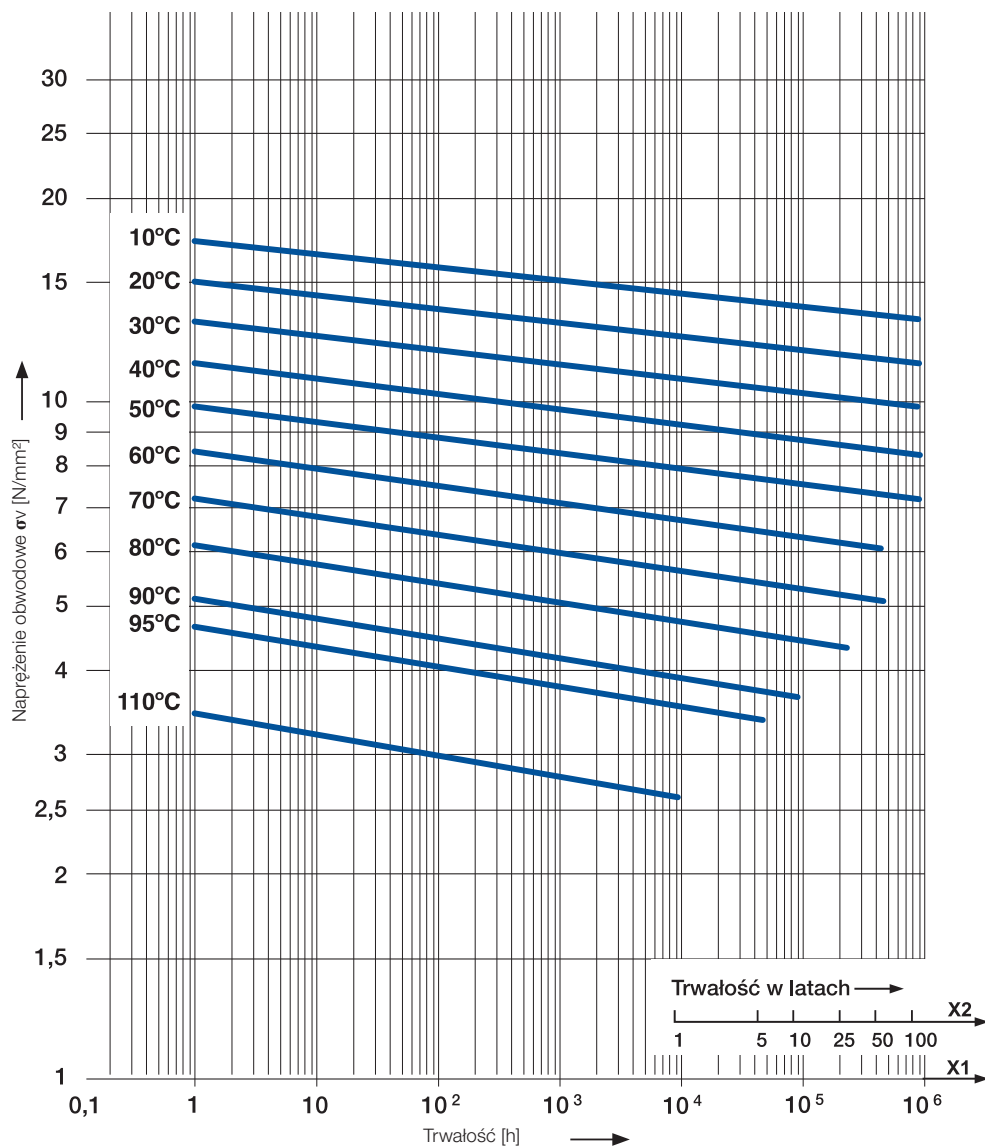
w instalacji centralnego ogrzewania, pracującej w temperaturach 80°C, nie możemy dopuścić do sytuacji, w której ciśnienie robocze przekroczyłoby 6 barów.

W celu sprawnego określenia trwałości montowanej instalacji w zależności od parametrów pracy należy posłużyć się tabelą parametrów roboczych rur PP-R i PP-RCT (zgodnie z normą DIN 8077/2007).

Izotermi wytrzymałości PP-R (system Ekoplastik lub BOR^{plus})



Izotermy wytrzymałości PP-RCT (system Ekoplastik lub BOR^{plus})



Zakończenie izotermy określa maksymalną żywotność również przy niższym naprężeniu σ_v . Izoterm na wykresie się nie przedłuża.

Do obliczenia żywotności rur z izotermy należy wyznaczyć obliczeniowe naprężenie w ścianie rury:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s} \cdot k \text{ [MPa]}$$

| Symbol | Parametr |
|------------|---|
| σ_v | obliczeniowe naprężenie (naprężenie obwodowe) [MPa] |
| D | zewnętrzna średnica rury [mm] |
| s | grubość ścianki rury [mm] |
| p | maksymalne ciśnienie [MPa] |
| k | współczynnik bezpieczeństwa: 1,5 |

Przeliczenie: 1 MPa = 10 b.

Uzyskaną wartość obliczeniowego naprężenia znajdujemy na osi pionowej wykresu.

Określamy punkt przecięcia tej wartości (pozioma linia prosta) z izotermą maksymalnej temperatury wody (linia skośna).

Z punktu przecięcia prowadzimy linię prostokątłą w kierunku osi poziomej, na której odczytamy minimalną żywotność rurociągu przy ciągłej eksploatacji.

Jeśli chodzi o układ grzewczy, to żywotność należy przeliczyć, uwzględniając długość sezonu grzewczego.

Obliczanie maksymalnego ciśnienia dla danej średnicy rury z wykorzystaniem izoterm:

$$p = \frac{\sigma_v \cdot 2 \cdot s}{(D - s) \cdot k} \text{ [MPa]}$$

Tabela parametrów roboczych rur PPR i PP-RCT (zgodnie z normą DIN 8077/2007) – systemy Ekoplastik i BOR^{plus}

| Temperatura [°C] | Czas pracy [lata] | Materiał PPR | | | Materiał PP-RCT (ULTRA, Stabi PLUS, EVO) | |
|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---|-------|
| | | S 5 (PN 10) | S 3,2 (PN 16) | S 2,5 (PN 20) | S 4,0 | S 3,2 |
| | | Dopuszczalne ciśnienie robocze [bary] | | | | |
| 10 | 1 | 17,5 | 27,8 | 35,1 | 24,0 | 30,2 |
| | 5 | 16,5 | 26,2 | 33,0 | 23,2 | 29,3 |
| | 10 | 16,1 | 25,6 | 32,2 | 22,9 | 28,9 |
| | 25 | 15,6 | 24,7 | 31,1 | 22,5 | 28,4 |
| | 50 | 15,2 | 24,1 | 30,3 | 22,2 | 28,0 |
| 20 | 1 | 15,0 | 23,7 | 29,9 | 20,9 | 26,3 |
| | 5 | 14,1 | 22,3 | 28,1 | 20,2 | 25,4 |
| | 10 | 13,7 | 21,7 | 27,4 | 19,9 | 25,1 |
| | 25 | 13,2 | 21,0 | 26,4 | 19,6 | 24,6 |
| | 50 | 12,9 | 20,4 | 25,7 | 19,3 | 24,3 |
| 30 | 1 | 12,7 | 20,2 | 25,4 | 18,1 | 22,7 |
| | 5 | 11,9 | 18,9 | 23,8 | 17,4 | 22,0 |
| | 10 | 11,6 | 18,4 | 23,2 | 17,2 | 21,7 |
| | 25 | 11,2 | 17,7 | 22,3 | 16,9 | 21,2 |
| | 50 | 10,9 | 17,2 | 21,7 | 16,6 | 20,9 |
| 40 | 1 | 10,8 | 17,1 | 21,6 | 15,5 | 19,6 |
| | 5 | 10,1 | 16,0 | 20,2 | 15,0 | 18,9 |
| | 10 | 9,8 | 15,5 | 19,6 | 14,7 | 18,6 |
| | 25 | 9,4 | 15,0 | 18,8 | 14,4 | 18,2 |
| | 50 | 9,2 | 14,5 | 18,3 | 14,2 | 17,9 |
| 50 | 1 | 9,1 | 14,5 | 18,2 | 13,3 | 16,7 |
| | 5 | 8,5 | 13,5 | 17,0 | 12,8 | 16,1 |
| | 10 | 8,2 | 13,1 | 16,5 | 12,6 | 15,8 |
| | 25 | 7,9 | 12,6 | 15,9 | 12,3 | 15,5 |
| | 50 | 7,7 | 12,2 | 15,4 | 12,1 | 15,2 |
| 60 | 1 | 7,7 | 12,2 | 15,4 | 11,2 | 14,2 |
| | 5 | 7,1 | 11,3 | 14,3 | 10,8 | 13,6 |
| | 10 | 6,9 | 11,0 | 13,9 | 10,6 | 13,4 |
| | 25 | 6,6 | 10,5 | 13,3 | 10,4 | 13,1 |
| | 50 | 6,4 | 10,2 | 12,9 | 10,2 | 12,8 |
| 70 | 1 | 6,5 | 10,3 | 12,9 | 9,4 | 11,9 |
| | 5 | 6,0 | 9,5 | 12,0 | 9,1 | 11,4 |
| | 10 | 5,8 | 9,2 | 11,6 | 8,9 | 11,2 |
| | 25 | 5,0 | 8,0 | 10,0 | 8,7 | 10,9 |
| | 50 | 4,2 | 6,7 | 8,5 | 8,5 | 10,7 |
| 80 | 1 | 5,4 | 8,6 | 10,8 | 7,9 | 9,9 |
| | 5 | 4,8 | 7,6 | 9,6 | 7,5 | 9,5 |
| | 10 | 4,0 | 6,4 | 8,1 | 7,4 | 9,3 |
| | 25 | 3,2 | 5,1 | 6,5 | 7,2 | 9,1 |
| 95 | 1 | 3,8 | 6,1 | 7,6 | 5,9 | 7,4 |
| | 5 | 2,6 | 4,1 | 5,2 | 5,6 | 7,1 |
| Zimna woda | | Ciepła woda | | | | |

Współczynnik bezpieczeństwa 1,5

* Dotyczy systemu rur Stabi i BOR^{plus} wykonanych z PP-R.

4. Uruchomienie i sprawdzenie instalacji

4.1. Uruchomienie instalacji

4.1.1. Uruchomienie instalacji wody pitnej

Płukanie instalacji wody pitnej

W momencie uruchomienia instalacja musi być wolna od zanieczyszczeń i ciał obcych. Należy unikać opóźnień czasowych między wykonaniem płukania a uruchomieniem sieci wody pitnej, ponieważ z reguły po płukaniu nie następuje całkowite opróżnienie rur. Dodatkowo części instalacji, które nie były użytkowane przez okres dłuższy niż 4 tygodnie, należy poddać ponownemu płukaniu.

Próba ciśnieniowa wodna

Wszystkie przewody, przed ich zakryciem, należy poddać próbie ciśnieniowej. Przed jej rozpoczęciem niezbędne jest odłączenie dodatkowych urządzeń instalacji, które mogą ulec uszkodzeniu lub zakłócić przebieg próby. W celu kontroli zmiany ciśnienia w najniższym punkcie instalacji konieczne jest podłączenie manometru z dokładnością odczytu 0,01 MPa. Przygotowaną do próby instalację należy napęłnić wodą i odpowietrzyć.

Próba ciśnieniowa wymaga takich ciśnieniomierzy, które umożliwiają dokładność odczytu wynoszącą 0,1 bara. Przed próbą ciśnieniową zalecana jest końcowa optyczna kontrola połączeń rur.

Uwzględnić należy ponadto uwarunkowane materiałowo wydłużenie rur z tworzywa sztucznego, które może mieć wpływ na wynik badania. Innym czynnikiem oddziałującym na wynik może być różnica temperatur między rurą a wodą użytą do badania, ponieważ w porównaniu z rurami metalowymi te z tworzywa sztucznego charakteryzują się wyższym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej.

Zmiana temperatury o 10 K powoduje zmianę ciśnienia o ok. 0,5 do 1 bara. Z tego powodu należy zwrócić uwagę na niezmienną temperaturę wody kontrolnej.

Aby przeprowadzić próbę, ciśnienie próbne należy podnieść do 1,5-krotnej wartości ciśnienia roboczego. Podczas próby wstępnej ciśnienie próbne w ciągu 30 minut należy dwukrotnie podnieść do pierwotnej wartości w odstępie 10 minut. W ciągu następnych 30 minut próbny spadek ciśnienia nie może przekroczyć 0,06 MPa. Bezpośrednio po badaniu wstępnym należy przeprowadzić 120-minutową próbę główną. W tym czasie ciśnienie pozostałe po próbie wstępnej nie może spaść więcej niż 0,02 MPa.

Dodatkowo podczas trwania próby ciśnieniowej należy dokonać wizualnej oceny szczelności wykonanych połączeń.

Kontrola szczelności za pomocą sprężonego powietrza

Ten rodzaj próby ciśnieniowej powinien być przeprowadzony, jeśli występują następujące warunki:

- ⦿ okres przestoju między kontrolą szczelności a uruchomieniem > 48 h,
- ⦿ istnieją podwyższone wymagania w zakresie higieny, np. w szpitalach i gabinetach lekarskich,
- ⦿ w okresie mrozów, ze względu na odstęp czasu między kontrolą szczelności a uruchomieniem instalacji, przewód rurowy nie może pozostać całkowicie wypełniony.

Ponieważ podczas przeprowadzania prób ciśnieniowych gazy, w przeciwieństwie do wody, mogą być sprężane, z przyczyn fizycznych i bezpieczeństwa technicznego konieczne jest przestrzeganie innych reguł.

4.1.2. Uruchomienie instalacji grzewczej

Płukanie instalacji grzewczych

Wykończoną instalację grzewczą należy przed uruchomieniem dokładnie przepłukać. Proces ten pozwala usunąć zanieczyszczenia, jakie mogły przedostać się do systemu rur w czasie robót budowlanych. Zwłaszcza zanieczyszczenia metaliczne mogą na skutek korozji spowodować w dłuższym okresie uszkodzenia źródła ciepła lub grzejników.

Próba ciśnieniowa instalacji grzewczych

Instalacje grzewcze należy po ich wykończeniu, a przed zamknięciem przepustów i szczelin oraz wykonaniem prac związanych z ułożeniem jastrychu, poddać dokładnej kontroli wzrokowej, ponieważ niezgrzewane lub niefachowo zmontowane połączenia mogą być krótkotrwale szczelne podczas próby ciśnieniowej. Wszystkie zainstalowane przewody rurowe należy zawsze poddać próbie ciśnieniowej. Wykończone, ale jeszcze niezakryte przewody należy w tym celu napęłnić wodą (zachować ostrożność w przypadku ryzyka zamarzania).

Aby przeprowadzić próbę szczelności instalacji centralnego ogrzewania, należy zastosować ciśnienie próbne wynoszące 0,2 MPa + najwyższe ciśnienie robocze w instalacji. Próbę szczelności należy wykonać jak dla instalacji wody pitnej. Po jej przeprowadzeniu zaleca się wykonanie próby na gorąco, aby sprawdzić w warunkach roboczych szczelność instalacji.

4.2. Wzory protokołów z przeprowadzenia prób ciśnieniowych

4.2.1. Protokół z próby ciśnieniowej z użyciem wody dla instalacji wody pitnej oraz instalacji centralnego ogrzewania

| | | | |
|--|-----|---|---------|
| Dane inwestora: | | | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Adres poczty elektronicznej inwestora: | | | |
| Nazwa firmy: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| NIP: | | Tel.: | |
| Miejsce zamontowania instalacji: | | | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| Dane wykonawcy instalacji: | | Data montażu instalacji: | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Nazwa firmy: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| NIP: | | Tel.: | |
| Rodzaj instalacji: <input type="checkbox"/> zimna woda <input type="checkbox"/> ciepła woda <input type="checkbox"/> ogrzewanie grzejnikowe <input type="checkbox"/> ogrzewanie podłogowe/płasczyznowe | | | |
| Badania: Instalacje należy napęlić zimną wodą i dokładnie odpowietrzyć. Próbę szczelności należy przeprowadzić: – dla instalacji wody zimnej – 1,5 x najwyższe ciśnienie robocze, ale nie mniej niż 10 barów, – dla instalacji wody ciepłej – 1,5 x najwyższe ciśnienie robocze, ale nie mniej niż 10 barów, – dla instalacji centralnego ogrzewania – najwyższe ciśnienie robocze + 2 bary, ale nie mniej niż 6 barów. Po wykonaniu próby szczelności zaleca się przeprowadzić próbę na gorąco, aby sprawdzić w warunkach roboczych szczelność instalacji. Wybrane, w zależności od rodzaju instalacji, ciśnienie należy dwukrotnie podnosić w ciągu 30 minut. Po dalszych 30 minutach spadek ciśnienia nie może przekraczać 0,6 bara. W czasie następnych 2 godzin (w przypadku ogrzewania podłogowego – 24 godzin) spadek ciśnienia nie może przekroczyć 0,2 bara. Dodatkowo podczas trwania próby należy dokonać wizualnej oceny szczelności wykonanych połączeń. W przypadku wystąpienia przecieków podczas przeprowadzania próby szczelności należy je usunąć i ponownie przeprowadzić całą próbę od początku. | | | |
| Badanie wstępne 1. Ciśnienie próbne <input type="text"/> b 2. Ciśnienie po 30 min <input type="text"/> b | | | |
| Badanie główne (wykonać po pozytywnie zakończonym badaniu wstępnym) 1. Ciśnienie próbne b <input type="text"/> 2. Ciśnienie po 2 h (24 h)* b <input type="text"/> <small>* Dotyczy ogrzewania podłogowego.</small> | | | |
| Potwierdzenie <input type="checkbox"/> Próba szczelności przeprowadzona na gorąco w warunkach roboczych (instalacja grzewcza). <input type="checkbox"/> Cała instalacja jest szczelna (spadek ciśnienia nie większy niż 0,2 bara). Data badania: <input type="text"/> | | | |
| Uwagi: | | | |
| Próbę przeprowadził: <input type="text"/> Data i podpis | | Podpis inwestora lub inspektora nadzoru: <input type="text"/> Data i podpis | |

4.2.2. Protokół próby ciśnieniowej dla badania uzupełniającego instalacji grzewczej

| Próba ciśnieniowa rur grzewczych zgodnie z DIN 18380 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------|--|--|----------------|--|--|------------------------|--|--|
| Nazwa i lokalizacja budynku: | | | | | | | | | | | | | | |
| Część budynku: | | | | | | | | | | | | | | |
| Próbie wykonał: | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Wszystkie rury instalacyjne podlegają próbie ciśnieniowej zgodnie z DIN 18380. Wykonana instalacja – jeszcze niezakryta – zostaje napełniona wodą (należy pamiętać o ochronie przed zamarznięciem). Urządzenie do testu ciśnieniowego podłącza się do najniższego punktu badanej instalacji (np. w kotłowni). Należy używać tylko urządzeń zapewniających odczyt zmian ciśnienia z dokładnością do 0,1 bara. Wodne systemy grzewcze muszą być testowane przy ciśnieniu 2 razy wyższym niż ciśnienie robocze (lecz nie niższym niż 5 barów) w każdym punkcie instalacji. Tak szybko, jak to jest możliwe po próbie ciśnieniowej z zimną wodą, system wymaga podgrzania do najwyższej temperatury obliczeniowej. Wykonuje się to w celu sprawdzenia, czy instalacja zachowuje szczelność przy maksymalnej temperaturze.</p> <p>Ciśnienie próby: 2 x ciśnienie robocze</p> <p>Czas trwania próby: 24 godziny po uzyskaniu równowagi temperatury między rurą a medium</p> <p>Dopuszczalny spadek ciśnienia: < 0,2 bara</p> <table border="1"><thead><tr><th>Dane z próby</th><th>Rozpoczęcie próby</th><th>Zakończenie próby</th></tr></thead><tbody><tr><td>Data</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Godzina</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ciśnienie próby</td><td></td><td></td></tr></tbody></table> <p>Wszystkie połączenia rur muszą być sprawdzone wizualnie.</p> <p>Potwierdzenie W przypadku wyżej wymienionej instalacji nie stwierdzono żadnych nieszczelności podczas próby ciśnieniowej układu.</p> <div><div>Miejscowość, data, podpis Firma wykonująca</div><div>Miejscowość, data, podpis Zlecniodawca</div></div> | | | Dane z próby | Rozpoczęcie próby | Zakończenie próby | Data | | | Godzina | | | Ciśnienie próby | | |
| Dane z próby | Rozpoczęcie próby | Zakończenie próby | | | | | | | | | | | | |
| Data | | | | | | | | | | | | | | |
| Godzina | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciśnienie próby | | | | | | | | | | | | | | |

4.3. Protokół uruchomienia instalacji ogrzewania ściennego

| |
|--|
| Właściciel budynku: |
| Nazwa inwestycji: |
| Faza budowy: |
| <p>Instalacja ogrzewania ściennego Wavin w trakcie prac tynkarskich powinna znajdować się pod ciśnieniem minimum 2 barów. Proces nagrzewania instalacji ogrzewania ściennego (ściana wykonana z użyciem tynku cementowego, gipsowego lub masy szpachlowej) można rozpocząć nie wcześniej niż po 21 dniach od momentu nałożenia warstw. W przypadku stosowania wykończenia ścian z wykorzystaniem płyt G/K, mas szpachlowych lub tynków glinianych rozruch instalacji powinien odbywać się zgodnie z wytycznymi producenta zastosowanego rozwiązania, jednak nie wcześniej niż po 7 dniach. Należy rozpocząć nagrzewanie od temperatury zasilania 25°C i utrzymać ją przez 3 dni. Następnie nastawia się maksymalną temperaturę zasilania (do maks. 50°C) i utrzymuje ją przez kolejne 4 dni.</p> |
| <p>Wstęp</p> <p>Raport: kontrola wizualna</p> <p>Przed uruchomieniem instalacji ogrzewania ściennego/sufitowego powierzchnia ściany/sufitu została sprawdzona i odnotowano następujący wynik:</p> <p><input type="checkbox"/> Brak pęknięć</p> <p><input type="checkbox"/> Zauważono pęknięcia</p> |
| <p>Raport: proces nagrzewania</p> <p>Temperatura przegrody przed procesem nagrzewania: °C</p> <p>Data Rozpoczęcie Temperatura zasilania °C</p> <p>Data Zakończenie Temperatura zasilania °C</p> |
| <p>Raport: proces nagrzewania do maksymalnej temperatury zasilania</p> <p>Data Rozpoczęcie Temperatura zasilania °C</p> <p>Data Zakończenie Temperatura zasilania °C</p> |
| <p>Potwierdzenie: cała powierzchnia aktywna jest równo ogrzewana</p> <p>Inne:</p> |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center; width: 45%;"> Miejscowość, data, podpis Firma wykonująca </div> <div style="text-align: center; width: 45%;"> Miejscowość, data, podpis Zleceniodawca </div> </div> |

5. Przeliczanie jednostek

Zawartość

1. Przeliczanie jednostek ciśnienia
2. Przeliczanie jednostek przepływu

5.1. Przeliczanie jednostek ciśnienia

Ciśnienie (lub naprężenie) często jest podawane w różnych jednostkach. Dokładny opis jednostek miar używanych w technice sanitarnej znajduje się w normie PN-B-01440:1998. Dla praktycznych przeliczeń można stosować następujące przybliżone zależności:

$1 \text{ b} = 1 \text{ at} = 10\,000 \text{ daPa} = 1000 \text{ hPa} = 0,1 \text{ MPa}$.

Przy obliczeniach wysokości ciśnienia, np. wymaganej wysokości ciśnienia dla projektowanej instalacji, strat ciśnienia itp., często jest używana miara wyrażona w metrach słupa wody (H_2O). Powiązanie tej miary z jednostkami ciśnienia jest następujące:

$1 \text{ m H}_2\text{O} = 0,1 \text{ b} = 1000 \text{ daPa} = 100 \text{ hPa} = 0,01 \text{ MPa}$.

Zestawienie obliczeń omówionych jednostek znajduje się w tablicy poniżej.

Tablica wartości ciśnienia w różnych jednostkach

| [b] | [m H ₂ O*] | [at] | [daPa] | [hPa] | [MPa] |
|-----|-----------------------|------|--------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 1 | 10 | 1 | 1000 | 1000 | 0,1 |
| 2 | 20 | 2 | 2000 | 2000 | 0,2 |
| 3 | 30 | 3 | 3000 | 3000 | 0,3 |
| 4 | 40 | 4 | 4000 | 4000 | 0,4 |
| 5 | 50 | 5 | 5000 | 5000 | 0,5 |
| 6 | 60 | 6 | 6000 | 6000 | 0,6 |
| 7 | 70 | 7 | 7000 | 7000 | 0,7 |
| 8 | 80 | 8 | 8000 | 8000 | 0,8 |
| 9 | 90 | 9 | 9000 | 9000 | 0,9 |
| 10 | 100 | 10 | 10000 | 10000 | 1,0 |

* Wysokość ciśnienia wyrażona w metrach słupa H_2O .

5.2. Przeliczanie jednostek przepływu

Wielkość przepływu lub wydajności w technice sanitarnej najczęściej podaje się w jednostkach powiązanych ze sobą następującymi zależnościami:

$1 \text{ m}^3/\text{h} = 1000 \text{ dm}^3/60 \text{ min} = 16,67 \text{ dm}^3/\text{min} = 16,67 \text{ dm}^3/60 \text{ s} = 0,28 \text{ dm}^3/\text{s}$

Porównanie przykładowych wartości omówionych jednostek znajduje się w tablicy obok.

Tablica wartości przepływu (wydajności) w różnych jednostkach

| [dm ³ /s] | [dm ³ /min] | [m ³ /h] |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 2 | 120 | 7,2 |
| 4 | 240 | 14,4 |
| 6 | 360 | 21,6 |
| 8 | 480 | 28,8 |
| 10 | 600 | 36 |
| 12 | 720 | 43,2 |
| 14 | 840 | 50,4 |
| 16 | 960 | 57,6 |
| 18 | 1080 | 64,8 |
| 20 | 1200 | 72 |

CONNECT TO BETTER

Wavin Tempower



System ogrzewania podłogowego oferowany w dwóch pakietach: Premium i Standard.

PAKIET PREMIUM

Specjalnie prefabrykowane i frezowane panele systemowe XPS o doskonałych parametrach izolacyjności termicznej

PAKIET STANDARD

Płyta styropianowa Tacker lub folia do styropianu

Rura grzewcza wielowarstwowa

Rozdzielacze, szafki, systemy regulacji temperatury zasilania i automatyka sterująca temperaturą pokojową oraz dodatkowe akcesoria

Dobór techniczny

Rysunki wykonawcze, obliczenia zapotrzebowania na ciepło

Pomiary pomieszczeń

Gwarancja na poprawność działania systemu

Gwarancja na poszczególne elementy pakietu

Aby otrzymać wstępną kalkulację, możesz użyć kalkulatora dostępnego na www.wavin.pl.

Aby dokonać zamówienia, potrzebne będą także (oprócz powyższej kalkulacji): rzut budynku wraz z wymiarami i lokalizacją rozdzielaczy. Więcej informacji uzyskasz u menedżera ds. inwestycji Wavin.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewnątrznej i wewnętrznej

Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

1. Ogrzewanie podłogowe Wavin

Elastyczność to podstawa. Nowa, 5-warstwowa rura do ogrzewania podłogowego PE-RT/EVOH/PE-RT.

Zastosowanie

- ⦿ Ogrzewanie podłogowe.
- ⦿ Ogrzewanie grzejnikowe w układzie rozdzielaczowym.

Informacje o produkcie

- ⦿ Najbardziej elastyczna rura Wavin do ogrzewania podłogowego i ogrzewań grzejnikowych, rozdzielaczowych – duża swoboda kształtowania instalacji o małych promieniach gięcia.
- ⦿ Wysoka odporność na ściskanie.
- ⦿ Długotrwała wytrzymałość na działanie wysokiej temperatury oraz ciśnienia.

- ⦿ Bariera antydyfuzyjna, która zapobiega przenikaniu tlenu – zgodna z wymogami normy.
- ⦿ Do podłączenia rury z rozdzielaczem należy stosować złączki przyłączeniowe z pierścieniem 16 x 3/4" – skręcanie z użyciem klucza płaskiego.
- ⦿ Montaż klipsów w rozstawie średnio co 70–80 cm.

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [mm] | Indeks |
|---------------|---------|--------|----------------------|---------|
| 16 x 2,0 | 16 | 2,00 | 600 | 3072414 |

| | |
|--|--|
| Materiał rury | Polietylen PE-RT z warstwą antydyfuzyjną EVOH, zlokalizowaną pomiędzy warstwami PE-RT – rura 5-warstwowa |
| Kolor rury | Naturalny PE – mlecznożółty |
| Maksymalna temperatura pracy stałej* – T_{max} | 70°C – klasa 4 / 90°C – klasa 5 |
| Maksymalne ciśnienie pracy stałej – p_{max} | 6 barów |
| Współczynnik rozszerzalności cieplnej – α | 0,18 mm/m·K |
| Przewodność cieplna – λ | 0,4 W/m·K |
| Współczynnik chropowatości rury – k | 0,007 mm |
| Minimalny promień gięcia – R_{min} | 5 x Da |
| Zgodność wyrobu z normą | PN-EN ISO 21003-2:2009 |

* Przy maks. ciśnieniu roboczym wynoszącym 6 barów.

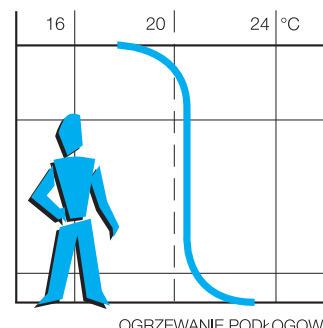
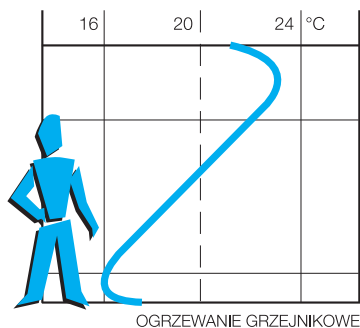
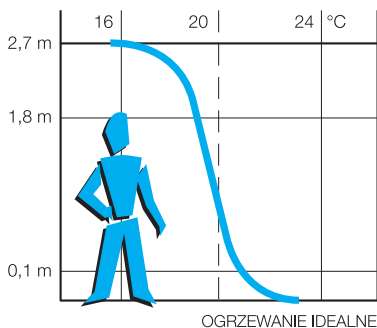
Ogrzewanie podłogowe to doskonały sposób zapewnienia komfortu cieplnego w pomieszczeniu.

Najistotniejsza dla komfortu cieplnego jest nie ogólna temperatura pomieszczenia, lecz jej równomierny rozkład w pomieszczeniu. W przypadku ogrzewania podłogowego okazuje się on korzystniejszy niż przy ogrzewaniu grzejnikowym i niewiele odbiega od idealnego rozkładu temperatur. W wyniku tego osiąga się podwyższony komfort cieplny – przy temperaturach pomieszczeń znacznie niższych niż przy zastosowaniu grzejników.

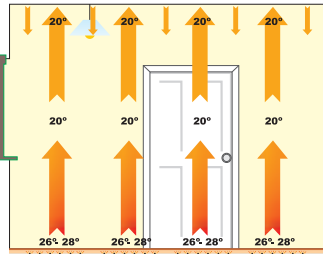
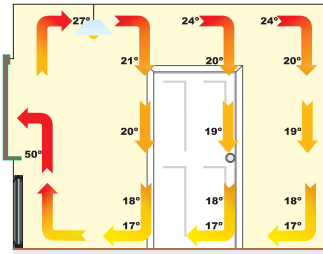
Ogrzewanie podłogowe systemu Wavin Tigris to:

- ⦿ korzystny dla człowieka – ze względów fizjologicznych – rozkład temperatur w pomieszczeniu,
- ⦿ brak grzejników w pomieszczeniu i możliwość dowolnej aranżacji wnętrza,
- ⦿ ograniczenie wysuszania powietrza w pomieszczeniu,
- ⦿ zmniejszenie ilości unoszonego kurzu (ograniczenie konwekcji),
- ⦿ oszczędności w energii cieplnej (niska temperatura czynnika grzewczego i równomierne rozmieszczenie źródła ciepła).

Pionowy rozkład temperatury w pomieszczeniu



1.1. Różnice w ogrzewaniu podłogowym i grzejnikowym

| Ogrzewanie podłogowe | Ogrzewanie grzejnikowe |
|---|---|
| Komfort cieplny | |
| Równomierny rozkład temperatury w ogrzewanych pomieszczeniach dzięki przekazywaniu ciepła głównie poprzez promieniowanie – profil temperaturowy zbliżony do idealnego z punktu widzenia fizjologii człowieka (ciepłe stopy – chłodna głowa). Idealne warunki dla wysokich pomieszczeń – ciepło utrzymane na poziomie przebywania ludzi. | Najwyższa temperatura w pomieszczeniu znajduje się przy suficie; powstawanie tzw. poduszek termicznych – zjawisko szczególnie niekorzystne w pomieszczeniach wysokich. |
|  |  |
| Ciepło promieniowane – równomierny rozkład temperatury, wyższy komfort cieplny. | Ciepło konwekcyjne – rozkład temperatury. |
| Energooszczędność | |
| Uczucie komfortu cieplnego w pomieszczeniu pojawia się przy temperaturze o 1–2°C niższej w stosunku do ogrzewania grzejnikowego – straty ciepłe w budynku są w sposób prosty zależne od temperatury powietrza w pomieszczeniu, co oznacza oszczędność o około 6–12% energii na ogrzewanie domu. | Przy ogrzewaniu grzejnikowym uczucie komfortu cieplnego pojawia się przy temperaturze pomieszczenia 22–23°C. |
| Ekologia | |
| Ze względu na niskie parametry zasilania instalacja doskonale nadaje się do współpracy z ekologicznie czystymi źródłami ciepła, takimi jak pompy ciepła, kolektory słoneczne czy też kotły kondensacyjne. Dodatkowo są to urządzenia o wysokiej sprawności energetycznej, mające duży wpływ na koszty eksploatacji. | W przypadku zasilania instalacji grzejnikowej z niskotemperaturowych źródeł ciepła istnieje konieczność zwiększenia gabarytów grzejnika w stosunku do wymiarów stosowanych przy standardowych parametrach pracy (grzejniki zwykle wymiarowane na parametr 75/65°C). |
| Zdrowie | |
| W związku z niskim udziałem energii pochodzącej z konwekcji, w pomieszczeniach z ogrzewaniem podłogowym w minimalnym stopniu występują zawirowania powietrza przenoszące kurz – idealne rozwiązanie dla alergików. | Kurz jest przenoszony po pomieszczeniu prądami konwekcyjnymi, co ma szczególnie niekorzystny wpływ na alergików. Ponadto krążące suche powietrze może powodować uczucie dyskomfortu. |
| Aranżacja pomieszczeń i estetyka | |
| Użytkownik ma całkowitą, nieograniczoną umieszczeniem grzejnika dowolność w aranżacji wnętrza. Brak kurzu gromadzącego się za grzejnikami lub nad nimi. | Występują ograniczenia związane z umieszczeniem grzejników. Kurz gromadzi się na ścianach za grzejnikami i nad nimi. |
| Bezpieczeństwo | |
| Instalacja jest niewidoczna, nie ma gorących powierzchni, ostrych krawędzi – zminimalizowane ryzyko doznania obrażeń, co jest ważne szczególnie w pomieszczeniach, w których przebywają dzieci lub osoby niepełnosprawne. | Mogą występować gorące powierzchnie oraz ostre krawędzie, stwarzające niebezpieczeństwo dla małych dzieci lub osób niepełnosprawnych. |
| Modernizacje, remonty | |
| Bez większych zmian podstawowych elementów instalacji po kilku latach można wymienić kotłó gazowy na pompę ciepła, a następnie rozszerzyć układ o opcję chłodzenia podłogowego. Instalacja ogrzewania podłogowego nie ulega korozji nawet w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności. | Wymiana źródła ciepła z kotła na źródło niskotemperaturowe wymaga dokonania znaczących zmian w instalacji oraz w samych grzejnikach. |

1.2. Systemy ogrzewania podłogowego

Systemy ogrzewania podłogowego ze względu na rodzaj konstrukcji można podzielić na:

- ⦿ systemy w zabudowie mokrej,
- ⦿ systemy w zabudowie suchej.

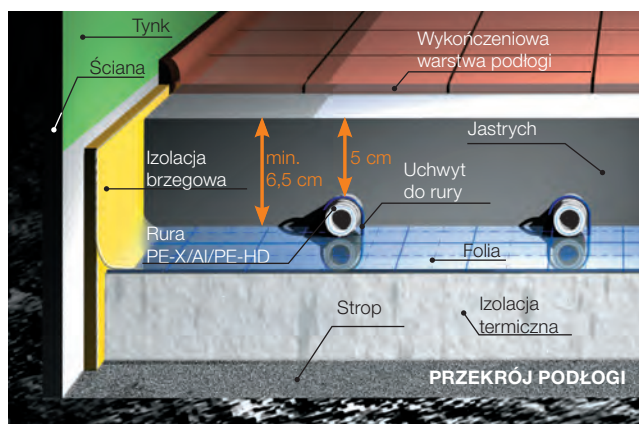
System zabudowy mokrej

W systemie zabudowy mokrej rury, którymi przepływa czynnik grzewczy, są układane na warstwie izolacji cieplnej i zalewane jastrychem. Istnieje również możliwość układania rur w specjalnie przygotowanych rowkach w górnej części izolacji termicznej. Do ogrzewanego pomieszczenia ciepło jest przekazywane przez jastrych, który ogrzewa się od rur i dzięki dobremu przewodnictwu cieplnemu zapewnia równomierny rozkład temperatur na całej powierzchni podłogi.

System ten charakteryzuje się jednak znaczną wysokością oraz ciężarem podłogi grzejnej, co, po pierwsze, pociąga za sobą konieczność uwzględnienia dodatkowej warstwy już na etapie projektu budynku, a po drugie, uniemożliwia jej montaż na stropach o konstrukcji lekkiej.

Dodatkowo w tej technologii wykonanie ogrzewania podłogowego pociąga za sobą odpowiednio długi czas wykonywania. Wiązanie jastrychu trwa od 3 do 4 tygodni; po tym okresie należy przeprowadzić jego wstępne wygrzewanie.

Standardowa konstrukcja grzejnika podłogowego



Mocowanie rur w ogrzewaniu podłogowym może być wykonane z wykorzystaniem siatki montażowej/zbrojeniowej. Jej zastosowanie nie ma na celu wzmocnienia konstrukcji podłogi i zwiększenia jej wytrzymałości na obciążenia – służy wyłącznie do mocowania rur za pomocą specjalnych opasek tworzywowych. Dzięki takiemu montażowi nie następuje dziurawienie warstwy folii, co zapobiega zawilgoceniu warstwy izolacji termicznej, ułożonej na stropie czy podłodze.

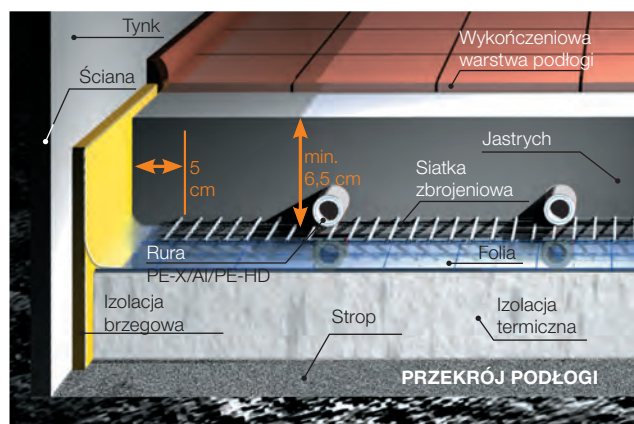
System zabudowy suchej

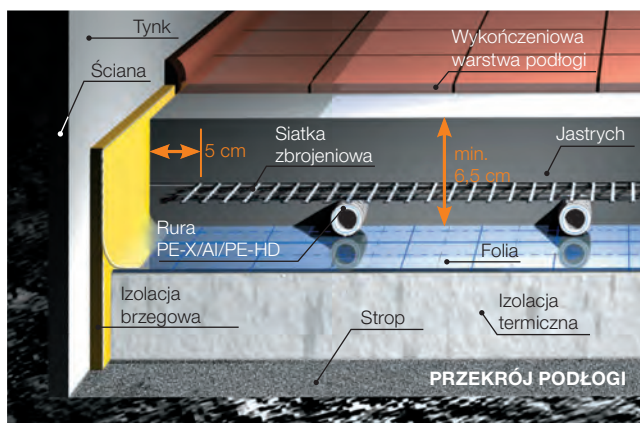
W systemie zabudowy suchej ogrzewania podłogowego rury z czynnikiem grzewczym umieszcza się w górnej warstwie izolacji, w specjalnie wykonanych rowkach. Na tak przygotowaną podłogę układa się profilowane lamele aluminiowe, zapewniające równomierne oddawanie ciepła. Całość zostaje przykryta warstwą izolacyjną, np. z folii PE. Zamiast wylewania warstwy jastrychu – na wierzchu układa się suche płyty jastrychowe.

Stosowanie tej metody pozwala na znaczne zmniejszenie całkowitej wysokości zabudowy podłogi – nawet do ok. 60 mm. Ogranicza ona ciężar podłogi do 40 kg/m², co umożliwia montowanie ogrzewania podłogowego na stropach o lekkiej konstrukcji. Technologia ta nie wprowadza do budynku wilgoci oraz stwarza możliwość układania systemu bezpośrednio na istniejących posadzkach, o ile są równe i mają odpowiednią nośność.

Samo zastosowanie metody suchej skraca czas pracy: ułożenie suchych płyt jest mniej pracochłonne niż wykonanie wylewki, a rozruch instalacji ogrzewania podłogowego oraz chodzenie po posadzce są możliwe bezpośrednio po zakończeniu prac montażowych.

Przekrój podłogi z mocowaniem rur do siatki montażowej

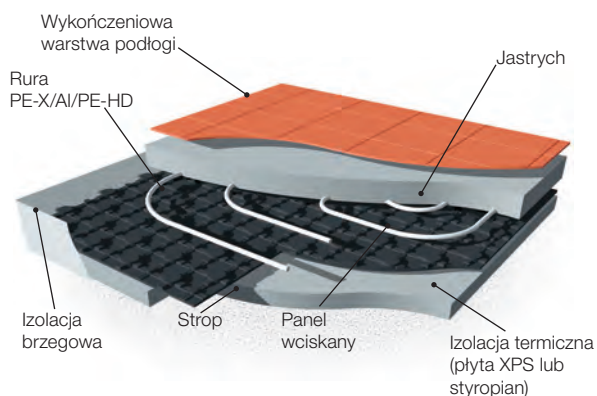




Przekrój podłogi w pomieszczeniu o dużych obciążeniach użytkowych

W celu zwiększenia wytrzymałości podłogi na duże obciążenia użytkowe (np. w salonach samochodowych, halach wystawowych itp.) stosuje się w warstwie wylewki betonowej siatkę montażową, układaną bezpośrednio na rurach. Tylko wtedy uzyskuje się bowiem poprawnie wykonane zbrojenie, zwiększające wytrzymałość podłogi.

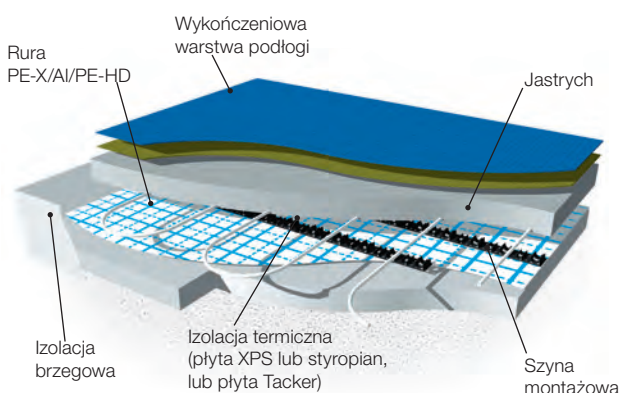
1.3. Rozwiązania konstrukcji podłóg w systemie ogrzewania podłogowego Wavin



Technologia mokra

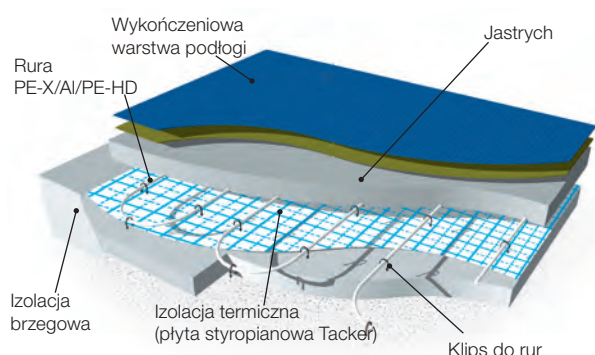
Zastosowanie panelu wciskanego:

- ☉ panel montowany bezpośrednio na płycie z XPS lub na styropianie o odpowiedniej gęstości,
- ☉ pomiędzy wypustkami montowana rura \varnothing 16 i 20 mm – uniwersalne zastosowanie,
- ☉ cała płyta grzewcza zabezpieczona dylatacją.



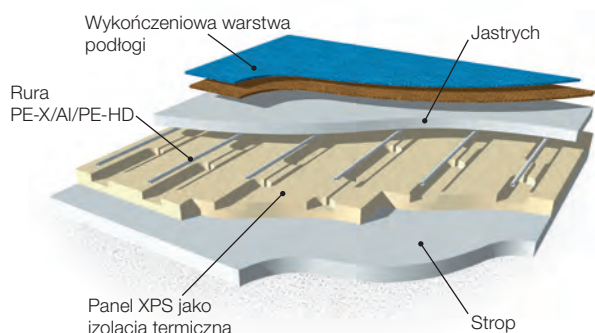
Zastosowanie szyny montażowej:

- ☉ szyna montowana na płycie z XPS lub na styropianie pokrytym folią do ogrzewania podłogowego albo na gotowej płycie styropianowej Tacker z warstwą folii,
- ☉ mocowana do izolacji za pomocą wciśnięcia w warstwę izolacji specjalnych czopów i dodatkowo za pomocą specjalnych klipsów,
- ☉ przeznaczona do rur \varnothing 16 i 20 mm – uniwersalne zastosowanie.



Zastosowanie płyty styropianowej Tacker:

- ☉ rury montowane są bezpośrednio na płycie styropianowej Tacker za pomocą urządzenia o nazwie Tacker i klipsów do rur.



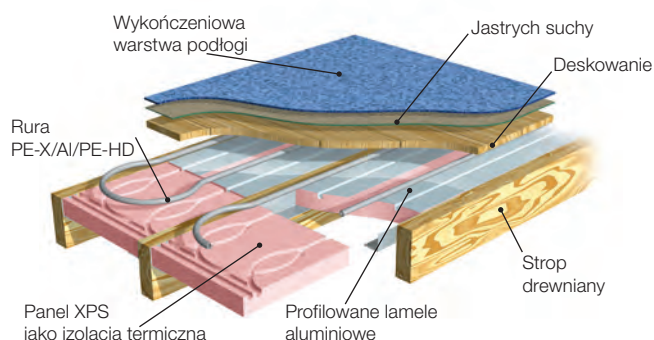
Zastosowanie paneli XPS z wyżłobieniami pod rury (Wavin Tempower):

- panel XPS montowany bezpośrednio na stropie,
- panele na krawędziach łączone za pomocą taśmy samoprzylepnej,
- w wyżłobieniach montowana rura $\varnothing 16$ mm lub $\varnothing 20$ mm,
- nie ma konieczności stosowania folii zabezpieczającej izolację przed wilgocią.

Technologia sucha

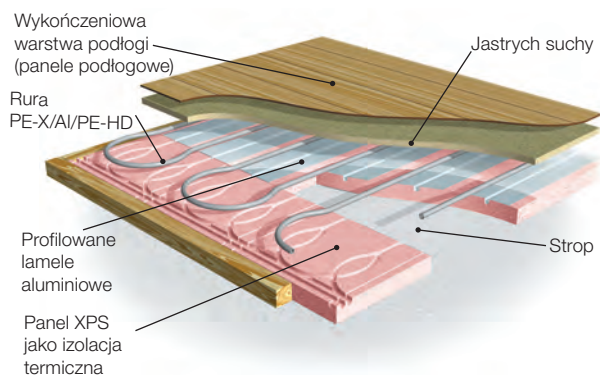
Zastosowanie paneli XPS z wyżłobieniami pod rury na stropie drewnianym (Wavin Tempower):

- panel XPS montowany bezpośrednio w stropie drewnianym,
- panele układane pomiędzy belkami nośnymi stropu,
- w wyżłobieniach montowane profilowane lamele aluminiowe,
- w wyżłobieniach montowana rura $\varnothing 16$ mm,
- możliwość układania panelu XPS na podłodze drewnianej, a nie tylko w konstrukcji stropu drewnianego.



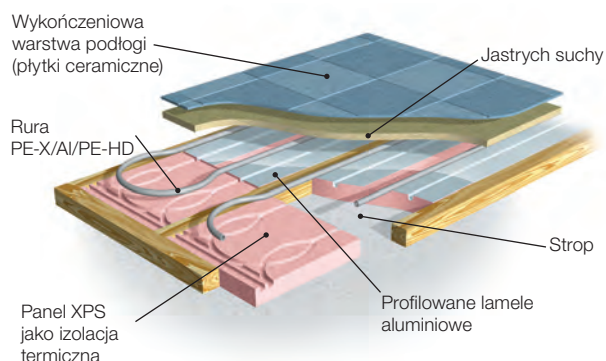
Zastosowanie paneli XPS z wyżłobieniami pod rury na stropie betonowym, wykładzina – panele podłogowe (Wavin Tempower):

- panel XPS montowany bezpośrednio na stropie betonowym,
- w wyżłobieniach montowane profilowane lamele aluminiowe,
- po zamontowaniu aluminiowych lameli – montaż rury $\varnothing 16$ mm.



Zastosowanie paneli XPS z wyżłobieniami pod rury na stropie betonowym, wykładzina – płytki ceramiczne (Wavin Tempower):

- panel XPS montowany bezpośrednio na stropie betonowym,
- w wyżłobieniach montowane profilowane lamele aluminiowe,
- po zamontowaniu aluminiowych lameli – montaż rury $\varnothing 16$ mm.



2. Montaż ogrzewania podłogowego

2.1. Izolacja brzegowa

Izolacja brzegowa pełni funkcję dylatacji pomiędzy posadzką a ścianami budynku. Zabezpiecza posadzkę przed pękaniem w trakcie jej wysychania i późniejszej pracy. Dodatkowo stanowi izolację cieplną, ograniczającą straty ciepła przez ściany boczne. Izolację wykonuje się z miękkiej taśmy brzegowej (polietylen spieniony) o grubości 8 mm. Dodatkowo jest do niej przymocowana folia, którą wykłada się na płyty styropianowe w celu uszczelnienia przestrzeni pomiędzy izolacją brzegową a styropianem.

Aby poprawić jakość pracy, w ofercie ogrzewania podłogowego Wavin znajduje się taśma brzegowa z warstwą kleju, służąca do przyklejania izolacji do ścian budynku przy dylatacji płyty grzewczej.

Taśma brzegowa musi być ułożona wzdłuż całego obwodu wewnętrznych ścian i wystawać nad konstrukcję podłogi.

2.2. Warstwa izolacyjna podłogi

Podłoga w całym pomieszczeniu musi być wyłożona warstwą izolacji cieplnej. Dla pomieszczeń mieszkalnych usytuowanych nad pomieszczeniem ogrzewanym zalecana grubość warstwy styropianu wynosi 4–5 cm.

W przypadku wykonywania izolacji w pomieszczeniach położonych nad pomieszczeniem nieogrzewanym lub na gruncie zaleca się zastosowanie grubości warstwy izolacji zgodnej z obowiązującymi przepisami dotyczącymi izolacyjności przegród. Informacje te zawarte są w „Warunkach technicznych”, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Ze względu na wymaganą nośność podłogi izolację należy wykonywać z płyt styropianowych o wysokiej twardości. W budynkach mieszkalnych powinno się stosować styropian o gęstości min. 20 kg/m³.

Warstwę izolacji wykonuje się również z polistyrenu ekstrudowanego – XPS.

Zgodnie z normą PN-EN 1264-4 „Ogrzewanie podłogowe – system i jego części składowe. Część 4. Instalacja” warstwy izolacyjne podłogi powinny spełniać następujące wymogi:

- ⦿ powinny posiadać przynajmniej minimalną oporność cieplną, zależnie od warunków termicznych pod ogrzewaną podłogą,
- ⦿ podczas ich montażu płyty izolacyjne powinny być ściśle do siebie dociśnięte; wielokrotne warstwy izolacyjne należy ułożyć przestawnie lub tak, aby połączenia pomiędzy płytami jednej warstwy nie pokrywały się z linią połączeń kolejnej warstwy.

2.2.1. Parametry polistyrenu ekstrudowanego XPS

| | Jednostka | Wartości |
|----------------------------------|-------------------|----------|
| Gęstość | kg/m ³ | 33 ± 3 |
| Współczynnik przewodzenia ciepła | W/mK | 0,035 |
| Długość | mm | 2400 |
| Szerokość | mm | 600 |
| Grubość | mm | 30; 50 |

2.2.2. Minimalne oporności cieplne warstw izolacyjnych (m² · K/W) pod systemem ogrzewania podłogowego wg PN-EN 1264

| | Ogrzewane pomieszczenie poniżej | Nieogrzewane lub pośrednio ogrzewane pomieszczenie poniżej lub bezpośrednio na gruncie* | Temperatura powietrza zewnętrznego | | |
|---|---------------------------------|---|--|---|---|
| | | | Obliczeniowa temperatura zewnętrzna T _d ≥ 0°C | Obliczeniowa temperatura zewnętrzna 0°C > T _d ≥ -5°C | Obliczeniowa temperatura zewnętrzna -5°C > T _d ≥ -15°C |
| Oporność termiczna (m ² · K/W) | 0,75 | 1,25 | 1,25 | 1,50 | 2,00 |

* Przy poziomie wody gruntowej < 5 m wartość tę należy zwiększyć.

Nadrzędne wartości grubości izolacji termicznej dla przegród typu podłoga na gruncie czy podłoga nad pomieszczeniem nieogrzewanym należy przyjmować zgodnie z aktualnymi

wytycznymi dotyczącymi izolacyjności termicznej. Dane te zawarte są w „Warunkach technicznych”, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

2.3. Folia polietylenowa

Na warstwie izolacyjnej podłogi powinna zostać ułożona folia polietylenowa z naniesioną warstwą odbłaskową (metalizowaną) o grubości 0,2 mm. Folia ta nie powinna pełnić funkcji izolacji paroszczelnej czy przeciwwilgociowej. Ma jedynie chronić izolację przed zamoczeniem w czasie wylewania betonu i zapobiegać powstawaniu mostków termicznych. Na folii nadrukowana jest

siatka o wymiarach 5 i 10 cm, ułatwiająca montaż węzownic z określonym w projekcie rozstawem. Folię należy układać „na zakładkę” – na folii polietylenowej powinna ona wynosić min. 80 mm (zgodnie z PN-EN 1264-4). Miejsca styku krawędzi folii należy zabezpieczyć taśmą klejącą do folii.

2.4. Mocowanie przewodów

Zasady mocowania przewodów ogrzewania podłogowego:

- ☉ mocowanie powinno zapewnić stabilność ułożonych rur,
- ☉ w punktach mocowania rury nie mogą się przemieścić o więcej niż 5 mm w pionie i ± 10 mm w poziomie.

Wg PN-EN 1264-4 większa liczba elementów mocujących gwarantuje większą pewność zachowania położenia rury. Rozstaw tych elementów zależy od użytego systemu. Doświadczenie wskazuje na to, że systemy z indywidualnym mocowaniem wymagają rozmieszczenia elementów montażowych w odległości

ok. 500 mm, aby spełnić powyższe wymogi. Rodzaje mocowań przewodów stosowane w ogrzewaniu podłogowym Wavin:

- ☉ mocowanie rur do izolacji za pomocą klipsów do rur,
- ☉ mocowanie rur do siatki montażowej,
- ☉ mocowanie rur z wykorzystaniem panelu wciskanego,
- ☉ mocowanie rur z wykorzystaniem szyny montażowej,
- ☉ mocowanie rur z wykorzystaniem specjalnie wyżłobionego panelu XPS.

2.5. Warstwa grzejna

Grubość warstwy grzejnej (jastrychu) zależy od przewidywanych obciążeń występujących w danym pomieszczeniu.

Ze względu na wymagany równomierny rozkład temperatury na powierzchni podłogi warstwa ta nie może być cieńsza niż 6,5 cm. Grubość warstwy jastrychu nad rurą powinna wynosić 5 cm. Do wykonania warstwy grzejnej zaleca się stosowanie jastrychu cementowego, który powinien się charakteryzować uziarnieniem kruszywa nie większym niż 8 mm, ilością cementu równą 300–350 kg/m³, stosunkiem wody do betonu 0,45

i wytrzymałością wynoszącą 22,5 N/mm². W celu polepszenia płynności jastrychu i dokładniejszego wypełnienia przestrzeni wokół rury zaleca się stosowanie środków uplastyczniających. Można używać wyłącznie takich dodatków, które nie wpływają niekorzystnie na rury grzewcze.

W celu uzyskania większej wytrzymałości wylewki cementowej niż opisana powyżej (22,5 N/mm²) należy skorzystać z poniższej tabeli.

2.5.1. Parametry jastrychu cementowego

| | | |
|---|---------|---------|
| Uziarnienie kruszywa [mm] | ≤ 8,0 | ≤ 8,0 |
| Ilość cementu [kg/m ³] | 375–425 | 425–475 |
| Stosunek wody do betonu | 0,55 | 0,70 |
| Wytrzymałość wylewki [N/mm ²] | 30,0 | 50,0 |

2.5.2. Wykonywanie wylewki

Podczas wykonywania wylewki temperatura materiału i temperatura powietrza w pomieszczeniu nie powinny być niższe niż 5°C. Następnie wylewkę należy utrzymywać w temperaturze przynajmniej 5°C przez okres nie krótszy niż 3 dni. Ponadto wylewkę cementową należy chronić przed przeschnięciem przez przynajmniej 3 dni (dłuższy okres jest wymagany w przypadku niskich temperatur lub cementów wolnoutwardzalnych),

a następnie przed szkodliwymi wpływami, np. ciepła lub suszy, w celu redukcji kurczenia. Generalnie zapewnia się to w przypadku niewielkich budynków zamkniętych.

Istnieje możliwość stosowania innych materiałów na wylewki, np. wylewki anhydrytowe. Ich grubość i zasady wykonania podane są w normie PN-EN 1264-4.

2.6. Dylatacja płyty grzewczej

Szczeliny dylatacyjne w płycie grzewczej należy stosować przy:

- ⦿ powierzchni płyty grzewczej przekraczającej 40 m²,
- ⦿ długości boku płyty grzewczej powyżej 8 m (maks. stosunek boków 2:1),
- ⦿ przejściach przez otwory, np. drzwi,
- ⦿ skomplikowanym, nieregularnym kształcie płyty grzewczej.

Dylatację należy prowadzić od warstwy izolacyjnej aż do wykładziny podłogi, a szczeliny dylatacyjne – wykonywać przy użyciu miękkiej taśmy brzegowej. Układając obwody grzewcze, powinno się unikać przejść rur przez szczeliny dylatacyjne.

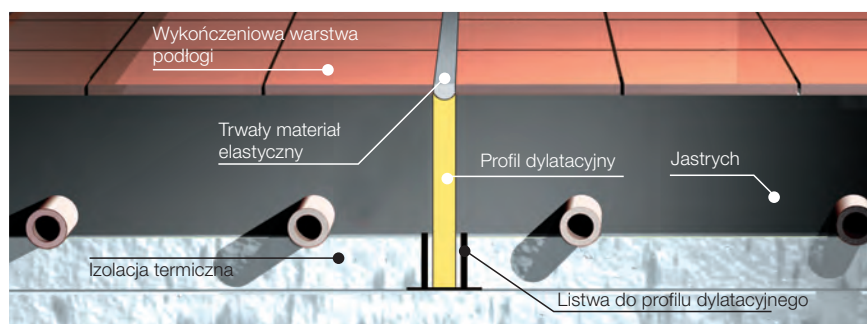
Zaleca się, aby jedynie przewody przyłączeniowe krzyżowały się ze szczelinami dylatacyjnymi.

Przejścia przewodów przez dylatację należy wykonywać w rurach osłonowych o długości 50 cm.

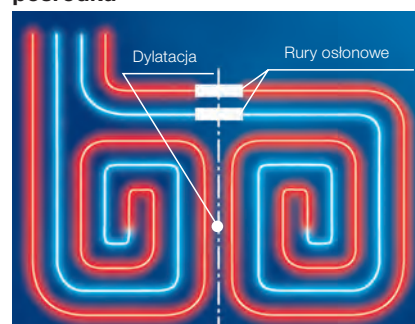
W systemie ogrzewania podłogowego Wavin do dylatacji pomiędzy płytą grzewczą a ścianą stosuje się taśmę brzegową dylatacyjną o grubości 8 mm. Aby ułatwić prace montażowe i poprawnie wykonać warstwę wylewki, stosuje się taśmę brzegową dylatacyjną o grubości 8 mm z warstwą kleju, który umożliwia przyklejenie taśmy do konstrukcji na całej jej powierzchni. Zapewnia to stabilność takiej dylatacji.

W przypadku stosowania dylatacji w środkowej części pomieszczenia – pomiędzy dwiema płytami grzewczymi lub przy przejściach przez otwory – stosuje się listwę do profilu wraz z profilem dylatacyjnym. Sama listwa jest przyklejana do izolacji termicznej, co zapobiega jej przemieszczaniu i ułatwia montaż. W listwę wkładany jest profil dylatacyjny o grubości 8 mm. W przypadku przejścia rur przez tę dylatację należy wyciąć otwory w dolnej części profilu celem przejścia rur przez dylatację.

Dylatacja płyty grzewczej

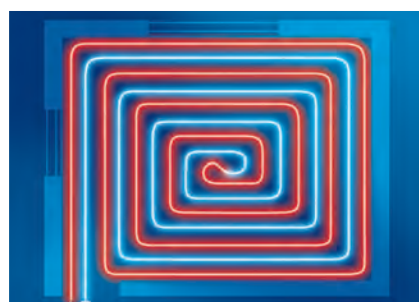


Schemat ułożenia rur z dylatacją pośrodku



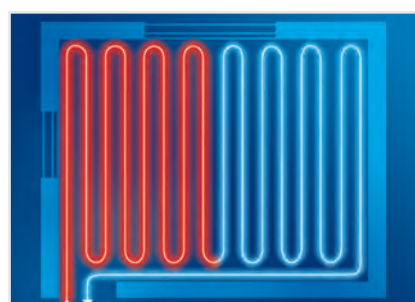
Systemy układania pętli grzewczych

Układ ślimakowy:



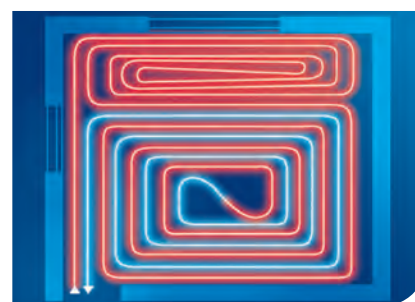
- ⦿ równomierny rozkład temperatury na całej powierzchni grzejnej,
- ⦿ zmiany kierunku ułożenia rur pod kątem 90° (łatwy montaż przy małych rozstawach przewodów).

Układ meandrowy:



- ⦿ inny rozkład temperatur niż w układzie ślimakowym (wyższa temperatura w strefie przewodów zasilających).

Układ ślimakowy ze strefą brzegową:



- ⦿ strefa brzegowa wykonana z tego samego obwodu.

Części zasilające węzownice ogrzewania podłogowego najpierw powinny dochodzić do miejsc o największym zapotrzebowaniu na ciepło, czyli np. do ścian zewnętrznych.

2.7. Warunki pracy ogrzewania podłogowego

- ⌚ Maksymalna temperatura wody zasilającej: 55°C (tz/tp: 55°C/45°C, 50°C/40°C, 45°C/35°C).
- ⌚ Maksymalny spadek temperatury w obwodzie grzewczym: 10°C.
- ⌚ Maksymalna temperatura podłogi:
 - w strefie stałego pobytu ludzi: 29°C,
 - w strefie brzegowej: 35°C,
 - w łazience: 33°C,
 - wykładzina, parkiet, panele podłogowe: maks. 26°C.
- ⌚ Prędkość przepływu wody w instalacji ogrzewania podłogowego powinna wynosić od 0,1 do 0,6 m/s.

- ⌚ Stosowane rozstawy rur: 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35 m.
- ⌚ Minimalne odległości układania węzownicy od ściany (wg PN-EN 1264-4) wynoszą odpowiednio:
 - min. 50 mm od konstrukcji pionowych (powszechnie 150 mm),
 - min. 200 mm od przewodów dymowych i otwartych kominów, obudowanych kominów czy szybów wind.

W przypadku współpracy ogrzewania podłogowego z tradycyjną instalacją działającą na wysokich parametrach pracy (np. 90/70°C) wymagane jest obniżenie temperatury wody zasilającej.

2.8. Rozdzielacze

System ogrzewania podłogowego, ściennego i sufitowego Wavin oferuje rozdzielacze z przepływomierzami.

Obwody grzewcze należy podłączać do rozdzielaczy zamontowanych w szafkach ściennych. Do jednego rozdzielacza można podłączać maksymalnie 12 (14) obwodów grzewczych.

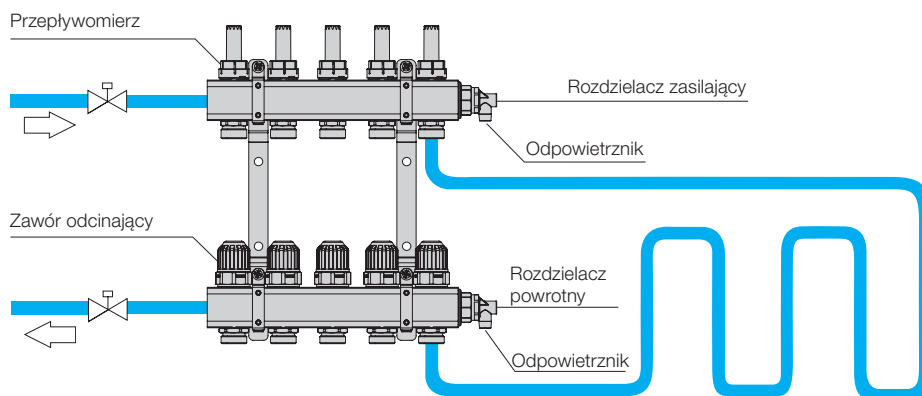
W celu regulacji wysokości spadków ciśnień w poszczególnych obwodach grzewczych rozdzielacze wyposażone są

w przepływomierze. Korekty dławienia pojedynczych pętli grzewczych dokonuje się poprzez przepływomierze zamontowane na belkach zasilających rozdzielaczy.

Uwaga!

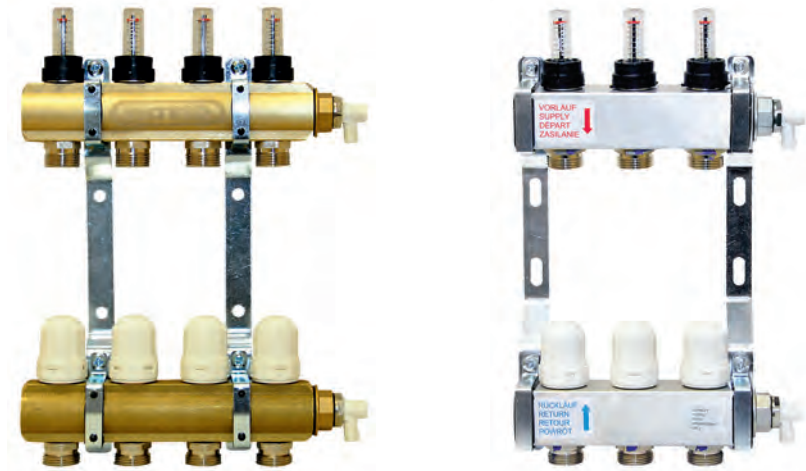
Rozdzielacze do ogrzewania podłogowego przeznaczone są również do systemu ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10.

Rozdzielacz do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami

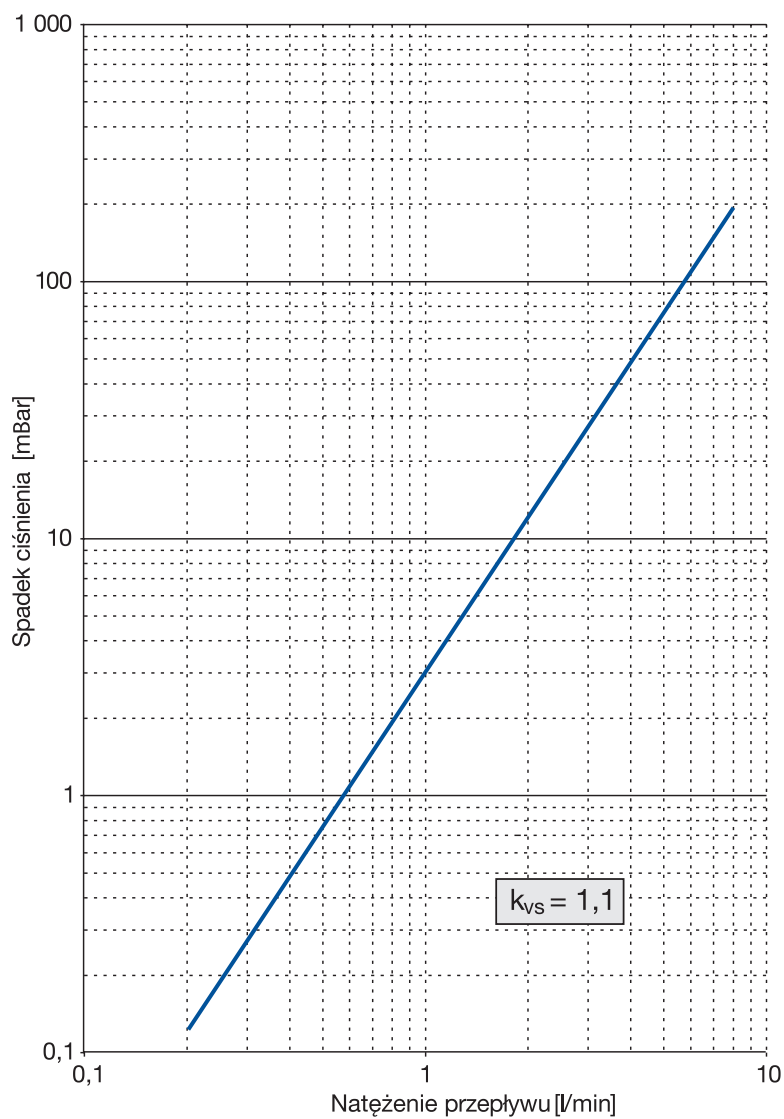


2.9. Charakterystyka rozdzielaczy z przepływomierzami

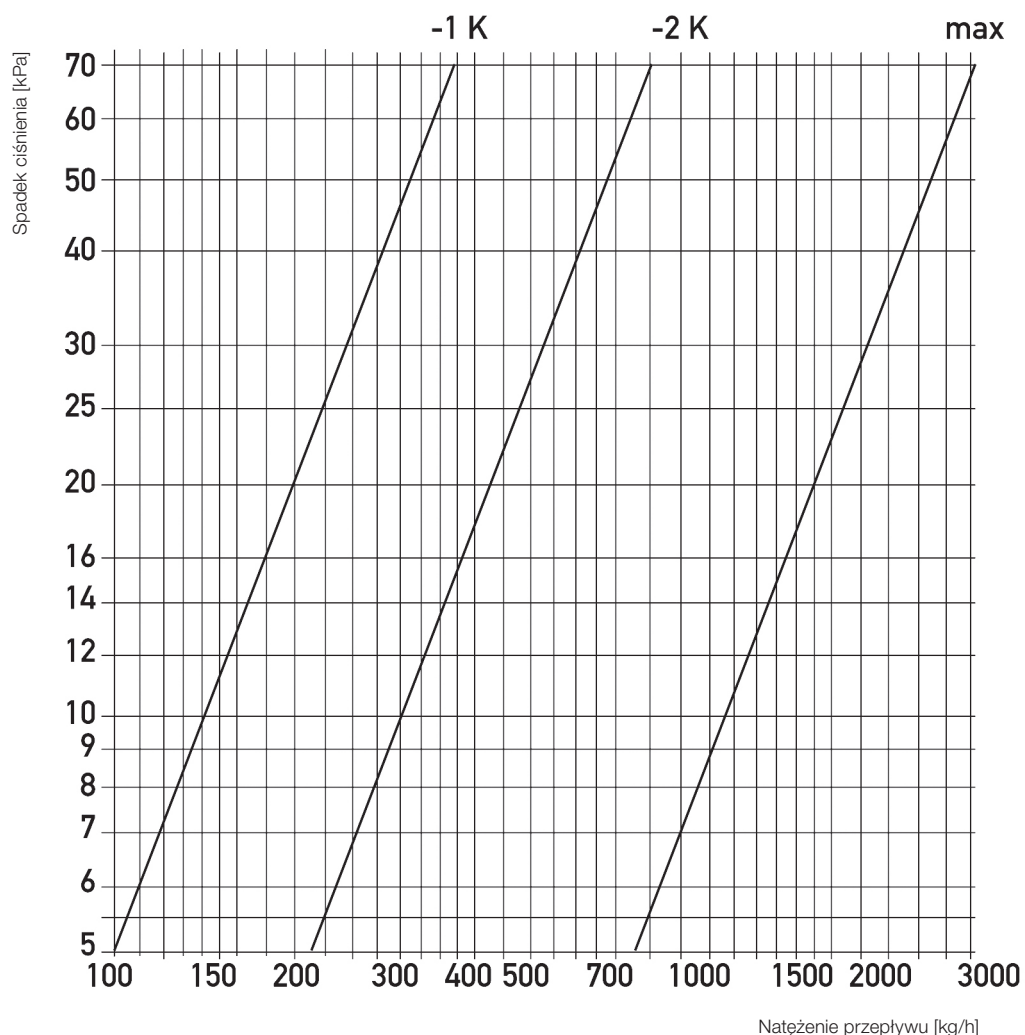
Rozdzielacz do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami



Charakterystyka rozdzielacza zasilającego z przepływomierzami – nomogram



Charakterystyka rozdzielacza powrotnego z zaworami odcinającymi – nomogram



2.10. Próba ciśnieniowa

Przed zabetonowaniem rur instalację należy poddać próbie szczelności przy ciśnieniu 0,6 MPa w ciągu 24 godzin. Spadek ciśnienia podczas próby szczelności nie może być większy niż 0,02 MPa.

Szczegółowe informacje na ten temat zawarte są w rozdziale 4 *Wstępu*, pod tytułem: *Uruchomienie i sprawdzanie instalacji*, który znajduje się na stronie 30.

2.11. Rozruch ogrzewania podłogowego

W czasie wylewania jastrychu rury muszą być pod ciśnieniem wynoszącym 0,3 MPa. Jeśli układ wypełniony jest wodą, to należy go chronić przed zamarznięciem.

Wyrzewanie jastrychu można przeprowadzić po jego całkowitym wyschnięciu w naturalnych warunkach (tj. po 21–28 dniach).

Pierwsze rozgrzanie rozpoczyna się od temperatury wody wynoszącej 25°C, którą należy utrzymywać przez 3 doby. Następnie trzeba ją podwyższać o 5°C na dobę, aż do uzyskania temperatury maksymalnej.

2.12. Dobór szafek podtynkowych i natynkowych

Szafki podtynkowe i natynkowe dobiera się w zależności od wielkości zastosowanego rozdzielacza i jego wyposażenia. W systemie Wavin rozdzielacz do ogrzewania podłogowego może być wyposażony w zespół pompowo-mieszący z zaworem trójdrogowym. Dodatkowo każdy taki układ zaopatrzony jest

w zawory kulowe odcinające, zlokalizowane na powrocie i zasilaniu. W poniższej tabeli podano wielkości rozdzielaczy wraz z wyposażeniem, które mieszczą się w odpowiednich typach szafek podtynkowych i natynkowych.

Uwaga! Ze względu na wymiary zespołów pompowo-mieszących nie zaleca się ich stosowania w szafkach natynkowych.



Szafka podtynkowa

| Indeks SAP | Wymiary szafki [mm] | | | Rozdzielacz | |
|---------------|---------------------|----------|-----------|----------------|-------------------|
| | | | | Standard | + zespół mieszący |
| | Szerokość | Wysokość | Głębokość | Liczba obwodów | Liczba obwodów |
| 4044148 | 350 | 505-605 | 110-160 | 2-4 obw. | – |
| 4044149 | 450 | 505-605 | 110-160 | 5-6 obw. | – |
| 4044150 | 530 | 505-605 | 110-160 | 7-8 obw. | 2 obw. |
| 4044151 | 680 | 505-605 | 110-160 | 9-10 obw. | 3-5 obw. |
| 4044152 | 830 | 505-605 | 110-160 | 11-13 obw. | 6-8 obw. |
| 4044153 | 1030 | 505-605 | 110-160 | 14-16 obw. | 9-12 obw. |
| 4044154 | 1130 | 505-605 | 110-160 | 17-18 obw. | 13-14 obw. |



Szafka natynkowa

| Indeks SAP | Wymiary szafki [mm] | | | Rozdzielacz | |
|---------------|---------------------|----------|-----------|----------------|-------------------|
| | | | | Standard | + zespół mieszący |
| | Szerokość | Wysokość | Głębokość | Liczba obwodów | Liczba obwodów |
| 4044159 | 350 | 600 | 120 | 2-4 obw. | – |
| 4044160 | 450 | 600 | 120 | 5-6 obw. | – |
| 4044161 | 530 | 600 | 120 | 7-8 obw. | 2 obw. |
| 4044162 | 680 | 600 | 120 | 9-10 obw. | 3-5 obw. |
| 4044163 | 830 | 600 | 120 | 11-13 obw. | 6-8 obw. |
| 4044164 | 1030 | 600 | 120 | 14-16 obw. | 9-12 obw. |
| 4044165 | 1130 | 600 | 120 | 17-18 obw. | 13-14 obw. |

3. Ogrzewanie podłogowe Wavin Tempower

3.1. Na czym polega unikalność systemu Wavin Tempower?

Indywidualnie dobrane ogrzewanie podłogowe

Każda inwestycja traktowana jest wyjątkowo: wykonuje się szereg obliczeń i ostatecznie przygotowuje się specjalne opracowanie techniczne, zawierające wytyczne zarówno dla produkcji pakietu grzewczego, jak i dla montażu oraz regulacji instalacji.

Produkty najwyższej jakości, transport gratis

Dla każdego pomieszczenia, na podstawie wcześniejszego opracowania, w zakładzie Wavin prefabrykuje się zestaw paneli oraz gromadzi pozostałe komponenty. Kompletny system dostarczany jest bezpłatnie na budowę w uzgodnionym terminie od daty złożenia zamówienia.

Fachowy montaż, oszczędność materiałów

Montaż systemu wykonują certyfikowani instalatorzy. Ponadto do przesyłki dołączona jest dokładna instrukcja ułatwiająca bezproblemową instalację, uruchomienie oraz szybką regulację ogrzewania. Dzięki indywidualnemu podejściu eliminuje się

zjawisko nadwyżek lub niedoborów zakupionych materiałów, a poprawne wyregulowanie instalacji trwa tylko chwilę.

Idealnie dopasowane ogrzewanie podłogowe

Inwestor otrzymuje dopasowane do konkretnego pomieszczenia w jego budynku ogrzewanie podłogowe, skomponowane z produktów najwyższej jakości oraz zapewniające komfort ciepły i bezproblemowe użytkowanie przez wiele lat.

Opracowanie techniczne gratis

Do każdej instalacji dołączane jest specjalne opracowanie techniczne dla inwestora, które dokładnie przedstawia całą zamontowaną instalację oraz sposoby jej regulacji.

10-letnia gwarancja

Wavin Tempower objęty jest 10-letnią gwarancją na poprawne działanie systemu.

| | Pakiet premium | Pakiet standard |
|--|--|---|
| Opis | Indywidualnie dobrane ogrzewanie podłogowe. Wykonywane są pomiary pomieszczeń i na podstawie obliczeń przygotowuje się opracowanie techniczne. | Indywidualnie dobrane ogrzewanie podłogowe. Dobór elementów wykonywany jest na podstawie przesłanych obrysów pomieszczeń. |
| Specjalnie prefabrykowane i frezowane panele systemowe XPS | ✓ | |
| Folia do ogrzewania podłogowego lub płyta systemowa Tacker | | ✓ |
| Rura grzewcza | ✓ | ✓ |
| Rozdzielacze i szafki instalacyjne | ✓ | ✓ |
| Systemy regulacji temperatury zasilania | ✓ | ✓ |
| Dodatkowe akcesoria wg wymagań | ✓ | ✓ |
| Dobór techniczny | ✓ | ✓ |
| Rysunki, obliczone zapotrzebowanie na ciepło | ✓ | |
| Gwarancja na poprawność działania systemu | ✓ | |



3.2. Opis systemu Tempower Premium

System Wavin Tempower jest kompletnym rozwiązaniem instalacji wodnego ogrzewania podłogowego. W jego ramach gwarantujemy produkty najwyższej jakości umożliwiające realizację instalacji w zakresie zarówno podłogi, jak i układów sterowania.

W skład systemu wchodzi następujące elementy:

- ⦿ prefabrykowane, specjalnie przycinane i frezowane (na podstawie opracowania technicznego, dla każdego pomieszczenia indywidualnie) panele systemowe Wavin Tempower – w zależności od konstrukcji podłogi grzewczej:
 - panele do podłogi z wylewką jastrychową moką, wykonane z polistyrenu ekstrudowanego XPS, o wymiarach: 2400 x 600 x (30, 50) mm,
 - panele do podłogi z suchym jastrychem, wykonane z polistyrenu ekstrudowanego XPS z wbudowaną lamelą aluminiową, wymiary paneli: 1200 (2400) x 600 x (30, 50) mm,
- ⦿ wielowarstwowa rura grzewcza: 16 x 2,0 mm,
- ⦿ rozdzielacze i szafki instalacyjne,
- ⦿ systemy regulacji temperatury zasilania:
 - zestawy do regulacji temperatury zasilania – zespoły pompowo-mieszające, zawory RTL,
 - automatyka sterująca temperaturą poszczególnych pomieszczeń w wersji przewodowej i bezprzewodowej,
- ⦿ akcesoria dodatkowe w postaci elementów dylatacyjnych i komponentów do jastrychu.

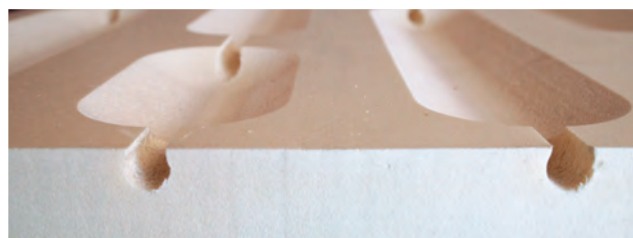
Dlaczego dla naszych paneli wybraliśmy XPS zamiast EPS?

Izolacja termiczna podłogi jest niezwykle ważna w kontekście minimalizacji strat ciepła do gruntu lub nieogrzewanych przestrzeni podpodłogowych, które mogą wynosić nawet do 20% całkowitych strat ciepła budynku. XPS – ekstrudowana pianka polistyrenowa – charakteryzuje się, w porównaniu z EPS (styropianem), zarówno lepszymi parametrami izolacji cieplnej, jak i znacznie wyższą wytrzymałością mechaniczną.

Panele podłogowe Wavin Tempower charakteryzują się:

- ⦿ wysoką wytrzymałością mechaniczną, nawet podczas oddziaływania dużych obciążeń,
- ⦿ niezmiennymi w czasie, doskonałymi parametrami izolacyjności termicznej – konstrukcja kanałów, w których montowane są rury grzewcze, została opracowana w sposób zapewniający równomierne przekazywanie ciepła do warstwy wylewki jastrychowej,
- ⦿ odpornością na działanie wilgoci – materiał o zamkniętej strukturze porów,
- ⦿ wysokim stopniem twardości – znacznie wyższym od styropianu,
- ⦿ minimalnym stopniem odkształcalności.

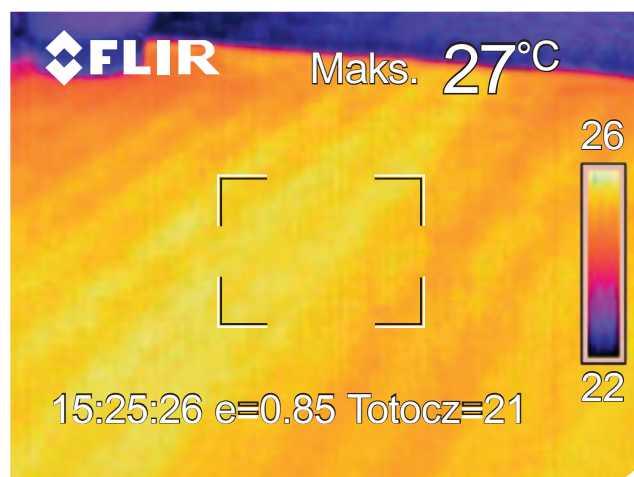
Uwaga! Dostarczane panele oprócz funkcji montażowych stanowią kompletną izolację termiczną podłogi zgodnie z wymogami normy PN-EN 1264. Mogą one być montowane z dodatkową izolacją cieplną lub akustyczną. Zawsze należy sprawdzić, czy dana grubość izolacji XPS spełnia aktualne wymogi dotyczące izolacyjności termicznej przegrody.



Panel Wavin Tempower.

Sposób ułożenia rur grzewczych

W systemie Wavin Tempower rury montowane są w układzie meandra pojedynczego. Dzięki temu rozwiązaniu uzyskujemy przejrzysty układ instalacji, a rozmieszczanie prefabrykowanych paneli Wavin Tempower okazuje się prostsze (większość paneli jest standardowa). Układ ten umożliwia również w naturalny sposób wykonanie strefy brzegowej bez dodatkowego zagęszczania rur przy ścianach z dużymi przeszkleniami. Przy zachowaniu wytycznych regulacji systemu – zawartych w opracowaniu technicznym – uzyskujemy równomierny rozkład temperatury podłogi w ogrzewanym pomieszczeniu.



Rozkład temperatury podłogi w pomieszczeniu ogrzewanym systemem Wavin Tempower. Zdjęcie z kamery termowizyjnej.

3.3. Rodzaje konstrukcji podłogi grzewczej Wavin Tempower

System Wavin Tempower występuje w dwóch wariantach:

⊕ z płytą grzewczą w technologii mokrej,

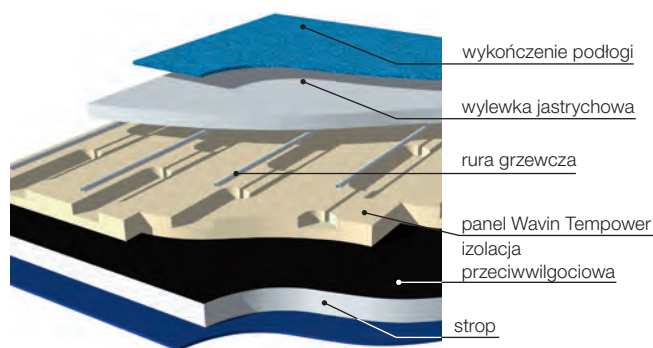
⊕ z lekką zabudową suchą.

| | Wavin Tempower z płytą grzewczą w technologii mokrej | Wavin Tempower z lekką zabudową suchą |
|-------------------|---|--|
| Technologia | mokra | sucha |
| Elementy systemu | <ul style="list-style-type: none"> – rura grzewcza Wavin Tigris 16 x 2,0 mm – panele systemowe z polistyrenu ekstrudowanego XPS o wymiarach 2400 x 600 x (30, 50) mm, w tym panele specjalne wykonywane pod indywidualne zamówienie – rozdzielacze i szafki instalacyjne – systemy regulacji (temperatury zasilania, temperatury pomieszczeń) – przewodowo i bezprzewodowo | <ul style="list-style-type: none"> – rura grzewcza Wavin Tigris 16 x 2,0 mm – panele systemowe z polistyrenu ekstrudowanego XPS o wymiarach 1200 (2400) x 600 x (30, 50) mm z wbudowaną lamelą aluminiową, w tym panele specjalne wykonywane pod indywidualne zamówienie – rozdzielacze i szafki instalacyjne – systemy regulacji (temperatury zasilania, temperatury pomieszczeń) – przewodowo i bezprzewodowo |
| Sposób montażu | rura montowana w wyfrezowanych kanałach panelu systemowego XPS | rura montowana w lamelach aluminiowych umiejscowionych w wyfrezowanych kanałach panelu systemowego XPS |
| Wydajność grzania | rozstaw rur: 15 cm temp. pomieszczenia: 20°C opór okładziny podłogowej: $R = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$ $T_z/p = 40/30^\circ\text{C}$ $q = 70 \text{ W/m}^2$ | rozstaw rur: 20 cm temp. pomieszczenia: 20°C opór okładziny podłogowej: $R = 0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$ $T_z/p = 40/30^\circ\text{C}$ $q = 54 \text{ W/m}^2$ |

3.3.1. System Wavin Tempower z płytą grzewczą w technologii mokrej

Konstrukcja podłogi grzewczej

Opis systemu



Panele podłogowe Wavin Tempower, stanowiące warstwę izolacyjną, umieszczane są na płycie stropowej – przed montażem rur i wylewaniem posadzki jastrychowej. Panele mają przygotowane specjalne, równomiernie rozłożone kanały do montażu rur.

Właściwości systemu

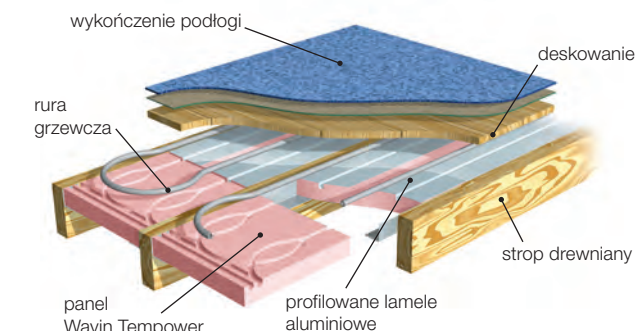
- ⊕ Specjalnie prefabrykowane panele podłogowe Wavin Tempower stosowane są zamiast typowej izolacji.
- ⊕ Frezowanie paneli eliminuje stosowanie klipsów.
- ⊕ Konstrukcja pozwala na zmniejszenie objętości wylewki, czasu jej schnięcia oraz obniżenie kosztów inwestycyjnych.

Zalety

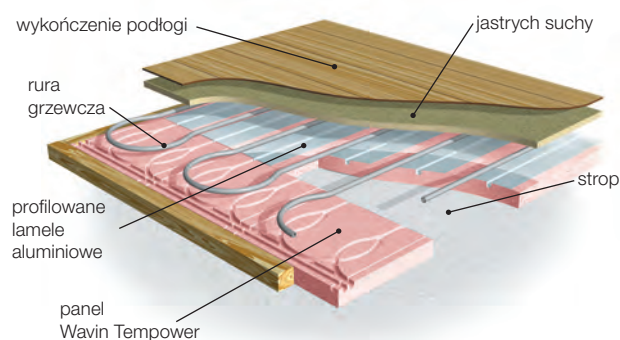
- ⊕ Izolacja i podstawa rur są montowane jednocześnie – oszczędność nakładu pracy.
- ⊕ Stałe odstępy między rurami zapewniają odpowiednie działanie i równomierne ogrzewanie.
- ⊕ Umożliwia łatwy i szybki montaż rur.
- ⊕ Umieszczenie rur grzewczych w warstwie izolacji ogranicza do minimum możliwość ich uszkodzenia w trakcie prac budowlanych.
- ⊕ Rury są chronione również podczas wylewania podłogi.
- ⊕ Kształt frezu (kanału, w którym prowadzona jest rura) umożliwia otoczenie rury wylewką.
- ⊕ Łatwy i szybki montaż paneli podłogowych, których kształt dostosowany jest do indywidualnych potrzeb realizowanej instalacji.

3.3.2. System Wavin Tempower z lekką zabudową suchą

Konstrukcja podłogi grzewczej



Rys. 1. Drewniany strop belkowy.



Rys. 2. Strop w technologii tradycyjnej.

Opis systemu

W skład systemu wchodzi panele izolacyjne z wyciętymi kanałami do rur oraz zamontowanymi dyfuzorami – radiatorami ciepła (lamele aluminiowe). Umieszcza się je nad konstrukcją podłogi – legarów lub łątową.

W przypadku podłogi legarowej panele mogą być montowane z góry lub z dołu.

Właściwości systemu

- ⦿ Na panelach montowane są fabrycznie dyfuzory ciepła (lamele aluminiowe).
- ⦿ Rura jest zintegrowana z izolacją, co umożliwia pełny kontakt z pokryciem podłogi.
- ⦿ Niewielką wysokość zabudowy zawdzięcza się zastosowaniu suchego jastrychu (płyty jastrychowe o grubości 25 mm).
- ⦿ Gwarantuje mały ciężar systemu – idealne rozwiązanie przy drewnianych stropach belkowych.

Zalety

- ⦿ Izolacja i podstawa rur są montowane jednocześnie – oszczędność nakładu pracy.
- ⦿ Stałe odstępy między rurami zapewniają odpowiednie działanie i równomierne ogrzewanie.
- ⦿ Łatwy i szybki montaż rur.
- ⦿ Umieszczenie rur grzewczych w warstwie izolacji ogranicza do minimum możliwość uszkodzenia ich w trakcie prac budowlanych.
- ⦿ Gwarantuje łatwy i szybki montaż paneli podłogowych, których kształt dostosowany jest do indywidualnych potrzeb realizowanej instalacji.
- ⦿ Brak wilgoci – nie jest potrzebny czas na wysychanie posadzek.

3.4. Montaż

3.4.1. Przesyłka

Kompletny pakiet ogrzewania podłogowego Wavin Tempower dostarczany jest na budowę na koszt firmy Wavin. Przesyłka składa się z trzech oryginalnie oznakowanych paczek:

- ⦿ panele Wavin Tempower,
- ⦿ rury,
- ⦿ akcesoria wraz z automatyką.

Ponadto do każdego pakietu załączone jest specjalnie przygotowane opracowanie techniczne, które oprócz obliczeń, rzutów podłogi z naniesionymi pętlami grzewczymi i panelami podłogowymi zawiera szczegółowe instrukcje: montażu oraz uruchomienia.



Przykładowy pakiet grzewczy.

3.4.2. Prace przygotowawcze

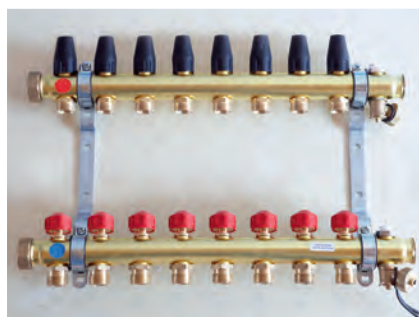
1. Podłoże pomieszczeń, w których montowane będzie ogrzewanie, powinno być suche i zabezpieczone przed działaniem czynników atmosferycznych, a powierzchnia podłogi – sucha i pozbawiona ostrych krawędzi.
2. W przypadku możliwości wystąpienia zawilgocenia stropu od spodu – należy wykonać izolację przeciwwilgociową.

3. W przypadku zastosowania automatyki sterującej bądź systemów podmieszania należy doprowadzić energię elektryczną do centrali sterującej (w przypadku automatyki przewodowej trzeba wykonać montaż przewodów elektrycznych na trasie: regulator pokojowy – centrala sterująca).

3.4.3. Montaż, uruchomienie i regulacja instalacji Tempower Premium



1. Montaż szafki rozdzielacza.



2. Montaż rozdzielacza obwodów grzewczych.



3. Rozłożenie taśmy dylatacyjnej przyściennej.



4. Rozłożenie paneli zgodnie z załączonym schematem.



5. Uszczelnienie połączeń stykowych taśmą izolacyjną.



6. Montaż rury.



7. Montaż profili dylatacyjnych.



8. Przeprowadzenie próby ciśnieniowej.



9. Wykonanie wylewki jastrychowej.

Uwaga! Pierwsze uruchomienie instalacji przy zastosowaniu jastrychu cementowego może się odbyć po 21 dniach od wykonania wylewki. Szczegółowe wytyczne co do uruchomienia

oraz instrukcje dotyczące regulacji instalacji (wartości nastaw) są każdorazowo zamieszczone w opracowaniu technicznym.

CONNECT TO BETTER

Elastyczność to podstawa!

Nowa rura do
ogrzewania
podłogowego
PE-RT/EVOH/PE-RT



Nowa, najbardziej elastyczna rura w systemie ogrzewania podłogowego Wavin typu PE-RT/EVOH/PE-RT zapewnia łatwiejszy i szybszy montaż, a dzięki długim zwojom minimalizuje ilość odpadów podczas układania pętli.

Właściwości:

⦿ rura: 16 x 2,0 mm ⦿ 5 warstw ⦿ do 70°C ⦿ zwoje: 600 m i 240 m

wavin

CONNECT TO BETTER

4. Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych – instrukcja montażu ogrzewania podłogowego Wavin

Instrukcja opisuje etapy montażu poszczególnych elementów ogrzewania podłogowego z wykorzystaniem produktów firmy Wavin.

4.1. Etapy prac

1. Przygotowanie podłoża.
2. Lokalizacja i montaż szafek rozdzielaczowych.
3. Montaż dylatacji przyściennej.
4. Układanie izolacji termicznej lub paneli wciskowych.
5. Montaż rur na izolacji lub w panelu wciskowym.
6. Montaż rozdzielacza w szafce.
7. Połączenie rozdzielacza z zespołem pompowo-mieszającym.
8. Połączenie rur z rozdzielaczem.
9. Montaż siłowników termicznych.
10. Montaż dylatacji w przejściach przez otwory i pomiędzy płytami grzewczymi.
11. Płukanie instalacji i jej napełnianie.
12. Wykonanie próby szczelności.
13. Wykonanie posadzki betonowej.
14. Uruchomienie instalacji ogrzewania podłogowego.
15. Regulacja przepływu na pętłach ogrzewania podłogowego.

4.2. Opis poszczególnych etapów prac montażowych

4.2.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże, na którym układane będzie ogrzewanie podłogowe, powinno być:

- ⊕ czyste,
- ⊕ pozbawione pęknięć,
- ⊕ równe,
- ⊕ gładkie,
- ⊕ suche.

W przypadku prowadzenia instalacji elektrycznej w warstwie izolacji podłogi kable trzeba prowadzić w izolacji typu peschel i wzdłuż ścian. Należy tak układać instalację elektryczną, aby zapobiegać nadmiernemu docinaniu izolacji termicznej w celu schowania przewodów elektrycznych.

4.2.2. Lokalizacja i montaż szafek rozdzielaczowych

Przed przystąpieniem do układania elementów ogrzewania podłogowego musimy najpierw zlokalizować miejsce, w którym będzie zamontowany rozdzielacz w szafce rozdzielaczowej. Informacje te zawarte są w projekcie lub należy określić lokalizację szafki samodzielnie.

Rozdzielacze mogą być umieszczane w szafkach podtynkowych, montowanych w bruzdach ściennych (min. grubość ściany: 12 cm), i w szafkach natynkowych (na wszystkich rodzajach ścian).

Szafka podtynkowa

Do montażu szafki podtynkowej musimy wykuć w ścianie otwór – lub zostawić go w konstrukcji ściany drewnianej – o min. 2 cm większy niż wymiar szafki. Dotyczy to góry szafki i jej boków; dół

należy umiejscowić tak, aby uwzględnić grubość izolacji układanej na podłożu oraz wysokość wylewki. Spód szafki powinien być na wysokości posadzki bez warstwy wykończeniowej podłogi. Szafkę montujemy w bruzdzie albo za pomocą wkrętów do ściany albo z wykorzystaniem materiałów stosowanych do obróbki stolarki otworowej.

Szafka natynkowa

Do montażu szafki natynkowej potrzebujemy wkrętów specjalnie przeznaczonych do danego typu ściany. Kołki rozporowe stosujemy w ścianach murowanych; wkręty do drewna – w przypadku montażu szafki do elementów drewnianych; a wkręty motylkowe – do ścian g-k. Montaż szafki natynkowej pokazano na zdjęciu 1.



Zdjęcie 1.

4.2.3. Montaż dylatacji przyścienniej

Dylatacja przyścienna wykonywana jest z użyciem taśmy dylatacyjnej Wavin, która składa się z pianki PE o wysokości 15 cm i grubości 8 mm. Posiada warstwę kleju, który ułatwia zamontowanie taśmy do ściany. Ściana powinna być sucha i odpylona, aby klej umożliwił prawidłowe połączenie taśmy ze ścianą.

Taśma jest wyposażona w fartuch foliowy, który nakłada się na izolację termiczną.

Prawidłowy montaż taśmy dylatacyjnej

Rozwijamy taśmę, zdejmujemy pasek zabezpieczający klej na taśmie i dociskając, przyklejamy taśmę do ściany – tak jak pokazano na zdjęciu 2.

4.2.4. Układanie izolacji termicznej lub paneli wciskowych

Wavin oferuje cztery typy rozwiązań opartych na różnej konstrukcji i rodzajach izolacji termicznej:

- ⦿ styropian dowolnego producenta + folia do ogrzewania podłogowego Wavin z nadrukiem,
- ⦿ styropian dowolnego producenta + panele systemowe wciskane Wavin,
- ⦿ płyty systemowe Tacker (zintegrowany styropian z folią do ogrzewania podłogowego – wyrób w rolce),
- ⦿ płyta XPS ze specjalnie żłobionymi miejscami pod rurę

Poniżej opisano każdy z ww. sposobów układania izolacji.

Izolację w postaci styropianu, płyt Tacker czy XPS-u umieszczamy zawsze na folii. Pierwszy element izolacji układamy, zaczynając od narożnika pomieszczenia – najlepiej od najdłuższego boku dociskać izolację do ściany i taśmy dylatacyjnej. Izolacja musi być ułożona szczelnie, aby nie powstawały wolne przestrzenie stanowiące mostki termiczne.

Styropian dowolnego producenta + folia do ogrzewania podłogowego Wavin z nadrukiem

Styropian dowolnego producenta musi mieć gęstość min. 20 kg/m³ i grubość spełniającą wymogi dotyczące izolacyjności podłóg, zawarte w aktualnych warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Na warstwie styropianu układamy folię do ogrzewania podłogowego Wavin z nadrukiem, rozwijając ją z rolki – tak jak pokazano na zdjęciu 3. Nie ma potrzeby klejenia folii do styropianu. Kolejny pas folii układamy w taki sposób, aby nakładały się krawędzie na zakład o szerokości min. 5 cm. Zabezpiecza to przed tworzeniem się przerw pomiędzy folią. Kolejne pasy folii układamy też w taki sposób, aby nadruk krętek pokrywał się z nadrukiem pasa folii już położonej.

Uwaga! Przy układaniu taśmy brzegowej należy zwrócić szczególną uwagę na dokładne ułożenie taśmy w narożnikach pomieszczeń. Powinna być ona ułożona tak, aby nie powstawały wolne przestrzenie pomiędzy taśmą a stykiem ścian w narożu pomieszczenia.



Zdjęcie 2.

Uwaga! Przed rozpoczęciem układania izolacji termicznej konieczne jest ułożenie folii izolacyjnej bezpośrednio pod izolacją termiczną, na chudym betonie.



Zdjęcie 3.

Styropian dowolnego producenta + panele systemowe wciskane Wavin

Styropian dowolnego producenta musi mieć gęstość min. 20 kg/m³ i grubość spełniającą wymogi dotyczące izolacyjności podłóg, zawarte w aktualnych warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Na warstwie styropianu układamy panel systemowy wciskany w taki sposób, że nakładamy na siebie jeden rząd wypustów na rząd wypustów innego panelu. Łączą się one wówczas „na zakładkę” i nie ma potrzeby klejenia ich do izolacji termicznej. Panele te można docinać w zależności od wielkości i kształtu pomieszczenia. Połączenie paneli wciskanych pokazano na zdjęciu 4.



Zdjęcie 4.

Płyty systemowe Tacker (zintegrowany styropian z folią do ogrzewania podłogowego – wyrób w rolce)

Płyty systemowe Tacker dostępne są w dwóch grubościach: 3 cm i 5 cm. Pod tymi płytami przy podłodze na gruncie lub nad pomieszczeniami nieogrzewanymi musi być ułożony styropian o gęstości min. 20 kg/m³ i grubości spełniającej wymogi dotyczące izolacyjności podłóg, zawarte w aktualnych warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dopiero na ten styropian kładziemy płyty styropianowe Tacker – w taki sposób, aby były ułożone szczelnie, a fartuch folii wychodzący poza styropian nakładał się na kolejny pas płyty styropianowej. Płyty Tacker rozwijamy z rolki, które mają 10 m/5 m długości i szerokość 1 m. Zastosowanie tej płyty znacząco skraca czas montażu izolacji w budynku. Sposób rozkładania pokazano na zdjęciu 5.



Zdjęcie 5.

Płyta XPS ze specjalnie żłobionymi miejscami pod rurę

Płyty z XPS-u (polistyren ekstrudowany) są przygotowane specjalnie w ramach systemu ogrzewania podłogowego Tempower Premium. Dostarczane są na budowę w prostych płytach o grubości 3 cm lub 5 cm i wymiarach 240 x 60 cm. XPS układamy tak samo jak płyty styropianowe, z zachowaniem dużej dokładności – w taki sposób, aby wycięte rowki pod rurę były umiejscowione osiowo. Umożliwia to prawidłowy montaż rury w tych rowkach. Aby zachować równe ułożenie paneli XPS, należy je wzdłuż krawędzi kleić taśmą do ogrzewania podłogowego. Ułożenie paneli wraz z klejeniem taśmą ich połączeń pokazano na zdjęciu 6.



Zdjęcie 6.

Folię z nadrukiem i krawędzie folii w połączeniach płyt Tacker kleimy taśmą do ogrzewania podłogowego. Sposób klejenia pokazano na zdjęciu 7.



Zdjęcie 7.

4.2.5. Montaż rur na izolacji lub w panelu wciskowym

Montaż rur na folii z nadrukiem

Układamy rurę na izolacji – najlepiej na liniach ciągłych nadruku, wyznaczających prosty kierunek układania rur i ułatwiających rozmieszczanie z zadaniem odstępem od rur. Do przymocowania rury do folii używamy klipsów, które wciskamy ręcznie lub za pomocą narzędzia o nazwie tacker – w rozstawie co 70–80 cm. Montaż rury za pomocą tackera pokazano na zdjęciu 8. Na łukach zwiększamy liczbę klipsów i stosujemy minimum 5–7 klipsów, tak jak pokazano na zdjęciu 9. Takie zakotwienie rury umożliwia ułożenie elastycznej rury typu PE-RT/EVOH/PE-RT w rozstawie co 10 cm bez wyrywania rury z folii i izolacji.

W przypadku dużych pomieszczeń – takich jak hala sportowa, magazynowa itp. – można do montażu rury użyć szyny montażowej przeznaczonej dla rur 16 i 20 mm. Szyny te mocujemy najpierw do izolacji lub folii, w rozstawie co około 80 cm, a dopiero do nich wpinamy rurę.

Montaż rur w panelu systemowym wciskanym

W panelu wciskanym możemy montować rury o grubości \varnothing 16 i 20 mm. Elastyczne rury typu PE-RT/EVOH/PE-RT \varnothing 16 możemy umieszczać nawet w rozstawie co 10 cm. Panel posiada rozstawy umożliwiające zamocowanie rury od 10 cm do 35 cm, co 5 cm. Montaż rury polega na wciśnięciu jej nogą lub ręką w przestrzeń pomiędzy wystającymi wypustkami paneli. Pokazane to zostało na zdjęciu 10.

Montaż rur w specjalnie żłobionym panelu izolacyjnym XPS

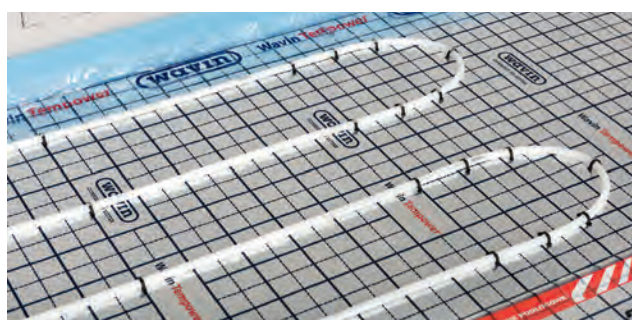
Najprostszym sposobem układania rur jest wykorzystanie paneli XPS, które dzięki swoim specjalnym wyżłobieniom wskazują drogę układania rur z zadaniem już rozstawem. W tym przypadku bardzo trudno pomylić się w określaniu rozstawu rur. Sposób układania rur w panelu XPS pokazano na zdjęciu 11.

W systemie Tempower Premium wykorzystującym panele XPS każdy Klient otrzymuje przy dostawie specjalne opracowanie techniczne – z obliczeniami, parametrami technicznymi i wskazówkami montażowymi instalacji ogrzewania podłogowego.

Uwaga! W technologii mokrej, przy zalewaniu rur betonem – na panelu XPS nie kładziemy żadnej folii. XPS jest praktycznie nienasiąkliwy i nie ulega zawilgoceniu pochodzącemu z betonu.



Zdjęcie 8.



Zdjęcie 9.



Zdjęcie 10.



Zdjęcie 11.

4.2.6. Montaż rozdzielacza w szafce pod- lub natynkowej

Rozdzielacz w szafce rozdzielaczowej montowany jest do dwóch pionowych szyn zamontowanych w szafce. Każda z tych szyn jest przesuwna w poziomie, co umożliwia takie zlokalizowanie rozdzielacza, aby dodatkowo móc zamontować zawory odcinające lub zespół pompowo-mieszący przed rozdzielaczem. Rozdzielacz przykręcamy za pomocą 4 nakrętek do szyn, tak jak to pokazano na zdjęciu 12. Po lekkim dokręceniu korygujemy położenie rozdzielacza, a następnie przykręcamy w pozycji ostatecznej. Rozdzielacz może być zamontowany w szafce wraz z montażem szafki, przed układaniem rur lub po nim.

4.2.7. Połączenie rozdzielacza z zespołem pompowo-mieszącym

Zespół pompowo-mieszący Wavin WUM-D z elektroniczną pompą mieszącą posiada do połączenia z rozdzielaczem 2 nypły o wielkości 1". W związku z tym nie ma potrzeby dokupowania jakichkolwiek dodatkowych łączników do montażu. Zespół pompowo-mieszący montujemy w taki sposób, aby zawór mieszący był na dole, a odpowietrzniki – skierowane ku górze. Najpierw wkręcamy 1-calowe nypły do rozdzielacza (do belki górnej i dolnej) – częścią nypła zaopatrzoną w uszczelkę. Potem, używając ruchomych śrubunków przy zespole mieszącym, dokręcamy go do rozdzielacza. Sposób połączenia zespołu mieszącego z rozdzielaczem pokazano na zdjęciu 13.

4.2.8. Połączenie rur z rozdzielaczem

Aby prawidłowo połączyć rury z rozdzielaczem, najpierw musimy skalibrować końcówkę rury, która będzie z nim łączona. Kalibracja pokazana jest na zdjęciu 14.



Zdjęcie 12.



Zdjęcie 13.

Uwaga! Zawsze sprawdzamy, czy wszystkie śrubunki w zespole mieszącym są dobrze dokręcone i czy między śrubunkiem a 1-calowym nypłem znajduje się płaska uszczelka. Do zespołu mieszącego należy doprowadzić energię elektryczną, z gniazdem z bolcem.



Zdjęcie 14.

Następnie, aby połączyć rurę z rozdzielaczem, należy użyć złączki przyłączeniowej z pierścieniem, składającej się z mosiężnego pierścienia, niklowanej nakrętki $\frac{3}{4}$ " oraz mosiężnego trzpienia. Na rurę nakładamy nakrętkę, potem przecięty mosiężny pierścień, a na końcu trzpień złączki. Nakrętkę przykręcamy płaskim kluczem do nypla w rozdzielaczu. Połączenie rury z rozdzielaczem pokazano na zdjęciach 15 i 16.



Zdjęcie 15.



Zdjęcie 16.

4.2.9. Montaż siłowników termicznych

Siłowniki termiczne do zamykania i otwierania poszczególnych pętli ogrzewania podłogowego składają się z 2 elementów. Nakrętki M30 x 1,5 służą do bezpośredniego nakręcenia na gwint zaworu na rozdzielaczu, na belce dolnej, powrotnej rozdzielacza – po uprzednim odkręceniu białego pokrętła na zaworze. Do tej nakrętki – poprzez „wkliknięcie” – mocujemy sam siłownik. Siłownik za pomocą kabli łączymy z centralą sterującą automatyki Wavin. Każdy siłownik ma 2-żyłowy przewód do bezpośredniego połączenia z centralą sterującą. Montaż nakrętki na rozdzielaczu pokazano na zdjęciu 17, a montaż siłownika w nakrętce – na zdjęciu 18.



Zdjęcie 17.



Zdjęcie 18.

4.2.10. Montaż dylatacji w przejściach przez otwory i pomiędzy płytami grzewczymi

W przejściach rur przez otwory, drzwi i w miejscach połączeń dwóch płyt grzewczych rury należy prowadzić w rurach osłonowych typu peschel (o długości ok. 40 cm). Rury osłonowe zamontowane są w profilu dylatacyjnym, a te w listwie – do profilu. Listwy z profilem dylatacyjnym przyklejone są do folii z nadrukiem – tak jak to pokazano na zdjęciu 19.

4.2.11. Płukanie instalacji i jej napełnianie

Wykończoną instalację grzewczą należy przed uruchomieniem dokładnie przepłukać. Proces ten pozwala usunąć zanieczyszczenia, jakie mogły się przedostać do systemu rur w czasie robót budowlanych. Zwłaszcza zanieczyszczenia metaliczne mogą na skutek korozji spowodować w dłuższym okresie uszkodzenia źródła ciepła lub grzejników.

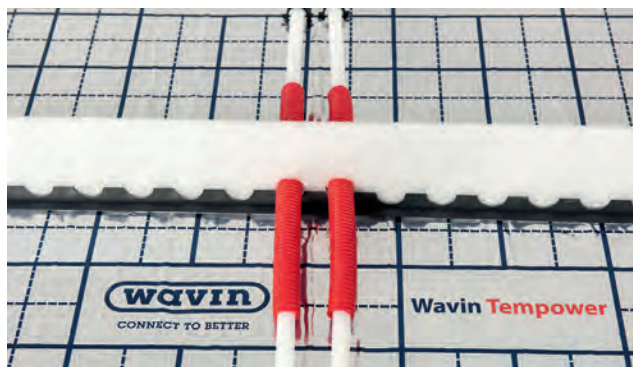
Procedura napełnienia instalacji wodą

1. Zamknąć wszystkie obwody.
2. Otworzyć obwód, który będzie napełniany.
3. Upewnić się, że wszystkie ograniczenia przepływu w obwodzie są całkowicie otwarte.
4. Podłączyć pompę zalewową do systemu.
5. Napełnić obwód wodą i zapewnić jej stałą cyrkulację z dużą prędkością, aby usunąć całe powietrze znajdujące się w obwodzie.
6. Powtórzyć kroki od 2 do 5 dla pozostałych obwodów.
7. Ustawić ciśnienie na poziomie 1 bara.
8. Zamknąć system i odłączyć pompę.

4.2.12. Wykonanie próby szczelności

Instalacje grzewcze należy po ich wykończeniu – a przed zamknięciem przepustów i szczelin oraz wykonaniem prac związanych z ułożeniem jastrychu – poddać dokładnej kontroli wzrokowej, ponieważ niefachowo zmontowane połączenia mogą być krótkotrwale szczelne podczas próby ciśnieniowej. Wszystkie zainstalowane przewody rurowe należy zawsze poddać próbie ciśnieniowej. Wykończone, ale jeszcze niezakryte przewody należy w tym celu napełnić wodą (zachować ostrożność w przypadku ryzyka zamarzania).

Należy pamiętać o tym, że zmiany temperatury otoczenia mają wpływ na ciśnienie. W okresie oczekiwania, kiedy system znajduje się pod ciśnieniem, temperatura otoczenia nie może ulec zmianie. Próbę szczelności należy wykonać zgodnie z poniższymi formularzami.



Zdjęcie 19.

Protokół z próby ciśnieniowej z użyciem wody dla instalacji wody pitnej oraz instalacji centralnego ogrzewania

| | | | |
|---|-----|---|---------|
| Dane inwestora: | | | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Adres poczty elektronicznej inwestora: | | | |
| Nazwa firmy: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| NIP: | | Tel.: | |
| Miejsce zamontowania instalacji: | | | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| Dane wykonawcy instalacji: | | Data montażu instalacji: | |
| Imię i nazwisko: | | | |
| Nazwa firmy: | | | |
| Ul.: | Nr: | Kod pocztowy: | Miasto: |
| NIP: | | Tel.: | |
| Rodzaj instalacji: <input type="checkbox"/> zimna woda <input type="checkbox"/> ciepła woda <input type="checkbox"/> ogrzewanie grzejnikowe <input type="checkbox"/> ogrzewanie podłogowe/płaskowyżowe | | | |
| Badania: Instalację należy napełnić zimną wodą i dokładnie odpowietrzyć. Próbę szczelności należy przeprowadzić: – dla instalacji wody zimnej – 1,5 x najwyższe ciśnienie robocze, ale nie mniej niż 10 barów, – dla instalacji wody ciepłej – 1,5 x najwyższe ciśnienie robocze, ale nie mniej niż 10 barów, – dla instalacji centralnego ogrzewania – najwyższe ciśnienie robocze + 2 bary, ale nie mniej niż 6 barów. Po wykonaniu próby szczelności zaleca się przeprowadzić próbę na gorąco, sprawdzając w warunkach roboczych szczelność instalacji. Wybrane, w zależności od rodzaju instalacji, ciśnienie należy dwukrotnie podnosić w ciągu 30 minut. Po dalszych 30 minutach spadek ciśnienia nie może przekraczać 0,6 bara. W czasie następnych 2 godzin (w przypadku ogrzewania podłogowego – 24 godzin) spadek ciśnienia nie może przekroczyć 0,2 bara. Dodatkowo podczas trwania próby należy dokonać wizualnej oceny szczelności wykonanych połączeń. W przypadku wystąpienia przecieków podczas przeprowadzania próby szczelności należy je usunąć i ponownie przeprowadzić całą próbę od początku. | | | |
| Badanie wstępne | | | |
| 1. Ciśnienie próbne | b | <input style="width: 50px;" type="text"/> | |
| 2. Ciśnienie po 30 min | b | <input style="width: 50px;" type="text"/> | |
| Badanie główne (wykonać po pozytywnie zakończonym badaniu wstępnym) | | | |
| 1. Ciśnienie próbne b | | <input style="width: 50px;" type="text"/> | |
| 2. Ciśnienie po 2 h (24 h)* b | | <input style="width: 50px;" type="text"/> | |
| Potwierdzenie <input type="checkbox"/> Próba szczelności przeprowadzona na gorąco w warunkach roboczych (instalacja grzewcza). <input type="checkbox"/> Cała instalacja jest szczelna (spadek ciśnienia nie większy niż 0,2 bara). Data badania: <input style="width: 150px;" type="text"/> | | | |
| Uwagi: | | | |
| Próbę przeprowadził: | | Podpis inwestora lub inspektora nadzoru: | |
| <input style="width: 200px; height: 30px;" type="text"/> Data i podpis | | <input style="width: 200px; height: 30px;" type="text"/> Data i podpis | |

Protokół próby ciśnieniowej dla badania uzupełniającego instalacji grzewczej

| | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Próba ciśnieniowa rur grzewczych zgodnie z DIN 18380 | | |
| Nazwa i lokalizacja budynku: | | |
| Część budynku: | | |
| Próbę wykonał: | | |
| <p>Wszystkie rury instalacyjne podlegają próbie ciśnieniowej zgodnie z DIN 18380. Wykonana instalacja – jeszcze niezakryta – zostaje napełniona wodą (należy pamiętać o ochronie przed zamarznięciem). Urządzenie do testu ciśnieniowego powinno się podłączyć do najniższego punktu badanej instalacji (np. w kotłowni). Należy używać tylko urządzeń zapewniających odczyt zmian ciśnienia z dokładnością do 0,1 bara. Wodne systemy grzewcze muszą być testowane przy ciśnieniu 2 razy wyższym niż ciśnienie robocze (lecz nie niższym niż 5 barów) w każdym punkcie instalacji. Tak szybko, jak to jest możliwe po próbie ciśnieniowej z zimną wodą, system wymaga podgrzania do najwyższej temperatury obliczeniowej. Wykonuje się to w celu sprawdzenia, czy instalacja zachowuje szczelność przy maksymalnej temperaturze.</p> <p>Ciśnienie próby: 2 x ciśnienie robocze</p> <p>Czas trwania próby: 24 godziny po uzyskaniu równowagi temperatury między rurą a medium</p> <p>Dopuszczalny spadek ciśnienia: < 0,2 bara</p> | | |
| Dane z próby | Rozpoczęcie próby | Zakończenie próby |
| Data | | |
| Godzina | | |
| Ciśnienie próby | | |
| <p>Wszystkie połączenia rur muszą zostać sprawdzone wizualnie.</p> <p>Potwierdzenie</p> <p>W przypadku wyżej wymienionej instalacji nie stwierdzono żadnych nieszczelności podczas próby ciśnieniowej układu.</p> <div><div>Miejscowość, data, podpis Firma wykonująca</div><div>Miejscowość, data, podpis Zleceniodawca</div></div> | | |

4.2.13. Wykonanie posadzki betonowej

Warstwa grzejna

Grubość warstwy grzejnej (jastrychu) zależy od przewidywanych obciążeń występujących w danym pomieszczeniu.

Ze względu na wymagany równomierny rozkład temperatury na powierzchni podłogi warstwa ta nie może być cieńsza niż 6,5 cm. Grubość warstwy jastrychu nad rurą powinna wynosić 5 cm. Do wykonania warstwy grzejnej zaleca się stosowanie jastrychu cementowego, który powinien się charakteryzować uziarnieniem kruszywa nie większym niż 8 mm, ilością cementu równą 300–350 kg/m³, stosunkiem wody do betonu: 0,45 oraz wytrzymałością wynoszącą 22,5 N/mm². W celu polepszenia płynności jastrychu i dokładniejszego wypełnienia przestrzeni wokół rury zaleca się stosowanie środków uplastyczniających. Można stosować wyłącznie takie dodatki, które nie wpływają niekorzystnie na rury grzewcze.

W celu uzyskania większej wytrzymałości wylewki cementowej niż opisana powyżej (22,5 N/mm²) należy skorzystać z poniższej tabeli.

Parametry jastrychu cementowego

| | | |
|---|---------|---------|
| Uziarnienie kruszywa [mm] | ≤ 8,0 | ≤ 8,0 |
| Ilość cementu [kg/m ³] | 375–425 | 425–475 |
| Stosunek wody do betonu | 0,55 | 0,70 |
| Wytrzymałość wylewki [N/mm ²] | 30,0 | 50,0 |

4.2.14. Uruchomienie instalacji ogrzewania podłogowego

W czasie wylewania jastrychu rury muszą znajdować się pod ciśnieniem równym 0,3 MPa. Jeśli układ wypełniony jest wodą, to należy go chronić przed zamarznięciem.

Wyrzwanie jastrychu można przeprowadzić po jego całkowitym wyschnięciu w naturalnych warunkach (tj. po 21–28 dniach).

Wykonywanie wylewki

Podczas wykonywania wylewki temperatura materiału i temperatura powietrza w pomieszczeniu nie powinny być niższe niż 5°C. Następnie wylewka powinna być utrzymywana w temperaturze przynajmniej 5°C przez okres nie krótszy niż 3 dni. Ponadto wylewkę cementową należy chronić przed przeschnięciem przez przynajmniej 3 dni (dłuższy okres jest wymagany w przypadku niskich temperatur lub cementów wolnoutwardzalnych), a następnie przed szkodliwymi wpływami np. ciepła lub suszy – w celu redukcji kurczenia. Generalnie zapewnia się to w przypadku niewielkich budynków zamkniętych. Istnieje możliwość stosowania innych materiałów na wylewki, np. wylewek anhydrytowych. Ich grubości i zasady wykonania podane są w normie PN-EN 1264-4.

4.2.15. Regulacja przepływu na pętłach ogrzewania podłogowego

Po uruchomieniu instalacji ogrzewania podłogowego, a przed rozpoczęciem eksploatacji należy instalację wyregulować hydraulicznie. Regulacja ta pozwoli na równomierną pracę instalacji. Do regulacji służą rotametry – przepływomierze zlokalizowane na górnej, zasilającej belce rozdzielacza. Należy zdjąć tworzywową kapturkę znajdującą się u nasady rotametrów poprzez jej podniesienie do góry, wzdłuż jego osi. Pod kapturką znajduje się pokrętko, którego obroty pozwalają na zwiększanie lub zmniejszanie przepływu na poszczególnych obiegach ogrzewania podłogowego. Regulacja powinna się odbywać przy zdjętych siłownikach. Należy tak ustawiać pokrętki, aby wskazania na rotametrze pokazywały ten sam poziom. Po zakończeniu zaleca się ponowne zamontowanie siłowników i zabezpieczenie pokręteł rotametrów kapturkami tworzywowymi. Regulację obiegu grzewczego pokazano na zdjęciach 20 i 21.

Wszelkie zdjęcia mają charakter instruktażowy, a zawarte na nich produkty mogą się różnić od oferowanych przez firmę Wavin. Nadrzędną funkcję nad zdjęciami pełnią szczegółowe opisy poszczególnych etapów montażu ogrzewania podłogowego.

Dodatkowe informacje na temat ogrzewania podłogowego znajdują się w:

- ⦿ katalogu *Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych*,
- ⦿ kartach katalogowych produktów wchodzących w skład ogrzewania podłogowego Wavin,
- ⦿ instrukcjach automatyki Wavin,
- ⦿ ulotkach informacyjnych ogrzewania podłogowego Wavin i Wavin Tempower.

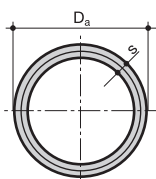
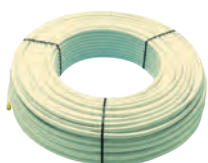


Zdjęcie 20.



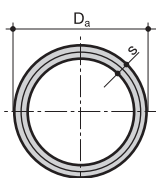
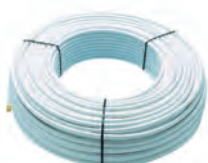
Zdjęcie 21.

5. Zestawienie produktów – ogrzewanie podłogowe



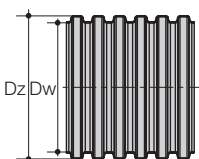
Tigris – rura PE-RT/EVOH/PE-RT (w zwojach)

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|------------------------|--------|------------|
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 240 | | 3072413 |
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 600 | | 3072414 |



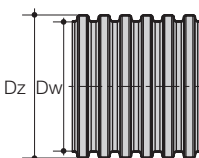
Tigris – rura PE-X/Al/PE (w zwojach)

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|------------------------|------------|------------|
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 200 | 3141160212 | 3030909 |
| 20 x 2,25 | 20 | 2,25 | 100 | 3141200216 | 3023031 |



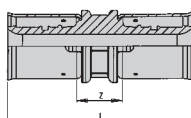
Rura osłonowa karbowana (czerwona)

| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145080110 | 3044402 |
| 23 | 28 | m | 3145080120 | 3044403 |



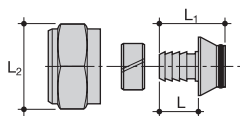
Rura osłonowa karbowana (niebieska)

| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145085110 | 3032747 |
| 23 | 28 | m | 3145085120 | 3032748 |



Tigris – złączka Tigris K1

| Wymiar D [mm] | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 51 | 13 | 3241036405 | 3023348 |
| 20 | 62 | 16 | 3241036413 | 3023359 |



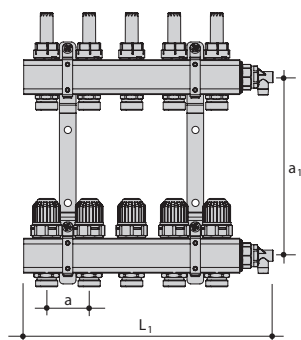
Tigris – złączka przyłączeniowa z pierścieniem

| Wymiar D [mm] | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 x 3/4" | 13 | 23 | 34 | 3141488791 | 4044177 |
| 20 x 3/4" | 13 | 23 | 34 | 3141420051 | 4044176 |

Do połączenia rury PE-X/Al/PE z rozdzielaczem.



Profil belkowy;
odejścia rozdzielacza (nypie) – GZ = 3/4";
zawory regulacyjne z przepływomierzami
na belce zasilającej;
zawory odcinające na belce powrotnej;
podłączenie do belki – GW = 1";
korki (zasłepki) belek rozdzielacza – GW = 1";
odpowietzniki na obu belkach.

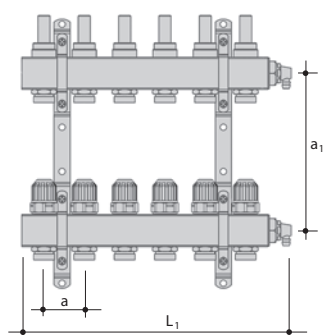


Rozdzielacz mosiężny do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 144 | 3118102034 | 4044117 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 194 | 3118103034 | 4044118 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 244 | 3118104034 | 4044119 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 294 | 3118105034 | 4044120 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 344 | 3118106034 | 4044121 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 394 | 3118107034 | 4044122 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 444 | 3118108034 | 4044123 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 494 | 3118109034 | 4044124 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 544 | 3118101034 | 4044114 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 594 | 3118101134 | 4044115 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 644 | 3118101234 | 4044116 |

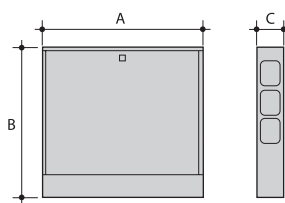


Profil ze stali nierdzewnej 1.4301
o wymiarach: 40 x 40 x 1,5 mm;
odejścia rozdzielacza (nypie) – GZ = 3/4";
zawory regulacyjne z przepływomierzami
na belce zasilającej;
zawory odcinające na belce powrotnej;
podłączenie do belek – GW = 1";
odpowietznik na obu belkach.



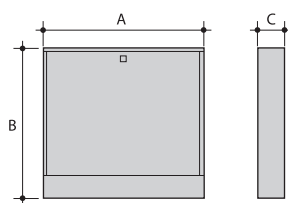
Rozdzielacz INOX do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060972 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060973 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060974 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060975 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060976 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060977 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060978 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060979 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060980 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060981 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060982 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060983 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060984 |



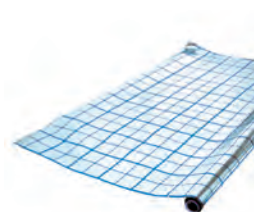
Szafka podtynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2–4 obw. | 350 | 505–605 | 110–160 | 3141041004 | 4044148 |
| 5–6 obw. | 450 | 505–605 | 110–160 | 3141041005 | 4044149 |
| 7–8 obw. | 530 | 505–605 | 110–160 | 3141041006 | 4044150 |
| 9–10 obw. | 680 | 505–605 | 110–160 | 3141041007 | 4044151 |
| 11–13 obw. | 830 | 505–605 | 110–160 | 3141041008 | 4044152 |
| 14–16 obw. | 1030 | 505–605 | 110–160 | 3141041009 | 4044153 |
| 17–18 obw. | 1130 | 505–605 | 110–160 | 3141041010 | 4044154 |



Szafka natynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2-4 obw. | 350 | 600 | 120 | 3141042001 | 4044159 |
| 5-6 obw. | 450 | 600 | 120 | 3141042002 | 4044160 |
| 7-8 obw. | 530 | 600 | 120 | 3141042003 | 4044161 |
| 9-10 obw. | 680 | 600 | 120 | 3141042004 | 4044162 |
| 11-13 obw. | 830 | 600 | 120 | 3141042005 | 4044163 |
| 14-16 obw. | 1030 | 600 | 120 | 3141042006 | 4044164 |
| 17-18 obw. | 1130 | 600 | 120 | 3141042007 | 4044165 |



Folia do ogrzewania podłogowego z nadrukiem

| Szerokość [mm] | Długość [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|----------------|------------|------------|
| 1000 | 50 | 3141000285 | 4044143 |



Taśma samoprzylepna

| Typ | Gr. [mm] | Wys. [mm] | Dł. [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|-------------|--------------|------------|--------|------------|
| 8/150 | 8 | 46 | 66 | | 4044136 |



Taśma brzegowa dylatacyjna do ogrzewania podłogowego

| Typ | Gr. [mm] | Wys. [mm] | Dł. [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|-------------|--------------|------------|------------|------------|
| 8/150 | 8 | 150 | 50 | 3141000284 | 3021978 |



Taśma brzegowa dylatacyjna 8/150 z warstwą kleju

| Typ | Gr. [mm] | Wys. [mm] | Dł. [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|-------------|--------------|------------|------------|------------|
| 8/150 | 8 | 150 | 50 | 3118110815 | 4044125 |



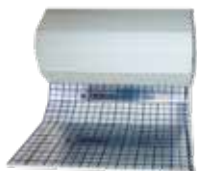
Profil dylatacyjny 2 m

| Dł. [mm] | Gr. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| 2000 | 8 | 100 | 3118100022 | 4044110 |



Listwa do profilu dylatacyjnego

| Dł. [mm] | Gr. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-------------|--------------|------------|------------|
| 2000 | 8 | 20 | 3218100011 | 4045249 |



Płyta systemowa Tacker

| Typ | Gr. [mm] | Dł. [m] | Szer. [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----|-------------|------------|--------------|------------|------------|
| 3 | 30 | 10 | 1 | 3118300030 | 4044133 |
| 5 | 50 | 5 | 1 | 3118300050 | 4044134 |



Klips do mocowania rur ogrzewania podłogowego

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------|------------|
| 16 | 3141000283 | 3021977 |



Tacker

| Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|
| 3118100003 | 4044107 |



Klipsy do tackera

| Liczba szt. | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------------|------------|
| 300 | 3118100004 | 4044108 |



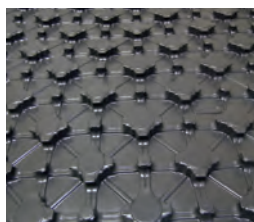
Tacker Alfa Premium (tylko do użytku z klipsami Alfa Premium)

| Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|
| | 4061231 |



Klipsy do tackera Alfa Premium

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------------|--------|------------|
| 16/42 mm krótki E3GE BL | | 4064877 |
| 16/57 mm długi E2LGE | | 4061230 |



Panel systemowy wciskany do rur 16/20

| Typ | Dł. [mm] | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|-------------|---------------|--------------|------------|------------|
| 16/20 | 1200 | 900 | 23 | 3218401620 | 4045250 |



Szyna montażowa 16/20

| Typ | Dł. [m] | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|------------|---------------|--------------|------------|------------|
| 16/20 | 1 | 45 | 28 | 3218501620 | 4045252 |



Klips do szyny montażowej

| Dł. [mm] | Szer. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|---------------|------------|------------|
| 45 | 22 | 3218600000 | 4045255 |



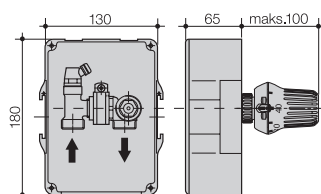
Rozwijak do rur

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|------------|
| 1040/1200 x 170 x 520 | | 4057588 |



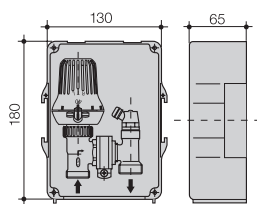
Rozwijak do rur PE-RT bębnowy

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------------|--------|------------|
| 700/900/1200 | | 4060484 |



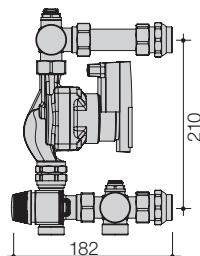
Zawór RTL

| Typ | Wys. [mm] | Szer. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------------------|--------------|---------------|-------------|------------|------------|
| z widoczną głowicą | 180 | 130 | 65 | 3118806101 | 4044137 |



Zawór RTL

| Typ | Wys. [mm] | Szer. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|--------------|---------------|-------------|------------|------------|
| z zakrytą głowicą | 180 | 130 | 65 | 3118806102 | 4044138 |



Zespół pompowo-mieszący z zaworem 3-drogowym i pompą elektroniczną Wilo

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|------------|------------|
| WUM-D | 182 | 210 | 3118806104 | 4044140 |



Siłownik termiczny (bezprądowo zamknięty)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--|------------|------------|
| 24 V – do centrali AC-116 | 3218910024 | 4045267 |
| 230 V – do centrali AC-83 i do central sterujących 6-kanalowych 230 V | 3218910023 | 4045266 |

Siłowniki mogą występować w 2 różnych kolorach: szarym i niebieskim.



Termometr bimetaliczny

| Typ | Zakres T [°C] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|------------------|------------|------------|
| stykowy | 0–60 | 3218650000 | 4045256 |



Plastyfikator do betonu

| Typ | Pojemność [l] | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------------|------------|------------|
| – | 5 | 3118101005 | 4044112 |

5.1. System automatyki przewodowej



Termostat pokojowy ANALOG

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 29 | 4063119 |



Termostat pokojowy STANDARD

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 31 | 4063120 |



Termostat pokojowy CONTROL

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 31 | 4063121 |



Centrala sterująca 6-kanalowa STANDARD

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063116 |



Centrala sterująca 6-kanalowa STANDARDplus

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063117 |



Centrala sterująca 6-kanalowa CONTROL

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063118 |

5.2. System automatyki bezprzewodowej



Regulator pokojowy bezprzewodowy do centrali AC-83

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| TP-82NW | 65 | 88 | 20 | 3218960082 | 3061340 |
| TP-83NW | 65 | 88 | 20 | 3218960083* | 3061665 |

* Z możliwością programowania czasu pracy ogrzewania podłogowego w zależności od pory dnia i dnia tygodnia.



Centrala sterująca – 2 kanały

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|------------|
| AC-83 | 76 | 110 | 33 | 3218950283 | 4054489 |



Antena

| Typ | Dł. przewodu [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------------|------------|------------|
| AN-80 | 2 | 3218970080 | 4045279 |



Centrala sterująca AC 116NW (AHC 9000)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| AC-116 | 3218950301 | 4042548 |



Moduł dotykowy AC 100 LCD (AHC 9000)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|
| AC-100 LCD | 3218950302 | 4042053 |

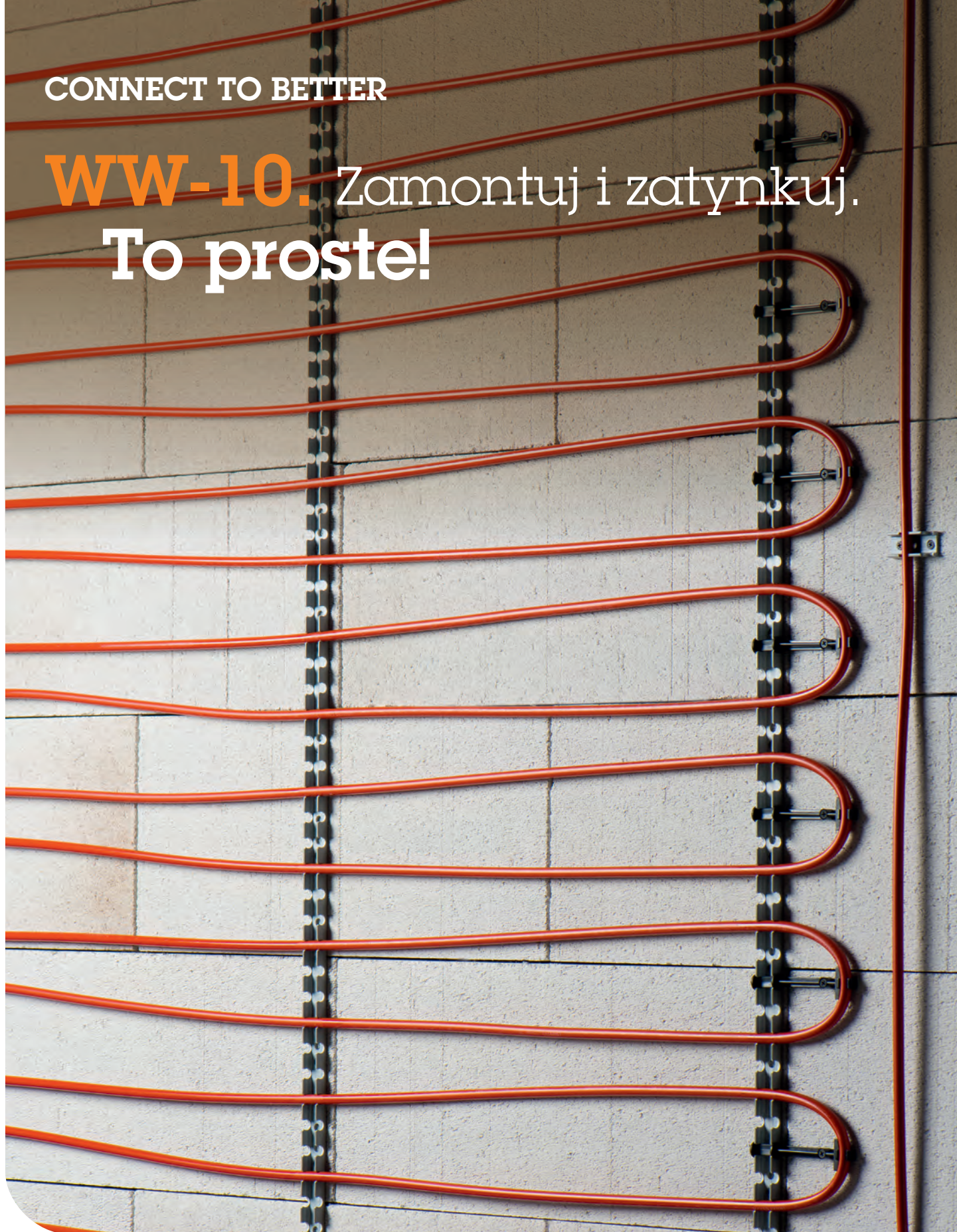


Termostat pokojowy, bezprzewodowy do AC-116 (AHC 9000)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| TP 150 | 3218950304 | 4042551 |
| TP 155 | 3218950307 | 4042552 |

CONNECT TO BETTER

WW-10. Zamontuj i zatynkuj. To proste!



WW-10 – system ogrzewania ściennego i sufitowego

Elementy systemu: polibutylenowe rury grzewcze z barierą antydyfuzyjną o średnicy 10 mm, montowane w profilu montażowym i wspornikach, wielowarstwowa rura typu alupex (PE-X/Al/PE-HD) lub polibutylenowa Hep₂O, złączki typu push/press lub push Hep₂O, rozdzielacze, automatyka przewodowa i bezprzewodowa. System do bezpośredniego przykrycia tynkiem – na wykończonej powierzchni można uzyskać całkowitą grubość tynku wynoszącą jedynie 20–25 mm.

Więcej na www.wavin.pl.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewewnętrznej i wewnętrznej

Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

1. System ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10

System WW-10 stosowany jest do ogrzewania sufitowego i ściennego w technologii mokrej – układ montowany w warstwie tynku.

Zalety systemu:

- ⦿ wysokość profilu montażowego – tylko 12 mm, z łatwym mocowaniem do ściany,

1.1. Elementy składowe

W skład systemu wchodzi następujące elementy:

- ⦿ rury,
- ⦿ profile montażowe,
- ⦿ kształtki,
- ⦿ rozdzielacze.

Rura PB 10 x 1,3 mm z barierą antydyfuzyjną do ogrzewania powierzchniowego



Rura PB 15 x 1,75 mm z barierą antydyfuzyjną do zasilania pętli rur PB 10 x 1,3 mm



Rura wielowarstwowa PE-X/Al/PE-HD 16 x 2,0 mm do zasilania pętli rur PB 10 x 1,3 mm



Profil montażowy do rur PB 10 mm



Wspornik do profilu montażowego do rur PB 10 mm



Zestaw naprawczy do rur PB 10 x 1,3 mm

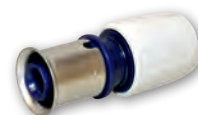


- ⦿ system wykorzystywany przy remontach, jak również w nowym budownictwie,
- ⦿ po zamontowaniu rury można od razu wykończyć ścianę poprzez tynkowanie.

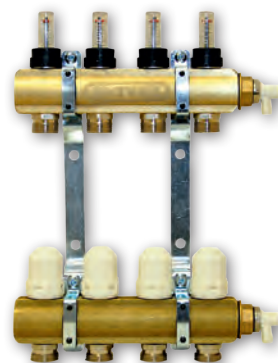
Trójnik redukcyjny push/press 16–10–16 mm



Złączka redukcyjna push/press 16–10 mm



Rozdzielacz z przepływomierzami



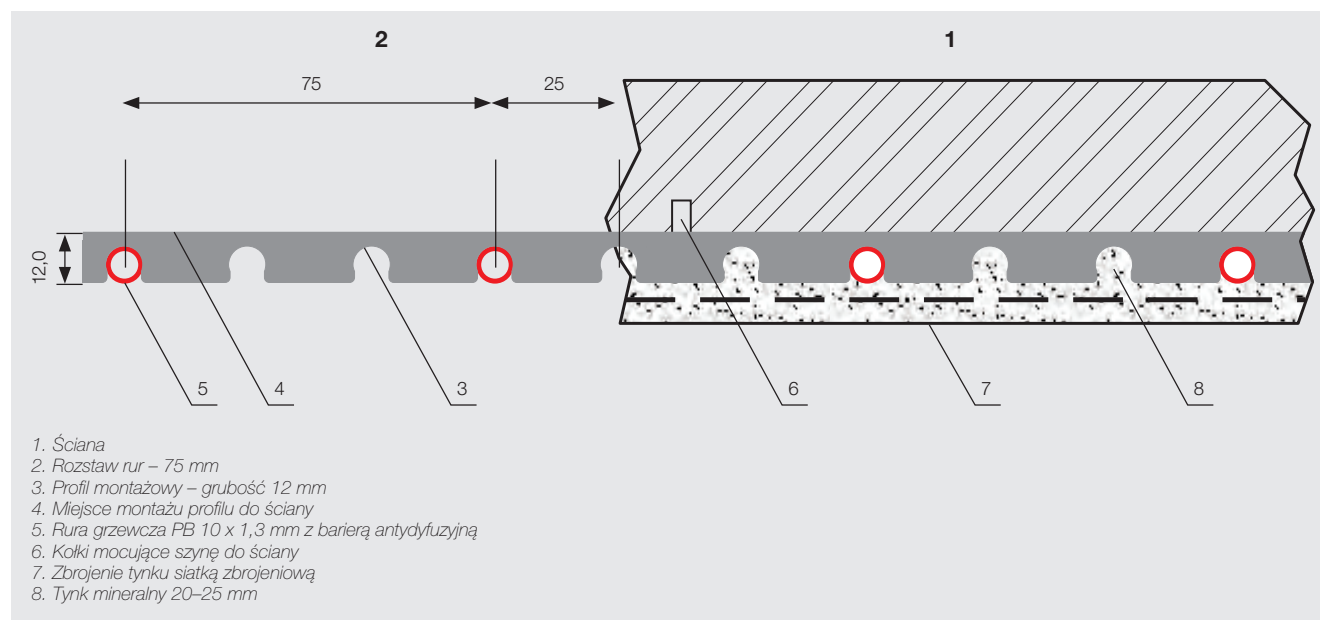
Rozdzielacz INOX z przepływomierzami



Uwaga! System ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10 może być zasilany zarówno rurami systemu Wavin Tigris (PE-X/Al/PE-HD \varnothing 16 mm), jak i rurami systemu Hep₂O (PB \varnothing 15 mm).

1.2. Opis konstrukcji

Poniżej przedstawiono przekrój przegrody (ściana, sufit) z zastosowaniem systemu WW-10.

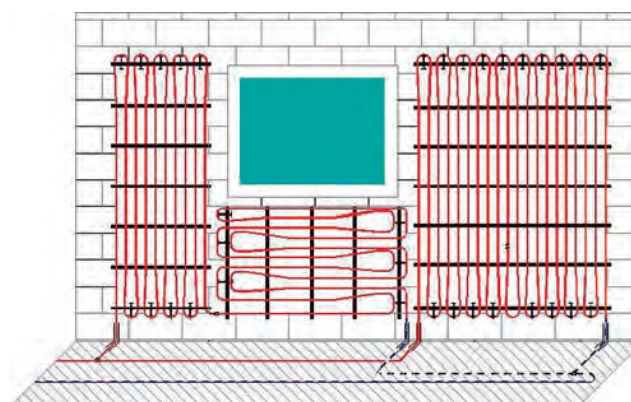
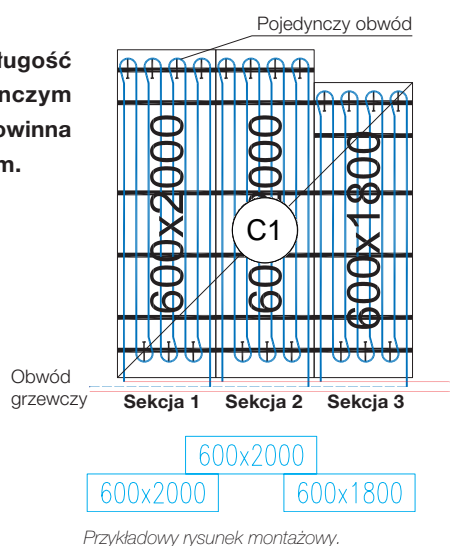


1.3. Łączenie sekcji w obwody grzewcze

Największa różnica pomiędzy maksymalną a minimalną długością łączonych rur w sekcji nie powinna przekraczać 10%.

Uwaga!

Maksymalna długość rur w pojedynczym obwodzie nie powinna przekraczać 40 m.



Uwaga!

Przy wykonywaniu połączeń kolejnych sekcji należy pamiętać o tym, że pierwsza sekcja podłączona do przewodu zasilającego jest ostatnią podłączoną do przewodu powrotnego – zasada Tichelmanna.

1.4. Montaż systemu

1.4.1. Kolejność montażu

- ⌚ Sztywne przykręcenie profili montażowych.
- ⌚ Montaż wsporników do profilu.
- ⌚ Montaż rur PB w profilach i wspornikach przez wciśnięcie.
- ⌚ W sekcji rozpoczynamy i kończymy prowadzenie rur przy posadzce.
- ⌚ Połączenia wykonać zgodnie z zasadą Tichelmanna, najlepiej w ścianie; zabezpieczyć przed działaniem betonu, np. folią lub elementami izolacji termicznej.



Nawrót rury PB z wykorzystaniem wspornika do profilu.

1.4.2. Przygotowanie powierzchni

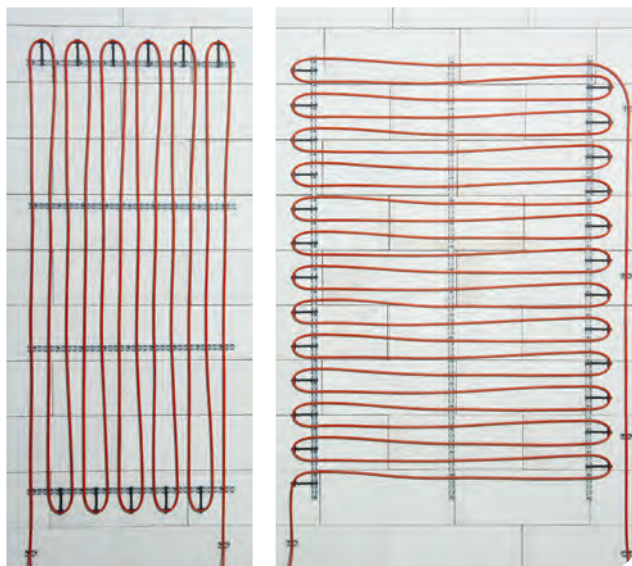
Montaż systemu WW-10 wykonuje się po zakończeniu wszystkich innych prac instalacyjnych (instalacji elektrycznych, wodnych).

1.4.3. Montaż instalacji na powierzchni ściany

Profile montażowe oraz wsporniki mocuje się do ściany za pomocą wkrętów. Sposób montażu zależy od stanu ściany. Jeśli ściana jest czysta i sucha, można zastosować klej termiczny.

Wspornika do profilu montażowego używa się przy wykonywaniu nawrotów rur systemowych z PB.

Promień gięcia rury powinien wynosić maksymalnie 100 mm.



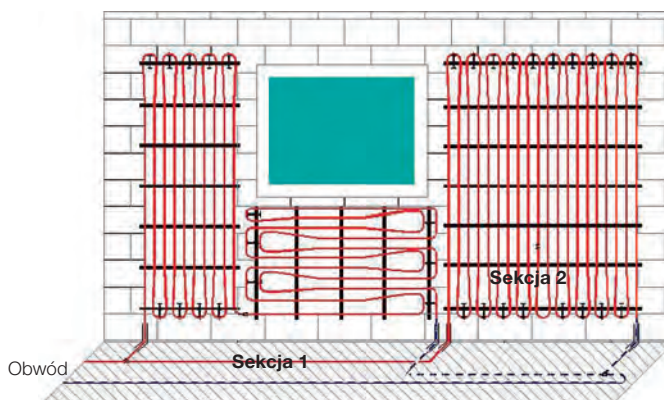
Przebieg procesu montażu

- ⌚ Zamocować profile montażowe na ścianie. Zależnie od powierzchni można użyć kleju lub wkrętów. Profile montowane są poziomo lub pionowo – dostosowując to do sposobu prowadzenia rury.
- ⌚ Zamontować rurę w profilach.
- ⌚ W każdej sekcji rozpoczynamy i kończymy prowadzenie rur przy posadzce.

1.5. Połączenia hydrauliczne instalacji

Rysunek obok przedstawia schematyczne podłączenie poszczególnych sekcji jednego obwodu. Należy pamiętać o tym, że połączenia sekcji są zrównoważone hydraulicznie. Oznacza to, iż sekcja podłączona do rury zasilającej jako pierwsza jest ostatnią sekcją podłączaną do rury powrotnej (zasada Tichelmanna).

Każdy obwód łączymy rurami z rozdzielaczem. Należy zwrócić uwagę na to, aby wszystkie obwody miały zbliżoną liczbę sekcji i długość rur w poszczególnych sekcjach. Umożliwi to bezproblemowe wyregulowanie hydrauliczne instalacji za pomocą przepływomierzy, zlokalizowanych na belce zasilającej rozdzielacza.



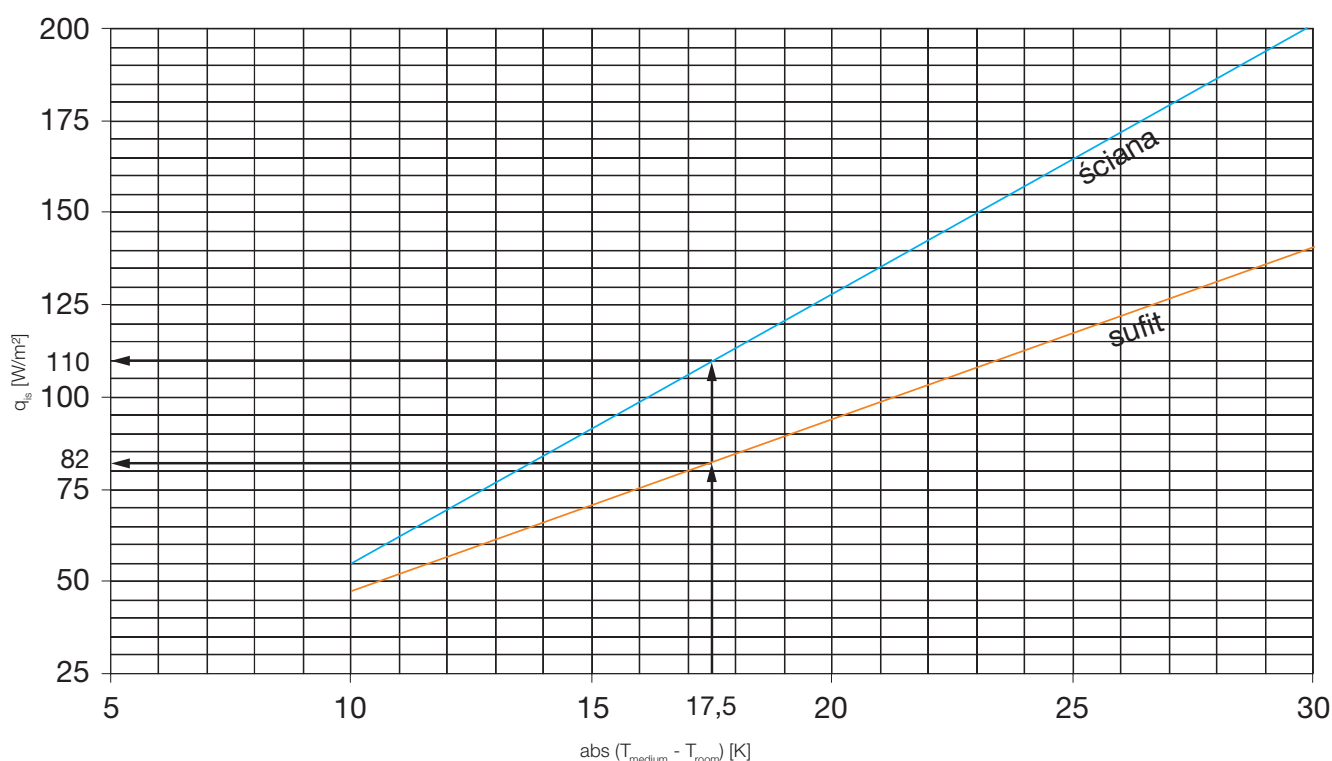
1.6. Wydajność cieplna systemu WW-10

Dla systemu ogrzewania płaszczyznowego WW-10 wydajność określona została przez Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie und Umweltmanagement, przy użyciu metody objętości skończonej.

Uwaga!

Wyniki oparte są na założeniu, że różnica pomiędzy temperaturą powietrza w pomieszczeniu a temperaturą powierzchni w pomieszczeniu wynosi -2,0 K dla ogrzewania.

Wykres przedstawia wartość strumienia ciepła ogrzewania dla różnych rodzajów przykryć tynkiem (zob. opis) w stosunku do różnicy pomiędzy średnią temperaturą wody (T_{medium}) a temperaturą pomieszczenia (T_{room}).



1. WW-10 – konstrukcja ściany – przykrycie 19 mm (tynk $\lambda = 0,6 \text{ W/mK}$) GRZANIE
2. WW-10 – konstrukcja sufitu – przykrycie 19 mm (tynk $\lambda = 0,6 \text{ W/mK}$) GRZANIE

W celu określenia jednostkowej wydajności cieplnej ogrzewania WW-10 należy w pierwszej kolejności znać rodzaj źródła ciepła i temperaturę zasilania T_z . Przyjmując wychłodzenie na poziomie 5 lub maks. 10°C, określa się temperaturę powrotu wody grzewczej T_p . Mając te dwa parametry, wylicza się średnią temperaturę T_{medium} . Wiedząc, w jakim typie pomieszczenia chcemy zlokalizować ogrzewanie WW-10, znamy wewnętrzną

Przykład

$$\begin{aligned} T_z &= 40^\circ\text{C} \\ T_p &= 35^\circ\text{C} \\ T_{\text{medium}} &= \frac{40 + 35}{2} = 37,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

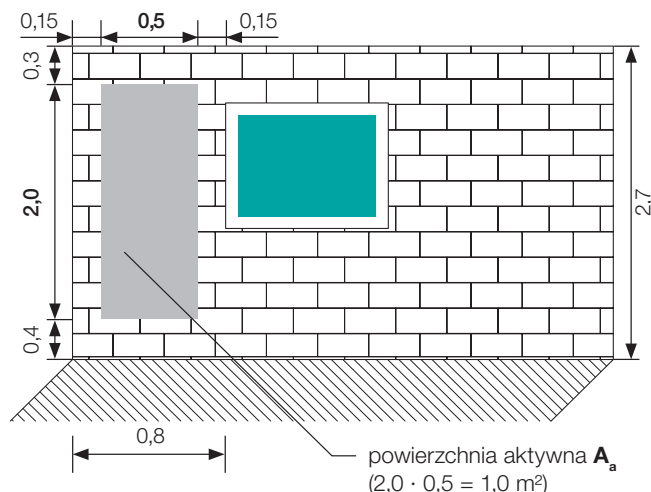
$$\begin{aligned} T_{\text{room}} &= 20^\circ\text{C} \\ \text{abs}(T_{\text{medium}} - T_{\text{room}}) &= 37,5^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 17,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

temperaturę obliczeniową T_{room} . Z wartości T_{medium} i T_{room} wyznacza się wartość bezwzględną różnicy pomiędzy tymi temperaturami $\text{abs}(T_{\text{medium}} - T_{\text{room}})$. Wartość ta, naniesiona na oś poziomą powyższego wykresu, i rzutowanie jej na linię wydajności dla ściany lub sufitu – wyznaczają nam jednostkową moc cieplną dla WW-10 q_{is} .

Legenda

- T_z – temperatura zasilania
- T_p – temperatura powrotu
- T_{medium} – średnia temperatura wody
- T_{room} – temperatura w pomieszczeniu

1.6.1. Ilość materiału (rura PB, profile i wsporniki) dla 1 m² powierzchni aktywnej



Powierzchnia aktywna – to powierzchnia ściany lub sufitu w całości pokryta rurami. Uwzględnia ona odległości od okien, otworów, sufitu i posadzki.

1.6.2. Wydajność cieplna q_{is} dla 1 m² aktywnej ściany lub sufitu systemu WW-10, w zależności od temperatury zasilania (dla $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ i rozstawu rur PB – 7,5 cm)

W przypadku konieczności szybkiego określenia jednostkowej wydajności cieplnej systemu WW-10 można skorzystać z poniższej tabeli zamiast wykresu.

| Temperatura zasilania T_z [$^\circ\text{C}$] | Temperatura pomieszczenia T_i [$^\circ\text{C}$] | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|
| | 16 [$^\circ\text{C}$] | | 20 [$^\circ\text{C}$] | | 24 [$^\circ\text{C}$] | |
| | q_s [W/m ²] dla ściany | q_s [W/m ²] dla sufitu | q_s [W/m ²] dla ściany | q_s [W/m ²] dla sufitu | q_s [W/m ²] dla ściany | q_s [W/m ²] dla sufitu |
| 35 | 80 | 65 | 55 | 45 | – | – |
| 40 | 120 | 85 | 90 | 70 | 60 | 50 |
| 45 | 155 | 110 | 125 | 90 | 95 | 75 |
| 50 | 190 | 135 | 160 | 115 | 135 | 95 |

Δt – różnica temperatur wody pomiędzy zasilaniem a powrotem [$^\circ\text{C}$].

1.6.3. Przykładowe jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło q_i pomieszczeń – dla różnych typów budynków

W celu określenia ilości ciepła w danym pomieszczeniu można się posłużyć orientacyjnym określeniem zapotrzebowania, wykorzystując wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania na ciepło pomieszczenia q_i . Jest to metoda wskaźnikowa, więc daje nam tylko wartości orientacyjne. Aby dokładnie ustalić zapotrzebowanie na ciepło w pomieszczeniu czy budynku, należy wykonać obliczenia z uwzględnieniem m.in. izolacyjności przegród budynku.

Wzory obliczeniowe z przykładem

1. Liczba profili montażowych 0,6-metrowych (P):

$$P = \frac{A_a \cdot 2,5 + 1 \text{ [szt.]}}{1,32} = \frac{1,0 \cdot 2,5 + 1}{1,32} = 3 \text{ [szt.]}$$

2. Liczba wsporników do profili (W):

$$W = A_a \cdot 9 + 1 \text{ [szt.]} = 1,0 \cdot 9 + 1 = 10 \text{ [szt.]}$$

3. Długość rury PB 10 x 1,3 mm (R):

$$R = \frac{A_a}{0,075} \text{ [m]} = \frac{1,0}{0,075} = 14 \text{ [m]}$$

| Rodzaj budynku | q_i [W/m ²] |
|-------------------------------|---------------------------|
| pasywny | 30 |
| niskoenergetyczny | 45 |
| standardowy | 60 |
| standardowy przeszklony | 75 |
| niemodernizowany od 1980 roku | 75 |

1.7. Połączenia systemowe, wytyczne montażowe

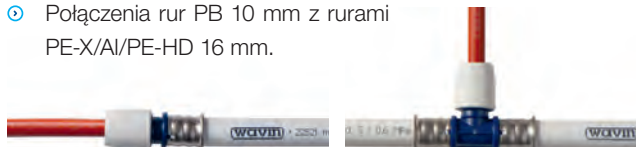
W skład systemu ogrzewania WW-10 wchodzi trzy rodzaje rur. Przewody tranzytowe wykonywane są z rur wielowarstwowych PE-X/Al/PE-HD \varnothing 16 mm, wchodzących w skład systemu Wavin Tigris, i rur polibutylenowych PB \varnothing 15 mm z systemu Hep₂O. Poszczególne sekcje w obiegach ogrzewania ściennego lub sufitowego stanowią rury PB \varnothing 10 mm systemu Hep₂O.

Przy montażu wykorzystywane są dwie sprawdzone techniki połączeń:

- ⦿ połączenie zaciskowe (press),
- ⦿ połączenia wciskowe (push).

1.7.1. Połączenia rur sekcji z rurami obiegowymi, tranzytowymi

- ⦿ Połączenia rur PB 10 mm z rurami PE-X/Al/PE-HD 16 mm.



- ⦿ Połączenia rur PB 10 mm z rurami PB 15 mm.



1.7.2. Montaż złączek Tigris K1, Tigris M1 z rurą PE-X/Al/PE-HD



Ważne wskazówki

- ⦿ Używać nożyc uniwersalnych do rur o rozmiarze 14–25 mm.
- ⦿ Rury o średnicach 14–25 mm: sfazowanie na obwodzie o głębokości co najmniej 1 mm.
- ⦿ Maksymalna prędkość obrotowa wiertarki lub wkrętarci powinna wynosić 500 obrotów na minutę.
- ⦿ Usunąć wióry zebrane z kalibratora.
- ⦿ Rurę wsunąć w złączkę do momentu całkowitego pojawienia się jej w otworach kontrolnych.
- ⦿ Szczęki zaciskowe muszą być umieszczone przy wewnętrznym ograniczniku tulei, zaprasowywanej prostopadle do osi rury. Należy zaciskać, aż szczęki zaciskowe zamkną się całkowicie na kształtce K1/M1.

1.7.3. Montaż rur PB (Hep₂O)

Na poniższych zdjęciach pokazano montaż białej rury systemu Hep₂O. Montaż rury kolorze ceglastym ø 10 z systemu WW-10 odbywa się w identyczny sposób.

Niezależnie od typu złączki Hep₂O – obowiązuje ta sama procedura wykonania połączenia.



1. Utnij rurę pod kątem prostym na jednym ze znaków „/” przy pomocy zalecanych nożyc do rur i upewnij się, że na końcu rury nie ma zadziorów.



2. Włóż tuleję SmartSleeve™ do końca rury.



3. Wepchnij rurę do złączki. Następnie przy pomocy technologii rozpoznania połączenia **In4Sure™** sprawdź, czy rura została wsunięta do końca (patrz strony 14–15).



4. Pociągnij rurę do tyłu (wyszarpnij ze złączki), żeby się upewnić, iż pierścień utrzymujący zablokował rurę, uniemożliwiając jej wysunięcie.

Przy łączeniu rur PB należy zwrócić szczególną uwagę na to, by:

- ⦿ wystarczająco głęboko umieścić rurę w kształtce,
- ⦿ zablokować rurę w kształtce przez próbę jej wyszarpięcia;
- ⦿ nie stosować uszkodzonego pierścienia utrzymującego przy powtórным montażu kształtki,
- ⦿ zastosować tuleję wspomagającą do rury PB,
- ⦿ nie uszkodzić o-ringa,
- ⦿ nie zarysować lub nie zdeformować końcówki rury, którą łączymy z kształtką,
- ⦿ nie zabrudzić kształtki,
- ⦿ zachować prawidłową kolejność montażu elementów złączki rozbieralnej.

Do cięcia rur PB używać nożyc przeznaczonych do tego celu. Wszelkie dodatkowe informacje na temat bezpieczeństwa czy magazynowania oraz wytyczne montażowe znajdują się w części katalogu poświęconej systemom Wavin Tigris i Hep₂O.

Uwaga!

Rury i kształtki nie powinny być montowane w temperaturze poniżej 5°C.



1.7.4. Zestaw naprawczy

W skład zestawu naprawczego wchodzi: dwie złączki 10 mm, rura PB 10 x 1,3 mm o długości 10 cm oraz komplet tulei usztywniających. W przypadku wystąpienia uszkodzenia rury lub stwierdzenia nieszczelności instalacji konieczne jest zastosowanie zestawu naprawczego.



Uwaga!

W przypadku gdy stwierdzi się wystąpienie nieszczelności na rurze PB 10 mm, należy wykorzystać zestaw naprawczy i powtórzyć próbę ciśnienia.

1.7.5. Narzędzia systemowe

Narzędzia do cięcia rur PE-X/Al/PE-HD i PB.



Narzędzia do kalibracji rur PE-X/Al/PE-HD.



Narzędzia do zaprasowywania rur PE-X/Al/PE-HD.



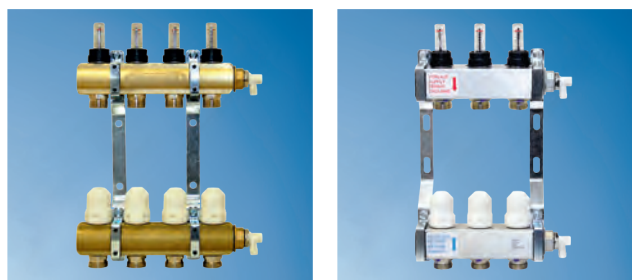
Narzędzia do demontażu złązek typu push (Hep₂O).



1.7.6. Rozdzielacze systemowe Wavin

Rozdzielacze montuje się bezpośrednio na ścianie lub w szafce instalacyjnej. Można je zamocować w dowolnej pozycji, pod warunkiem że:

- ⊙ zawór spustowy znajduje się w najniższym punkcie,
- ⊙ pod rozdzielaczem nie ma żadnych urządzeń elektrycznych,
- ⊙ odległość od innych instalacji jest nie mniejsza niż 10 cm.



1.7.7. Separator powietrza

Zalecamy montaż separatora powietrza na każdym z użytych w instalacji rozdzielaczy. Separator powinien być zamontowany na belce zasilającej.

Po napełnieniu instalacji w systemie znajduje się zawsze niewielka ilość powietrza, która może blokować przepływ w części instalacji, powodując spadek sprawności systemu.

Separator pomaga usunąć z układu zgromadzone powietrze. W celu uniknięcia zapowietrzenia instalacji należy odpowiednio wolno napełnić instalację wodą pozbawioną powietrza rozpuszczonego. Nie dopuszcza się napełniania instalacji wprost z instalacji wodociągowej.



1.7.8. Automatyka sterująca

W celu wyboru odpowiedniego rodzaju automatyki do ogrzewania WW-10 należy przejść do rozdziału 3: *Automatyka ogrzewań płaszczyznowych*, znajdującego się na stronie 90.

1.8. Napełnienie wodą instalacji systemu WW-10

Procedura napełnienia instalacji wodą

1. Zamknąć wszystkie obwody.
2. Otworzyć obwód, który będzie napełniany.
3. Upewnić się, że wszystkie ograniczenia przepływu w obwodzie są całkowicie otwarte.
4. Podłączyć pompę zalewową do systemu.
5. Napełnić obwód wodą i zapewnić stałą cyrkulację wody z dużą prędkością, aby usunąć całe powietrze znajdujące się w obwodzie.
6. Powtórzyć kroki od 2 do 5 dla pozostałych obwodów.
7. Ustawić ciśnienie na poziomie 1 bara.
8. Zamknąć system i odłączyć pompę.

1.9. Próba ciśnieniowa WW-10

Szczelność instalacji należy sprawdzić po zakończeniu prac instalacyjnych, przeprowadzając wodną próbę ciśnieniową. Ciśnienie w trakcie próby powinno wynosić min. 6 barów – należy je utrzymać przez min. 2 godziny. Następnie trzeba ustawić wartość ciśnienia roboczego i pozostawić instalację pod ciśnieniem do zakończenia prac budowlanych. Wartość ciśnienia powinna być monitorowana w trakcie wykonywania pozostałych prac budowlanych. W przypadku stwierdzenia spadku ciśnienia należy o tym poinformować wykonawcę instalacji. Próbę szczelności powinno się wykonywać zgodnie z protokołem próby szczelności z użyciem wody, znajdującym się w części

Parametry pompy zalewowej używanej do napełniania układu:

- ⦿ pompa elektryczna (230/115 V – 50 Hz),
- ⦿ natężenie przepływu: 9 l/min,
- ⦿ ciśnienie: 2–25 barów ze stopniowym wzrostem.

1.8.1. Uruchomienie instalacji

Po napełnieniu instalacji wodą i próbach szczelności należy przystąpić do uruchomienia instalacji WW-10. Szczegóły znajdują się w rozdziale 4 części *Wstęp*, zatytułowanym: *Uruchomienie i sprawdzenie instalacji* – w protokole uruchomienia instalacji ogrzewania ściennego (strona 33).

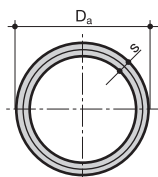
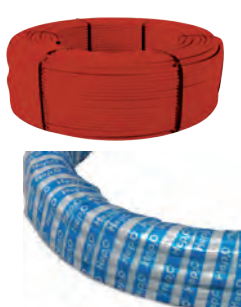
Wstęp katalogu, w rozdziale 4: *Uruchomienie i sprawdzenie instalacji* (strona 31). Dodatkowo należy wykonać uzupełniającą próbę szczelności zgodną z normą DIN 18380.

Uwaga!

Należy pamiętać o tym, że zmiany temperatury otoczenia mają wpływ na ciśnienie. W okresie oczekiwania, kiedy system znajduje się pod ciśnieniem, temperatura otoczenia nie może ulec zmianie.

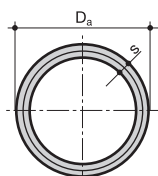
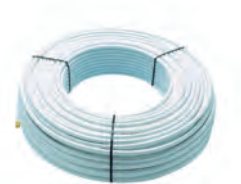
2. Zestawienie produktów

2.1. System ogrzewania ściennego i sufitowego WW-10



WW-10 – rura PB 10 x 1,3 mm z barierą antydyfuzyjną do ogrzewania powierzchniowego

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|------------------------|------------|------------|
| 10 x 1,3 | 10 | 1,3 | 60 | 3241210014 | 3038001 |
| 10 x 1,3 | 10 | 1,3 | 400 | 3241210011 | 3038799 |
| 15 x 1,75 | 15 | 1,75 | 50 | 3243020141 | 3054278 |
| 15 x 1,75 | 15 | 1,75 | 100 | 3243020151 | 3054276 |
| 15 x 1,75 | 15 | 1,75 | 400 | 3243020148 | 3054297 |



Tigris – rura PE-X/Al/PE (w zwojach)

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|------------------------|------------|------------|
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 200 | 3141160212 | 3030909 |



WW-10 – profil montażowy WW-10 do rur PB

| Wymiar [mm] | Długość [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------|----------------|------------|------------|
| 10 (12 x 21) | 0,6 | 3218501012 | 4052587 |



WW-10 – wspornik WW-10 do profilu montażowego do rur PB

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------------|------------|
| 10 | 3218501016 | 4024524 |



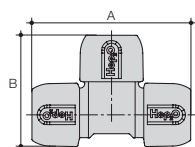
WW-10 – trójnik redukcyjny push/press

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------------|------------|
| 16 x 10 x 16 | 3241036216 | 3033568 |



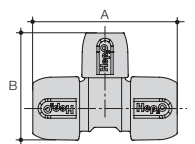
WW-10 – złączka redukcyjna push/press

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------------|------------|
| 16 x 10 | 3241036410 | 3033569 |



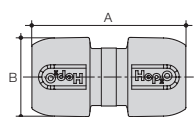
Hep₀ – trójnik PB PN 10 równoprzelotowy

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 88 | 59 | 3243400111 | 3029593 |



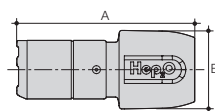
Hep₀ – trójnik redukcyjny PB PN 10 górny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 10 x 15 | 82 | 54 | 3243440513 | 3029596 |



Hep₀ – złączka PB PN 10

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 10 | 66 | 23 | 3243200133 | 3029589 |
| 15 | 72 | 29 | 3243200101 | 3029590 |



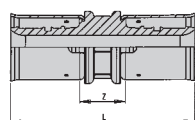
Hep₀ – złączka redukcyjna PB PN 10 bosa

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 10 | 61 | 23 | 3243240113 | 3029602 |



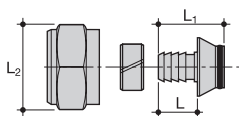
Hep₀ – tuleje wspomagające SmartSleeve™ do rur PB

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|------------|------------|
| 10 | 3243820010 | 3029621 |
| 15 | 3243820015 | 3029622 |



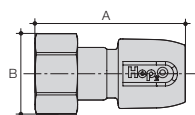
Tigris – złączka K1

| Wymiar D [mm] | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------------|--------|--------|------------|------------|
| 16 | 51 | 13 | 3241036405 | 3023348 |



Tigris – złączka przyłączeniowa z pierścieniem (do przyłączenia rury PE-X/Al/PE-HD z rozdzielaczem)

| Wymiar D [mm] | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------------|--------|---------|---------|------------|------------|
| 16 x 3/4" | 13 | 23 | 34 | 3141488791 | 4044177 |



Hep₀ – złączka ze śrubunkiem PB PN 10 gwint wewnętrzny (do przyłączenia rury PB z rozdzielaczem/grzejnikiem)

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 70 | 30 | 3243260113 | 3029604 |
| 15 x 3/4" | 64 | 34 | 3243260135 | 3029605 |

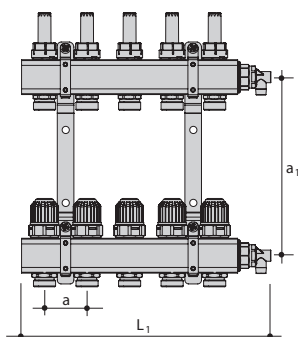


WW-10 – zestaw naprawczy do rur PB 10 x 1,3 mm

| Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|
| 3218530010 | 3019807 |



Profil belkowy;
odejścia rozdzielacza (nyple) – $GZ = 3/4"$;
zawory regulacyjne z przepływomierzami
na belce zasilającej;
zawory odcinające na belce powrotnej;
podłączenie do belki – $GW = 1"$;
korki (zaślepki) belek rozdzielacza – $GW = 1"$;
odpowietzniki na obu belkach.

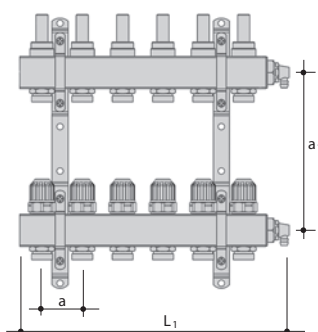


Rozdzielacz mosiężny do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 144 | 3118102034 | 4044117 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 194 | 3118103034 | 4044118 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 244 | 3118104034 | 4044119 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 294 | 3118105034 | 4044120 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 344 | 3118106034 | 4044121 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 394 | 3118107034 | 4044122 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 444 | 3118108034 | 4044123 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 494 | 3118109034 | 4044124 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 544 | 3118101034 | 4044114 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 594 | 3118101134 | 4044115 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 644 | 3118101234 | 4044116 |

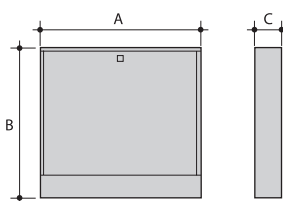


Profil ze stali nierdzewnej 1.4301
o wymiarach: 40 x 40 x 1,5 mm;
odejścia rozdzielacza (nyple) – $GZ = 3/4"$;
zawory regulacyjne z przepływomierzami
na belce zasilającej;
zawory odcinające na belce powrotnej;
podłączenie do belek – $GW = 1"$;
odpowietzniki na obu belkach.



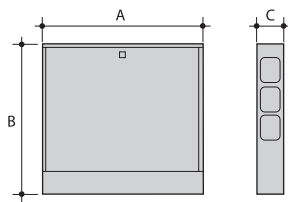
Rozdzielacz INOX do ogrzewania podłogowego z przepływomierzami

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060972 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060973 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060974 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060975 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060976 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060977 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060978 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060979 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060980 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060981 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060982 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060983 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060984 |



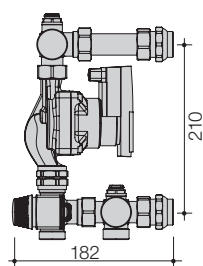
Szafka natynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2–4 obw. | 350 | 600 | 120 | 3141042001 | 4044159 |
| 5–6 obw. | 450 | 600 | 120 | 3141042002 | 4044160 |
| 7–8 obw. | 530 | 600 | 120 | 3141042003 | 4044161 |
| 9–10 obw. | 680 | 600 | 120 | 3141042004 | 4044162 |
| 11–13 obw. | 830 | 600 | 120 | 3141042005 | 4044163 |
| 14–16 obw. | 1030 | 600 | 120 | 3141042006 | 4044164 |
| 17–18 obw. | 1130 | 600 | 120 | 3141042007 | 4044165 |



Szafka podtynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2-4 obw. | 350 | 505-605 | 110-160 | 3141041004 | 4044148 |
| 5-6 obw. | 450 | 505-605 | 110-160 | 3141041005 | 4044149 |
| 7-8 obw. | 530 | 505-605 | 110-160 | 3141041006 | 4044150 |
| 9-10 obw. | 680 | 505-605 | 110-160 | 3141041007 | 4044151 |
| 11-13 obw. | 830 | 505-605 | 110-160 | 3141041008 | 4044152 |
| 14-16 obw. | 1030 | 505-605 | 110-160 | 3141041009 | 4044153 |
| 17-18 obw. | 1130 | 505-605 | 110-160 | 3141041010 | 4044154 |



Zespół pompowo-mieszający z zaworem 3-drogowym i pompą elektroniczną Wilo

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|------------|------------|
| WUM-D | 182 | 210 | 3118806104 | 4044140 |



Siłownik termiczny (bezprądowo zamknięty)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--|------------|------------|
| 24 V – do centrali AC-116 | 3218910024 | 4045267 |
| 230 V – do centrali AC-83 i do central sterujących 6-kanałowych 230 V | 3218910023 | 4045266 |

Siłowniki mogą występować w 2 różnych kolorach: szarym i niebieskim.



Separator powietrza

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------|------------|
| 1" | 3241520001 | 4031680 |



Termometr bimetaliczny

| Typ | Zakres T [°C] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|------------------|------------|------------|
| stykowy | 0-60 | 3218650000 | 4045256 |



Kalibrator trójramienny

| Wymiar [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------------|------------|
| 16/20/25 | 3241037116 | 3021196 |



Kalibrator ręczny/na wkrętarke

Wymiar
[mm]
16

Indeks

3203053083

Indeks SAP

4999998



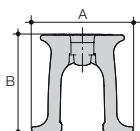
Uchwyt do kalibratora ręcznego/na wkrętarke

Indeks

3203140334

Indeks SAP

3011162



Hep_0 – klucz do demontażu złączek PB

Wymiar
D [mm]
15

A
[mm]
46,5

B
[mm]
38,8

Indeks

3243988016

Indeks SAP

3029625



Hep_0 – klucz do demontażu złączek metalowy (uniwersalny)

Wymiar
nominalny
[mm]
10–28

A
[mm]

B
[mm]

Indeks

Indeks SAP

3039598



Nożyce

Typ

–

D
[mm]
10÷40

Indeks

3286461142

Indeks SAP

3033260



Zestaw zaciskowy

Typ

akumulatorowy UAP2*

elektryczny UNP2**

D
[mm]
16–75
16–75

Indeks

3241305501
3241305300

Indeks SAP

4045282
4045281

* Elementy zestawu: zaciskarka akumulatorowa UAP2, szczęki zaciskowe: 16, 20, 25 mm, metalowa walizka, akumulator, instrukcja obsługi.

** Elementy zestawu: zaciskarka elektryczna UNP2, szczęki zaciskowe: 16, 20, 25 mm, metalowa walizka, instrukcja obsługi.



Szczęki zaciskowe UNP2/UAP2

Typ

16

Indeks

3241305301

Indeks SAP

4013548



Zaciskarka ręczna i szczęki do zaciskarki ręcznej

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|-----------|------------|------------|
| Zaciskarka ręczna | 16/20 | 3241305284 | 4013538 |
| Szczęki zaciskowe | 16 | 3241305285 | 4013542 |

2.2. System automatyki przewodowej



Termostat pokojowy ANALOG

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 29 | 4063119 |



Termostat pokojowy STANDARD

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 31 | 4063120 |



Termostat pokojowy CONTROL

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 86 | 86 | 31 | 4063121 |



Centrala sterująca 6-kanałowa STANDARD

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063116 |



Centrala sterująca 6-kanałowa STANDARDplus

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063117 |



Centrala sterująca 6-kanałowa CONTROL

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 230 V | 326,5 | 90 | 52 | 4063118 |

2.3. System automatyki bezprzewodowej



Regulator pokojowy bezprzewodowy do AC-83

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| TP-82NW | 65 | 88 | 20 | 3218960082 | 3061340 |
| TP-83NW | 65 | 88 | 20 | 3218960083* | 3061665 |

* Z możliwością programowania czasu pracy ogrzewania podłogowego w zależności od pory dnia i dnia tygodnia.



Centrala sterująca – 2 kanały

| Typ | Szer. [mm] | Wys. [mm] | Gł. [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------|--------------|-------------|------------|------------|
| AC-83 | 76 | 110 | 33 | 3218950283 | 4054489 |



Antena

| Typ | Dł. przewodu [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|---------------------|------------|------------|
| AN-80 | 2 | 3218970080 | 4045279 |



Centrala sterująca AC-116

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| AC-116 | 3218950301 | 4042548 |



Moduł dotykowy AC-100 LCD

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|
| AC-100 LCD | 3218950302 | 4042053 |



Termostat pokojowy (AHC 9000)

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| TP 150 | 3218950304 | 4042551 |
| TP 155 | 3218950307 | 4042552 |

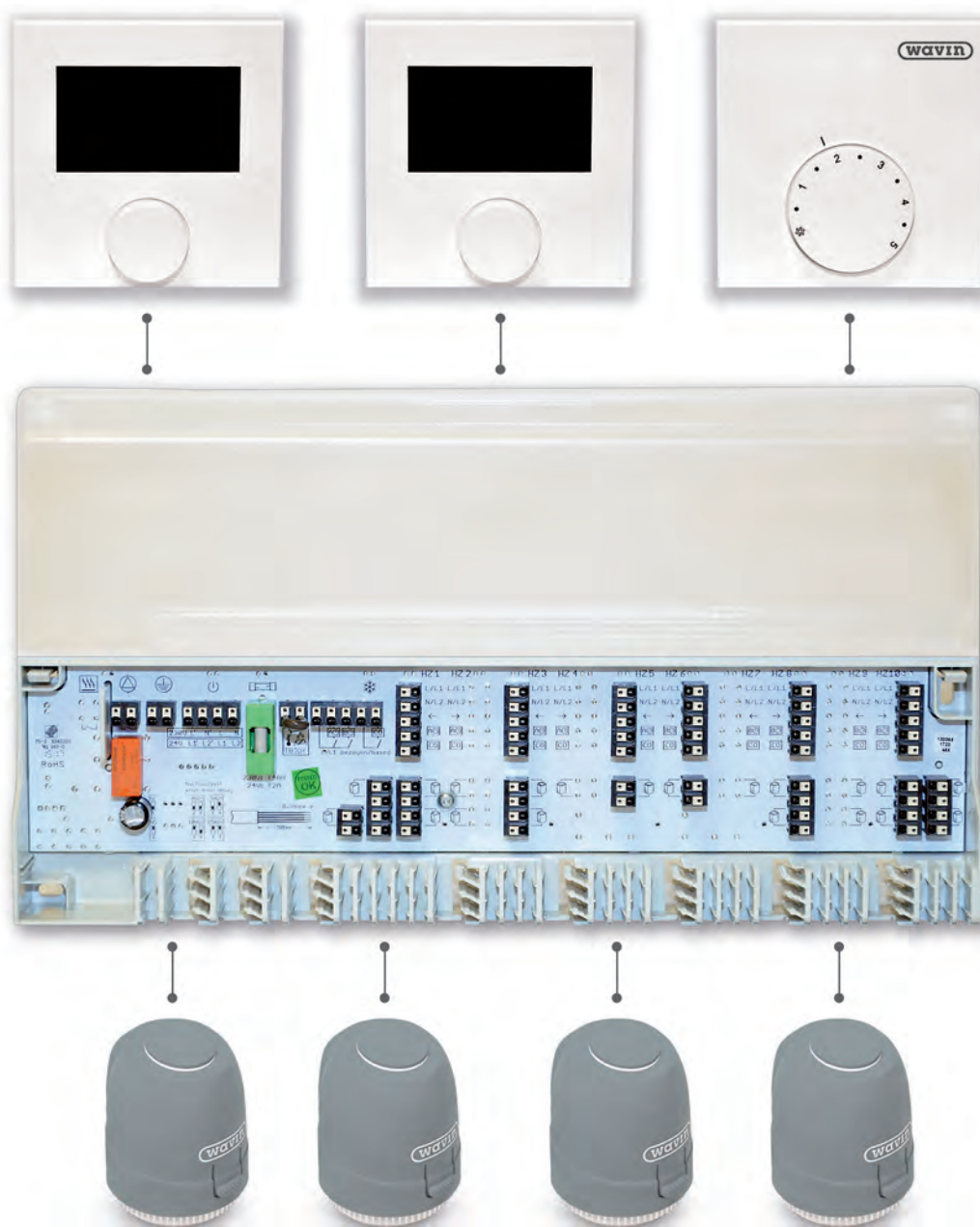
3. Automatyka ogrzewań płaszczyznowych

3.1. Automatyka sterująca przewodowa

System składa się z trzech typów central sterujących 6-kanalowych, trzech typów termostatów pokojowych oraz siłowników.

System 230 V przeznaczony jest do precyzyjnej i komfortowej regulacji temperatury w poszczególnych strefach grzewczych (pomieszczeniach) w budynku. Można go stosować w nowo

wybudowanych obiektach, jak również w celu modernizacji domów jednorodzinnych, budynków biurowych, przy renowacji starych budynków oraz w halach o uniwersalnym przeznaczeniu. Charakteryzuje się on prostą instalacją, wysokim stopniem bezpieczeństwa oraz znacznym komfortem regulacji.



Przykładowy schemat konfiguracji automatyki przewodowej.

3.2. Elementy automatyki przewodowej

- ⦿ Termostat pokojowy ANALOG (rys. 1).
- ⦿ Termostat pokojowy STANDARD (rys. 2).
- ⦿ Termostat pokojowy CONTROL (rys. 2.1).

3.3. Opis elementów systemu

3.3.1. Termostat pokojowy ANALOG



Rys. 1.

Regulator pokojowy standard służy do ustawiania żądanej temperatury pomieszczenia. Posiada skalę temperatury wyrażoną w °C z możliwością regulacji co 0,25 stopnia. Po zdjęciu pokrętła istnieje możliwość ograniczenia zakresu nastawianej temperatury – poprzez określenie jego wartości minimalnej i maksymalnej. Regulator pokojowy ma ustawione obniżenie temperatury na poziomie 4°C poniżej wybranej wartości żądanej, ale bez możliwości regulacji.

3.3.2. Termostat pokojowy STANDARD



Rys. 2.

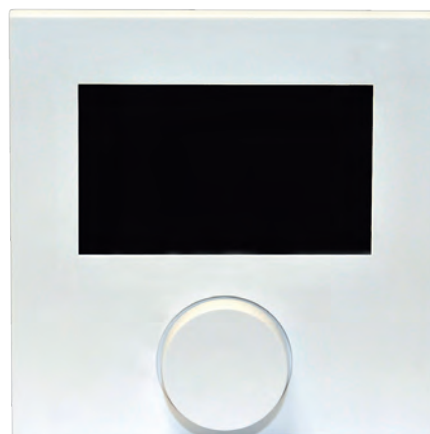
Termostat pokojowy STANDARD 230 V przeznaczony jest do regulacji instalacji grzewczych. Posiada jasny i czytelny wyświetlacz oraz ergonomiczne pokrętło do regulacji nastaw.

- ⦿ Centrala 6-kanalowa STANDARD (rys. 3).
- ⦿ Centrala 6-kanalowa STANDARDplus (rys. 3.1).
- ⦿ Centrala 6-kanalowa CONTROL (rys. 4).

Termostat STANDARD służy do:

- ⦿ stałej instalacji w miejscu przeznaczenia,
- ⦿ rejestracji temperatury rzeczywistej (temperatury pomieszczenia),
- ⦿ regulacji temperatury zadanej (temperatury dobrego samopoczucia),
- ⦿ regulacji temperatury rzeczywistej i aktywacji siłowników w trybie grzania,
- ⦿ zmiany trybu regulacji dzień/noc.

3.3.3. Termostat pokojowy CONTROL



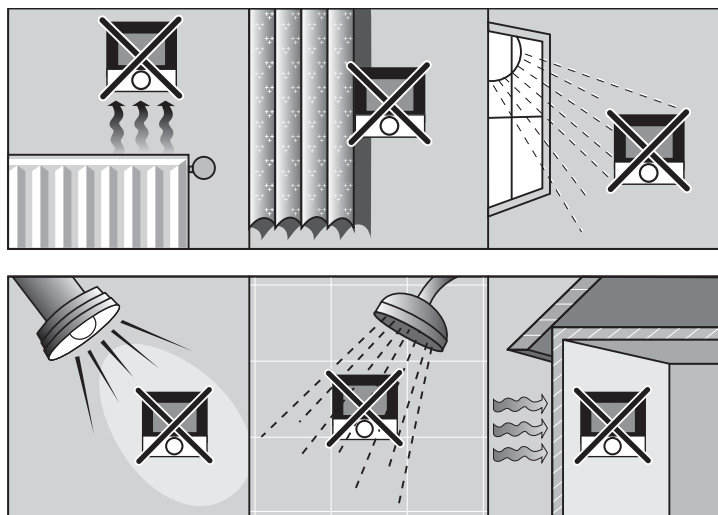
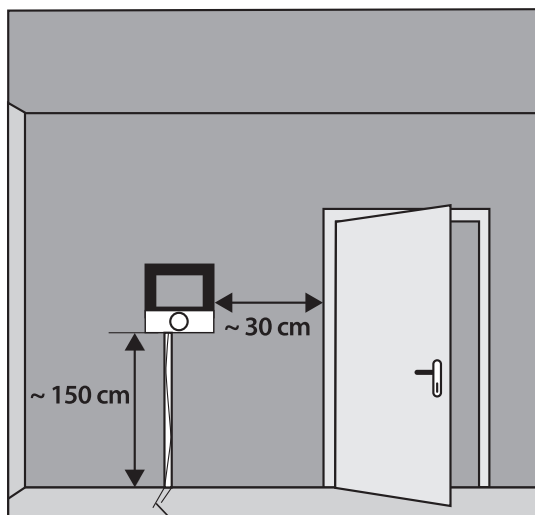
Rys. 2.1.

Termostat pokojowy CONTROL 230 V przeznaczony jest do regulacji instalacji grzewczych i chłodzących. Posiada jasny i czytelny wyświetlacz oraz ergonomiczne pokrętło do regulacji nastaw. Jego wygląd zewnętrzny jest identyczny jak Termostatu STANDARD ale oferuje zdecydowanie więcej funkcji regulacji.

Termostat CONTROL służy do:

- ⦿ stałej instalacji w miejscu przeznaczenia,
- ⦿ rejestracji temperatury rzeczywistej (temperatury pomieszczenia),
- ⦿ regulacji temperatury zadanej (temperatury dobrego samopoczucia),
- ⦿ regulacji temperatury rzeczywistej i aktywacji siłowników w trybie grzania/chłodzenia,
- ⦿ podłączenia zewnętrznego czujnika,
- ⦿ ustawiania programów grzania/chłodzenia w trybie dziennym i tygodniowym,
- ⦿ zmiany trybu regulacji dzień/noc.

3.3.4. Miejsce montażu termostatów pokojowych



3.3.5. Centrala sterująca 6-kanalowa STANDARD

Centrala sterująca STANDARD 230 V jest jednostką przyłączeniową umożliwiającą przejrzyste i bezbłędne połączenie (okablowanie) regulatorów temperatury w pomieszczeniu z siłownikami. Przeznaczona jest do przyłączenia maksymalnie 6 regulatorów (6 pomieszczeń) oraz maksymalnie 15 siłowników o napięciu 230 V. Centrala może być montowana bezpośrednio na ścianie lub na szynie nośnej w rozdzielaczu obiegów grzewczych. Szybki i prosty montaż w przypadku wszystkich urządzeń możliwy jest dzięki zastosowaniu połączeń bezśrubowych (wtykowych i zaciskowych), regulatorów oraz siłowników. Wskaźniki kontrolne informują użytkownika o stanie pracy regulatorów, napięciu roboczym oraz o stanie bezpiecznika.

Centrala sterująca STANDARD przeznaczona jest do współpracy z instalacjami grzewczymi i obsługuje siłowniki zarówno bezprądowo zamknięte NZ, jak i bezprądowo otwarte NO.



Rys. 3.

3.3.6. Centrala sterująca 6-kanalowa STANDARDplus

Centrala sterująca STANDARDplus przeznaczona jest do współpracy z instalacjami grzewczymi i chłodzącymi oraz obsługuje siłowniki bezprądowo zamknięte NZ. Umożliwia podłączenie ogranicznika temperatury oraz sterowanie pracą pompy.



Rys. 3.1.

3.3.7. Centrala sterująca 6-kanalowa CONTROL

Centrala sterująca CONTROL przeznaczona jest do współpracy z instalacjami grzewczymi i chłodzącymi oraz obsługuje siłowniki bezprądowo zamknięte NZ jak również bezprądowo otwarte NO. Umożliwia podłączenie ogranicznika temperatury oraz sterowanie pracą pompy i kotła. Ma wbudowany, zintegrowany w pokrywę zewnętrzną zegar systemowy (timer).



Rys. 4.

3.3.8. Siłownik termiczny



Rys. 6.

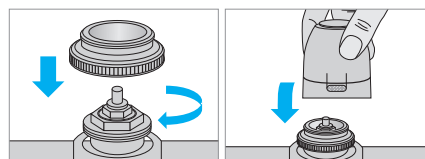
Siłownik termiczny przeznaczony jest do montażu na rozdzielaczach Wavin na belce powrotnej, która wyposażona została w zawory z gwintem zewnętrznym M 30 x 1,5. Montaż siłownika na zaworze rozdzielacza pokazany jest na poniższych rysunkach.

Uwaga!

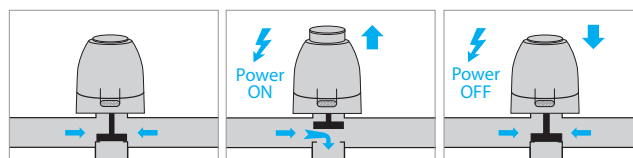
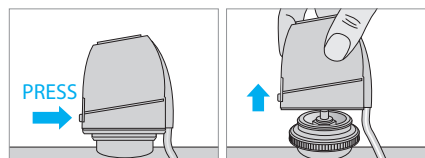
Siłowniki 24 V przeznaczone są do centrali AC-116.

Siłowniki 230 V przeznaczone są do centrali AC-83 oraz do central sterujących 6-kanalowych 230 V.

W przypadku konieczności rozłączenia siłownika z zaworem rozdzielacza należy postępować zgodnie z poniższymi wskazówkami.



O stanie pracy urządzenia informuje wysunięty lub schowany element siłownika.



Siłowniki mogą występować w kolorze zarówno niebieskim, jak i szarym. Są ze sobą kompatybilne.

3.4. Automatyka sterująca, bezprzewodowa

System bezprzewodowej automatyki zapewnia ekonomiczne zdalne sterowanie pracą instalacji ogrzewania podłogowego. Jego zaletą stanowi brak przewodów elektrycznych, co umożliwia

stosowanie tego typu regulacji w obiektach, w których wcześniej nie przewidziano ogrzewania podłogowego. Dodatkowo taki system regulacji jest prosty, szybki i bezinwazyjny w montażu.

3.5. Elementy systemu TP 80

- ⦿ Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 82 NW (rys. 1).
- ⦿ Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 83 NW (rys. 2).

- ⦿ Centrala sterująca – 2-kanalowa AC-83 (rys. 3).
- ⦿ Siłownik termiczny (rys. 4).

3.5.1. Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 82 NW



Regulator TP 82 można wykorzystać do pomiaru temperatury w pomieszczeniu. Reguluje się ją w bardzo prosty sposób, a mianowicie poprzez zamieszczone na urządzeniu pokrętło. Można je też zablokować w celu uniknięcia przypadkowej zmiany ustawień. Regulator jest zasilany baterią. Jego główną zaletą stanowi brak konieczności połączenia go przewodem z systemem ogrzewania. Regulator jest kompatybilny z centralą sterującą AC-83.

3.5.2. Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 83 NW



Regulator TP 83 jest bezprzewodowym regulatorem do użytku wewnątrz pomieszczeń i oferuje możliwość tygodniowego zaplanowania ogrzewania. Został stworzony do sterowania temperaturą pomieszczeń tak, aby można było równoważyć względy ekonomii i komfortu. Urządzenie potrafi rozpoznać (w przeciągu 2 dni) symptomy ocieplenia i dopasować odpowiednio ustawienia – tak aby osiągnąć znaczną wygodę obsługi. Nie trzeba zastanawiać się nad tym, jak wcześnie należy włączyć ogrzewanie, aby uzyskać żądaną temperaturę o określonej porze – czas jest konfigurowany automatycznie. Temperaturę reguluje się w bardzo prosty sposób – za pomocą pokrętła.

Możliwości regulatora:

- ⦿ odłączenie ogrzewania przy otwartych oknach,
- ⦿ informowanie o usterkach ogrzewania i nadchodzących przymrozkach (przy spadku temperatury poniżej ustawionej wartości do użytkownika zostaje wysłany SMS ostrzegawczy) – opcjonalnie,
- ⦿ informowanie o pojawieniu się ognia (kiedy temperatura podniesie się powyżej ustawionej wartości).

3.5.3. Centrala sterująca – 2-kanalowa AC-83



Centrala jest dwukanałowym odbiornikiem, zasilanym z sieci (230 V AC). Ma dwa wyjścia przełącznikowe do zdalnego sterowania urządzeniami oraz dodatkowe wyjście do sterowania pompą.

3.5.4. Siłownik termiczny



Siłownik termiczny przeznaczony jest do montażu na rozdzielaczach Wavin na belce powrotnej, która wyposażona została w zawory z gwintem zewnętrznym M 30 x 1,5.11.5.4.

Uwaga!

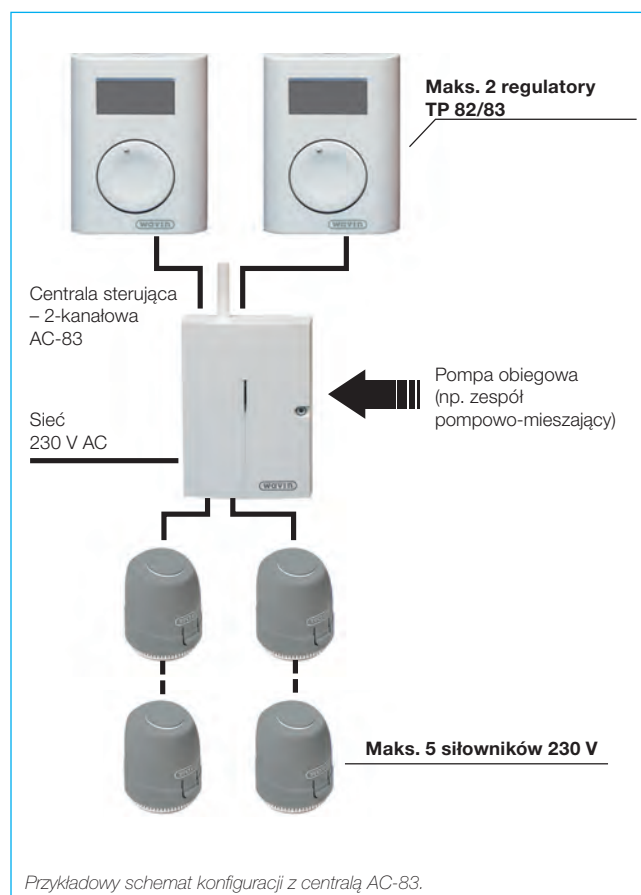
Siłowniki 24 V przeznaczone są do centrali AC-116.

Siłowniki 230 V przeznaczone są do centrali AC-83 oraz do centrali sterujących 6-kanalowych 230 V.

Siłowniki mogą występować w kolorze zarówno niebieskim, jak i szarym. Są ze sobą kompatybilne.

3.6. Elementy systemu TP 100 (AHC 9000)

- ⦿ Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 150 (rys. 1).
- ⦿ Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 155 (rys. 2).



- ⦿ Centrala sterująca – 16-kanalowa AC-116 (rys. 3).
- ⦿ Moduł dotykowy AC 100 LCD (rys. 4).

3.6.1. Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 150



Regulator TP 150 można wykorzystać do pomiaru temperatury w pomieszczeniu. Temperaturę reguluje się w bardzo prosty sposób – za pomocą pokrętki. Można je też zablokować w celu uniknięcia przypadkowej zmiany ustawień. Regulator jest zasilany dwiema bateriami. Jego główną zaletą stanowi brak konieczności

łączenia go przewodem z systemem ogrzewania. Regulator jest kompatybilny z wielokanałową centralą sterującą AC-116.

3.6.2. Regulator pokojowy, bezprzewodowy TP 155



Regulator TP 155 jest bezprzewodowym regulatorem do użytku wewnątrz pomieszczeń i oferuje możliwość tygodniowego zaplanowania ogrzewania. Został stworzony do sterowania temperaturą pomieszczeń tak, aby można było równoważyć względy ekonomii i komfortu. Urządzenie potrafi rozpoznać (w przeciągu 2 dni) symptomy ocieplenia i dopasować odpowiednio ustawienia – tak aby osiągnąć znaczną wygodę obsługi. Nie trzeba zastanawiać się nad tym, jak wcześniej należy włączyć ogrzewanie, aby uzyskać żądaną temperaturę o określonej porze – czas jest konfigurowany automatycznie. Temperaturę reguluje się w bardzo prosty sposób – za pomocą pokrętki.

Możliwości regulatora:

- ⦿ odłączenie ogrzewania przy otwartych oknach,
- ⦿ informowanie o usterkach ogrzewania i nadchodzących przymrozkach (przy spadku temperatury poniżej ustawionej wartości do użytkownika zostaje wysłany SMS ostrzegawczy) – opcjonalnie,
- ⦿ informowanie o pojawieniu się ognia (kiedy temperatura podniesie się powyżej ustawionej wartości).

3.6.3. Centrala sterująca – 16-kanalowa AC-116



AC-116 – jako następcą AC-8014 – umożliwia:

- ⦿ podłączenie do 16 termostatów pokojowych,
- ⦿ sterowanie aż 32 siłownikami 24 V,

- ⌚ podłączenie przewodowego czujnika temperatury do sterowania instalacją ciepłej wody użytkowej – do wyjścia nr 16,
- ⌚ współpracę urządzeń dla trybu chłodzenia lub ogrzewania,
- ⌚ sterowanie pracą c.w.u.,
- ⌚ podłączenie alarmu w razie zamarzania lub wysokiej temperatury w pomieszczeniu,
- ⌚ podłączenie modułu dotykowego AC 100 LCD,
- ⌚ współpracę z BMS (Building Management System).

3.6.4. Moduł dotykowy AC-100 LCD



Nowy wyświetlacz dotykowy AC-100 LCD, współpracujący z centralą AC-116, posiada:

- ⌚ wyświetlacz 3,5",
- ⌚ możliwość podłączenia do 3 centrali AC-116,
- ⌚ możliwość przyjęcia ustawień z jednostki „Master” (nadrzędnej) lub ustawień indywidualnych dla każdej centrali AC-116,
- ⌚ podłączenie kablem sieciowym do centrali sterującej AC-116; nie wymaga dodatkowego zasilania.

3.6.5. Siłownik termiczny



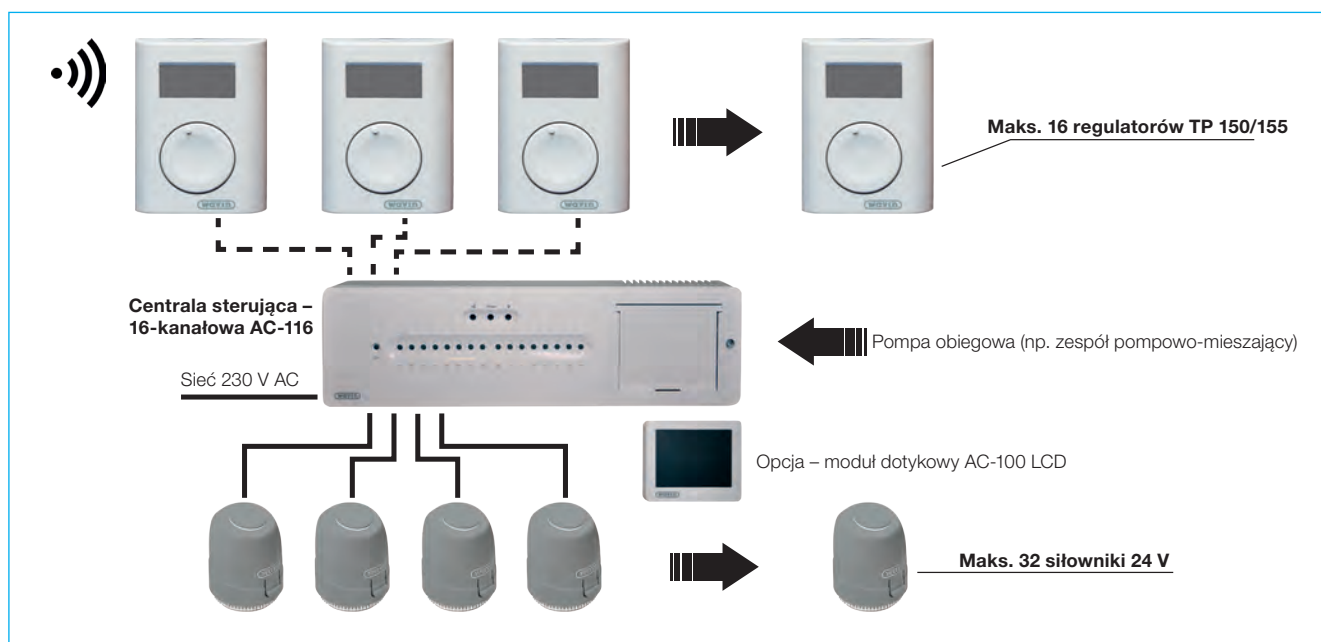
Siłownik termiczny przeznaczony do montażu na rozdzielaczach Wavin na belce powrotnej, która wyposażona jest w zawory z gwintem zewnętrznym M 30 x 1,5.

Uwaga!

Siłowniki 24 V przeznaczone są do centrali AC-116.

Siłowniki 230 V przeznaczone są do centrali AC-83 oraz do central sterujących 6-kanalowych 230 V.

Siłowniki mogą występować w kolorze zarówno niebieskim, jak i szarym. Są ze sobą kompatybilne.



Przykładowy schemat konfiguracji z centralą AC-116.

3.7. Systemy regulacji dla małych powierzchni – do 12 m²

Zawory RTL stosowane są wówczas, gdy w pomieszczeniu znajduje się grzejnik, wymagane jest ogrzewanie podłogowe i nie ma systemu przygotowania wody zasilającej o odpowiednich parametrach. Wówczas użycie zaworu RTL pozwala na połączenie zasilania grzejnikowego z pętlą ogrzewania podłogowego.

Jest on stosowany do regulacji obiegu ogrzewania podłogowego z dodatkowym grzejnikiem lub bez niego.

Zawory te ograniczają temperaturę powrotu obiegu ogrzewania podłogowego w systemie ogrzewania mieszanego (grzejnikowe/podłogowe).

Termostat jest ustawiany w zakresie 20–50°C, w zależności od zakładanej temperatury powrotu. Jest to możliwe w obu wersjach. Zawór z zakrytą głowicą ustawia się raz, podczas gdy dla odkrytej wersji nastawa może być łatwo zmieniana w dowolnym momencie.

Działanie

Głowica RTL jest montowana na powrocie z obiegu ogrzewania podłogowego. Jeśli temperatura rośnie – czynnik się rozszerza i działa na trzpień zaworu. Ten ruch powoduje przymknięcie zaworu oraz zdławienie przepływu wody w obiegu ogrzewania

Zawór RTL z widoczną głowicą

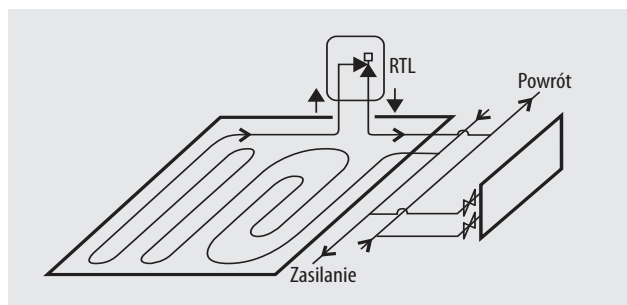


Zawór RTL z zakrytą głowicą



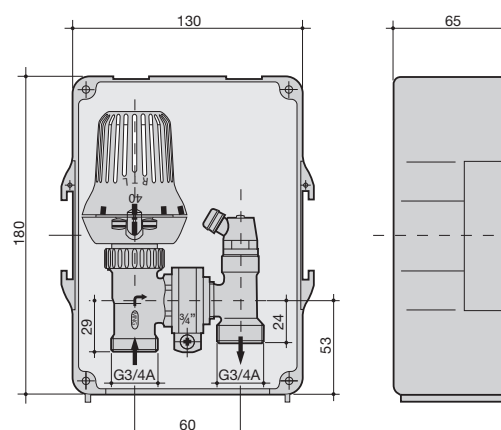
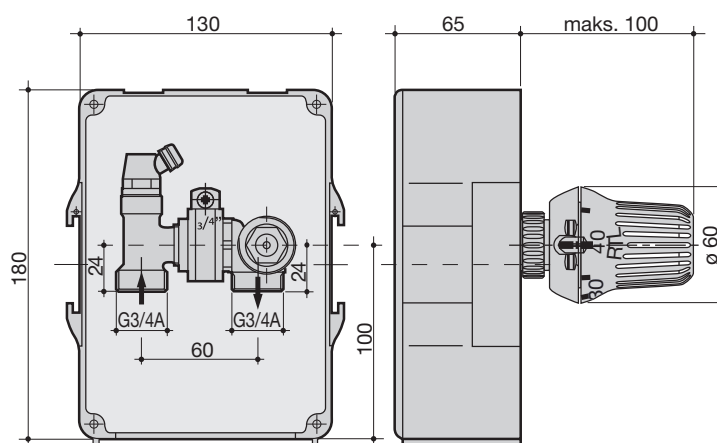
podłogowego. Jeśli temperatura spada – wystąpi działanie odwrotne i uchylenie zaworu przez sprężynę.

Zestaw pomieszczeniowy może być montowany zarówno na zasilaniu, jak i na powrocie w obiegu ogrzewania podłogowego. Termostat odbiera temperaturę otoczenia i reguluje odpowiednio przepływ wody w obiegu grzewczym.



Rodzaje zaworów RTL:

- z widoczną głowicą,
- z zakrytą głowicą.

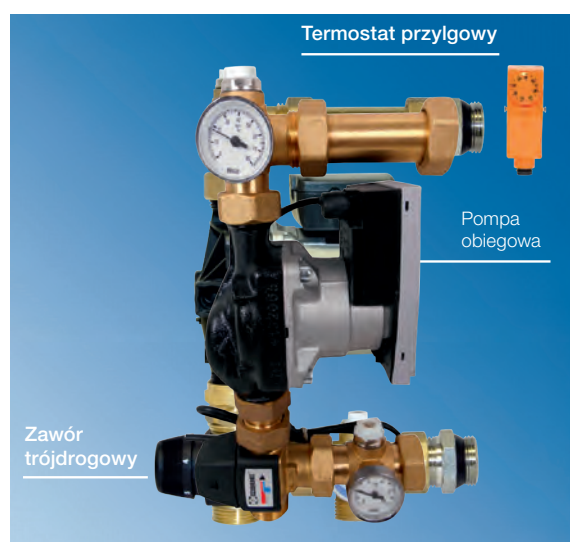


3.8. Zespoły pompowo-mieszające WUM

Zespół mieszający jest idealnym rozwiązaniem dla instalacji centralnego ogrzewania, w których przewidziano rozwiązania o różnych parametrach czynnika grzewczego. Temperatura odpowiednia dla instalacji ogrzewania płaszczyznowego jest zazwyczaj niższa niż w przypadku ogrzewania grzejnikowego. Zachodzi więc konieczność redukcji temperatury czynnika grzewczego, w przypadku gdy ma on zasilać ogrzewanie płaszczyznowe o temperaturze zasilania niższej niż w obiegu ogrzewania grzejnikowego.

Elementy zespołu pompowo-mieszającego:

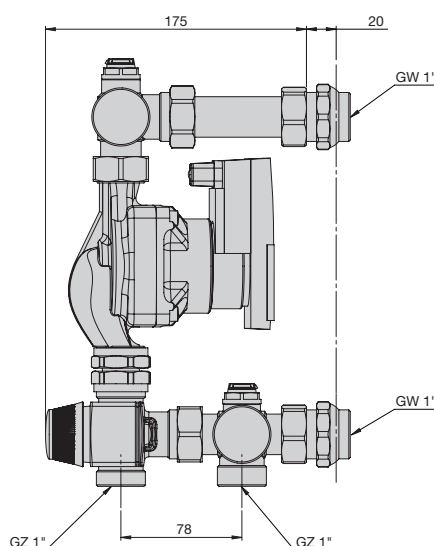
- ⊕ trójdrogowy zawór mieszający,
- ⊕ pompa obiegowa elektroniczna,
- ⊕ zabezpieczenie termiczne w postaci termostatu przylgowego.



Trójdrogowy zawór mieszający przeznaczony jest do tego, by wodę z obiegu źródła ciepła mieszać z wodą wracającą z pętli ogrzewania płaszczyznowego.

Pompa obiegowa podaje wodę o zadanej temperaturze do belki rozdzielacza. Równoważna objętość wody o wyższej temperaturze doprowadzonej do zaworu mieszającego jest odprowadzana do przewodu powrotnego instalacji centralnego ogrzewania.

Termostat przylgowy stanowi zabezpieczenie płyty grzewczej ogrzewania płaszczyznowego przed przegrzaniem w przypadku awarii zaworu mieszającego. Należy na nim nastawić temperaturę o 5°C wyższą od maksymalnej temperatury pracy instalacji ogrzewania płaszczyznowego. Po jej przekroczeniu termostat wyłączy zasilanie pompy.



Rodzaje zespołów pompowo-mieszających

W ofercie występują zespoły z zaworem ESBE VTA 372 o zakresie regulacji temperatury od 20°C do 55°C i Kvs 4,5 m³/h.

Na pokrętle zaworu VTA 372 są oznaczenia cyfrowe od 1 do 6, które odpowiadają zmianie temperatury o ok. 5°C.

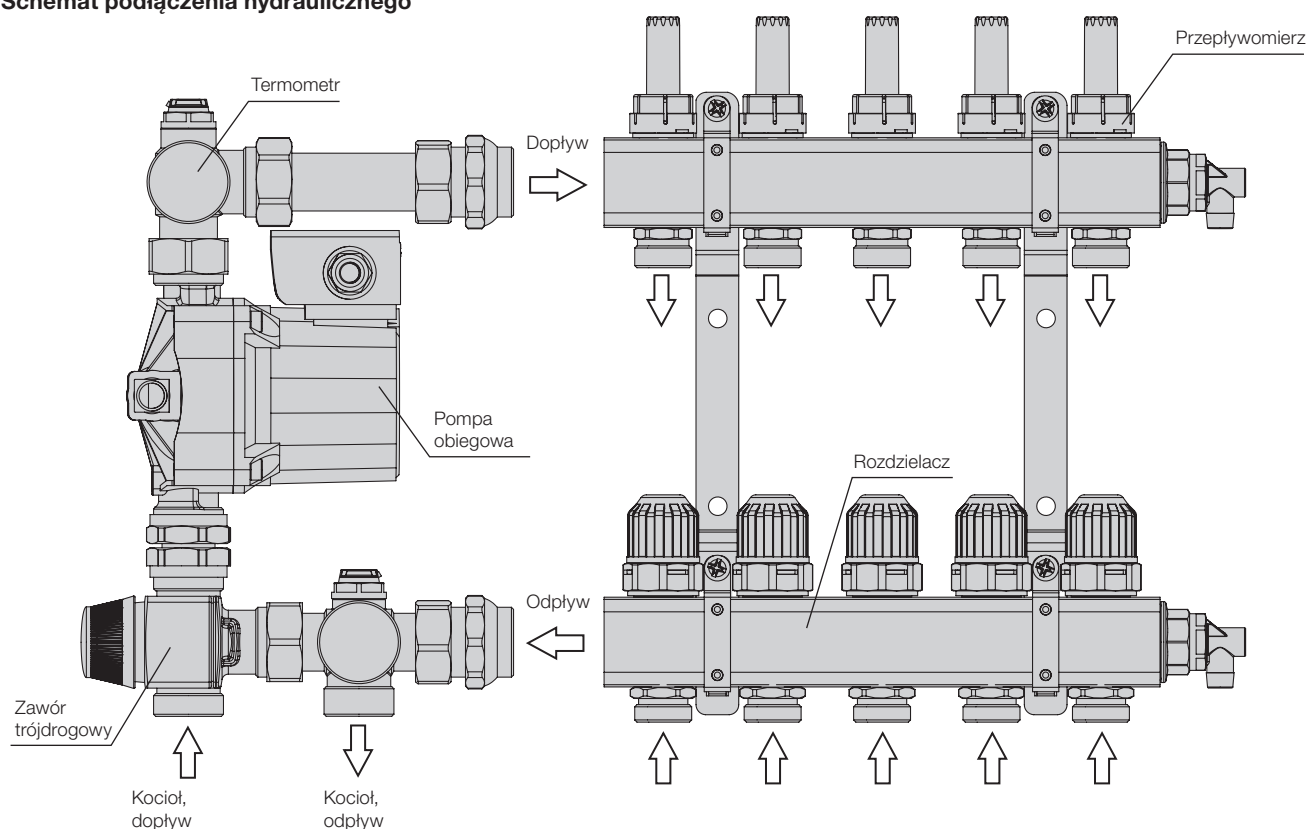
| Wersja układu | Termostatyczny zawór mieszający | Zakres regulacji czynnika grzejnego [°C] | Kvs [m³/h] | Pompa obiegowa | Zapotrzebowanie mocy cieplnej instalacji [kW] |
|---------------|---------------------------------|--|------------|-----------------------------|---|
| WUM-D | VTA 372 | 20–55 | 4,5 | Yonos PARA – elektroniczna* | ≤ 9,5 |

* Pompa elektroniczna Wilo-Yonos PARA RS 15/6 RKA o Kvs = 2,3 m³/h i maks. mocy wyjściowej = ok. 9,5 kW.

Dane techniczne WUM-D

| | |
|---|--------------------|
| Maksymalne ciśnienie robocze | 1,0 MPa (10 barów) |
| Maksymalne ciśnienie różnicowe mieszania | 0,3 MPa (3 bary) |
| Maksymalna temperatura medium | 95°C |
| Zakres regulacji temperatury | 20–55°C |
| Zakres temperaturowy termostatu przylgowego | 20–90°C |
| Stabilność układu medium zmieszanego | ± 2°C |
| Napięcie zasilania układu | 1~230 V ± 10% |
| Dopuszczalne media: woda spełniająca wymagania dla wody w instalacjach zamkniętych, woda z dodatkiem zapobiegającym zamarzaniu (zawartość glikolu < 30% mieszaniny) | |

Schemat podłączenia hydraulicznego



KAŻDY DZIEŃ JEST PERFEKCYJNY

Z WAVIN TIGRIS



TRAFIAJ W SEDNO

Zanim zaciśniesz złączkę Tigris, spójrz na specjalny otwór kontrolny, aby się upewnić, że rura została do końca wciśnięta w złączkę. Zadanie wykonane!

UŁATWIAJ SOBIE PRACĘ

Tę samą rurę Wavin Tigris możesz stosować do ciepłej i zimnej wody, c.o. i ogrzewania podłogowego, dzięki czemu ograniczasz odpady i zawsze masz pod ręką to, czego potrzebujesz.



**MOŻESZ
WIĘCEJ**

— z —

wavin



Znajdziesz nas na:



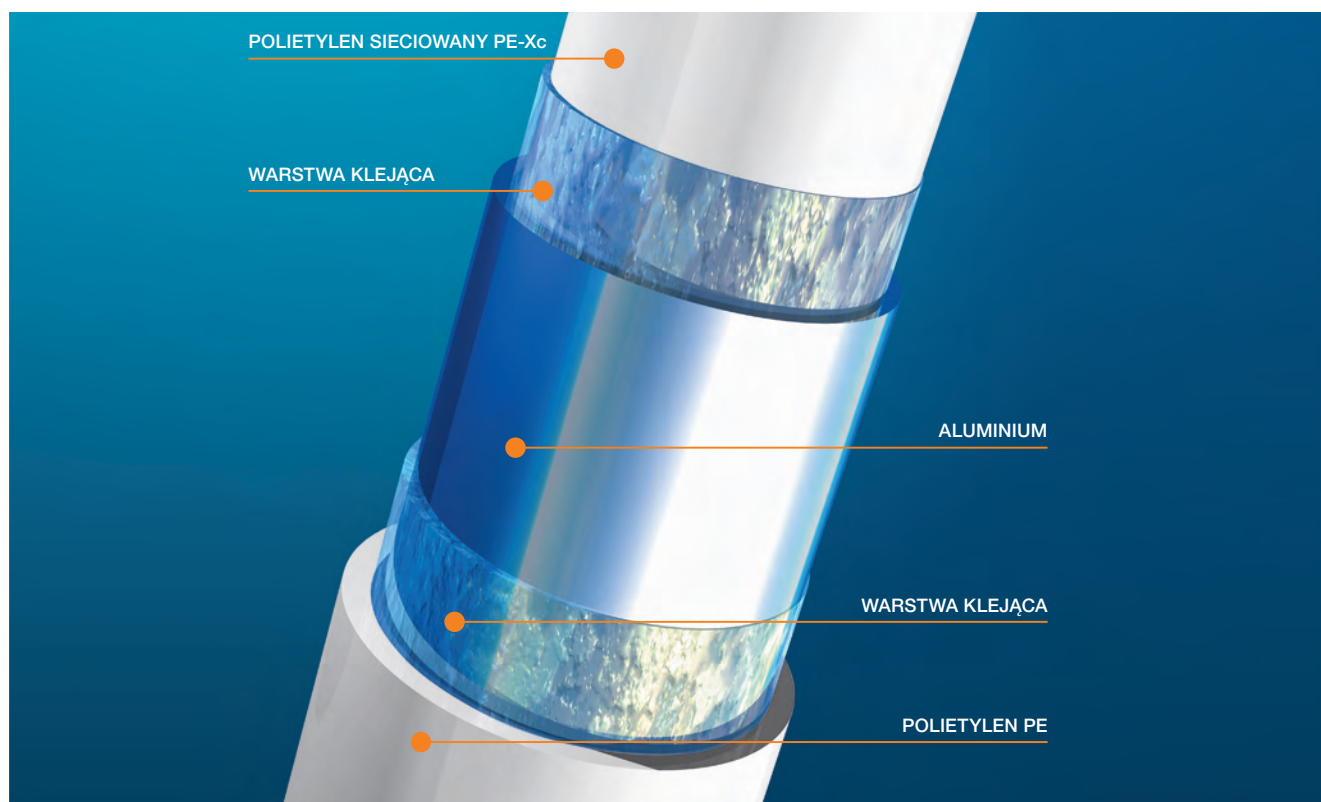
CONNECT TO BETTER

1. Instalacje wodociągowe i grzejnikowe

1.1. Wielowarstwowa rura zespolona PE-X/Al/PE-HD

Złączki Wavin Tigris K1 i Wavin Tigris M1 są optymalnie przystosowane do wielowarstwowej rury Wavin PE-X/Al/PE-HD.

Wszystkie trzy systemy kształtek spełniają wymagania dotyczące systemów instalacji wody pitnej oraz instalacji grzewczych.



Dzięki trwałemu zespoleniu poszczególnych warstw rury PE-X/Al/PE-HD łączą w sobie najlepsze cechy typowe zarówno dla tworzyw sztucznych, jak i dla metalu. Charakteryzują się one m.in. wysoką plastycznością, umożliwiającą ich swobodne wyginanie przy jednoczesnym zachowaniu stabilności kształtu i wysokiej odporności na ściskanie. Ponadto zapewniają długotrwałą wytrzymałość na działanie wysokiej temperatury oraz ciśnienia. Rury te – przez zastosowanie warstwy aluminium – posiadają stuprocentową barierę antydyfuzyjną, która zapobiega przenikaniu tlenu do wnętrza instalacji. Dodatkowo rury PE-X/Al/PE-HD charakteryzują się minimalną rozszerzalnością cieplną, co znacznie upraszcza montaż instalacji.

ZALETY:

- ⦿ niewielki ciężar rur dzięki technologii PE-Xc,
- ⦿ wymiary od 16 do 75 mm,
- ⦿ zredukowane zapotrzebowanie na złączki dzięki łatwemu gięciu rury,
- ⦿ elastyczność gięcia przy jednoczesnym utrzymywaniu nadanego kształtu – idealna do szybkiego i bezpiecznego montażu w niedostępnych miejscach,
- ⦿ nieprzenikanie powietrza do instalacji – antydyfuzyjność rur,
- ⦿ niezarastanie rur kamieniem kotłowym,
- ⦿ możliwość stosowania w instalacjach wody pitnej (atest PZH).

ŚRODKI OSTROŻNOŚCI

Jeżeli z powodu warunków pracy instalacji grzewczej np. nie można wykluczyć przeciążenia cieplnego rur wielowarstwowych i całej instalacji na skutek przekroczenia granicznych temperatur, wówczas należy odpowiednio zabezpieczyć instalację

przed wzrostem temperatur. Można tego dokonać poprzez zastosowanie odpowiednich urządzeń zabezpieczających, regulujących bądź kontrolujących, w postaci odpowiedniej armatury czy buforów ciepła.

1.1.1. Dane techniczne

Wielowarstwowa rura zespolona Wavin PE-X/Al/PE-HD

| | |
|---------------------------------------|--|
| Materiał rury | Wewnętrzna rura z polietylenu sieciowanego elektronowo (PE-Xc), zewnętrzna rura z polietylenu, pomiędzy nimi wkładka aluminiowa, połączone specjalnym klejem |
| Kolor rury | biały |
| Maksymalna temperatura pracy stałej* | 85°C/95°C dla pracy krótkotrwałej |
| Maksymalne obciążenie krótkotrwałe** | 100°C |
| Maksymalne ciśnienie pracy stałej | 10 b (przy T maks. = 70°C) |
| Współczynnik rozszerzalności cieplnej | 0,025–0,030 mm/m · K |
| Przewodność cieplna | 0,4 W/m · K |
| Współczynnik chropowatości rury | 0,007 mm |

* Przy maks. ciśnieniu roboczym wynoszącym 6 barów.

** Przy maks. 100 godzinach w ciągu 50 lat.

Wielowarstwowa rura zespolona Wavin SILVER PE-RT/Al/PE

| | |
|---------------------------------------|---|
| Materiał rury | Wewnętrzna rura z polietylenu PE-RT, zewnętrzna rura z polietylenu, pomiędzy nimi wkładka aluminiowa, połączone specjalnym klejem |
| Kolor rury | srebrny |
| Maksymalna temperatura pracy stałej* | 85°C/90°C dla pracy krótkotrwałej |
| Maksymalne obciążenie krótkotrwałe** | 100°C |
| Maksymalne ciśnienie pracy stałej | 10 b (przy T maks. = 70°C) |
| Współczynnik rozszerzalności cieplnej | 0,025–0,030 mm/m · K |
| Przewodność cieplna | 0,4 W/m · K |
| Współczynnik chropowatości rury | 0,007 mm |

* Przy maks. ciśnieniu roboczym wynoszącym 6 barów.

** Przy maks. 100 godzinach w ciągu 50 lat.

Maksymalne długości rur w systemie Wavin Tigris pod względem reguły 3 litrów

| | | | | | | | |
|----------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Średnica nominalna [mm] | 16 x 2,0 | 20 x 2,25 | 25 x 2,5 | 32 x 3,0 | 40 x 4,0 | 50 x 4,5 | 63 x 6,0 |
| Objętość [l/m] | 0,113 | 0,189 | 0,314 | 0,531 | 0,804 | 1,320 | 2,042 |
| Maks. długość przewodu [m] | 26,5 | 15,9 | 9,55 | 5,65 | 3,7 | 2,27 | 1,47 |

1.1.2. Charakterystyka

Wielowarstwowa rura PE-X/Al/PE-HD może być stosowana zarówno w ogrzewaniu podłogowym, jak i do podłączeń grzejników. W 100% antydyfuzyjna, odporna na temperaturę, giętka i elastyczna – zapewnia doskonałe właściwości oraz łatwy i szybki montaż.

Warstwa aluminium

Rura PE-X/Al/PE-HD jest tak zaprojektowana, że warstwa aluminium neutralizuje siły związane z pamięcią kształtu rury. Zmniejsza dzięki temu odkształcenia po nadaniu rurze odpowiedniego kształtu, co znacząco ułatwia układanie rur i ich mocowanie do konstrukcji.

Odporność na korozję

Wewnętrzna i zewnętrzna warstwa z tworzywa sztucznego, dzięki swej niewielkiej chropowatości, nie powoduje dla wody oporów tarcia, co minimalizuje powstawanie osadów oraz uniemożliwia powstawanie osadzającego się i zmniejszającego przepływ kamienia kotłowego.

W przypadku instalacji mieszanych, wykonanych z różnych materiałów, nie jest konieczne przestrzeganie zasad określonej kolejności przepływu w celu uniknięcia korozji elektrochemicznej. Zewnętrzna warstwa PE, stanowiąca mechaniczną ochronę dla wkładki aluminiowej, pozwala na montaż wielowarstwowej rury bezpośrednio w jastyrychu.

Niewielka rozszerzalność liniowa

Znajdująca się wewnątrz rury wkładka aluminiowa ma decydujący wpływ na liniową rozszerzalność cieplną rury wielowarstwowej. Dzięki trwałemu połączeniu z warstwami z tworzywa sztucznego rozszerzalność liniowa określana jest przez współczynnik rozszerzalności rury aluminiowej i odpowiada mniej więcej współczynnikowi rury metalowej.

Ochrona przed promieniowaniem UV

Zewnętrzny płaszcz z tworzywa sztucznego zapewnia wystarczającą ochronę przed pośrednim promieniowaniem UV wewnątrz budynków i żadne inne środki ochronne nie są

wymagane. Rury nie mogą być jednak trwale narażone na bezpośrednie promieniowanie UV (następczenie na wolnym powietrzu).

Montaż

Rura PE-X/Al/PE-HD może być wygodnie montowana przez pojedynczego instalatora. Optymalna grubość aluminium pozwala na gięcie rury ręką. Zaleca się stosowanie sprężyny do gięcia rur.

Akcesoria i narzędzia

Końce rur kalibrowane są za pomocą kalibratora, a następnie mogą być bezpiecznie zaprasowane w złączkach Tigris K1 i Tigris M1.

1.2. Dwa typy kształtek Wavin, przystosowane do wielowarstwowej rury PE-X/Al/PE-HD



Złączki Wavin Tigris K1 i Wavin Tigris M1 są optymalnie przystosowane do wielowarstwowej rury Wavin PE-X/Al/PE-HD czy PE-RT/Al/PE.

Oba systemy kształtek spełniają wymagania dotyczące systemów instalacji wody pitnej oraz instalacji grzewczych.

1.2.1. Charakterystyka kształtek

Obszar zastosowania

Kształtki Wavin Tigris K1 oraz M1 spełniają wymagania dotyczące systemów instalacji wody pitnej oraz systemów ogrzewania grzejnikowego i podłogowego. Tym samym nadają się do instalacji zimnej i ciepłej wody oraz podłączenia instalacji grzejnikowych i podłogowych w budownictwie mieszkaniowym, w obiektach użyteczności publicznej i obiektach przemysłowych – zarówno do budowy nowych, jak i do modernizacji już istniejących instalacji.

Budowa

Złączka zaprasowywana **Wavin Tigris K1** wykonana jest z wysokowydajnego technicznego tworzywa sztucznego o nazwie polifenylosulfon (PPSU) i została wyposażona w nieruchomą, zaprasowywaną tuleję ze stali szlachetnej.

Wavin Tigris M1 stanowi natomiast alternatywę dla instalatorów, którzy preferują złączki metalowe. Wykonane są one bowiem z mosiądzu galwanizowanego i podobnie jak Tigris K1 zostały wyposażone w zaprasowywaną tuleję ze stali szlachetnej. Dzięki zastosowanym materiałom złączki te charakteryzują się wysoką udarnością i niewrażliwością na pęknięcia naprężeniowe, co sprawia, że są one wyjątkowo solidne i odporne na uderzenia. Tuleje ze stali szlachetnej nadają połączeniu dodatkową wytrzymałość i bezpieczeństwo. Uszczelnienie zapewnia pierścień typu o-ring.

Polifenylosulfon (PPSU) – tworzywo odporne na wysokie temperatury (odporność na odkształcenie cieplne > 200°C, temperatura obróbki – 360°C), korozję i zarastanie kamieniem kotłowym – inkrustację. Zastosowanie tworzywa PPSU

zostało już potwierdzone przez lata w przemyśle lotniczym, w medycznej technice sterylizacji, w instalacjach chemicznych i w przemyśle samochodowym.

1.2.2. Zalety

Wavin Tigris K1

Otwór kontrolny, za pomocą którego można sprawdzić, czy rura włożona jest do końca w złączkę

DLF

Funkcja kontroli szczelności przed zaciśnięciem gwarantuje, że przy braku zaprasowania połączenia jest ono szczelne i istnieje możliwość jego wizualnego wykrycia podczas próby ciśnieniowej

Punktowe wciśnięcia w tulei utrzymujące rurę w złączce, uniemożliwiające jej wypadnięcie

Opatentowany sześciokątny przekrój trzpienia złączki pozytywnie wpływa na zmniejszenie siły wciśnięcia w stosunku do poprzedniej generacji kształtek

Wavin Tigris M1

Punktowe wciśnięcia w tulei utrzymujące rurę w złączce, uniemożliwiające jej wypadnięcie

DLF

Funkcja kontroli szczelności przed zaciśnięciem gwarantuje, że przy braku zaprasowania połączenia jest ono szczelne i istnieje możliwość jego wizualnego wykrycia podczas próby ciśnieniowej

Otwór kontrolny, za pomocą którego można sprawdzić, czy rura włożona jest do końca w złączkę

Opatentowany sześciokątny przekrój trzpienia złączki pozytywnie wpływa na zmniejszenie siły wciśnięcia w stosunku do poprzedniej generacji kształtek

ZALETY:

- ⊙ pełna kompatybilność złązek,
- ⊙ możliwość stosowania do wody pitnej,
- ⊙ szeroka gama kształtek łączniczych z elementami gwintowanymi.

W przypadku złązek z gwintem zewnętrznym dostępne są złączki z gwintami z PPSU (Tigris K1) oraz złączki z gwintami z miedzi (Tigris M1). Złączki z gwintem wewnętrznym posiadają wkładkę z miedzi odporną na odcynkowanie (Tigris K1) lub są całkowicie z niego wykonane (Tigris M1).

1.2.3. Dane techniczne

| | Wavin Tigris K1 | Wavin Tigris M1 |
|---------------------------------------|--|--|
| Dostępne średnice | 16–75 mm | 16–75 mm |
| Montaż | zapasowanie | zapasowanie |
| Materiał złączek | polifenylosulfon (PPSU), tuleja zaprasowywana ze stali szlachetnej | mosiądz, tuleja zaprasowywana ze stali szlachetnej |
| Kolor złączek | niebieski | srebrny |
| Maksymalna temperatura pracy stałej* | 85°C/95°C dla pracy krótkotrwalej | |
| Maksymalne obciążenie krótkotrwale** | 100°C | |
| Maksymalne ciśnienie pracy stałej | 10 b (przy T maks. = 70°C) | |
| Współczynnik rozszerzalności cieplnej | 0,025–0,030 mm/m · K | |
| Współczynnik przewodnictwa cieplnego | 0,4 W/m · K | |
| Współczynnik chropowatości rury | 0,007 mm | |

* Przy maks. ciśnieniu roboczym wynoszącym 6 barów.

** Przy maks. 100 godzinach w ciągu 50 lat.

1.2.4. Dopuszczenia i badania

Wszystkie złączki Tigris K1 i Tigris M1 podlegają stałym wewnętrznym kontrolom jakości oraz nieprzerwanym badaniom kontrolnym w ramach nadzoru technicznego niezależnego od producenta.

Posiadają dopuszczenie DVGW i są zgodne z wymaganiami norm dotyczących kształtek zaprasowywanych, stosowanych w instalacjach ciepłej i zimnej wody oraz centralnego ogrzewania.

2. Ogólne wytyczne dotyczące montażu i składowania

2.1. Składowanie i obróbka



Poszczególne elementy systemów Wavin (rury i złączki K1/M1) są dobrze chronione w oryginalnym opakowaniu. Mimo to wszystkie elementy (złączki

i rury) powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wywołanymi przez wpływ warunków atmosferycznych.

2.2. Negatywny wpływ promieniowania ultrafioletowego



Wielowarstwowe rury PE-X/Al/PE-HD czy PE-RT/Al/PE należy chronić przed intensywnym i bezpośrednim nasłonecznieniem i promieniowaniem ultrafioletowym (UV). Dotyczy to składowania zarówno

ruk, jak i gotowych fragmentów instalacji. Z tego względu należy unikać składowania na wolnym powietrzu. Gotowe instalacje bądź ich części należy chronić przed wpływem promieni UV za pomocą odpowiednich środków zabezpieczających.

2.3. Przestrzeganie wytycznych montażowych dla złączek zaprasowywanych



- Rurę ucinąć zawsze pod kątem prostym względem osi rury.
- Koniec rury skalibrować na obwodzie i szfować kalibratorem Wavin.
- Rurę wsunąć w złączkę do oporu.

- Skontrolować położenie rury w otworze kontrolnym złączki zaprasowywanej i wciskowej.
- Zaprasować kształtkę w przypadku złączek zaprasowywanych.
- Szczegółowe wskazówki dotyczące układania i montażu – patrz w części poświęconej poprawnemu montażowi.

2.4. Uziemianie instalacji



Norma VDI 0190, część 410 i 540, jak i polskie wytyczne dotyczące instalacji metalowych wymagają wyrównania potencjałów między przewodami ochronnymi a „przewodzącymi” rurami instalacji wodociągowej, kanalizacyjnej i grzewczej. Ponieważ systemy rur instalacyjnych Wavin nie są instalacjami przewodzącymi, to nie mogą być wykorzystane do wyrównania potencjałów i w związku

z tym nie należy ich również uziemiać. Wyrównanie potencjałów realizowane jest z uziemianych elementów konstrukcyjnych bezpośrednio do szyny wyrównania potencjałów – w miejscu przewidzianym w projekcie. Uprawniony elektryk powinien sprawdzić, czy instalacja systemu Wavin Tigris K1/M1 nie będzie miała negatywnego wpływu na istniejące elektryczne środki ochronne i uziemiające

2.5. Temperatura montażu



Temperatura obróbki systemów rur instalacyjnych Wavin nie powinna być niższa niż -10°C. Temperatury robocze nowych maszyn zaciskowych z akumulatorami litowo-jonowymi z asortymentu firmy Wavin nie mogą

być niższe niż -15°C i wyższe niż 40°C. Optymalny zakres temperatur dla montażu elementów systemów Wavin Tigris K1/M1 wynosi od 5°C do 25°C.

2.6. Uszczelnianie



Do połączeń gwintowanych zalecamy użycie konopi. Należy nałożyć tylko tyle konopi, aby wierzchołki gwintu były jeszcze widoczne. Użycie zbyt dużej ilości konopi grozi niebezpieczeństwem zniszczenia gwintu wewnętrznego. Umieszczenie konopi tuż za pierwszym skokiem gwintu pozwala uniknąć skośnego wkręcania i zniszczenia gwintu. Alternatywnie, zamiast konopi, można użyć taśmy teflonowej.

Nie można stosować nici poliamidowych, nazywanych często potocznie niemi teflonowymi.

Uwaga!

Nie wolno stosować chemicznych środków uszczelniających, klejów i past uszczelniających. Nie wolno też używać pianek montażowych produkowanych na bazie metakrylanu, izocyjanianu i akrylanu. Dopuszcza się stosowanie past Gebatout 2 firmy GEB w połączeniu z konopiami.

2.7. Kontakt z substancjami zawierającymi rozpuszczalniki



Należy unikać bezpośredniego kontaktu systemów instalacyjnych Wavin z rozpuszczalnikami bądź materiałami budowlanymi zawierającymi rozpuszczalniki (jak lakiery, aerozole, pianki

montażowe, kleje). Występujące w nich udziały agresywnych rozpuszczalników mogą w niekorzystnych okolicznościach doprowadzić do uszkodzeń tworzywa sztucznego.

2.8. Telefoniczny serwis techniczny



W razie pytań prosimy dzwonić do naszych przedstawicieli handlowych w Państwa regionie lub pracowników w siedzibie firmy Wavin – tel.: 61 891 10 01.

2.9. Zaciskarka akumulatorowa i elektryczna

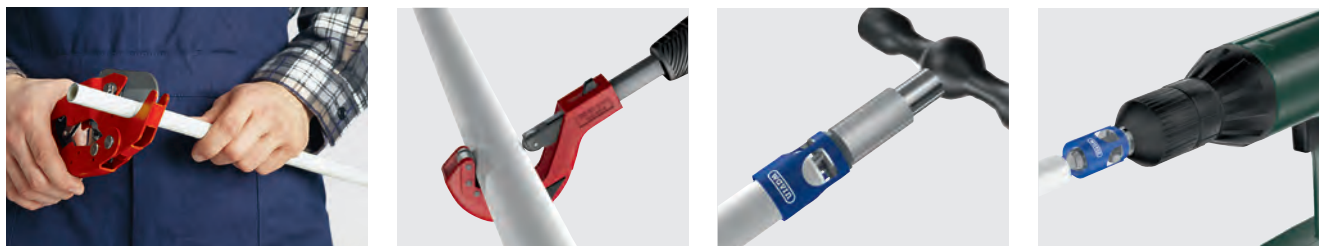
Sprawdzenie i konserwacja

Niezawodne działanie maszyny zaciskowej zależy od właściwej, zgodnej z instrukcją producenta obsługi zaciskarki. Jest to ważnym warunkiem zagwarantowania trwale bezpiecznych połączeń. Urządzenie wymaga regularnej konserwacji i pielęgnacji. Zaciskarki powinny być przynajmniej raz w roku serwisowane w firmie Rems lub Klauke. Tylko czysta i sprawna

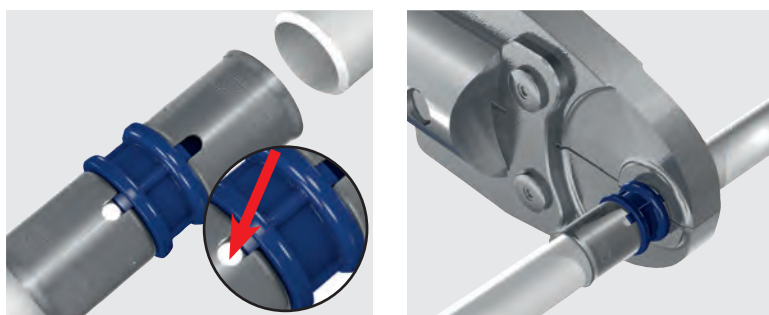
zaciskarka może zagwarantować trwałe, szczelne połączenie. Brak serwisowania narzędzi może prowadzić do nieprawidłowego montażu i nieszczelności instalacji. Trwała szczelność połączeń jest zagwarantowana tylko przy zastosowaniu szczęk zaciskowych o profilu dostosowanym do tworzywowych złączek zaciskowych firmy Wavin (typu U).

3. Montaż

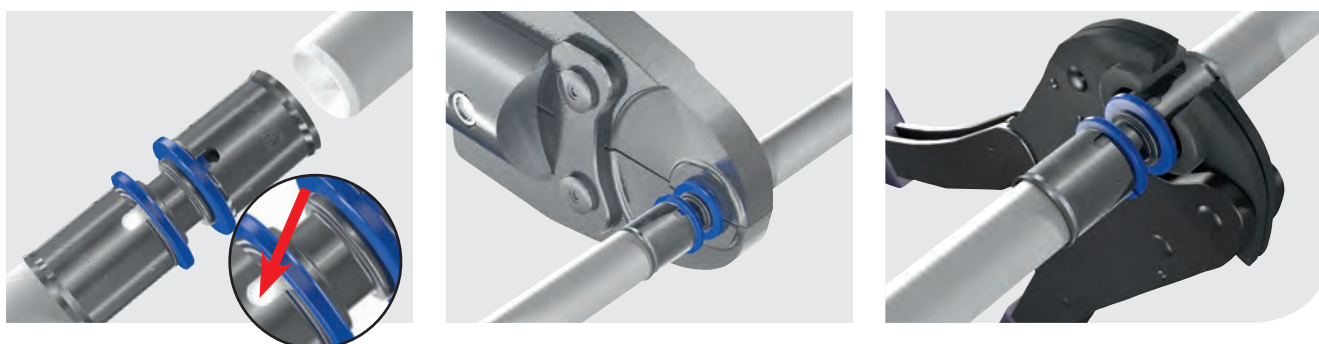
3.1. Instrukcja montażu złączek Tigris K1 i Tigris M1 z rurą PE-X/Al/PE-HD i PE-RT/Al/PE



Tigris K1



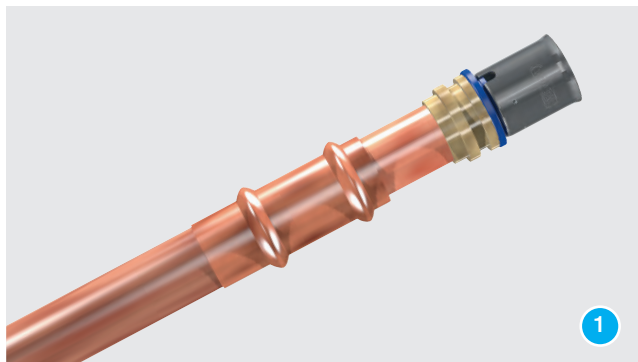
Tigris M1



Ważne wskazówki

- ⌚ Używać nożyc uniwersalnych do rur o rozmiarze 16–25 mm.
- ⌚ Używać obcinaka krążkowego do rur o rozmiarze 32–75 mm.
- ⌚ Rury o średnicach 16–25 mm: sfazowanie na obwodzie o głębokości co najmniej 1 mm.
- ⌚ Rury o średnicach 32–75 mm: sfazowanie na obwodzie o głębokości co najmniej 2 mm.
- ⌚ Maksymalna prędkość obrotowa wiertarki lub wkrętarci powinna wynosić 500 obrotów na minutę.
- ⌚ Usunąć zebrane wióry z kalibratora.
- ⌚ Rurę wsunąć w złączkę do momentu całkowitego pojawienia się jej w otworach kontrolnych.
- ⌚ Szczęki zaciskowe muszą być umieszczone przy wewnętrznym ograniczniku tulei zaprasowywanej prostopadle do osi rury. Należy zaciskać, do momentu aż szczęki zaciskowe zamkną się całkowicie na kształtce K1/M1.

3.2. Instrukcja montażu złączki przejściowej Tigris K1 na miedź



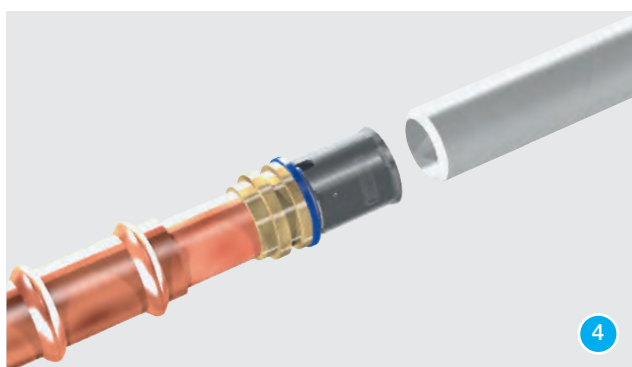
- 1 Rurę miedzianą przyciąć na odpowiednią długość pod kątem prostym. Zaprasowywane przejście z miedzi wprowadzić do złączki miedzianej i zaprasować zgodnie z wytycznymi producenta złączki. Pomiędzy spoiną lutowaną a zewnętrzną krawędzią złączki miedzianej należy zachować odstęp wynoszący co najmniej 5 mm.



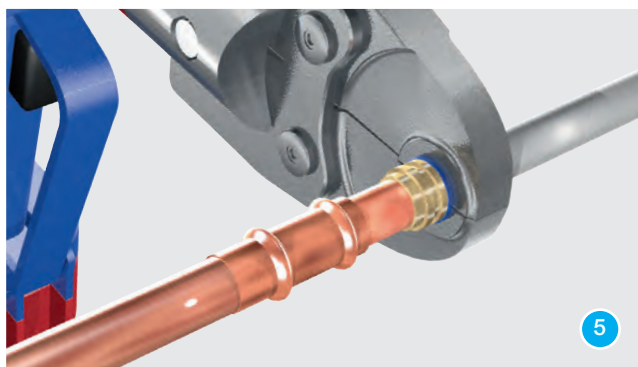
- 2 Wielowarstwowe rury zespolone o rozmiarach 16–25 mm przyciąć na odpowiednią długość pod kątem prostym za pomocą nożyc.



- 3 Po usunięciu zadziorów na obwodzie musi być widoczne sfazowanie wynoszące co najmniej 1 mm (dla średnic rur 16–25 mm).
- 4 Maksymalna prędkość obrotowa przy zastosowaniu kalibratora na wiertarce lub wkrętarce wynosi 500 obr./min. Po dłuższym użytkowaniu usunąć wióry zebrane z kalibratora.



- 4 Rurę wsunąć w złączkę do oporu.



- 5 Szczęki zaciskowe muszą być umieszczone przy wewnętrznym ograniczniku tulei zaprasowywanej.
- 6 Proces zaprasowywania wolno przeprowadzić tylko jeden raz dla każdego połączenia.

Uwaga!

Nie lutować, gdyż podczas wykonywania tej czynności może dojść do uszkodzenia pierścieni uszczelniających zaprasowywanego przejścia na miedź.

3.3. Gięcie wielowarstwowych rur PE-X/Al/PE-HD i PE-RT/Al/PE

Rura pozwala się łatwo giąć ręką, za pomocą sprężyny do gięcia lub za pomocą giętarki do zginania rur Wavin.

Gięcie rury dopuszczalne jest w odległości nie mniejszej niż 10 x Dz rury od kształtki.

Minimalne promienie gięcia za pomocą sprężyny lub bez*

| Wymiar Dz x s [mm] | Promień gięcia ręcznego [mm] | Promień gięcia sprężyną do gięcia [mm] |
|--------------------------|---------------------------------|--|
| 16 x 2,0 | 5 x Da ≈ 80 | 4 x Da ≈ 64 |
| 20 x 2,25 | 5 x Da ≈ 100 | 4 x Da ≈ 80 |
| 25 x 2,5 | 5 x Da ≈ 125 | 4 x Da ≈ 100 |
| 32 x 3,0 | – | – |
| 40 x 4,0 | – | – |
| 50 x 4,5 | – | – |

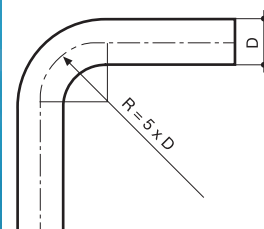
* Mniejsze promienie gięcia przy zastosowaniu giętarki do zginania rur.



Ręczne gięcie rury.



Gięcie za pomocą sprężyny.



3.4. Kalibratory w systemie Wavin Tigris



Kalibrator ramienny.
Zakres średnic:
ø 16, 20, 25.



Zestaw kalibratorów ręcznych/
na wkrętarce.
Zakres średnic: ø 16, 20, 25.
Zawartość zestawu:
⊕ uchwyt,
⊕ kalibrator ø 16, 20, 25.



Uchwyt kalibratora.
Zakres średnic:
ø 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75.



Uchwyt kalibratora łamany.
Zakres średnic:
ø 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75.

Kalibratory do uchwytów



Kalibratory.
Zakres średnic:
ø 16, 20, 25, 32.



Kalibratory.
Zakres średnic:
ø 40, 50, 63, 75.

3.5. Zaciskarki systemu Wavin Tigris



Zaciskarka akumulatorowa.



Zaciskarka elektryczna.



Zaciskarka ręczna –
tylko dla średnic \varnothing 16 i 20.



Szczęki do zaciskarki akumulatorowej
i elektrycznej.
Zakres średnic:
 \varnothing 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75.



Szczęki do zaciskarki ręcznej.

4. Szczegółowe wskazówki dotyczące rozwiązań instalacji

4.1. Ułożenie i zamocowanie rur

Podstawowe zasady

Przewody montowane w ścianach czy podłogach należy prowadzić w otulinach izolacyjnych – jest to zalecane w przypadku instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody. Podczas montażu należy uwzględnić rozszerzalność liniową przewodów, która jest zmienna w zależności od temperatury pracy i długości przewodów. Do mocowania rur wykorzystuje się punkty stałe i punkty przesuwne. Do skutecznego kompensowania sił związanych z rozszerzalnością stosuje się punkty stałe, które dzielą część przewodu rurowego na odrębne odcinki. W przypadku prostych odcinków rury należy umieścić punkt stały w połowie odcinka. Nie należy umieszczać żadnych punktów stałych bezpośrednio na złączkach, które powodują zmianę kierunku instalacji. Należy zachować niewielki odstęp prowadzonych instalacji od konstrukcji budynku.

Instalacja pionowych rurociągów, np. pionów instalacyjnych, może być także wykonywana za pomocą punktów stałych. Zamocowanie należy umieścić przed lub za każdym odgałęzieniem na kondygnacji.

Należy pamiętać, że zamocowania z punktem przesuwym zapewniają wydłużenie i ruch odcinka rury.

Uwzględnienie rozszerzalności liniowej rur

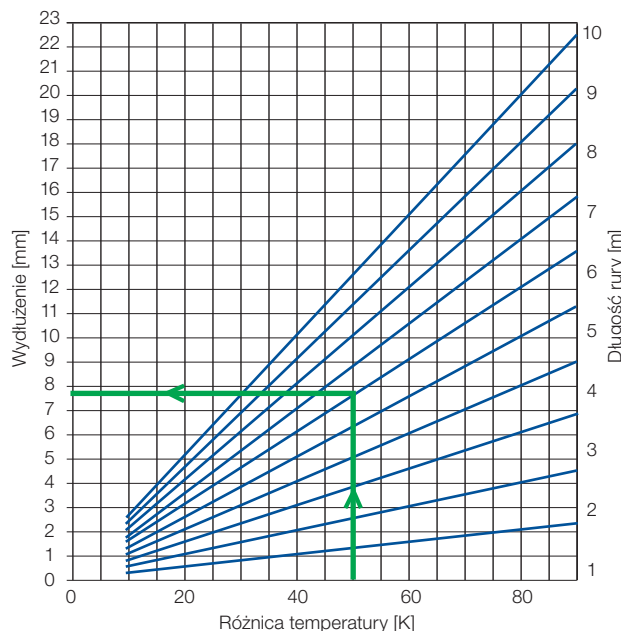
Wszystkie materiały rur wydłużają się podczas ogrzewania i kurczą podczas schładzania. W przypadku prowadzenia rur instalacji wody pitnej (zwłaszcza ciepłej wody) i przewodów grzewczych należy uwzględnić uwarunkowaną temperaturą zmianę długości materiału rur.

Zmianę długości określają różnica temperatur i długość zabudowanej rury. Podczas montażu należy zasadniczo zwrócić uwagę na sensowne poprowadzenie przewodu (np. możliwości ruchu w przypadku zmian kierunku), z odpowiednimi możliwościami jego rozszerzania. Współczynnik rozszerzalności wielowarstwowych rur zespolonych Wavin Tigris – niezależnie od ich rozmiarów – wynosi 0,025–0,030 mm/m · K.

Przejęcie zmian długości przez ramię elastyczne kompensatora

Przy zmianie kierunku w obrębie prowadzenia przewodów uwarunkowana termicznie zmiana długości przewodu rurowego może być często skompensowana przez ramię elastyczne kompensatora.

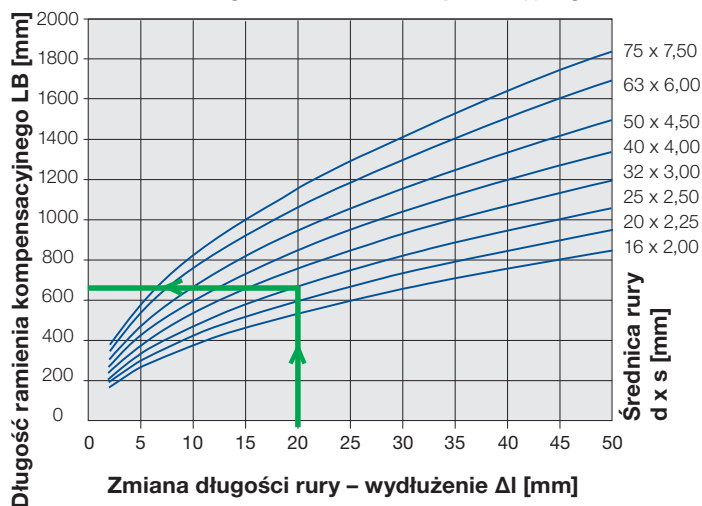
Uwarunkowana cieplnie zmiana długości wielowarstwowych rur Wavin Tigris (na bazie $\alpha = 0,025 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$)



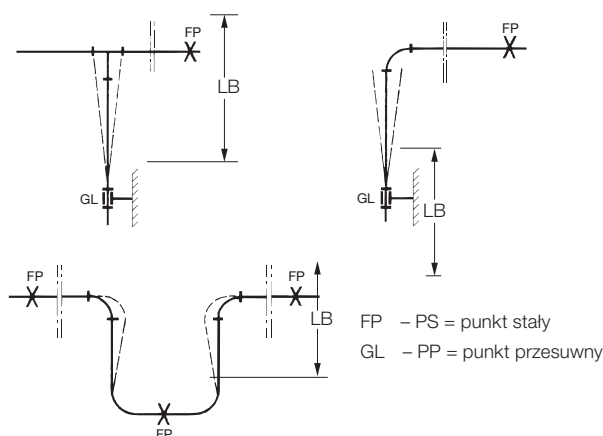
Rys. 1. Zmiany długości wielowarstwowych rur Wavin Tigris.

Długość ramienia kompensacyjnego dla rur Wavin Tigris można określić z poniższego wykresu lub korzystając ze wzoru podanego w pierwszej części katalogu.

Ustalenie długości ramienia kompensacyjnego



Rys. 2. Ustalenie ramienia kompensacyjnego wielowarstwowych rur Wavin Tigris.



Rys. 3. Mocowanie za pomocą punktów stałych i punktów przesuwnych.

Odległości między zamocowaniami

Przewody rurowe na nośnym podłożu muszą być unieruchomione i zamocowane trwale do konstrukcji.

Jako podstawę obliczenia przy prowadzeniu rury w linii prostej można przyjąć jeden uchwyt mocujący na ok. 1 m długości rury. W obszarze zmian kierunku instalacji należy umieścić co najmniej dwa uchwyty mocujące (przed i za łukiem zmiany kierunku). Ze względu na stabilność formy swobodnie ułożone wielowarstwowe rury zespolone Wavin Tigris nie potrzebują dodatkowych podpór, takich jak metalowe korytka usztywniające. Odstępy, w jakich należy mocować uchwyty, podano w poniższej tabeli.

Maksymalny rozstaw punktów przesuwnych dla swobodnie ułożonych przewodów systemu Wavin Tigris

| Wymiar [mm] | Odległość między zamocowaniami [m] |
|-------------|------------------------------------|
| 16 x 2,0 | 1,00 |
| 20 x 2,25 | 1,20 |
| 25 x 2,5 | 1,50 |
| 32 x 3,0 | 1,50 |
| 40 x 4,0 | 1,80 |
| 50 x 4,5 | 1,80 |
| 63 x 6,0 | 2,00 |
| 75 x 7,5 | 2,20 |

Rodzaj zamocowań/obejm i odległości między nimi zależą od ciśnienia, temperatury i rodzaju medium. Rozmieszczenia zamocowań/obejm należy dokonać fachowo, odpowiednio do masy całkowitej (masa rury + masa wypełnienia wodą + masa izolacji), zgodnie z uznanymi zasadami techniki instalacyjnej.

| Wymiar [mm] | Masa rury [kg/m] | Masa rury + wody [kg/m] | Masa rury + wody + izol. 9 mm [kg/m] | Masa rury + wody + izol. 13 mm [kg/m] |
|-------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 16 x 2,0 | 0,095 | 0,202 | 0,232 | 0,250 |
| 20 x 2,25 | 0,138 | 0,330 | 0,364 | 0,384 |
| 25 x 2,5 | 0,220 | 0,558 | 0,596 | 0,620 |
| 32 x 3,0 | 0,340 | 0,942 | 0,988 | 1,012 |
| 40 x 4,0 | 0,605 | 1,605 | – | – |
| 50 x 4,5 | 0,840 | 2,480 | – | – |
| 63 x 6,0 | 1,395 | 3,437 | – | – |
| 75 x 7,5 | 2,877 | 5,703 | – | – |

Rury w jastrychu lub betonie

Ze względu na stosunkowo małe siły związane z wydłużalnością w przypadku bezpośredniego osadzenia rur w betonie nie są wymagane żadne środki kompensacyjne. Dzięki łatwej odkształcalności plastycznej wielowarstwowych rur zespolonych Wavin Tigris zmiany długości przejmowane są przez rurę. Ponadto należy uwzględnić odpowiednie wymagania w stosunku do izolacji cieplnej oraz izolacji dźwiękowej.

4.2. Akcesoria styropianowe

Akcesoria styropianowe stanowią izolację termiczną i akustyczną instalacji.

Przylącze grzejnikowe w korpusie styropianowym

Przylącze grzejnikowe w korpusie styropianowym wykorzystuje się podczas montażu grzejnika typu V – zasilanego od dołu – z zaworem kątowym. Taki układ umożliwia estetyczne podłączenie grzejnika do ściany, za pomocą przylącza umieszczonego w bruździe ściennej. Rura PE-X/Al/PE-HD \varnothing 16 prowadzona w ścianie nie wymaga stosowania dodatkowej otuliny termoizolacyjnej, ponieważ umieszczona jest w specjalnym korpusie styropianowym. Przylącze grzejnikowe nie wymaga zaślepiania podczas próby ciśnieniowej i jest przystosowane do bezpośredniego połączenia z trójnikiem krzyżakowym.



Przylącze grzejnikowe w korpusie styropianowym.

4.3. Kontrola poprawności zacisku kształtek K1/M1

Złączki Wavin Tigris K1 i Wavin Tigris M1 wzbogacone zostały o nową funkcję kontroli szczelności przed zaciśnięciem (DLF). Funkcja ta pozwala na rozpoznanie niezaprasowanego połączenia

jeszcze przed próbą ciśnieniową. Zaleca się zatem dodatkowe sprawdzenie instalacji poprzez wypełnienie przewodów wodą. Woda będzie wyciekała przez niezaprasowane złączki.

5. Tabele doboru instalacji Wavin Tigris

5.1. Instalacje wody pitnej

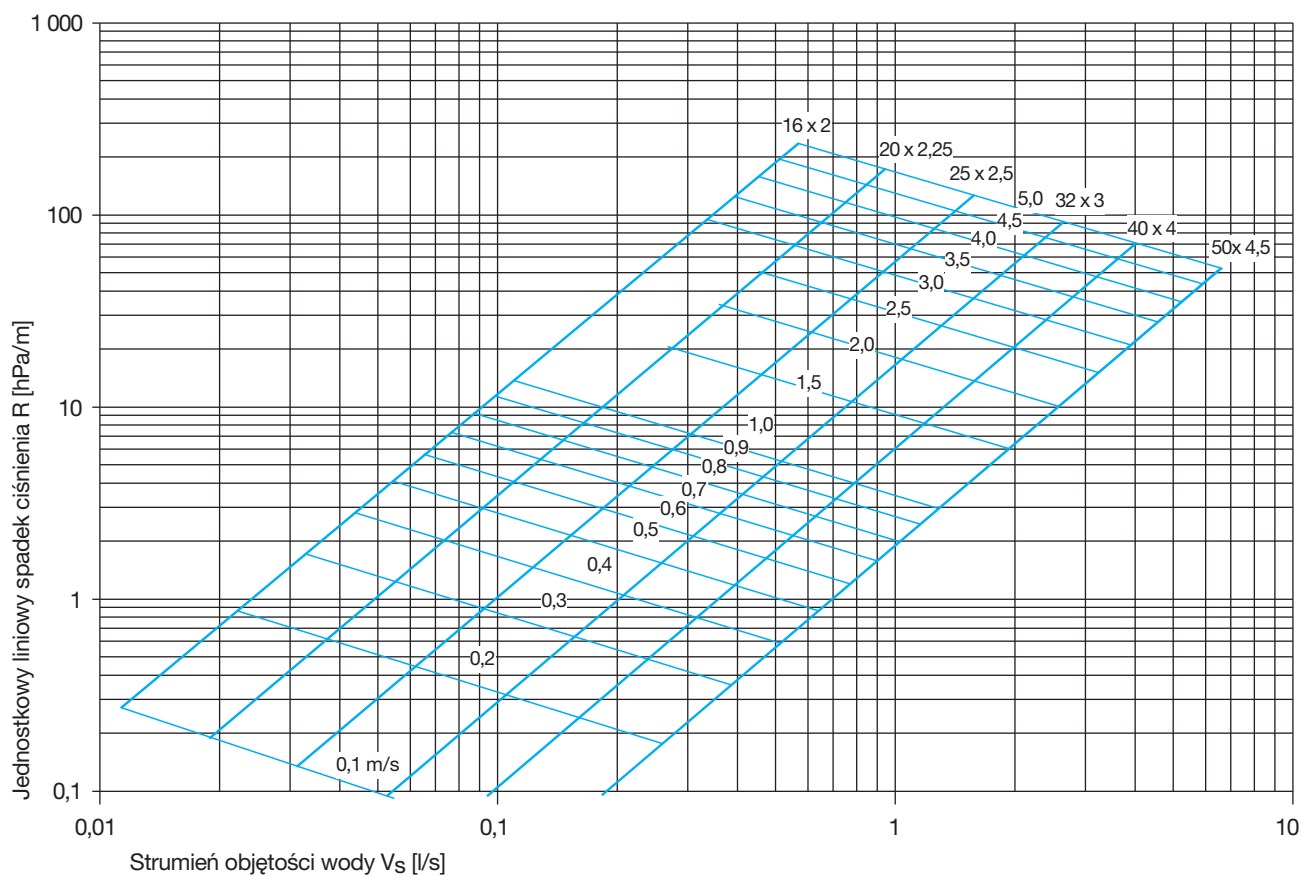
Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach Wavin Tigris dla przewodów wody pitnej o średnicy nominalnej 16–25 mm

| Średnica znamionowa di (V/I) | 16 x 2 mm 12 mm 0,11 l/m | | 20 x 2,25 mm 15,5 mm 0,19 l/m | | 25 x 2,5 mm 20 mm 0,31 l/m | |
|------------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
| Vs [l/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,24 | 0,12 | | | | |
| 0,02 | 0,80 | 0,19 | 0,24 | 0,15 | | |
| 0,03 | 1,39 | 0,29 | 0,49 | 0,18 | | |
| 0,04 | 2,26 | 0,37 | 0,77 | 0,23 | 0,26 | 0,18 |
| 0,05 | 3,40 | 0,45 | 0,98 | 0,26 | 0,29 | 0,20 |
| 0,06 | 4,43 | 0,55 | 1,29 | 0,31 | 0,34 | 0,22 |
| 0,07 | 5,80 | 0,63 | 1,84 | 0,39 | 0,52 | 0,24 |
| 0,08 | 7,40 | 0,73 | 2,25 | 0,45 | 0,74 | 0,26 |
| 0,09 | 8,90 | 0,82 | 2,38 | 0,50 | 0,84 | 0,30 |
| 0,10 | 10,81 | 0,91 | 3,31 | 0,54 | 0,99 | 0,33 |
| 0,15 | 22,00 | 1,35 | 6,51 | 0,81 | 2,00 | 0,49 |
| 0,20 | 37,40 | 1,81 | 11,01 | 1,10 | 3,30 | 0,65 |
| 0,25 | 61,24 | 2,44 | 15,48 | 1,31 | 4,40 | 0,79 |
| 0,30 | 81,29 | 2,87 | 23,70 | 1,63 | 6,47 | 0,97 |
| 0,35 | 104,30 | 3,34 | 28,94 | 1,83 | 8,35 | 1,10 |
| 0,40 | 131,80 | 3,73 | 41,05 | 2,17 | 10,47 | 1,29 |
| 0,45 | 157,80 | 4,43 | 44,04 | 2,34 | 13,40 | 1,44 |
| 0,50 | 191,20 | 4,84 | 54,03 | 2,71 | 15,70 | 1,58 |
| 0,55 | 229,40 | 5,11 | 71,02 | 2,96 | 19,34 | 1,79 |
| 0,60 | 261,30 | 5,52 | 79,60 | 3,24 | 21,99 | 1,94 |
| 0,65 | 299,70 | 5,91 | 91,10 | 3,51 | 25,30 | 2,09 |
| 0,70 | 333,76 | 6,41 | 99,90 | 3,77 | 29,01 | 2,22 |
| 0,75 | 378,13 | 6,85 | 115,40 | 4,00 | 33,40 | 2,41 |
| 0,80 | 425,31 | 7,26 | 122,30 | 4,19 | 35,70 | 2,51 |
| 0,85 | | | 137,20 | 4,46 | 39,90 | 2,67 |
| 0,90 | | | 154,70 | 4,80 | 43,15 | 2,73 |
| 0,95 | | | 171,50 | 5,10 | 49,10 | 3,04 |
| 1,00 | | | 190,40 | 5,33 | 52,80 | 3,11 |
| 1,05 | | | 208,30 | 5,60 | 63,01 | 3,38 |
| 1,10 | | | 217,90 | 5,87 | 67,40 | 3,53 |
| 1,15 | | | 229,40 | 5,99 | 70,01 | 3,70 |
| 1,20 | | | 243,60 | 6,27 | 74,40 | 3,85 |
| 1,25 | | | 281,10 | 6,70 | 77,20 | 4,10 |
| 1,30 | | | 299,40 | 6,99 | 81,03 | 4,32 |
| 1,35 | | | | | 86,21 | 4,50 |
| 1,40 | | | | | 99,13 | 4,62 |
| 1,45 | | | | | 101,90 | 4,84 |
| 1,50 | | | | | 103,80 | 4,99 |

Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach Wavin Tigris dla przewodów wody pitnej o średnicy nominalnej 32–75 mm

| Średnica znamionowa di (V/I) | 32 x 3 mm 26 mm 0,53 l/m | | 40 x 4 mm 32 mm 0,80 l/m | | 50 x 4,5 mm 41 mm 1,32 l/m | | 63 x 6,0 mm 51 mm | | 75 x 7,5 mm 60 mm | |
|------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|----------------------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|
| Vs [l/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] | R [mBar/m] | v [m/s] |
| 0,07 | 0,21 | 0,13 | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,24 | 0,14 | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,26 | 0,16 | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,31 | 0,19 | | | | | | | | |
| 0,15 | 0,58 | 0,27 | 0,27 | 0,19 | | | | | | |
| 0,20 | 1,10 | 0,41 | 0,35 | 0,27 | | | | | | |
| 0,25 | 1,31 | 0,48 | 0,55 | 0,31 | 0,19 | 0,18 | | | | |
| 0,30 | 1,80 | 0,56 | 0,70 | 0,38 | 0,25 | 0,23 | | | | |
| 0,35 | 2,51 | 0,68 | 0,88 | 0,42 | 0,31 | 0,27 | | | | |
| 0,40 | 3,10 | 0,76 | 1,14 | 0,49 | 0,36 | 0,32 | | | | |
| 0,45 | 3,65 | 0,85 | 1,35 | 0,54 | 0,45 | 0,33 | | | | |
| 0,50 | 4,45 | 0,95 | 1,67 | 0,60 | 0,54 | 0,38 | | | | |
| 0,55 | 5,20 | 1,03 | 1,99 | 0,69 | 0,63 | 0,41 | | | | |
| 0,60 | 6,21 | 1,14 | 2,32 | 0,77 | 0,70 | 0,45 | | | | |
| 0,65 | 7,01 | 1,22 | 2,34 | 0,81 | 0,82 | 0,51 | | | | |
| 0,70 | 7,99 | 1,29 | 2,99 | 0,84 | 0,95 | 0,55 | | | | |
| 0,75 | 9,05 | 1,40 | 3,38 | 0,90 | 1,08 | 0,57 | | | | |
| 0,80 | 10,64 | 1,53 | 3,77 | 0,97 | 1,17 | 0,60 | | | | |
| 0,85 | 11,17 | 1,59 | 4,38 | 1,06 | 0,27 | 0,62 | | | | |
| 0,90 | 13,25 | 1,72 | 4,73 | 1,13 | 1,43 | 0,65 | | | | |
| 0,95 | 13,73 | 1,78 | 5,24 | 1,19 | 1,66 | 0,72 | | | | |
| 1,00 | 15,11 | 1,87 | 5,65 | 1,25 | 1,77 | 0,79 | 0,63 | 0,50 | 0,27 | 0,35 |
| 1,10 | 18,14 | 2,06 | 6,73 | 1,38 | 2,07 | 0,84 | 0,74 | 0,55 | 0,31 | 0,39 |
| 1,20 | 20,99 | 2,25 | 7,77 | 1,47 | 2,35 | 0,87 | 0,89 | 0,59 | 0,37 | 0,42 |
| 1,30 | 24,40 | 2,44 | 9,04 | 1,65 | 2,72 | 0,96 | 1,13 | 0,63 | 0,42 | 0,46 |
| 1,40 | 27,47 | 2,65 | 10,31 | 1,78 | 3,16 | 1,05 | 1,21 | 0,68 | 0,48 | 0,50 |
| 1,50 | 31,20 | 2,83 | 11,67 | 1,91 | 3,59 | 1,16 | 1,26 | 0,75 | 0,54 | 0,53 |
| 1,60 | 35,90 | 3,09 | 12,98 | 1,97 | 4,02 | 1,24 | 1,49 | 0,78 | 0,61 | 0,57 |
| 1,70 | 39,99 | 3,21 | 14,37 | 2,09 | 4,61 | 1,41 | 1,60 | 0,82 | 0,68 | 0,60 |
| 1,80 | 43,71 | 3,41 | 16,09 | 2,26 | 5,01 | 1,49 | 1,76 | 0,89 | 0,75 | 0,64 |
| 1,90 | 46,98 | 3,55 | 17,57 | 2,35 | 5,45 | 1,65 | 1,92 | 0,95 | 0,83 | 0,67 |
| 2,00 | 54,20 | 3,81 | 19,31 | 2,47 | 5,99 | 1,72 | 2,10 | 1,00 | 0,90 | 0,71 |
| 2,20 | 69,27 | 4,22 | 23,11 | 2,78 | 7,02 | 1,81 | 2,60 | 1,12 | 1,07 | 0,78 |
| 2,40 | 78,00 | 4,61 | 27,01 | 3,01 | 8,25 | 1,89 | 2,80 | 1,20 | 1,25 | 0,85 |
| 2,60 | 87,20 | 4,94 | 31,02 | 3,29 | 9,45 | 2,04 | 3,20 | 1,26 | 1,44 | 0,92 |
| 2,80 | 93,34 | 5,04 | 35,19 | 3,46 | 10,91 | 2,21 | 3,60 | 1,35 | 1,65 | 0,99 |
| 3,00 | 121,30 | 3,31 | 40,04 | 3,78 | 12,25 | 2,31 | 4,30 | 1,48 | 1,86 | 1,06 |
| 3,20 | | | 45,57 | 3,99 | 13,55 | 2,56 | 4,90 | 1,60 | 2,09 | 1,13 |
| 3,40 | | | 50,88 | 4,06 | 14,48 | 2,74 | 5,60 | 1,70 | 2,33 | 1,20 |
| 3,60 | | | 56,17 | 4,51 | 18,02 | 2,99 | 6,60 | 1,85 | 2,58 | 1,27 |
| 4,00 | | | 66,87 | 4,94 | 20,54 | 3,14 | 7,20 | 2,00 | 3,12 | 1,41 |
| 4,20 | | | 71,14 | 5,23 | 21,74 | 3,29 | 8,00 | 2,10 | 3,40 | 1,49 |
| 4,40 | | | 79,14 | 5,41 | 23,08 | 3,47 | 9,00 | 2,20 | 3,70 | 1,56 |
| 4,60 | | | 85,77 | 5,66 | 27,25 | 3,71 | 9,40 | 2,30 | 4,01 | 1,63 |
| 4,80 | | | 93,23 | 5,91 | 28,88 | 3,88 | 9,70 | 2,40 | 4,33 | 1,70 |
| 5,00 | | | 107,12 | 6,13 | 30,67 | 3,89 | 10,80 | 2,50 | 4,66 | 1,77 |
| 5,20 | | | | | 32,19 | 4,02 | 11,00 | 2,58 | 5,00 | 1,84 |
| 5,40 | | | | | 33,33 | 4,08 | 11,60 | 2,62 | 5,35 | 1,91 |
| 5,60 | | | | | 34,12 | 4,12 | 12,40 | 2,73 | 5,71 | 1,98 |
| 5,80 | | | | | 39,68 | 4,33 | 13,80 | 2,85 | 6,09 | 2,05 |
| 6,00 | | | | | 43,44 | 4,56 | 15,00 | 2,94 | 6,47 | 2,12 |
| 6,25 | | | | | | | | | 6,96 | 2,21 |
| 6,50 | | | | | | | | | 7,48 | 2,30 |
| 6,75 | | | | | | | | | 8,01 | 2,39 |
| 7,00 | | | | | | | | | 8,55 | 2,48 |
| 7,25 | | | | | | | | | 9,11 | 2,56 |
| 7,50 | | | | | | | | | 9,69 | 2,65 |
| 7,75 | | | | | | | | | 10,28 | 2,74 |
| 8,00 | | | | | | | | | 10,89 | 2,83 |
| 8,50 | | | | | | | | | 12,16 | 3,01 |
| 9,00 | | | | | | | | | 13,49 | 3,18 |
| 9,50 | | | | | | | | | 14,89 | 3,36 |
| 10,00 | | | | | | | | | 16,34 | 3,54 |

Nomogram 1. Jednostkowe liniowe spadki ciśnienia w przewodach wody pitnej $t = 10^{\circ}\text{C}$



**Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris 16–20 mm,
zastosowanie w instalacji grzewczej**

| Przepływ masowy [kg/h] | Wydajność cieplna [W] przy różnicy temp. wynoszącej (K) | | | Wymiary rur [mm] | | | |
|---------------------------|--|-------|-------|--|------|------------------------|------|
| | | | | 16 x 2,0 di = 12 | | 20 x 2,25 di = 15,5 | |
| | | | | Spadek ciśnienia: rura [Pa/m] + prędkość v [m/s] | | | |
| | 10 | 15 | 20 | R | v | R | v |
| 8,59 | 100 | 150 | 200 | 1 | 0,02 | | |
| 12,89 | 150 | 425 | 300 | 3 | 0,03 | | |
| 17,19 | 200 | 300 | 400 | 5 | 0,04 | | |
| 21,49 | 250 | 375 | 500 | 8 | 0,05 | | |
| 25,79 | 300 | 450 | 600 | 10 | 0,06 | | |
| 30,09 | 350 | 525 | 700 | 13 | 0,09 | | |
| 34,39 | 400 | 600 | 800 | 16 | 0,10 | | |
| 38,69 | 450 | 675 | 900 | 19 | 0,11 | | |
| 42,99 | 500 | 750 | 1000 | 22 | 0,12 | | |
| 51,59 | 600 | 900 | 1200 | 30 | 0,13 | | |
| 60,18 | 700 | 1050 | 1400 | 35 | 0,14 | | |
| 68,78 | 800 | 1200 | 1600 | 50 | 0,16 | | |
| 77,38 | 900 | 1375 | 1800 | 61 | 0,20 | | |
| 85,98 | 1000 | 1500 | 2000 | 66 | 0,21 | 11 | 0,10 |
| 94,58 | 1100 | 1650 | 2200 | 81 | 0,23 | 18 | 0,12 |
| 103,18 | 1200 | 1800 | 2400 | 93 | 0,26 | 25 | 0,14 |
| 111,76 | 1300 | 1950 | 2600 | 111 | 0,29 | 31 | 0,16 |
| 120,36 | 1400 | 2100 | 2800 | 119 | 0,30 | 38 | 0,18 |
| 128,96 | 1500 | 2250 | 3000 | 144 | 0,33 | 46 | 0,20 |
| 137,56 | 1600 | 2400 | 3200 | 156 | 0,35 | 51 | 0,22 |
| 146,16 | 1700 | 2550 | 3400 | 177 | 0,38 | 58 | 0,24 |
| 154,76 | 1800 | 2700 | 3600 | 190 | 0,39 | 63 | 0,25 |
| 171,96 | 2000 | 3000 | 4000 | 225 | 0,43 | 70 | 0,27 |
| 180,57 | 2100 | 3150 | 4200 | 247 | 0,44 | 79 | 0,28 |
| 189,17 | 2200 | 3300 | 4400 | 268 | 0,46 | 86 | 0,29 |
| 197,76 | 2300 | 3450 | 4600 | 289 | 0,49 | 93 | 0,30 |
| 206,36 | 2400 | 3600 | 4800 | 320 | 0,52 | 98 | 0,31 |
| 214,96 | 2500 | 3750 | 5000 | 345 | 0,56 | 103 | 0,32 |
| 223,56 | 2600 | 3900 | 5200 | 353 | 0,58 | 107 | 0,34 |
| 232,16 | 2700 | 4050 | 5400 | 365 | 0,61 | 112 | 0,35 |
| 240,76 | 2800 | 4200 | 5600 | 422 | 0,63 | 121 | 0,37 |
| 249,36 | 2900 | 4350 | 5800 | 453 | 0,65 | 130 | 0,39 |
| 257,95 | 3000 | 4500 | 6000 | 471 | 0,67 | 140 | 0,40 |
| 266,55 | 3100 | 4650 | 6200 | 506 | 0,69 | 152 | 0,42 |
| 275,15 | 3200 | 4800 | 6400 | 545 | 0,71 | 161 | 0,43 |
| 283,75 | 3300 | 4950 | 6600 | 587 | 0,74 | 167 | 0,45 |
| 292,35 | 3400 | 5100 | 6800 | 603 | 0,76 | 175 | 0,46 |
| 300,94 | 3500 | 5250 | 7000 | 625 | 0,77 | 185 | 0,47 |
| 309,54 | 3600 | 5400 | 7200 | 663 | 0,79 | 199 | 0,48 |
| 318,14 | 3700 | 5550 | 7400 | 696 | 0,82 | 211 | 0,50 |
| 326,74 | 3800 | 5700 | 7600 | 732 | 0,83 | 218 | 0,51 |
| 335,34 | 3900 | 5850 | 7800 | 765 | 0,86 | 226 | 0,53 |
| 343,93 | 4000 | 6000 | 8000 | 781 | 0,88 | 235 | 0,54 |
| 386,93 | 4500 | 6250 | 9000 | 966 | 0,98 | 277 | 0,61 |
| 408,43 | 4750 | 7125 | 9500 | 1088 | 1,04 | 304 | 0,63 |
| 429,92 | 5000 | 7500 | 10000 | 1067 | 1,11 | 351 | 0,66 |
| 451,42 | 5250 | 7875 | 10500 | | | 374 | 0,70 |
| 472,91 | 5500 | 8250 | 11000 | | | 409 | 0,72 |
| 494,41 | 5750 | 8625 | 11500 | | | 439 | 0,75 |
| 515,90 | 6000 | 9000 | 12000 | | | 470 | 0,78 |
| 537,40 | 6250 | 9375 | 12500 | | | 512 | 0,83 |
| 558,90 | 6500 | 9750 | 13000 | | | 545 | 0,85 |
| 580,40 | 6750 | 10125 | 13500 | | | 581 | 0,88 |
| 601,89 | 7000 | 10500 | 14000 | | | 619 | 0,91 |
| 623,39 | 7250 | 10875 | 14500 | | | 666 | 0,96 |
| 644,88 | 7500 | 11250 | 15000 | | | 699 | 0,98 |
| 666,38 | 7750 | 11625 | 15500 | | | 744 | 1,01 |
| 687,87 | 8000 | 12000 | 16000 | | | 786 | 1,04 |
| 709,37 | 8250 | 12375 | 16500 | | | 829 | 1,08 |
| 730,87 | 8500 | 12750 | 17000 | | | 887 | 1,11 |
| 773,86 | 9000 | 13500 | 18000 | | | 987 | 1,17 |
| 795,36 | 9250 | 13875 | 18500 | | | 1019 | 1,21 |

5.2. Instalacje grzewcze

Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris 25 i 32 mm, zastosowanie w instalacji grzewczej – cd.

| Przepływ masowy [kg/h] | Wydajność cieplna [W] przy różnicy temp. wynoszącej (K) | | | Wymiary rur [mm] | | | |
|---------------------------|--|-------|-------|--|------|---------------------|-------|
| | | | | 25 x 2,5 di = 20 | | 32 x 3,0 di = 26 | |
| | | | | Spadek ciśnienia: rura [Pa/m] + prędkość v [m/s] | | | |
| | 10 | 15 | 20 | R | v | R | v |
| 171,96 | 2000 | 3000 | 4000 | 21 | 0,15 | | |
| 189,17 | 2200 | 3300 | 4400 | 25 | 0,17 | | |
| 206,36 | 2400 | 3600 | 4800 | 29 | 0,18 | | |
| 214,96 | 2500 | 3750 | 5000 | 30 | 0,19 | | |
| 232,16 | 2700 | 4050 | 5400 | 34 | 0,21 | | |
| 249,36 | 2900 | 4350 | 5800 | 38 | 0,22 | | |
| 257,95 | 3000 | 4500 | 6000 | 41 | 0,24 | 12 | 0,150 |
| 275,15 | 3200 | 4800 | 6400 | 45 | 0,25 | 13 | 0,156 |
| 292,35 | 3400 | 5100 | 6800 | 51 | 0,26 | 15 | 0,165 |
| 300,95 | 3500 | 5250 | 7000 | 54 | 0,27 | 16 | 0,170 |
| 318,14 | 3700 | 5550 | 7400 | 60 | 0,29 | 17 | 0,176 |
| 335,34 | 3900 | 5850 | 7800 | 66 | 0,30 | 19 | 0,185 |
| 343,94 | 4000 | 6000 | 8000 | 69 | 0,31 | 20 | 0,190 |
| 365,43 | 4250 | 6375 | 8500 | 77 | 0,33 | 22 | 0,200 |
| 386,93 | 4500 | 6750 | 9000 | 85 | 0,35 | 24 | 0,210 |
| 408,43 | 4750 | 7125 | 9500 | 93 | 0,37 | 26 | 0,220 |
| 429,92 | 5000 | 7500 | 10000 | 102 | 0,39 | 29 | 0,230 |
| 451,42 | 5250 | 7875 | 10500 | 108 | 0,42 | 32 | 0,240 |
| 472,91 | 5500 | 8250 | 11000 | 120 | 0,44 | 35 | 0,250 |
| 494,41 | 5750 | 8625 | 11500 | 130 | 0,46 | 38 | 0,260 |
| 515,91 | 6000 | 9000 | 12000 | 140 | 0,47 | 41 | 0,280 |
| 537,40 | 6250 | 9375 | 12500 | 150 | 0,48 | 44 | 0,290 |
| 558,90 | 6500 | 9750 | 13000 | 160 | 0,50 | 47 | 0,300 |
| 580,40 | 6750 | 10125 | 13500 | 171 | 0,52 | 50 | 0,310 |
| 601,89 | 7000 | 10500 | 14000 | 183 | 0,54 | 53 | 0,320 |
| 623,39 | 7250 | 10875 | 14500 | 194 | 0,56 | 56 | 0,330 |
| 644,88 | 7500 | 11250 | 15000 | 206 | 0,58 | 59 | 0,340 |
| 666,38 | 7750 | 11625 | 15500 | 218 | 0,61 | 62 | 0,370 |
| 687,88 | 8000 | 12000 | 16000 | 231 | 0,63 | 66 | 0,380 |
| 709,37 | 8250 | 12375 | 16500 | 244 | 0,65 | 70 | 0,390 |
| 730,87 | 8500 | 12750 | 17000 | 257 | 0,68 | 74 | 0,400 |
| 752,36 | 8750 | 13125 | 17500 | 270 | 0,70 | 78 | 0,410 |
| 773,86 | 9000 | 13500 | 18000 | 284 | 0,71 | 82 | 0,420 |
| 795,36 | 9250 | 13875 | 18500 | 297 | 0,71 | 86 | 0,430 |
| 816,85 | 9500 | 14250 | 19000 | 312 | 0,72 | 90 | 0,440 |
| 838,35 | 9750 | 14625 | 19500 | 327 | 0,74 | 94 | 0,450 |
| 859,85 | 10000 | 15000 | 20000 | 343 | 0,76 | 98 | 0,460 |
| 881,34 | 10250 | 15375 | 20500 | 357 | 0,78 | 102 | 0,470 |
| 902,84 | 10500 | 15750 | 21000 | 374 | 0,79 | 107 | 0,480 |
| 924,34 | 10750 | 16125 | 21500 | 390 | 0,83 | 112 | 0,490 |
| 945,83 | 11000 | 16500 | 22000 | 406 | 0,84 | 116 | 0,500 |
| 967,33 | 11250 | 16875 | 22500 | 422 | 0,85 | 121 | 0,520 |
| 988,83 | 11500 | 17250 | 23000 | 439 | 0,87 | 126 | 0,530 |
| 1010,32 | 11750 | 17625 | 23500 | 456 | 0,93 | 131 | 0,540 |
| 1031,82 | 12000 | 18000 | 24000 | 473 | 0,94 | 136 | 0,550 |
| 1053,31 | 12250 | 18375 | 24500 | 490 | 0,95 | 141 | 0,560 |
| 1074,81 | 12500 | 18750 | 25000 | 508 | 0,98 | 146 | 0,570 |
| 1096,31 | 12750 | 19125 | 25500 | 526 | 0,99 | 151 | 0,580 |
| 1117,80 | 13000 | 19500 | 26000 | 544 | 1,02 | 156 | 0,600 |

Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris 25 i 32 mm, zastosowanie w instalacji grzewczej – cd.

| Przepływ masowy [kg/h] | Wydajność cieplna [W] przy różnicy temp. wynoszącej (K) | | | Wymiary rur [mm] | | | |
|---------------------------|--|-------|-------|--|------|---------------------|------|
| | | | | 25 x 2,5 di = 20 | | 32 x 3,0 di = 26 | |
| | | | | Spadek ciśnienia: rura [Pa/m] + prędkość v [m/s] | | | |
| | 10 | 15 | 20 | R | v | R | v |
| 1139,29 | 13250 | 19875 | 26500 | 562 | 1,04 | 161 | 0,61 |
| 1160,79 | 13500 | 20250 | 27000 | 580 | 1,05 | 167 | 0,62 |
| 1182,28 | 13750 | 20625 | 27500 | 598 | 1,07 | 172 | 0,63 |
| 1203,78 | 14000 | 21000 | 28000 | 616 | 1,10 | 177 | 0,65 |
| 1225,27 | 14250 | 21375 | 28500 | 634 | 1,11 | 183 | 0,66 |
| 1246,77 | 14500 | 21750 | 29000 | 653 | 1,12 | 189 | 0,67 |
| 1289,76 | 15000 | 22500 | 30000 | 672 | 1,13 | 201 | 0,69 |
| 1332,76 | 15500 | 23250 | 31000 | | | 213 | 0,71 |
| 1375,75 | 16000 | 24000 | 32000 | | | 225 | 0,73 |
| 1418,74 | 16500 | 24750 | 33000 | | | 237 | 0,76 |
| 1461,73 | 17000 | 25500 | 34000 | | | 250 | 0,79 |
| 1504,73 | 17500 | 26250 | 35000 | | | 261 | 0,81 |
| 1547,72 | 18000 | 27000 | 36000 | | | 277 | 0,84 |
| 1590,71 | 18500 | 27750 | 37000 | | | 291 | 0,86 |
| 1633,70 | 19000 | 28500 | 38000 | | | 305 | 0,88 |
| 1676,69 | 19500 | 29250 | 39000 | | | 319 | 0,90 |
| 1719,69 | 20000 | 30000 | 40000 | | | 334 | 0,92 |
| 1762,68 | 20500 | 30750 | 41000 | | | 349 | 0,94 |
| 1805,67 | 21000 | 31500 | 42000 | | | 364 | 0,96 |
| 1848,66 | 21500 | 32250 | 43000 | | | 380 | 0,99 |
| 1891,65 | 22000 | 33000 | 44000 | | | 396 | 1,02 |

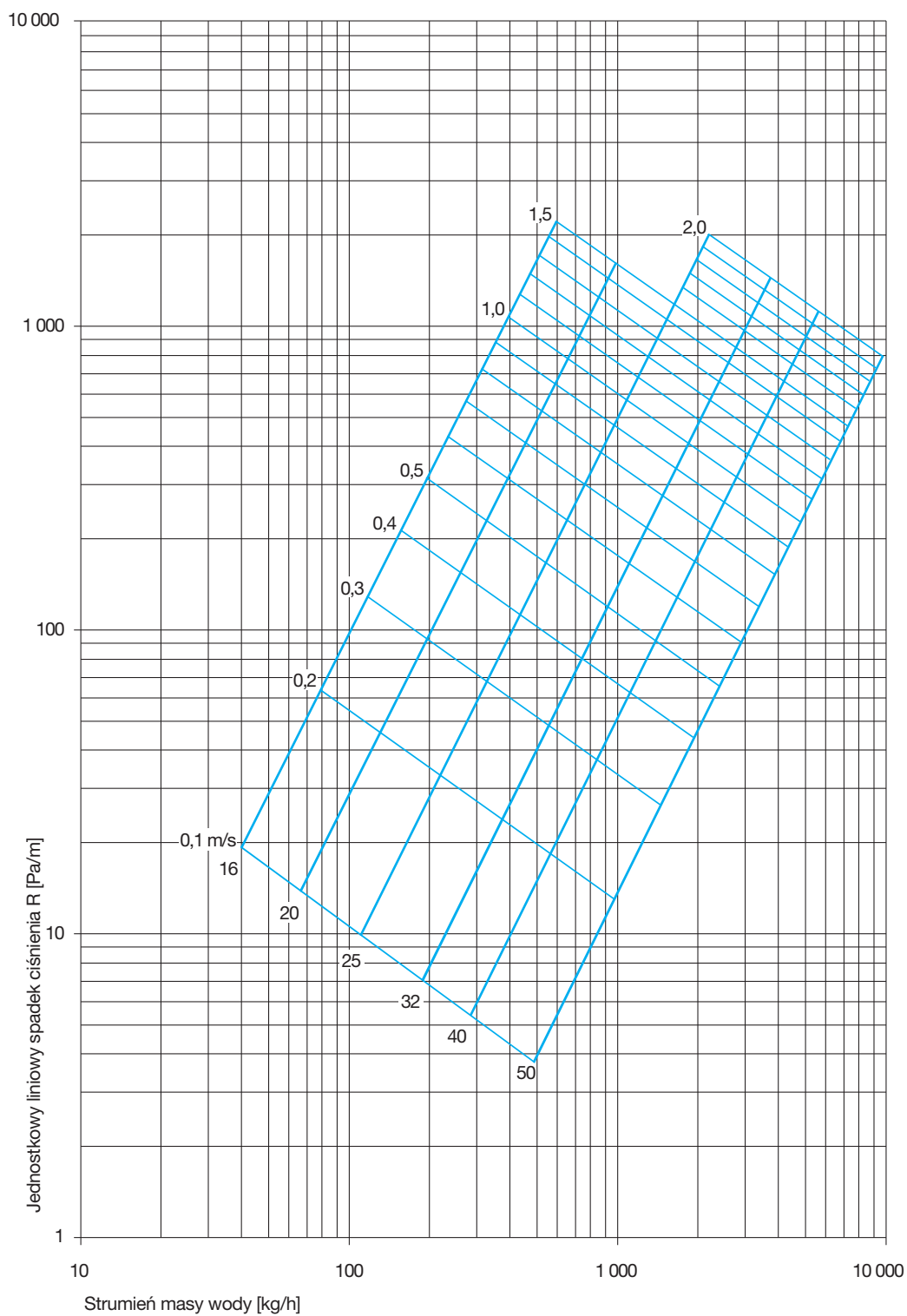
**Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris 40–75 mm,
zastosowanie w instalacji grzewczej**

| Przepływ masowy [kg/h] | Wydajność cieplna [W] przy różnicy temp. wynoszącej (K) | | | Wymiary rur [mm] | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-------|--------|--|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| | | | | 40 x 4,0 di = 32 | | 50 x 4,5 di = 41 | | 63 x 6,0 di = 51 | | 63 x 6,0 di = 51 | | 75 x 7,5 di = 51 | |
| | | | | Spadek ciśnienia: rura [Pa/m] + prędkość v [m/s] | | | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| 859,84 | 10000 | 15000 | 20000 | 37 | 0,30 | 12 | 0,19 | 4 | 0,13 | 2 | 0,09 | 2 | 0,09 |
| 945,82 | 11000 | 16500 | 22000 | 44 | 0,33 | 14 | 0,21 | 5 | 0,14 | 3 | 0,09 | 3 | 0,09 |
| 1031,81 | 12000 | 18000 | 24000 | 52 | 0,36 | 16 | 0,23 | 6 | 0,15 | 3 | 0,10 | 3 | 0,10 |
| 1117,79 | 13000 | 19500 | 26000 | 59 | 0,39 | 18 | 0,25 | 7 | 0,16 | 4 | 0,11 | 4 | 0,11 |
| 1203,78 | 14000 | 21000 | 28000 | 67 | 0,42 | 21 | 0,27 | 8 | 0,17 | 4 | 0,12 | 4 | 0,12 |
| 1289,76 | 15000 | 22500 | 30000 | 75 | 0,45 | 24 | 0,29 | 9 | 0,18 | 4 | 0,13 | 4 | 0,13 |
| 1375,75 | 16000 | 24000 | 32000 | 84 | 0,48 | 27 | 0,30 | 10 | 0,19 | 5 | 0,14 | 5 | 0,14 |
| 1461,73 | 17000 | 25500 | 34000 | 94 | 0,51 | 30 | 0,32 | 11 | 0,21 | 6 | 0,15 | 6 | 0,15 |
| 1547,72 | 18000 | 17000 | 36000 | 104 | 0,54 | 33 | 0,34 | 12 | 0,22 | 6 | 0,16 | 6 | 0,16 |
| 1633,70 | 19000 | 28500 | 38000 | 114 | 0,58 | 36 | 0,36 | 13 | 0,23 | 7 | 0,16 | 7 | 0,16 |
| 1719,69 | 20000 | 30000 | 40000 | 124 | 0,62 | 39 | 0,38 | 14 | 0,24 | 7 | 0,17 | 7 | 0,17 |
| 1805,67 | 21000 | 31500 | 42000 | 136 | 0,65 | 42 | 0,39 | 15 | 0,25 | 8 | 0,18 | 8 | 0,18 |
| 1891,65 | 22000 | 33000 | 44000 | 148 | 0,68 | 45 | 0,41 | 16 | 0,26 | 9 | 0,19 | 9 | 0,19 |
| 1977,64 | 23000 | 34500 | 46000 | 160 | 0,71 | 49 | 0,43 | 18 | 0,27 | 9 | 0,20 | 9 | 0,20 |
| 2063,62 | 24000 | 36000 | 48000 | 172 | 0,74 | 53 | 0,45 | 20 | 0,29 | 10 | 0,21 | 10 | 0,21 |
| 2149,61 | 25000 | 37500 | 50000 | 185 | 0,77 | 57 | 0,47 | 21 | 0,30 | 11 | 0,22 | 11 | 0,22 |
| 2235,59 | 26000 | 39000 | 52000 | 199 | 0,80 | 61 | 0,49 | 22 | 0,31 | 12 | 0,22 | 12 | 0,22 |
| 2321,58 | 27000 | 40500 | 54000 | 213 | 0,83 | 65 | 0,50 | 24 | 0,32 | 12 | 0,23 | 12 | 0,23 |
| 2407,56 | 28000 | 42000 | 56000 | 227 | 0,86 | 69 | 0,52 | 25 | 0,33 | 13 | 0,24 | 13 | 0,24 |
| 2493,55 | 29000 | 43500 | 58000 | 241 | 0,89 | 74 | 0,54 | 26 | 0,34 | 14 | 0,25 | 14 | 0,25 |
| 2579,53 | 30000 | 45000 | 60000 | 255 | 0,92 | 79 | 0,56 | 27 | 0,35 | 15 | 0,26 | 15 | 0,26 |
| 2665,52 | 31000 | 46500 | 62000 | 271 | 0,95 | 83 | 0,58 | 29 | 0,36 | 16 | 0,27 | 16 | 0,27 |
| 2751,50 | 32000 | 48000 | 64000 | 287 | 0,98 | 88 | 0,60 | 33 | 0,38 | 17 | 0,28 | 17 | 0,28 |
| 2837,48 | 33000 | 49500 | 66000 | 303 | 1,01 | 93 | 0,62 | 34 | 0,39 | 18 | 0,28 | 18 | 0,28 |
| 2923,47 | 34000 | 51000 | 68000 | 319 | 1,04 | 98 | 0,64 | 35 | 0,40 | 19 | 0,29 | 19 | 0,29 |
| 3009,45 | 35000 | 52500 | 70000 | 335 | 1,07 | 103 | 0,66 | 37 | 0,41 | 19 | 0,30 | 19 | 0,30 |
| 3095,44 | 36000 | 54000 | 72000 | 353 | 1,10 | 108 | 0,67 | 38 | 0,42 | 20 | 0,31 | 20 | 0,31 |
| 3181,42 | 37000 | 55500 | 74000 | 371 | 1,13 | 113 | 0,69 | 40 | 0,44 | 21 | 0,32 | 21 | 0,32 |
| 3267,41 | 38000 | 57000 | 76000 | 389 | 1,16 | 119 | 0,71 | 44 | 0,45 | 22 | 0,33 | 22 | 0,33 |
| 3353,39 | 39000 | 58500 | 78000 | 407 | 1,19 | 125 | 0,73 | 46 | 0,46 | 24 | 0,34 | 24 | 0,34 |
| 3439,38 | 40000 | 60000 | 80000 | 426 | 1,22 | 131 | 0,75 | 47 | 0,47 | 25 | 0,34 | 25 | 0,34 |
| 3525,36 | 41000 | 61500 | 82000 | 446 | 1,25 | 137 | 0,77 | 49 | 0,48 | 26 | 0,35 | 26 | 0,35 |
| 3611,34 | 42000 | 63000 | 84000 | 465 | 1,28 | 143 | 0,78 | 52 | 0,50 | 27 | 0,36 | 27 | 0,36 |
| 3697,33 | 43000 | 64500 | 86000 | 485 | 1,31 | 149 | 0,80 | 54 | 0,51 | 28 | 0,37 | 28 | 0,37 |
| 3783,31 | 44000 | 66000 | 88000 | 505 | 1,34 | 155 | 0,82 | 56 | 0,52 | 29 | 0,38 | 29 | 0,38 |
| 3869,30 | 45000 | 67500 | 90000 | 525 | 1,37 | 161 | 0,84 | 58 | 0,53 | 30 | 0,39 | 30 | 0,39 |
| 3955,28 | 46000 | 69000 | 92000 | 546 | 1,40 | 167 | 0,85 | 59 | 0,55 | 31 | 0,40 | 31 | 0,40 |
| 4041,27 | 47000 | 70500 | 94000 | 568 | 1,43 | 173 | 0,87 | 63 | 0,56 | 33 | 0,41 | 33 | 0,41 |
| 4127,25 | 48000 | 72000 | 96000 | 590 | 1,46 | 180 | 0,89 | 64 | 0,57 | 34 | 0,41 | 34 | 0,41 |
| 4213,24 | 49000 | 73500 | 98000 | 612 | 1,49 | 187 | 0,91 | 66 | 0,58 | 35 | 0,42 | 35 | 0,42 |
| 4299,22 | 50000 | 75000 | 100000 | 634 | 1,52 | 194 | 0,93 | 69 | 0,59 | 36 | 0,43 | 36 | 0,43 |
| 4406,70 | 51250 | 76875 | 102500 | 663 | 1,55 | 203 | 0,95 | 74 | 0,61 | 38 | 0,44 | 38 | 0,44 |
| 4514,18 | 52500 | 78750 | 105000 | 693 | 1,59 | 212 | 0,97 | 78 | 0,63 | 40 | 0,45 | 40 | 0,45 |
| 4621,66 | 53750 | 80625 | 107500 | 722 | 1,63 | 221 | 0,99 | 80 | 0,65 | 41 | 0,46 | 41 | 0,46 |
| 4729,14 | 55000 | 82500 | 110000 | 752 | 1,67 | 230 | 1,02 | 84 | 0,66 | 43 | 0,47 | 43 | 0,47 |
| 4836,62 | 56250 | 84375 | 112500 | 784 | 1,71 | 239 | 1,04 | 86 | 0,67 | 45 | 0,48 | 45 | 0,48 |
| 4944,11 | 57500 | 86250 | 115000 | 816 | 1,75 | 248 | 1,06 | 90 | 0,69 | 47 | 0,50 | 47 | 0,50 |
| 5051,59 | 58750 | 88125 | 117500 | 848 | 1,79 | 258 | 1,09 | 93 | 0,70 | 48 | 0,51 | 48 | 0,51 |

Spadki ciśnienia spowodowane oporami w rurach wielowarstwowych Wavin Tigris 40–75 mm, zastosowanie w instalacji grzewczej – cd.

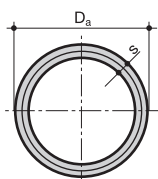
| Przepływ masowy [kg/h] | Wydajność cieplna [W] przy różnicy temp. wynoszącej (K) | | | Wymiary rur [mm] | | | | | | | | | |
|------------------------|---|--------|--------|--|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| | | | | 40 x 4,0 di = 32 | | 50 x 4,5 di = 41 | | 63 x 6,0 di = 51 | | 63 x 6,0 di = 51 | | 75 x 7,5 di = 51 | |
| | | | | Spadek ciśnienia: rura [Pa/m] + prędkość v [m/s] | | | | | | | | | |
| | | | | 10 | 15 | 20 | R | v | R | v | R | v | R |
| 5159,07 | 60000 | 90000 | 120000 | 880 | 1,83 | 268 | 1,12 | 96 | 0,72 | 50 | 0,52 | 50 | 0,52 |
| 5374,03 | 62500 | 93750 | 125000 | 948 | 1,90 | 289 | 1,16 | 100 | 0,75 | 54 | 0,54 | 54 | 0,54 |
| 5588,99 | 65000 | 97500 | 130000 | 1016 | 1,98 | 310 | 1,21 | 112 | 0,78 | 58 | 0,56 | 58 | 0,56 |
| 5803,95 | 67500 | 101250 | 135000 | | | 332 | 1,25 | 119 | 0,80 | 62 | 0,58 | 62 | 0,58 |
| 6018,91 | 70000 | 105000 | 140000 | | | 354 | 1,30 | 125 | 0,82 | 66 | 0,60 | 66 | 0,60 |
| 6448,83 | 75000 | 112500 | 150000 | | | 400 | 1,39 | 145 | 0,90 | 74 | 0,65 | 74 | 0,65 |
| 6878,76 | 80000 | 120000 | 160000 | | | 449 | 1,48 | 161 | 0,94 | 83 | 0,69 | 83 | 0,69 |
| 7308,68 | 85000 | 127500 | 170000 | | | 501 | 1,58 | 182 | 1,02 | 93 | 0,73 | 93 | 0,73 |
| 7738,60 | 90000 | 135000 | 180000 | | | 555 | 1,67 | 198 | 1,08 | 103 | 0,78 | 103 | 0,78 |
| 8168,52 | 95000 | 142500 | 190000 | | | 610 | 1,76 | 218 | 1,12 | 113 | 0,82 | 113 | 0,82 |
| 8598,45 | 100000 | 150000 | 200000 | | | 671 | 1,85 | 242 | 1,20 | 124 | 0,86 | 124 | 0,86 |
| 9028,37 | 105000 | 157500 | 210000 | | | 733 | 1,95 | 260 | 1,23 | 135 | 0,91 | 135 | 0,91 |
| 9458,29 | 110000 | 165000 | 220000 | | | 797 | 2,04 | 288 | 1,40 | 147 | 0,95 | 147 | 0,95 |
| 9888,22 | 115000 | 172500 | 230000 | | | | | 309 | 1,37 | 159 | 0,99 | 159 | 0,99 |
| 10318,14 | 120000 | 180000 | 240000 | | | | | 336 | 1,40 | 172 | 1,03 | 172 | 1,03 |
| 10748,06 | 125000 | 187500 | 250000 | | | | | 361 | 1,49 | 185 | 1,08 | 185 | 1,08 |
| 11177,99 | 130000 | 195000 | 260000 | | | | | | | 198 | 1,12 | 198 | 1,12 |
| 11607,91 | 135000 | 202500 | 270000 | | | | | | | 212 | 1,16 | 212 | 1,16 |
| 12037,83 | 140000 | 210000 | 280000 | | | | | | | 226 | 1,21 | 226 | 1,21 |
| 12467,76 | 145000 | 217500 | 290000 | | | | | | | 241 | 1,25 | 241 | 1,25 |
| 12897,68 | 150000 | 225000 | 300000 | | | | | | | 256 | 1,29 | 256 | 1,29 |
| 13327,60 | 155000 | 232500 | 310000 | | | | | | | 271 | 1,34 | 271 | 1,34 |
| 13757,52 | 160000 | 240000 | 320000 | | | | | | | 287 | 1,38 | 287 | 1,38 |
| 14187,45 | 165000 | 247500 | 330000 | | | | | | | 304 | 1,42 | 304 | 1,42 |

Nomogram 2. Jednostkowe liniowe spadki ciśnienia w przewodach przy temperaturze medium grzewczego $t = 60^{\circ}\text{C}$



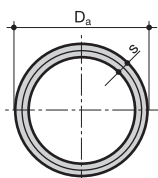
6. Zestawienie produktów

6.1. Instalacje sanitarne i ogrzewanie grzejnikowe



Tigris – rura PE-X/Al/PE (w zwojach)

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|------------------------|------------|------------|
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 200 | 3141160212 | 3030909 |
| 20 x 2,25 | 20 | 2,25 | 100 | 3141200216 | 3023031 |
| 25 x 2,50 | 25 | 2,50 | 50 | 3141260320 | 3023032 |



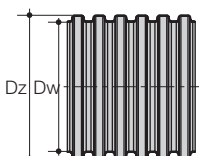
Tigris – rura PE-X/Al/PE (w sztangach)

| Wymiar D [mm] | Da [mm] | s [mm] | Długość [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 x 2,00 | 16 | 2,00 | 5 | 3141516212 | 3018290 |
| 20 x 2,25 | 20 | 2,25 | 5 | 3141520216 | 3018292 |
| 25 x 2,50 | 25 | 2,50 | 5 | 3141526320 | 3018293 |
| 32 x 3,00 | 32 | 3,00 | 5 | 3241303321 | 3018294 |
| 40 x 4,00 | 40 | 4,00 | 5 | 3241303401 | 3018295 |
| 50 x 4,50 | 50 | 4,50 | 5 | 3141521250 | 3018296 |
| 63 x 6,00 | 63 | 6,00 | 5 | 3141521263 | 3031719 |
| 75 x 7,50 | 75 | 7,50 | 5 | | 3053971 |



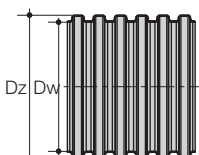
Tigris – rura preizolowana PE-X/Al/PE-HD (w zwojach)

| Wymiar [mm] | Grubość izolacji [mm] | Długość w zwoju [m] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|--------------------------|------------------------|----------------|--------|------------|
| 16 x 2,00 | 6 | 50 | m | | 3070011 |
| 16 x 2,00 | 13 | 50 | m | | 3004380 |
| 20 x 2,25 | 6 | 50 | m | | 3070012 |
| 20 x 2,25 | 13 | 50 | m | | 3004381 |
| 20 x 2,25 | 13 | 25 | m | | 3070009 |



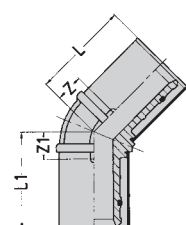
Rura osłonowa karbowana (czerwona)

| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145080110 | 3044402 |
| 23 | 28 | m | 3145080120 | 3044403 |
| 29 | 36 | m | 3145080150 | 3044405 |
| 36 | 43 | m | 3145080170 | 3044406 |
| 43 | 50 | m | 3145080200 | 3044407 |



Rura osłonowa karbowana (niebieska)

| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145085110 | 3032747 |
| 23 | 28 | m | 3145085120 | 3032748 |
| 29 | 36 | m | 3145085150 | 3032749 |
| 36 | 43 | m | 3145085180 | 3032750 |
| 43 | 50 | m | 3145085200 | 3032751 |



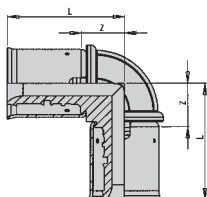
Tigris K1 – kolano 45°

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 25 | 36 | 7 | 3241375281 | 3023498 |
| 32 | 38 | 13 | 3241375290 | 3023499 |
| 40 | 60 | 22 | 3241375303 | 3027839 |
| 50 | 62 | 25 | 3241062325 | 3024668 |
| 63 | 87 | 28 | 3241062383 | 3027849 |
| 75 | | | | 3065642 |



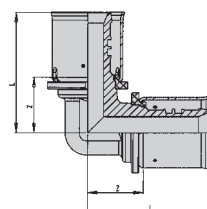
Tigris M1 – kolano 45°

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|--------|------------|
| 75 | | | | 4049171 |



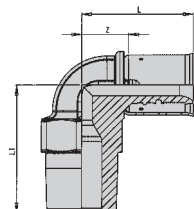
Tigris K1 – kolano 90°

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 31 | 12 | 3241036022 | 3023363 |
| 20 | 33 | 14 | 3241036030 | 3023364 |
| 25 | 43 | 17 | 3241036049 | 3023365 |
| 32 | 47 | 21 | 3241036057 | 3023500 |
| 40 | 71 | 34 | 3241036065 | 3024666 |
| 50 | 77 | 40 | 3241062244 | 3024667 |
| 63 | 106 | 46 | 3241062280 | 3027848 |
| 75 | | | | 3065643 |



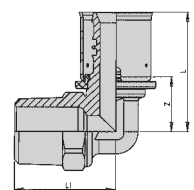
Tigris M1 – kolano 90°

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 35 | 13 | 3243170134 | 4032562 |
| 20 | 38 | 19 | 3243170135 | 4032563 |
| 25 | 47 | 22 | 3243170136 | 4032564 |
| 32 | 50 | 26 | 3243170137 | 4032565 |
| 40 | 71 | 33 | 3243170138 | 4032566 |
| 50 | 76 | 38 | 3243170139 | 4032567 |
| 63 | 107 | 49 | 3243170140 | 4032568 |
| 75 | | | | 4049172 |



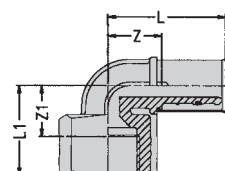
Tigris K1 – kolano 90° z gwintem zewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 33 | 38 | 14 | 3241036073 | 3023542 |
| 20 x 1/2" | 34 | 41 | 15 | 3241036080 | 3023543 |
| 20 x 3/4" | 37 | 45 | 18 | 3241036081 | 3023544 |
| 25 x 3/4" | 44 | 47 | 18 | 3241036090 | 3023545 |
| 32 x 1" | 49 | 57 | 23 | 3241036103 | 3023539 |



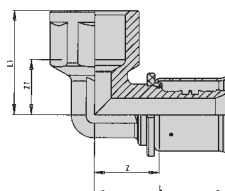
Tigris M1 – kolano 90° z gwintem zewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 36 | 30 | 19 | 3243170142 | 4032570 |
| 20 x 3/4" | 40 | 33 | 21 | 3243170144 | 4032572 |
| 25 x 3/4" | 47 | 35 | 23 | 3243170145 | 4032573 |
| 32 x 1" | 51 | 42 | 27 | 3243170146 | 4032574 |



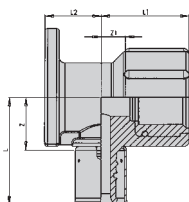
Tigris K1 – kolano 90° z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 38 | 33 | 19 | 18 | 3241036111 | 3023546 |
| 20 x 1/2" | 39 | 35 | 19 | 20 | 3241036120 | 3023547 |
| 20 x 3/4" | 42 | 38 | 22 | 21 | 3241036138 | 3023548 |
| 25 x 3/4" | 49 | 40 | 23 | 23 | 3241036146 | 3023549 |
| 32 x 1" | 55 | 47 | 29 | 28 | 3241036154 | 3023540 |



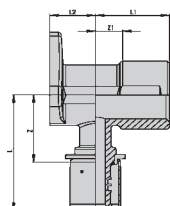
Tigris M1 – kolano 90° z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|--------|---------|--------|---------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 39 | 30 | 21 | 17 | 3243170148 | 4032576 |
| 20 x 1/2" | 40 | 32 | 21 | 18 | 3243170149 | 4032577 |
| 20 x 3/4" | 44 | 21 | 25 | 17 | 3243170150 | 4032578 |
| 25 x 3/4" | 49 | 33 | 25 | 18 | 3243170151 | 4032579 |
| 32 x 1" | 54 | 39 | 30 | 22 | 3243170152 | 4032580 |



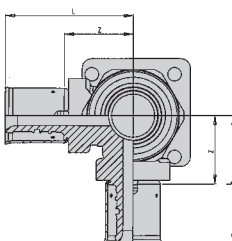
Tigris K1 – kolano 90° ścienne z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|--------|---------|---------|--------|---------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 38 | 30 | 20 | 21 | 16 | 3241036162 | 3023344 |
| 20 x 1/2" | 39 | 20 | 20 | 26 | 18 | 3241036170 | 3023555 |
| 20 x 3/4" | 42 | 19 | 19 | 27 | 18 | 3241036189 | 3023537 |



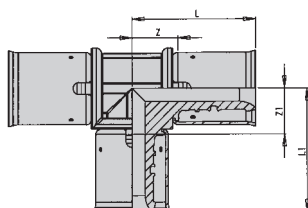
Tigris M1 – kolano 90° ścienne z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|--------|---------|---------|--------|---------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 46 | 26 | 16 | 28 | 13 | 3243170158 | 4032586 |
| 20 x 1/2" | 47 | 28 | 18 | 29 | 15 | 3243170159 | 4032588 |
| 20 x 3/4" | 47 | 29 | 18 | 29 | 15 | 3243170160 | 4032589 |



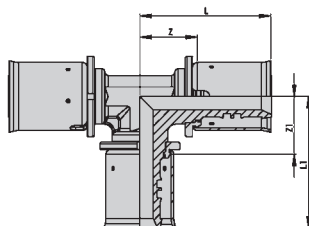
Tigris K1 – kolano 90° ścienne przelotowe z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|--------|--------|------------|------------|
| 16 x 1/2" x 16 | 42 | 23 | 3241363500 | 3023556 |
| 20 x 1/2" x 20 | 40 | 19 | 3241363518 | 3023538 |



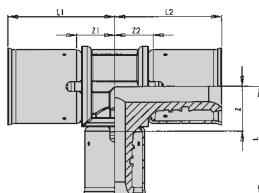
Tigris K1 – trójnik

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--------|---------|--------|---------|------------|------------|
| 16 | 31 | 31 | 12 | 12 | 3241036200 | 3023345 |
| 20 | 34 | 34 | 14 | 14 | 3241036219 | 3023346 |
| 25 | 43 | 43 | 17 | 17 | 3241036227 | 3023347 |
| 32 | 47 | 47 | 21 | 21 | 3241036235 | 3023521 |
| 40 | 71 | 71 | 26 | 26 | 3241036243 | 3024664 |
| 50 | 154 | 77 | 32 | 32 | 3241062341 | 3027829 |
| 63 | 106 | 106 | 46 | 46 | 3241062384 | 3027853 |
| 75 | | | | | | 3065644 |



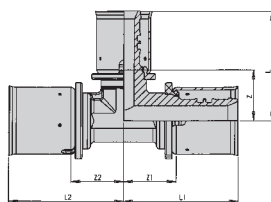
Tigris M1 – trójnik

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 | 35 | 35 | 17 | 17 | 3243170168 | 4032596 |
| 20 | 38 | 38 | 19 | 19 | 3243170169 | 4032597 |
| 25 | 47 | 47 | 22 | 22 | 3243170170 | 4032598 |
| 32 | 50 | 50 | 26 | 26 | 3243170171 | 4032599 |
| 40 | 71 | 71 | 33 | 33 | 3243170172 | 4032600 |
| 50 | 76 | 76 | 39 | 39 | 3243170173 | 4032601 |
| 63 | 107 | 107 | 49 | 49 | 3243170174 | 4032602 |
| 75 | | | | | | 4049173 |



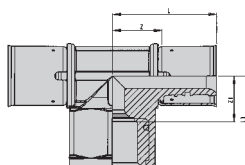
Tigris K1 – trójnik redukcyjny

| Wymiar | L1 [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Z2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 x 20 x 16 | 34 | 32 | 32 | 14 | 14 | 14 | 3241375206 | 3023504 |
| 20 x 16 x 16 | 33 | 33 | 30 | 14 | 12 | 11 | 3241036251 | 3023507 |
| 20 x 16 x 20 | 33 | 33 | 33 | 14 | 12 | 12 | 3241036260 | 3023506 |
| 20 x 20 x 16 | 35 | 35 | 32 | 14 | 14 | 13 | 3241036278 | 3023505 |
| 20 x 25 x 20 | 40 | 36 | 36 | 15 | 16 | 16 | 3241375214 | 3023510 |
| 25 x 16 x 16 | 34 | 38 | 30 | 16 | 13 | 12 | 3241375222 | 3023509 |
| 25 x 16 x 20 | 35 | 38 | 32 | 15 | 10 | 10 | 3241375223 | 3031027 |
| 25 x 16 x 25 | 35 | 39 | 39 | 16 | 13 | 13 | 3241036286 | 3023508 |
| 25 x 20 x 16 | 37 | 40 | 33 | 15 | 12 | 12 | 3241036289 | 3031028 |
| 25 x 20 x 20 | 37 | 41 | 35 | 17 | 15 | 14 | 3241036294 | 3023512 |
| 25 x 20 x 25 | 37 | 41 | 41 | 16 | 15 | 15 | 3241036308 | 3023511 |
| 25 x 32 x 25 | 42 | 46 | 46 | 17 | 21 | 21 | 3241375230 | 3023515 |
| 32 x 16 x 32 | 39 | 39 | 39 | 20 | 32 | 32 | 3241036316 | 3023513 |
| 32 x 20 x 25 | 40 | 40 | 40 | 19 | 12 | 12 | 3241036322 | 3031030 |
| 32 x 20 x 32 | 41 | 41 | 41 | 20 | 15 | 15 | 3241036324 | 3023514 |
| 32 x 25 x 25 | 47 | 43 | 42 | 21 | 17 | 16 | 3241036332 | 3023517 |
| 32 x 25 x 32 | 47 | 43 | 43 | 21 | 17 | 17 | 3241036340 | 3023516 |
| 40 x 25 x 32 | 59 | 68 | 49 | 33 | 21 | 24 | 3241036355 | 3027841 |
| 40 x 25 x 40 | 59 | 67 | 67 | 33 | 30 | 30 | 3241036359 | 3023518 |
| 40 x 32 x 32 | 59 | 71 | 53 | 34 | 34 | 28 | 3241036367 | 3023520 |
| 40 x 32 x 40 | 59 | 71 | 71 | 34 | 34 | 33 | 3241036375 | 3023519 |
| 50 x 25 x 50 | 64 | 68 | 68 | 39 | 31 | 31 | 3241062333 | 3027830 |
| 50 x 32 x 32 | 64 | 72 | 53 | 39 | 35 | 28 | 3241062344 | 3027846 |
| 50 x 32 x 40 | 65 | 71 | 71 | 40 | 33 | 33 | 3241062335 | 3027844 |
| 50 x 32 x 50 | 65 | 71 | 71 | 40 | 34 | 34 | 3241062340 | 3027842 |
| 50 x 40 x 40 | 79 | 73 | 73 | 42 | 36 | 36 | 3241062345 | 3027845 |
| 50 x 40 x 50 | 79 | 73 | 73 | 41 | 35 | 35 | 3241062350 | 3027831 |
| 63 x 25 x 50 | 70 | 91 | 67 | 45 | 31 | 30 | 3241062382 | 3027856 |
| 63 x 32 x 63 | 71 | 95 | 95 | 46 | 35 | 35 | 3241062381 | 3027855 |
| 63 x 40 x 63 | 84 | 95 | 95 | 46 | 35 | 35 | 3241062385 | 3027854 |
| 75 x 32 x 75 | | | | | | | | 3065647 |
| 75 x 40 x 75 | | | | | | | | 3065646 |
| 75 x 50 x 75 | | | | | | | | 3065645 |



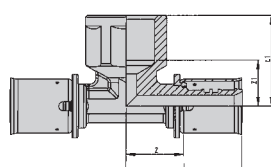
Tigris M1 – trójnik redukcyjny

| Wymiar | L1 [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Z2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 x 20 x 16 | 38 | 36 | 36 | 19 | 19 | 19 | 3243170177 | 4032605 |
| 20 x 16 x 16 | 36 | 36 | 38 | 19 | 19 | 19 | 3243170178 | 4032606 |
| 20 x 16 x 20 | 36 | 38 | 38 | 19 | 19 | 19 | 3243170179 | 4032607 |
| 20 x 20 x 16 | 38 | 36 | 38 | 19 | 19 | 19 | 3243170180 | 4032608 |
| 20 x 25 x 20 | 45 | 40 | 40 | 20 | 22 | 22 | 3243170181 | 4032609 |
| 25 x 16 x 25 | 39 | 45 | 45 | 21 | 20 | 20 | 3243170184 | 4032612 |
| 25 x 20 x 20 | 40 | 35 | 38 | 22 | 19 | 20 | 3243170186 | 4032614 |
| 25 x 20 x 25 | 40 | 45 | 45 | 22 | 20 | 20 | 3243170187 | 4032615 |
| 32 x 20 x 32 | 43 | 48 | 48 | 25 | 24 | 24 | 3243170192 | 4032620 |
| 32 x 25 x 25 | 50 | 47 | 48 | 20 | 16 | 17 | 3243170194 | 4032622 |
| 32 x 25 x 32 | 50 | 48 | 48 | 20 | 18 | 28 | 3243170195 | 4032623 |
| 40 x 25 x 40 | 56 | 65 | 65 | 26 | 26 | 26 | 3243170198 | 4032626 |
| 40 x 32 x 40 | 56 | 65 | 65 | 26 | 26 | 26 | 3243170200 | 4032628 |
| 50 x 40 x 50 | 76 | 71 | 71 | 37 | 33 | 33 | 3243170210 | 4032638 |
| 63 x 40 x 63 | 85 | 93 | 93 | 47 | 35 | 35 | 3243170211 | 4032639 |
| 75 x 32 x 75 | | | | | | | | 4049177 |
| 75 x 40 x 75 | | | | | | | | 4049176 |
| 75 x 50 x 75 | | | | | | | | 4049175 |
| 75 x 63 x 75 | | | | | | | | 4049174 |



Tigris K1 – trójnik z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" x 16 | 38 | 33 | 19 | 18 | 3241036383 | 3023557 |
| 20 x 1/2" x 20 | 38 | 35 | 19 | 19 | 3241375249 | 3023558 |
| 20 x 3/4" x 20 | 42 | 38 | 22 | 21 | 3241036391 | 3023559 |
| 25 x 3/4" x 25 | 49 | 40 | 23 | 23 | 3241375257 | 3023560 |



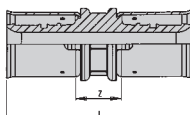
Tigris M1 – trójnik z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" x 16 | 39 | 30 | 21 | 17 | 3243170212 | 4032640 |
| 20 x 1/2" x 20 | 40 | 32 | 21 | 18 | 3243170213 | 4032641 |
| 20 x 3/4" x 20 | 44 | 32 | 25 | 17 | 3243170214 | 4032642 |
| 25 x 3/4" x 25 | 49 | 33 | 25 | 18 | 3243170216 | 4032644 |



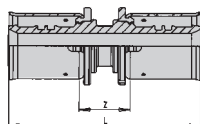
Tigris M1 – trójnik z gwintem zewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 16 x 1/2" x 16 | 36 | 30 | 15 | 324317221 | 4032649 |
| 20 x 1/2" x 20 | 37 | 32 | 15 | 324317222 | 4032650 |
| 20 x 3/4" x 20 | 40 | 33 | 17 | 324317223 | 4032651 |



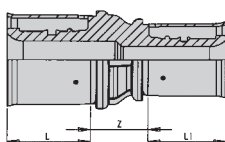
Tigris K1 – złączka

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 53 | 13 | 3241036405 | 3023348 |
| 20 | 62 | 16 | 3241036413 | 3023359 |
| 25 | 74 | 18 | 3241036421 | 3023360 |
| 32 | 83 | 23 | 3241036430 | 3023488 |
| 40 | 103 | 26 | 3241036448 | 3024665 |
| 50 | 108 | 32 | 3241062368 | 3027832 |
| 63 | 155 | 35 | 3241062380 | 3027847 |
| 75 | | | | 3065639 |



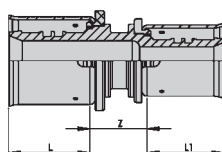
Tigris M1 – złączka

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 53 | 17 | 3243170225 | 4032653 |
| 20 | 55 | 18 | 3243170226 | 4032654 |
| 25 | 68 | 19 | 3243170227 | 4032655 |
| 32 | 69 | 21 | 3243170228 | 4032656 |
| 40 | 99 | 22 | 3243170229 | 4032657 |
| 50 | 99 | 23 | 3243170230 | 4032658 |
| 63 | 151 | 30 | 3243170231 | 4032659 |
| 75 | | | | 4049168 |



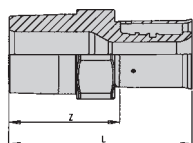
Tigris K1 – złączka redukcyjna

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 x 16 | 20 | 19 | 15 | 3241036456 | 3023525 |
| 25 x 16 | 26 | 19 | 17 | 3241036464 | 3023526 |
| 25 x 20 | 26 | 20 | 18 | 3241036472 | 3023527 |
| 32 x 20 | 26 | 20 | 20 | 3241036480 | 3023528 |
| 32 x 25 | 26 | 21 | 20 | 3241036499 | 3023522 |
| 40 x 32 | 26 | 26 | 24 | 3241036502 | 3023529 |
| 50 x 32 | 26 | 26 | 28 | 3241062414 | 3027833 |
| 50 x 40 | 38 | 38 | 35 | 3241062430 | 3027834 |
| 63 x 40 | 60 | 38 | 42 | 3241062481 | 3027852 |
| 63 x 50 | 60 | 38 | 36 | 3241062480 | 3027850 |
| 75 x 50 | | | | | 3065641 |
| 75 x 63 | | | | | 3065640 |



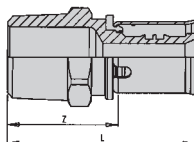
Tigris M1 – złączka redukcyjna

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 x 16 | 19 | 18 | 18 | 3243170233 | 4032661 |
| 25 x 20 | 25 | 19 | 19 | 3243170235 | 4032663 |
| 32 x 25 | 24 | 25 | 20 | 3243170237 | 4032665 |
| 40 x 32 | 39 | 24 | 20 | 3243170239 | 4032667 |
| 50 x 32 | 38 | 24 | 20 | 3243170241 | 4032669 |
| 50 x 40 | 38 | 38 | 21 | 3243170242 | 4032670 |
| 63 x 40 | 59 | 39 | 25 | 3243170243 | 4032671 |
| 63 x 50 | 59 | 38 | 25 | 3243170244 | 4032672 |
| 75 x 50 | | | | | 4049170 |
| 75 x 63 | | | | | 4049169 |



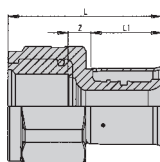
Tigris K1 – złączka z gwintem zewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 49 | 30 | 3241036510 | 3023495 |
| 20 x 1/2" | 50 | 30 | 3241036529 | 3023496 |
| 20 x 3/4" | 55 | 35 | 3241036537 | 3023550 |
| 25 x 3/4" | 62 | 36 | 3241036545 | 3023551 |
| 25 x 1" | 68 | 42 | 3241036553 | 3023552 |
| 32 x 1" | 68 | 42 | 3241036561 | 3023541 |
| 32 x 1 1/4" | 74 | 48 | 3241036570 | 3023553 |
| 40 x 1 1/4" | 90 | 53 | 3241036588 | 3027836 |
| 50 x 1 1/2" | 95 | 57 | 3241062465 | 3027837 |



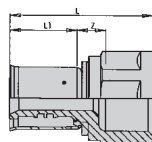
Tigris M1 – złączka z gwintem zewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 47 | 29 | 3243170247 | 4032675 |
| 20 x 1/2" | 48 | 30 | 3243170249 | 4032677 |
| 20 x 3/4" | 51 | 32 | 3243170250 | 4032678 |
| 25 x 3/4" | 57 | 33 | 3243170251 | 4032679 |
| 25 x 1" | 61 | 36 | 3243170252 | 4032680 |
| 32 x 1" | 61 | 37 | 3243170253 | 4032681 |
| 32 x 1 1/4" | 63 | 39 | 3243170254 | 4032682 |
| 40 x 1 1/2" | 79 | 42 | 3243170255 | 4036769 |
| 50 x 1 1/2" | 79 | 25 | 3243170256 | 4032684 |
| 63 x 2" | 108 | 50 | 3243170257 | 4032685 |
| 75 x 2 1/2" | | | | 4049178 |



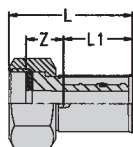
Tigris K1 – złączka z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 43 | 19 | 9 | 3241036596 | 3023494 |
| 20 x 1/2" | 44 | 20 | 10 | 3241036600 | 3023361 |
| 20 x 3/4" | 47 | 20 | 11 | 3241036618 | 3023497 |
| 25 x 3/4" | 54 | 26 | 12 | 3241036626 | 3023362 |
| 25 x 1" | 58 | 26 | 12 | 3241036627 | 3023536 |
| 32 x 1" | 58 | 26 | 13 | 3241036634 | 3023554 |
| 40 x 1 1/4" | 78 | 44 | 13 | 3241036644 | 3027838 |



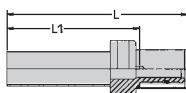
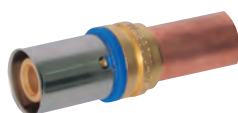
Tigris M1 – złączka z gwintem wewnętrznym

| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 41 | 18 | 10 | 3243170259 | 4032687 |
| 20 x 1/2" | 42 | 19 | 10 | 3243170260 | 4032688 |
| 20 x 3/4" | 44 | 19 | 11 | 3243170262 | 4032690 |
| 25 x 3/4" | 50 | 25 | 11 | 3243170263 | 4032691 |
| 32 x 1" | 58 | 24 | 16 | 3243170266 | 4032694 |
| 40 x 1 1/2" | 77 | 38 | 19 | 3243170268 | 4032696 |
| 50 x 1 1/2" | 75 | 38 | 17 | 3243170270 | 4032698 |
| 63 x 2" | 102 | 59 | 20 | 3243170271 | 4032699 |
| 75 x 2 1/2" | | | | | 4049179 |



Tigris K1 – złączka z półrubnikiem

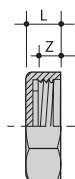
| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 16 x 3/4" | 40 | 19 | 12 | 3241036642 | 3023489 |
| 40 x 1 1/2" | 72 | 39 | 22 | 3241036685 | 3023493 |



Tigris K1/M1 – złączka przejściowa na rurę miedzianą

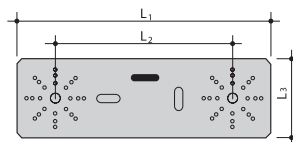
| Wymiar | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 x 15 | 66 | 43 | 3241026701 | 4032721 |
| 20 x 15 | 74 | 45 | 3241026702 | 4032722 |
| 20 x 18 | 76 | 46 | 3241026703 | 4037450 |

6.2. Asortyment dodatkowy



Zaślepka rozdzielacza GW

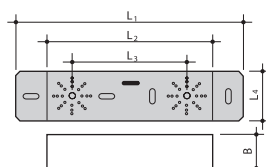
| Wymiar D (cale) | L [mm] | Z [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 3/4" | 6 | 11 | 3141070700 | 4044173 |



Płyta montażowa pod baterię – płaska

| Typ | L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
| – | 216 | 150 | 66 | 3141052001 | 4044171 |

W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan.



Płyta montażowa pod baterię – wygięta

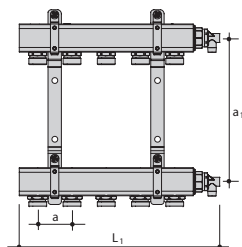
| Typ | L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | L4 [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| – | 300 | 220 | 150 | 66 | 50 | 3141052002 | 4044172 |

W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan.



Tigris – płyta montażowa z kolanami ściennymi – antyrotacyjne

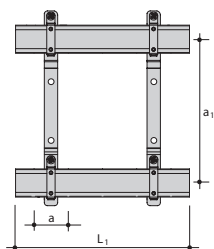
| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|---------------|--------|------------|
| 153/16 x 1/2" | | 4057643 |
| 153/20 x 1/2" | | 4057644 |



Rozdzielacz do c.o. (z osprzętem)

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 144 | 3141941020 | 4044203 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 194 | 3141941030 | 4044204 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 244 | 3141941040 | 4044205 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 294 | 3141941050 | 4044206 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 344 | 3141941060 | 4044207 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 394 | 3141941070 | 3021398 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 444 | 3141941080 | 3021399 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 494 | 3141941090 | 3021400 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 544 | 3141941100 | 3021401 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 594 | 3141941110 | 4044208 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 644 | 3141941120 | 4044209 |

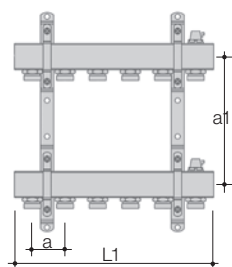
Profil belkowy; odejścia rozdzielacza (nypel) – GZ = 3/4"; podłączenie do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) belek rozdzielacza – GW = 1"; odpowietzniki – 1/2" na obu belkach; uchwyty z wkładkami tłumiącymi.



Rozdzielacz do c.o. (bez osprzętu)

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 110 | | 4049438 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 160 | | 4049439 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 210 | | 4049440 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 260 | | 4049441 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 310 | | 4049442 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 360 | | 4049443 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 410 | | 4049444 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 460 | | 4049445 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 510 | | 4049446 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 560 | | 4049447 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 610 | | 4049448 |

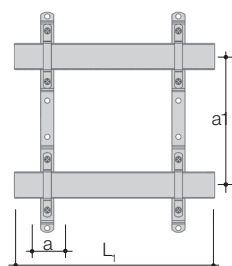
Profil belkowy; odejścia rozdzielacza (otwory pod nypły) – GW = 1/2"; podłączenie do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) belek rozdzielacza – GW = 1"; odpowietzniki – 1/2" na obu belkach.



Rozdzielacz do c.o. (z osprzętem) INOX

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060985 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060986 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060987 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060988 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060989 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060990 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060991 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060992 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060993 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060994 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060995 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060996 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060997 |

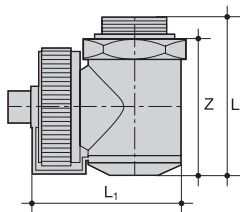
Profil ze stali nierdzewnej 1.4301 o wymiarach: 40 x 40 x 1,5 mm; odejścia rozdzielacza (nypły) – GZ = 3/4"; podejście do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) belek rozdzielacza – GW = 1"; odpowietzniki – 1/2" na obu belkach.



Rozdzielacz do c.o. (bez osprzętu) INOX

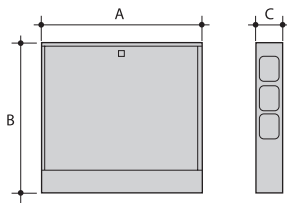
| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060998 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060999 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060100 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060101 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060102 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060103 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060104 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060105 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060106 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060107 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060108 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060109 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060110 |

Profil ze stali nierdzewnej 1.4301 o wymiarach: 40 x 40 x 1,5 mm; otwory pod nypły – GW = 1/2"; podejście do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) belek rozdzielacza – 1".



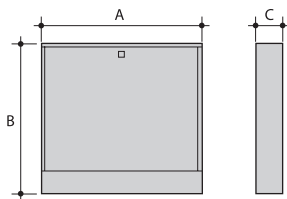
Zawór spustowy do rozdzielacza

| Typ | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|
| 3/8" | 39 | 45 | 37 | 31419110003 | 4044184 |



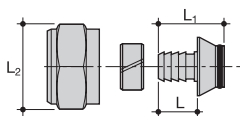
Szafka podtynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2-4 obw. | 350 | 505-605 | 110-160 | 3141041004 | 4044148 |
| 5-6 obw. | 450 | 505-605 | 110-160 | 3141041005 | 4044149 |
| 7-8 obw. | 530 | 505-605 | 110-160 | 3141041006 | 4044150 |
| 9-10 obw. | 680 | 505-605 | 110-160 | 3141041007 | 4044151 |
| 11-13 obw. | 830 | 505-605 | 110-160 | 3141041008 | 4044152 |
| 14-16 obw. | 1030 | 505-605 | 110-160 | 3141041009 | 4044153 |
| 17-18 obw. | 1130 | 505-605 | 110-160 | 3141041010 | 4044154 |



Szafka natynkowa

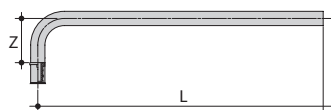
| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2-4 obw. | 350 | 600 | 120 | 3141042001 | 4044159 |
| 5-6 obw. | 450 | 600 | 120 | 3141042002 | 4044160 |
| 7-8 obw. | 530 | 600 | 120 | 3141042003 | 4044161 |
| 9-10 obw. | 680 | 600 | 120 | 3141042004 | 4044162 |
| 11-13 obw. | 830 | 600 | 120 | 3141042005 | 4044163 |
| 14-16 obw. | 1030 | 600 | 120 | 3141042006 | 4044164 |
| 17-18 obw. | 1130 | 600 | 120 | 3141042007 | 4044165 |



Tigris – złączka przyłączeniowa z pierścieniem

| Wymiar D [mm] | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 x 3/4" | 13 | 23 | 34 | 3141488791 | 4044177 |
| 20 x 3/4" | 13 | 23 | 34 | 3141420051 | 4044176 |

Do połączenia rury PE-X,Al/PE-HD z rozdzielaczami lub zaworami grzejnikowymi.



Tigris K1/M1 – Przyłącze kątowe do grzejnika

| Typ | Z [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16/300 | 42 | 300 | 3241115364 | 4037512 |



Trójnik krzyżakowy w obudowie

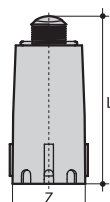
| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 16 x 16 x 16 | 3241036752 | 4013509 |
| 20 x 16 x 16 | 3241036753 | 4013516 |
| 20 x 16 x 20 | 3241036754 | 4013515 |



Przylącze grzejnikowe w korpusie styropianowym*

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 16 | 3141036751 | 4013510 |

* Do wyczerpania zapasów.



Korek (niebieski)

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Kod towaru | Stary kod towaru | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------------|------------|
| 1/2" | 32 | 62 | 3145955010 | 9595501 | 3033197 |

Korek (czerwony)

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Kod towaru | Stary kod towaru | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------------|------------|
| 1/2" | 32 | 62 | 3145955030 | 9595503 | 3044416 |



Zestaw zaciskowy

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|---------------------|-----------|------------|------------|
| akumulatorowy UAP2* | 16-75 | 3241305501 | 4045282 |
| elektryczny UNP2** | 16-75 | 3241305300 | 4045281 |

* Elementy zestawu: zaciskarka akumulatorowa UAP2, szczęki zaciskowe: 16, 20, 25 mm, metalowa walizka, akumulator, instrukcja obsługi.

** Elementy zestawu: zaciskarka elektryczna UNP2, szczęki zaciskowe: 16, 20, 25 mm, metalowa walizka, instrukcja obsługi.



Szczęki zaciskowe UNP2/UAP2

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|-----|------------|------------|
| 16 | 3241305301 | 4013548 |
| 20 | 3241305302 | 4013557 |
| 25 | 3241305303 | 4013561 |
| 32 | 3241305304 | 4013564 |
| 40 | 3241305305 | 4013566 |
| 50 | 3241305306 | 4013568 |
| 63 | 3241305307 | 4035779 |
| 75* | | 4053509 |

* Szczeka dla kształtek \varnothing 75 mm, wymaga adaptera \varnothing 75 mm.



Adapter do szczęk zaciskowych

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|-----|--------|------------|
| 75 | | 4053510 |



Kalibrator do rur wielowarstwowych – trójramienny

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|----------|------------|------------|
| 16/20/25 | 3241037116 | 3021196 |



Kalibrator ręczny/na wkrętarke

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| 16 | 3203053083 | 4999998 |
| 20 | 3203053091 | 4999999 |
| 25 | 3203053105 | 4023364 |
| 32 | 3241353113 | 4023365 |



Kalibrator ręczny/na wkrętarke

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| 40 | 3241037144 | 4031987 |
| 50 | 3241037150 | 4031988 |
| 63 | 3241037163 | 4035780 |
| 75 | | 4053507 |



Uchwyt do kalibratora ręcznego/na wkrętarke

| Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|
| 3203140334 | 3011162 |



Uchwyt łamany do kalibratora ręcznego/na wkrętarke

| Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|
| 3203140338 | 4036272 |



Zestaw 16/20/25

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|----------|------------|------------|
| 16/20/25 | 3203132552 | 4024485 |



Zaciskarka ręczna i szczęki do zaciskarki ręcznej

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|-----------|------------|------------|
| Zaciskarka ręczna | 16/20 | 3241305284 | 4013538 |
| Szczęki zaciskowe | 16 | 3241305285 | 4013542 |
| | 20 | 3241305286 | 4013543 |



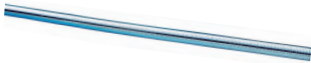
Nożyce do cięcia rur

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| 0-40 | 3286461142 | 3033260 |



Sprężyna do gięcia rur wewnętrzna

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| 16 | 3141021612 | 4044144 |
| 20 | 3141022016 | 4044145 |
| 25 | 3141022620 | 4044146 |

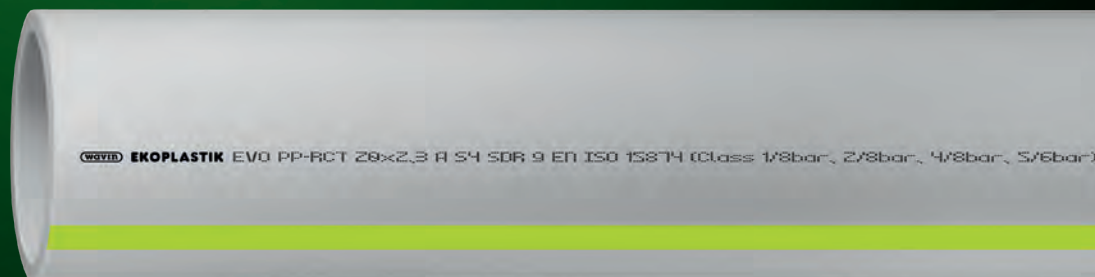


Sprężyna do gięcia rur zewnętrzna

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| 16 | 3141011612 | 3021385 |
| 20 | 3141012016 | 3021386 |

CONNECT TO BETTER

Nowy Ekoplastik EVO



Oferta rur Wavin Ekoplastik

| PPR PN 10 ø 20-125 mm | PPR PN 16 ø 16-125 mm | PPR PN 20 ø 16-63 mm | STABI PLUS ø 16-110 mm | THERM ø 20-40 mm | FIBER BASALT PLUS ø 20-125 mm | FIBER BASALT PLUS ø 20-40 mm | EVO ø 16-125 mm |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| S 5,0 | S 3,2 | S 2,5 | S 3,2 | S 3,2 | S 3,2 S 4,0 | S 3,2 | S 3,2 S 4,0 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Rura jednorodna EVO wykonana z PP-RCT. Wytrzymałość przewyższająca klasę ciśnieniową rur PN 20, o zwiększonym przepływie jak dla rur PN 16.



System instalacji sanitarnych i grzewczych Wavin Ekoplastik.

Rury z polipropylenu (PPR) jednorodne, stabilizowane aluminium Stabi PLUS, rury na bazie polipropylenu nowej generacji PP-RCT, stabilizowane włóknem bazaltowym FIBER BASALT PLUS, rury THERM oraz nowość w ofercie – rury EVO w całości wykonane z PP-RCT. Kształtki z PPR zgrzewane, gwintowane, siodłowe oraz elektrooporowe.

Więcej na www.wavin.pl.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewnętrznej i wewnętrznej

Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

1. System Ekoplastik

1.1. Zastosowanie poszczególnych rur Ekoplastik w zależności od rodzaju rury

| | PPR PN 10 ø 20-125 mm | PPR PN 16 ø 16-125 mm | PPR PN 20 ø 16-63 mm | STABI PLUS ø 16-110 mm | THERM ø 20-40 mm | FIBER BASALT PLUS ø 20-125 mm | FIBER BASALT PLUS ø 20-40 mm | EVO ø 16-125 mm |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ |
| | | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ |
| | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | |

1.1.1. Rury FIBER BASALT PLUS

⦿ **Włókno bazaltowe (BF)** – duża wytrzymałość, lekkość i odporność na ciśnienie.

⦿ **PP-RCT + BF** – większy przepływ, mniejszy ciężar.

FIBER BASALT PLUS jest unikalną rurą do wykonywania instalacji wodnych i ogrzewania wysokotemperaturowego. To pierwsza rura z włóknem bazaltowym z polipropylenu czwartej generacji – PP-RCT – zapewniającego ekstremalną żywotność. **Rury FIBER BASALT PLUS występują też w kolorze białym – w średnicach 20, 25, 32 i 40 mm. Maja one parametry identyczne jak rury FIBER BASALT PLUS w kolorze szarym.**

1.1.2. Rury Stabi PLUS

⦿ Rura bazowa z PP-RCT.

⦿ Aluminium bez perforacji dla rur ø 16 do 63 mm.

⦿ Perforowane aluminium dla rur ø 75 do 110 mm.

Rury Stabi PLUS są następcą standardowych rur Stabi, produkowanych z PP-R.

Nowy materiał, jakim jest polipropylen czwartej generacji PP-RCT, zapewnia zwiększoną trwałość instalacji i poprawia hydrauliczność, dzięki czemu instalacja okazuje się tańsza niż w przypadku zwykłych rur Stabi. System Ekoplastik oferuje również rury stabilizowane w kolorze białym. Jest to tzw. system **THERM**, występujący w średnicach od ø 20 do 40 mm i przeznaczony do instalacji grzewczych.

⦿ Rura bazowa z PP-RCT.

⦿ Aluminium bez perforacji dla rur ø 20 do 40 mm.



1.1.3. Rury EVO

- Rury w całości z polipropylenu najnowszej generacji – PP-RCT.
- Rury o zwiększonej średnicy wewnętrznej przy tych samych średnicach zewnętrznych.
- Zwiększona wytrzymałość i poprawiona hydraulika przepływu w stosunku do rur PN 20 i PN 16.

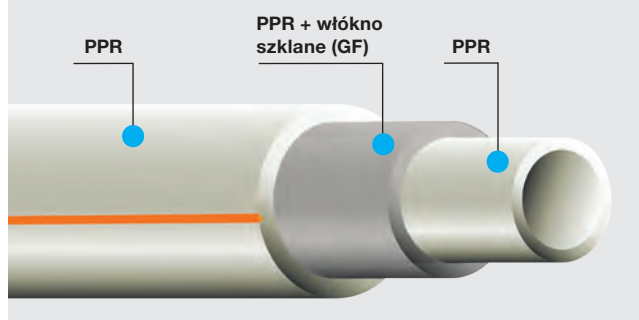


1.1.4. FIBER – rury z włóknem szklanym

Produkt został zastąpiony rurami FIBER BASALT PLUS. Dane przedstawiło do porównania właściwości rur.

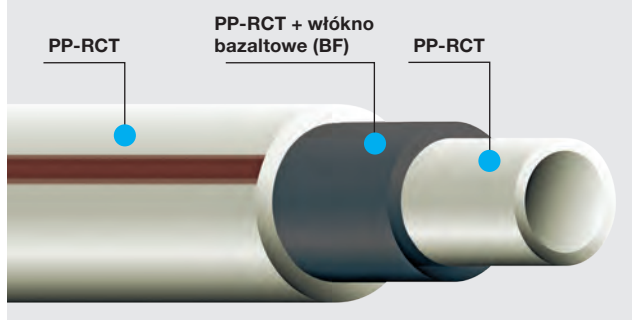
Dotychczasowe zalety i zastosowanie:

- Rury o wytrzymałości ciśnieniowej PN 16 i PN 20.
- 3 x mniejsza wydłużalność termiczna w stosunku do rur jednorodnych z PP-R.
- Brak konieczności zdzierania wierzchniej warstwy PP przed zgrzewaniem.



1.1.5. FIBER BASALT PLUS – unikatowa rura przyszłości

- **Aż o 50%** wyższa wytrzymałość na ciśnienie w wysokiej temperaturze.
- Wytrzymałość temperaturowa **do 90°C**.
- Większa przepustowość o **ok. 20%**.
- **3 x niższa** wydłużalność termiczna w stosunku do rur jednorodnych z PP-R.
- **Brak konieczności** zdzierania wierzchniej warstwy PP przed zgrzewaniem.



Porównanie parametrów rur FIBER BASALT PLUS, STABI PLUS i EVO

| | FIBER | FIBER BASALT PLUS | Stabi PLUS | THERM | EVO |
|---|---------------------------------|---|---|--------------------------|--|
| | Właściwości | Właściwości | Właściwości | Właściwości | Właściwości |
| Budowa | PPR | PP-RCT | PP-RCT | PP-RCT | PP-RCT |
| | PPR + GF | PP-RCT + BF | AL | AL | |
| | PPR | PP-RCT | PPR | PPR | |
| Wzmocnienie | włókno szklane | włókno bazaltowe gęstość +8% wytrzymałość na rozciąganie +20% | aluminium bez perforacji ø 16–63 mm z perforacją ø 75–110mm | aluminium bez perforacji | brak |
| Odporność na ciśnienie – klasa 2 (ciepła woda 70°C)* | 8 barów | 10 barów | 10 barów | 10 barów | 10 barów |
| Odporność na ciśnienie – klasa 5 (ogrzewanie maks. 90°C)* | 6 barów | 8 barów | 8 barów | 8 barów | 6 barów |
| Grubość ścianki (przepustowość, ciężar) | S 2,5–ø 20–63 S 3,2–ø 75–125 | S 3,2–ø 20–63 S 4,0–ø 75–125 | S 3,2 (PN 28)–ø 16–63 S 4,0 (PN 22)–ø 75–110 | S 3,2 (PN 28) –ø 20–40 | S 3,2 (PN 28)–ø 16 S 4,0 (PN 22)–ø 20–125 |
| Rozszerzalność liniowa (mm/m/°C) | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,12 |
| Rury zdzierane przed zgrzewaniem | nie | nie | tak | tak | nie |
| Żywotność | 50 lat | 50 lat | 50 lat | 50 lat | 50 lat |
| Gwarancja | 10 lat | 10 lat | 10 lat | 10 lat | 10 lat |

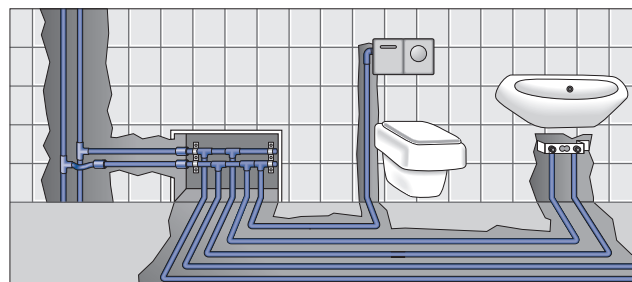
* Przy Ø 16–63 mm, wg normy EN ISO 15874.

2. Zastosowanie systemu Wavin Ekoplastik

System Wavin Ekoplastik może być stosowany do wykonywania instalacji w budynkach mieszkalnych, administracyjnych, biurowych, placówkach kulturalno-oświatowych, do instalacji przemysłowych oraz w rolnictwie.

System Wavin Ekoplastik jest przeznaczony do transportu zimnej i ciepłej wody, a przy spełnieniu zaleceń zawartych w poniższej instrukcji montażu – również do instalacji centralnego ogrzewania. System Wavin Ekoplastik może być także stosowany do transportu powietrza. Możliwość wykorzystania odporności chemicznej oraz pozostałych właściwości rur do transportu innych cieczy, gazów lub substancji stałych musi być w każdym konkretnym przypadku indywidualnie oceniona.

Na standardowe elementy systemu Wavin Ekoplastik producent udziela 10-letniej gwarancji.



3. Podstawowe informacje o asortymencie

Rury i kształtki systemu Wavin Ekoplastik są produkowane w następujących wymiarach (podawana jest zewnętrzna średnica rury): 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 i 125 mm.

Zakres zastosowania w zależności od rodzaju rury:

- ⊙ rura w całości wykonana z tworzywa sztucznego (PPR):
 - S 5,0 (PN 10) do zimnej wody,
 - S 3,2 (PN 16) do ciepłej wody,
 - S 2,5 (PN 20) do ciepłej wody i ogrzewania centralnego,
- ⊙ rura w całości wykonana z tworzywa sztucznego (PP-RCT):
 - EVO,
 - S 3,2 (PN 28; 16 mm) i S 4,0 (PN 22; 20–125 mm) do ciepłej i zimnej wody oraz niskotemperaturowego ogrzewania (maks. 70°C),
- ⊙ rura wielowarstwowa (PP-RCT) Stabi PLUS z folią aluminiową:
 - S 3,2 (PN 28; 16–63 mm) z folią aluminiową bez perforacji do ciepłej i zimnej wody oraz instalacji grzewczych nisko- i wysokotemperaturowych,
 - S 4,0 (PN 22; 75–110 mm) z folią aluminiową z perforacją do ciepłej i zimnej wody oraz instalacji grzewczych nisko- i wysokotemperaturowych,
- ⊙ rura wielowarstwowa (PP-RCT), FIBER BASALT PLUS z włóknami bazaltowymi:
 - S 3,2 (PN 28; 20–63 mm) do ciepłej i zimnej wody oraz instalacji grzewczych nisko- i wysokotemperaturowych,
 - S 4,0 (PN 22; 75–125 mm) do ciepłej i zimnej wody oraz instalacji grzewczych nisko- i wysokotemperaturowych do ciepłej wody i ogrzewania centralnego.

Warunki robocze instalacji wodnych i grzewczych są wyspecyfikowane dla czterech różnych klas zastosowania (wg ISO 10508).

Każda klasa zastosowania dotyczy typowego zakresu użytkowania – przez okres 50 lat. Musi ona być połączona

z obliczeniowym ciśnieniem (ciśnienie robocze systemu). Informacja ta jest podana na każdej rurze i ma formę: klasa zastosowania/ciśnienie; np. „1/10 barów” oznacza, że rura jest przeznaczona do klasy zastosowania 1 i ciśnienia roboczego w wysokości 10 barów.

Klasy zastosowania są określone w następujący sposób:

- ⊙ klasa 1 – dostarczanie zimnej wody 20°C,
- ⊙ klasa 2 – dostarczanie ciepłej wody 70°C,
- ⊙ klasa 4 – ogrzewanie podłogowe i grzejniki niskotemperaturowe,
- ⊙ klasa 5 – grzejniki wysokotemperaturowe.

Rury EVO są w całości wykonane z najnowszego polipropylenu PP-RCT. Rura \varnothing 16 mm wykonana jest w klasie S 3,2 i ma odporność odpowiednią do klasy ciśnieniowej PN 28. Rury o średnicach od 20 do 125 mm wykonane są w klasie S 4,0 i charakteryzują się odpornością odpowiednią do klasy ciśnieniowej PN 22. Rury te ze względu na zastosowany rodzaj materiału mają większą średnicę wewnętrzną niż rury w klasach PN 20 czy PN 16, ale zdecydowanie wyższą odporność ciśnieniową i temperaturową. Dzięki temu charakteryzują się znacznie lepszymi właściwościami hydraulicznymi. Pozwala to na zastosowanie podczas projektowania mniejszych średnic rur lub znacząco ograniczyć liczbę rur o dużych średnicach. Powoduje to łatwiejszy i szybszy montaż, zwiększa miejsce w ciągach układanych rur i obniża koszt instalacji.

Rury Stabi PLUS są rurami trójwarstwowymi. Wewnętrzna warstwa wykonana jest z najnowszego polipropylenu PP-RCT i ma grubości ścianki odpowiednie dla klasy S 3,4 (średnice 16–63 mm) i S 4,0 (średnice 75–110 mm). W trakcie produkcji rura wewnętrzna jest łączona z warstwą aluminiową, która w klasie rur S 3,2 nie ma perforacji, a w klasie S 4,0 – ma

perforację. Dzięki warstwie aluminiowej bez perforacji uzyskuje się 100-procentową ochronę antydyfuzyjną rur. Dodatkowo warstwa aluminium znacząco zmniejsza rozszerzalność cieplną rur i zwiększa ich sztywność. W celu zabezpieczenia warstwy aluminium przed uszkodzeniem zabezpiecza się ją warstwą zewnętrzną polipropylenu. Rury w klasie wymiarowej S 3,2 odpowiadają klasie ciśnieniowej PN 28, a w klasie S 4,0 – klasie ciśnieniowej PN 22.

Uwaga! W wyjątkowych przypadkach może dojść do wytrącenia się śladowej wilgotności z procesu produkcji na wewnętrznej rurze polipropylenowej (pod aluminium) – w formie bąbelków i pęcherzyków pod tą zewnętrzną warstwą. Warstwa ta nie wpływa na właściwości mechaniczne rury.

Rury THERM są pod względem budowy identyczne jak Stabi PLUS. Występują w klasie wymiarowej S 3,2 (PN 28), w średnicach od 20 do 40 mm. Rury THERM są w kolorze białym, co pozwala na podłączanie grzejników w instalacjach c.o. prowadzonych natynkowo lub jako przyłącza grzejnikowe.

Rury FIBER BASALT PLUS mają budowę trójwarstwową. Warstwa wewnętrzna oraz zewnętrzna są wykonane z polipropylenu typu 4 (PP-RCT). Środkową warstwę tworzy polipropylene typu 4 (PP-RCT) wzmocniony włóknami bazaltowymi (BF). Układ warstw można opisać następująco: PP-RCT/PP-RCT+BF/PP-RCT. Rury te dostępne są w klasie wymiarowej S 3,2 (PN 28, 20–63 mm)

i w klasie S 4,0 (PN 22–75–125 mm). Dzięki włóknom bazaltowym rura FIBER BASALT PLUS ma trzykrotnie niższą rozszerzalność cieplną niż rura w całości wykonana z tworzywa sztucznego – PPR. Dzięki materiałowi PP-RCT wykazuje ona także większą odporność na temperaturę i ciśnienie w stosunku do rur z PPR.

Kształtki są uniwersalne dla wszystkich rodzajów rur różnego typu.

- ⦿ Kształtki w całości z tworzywa sztucznego (mufy, kolanka, trójniki bez redukcji i z redukcją, redukcje, zaślepki, czwórnik).
- ⦿ Kształtki łączone z mosiężnymi niklowanymi gwintami do połączeń gwintowych (złączki, kolanka, trójniki, kolanka naścienne, uniwersalny komplet naścienny, złączki ze śrubunkiem).
- ⦿ Kombinowane kształtki do połączeń kołnierzowych.
- ⦿ Zawory proste z mosiężnym trzpieniem (klasyczne i podtynkowe).
- ⦿ Zawory kulowe z mosiężną chromowaną kulą (klasyczne i podtynkowe).
- ⦿ Elementy specjalne (skrzyżowania, pętlce kompensacyjne).

System Wavin Ekoplastik jest ponadto rozszerzony o następujące elementy dodatkowe:

- ⦿ narzędzia (zgrzewarki i końcówki zgrzewające, obcinaki, nożyce, skrobaki, termometry i narzędzia montażowe),
- ⦿ uchwyty, obejmy i zaślepki.

4. Właściwości systemu Wavin Ekoplastik PP-R/PP-RCT

4.1. Zalety

- ⦿ Przy prawidłowej aplikacji – żywotność 50 lat.
- ⦿ Nieszkodliwość dla zdrowia.
- ⦿ Nie koroduje, nie zarasta.
- ⦿ Elastyczność, niski ciężar, łatwy, szybki i czysty montaż.
- ⦿ Niski hałas, niskie straty ciśnienia spowodowane przez tarcie.

- ⦿ Wyrób nieszkodliwy dla środowiska (możliwość recyklingu).



4.2. Oznaczenie elementów systemu Wavin Ekoplastik

Elementy są oznaczone w opisany poniżej sposób.

Rury: Wavin Ekoplastik, typ rury, wymiar x grubość ścianki; norma produkcji, EN ISO 15874, klasa zastosowania/ciśnienie robocze S (PN), data produkcji i oznaczenie linii produkcyjnej.

Kształtki: Wavin Ekoplastik (ewentualnie jedynie skrót EK lub EKO), oznaczenie materiału PPR i wymiar.

Zgodnie z wymogami normy EN ISO 15874 rury są oznaczone kodem S – serii. Stosunek między S a wcześniej stosowanym PN przedstawiają tabele obok.

Tabela zależności klas S i PN dla PP-R

| | | | | |
|----|----|---|-----|-----|
| S | 5 | 4 | 3,2 | 2,5 |
| PN | 10 | – | 16 | 20 |

Tabela zależności klas S i PN dla PP-RCT

| | | | |
|----|-----|----|----|
| S | 3,2 | 4 | 5 |
| PN | 28 | 22 | 18 |

4.3. Informacje o podstawowym materiale do produkcji systemu Wavin Ekoplastik

Kształtki, rury z tworzywa sztucznego PN 10, PN 16, PN 20 systemu Wavin Ekoplastik są wyprodukowane z polipropylenu typu 3 (PPR). Rury EVO wykonane są w całości z polipropylenu typ 4 (PP-RCT).

Rury FIBER BASALT PLUS i Stabi PLUS są wyprodukowane z polipropylenu typu 4 (PP-RCT) i wzmocnione odpowiednio włóknem bazaltowym i aluminium.

Wybrane właściwości rur

| Właściwości | Rodzaj rury | Jednostka | Wartość |
|--|---------------------------------|-------------------|---------|
| Zmierzony ciężar | PPR, PP-RCT | g/cm ³ | 0,9 |
| Współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej | w całości z tworzywa sztucznego | mm/m °C | 0,12 |
| | Stabi PLUS, FIBER BASALT PLUS | | 0,05 |
| Współczynnik przewodzenia ciepła | wszystkie typy rur | W/m °C | 0,24 |

4.4. Normy produkcyjne i testowe

Elementy systemu Wavin Ekoplastik są produkowane zgodnie z wymogami normy EN ISO 15874, niemieckich norm DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962 i DIN 4726.

W celu zapewnienia jakości zgodnie z ISO 9001 są one regularnie kontrolowane zgodnie ze ściśle określonymi procedurami kontrolnymi:

- ⦿ charakterystyki surowca produkcyjnego,
- ⦿ parametry wyrobu oraz poszczególnych faz produkcji,

- ⦿ urządzenie produkcyjne,
- ⦿ parametry przyrządów pomiarowych.

System Wavin Ekoplastik jest certyfikowany w następujących krajach:

Białoruś, Bułgaria, Republika Czeska, Chorwacja, Włochy, Japonia, Węgry, Niemcy, Polska, Rumunia, Rosja, Słowacja, Słowenia, Hiszpania i Ukraina.

5. Właściwości medium w instalacji

5.1. Podstawowe parametry wewnętrznych instalacji wodociągowych

Poniższa tabela przedstawia ogólne kryteria wyboru typu rury, tzn. wartości ciśnienia i temperatury występujące najczęściej w wewnętrznych instalacjach wodnych.

| Medium | Maksymalne ciśnienie robocze [b] | Maksymalna temperatura robocza [°C] |
|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Zimna woda | 0–10 | od 20°C * |
| Ciepła woda | 0–10 | do 60°C ** |

* Dla wody pitnej z przyczyn higienicznych maksymalna temperatura wynosi 20°C.

** W instalacjach ciepłej wody, w miejscu zainstalowania baterii zakłada się maks. temperaturę wody 55°C jako ochronę przed poparzeniem. W instalacjach ciepłej wody zakłada się wariant krótkotrwałego podgrzewania ciepłej wody do wyższej temperatury (powyżej 70°C) w miejscu jej ogrzewania z przyczyn higienicznych – likwidacja patogennych mykobakterii i bakterii Legionelli.

System Wavin Ekoplastik może być zastosowany do wszystkich wewnętrznych instalacji wodociągowych (zimna woda pitna, zimna woda użytkowa, ciepła woda, cyrkulacja).

Dla tworzywowych instalacji rurowych zakłada się żywotność 50 lat przy prawidłowym doborze materiału, typu rur oraz prawidłowej eksploatacji. Typ rury w zależności od systemu ogrzewania wody i regulacji jej temperatury wybiera projektant.

5.2. Podstawowe parametry instalacji grzewczych

Przy ocenie właściwości użycia elementów systemu Wavin Ekoplastik do ogrzewania należy zastosować wartość wejściową obliczeniowej temperatury wody grzewczej, która jest najwyższą temperaturą występującą w instalacji.

W przypadku instalacji rur z tworzywa sztucznego za kotłem lub buforem zalecamy – z powodu ochrony – przy przegrzaniu systemu zainstalować za kotłem lub buforem odcinek z metalowych rur o długości 1,5–2,0 m.

Zalecane wartości dla ogrzewania – system Wavin Ekoplastik

| Zakres wartości temperatur | | | |
|---|---------|---------|---------|
| 70/50°C | 70/60°C | 75/65°C | 80/60°C |
| oraz do niskotemperaturowych instalacji | | | |

6. Możliwości prowadzenia instalacji Wavin Ekoplastik

Możliwości prowadzenia instalacji wodociągowej i grzewczej są takie same (uwzględniając specyfikę instalacji grzewczych). Należy zapewnić ochronę mechaniczną instalacji oraz uwzględnić konieczność jej podparcia i kompensacji.

Zalecamy prowadzenie wewnętrznej instalacji grzewczej w konstrukcji budowlanej (ściana, podłoga, strop) lub przykrywanie jej osłoną. Podłączenie grzejników, które będzie widoczne, zalecamy wykonać za pomocą rur THERM lub metalowego przyłącza. Jeśli rury nie są zakryte, należy brać pod uwagę fakt, że na rurach Stabi PLUS mogą się pojawić widoczne pęcherzyki i bąbelki. Nie wpływa to jednak na żywotność rur i nie stanowi podstawy do ich wymiany.

Rurociągi można prowadzić:

- ⦿ w brzdach ścian,
- ⦿ w instalacyjnych ściankach działowych,
- ⦿ w podłogach, stropach,
- ⦿ wzdłuż ścian (bez osłony i z osłoną),
- ⦿ w szybach instalacyjnych i kanałach,
- ⦿ w przypadku instalacji montowanej poza budynkiem należy ją prowadzić w zależności od konkretnych warunków.

7. Instrukcja montażu

7.1. Informacje ogólne

Przy montażu można używać jedynie elementów, które nie zostały w trakcie transportu i składowania uszkodzone lub zniszczone.



Minimalna temperatura montażu instalacji z tworzywa sztucznego ze względu na ich zgrzewanie wynosi $+5^{\circ}\text{C}$. Przy niższych temperaturach trudno zapewnić warunki do wykonania dobrej jakości połączeń.



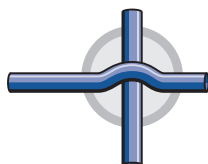
Przez cały czas montażu i transportu należy chronić elementy systemu z tworzywa sztucznego przed uderzeniami, spadającym na nie materiałem i innymi uszkodzeniami mechanicznymi.



Zginanie rur odbywa się bez nagrzewania, w temperaturze minimalnie $+15^{\circ}\text{C}$. Dla rur o średnicy 16–32 mm minimalny promień gięcia wynosi 8-krotność średnicy rury (D).



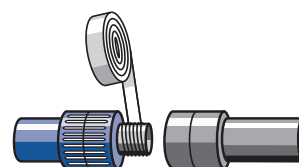
Niedopuszczalne jest zginanie rur poprzez ich podgrzewanie otwartym płomieniem lub gorącym powietrzem.



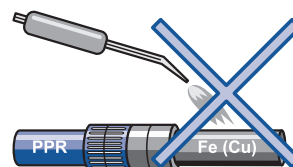
Skrzyżowania instalacji wykonuje się przy użyciu specjalnych elementów, przeznaczonych do tego celu.



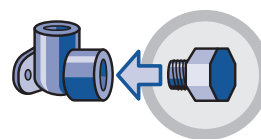
Łączenie rur z tworzywa sztucznego wykonuje się za pomocą zgrzewania polifuzyjnego, zgrzewania elektrooporowego i przy użyciu złączek elektrooporowych. Przy zgrzewaniu powstaje homogeniczne połączenie wysokiej jakości. Przy łączeniu należy ściśle przestrzegać procedury i użyć do tego odpowiednich narzędzi.



Do połączeń gwintowanych należy zastosować kształtki z gwintem; gwintowanie rur z tworzywa sztucznego jest zakazane. Gwinty uszczelnia się taśmą teflonową, nicią uszczelniającą lub specjalnymi pastami uszczelniającymi.



Jeśli za kształtką z gwintem występuje rura z gwintem z metalu, nie wolno znajdujących się w jej pobliżu kształtek łączyć poprzez lutowanie lub zgrzewanie, ze względu na ryzyko przewodnictwa ciepła.



Do zamknięcia naściennych kolanek, ew. uniwersalnego naściennego kompletu, przed montażem baterii zalecamy stosowanie korków z tworzywa sztucznego (korki te są przeznaczone jedynie do użytku tymczasowego – np. próba ciśnieniowa). Do długotrwałego zamknięcia muszą być zastosowane korki z metalowym gwintem.

UWAGA! Przy stosowaniu korków z gwintami metalowymi należy uważać, aby nie stosować zbyt dużej ilości materiału uszczelniającego, którego nadmiar i mocne skręcanie mogą uszkodzić gwint kształtki systemu Ekoplastik.

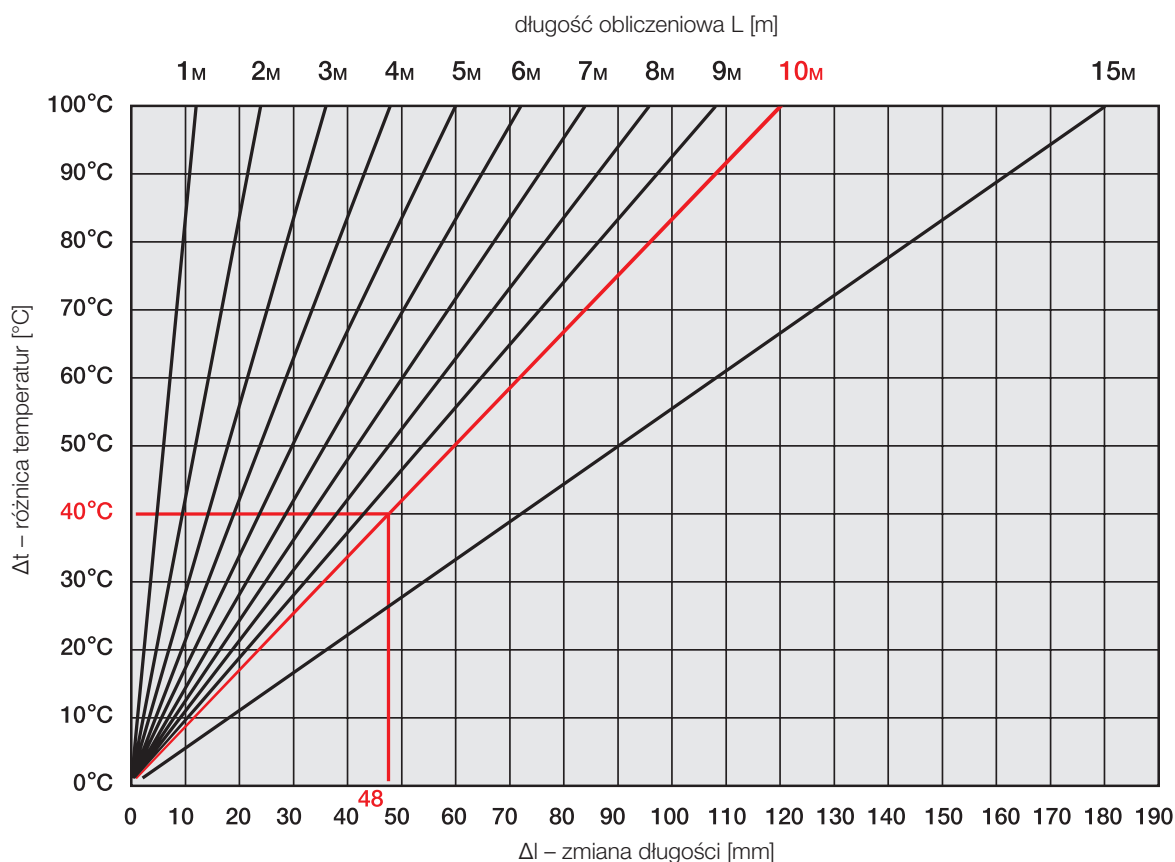
7.2. Wydłużalność i kurczliwość

Przy montażu systemu Ekoplastik należy brać pod uwagę jego właściwości związane z rozszerzalnością i kurczliwością w zależności od zmian temperatury. Wszelkie ogólne informacje

dotyczące sposobów kompensowania rurociągów i obliczeń z tym związanych znajdują się w rozdziale: *Projektowanie instalacji wodnych i grzewczych*, zamieszczonym na stronie 6.

Rozszerzalność liniowa rur Wavin Ekoplastik – rury w całości z tworzywa PPR (PN 10, PN 16, PN 20) i PP-RCT (EVO)

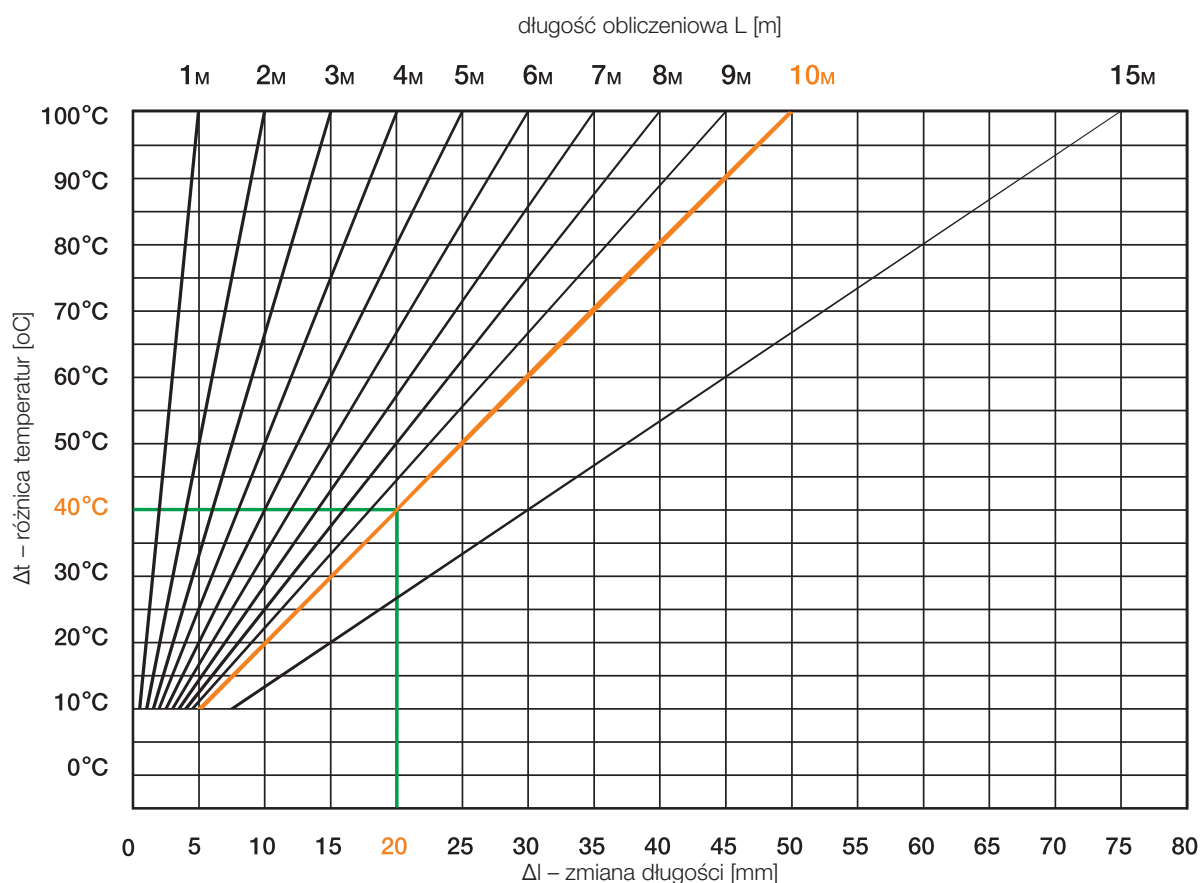
Przykład: $L = 10\text{ m}$, $\Delta t = 40^\circ\text{C}$.



| Długość instalacji | Różnica temperatur Δt | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10°C | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
| | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | |
| 1 m | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 2 m | 2 | 5 | 7 | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 |
| 3 m | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 | 22 | 25 | 29 |
| 4 m | 5 | 10 | 14 | 19 | 24 | 29 | 34 | 38 |
| 5 m | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 |
| 6 m | 7 | 14 | 22 | 29 | 36 | 43 | 50 | 58 |
| 7 m | 8 | 17 | 25 | 34 | 42 | 50 | 59 | 67 |
| 8 m | 10 | 19 | 29 | 38 | 48 | 58 | 67 | 77 |
| 9 m | 11 | 22 | 32 | 43 | 54 | 65 | 76 | 86 |
| 10 m | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 |
| 15 m | 18 | 36 | 54 | 72 | 90 | 108 | 126 | 144 |

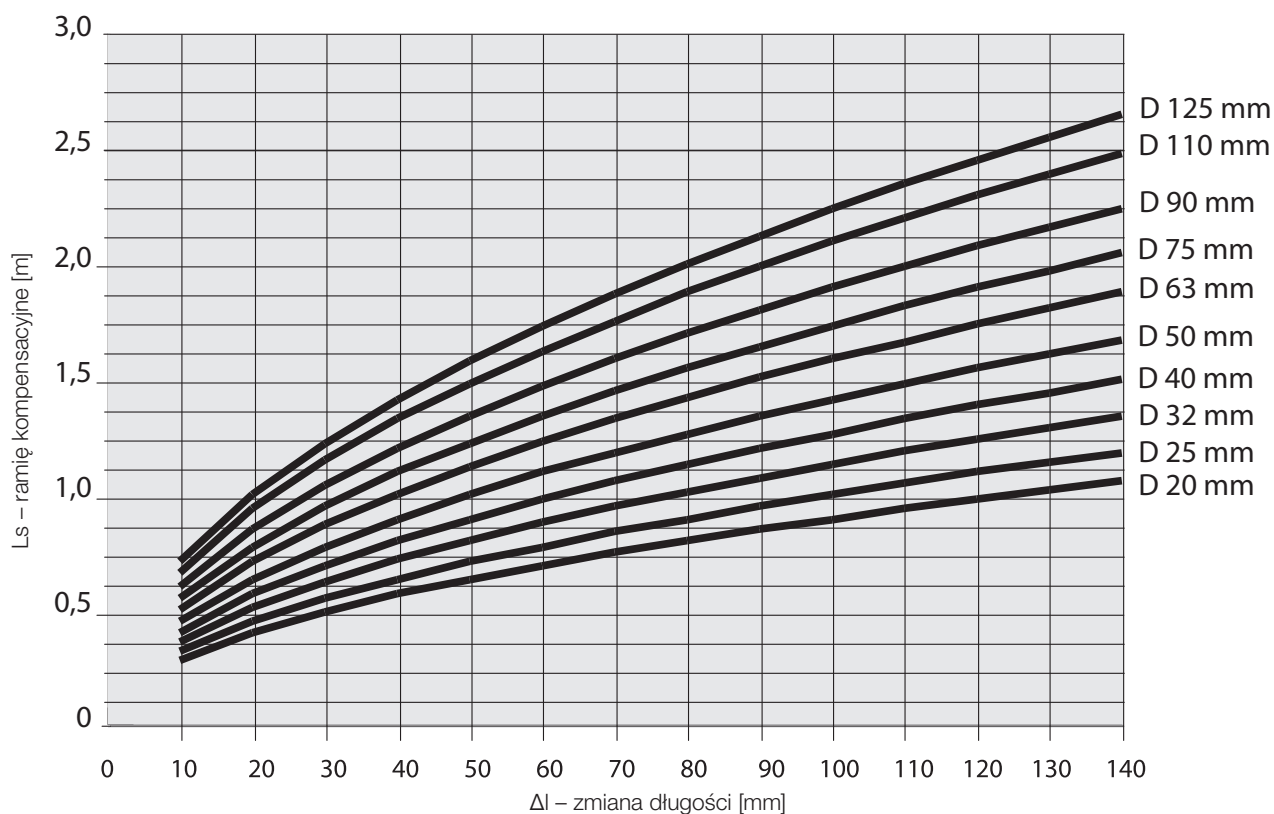
Rozszerzalność liniowa rur Wavin Ekoplastik – rury Stabi PLUS i FIBER BASALT PLUS

Przykład: $L = 10\text{ m}$, $\Delta t = 40^\circ\text{C}$.



| Długość instalacji | Różnica temperatur Δt | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 10 $^\circ\text{C}$ | 20 $^\circ\text{C}$ | 30 $^\circ\text{C}$ | 40 $^\circ\text{C}$ | 50 $^\circ\text{C}$ | 60 $^\circ\text{C}$ | 70 $^\circ\text{C}$ | 80 $^\circ\text{C}$ |
| | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | |
| 1 m | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 2 m | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 m | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 4 m | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 5 m | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| 6 m | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 7 m | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 | 21 | 25 | 28 |
| 8 m | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| 9 m | 5 | 9 | 14 | 18 | 23 | 27 | 32 | 36 |
| 10 m | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 15 m | 8 | 15 | 23 | 30 | 38 | 45 | 53 | 60 |

Określenie długości ramienia kompensacyjnego Ls



| Średnica rury [mm] | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| | Długość ramienia kompensacyjnego L_s [m] | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 0,28 | 0,40 | 0,49 | 0,57 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,89 | 0,94 | 0,98 | 1,02 | 1,06 |
| 25 | 0,32 | 0,45 | 0,55 | 0,63 | 0,71 | 0,77 | 0,84 | 0,89 | 0,95 | 1,00 | 1,05 | 1,10 | 1,14 | 1,18 |
| 32 | 0,36 | 0,51 | 0,62 | 0,72 | 0,80 | 0,88 | 0,95 | 1,01 | 1,07 | 1,13 | 1,19 | 1,24 | 1,29 | 1,34 |
| 40 | 0,40 | 0,57 | 0,69 | 0,80 | 0,89 | 0,98 | 1,06 | 1,13 | 1,20 | 1,26 | 1,33 | 1,39 | 1,44 | 1,50 |
| 50 | 0,45 | 0,63 | 0,77 | 0,89 | 1,00 | 1,10 | 1,18 | 1,26 | 1,34 | 1,41 | 1,48 | 1,55 | 1,61 | 1,67 |
| 63 | 0,50 | 0,71 | 0,87 | 1,00 | 1,12 | 1,23 | 1,33 | 1,42 | 1,51 | 1,59 | 1,66 | 1,74 | 1,81 | 1,88 |
| 75 | 0,55 | 0,77 | 0,95 | 1,10 | 1,22 | 1,34 | 1,45 | 1,55 | 1,64 | 1,73 | 1,82 | 1,90 | 1,97 | 2,05 |
| 90 | 0,60 | 0,85 | 1,04 | 1,20 | 1,34 | 1,47 | 1,59 | 1,70 | 1,80 | 1,90 | 1,99 | 2,08 | 2,16 | 2,24 |
| 110 | 0,66 | 0,94 | 1,15 | 1,33 | 1,48 | 1,62 | 1,75 | 1,88 | 1,99 | 2,10 | 2,20 | 2,30 | 2,39 | 2,48 |
| 125 | 0,71 | 1,00 | 1,22 | 1,41 | 1,58 | 1,73 | 1,87 | 2,00 | 2,12 | 2,24 | 2,35 | 2,45 | 2,55 | 2,65 |

Wartości są zaokrąglone do pełnych liczb.

7.3. Prowadzenie instalacji

Instalacja musi być zamontowana z minimalnym spadkiem – 0,5% – względem najniższego miejsca, w którym istnieje możliwość jej zwykłego opróżnienia.

Musi ona być podzielona na części, które w razie potrzeby można odciąć. Do odcinania stosowane są odpowiednie zawory przelotowe lub zawory kulowe z tworzywa sztucznego. Do instalacji stosowane są zawory lub kurki podtynkowe. Przed zamontowaniem elementu należy sprawdzić jego funkcjonowanie. Do połączenia rur w miejscu zamontowania baterii z mieszaczem zaleca się zastosowanie uniwersalnego kompletu naściennego.

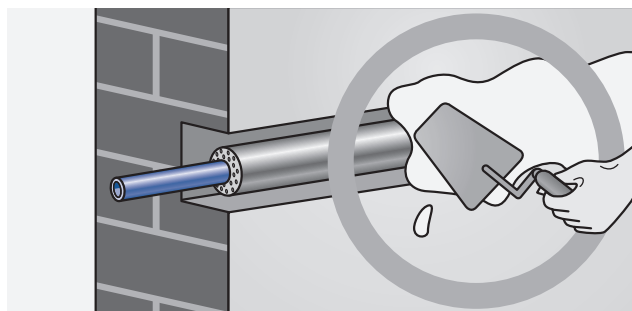


Do montażu w miejscach, w których nie stosuje się mimośrodków do wyrównania położenia baterii, np. przy instalacji pod płytą gipsową, przeznaczony jest komplet naścienny do płyt gipsowych z rozstawem 20 x 1/2". Przy prowadzeniu instalacji pod tynkiem wskazane jest zastosowanie uniwersalnego kompletu naściennego 20 x 1/2" lub 25 x 1/2", w przypadku którego rozstaw gwintów jest przesunięty, tak aby ewentualne odchylenie od osi poziomej podejścia wodnego było możliwe za pomocą mimośrodków. Kompletu tego można używać do baterii o rozstawie 150, 135 i 100 mm. Zastosowanie tego elementu zapewnia sprawny i szybki montaż, umożliwiający skorygowanie położenia baterii. Gdy instalacja kończy się naściennymi kolankami, należy zapewnić ich dokładne położenie oraz solidne zamocowanie. Szczególnie przy montażu dwóch kolanek naściennych do baterii z mieszaczem (wannowej, prysznicowej, umywalkowej) należy zadbać o to, aby były na tej samej wysokości równoległe z osią kształtek. Przy montażu baterii nie może dochodzić do skrętnego obciążenia naściennych kolanek.

Dlatego zaleca się montaż naściennych kolanek na płytce armaturowej z tworzywa sztucznego, która zapewnia ich dokładne położenie. Płytkę ma otwory do montażu kolanek naściennych zgodnie z powszechnie stosowanymi rozstawami baterii.

Wykonanie instalacji rozprowadzającej Wavin Ekoplastik

Instalację rozprowadzającą wykonuje się zazwyczaj przy użyciu rur o średnicy 16–20 mm. Najczęściej rury prowadzone są w bruzdzie ściennej. Bruzda do prowadzenia izolowanej instalacji musi zapewniać luz i umożliwiać wydłużalność rur. Izolacja instalacji nie tylko jest potrzebna z przyczyn termicznych, lecz także służy jako jej ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz jako warstwa pomagająca kompensować jej rozszerzalność cieplną. Zaleca się izolację z piankowego polietylenu lub piankowego poliuretanu. Przed jej zamurowaniem należy rury dobrze zamocować w bruzdzie (uchwyty – plastikowe lub metalowe obejmny, zagipsowanie itp.).



Przy prowadzeniu instalacji wodociągowej w instalacyjnych ściankach działowych należy ją zabezpieczyć przez odpowiednie zamocowanie, np. przy wykorzystaniu systemu metalowych obejm. Instalacja musi być prowadzona tak, aby zachowana była możliwość jej wydłużeń, i musi być zaizolowana.

Przy prowadzeniu instalacji wody zimnej w konstrukcji podłogi lub stropu na rury nakłada się giętkie osłony z tworzywa sztucznego (z polietylenu) – rury peszel, które gwarantują mechaniczną ochronę instalacji, a jednocześnie zapewniają przerwę powietrzną między rurami a rurą osłonową, tworząc przestrzeń na pracę instalacji. Odkrytą instalację z tworzywa sztucznego stosuje się rzadko, na krótkich odcinkach i w pomieszczeniach o mniejszych wymaganiach (pralnie, pomieszczenia techniczne itp.). Rury muszą być zabezpieczone dobrej jakości izolacją (np. jeśli rury z zimną wodą będą prowadzone po ścianie w ogrzewanym pomieszczeniu, istnieje duże ryzyko kondensacji wilgoci na ich ściankach). Instalacja może być prowadzona swobodnie po ścianie jedynie w pomieszczeniach, w których nie ma ryzyka mechanicznego uszkodzenia rur.

Prowadzenie pionów systemu Wavin Ekoplastik

W przypadku pionów należy starannie zadbać o rozmieszczenie stałych punktów mocowania, punktów przesuwnych oraz zapewnienie odpowiedniego sposobu kompensacji. Kompensację w pionach wykonuje się zgodnie z zapisami zawartymi w rozdziale *Projektowanie instalacji wodnych i grzewczych* (strona 6).

Prowadzenie instalacji doprowadzającej – rury Stabi PLUS i FIBER BASALT PLUS

Rury Stabi PLUS i FIBER BASALT PLUS mają trzykrotnie mniejszą rozszerzalność i większą sztywność od rur, które w całości są wykonane z tworzywa sztucznego. Rury Stabi PLUS i FIBER BASALT PLUS można montować w taki sam sposób, jak opisano to powyżej dla rur w całości wykonanych z tworzywa sztucznego, czyli z klasycznym sposobem rozwiązywania kompensacji. Dopuszczalne jest przy tym stosowanie większych odległości

7.4. Połączenia w systemie

System Wavin Ekoplastik może być łączony za pomocą zgrzewania lub z wykorzystaniem połączeń mechanicznych.

Łączenie rur z kształtką odbywa się w taki sam sposób dla wszystkich typów rur, kształtki są takie same. Z rur Stabi PLUS przed ich zgrzewaniem na odcinku, który będzie wsunięty w kielich kształtki, należy za pomocą specjalnego zdzieraka usunąć wierzchnią warstwę PPR oraz środkową warstwę aluminiową.

Zgrzewanie

Połączenia zgrzewane polifuzyjnie muszą być wykonywane zgodnie z procedurą oraz przy użyciu niezawodnych i przeznaczonych do tego narzędzi, których parametry zostały wcześniej sprawdzone.

Cięcie rur

Rury można ciąć jedynie przy użyciu dobrze zaostrzonych narzędzi. Zaleca się zastosowanie specjalnych nożyc lub noży przeznaczonych do rur z tworzywa sztucznego.

Połączenia gwintowane, przejścia: tworzywo sztuczne – metal



Do wykonania przejść: tworzywo sztuczne – metal w instalacjach cieplej wody i grzewczych stosuje się wyłącznie złączki z mosiężnymi, niklowanymi gwintami wewnętrznymi i zewnętrznymi.

7.5. Próba ciśnieniowa instalacji

Próba ciśnieniowa instalacji wykonanej w systemie Wavin Ekoplastik powinna być wykonana zgodnie z zapisami zamieszczonymi w rozdziale 4 *Wstępu*, zatytułowanym: *Uruchomienie i sprawdzenie instalacji* (strona 30).

mocowania podpór, a odcinki kompensacyjne będą znacząco krótsze. Można również przy prowadzeniu instalacji w rynnie instalacyjnej zastosować tzw. sztywny montaż. Oznacza to, że rury montuje się za pomocą stałych mocowań w taki sposób, że rozszerzalność cieplna przenoszona jest do materiału rur. Podstawą takiego montażu jest zastosowanie obejm, które będą w stanie faktycznie utrzymać instalację i będą odpowiednio mocno zakotwione.

Do dokręcenia połączeń gwintowanych stosuje się klucze z paskiem do dokręcania połączeń z tworzywa sztucznego, o ile złączka z gwintem nie ma nakrętki bezpośrednio do połączenia z metalową częścią innej instalacji.

UWAGA!

Stosowanie złączek z gwintami z tworzywa sztucznego w systemie Wavin Ekoplastik PPR jest niedopuszczalne z przyczyn fizyczno-mechanicznych! Złączki z tworzywowymi gwintami mogą być stosowane np. przy tworzeniu prowizorycznych, tymczasowych instalacji.



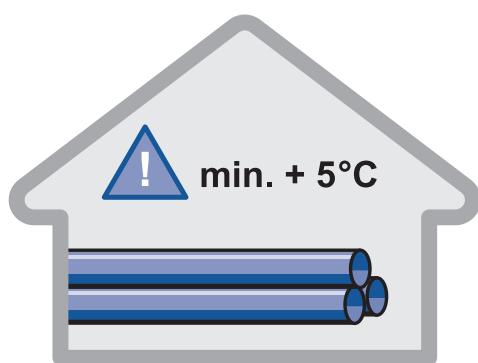
Do zabezpieczenia kolan naściennych oraz uniwersalnych kompletów naściennych przed montażem baterii stosuje się plastikowe korki. Są one przeznaczone jedynie do użycia tymczasowego, jak np. próba ciśnieniowa. Do długotrwałych zabezpieczeń należy stosować korki z metalowym gwintem.

Uszczelnianie połączeń

Połączenia gwintowane uszczelnia się wyłącznie taśmą teflonową, nicią teflonową lub specjalną pastą uszczelniającą.

8. Składowanie i transport materiału

Elementy muszą być chronione przed oddziaływaniem warunków atmosferycznych, promieniowaniem UV i zanieczyszczeniem. Należy je składować w temperaturze minimalnej +5°C.

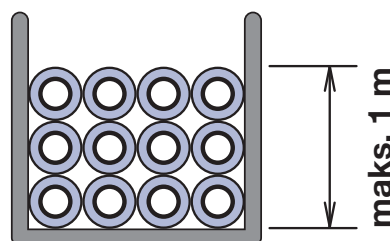


Miejsce składowania elementów z tworzywa sztucznego musi być oddzielone od pomieszczenia, w którym są przechowywane rozpuszczalniki, farby, kleje i podobne substancje. Zalecana temperatura składowania wynosi minimum +5°C. W przypadku niższych temperatur należy zachować szczególną ostrożność przy przenoszeniu i transporcie rur.

Rury tworzywowe należy składować podparte na całej długości lub w inny sposób, tak aby nie dochodziło do ich odkształcania. Kształtki z tworzywa sztucznego składa się w workach na paletach lub luzem w kartonach, kontenerach, koszach itp.

Przy składowaniu rur w rękawach z tworzywa sztucznego maksymalna wysokość składowania wynosi 1 m. Tworzywowe rury i kształtki składa się tak, aby można było rozróżnić poszczególne ich rodzaje. Elementy z magazynu należy pobierać, zaczynając od najstarszych.

Przy przenoszeniu elementów zakazane jest ciągnięcie wyrobów po ziemi oraz przestrzeni ładunkowej środka transportu. Ponadto nie wolno rzucać wyrobami oraz zrzucać ich z przestrzeni ładunkowej na ziemię. Przy przenoszeniu ich na budowę należy je chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi, a na budowie – składować je na podkładach oraz chronić przed zanieczyszczeniami, oddziaływaniem rozpuszczalników, bezpośrednim oddziaływaniem ciepła (kontaktem z elementami grzewczymi itp.) oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Elementy są dostarczane przez producenta w opakowaniach ochronnych (rury w workach polietylenowych, kształtki również w workach lub kartonach), w których należy je pozostawić aż do momentu ich zamontowania, aby chronić je przed zanieczyszczeniami.



9. Zgrzewanie polifuzyjne

9.1. Niezbędne narzędzia

1. Zgrzewarka elektryczna do zgrzewania polifuzyjnego wyposażona w końcówkę zgrzewającą o odpowiednich wymiarach.
2. Termometr dotykowy lub pirometr.
3. Specjalne nożyce lub obcinak krążkowy, w razie potrzeby piłka do metalu.
4. Ostry nóż kieszonkowy z krótkim ostrzem.
5. Szmatka z niesyntetycznego materiału.
6. Środek odtłuszczający.
7. Miara.
8. Przy zgrzewaniu rur powyżej \varnothing 50 mm – skrobak i uchwyt montażowy.
9. Przy zgrzewaniu rur Stabi PLUS – specjalny zdzierak.

9.2. Przygotowanie narzędzi

Najpierw do zgrzewarki mocujemy końcówki zgrzewające (śrubami – zależy od typu zgrzewarki). Zgrzewarkę za pomocą regulatora ustawiamy na temperaturę 260°C i podłączamy do sieci. Czas rozgrzewania uzależniony jest od warunków otoczenia. W stanie rozgrzanym oczyszczamy końcówkę zgrzewającą z zanieczyszczeń pozostałych po wcześniejszym zgrzewaniu, stosując w tym celu szmatkę z niesyntetycznego materiału, aby nie doszło do uszkodzenia teflonowej warstwy końcówek grzewczych.

Pracę ze zgrzewarką można rozpocząć, kiedy wskazują na to diody LED lub po sprawdzeniu temperatury końcówek grzewczych za pomocą dotykowego termometru bądź pirometru i stwierdzeniu, że zgrzewarka jest odpowiednio rozgrzana.

9.3. Przygotowanie rur i kształtek do zgrzewania

Rury i kształtki należy dokładnie obejrzyć przed rozpoczęciem pracy. W elementach tych nie może być w żaden sposób osłabiona ścianka, w złączkach gwintowanych przed montażem należy sprawdzić ich gwinty, mocując w nich element o gwincie przeciwnym. Gniazda kształtek do zgrzewania i części rur wsuwane do złączki należy oczyścić i odtłuścić.

Kształtki nasuwa się na rurę i kontroluje się, czy połączenia nie są zbyt luźne. Kształtki, które luźno wchodzi na rurę, należy usunąć!

Prawidłowe działanie specjalnych nożyc lub obcinaka krążkowego sprawdzamy, wykonując jedno lub dwa kontrolne cięcia na testowej rurce. Przy kontrolnym cięciu nie można dopuścić do ściśnięcia zewnętrznej średnicy rury. Jeśli do tego dojdzie, narzędzie należy dostosować, tzn. naostrzyć.

UWAGA! W przypadku cięcia rur w niskich temperaturach – ok. 5°C i poniżej – należy zwracać szczególną uwagę na to, aby tępe noże nożyc nie spowodowały pęknięcia wzdłużnego rury, które po zgrzewie może spowodować nieszczelność połączenia. Pęknięcie można zauważyć po przecięciu rury oraz poprzez oględziny czoła przeciętej rury i jej ścianek wewnętrznych. Zaleca się, aby rury ciąć i zgrzewać w temperaturach powyżej 5°C.

UWAGA! W żadnym wypadku nie wolno przedłużać czasu nagrzewania, szczególnie dla rur wykonanych z PP-RCT (rury FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, EVO). Może to doprowadzić do nieprawidłowych zgrzewów, kryzowania instalacji i w skrajnych przypadkach – do nieszczelności połączeń.

9.4. Proces zgrzewania

1. Odmierzyć potrzebną długość rury i ją uciąć. Jeśli do tego celu musimy użyć piłki do metalu, nożem oczyszczamy odcięty brzeg rury z zadziorów.

2. Następnie zaleca się, aby nożem lub specjalnym narzędziem sfazować (ściąć) pod kątem 30–45° zewnętrzny brzeg końca rury przeznaczony do nagrzania – przede wszystkim dotyczy to rur o średnicy powyżej 40 mm. W ten sposób zapobiegnie się rwaniu materiału przy wsuwaniu końca rury do kształtki podczas zgrzewania.



3. Jeśli łączymy rury Stabi PLUS, wówczas zdzierakiem usuwa się zewnętrzną warstwę tworzywa sztucznego oraz środkową warstwę aluminiową na odcinku, który będzie wsunięty do kształtki. Z tak przygotowaną rurą pracuje się tak samo jak z rurą PPR/PP-RCT w całości wykonaną z tworzywa sztucznego.



4. Przy zgrzewaniu większych elementów (powyżej 40 mm) niezwykle ważna jest kontrola owalności. Przed zgrzewaniem konieczne jest zdrapanie utlenionej warstwy (gr. 0,1 mm) na powierzchni rury – na odcinku, który będzie wsunięty w kształtkę. Utleniona warstwa ma niekorzystny wpływ na jakość zgrzewu.

5. Zaleca się, aby pisakiem lub znacznikiem nakreślić na rurce długość wsunięcia końca rury do kształtki zgodnie z głębokością końcówki grzewczej kształtki. Należy przy tym wziąć pod uwagę fakt, że koniec rury nie może być wciśnięty w końcówkę grzewczą kształtki do oporu. Musi zostać wolna przestrzeń min. 1 mm dla materiału, który mógłby zwęzić przekrój kształtki w miejscu zgrzewu. W przypadku rur Stabi PLUS długość wsunięcia do kształtki jest ustawiona na zdzieraku.

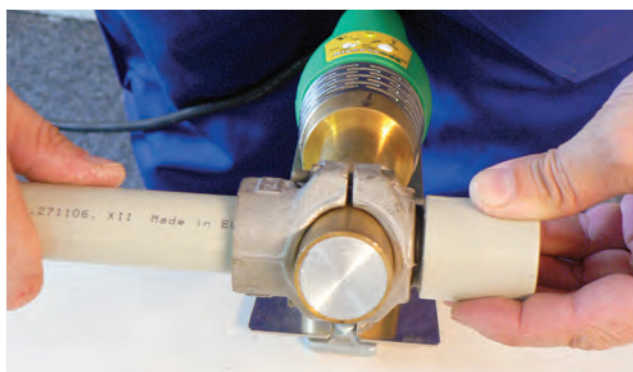
6. Ponadto zalecamy oznaczenie miejsca zgrzewania na rurce oraz na kształtce, dzięki czemu zapobiegnie się obróceniu rury w stosunku do kształtki po jej wsunięciu. Do tego celu można wykorzystać „ryski” montażowe na kształtkach.



7. Po oznaczeniu konieczne jest oczyszczenie i odtłuszczenie zgrzewanych powierzchni. Bez odtłuszczenia może nie dojść do idealnego połączenia nadtopionych warstw. Teraz przystępujemy do właściwego zgrzewania.

8. Najpierw wsuwa się na nagrzaną końcówkę kształtkę, która ma grubsza ściankę niż rura i dłużej się rozgrzewa. Następnie należy sprawdzić na końcówce, czy nie jest zbyt luźna.

Kształtkę, która nie przylega na całej powierzchni do końcówki nagrzewającej, usuwamy, ponieważ nierównomierne nagrzewanie prowadzi do powstania niskiej jakości zgrzewu. Po kształtce w końcówkę zgrzewającą wsuwamy rurkę. Rura musi być wsunięta podobnie szczelnie jak kształtka.



9. Obie części rozgrzewamy przez czas określony w tabeli 1. Czas nagrzewania mierzy się od chwili, kiedy rura i kształtka są nasunięte na końcówkę zgrzewającą na całej długości, która została oznaczona. Przy złym wsuwaniu rury i kształtki na trzpień można lekko obrócić oba elementy (maks. 10°), zanim zostaną wsunięte na całej długości. W trakcie nagrzewania nie wolno ich obracać.

10. Po upływie czasu nagrzewania wyjmujemy z końcówki zgrzewającej kształtkę oraz rurę i łączymy je w taki sposób, że rurę, lekko naciskając, z taką samą siłą wsuwamy bez obracania w gniazdo kształtki na określoną głębokość. Sprawdzamy, czy rura i kształtka są dokładnie na jednej osi. Tabela 2 określa czas od zdjęcia z końcówki do wciśnięcia rury w kształtkę. W przypadku przekroczenia podanego czasu istnieje ryzyko schłodzenia nadtopionej warstwy i powstania złej jakości „zimnego” połączenia. Zaraz po zgrzaniu połączenia unieruchamiamy i pozostawiamy do wystudzenia – zgodnie z danymi podanymi w tabeli 2. Później już nie może dojść do wysunięcia rury z kształtki, spowodowanego ciśnieniem zgrzewającym, oraz do zmiany położenia kształtki w stosunku do rury.

Napełnienie instalacji wodą jest możliwe najwcześniej po upływie 1 godziny od wykonania ostatniego połączenia.

Zalecenia dotyczące zgrzewania dużych średnic

Rury o średnicy do 40 mm można zgrzewać ręcznie. W przypadku większych średnic, od 50 mm włącznie, zaleca się stosowanie zgrzewarki stacjonarnej, ew. uchwytu montażowego, aby zapewnić odpowiednią siłę docisku oraz zachować osiowość połączenia rur.

I. Przygotowanie rur



Ścięcie krawędzi (sfazowanie).



Oskrobanie.

Tabela 1

| D [mm] | Czas nagrzewania [s] | D [mm] | Czas nagrzewania [s] |
|--------|----------------------|--------|----------------------|
| 16 | 5 | 63 | 24 |
| 20 | 5 | 75 | 30 |
| 25 | 7 | 90 | 40 |
| 32 | 8 | 110 | 50 |
| 40 | 12 | 125 | 60 |
| 50 | 18 | – | – |

II. Zgrzewanie



Montaż w narzędziu i wycentrowanie, potem nagrzanie.



Przestawienie po nagrzaniu.



Gotowy zgrzew po wystygnięciu.

Tabela 2

| D [mm] | Czas na przestawienie [s] | Czas chłodzenia | |
|--------|---------------------------|---------------------|---------------|
| | | ze zblokowaniem [s] | łącznie [min] |
| 16, 20 | 4 | 6 | 2 |
| 25 | 4 | 10 | 2 |
| 32 | 6 | 10 | 4 |
| 40, 50 | 6 | 20 | 4 |
| 63, 75 | 8 | 30 | 6 |
| 90 | 8 | 40 | 6 |
| 110 | 10 | 50 | 8 |
| 125 | 10 | 60 | 8 |

10. Naprawy instalacji – zestaw naprawczy



Istnieje unikatowa możliwość naprawy przewierconej rury – nie może tego zabraknąć w wyposażeniu żadnego instalatora!

- ⦿ Znacząco obniża zakres koniecznych prac wyburzeniowych i uszkodzeń płytek.
- ⦿ Zestaw zawiera specjalną końcówkę zgrzewającą i naprawcze trzpienie. Kończówka jest uniwersalna i pasuje do wszystkich typów zgrzewarek trzpieniowych, łącznie z kątową.
- ⦿ Specjalna końcówka zgrzewająca jest obecnie częścią kompletów montażowych ze zgrzewarką trzpieniową.
- ⦿ Zestaw jest przeznaczony do naprawy przewierconych rur Wavin Ekoplastik. Jest uniwersalny do średnic 20–110 mm, do wszystkich typów rur.
- ⦿ Działa na zasadzie zgrzewania polifuzyjnego i dotyczy go wszystkie ogólne zasady tego rodzaju zgrzewania.

Potrzebne narzędzia: wiertło 10 mm, szmatka do odtłuszczenia i osuszenia, miara, pisak, śrubokręt, kombinerki lub obcinak, specjalna końcówka zgrzewająca, trzpień naprawczy, zgrzewarka. Zgrzewarkę należy włączyć, ustawić na maksimum i odczekać minimalnie do drugiego cyklu podgrzewania.

Kolejność czynności

Przewiercony otwór rozwiąć (rozkalibrować) wiertłem 10 mm.



Osuszyć i odtłuścić. Na trzpieniu naprawczym oznaczyć głębokość wsunięcia w zależności od grubości ścianki przewierconej rury +2 mm; na końcówce zgrzewającej ustawić krążek dystansowy.



Rozpocząć rozgrzewanie trzpienia naprawczego i końcówki zgrzewającej. Wsunąć powoli bez obracania w przygotowany otwór. Nagrzewać przez 5 s.



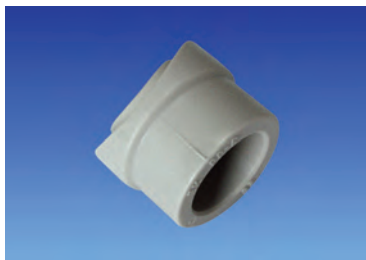
Rozgrzany trzpień naprawczy zdjąć z końcówki zgrzewającej i wsunąć powoli bez obracania w rozgrzany otwór.



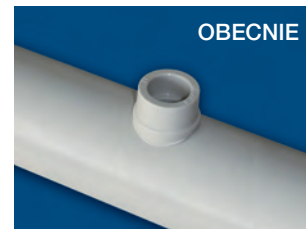
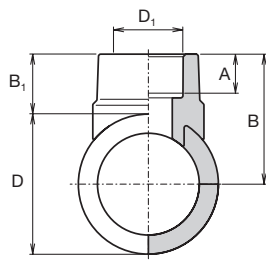
Po wychłodzeniu odciąć pozostałą część trzpienia naprawczego.

W przypadku zastosowania zestawu naprawczego bez wcześniejszych doświadczeń z jego używaniem należy przeprowadzić np. 2 kontrolne zgrzewy, a następnie rozciąć je i dokonać ich wizualnej kontroli – połączenia materiału i wielkości wytopionych pierścieni-wypływek.

11. Dodatkowe odgałęzienia nasadowe – złączki siodłowe



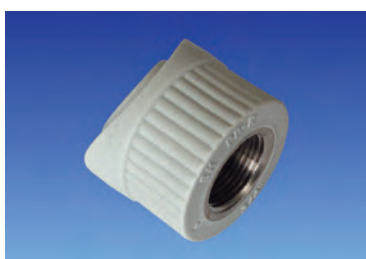
Złączka siodłowa \varnothing 32.



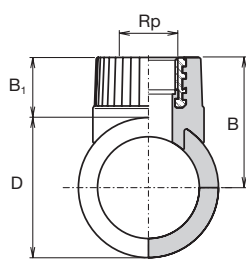
Odgałęzienie 32 mm na instalacji o średnicy 90 mm.

Stary sposób (po lewej): zastosowanie trójnika 90 mm, redukcja 90/63 mm i redukcja 63/32 mm.

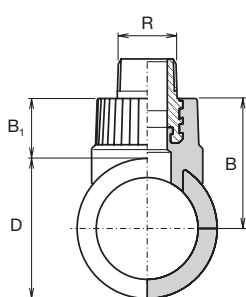
Nowy sposób (po prawej): zastosowanie złączki siodłowej 90 x 32 mm.



Złączka siodłowa z gwintem wewnętrznym \varnothing 3/4".



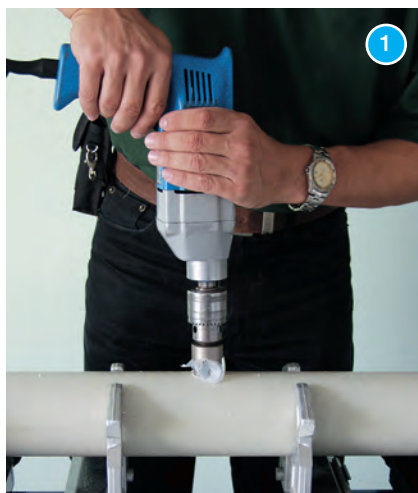
Złączka siodłowa z gwintem zewnętrznym \varnothing 3/4".



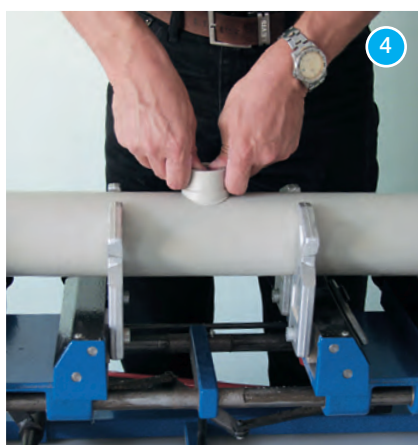
Potrzebne wyposażenie: specjalne wiertło, wiertarka, szmatka do odtłuszczenia, specjalna końcówka do złączek siodłowych, złączka siodłowa, zgrzewarka, nóż do sfazowania krawędzi (do rur Stabi PLUS).

- ⦿ Bogaty asortyment kształtek umożliwia wykonanie odgałęzienia o średnicy 32, 40 mm lub odgałęzienia z gwintem wewnętrznym i zewnętrznym (3/4").
- ⦿ Dla wszystkich typów rur Wavin Ekoplastik o średnicach: 63, 75, 90, 110 mm.
- ⦿ Zachowana zasada zgrzewania polifuzyjnego.
- ⦿ Dla każdej średnicy rur są specjalne końcówki nagrzewające, uniwersalne do wszystkich typów płaskich zgrzewarek.
- ⦿ Oszczędzają pracę i przestrzeń – zastępują trójniki i redukcje.
- ⦿ Połączenie złączki siodłowej z rurą jest zgrzane na całej powierzchni, dzięki czemu osiąga się doskonałe połączenie.

| | Wymiar [mm] | D [mm] | D1 [mm] | Rp | R | A [mm] | B1 [mm] | B [mm] |
|---|-------------|--------|---------|-----|-----|--------|---------|--------|
| 1 | 63 x 32 | 63 | 32 | | | 18 | 27,0 | 58,5 |
| | 75 x 32 | 75 | 32 | | | 18 | 27,0 | 64,5 |
| | 90 x 32 | 90 | 32 | | | 18 | 27,0 | 72,0 |
| | 110 x 32 | 110 | 32 | | | 18 | 25,7 | 80,7 |
| | 110 x 40 | 110 | 40 | | | 21 | 25,7 | 80,7 |
| 2 | 63 x 3/4 | 63 | | 3/4 | | | 27,0 | 58,5 |
| | 75 x 3/4 | 75 | | 3/4 | | | 27,0 | 64,5 |
| | 90 x 3/4 | 90 | | 3/4 | | | 27,0 | 72,0 |
| 3 | 63 x 3/4 | 63 | | | 3/4 | | 44,8 | 76,3 |
| | 75 x 3/4 | 75 | | | 3/4 | | 44,8 | 82,3 |
| | 90 x 3/4 | 90 | | | 3/4 | | 44,8 | 89,8 |



Specjalnym wiertłem wywiercić otwór w rurze.



Złączkę siodłową wsunąć na końcówkę tak, aby się pokrywały ryski na końcówce i gnieździe. Nagrzać otwór i złączkę siodłową. Czas nagrzewania jest taki sam jak dla średnicy 32 mm (8 s). Dla złączek 110 x 32 i 110 x 40 czas nagrzewania jest taki sam jak dla średnicy 40 mm – 12 s.

Oczyszczyć. Jeśli stosujemy rurę Stabi PLUS, w wywierconym otworze sfazować krawędzie. Odtłuścić i oczyścić kształtkę oraz wywiercony otwór.

Rozgrzaną złączkę siodłową wsunąć w rozgrzany otwór i unieruchomić na ok. 16 s. Po jednej godzinie można napuścić wodę i obciążyć ciśnieniem.

12. Wartości współczynnika strat miejscowych ζ dla kształtek systemu Wavin Ekoplastik

| KSZTAŁTKA | | | ζ |
|---|---|-------------------------------------|---------|
|  |  | Złączka/mufa | 0,2 |
|  |  | Redukcja (o 2 wielkości) | 0,55 |
|  |  | Kolano 90° | 1,5 |
|  |  | T – trójnik bez redukcji przelotowy | 1,1 |

| KSZTAŁTKA | | | ζ |
|---|--|--|---------|
|  |  | T – trójnik przelotowy | 1,5 |
|  |  | T – trójnik redukcyjny | 1,1 |
|  |  | T – trójnik redukcyjny | 4,3 |
|  |  | Prześciówka: metal – tworzywo sztuczne | 0,4 |
|  |  | Prześciówka: metal – tworzywo sztuczne z półśrubunkiem | 8,3 |

13. Tabele strat ciśnienia

S 5 (PN 10), temperatura wody = 10°C

| k = 0,01 | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,5 mm | | 32 x 3,0 mm | | 40 x 3,7 mm | | 50 x 4,6 mm | | 63 x 5,8 mm | | 75 x 6,9 mm | | 90 x 8,2 mm | | 110 x 10 mm | | 125 x 11,4 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,020 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,041 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,067 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,099 | 0,3 | 0,029 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,137 | 0,3 | 0,039 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,180 | 0,4 | 0,052 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,227 | 0,4 | 0,065 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,280 | 0,5 | 0,080 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,337 | 0,5 | 0,097 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 0,465 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,038 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,14 | 0,611 | 0,8 | 0,175 | 0,4 | 0,050 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,16 | 0,774 | 0,9 | 0,222 | 0,5 | 0,063 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,18 | 0,954 | 1,0 | 0,273 | 0,6 | 0,078 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,20 | 1,150 | 1,1 | 0,329 | 0,6 | 0,094 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 2,370 | 1,6 | 0,674 | 1,0 | 0,192 | 0,6 | 0,065 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | 3,971 | 2,1 | 1,124 | 1,3 | 0,319 | 0,8 | 0,108 | 0,5 | 0,037 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,50 | 5,939 | 2,7 | 1,675 | 1,6 | 0,474 | 0,9 | 0,160 | 0,6 | 0,055 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,60 | 8,266 | 3,2 | 2,322 | 1,9 | 0,655 | 1,1 | 0,221 | 0,7 | 0,076 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,70 | | | 3,064 | 2,2 | 0,863 | 1,3 | 0,291 | 0,8 | 0,099 | 0,5 | 0,033 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | 3,900 | 2,5 | 1,095 | 1,5 | 0,369 | 1,0 | 0,126 | 0,6 | 0,042 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 0,90 | | | 4,826 | 2,9 | 1,352 | 1,7 | 0,455 | 1,1 | 0,155 | 0,7 | 0,051 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 |
| 1,00 | | | 5,844 | 3,2 | 1,634 | 1,9 | 0,549 | 1,2 | 0,187 | 0,8 | 0,062 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | 2,269 | 2,3 | 0,760 | 1,4 | 0,258 | 0,9 | 0,085 | 0,6 | 0,037 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 1,40 | | | | | 2,998 | 2,6 | 1,001 | 1,7 | 0,340 | 1,1 | 0,112 | 0,7 | 0,049 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,1 |
| 1,60 | | | | | 3,819 | 3,0 | 1,273 | 1,9 | 0,431 | 1,2 | 0,142 | 0,8 | 0,062 | 0,5 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | 4,732 | 3,4 | 1,574 | 2,2 | 0,532 | 1,4 | 0,175 | 0,9 | 0,076 | 0,6 | 0,031 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | 1,903 | 2,4 | 0,642 | 1,5 | 0,211 | 1,0 | 0,092 | 0,7 | 0,038 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 2,20 | | | | | | | 2,262 | 2,6 | 0,762 | 1,7 | 0,250 | 1,1 | 0,108 | 0,7 | 0,045 | 0,5 | 0,017 | 0,3 | 0,009 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | 2,649 | 2,9 | 0,891 | 1,8 | 0,292 | 1,2 | 0,126 | 0,8 | 0,052 | 0,6 | 0,020 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | 3,064 | 3,1 | 1,029 | 2,0 | 0,337 | 1,3 | 0,146 | 0,9 | 0,060 | 0,6 | 0,023 | 0,4 | 0,012 | 0,3 |
| 2,80 | | | | | | | 3,507 | 3,4 | 1,176 | 2,1 | 0,385 | 1,3 | 0,166 | 1,0 | 0,069 | 0,7 | 0,026 | 0,4 | 0,014 | 0,3 |
| 3,00 | | | | | | | | | 1,332 | 2,3 | 0,436 | 1,4 | 0,188 | 1,0 | 0,078 | 0,7 | 0,030 | 0,5 | 0,016 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | 1,497 | 2,4 | 0,489 | 1,5 | 0,211 | 1,1 | 0,087 | 0,8 | 0,033 | 0,5 | 0,018 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | 1,671 | 2,6 | 0,545 | 1,6 | 0,235 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 | 0,019 | 0,4 |
| 3,60 | | | | | | | | | 1,854 | 2,8 | 0,604 | 1,7 | 0,260 | 1,2 | 0,107 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | 0,022 | 0,4 |
| 3,80 | | | | | | | | | 2,045 | 2,9 | 0,666 | 1,8 | 0,287 | 1,3 | 0,118 | 0,9 | 0,045 | 0,6 | 0,024 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | 2,246 | 3,1 | 0,731 | 1,9 | 0,314 | 1,4 | 0,129 | 0,9 | 0,049 | 0,6 | 0,026 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | 2,454 | 3,2 | 0,798 | 2,0 | 0,343 | 1,4 | 0,141 | 1,0 | 0,054 | 0,7 | 0,028 | 0,5 |
| 4,40 | | | | | | | | | 2,672 | 3,4 | 0,868 | 2,1 | 0,373 | 1,5 | 0,153 | 1,0 | 0,058 | 0,7 | 0,031 | 0,5 |
| 4,60 | | | | | | | | | 2,898 | 3,5 | 0,940 | 2,2 | 0,404 | 1,6 | 0,166 | 1,1 | 0,063 | 0,7 | 0,034 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | 1,016 | 2,3 | 0,436 | 1,6 | 0,179 | 1,1 | 0,068 | 0,8 | 0,037 | 0,6 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | 1,093 | 2,4 | 0,469 | 1,7 | 0,193 | 1,2 | 0,073 | 0,8 | 0,039 | 0,6 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 0,492 | 1,8 | 0,203 | 1,2 | 0,078 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 0,523 | 1,8 | 0,218 | 1,3 | 0,083 | 0,9 | 0,045 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 0,560 | 2,0 | 0,234 | 1,3 | 0,088 | 0,9 | 0,048 | 0,7 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | 0,598 | 2,0 | 0,247 | 1,4 | 0,094 | 0,9 | 0,051 | 0,7 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | 0,637 | 2,0 | 0,264 | 1,4 | 0,099 | 0,9 | 0,054 | 0,7 |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | 0,672 | 2,1 | 0,281 | 1,5 | 0,105 | 1,0 | 0,058 | 0,8 |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | 0,714 | 2,2 | 0,295 | 1,5 | 0,113 | 1,0 | 0,061 | 0,8 |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | 0,757 | 2,2 | 0,313 | 1,6 | 0,119 | 1,0 | 0,064 | 0,8 |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | 0,801 | 2,3 | 0,332 | 1,6 | 0,125 | 1,1 | 0,068 | 0,8 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | 0,831 | 2,4 | 0,351 | 1,7 | 0,132 | 1,1 | 0,071 | 0,9 |

S 3,2 (PN 16), temperatura wody = 10°C

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,7 mm | | 75 x 10,4 mm | | 90 x 12,5 mm | | 110 x 15,2 mm | | 125 x 17,1 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,025 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,083 | 0,2 | 0,027 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,170 | 0,3 | 0,056 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,282 | 0,4 | 0,093 | 0,2 | 0,032 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,418 | 0,5 | 0,137 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,576 | 0,6 | 0,189 | 0,4 | 0,065 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,756 | 0,7 | 0,248 | 0,4 | 0,085 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,958 | 0,8 | 0,313 | 0,5 | 0,108 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,180 | 0,9 | 0,386 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,041 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,422 | 1,0 | 0,465 | 0,6 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,967 | 1,2 | 0,641 | 0,7 | 0,221 | 0,5 | 0,069 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,588 | 1,4 | 0,843 | 0,9 | 0,290 | 0,6 | 0,090 | 0,3 | 0,031 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,16 | 3,285 | 1,6 | 1,068 | 1,0 | 0,367 | 0,6 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,18 | 4,056 | 1,8 | 1,316 | 1,1 | 0,452 | 0,7 | 0,140 | 0,4 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,20 | 4,900 | 2,0 | 1,588 | 1,2 | 0,544 | 0,8 | 0,168 | 0,5 | 0,058 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 10,182 | 2,9 | 3,277 | 1,8 | 1,118 | 1,2 | 0,345 | 0,7 | 0,118 | 0,5 | 0,040 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | | | 5,499 | 2,5 | 1,868 | 1,6 | 0,574 | 1,0 | 0,196 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 8,236 | 3,1 | 2,786 | 2,0 | 0,854 | 1,2 | 0,290 | 0,8 | 0,097 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,869 | 2,4 | 1,183 | 1,4 | 0,401 | 0,9 | 0,134 | 0,6 | 0,045 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,70 | | | | | 5,112 | 2,8 | 1,558 | 1,7 | 0,528 | 1,1 | 0,176 | 0,7 | 0,058 | 0,4 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | |
| 0,80 | | | | | 6,513 | 3,1 | 1,980 | 1,9 | 0,669 | 1,2 | 0,223 | 0,8 | 0,074 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 8,071 | 3,5 | 2,448 | 2,2 | 0,826 | 1,4 | 0,275 | 0,9 | 0,091 | 0,6 | 0,040 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,960 | 2,4 | 0,997 | 1,5 | 0,332 | 1,0 | 0,110 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | |
| 1,20 | | | | | | | 4,117 | 2,9 | 1,382 | 1,8 | 0,459 | 1,2 | 0,152 | 0,7 | 0,066 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | | |
| 1,40 | | | | | | | 5,449 | 3,4 | 1,824 | 2,1 | 0,604 | 1,4 | 0,199 | 0,9 | 0,087 | 0,6 | 0,037 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,322 | 2,5 | 0,767 | 1,6 | 0,253 | 1,0 | 0,110 | 0,7 | 0,046 | 0,5 | 0,018 | 0,3 | 0,009 | 0,3 | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,874 | 2,8 | 0,948 | 1,7 | 0,311 | 1,1 | 0,136 | 0,8 | 0,057 | 0,5 | 0,022 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | | |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,480 | 3,1 | 1,145 | 1,9 | 0,376 | 1,2 | 0,164 | 0,9 | 0,069 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | | |
| 2,20 | | | | | | | | | 4,139 | 3,4 | 1,360 | 2,1 | 0,446 | 1,3 | 0,194 | 1,0 | 0,081 | 0,7 | 0,031 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,591 | 2,3 | 0,521 | 1,5 | 0,227 | 1,0 | 0,095 | 0,7 | 0,036 | 0,5 | 0,019 | 0,4 | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,839 | 2,5 | 0,601 | 1,6 | 0,261 | 1,1 | 0,109 | 0,8 | 0,041 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,104 | 2,7 | 0,686 | 1,7 | 0,298 | 1,2 | 0,125 | 0,8 | 0,047 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,385 | 2,9 | 0,777 | 1,8 | 0,337 | 1,3 | 0,141 | 0,9 | 0,053 | 0,6 | 0,027 | 0,5 | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,1 | 0,873 | 2,0 | 0,379 | 1,4 | 0,158 | 1,0 | 0,060 | 0,6 | 0,031 | 0,5 | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,995 | 3,3 | 0,974 | 2,1 | 0,422 | 1,5 | 0,176 | 1,0 | 0,067 | 0,7 | 0,035 | 0,5 | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 3,324 | 3,5 | 1,080 | 2,2 | 0,468 | 1,6 | 0,195 | 1,1 | 0,074 | 0,7 | 0,039 | 0,6 | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,3 | 0,515 | 1,6 | 0,215 | 1,1 | 0,081 | 0,8 | 0,043 | 0,6 | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,306 | 2,4 | 0,565 | 1,7 | 0,235 | 1,2 | 0,089 | 0,8 | 0,047 | 0,6 | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,427 | 2,6 | 0,617 | 1,8 | 0,257 | 1,3 | 0,097 | 0,8 | 0,051 | 0,7 | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,553 | 2,7 | 0,671 | 1,9 | 0,279 | 1,3 | 0,105 | 0,9 | 0,055 | 0,7 | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,683 | 2,8 | 0,727 | 2,0 | 0,302 | 1,4 | 0,114 | 0,9 | 0,059 | 0,7 | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,819 | 2,9 | 0,785 | 2,1 | 0,326 | 1,4 | 0,123 | 1,0 | 0,064 | 0,7 | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,959 | 3,1 | 0,845 | 2,2 | 0,351 | 1,5 | 0,132 | 1,0 | 0,069 | 0,8 | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,895 | 2,3 | 0,373 | 1,6 | 0,138 | 1,0 | 0,073 | 0,8 | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,962 | 2,3 | 0,399 | 1,6 | 0,151 | 1,1 | 0,079 | 0,8 | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,030 | 2,4 | 0,426 | 1,7 | 0,161 | 1,1 | 0,084 | 0,9 | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,093 | 2,5 | 0,454 | 1,8 | 0,171 | 1,2 | 0,091 | 0,9 | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,166 | 2,6 | 0,483 | 1,8 | 0,182 | 1,2 | 0,096 | 0,9 | | |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | 1,241 | 2,7 | 0,512 | 1,9 | 0,193 | 1,3 | 0,102 | 1,0 | | |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,310 | 2,8 | 0,542 | 1,9 | 0,204 | 1,3 | 0,108 | 1,0 | | |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,389 | 2,9 | 0,574 | 2,0 | 0,216 | 1,3 | 0,114 | 1,0 | | |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,470 | 3,0 | 0,605 | 2,1 | 0,227 | 1,4 | 0,120 | 1,1 | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,544 | 3,0 | 0,638 | 2,1 | 0,240 | 1,4 | 0,126 | 1,1 | | |

S 3,2 (PN 16), temperatura wody = 50°C

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,7 mm | | 75 x 10,4 mm | | 90 x 12,5 mm | | 110 x 15,2 mm | | 125 x 17,1 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | |
| 0,01 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,138 | 0,3 | 0,045 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,075 | 0,2 | 0,026 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,342 | 0,5 | 0,112 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,154 | 0,4 | 0,053 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,623 | 0,7 | 0,203 | 0,4 | 0,070 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,257 | 0,5 | 0,088 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,978 | 0,9 | 0,317 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,183 | 1,0 | 0,382 | 0,6 | 0,131 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,644 | 1,2 | 0,530 | 0,7 | 0,181 | 0,5 | 0,056 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,14 | 2,175 | 1,4 | 0,698 | 0,9 | 0,238 | 0,6 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,16 | 2,773 | 1,6 | 0,888 | 1,0 | 0,302 | 0,6 | 0,093 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,18 | 3,439 | 1,8 | 1,099 | 1,1 | 0,373 | 0,7 | 0,115 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | |
| 0,20 | 4,172 | 2,0 | 1,330 | 1,2 | 0,450 | 0,8 | 0,138 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | |
| 0,30 | 8,828 | 2,9 | 2,785 | 1,8 | 0,935 | 1,2 | 0,285 | 0,7 | 0,096 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | |
| 0,40 | | | 4,731 | 2,5 | 1,578 | 1,6 | 0,478 | 1,0 | 0,161 | 0,6 | 0,054 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | |
| 0,50 | | | 7,161 | 3,1 | 2,376 | 2,0 | 0,716 | 1,2 | 0,240 | 0,8 | 0,080 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | |
| 0,60 | | | | | 3,325 | 2,4 | 0,997 | 1,4 | 0,334 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | |
| 0,70 | | | | | 4,425 | 2,8 | 1,322 | 1,7 | 0,441 | 1,1 | 0,146 | 0,7 | 0,048 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | |
| 0,80 | | | | | 5,675 | 3,1 | 1,689 | 1,9 | 0,562 | 1,2 | 0,185 | 0,8 | 0,061 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | |
| 0,90 | | | | | 7,073 | 3,5 | 2,098 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,229 | 0,9 | 0,075 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | |
| 1,00 | | | | | | | 2,549 | 2,4 | 0,843 | 1,5 | 0,277 | 1,0 | 0,091 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | |
| 1,20 | | | | | | | 3,577 | 2,9 | 1,178 | 1,8 | 0,385 | 1,2 | 0,126 | 0,7 | 0,055 | 0,5 | 0,023 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | |
| 1,40 | | | | | | | 4,770 | 3,4 | 1,565 | 2,1 | 0,510 | 1,4 | 0,166 | 0,9 | 0,072 | 0,6 | 0,030 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,004 | 2,5 | 0,650 | 1,6 | 0,211 | 1,0 | 0,091 | 0,7 | 0,038 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,008 | 0,3 | |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,494 | 2,8 | 0,807 | 1,7 | 0,261 | 1,1 | 0,113 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,036 | 3,1 | 0,980 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,136 | 0,9 | 0,057 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,629 | 3,4 | 1,168 | 2,1 | 0,376 | 1,3 | 0,162 | 1,0 | 0,067 | 0,7 | 0,025 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,372 | 2,3 | 0,441 | 1,5 | 0,190 | 1,0 | 0,079 | 0,7 | 0,030 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,592 | 2,5 | 0,511 | 1,6 | 0,220 | 1,1 | 0,091 | 0,8 | 0,034 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,828 | 2,7 | 0,585 | 1,7 | 0,251 | 1,2 | 0,104 | 0,8 | 0,039 | 0,6 | 0,020 | 0,5 | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,079 | 2,9 | 0,664 | 1,8 | 0,285 | 1,3 | 0,118 | 0,9 | 0,044 | 0,6 | 0,023 | 0,5 | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,345 | 3,1 | 0,748 | 2,0 | 0,320 | 1,4 | 0,132 | 1,0 | 0,050 | 0,6 | 0,025 | 0,5 | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,627 | 3,3 | 0,837 | 2,1 | 0,358 | 1,5 | 0,148 | 1,0 | 0,055 | 0,7 | 0,029 | 0,6 | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,925 | 3,5 | 0,930 | 2,2 | 0,398 | 1,6 | 0,164 | 1,1 | 0,061 | 0,7 | 0,032 | 0,6 | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,3 | 0,439 | 1,6 | 0,181 | 1,1 | 0,067 | 0,8 | 0,035 | 0,6 | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,131 | 2,4 | 0,483 | 1,7 | 0,198 | 1,2 | 0,074 | 0,8 | 0,039 | 0,7 | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,239 | 2,6 | 0,528 | 1,8 | 0,217 | 1,3 | 0,081 | 0,8 | 0,042 | 0,7 | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,351 | 2,7 | 0,575 | 1,9 | 0,236 | 1,3 | 0,088 | 0,9 | 0,046 | 0,7 | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,468 | 2,8 | 0,624 | 2,0 | 0,256 | 1,4 | 0,095 | 0,9 | 0,050 | 0,7 | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 2,9 | 0,676 | 2,1 | 0,277 | 1,4 | 0,103 | 1,0 | 0,053 | 0,8 | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,716 | 3,1 | 0,729 | 2,2 | 0,298 | 1,5 | 0,111 | 1,0 | 0,057 | 0,8 | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,774 | 2,3 | 0,318 | 1,6 | 0,117 | 1,0 | 0,062 | 0,8 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,832 | 2,3 | 0,341 | 1,6 | 0,127 | 1,1 | 0,066 | 0,9 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,893 | 2,4 | 0,365 | 1,7 | 0,136 | 1,1 | 0,070 | 0,9 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,949 | 2,5 | 0,389 | 1,8 | 0,145 | 1,2 | 0,076 | 0,9 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,014 | 2,6 | 0,414 | 1,8 | 0,154 | 1,2 | 0,081 | 0,9 |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,081 | 2,7 | 0,440 | 1,9 | 0,164 | 1,3 | 0,086 | 1,0 |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,142 | 2,8 | 0,467 | 1,9 | 0,173 | 1,3 | 0,091 | 1,0 |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,212 | 2,9 | 0,494 | 2,0 | 0,183 | 1,3 | 0,096 | 1,0 |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,285 | 3,0 | 0,522 | 2,1 | 0,194 | 1,4 | 0,101 | 1,1 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,351 | 3,0 | 0,551 | 2,1 | 0,204 | 1,4 | 0,107 | 1,1 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 10°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40 mm)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,025 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,083 | 0,2 | 0,027 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,170 | 0,3 | 0,056 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,282 | 0,4 | 0,093 | 0,2 | 0,032 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,418 | 0,5 | 0,137 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,576 | 0,6 | 0,189 | 0,4 | 0,065 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,756 | 0,7 | 0,248 | 0,4 | 0,085 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,958 | 0,8 | 0,313 | 0,5 | 0,108 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,180 | 0,9 | 0,386 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,041 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,422 | 1,0 | 0,465 | 0,6 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,2 | | | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,967 | 1,2 | 0,641 | 0,7 | 0,221 | 0,5 | 0,069 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,588 | 1,4 | 0,843 | 0,9 | 0,290 | 0,6 | 0,090 | 0,3 | 0,031 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,16 | 3,285 | 1,6 | 1,068 | 1,0 | 0,367 | 0,6 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,2 | | | | | | | | | | |
| 0,18 | 4,056 | 1,8 | 1,316 | 1,1 | 0,452 | 0,7 | 0,140 | 0,4 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,20 | 4,900 | 2,0 | 1,588 | 1,2 | 0,544 | 0,8 | 0,168 | 0,5 | 0,058 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 10,182 | 2,9 | 3,277 | 1,8 | 1,118 | 1,2 | 0,345 | 0,7 | 0,118 | 0,5 | 0,040 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | |
| 0,40 | | | 5,499 | 2,5 | 1,868 | 1,6 | 0,574 | 1,0 | 0,196 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 8,236 | 3,1 | 2,786 | 2,0 | 0,854 | 1,2 | 0,290 | 0,8 | 0,097 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,869 | 2,4 | 1,183 | 1,4 | 0,401 | 0,9 | 0,134 | 0,6 | 0,045 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | | | | | 5,112 | 2,8 | 1,558 | 1,7 | 0,528 | 1,1 | 0,176 | 0,7 | 0,058 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | | | 6,513 | 3,1 | 1,980 | 1,9 | 0,669 | 1,2 | 0,223 | 0,8 | 0,074 | 0,5 | 0,028 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 8,071 | 3,5 | 2,448 | 2,2 | 0,826 | 1,4 | 0,275 | 0,9 | 0,091 | 0,6 | 0,034 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,960 | 2,4 | 0,997 | 1,5 | 0,332 | 1,0 | 0,110 | 0,6 | 0,046 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | | | 4,117 | 2,9 | 1,382 | 1,8 | 0,459 | 1,2 | 0,152 | 0,7 | 0,061 | 0,5 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 5,449 | 3,4 | 1,824 | 2,1 | 0,604 | 1,4 | 0,199 | 0,9 | 0,076 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,322 | 2,5 | 0,767 | 1,6 | 0,253 | 1,0 | 0,095 | 0,7 | 0,032 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,874 | 2,8 | 0,948 | 1,7 | 0,311 | 1,1 | 0,113 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,480 | 3,1 | 1,145 | 1,9 | 0,376 | 1,2 | 0,136 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | | | 4,139 | 3,4 | 1,360 | 2,1 | 0,446 | 1,3 | 0,157 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,012 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,591 | 2,3 | 0,521 | 1,5 | 0,183 | 1,0 | 0,066 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,013 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,839 | 2,5 | 0,601 | 1,6 | 0,207 | 1,1 | 0,076 | 0,7 | 0,028 | 0,5 | 0,016 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,104 | 2,7 | 0,686 | 1,7 | 0,236 | 1,1 | 0,086 | 0,7 | 0,033 | 0,5 | 0,018 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,385 | 2,9 | 0,777 | 1,8 | 0,263 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 | 0,021 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,1 | 0,873 | 2,0 | 0,295 | 1,3 | 0,111 | 0,8 | 0,042 | 0,6 | 0,022 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,995 | 3,3 | 0,974 | 2,1 | 0,325 | 1,4 | 0,123 | 0,9 | 0,046 | 0,6 | 0,025 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 3,324 | 3,5 | 1,080 | 2,2 | 0,360 | 1,4 | 0,135 | 0,9 | 0,052 | 0,6 | 0,028 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,3 | 0,393 | 1,5 | 0,149 | 1,0 | 0,056 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,306 | 2,4 | 0,432 | 1,6 | 0,165 | 1,1 | 0,062 | 0,7 | 0,034 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,427 | 2,6 | 0,467 | 1,7 | 0,180 | 1,1 | 0,067 | 0,7 | 0,037 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,553 | 2,7 | 0,509 | 1,7 | 0,195 | 1,2 | 0,074 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,683 | 2,8 | 0,547 | 1,8 | 0,210 | 1,2 | 0,079 | 0,8 | 0,043 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,819 | 2,9 | 0,592 | 1,9 | 0,226 | 1,3 | 0,086 | 0,8 | 0,047 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,959 | 3,1 | 0,632 | 2,0 | 0,246 | 1,3 | 0,092 | 0,9 | 0,051 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,680 | 2,0 | 0,264 | 1,4 | 0,100 | 0,9 | 0,053 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,730 | 2,1 | 0,281 | 1,4 | 0,106 | 0,9 | 0,058 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 0,775 | 2,2 | 0,300 | 1,5 | 0,114 | 1,0 | 0,062 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,828 | 2,3 | 0,322 | 1,5 | 0,120 | 1,0 | 0,065 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,875 | 2,3 | 0,342 | 1,6 | 0,129 | 1,1 | 0,069 | 0,8 |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | 0,952 | 2,4 | 0,395 | 1,7 | 0,147 | 1,1 | 0,080 | 0,9 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,154 | 2,7 | 0,451 | 1,8 | 0,169 | 1,2 | 0,092 | 1,0 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | 1,241 | 2,8 | 0,512 | 2,0 | 0,193 | 1,3 | 0,103 | 1,0 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,399 | 3,0 | 0,575 | 2,1 | 0,217 | 1,4 | 0,116 | 1,1 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,642 | 2,2 | 0,240 | 1,5 | 0,130 | 1,2 |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,713 | 2,4 | 0,267 | 1,6 | 0,145 | 1,2 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 10°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40 mm) – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|----------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| [l/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,786 | 2,5 | 0,296 | 1,7 | 0,160 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,864 | 2,6 | 0,326 | 1,8 | 0,174 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,944 | 2,7 | 0,353 | 1,8 | 0,191 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,9 | 0,386 | 1,9 | 0,208 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,122 | 3,0 | 0,419 | 2,0 | 0,226 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,450 | 2,1 | 0,243 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,2 | 0,262 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,524 | 2,3 | 0,282 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,563 | 2,4 | 0,303 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,598 | 2,4 | 0,321 | 1,9 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,639 | 2,5 | 0,342 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,681 | 2,6 | 0,366 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,7 | 0,389 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,765 | 2,8 | 0,414 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,811 | 2,9 | 0,435 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,858 | 3,0 | 0,460 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,513 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,536 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,564 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,647 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,678 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,709 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,741 | 3,0 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 50°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40mm)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,138 | 0,3 | 0,045 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,075 | 0,2 | 0,026 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,342 | 0,5 | 0,112 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,154 | 0,4 | 0,053 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,623 | 0,7 | 0,203 | 0,4 | 0,070 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,257 | 0,5 | 0,088 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,978 | 0,9 | 0,317 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,183 | 1,0 | 0,382 | 0,6 | 0,131 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,644 | 1,2 | 0,530 | 0,7 | 0,181 | 0,5 | 0,056 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,175 | 1,4 | 0,698 | 0,9 | 0,238 | 0,6 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,16 | 2,773 | 1,6 | 0,888 | 1,0 | 0,302 | 0,6 | 0,093 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,18 | 3,439 | 1,8 | 1,099 | 1,1 | 0,373 | 0,7 | 0,115 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,20 | 4,172 | 2,0 | 1,330 | 1,2 | 0,450 | 0,8 | 0,138 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 8,828 | 2,9 | 2,785 | 1,8 | 0,935 | 1,2 | 0,285 | 0,7 | 0,096 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | | | 4,731 | 2,5 | 1,578 | 1,6 | 0,478 | 1,0 | 0,161 | 0,6 | 0,054 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 7,161 | 3,1 | 2,376 | 2,0 | 0,716 | 1,2 | 0,240 | 0,8 | 0,080 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,325 | 2,4 | 0,997 | 1,4 | 0,334 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | | | | | 4,425 | 2,8 | 1,322 | 1,7 | 0,441 | 1,1 | 0,146 | 0,7 | 0,048 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | | | 5,675 | 3,1 | 1,689 | 1,9 | 0,562 | 1,2 | 0,185 | 0,8 | 0,061 | 0,5 | 0,0181 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 7,073 | 3,5 | 2,098 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,229 | 0,9 | 0,075 | 0,6 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,549 | 2,4 | 0,843 | 1,5 | 0,277 | 1,0 | 0,091 | 0,6 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | | | 3,577 | 2,9 | 1,178 | 1,8 | 0,385 | 1,2 | 0,126 | 0,7 | 0,037 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 4,770 | 3,4 | 1,565 | 2,1 | 0,510 | 1,4 | 0,166 | 0,9 | 0,050 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,004 | 2,5 | 0,650 | 1,6 | 0,211 | 1,0 | 0,063 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,494 | 2,8 | 0,807 | 1,7 | 0,261 | 1,1 | 0,079 | 0,7 | 0,032 | 0,5 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,036 | 3,1 | 0,980 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,094 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | 0,008 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,629 | 3,4 | 1,168 | 2,1 | 0,376 | 1,3 | 0,113 | 0,8 | 0,046 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | 0,01 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,372 | 2,3 | 0,441 | 1,5 | 0,131 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,592 | 2,5 | 0,511 | 1,6 | 0,153 | 1,0 | 0,063 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | 0,013 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,828 | 2,7 | 0,585 | 1,7 | 0,174 | 1,1 | 0,072 | 0,7 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 2,079 | 2,9 | 0,664 | 1,8 | 0,199 | 1,1 | 0,081 | 0,8 | 0,030 | 0,5 | 0,017 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,345 | 3,1 | 0,748 | 2,0 | 0,222 | 1,2 | 0,093 | 0,8 | 0,035 | 0,6 | 0,017 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,627 | 3,3 | 0,837 | 2,1 | 0,250 | 1,3 | 0,103 | 0,9 | 0,038 | 0,6 | 0,021 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,925 | 3,5 | 0,930 | 2,2 | 0,275 | 1,4 | 0,114 | 0,9 | 0,043 | 0,6 | 0,023 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,3 | 0,306 | 1,4 | 0,125 | 1,0 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,131 | 2,4 | 0,334 | 1,5 | 0,139 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,027 | 0,6 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,239 | 2,6 | 0,368 | 1,6 | 0,152 | 1,1 | 0,056 | 0,7 | 0,031 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,351 | 2,7 | 0,399 | 1,7 | 0,164 | 1,2 | 0,062 | 0,8 | 0,034 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,468 | 2,8 | 0,435 | 1,7 | 0,178 | 1,2 | 0,066 | 0,8 | 0,036 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 2,9 | 0,469 | 1,8 | 0,192 | 1,3 | 0,073 | 0,8 | 0,039 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,716 | 3,1 | 0,508 | 1,9 | 0,209 | 1,3 | 0,077 | 0,9 | 0,042 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,0 | 0,224 | 1,4 | 0,084 | 0,9 | 0,045 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,586 | 2,0 | 0,239 | 1,4 | 0,089 | 0,9 | 0,048 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 0,623 | 2,1 | 0,255 | 1,5 | 0,096 | 1,0 | 0,052 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,2 | 0,275 | 1,5 | 0,102 | 1,0 | 0,054 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,716 | 2,3 | 0,292 | 1,6 | 0,109 | 1,1 | 0,058 | 0,8 |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | 0,826 | 2,4 | 0,338 | 1,7 | 0,125 | 1,1 | 0,067 | 0,9 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,950 | 2,6 | 0,388 | 1,8 | 0,144 | 1,2 | 0,078 | 1,0 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | 1,083 | 2,8 | 0,441 | 2,0 | 0,164 | 1,3 | 0,087 | 1,0 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,225 | 3,0 | 0,497 | 2,1 | 0,185 | 1,4 | 0,098 | 1,1 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,2 | 0,205 | 1,5 | 0,111 | 1,2 |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,618 | 2,4 | 0,229 | 1,6 | 0,123 | 1,2 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 50°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40mm) – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|----------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| [l/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,684 | 2,5 | 0,254 | 1,7 | 0,137 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 2,6 | 0,280 | 1,8 | 0,149 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,824 | 2,7 | 0,304 | 1,8 | 0,163 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,900 | 2,9 | 0,333 | 1,9 | 0,178 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,984 | 3,0 | 0,362 | 2,0 | 0,194 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,390 | 2,1 | 0,208 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,422 | 2,2 | 0,225 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,455 | 2,3 | 0,243 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,489 | 2,4 | 0,261 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,521 | 2,4 | 0,277 | 1,9 |
| 14,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,5 | 0,297 | 2,0 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,595 | 2,6 | 0,317 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,634 | 2,7 | 0,337 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,8 | 0,359 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,711 | 2,9 | 0,378 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 3,0 | 0,400 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,423 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,447 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,468 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,493 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,518 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,567 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,594 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,651 | 3,0 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 80°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40mm)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,015 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,061 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,117 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,198 | 0,4 | 0,067 | 0,2 | 0,023 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,297 | 0,5 | 0,098 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,414 | 0,6 | 0,134 | 0,4 | 0,047 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,550 | 0,7 | 0,175 | 0,4 | 0,062 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,686 | 0,8 | 0,221 | 0,5 | 0,074 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,855 | 0,9 | 0,272 | 0,6 | 0,092 | 0,4 | 0,030 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,040 | 1,0 | 0,328 | 0,6 | 0,111 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,462 | 1,2 | 0,465 | 0,7 | 0,155 | 0,5 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,14 | 1,926 | 1,4 | 0,612 | 0,9 | 0,206 | 0,6 | 0,064 | 0,3 | 0,021 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,16 | 2,479 | 1,6 | 0,777 | 1,0 | 0,263 | 0,6 | 0,082 | 0,4 | 0,028 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,18 | 3,067 | 1,8 | 0,976 | 1,1 | 0,327 | 0,7 | 0,097 | 0,4 | 0,034 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,20 | 3,496 | 2,0 | 1,180 | 1,2 | 0,397 | 0,8 | 0,119 | 0,5 | 0,041 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 8,047 | 2,9 | 2,492 | 1,8 | 0,828 | 1,2 | 0,247 | 0,7 | 0,083 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | | | 4,299 | 2,5 | 1,406 | 1,6 | 0,419 | 1,0 | 0,139 | 0,6 | 0,047 | 0,4 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 6,539 | 3,1 | 2,129 | 2,0 | 0,631 | 1,2 | 0,212 | 0,8 | 0,070 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,018 | 2,4 | 0,885 | 1,4 | 0,293 | 0,9 | 0,095 | 0,6 | 0,032 | 0,4 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | | | | | 4,030 | 2,8 | 1,180 | 1,7 | 0,388 | 1,1 | 0,127 | 0,7 | 0,042 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | | | 5,183 | 3,1 | 1,530 | 1,9 | 0,501 | 1,2 | 0,164 | 0,8 | 0,053 | 0,5 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 6,513 | 3,5 | 1,907 | 2,2 | 0,621 | 1,4 | 0,200 | 0,9 | 0,065 | 0,6 | 0,020 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,323 | 2,4 | 0,761 | 1,5 | 0,244 | 1,0 | 0,079 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | | | 3,277 | 2,9 | 1,062 | 1,8 | 0,346 | 1,2 | 0,109 | 0,7 | 0,034 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 4,389 | 3,4 | 1,423 | 2,1 | 0,457 | 1,4 | 0,148 | 0,9 | 0,045 | 0,5 | 0,019 | 0,4 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,835 | 2,5 | 0,583 | 1,6 | 0,188 | 1,0 | 0,057 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,281 | 2,8 | 0,731 | 1,7 | 0,233 | 1,1 | 0,071 | 0,7 | 0,029 | 0,5 | 0,011 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,792 | 3,1 | 0,888 | 1,9 | 0,282 | 1,2 | 0,085 | 0,8 | 0,035 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | 0,007 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,354 | 3,4 | 1,067 | 2,1 | 0,340 | 1,3 | 0,103 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | 0,016 | 0,4 | 0,009 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,253 | 2,3 | 0,399 | 1,5 | 0,119 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,465 | 2,5 | 0,462 | 1,6 | 0,140 | 1,0 | 0,057 | 0,7 | 0,021 | 0,5 | 0,011 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,680 | 2,7 | 0,529 | 1,7 | 0,159 | 1,1 | 0,065 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | 0,013 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,910 | 2,9 | 0,607 | 1,8 | 0,182 | 1,1 | 0,074 | 0,8 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,167 | 3,1 | 0,684 | 2,0 | 0,203 | 1,2 | 0,084 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | 0,017 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,426 | 3,3 | 0,765 | 2,1 | 0,229 | 1,3 | 0,094 | 0,9 | 0,035 | 0,6 | 0,019 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,715 | 3,5 | 0,850 | 2,2 | 0,253 | 1,4 | 0,104 | 0,9 | 0,039 | 0,6 | 0,021 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,947 | 2,3 | 0,282 | 1,4 | 0,114 | 1,0 | 0,042 | 0,7 | 0,023 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,042 | 2,4 | 0,308 | 1,5 | 0,127 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,140 | 2,6 | 0,340 | 1,6 | 0,139 | 1,1 | 0,051 | 0,7 | 0,028 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,244 | 2,7 | 0,368 | 1,7 | 0,151 | 1,2 | 0,056 | 0,8 | 0,031 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,360 | 2,8 | 0,403 | 1,7 | 0,163 | 1,2 | 0,060 | 0,8 | 0,032 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,472 | 2,9 | 0,434 | 1,8 | 0,176 | 1,3 | 0,066 | 0,8 | 0,035 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 3,1 | 0,471 | 1,9 | 0,192 | 1,3 | 0,071 | 0,9 | 0,038 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,504 | 2,0 | 0,206 | 1,4 | 0,077 | 0,9 | 0,041 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,0 | 0,221 | 1,4 | 0,081 | 0,9 | 0,044 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 0,585 | 2,1 | 0,235 | 1,5 | 0,088 | 1,0 | 0,047 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,2 | 0,254 | 1,5 | 0,093 | 1,0 | 0,050 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,3 | 0,270 | 1,6 | 0,100 | 1,1 | 0,053 | 0,8 |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | 0,770 | 2,4 | 0,313 | 1,7 | 0,115 | 1,1 | 0,062 | 0,9 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,888 | 2,6 | 0,360 | 1,8 | 0,132 | 1,2 | 0,071 | 1,0 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | 1,013 | 2,8 | 0,409 | 2,0 | 0,151 | 1,3 | 0,080 | 1,0 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,147 | 3,0 | 0,462 | 2,1 | 0,171 | 1,4 | 0,090 | 1,1 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,517 | 2,2 | 0,189 | 1,5 | 0,102 | 1,2 |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,576 | 2,4 | 0,212 | 1,6 | 0,113 | 1,2 |

S 4, S 3,2, temperatura wody = 80°C FIBER BASALT PLUS, Stabi PLUS, THERM (20–40mm) – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,5 mm | | 40 x 5,6 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|----------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| Q | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v | R | v |
| [l/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] | [kPa/m] | [m/s] |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,638 | 2,5 | 0,235 | 1,7 | 0,126 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,703 | 2,6 | 0,259 | 1,8 | 0,137 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,771 | 2,7 | 0,282 | 1,8 | 0,151 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,842 | 2,9 | 0,309 | 1,9 | 0,165 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,922 | 3,0 | 0,337 | 2,0 | 0,180 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,362 | 2,1 | 0,192 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,393 | 2,2 | 0,209 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,424 | 2,3 | 0,225 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,456 | 2,4 | 0,242 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 | 0,257 | 1,9 |
| 14,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,520 | 2,5 | 0,256 | 2,0 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,6 | 0,295 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,7 | 0,314 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,627 | 2,8 | 0,334 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,9 | 0,352 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,706 | 3,0 | 0,373 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,395 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,417 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,437 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,460 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,484 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,509 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,531 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,583 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,610 | 3,0 |

S 2,5 (PN 20), temperatura wody = 10°C

| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | 20 x 3,4 mm | | 25 x 4,2 mm | | 32 x 5,4 mm | | 40 x 6,7 mm | | 50 x 8,4 mm | | 63 x 10,5 mm | | 75 x 12,5 mm | | 90 x 15,0 mm | | 110 x 18,4 mm | | 125 x 20,8 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,035 | 0,1 | 0,012 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,118 | 0,2 | 0,041 | 0,1 | 0,014 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,240 | 0,3 | 0,084 | 0,2 | 0,028 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,399 | 0,5 | 0,140 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,591 | 0,6 | 0,207 | 0,4 | 0,070 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,816 | 0,7 | 0,286 | 0,4 | 0,096 | 0,3 | 0,030 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 1,071 | 0,8 | 0,375 | 0,5 | 0,126 | 0,3 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 1,357 | 0,9 | 0,475 | 0,6 | 0,159 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,673 | 1,0 | 0,585 | 0,7 | 0,196 | 0,4 | 0,061 | 0,3 | 0,021 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 2,017 | 1,1 | 0,704 | 0,7 | 0,236 | 0,5 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | 2,791 | 1,4 | 0,973 | 0,9 | 0,325 | 0,6 | 0,101 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,14 | 3,676 | 1,6 | 1,279 | 1,0 | 0,427 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,045 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,0 | | | | |
| 0,16 | 4,669 | 1,8 | 1,622 | 1,2 | 0,540 | 0,7 | 0,168 | 0,5 | 0,057 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 5,768 | 2,0 | 2,000 | 1,3 | 0,665 | 0,8 | 0,206 | 0,5 | 0,070 | 0,3 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | 6,971 | 2,3 | 2,414 | 1,5 | 0,802 | 0,9 | 0,249 | 0,6 | 0,084 | 0,4 | 0,029 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | 14,522 | 3,4 | 4,994 | 2,2 | 1,650 | 1,4 | 0,510 | 0,8 | 0,172 | 0,5 | 0,060 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,40 | | | 8,397 | 2,9 | 2,761 | 1,8 | 0,849 | 1,1 | 0,286 | 0,7 | 0,099 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,50 | | | | | 4,125 | 2,3 | 1,264 | 1,4 | 0,425 | 0,9 | 0,147 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,60 | | | | | 5,735 | 2,8 | 1,752 | 1,7 | 0,587 | 1,1 | 0,203 | 0,7 | 0,066 | 0,4 | 0,029 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | | |
| 0,70 | | | | | 7,585 | 3,2 | 2,311 | 2,0 | 0,773 | 1,3 | 0,267 | 0,8 | 0,087 | 0,5 | 0,038 | 0,4 | 0,016 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | | |
| 0,80 | | | | | | | 2,939 | 2,3 | 0,981 | 1,4 | 0,338 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,048 | 0,4 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | | | 3,635 | 2,5 | 1,211 | 1,6 | 0,417 | 1,0 | 0,135 | 0,6 | 0,059 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 4,399 | 2,8 | 1,463 | 1,8 | 0,503 | 1,2 | 0,163 | 0,7 | 0,071 | 0,5 | 0,030 | 0,4 | 0,011 | 0,2 | 0,006 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 6,127 | 3,4 | 2,031 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,225 | 0,9 | 0,097 | 0,6 | 0,041 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,683 | 2,5 | 0,917 | 1,6 | 0,296 | 1,0 | 0,128 | 0,7 | 0,054 | 0,5 | 0,021 | 0,3 | 0,011 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 3,417 | 2,9 | 1,165 | 1,8 | 0,375 | 1,2 | 0,162 | 0,8 | 0,068 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,013 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | | | | | 4,233 | 3,2 | 1,441 | 2,1 | 0,463 | 1,3 | 0,200 | 0,9 | 0,083 | 0,6 | 0,032 | 0,4 | 0,017 | 0,3 |
| 2,00 | | | | | | | | | | | 1,742 | 2,3 | 0,559 | 1,4 | 0,241 | 1,0 | 0,101 | 0,7 | 0,039 | 0,5 | 0,021 | 0,4 |
| 2,20 | | | | | | | | | | | 2,070 | 2,5 | 0,663 | 1,6 | 0,286 | 1,1 | 0,119 | 0,8 | 0,046 | 0,5 | 0,024 | 0,4 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 2,423 | 2,8 | 0,775 | 1,7 | 0,334 | 1,2 | 0,139 | 0,8 | 0,054 | 0,6 | 0,028 | 0,4 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 2,803 | 3,0 | 0,894 | 1,9 | 0,385 | 1,3 | 0,160 | 0,9 | 0,062 | 0,6 | 0,033 | 0,5 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 3,208 | 3,2 | 1,022 | 2,0 | 0,440 | 1,4 | 0,183 | 1,0 | 0,070 | 0,7 | 0,037 | 0,5 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 3,638 | 3,5 | 1,158 | 2,2 | 0,498 | 1,5 | 0,207 | 1,1 | 0,080 | 0,7 | 0,042 | 0,6 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | 1,301 | 2,3 | 0,559 | 1,6 | 0,232 | 1,1 | 0,089 | 0,8 | 0,047 | 0,6 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | 1,452 | 2,5 | 0,623 | 1,7 | 0,259 | 1,2 | 0,099 | 0,8 | 0,052 | 0,6 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 1,610 | 2,6 | 0,691 | 1,8 | 0,286 | 1,3 | 0,110 | 0,9 | 0,058 | 0,7 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,776 | 2,7 | 0,761 | 1,9 | 0,316 | 1,3 | 0,121 | 0,9 | 0,064 | 0,7 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,949 | 2,9 | 0,835 | 2,0 | 0,346 | 1,4 | 0,133 | 1,0 | 0,069 | 0,7 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 2,131 | 3,0 | 0,912 | 2,1 | 0,377 | 1,5 | 0,145 | 1,0 | 0,076 | 0,8 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 2,319 | 3,2 | 0,992 | 2,2 | 0,410 | 1,6 | 0,157 | 1,0 | 0,083 | 0,8 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 2,515 | 3,3 | 1,075 | 2,3 | 0,444 | 1,6 | 0,170 | 1,1 | 0,089 | 0,8 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 2,718 | 3,5 | 1,161 | 2,4 | 0,480 | 1,7 | 0,184 | 1,1 | 0,097 | 0,9 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,251 | 2,5 | 0,516 | 1,8 | 0,198 | 1,2 | 0,105 | 0,9 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 1,332 | 2,7 | 0,548 | 1,8 | 0,207 | 1,2 | 0,111 | 1,0 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,426 | 2,8 | 0,587 | 1,9 | 0,222 | 1,3 | 0,120 | 1,0 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,522 | 2,9 | 0,626 | 2,0 | 0,235 | 1,3 | 0,128 | 1,0 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,622 | 3,0 | 0,667 | 2,1 | 0,251 | 1,4 | 0,135 | 1,1 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,735 | 3,1 | 0,710 | 2,1 | 0,268 | 1,4 | 0,145 | 1,1 |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 2,2 | 0,285 | 1,5 | 0,152 | 1,1 |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,797 | 2,3 | 0,300 | 1,5 | 0,162 | 1,2 |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,843 | 2,3 | 0,318 | 1,6 | 0,172 | 1,2 |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,897 | 2,4 | 0,336 | 1,6 | 0,179 | 1,2 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,945 | 2,5 | 0,352 | 1,7 | 0,190 | 1,3 |

S 2,5 (PN 20), temperatura wody = 50°C

| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | 20 x 3,4 mm | | 25 x 4,2 mm | | 32 x 5,4 mm | | 40 x 6,7 mm | | 50 x 8,4 mm | | 63 x 10,5 mm | | 75 x 12,5 mm | | 90 x 15,0 mm | | 110 x 18,4 mm | | 125 x 20,8 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,01 | 0,028 | 0,1 | 0,010 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,096 | 0,2 | 0,034 | 0,1 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,196 | 0,3 | 0,690 | 0,2 | 0,023 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,326 | 0,5 | 0,114 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,485 | 0,6 | 0,169 | 0,4 | 0,057 | 0,2 | 0,018 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,672 | 0,7 | 0,234 | 0,4 | 0,078 | 0,3 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,886 | 0,8 | 0,308 | 0,5 | 0,102 | 0,3 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | 1,126 | 0,9 | 0,390 | 0,6 | 0,130 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,392 | 1,0 | 0,482 | 0,7 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,684 | 1,1 | 0,582 | 0,7 | 0,193 | 0,5 | 0,060 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | 2,344 | 1,4 | 0,807 | 0,9 | 0,267 | 0,6 | 0,082 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | |
| 0,14 | 3,104 | 1,6 | 1,065 | 1,0 | 0,351 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,037 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,0 | | | | |
| 0,16 | 3,962 | 1,8 | 1,356 | 1,2 | 0,446 | 0,7 | 0,137 | 0,5 | 0,046 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | 4,918 | 2,0 | 1,679 | 1,3 | 0,551 | 0,8 | 0,169 | 0,5 | 0,057 | 0,3 | 0,020 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | 5,972 | 2,3 | 2,033 | 1,5 | 0,666 | 0,9 | 0,204 | 0,6 | 0,069 | 0,4 | 0,024 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | 12,680 | 3,4 | 4,273 | 2,2 | 1,388 | 1,4 | 0,423 | 0,8 | 0,141 | 0,5 | 0,049 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | |
| 0,40 | | | 7,281 | 2,9 | 2,348 | 1,8 | 0,710 | 1,1 | 0,236 | 0,7 | 0,081 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,50 | | | | | 3,541 | 2,3 | 1,065 | 1,4 | 0,353 | 0,9 | 0,121 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,60 | | | | | 4,964 | 2,8 | 1,486 | 1,7 | 0,491 | 1,1 | 0,168 | 0,7 | 0,054 | 0,4 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | |
| 0,70 | | | | | 6,616 | 3,2 | 1,972 | 2,0 | 0,649 | 1,3 | 0,221 | 0,8 | 0,071 | 0,5 | 0,031 | 0,4 | 0,013 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | |
| 0,80 | | | | | | | 2,523 | 2,3 | 0,828 | 1,4 | 0,281 | 0,9 | 0,090 | 0,6 | 0,039 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,2 |
| 0,90 | | | | | | | 3,138 | 2,5 | 1,027 | 1,6 | 0,348 | 1,0 | 0,111 | 0,6 | 0,048 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,00 | | | | | | | 3,816 | 2,8 | 1,245 | 1,8 | 0,421 | 1,2 | 0,135 | 0,7 | 0,058 | 0,5 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 1,20 | | | | | | | 5,364 | 3,4 | 1,742 | 2,2 | 0,587 | 1,4 | 0,187 | 0,9 | 0,080 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,007 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,317 | 2,5 | 0,778 | 1,6 | 0,247 | 1,0 | 0,106 | 0,7 | 0,044 | 0,5 | 0,017 | 0,3 | 0,009 | 0,3 |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,971 | 2,9 | 0,994 | 1,8 | 0,315 | 1,2 | 0,135 | 0,8 | 0,056 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 |
| 1,80 | | | | | | | | | 3,702 | 3,2 | 1,235 | 2,1 | 0,390 | 1,3 | 0,167 | 0,9 | 0,069 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,014 | 0,3 |
| 2,00 | | | | | | | | | | | 1,501 | 2,3 | 0,473 | 1,4 | 0,202 | 1,0 | 0,083 | 0,7 | 0,032 | 0,5 | 0,017 | 0,4 |
| 2,20 | | | | | | | | | | | 1,791 | 2,5 | 0,563 | 1,6 | 0,240 | 1,1 | 0,099 | 0,8 | 0,038 | 0,5 | 0,019 | 0,4 |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 2,106 | 2,8 | 0,660 | 1,7 | 0,281 | 1,2 | 0,116 | 0,8 | 0,044 | 0,6 | 0,023 | 0,4 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 2,445 | 3,0 | 0,765 | 1,9 | 0,325 | 1,3 | 0,134 | 0,9 | 0,051 | 0,6 | 0,027 | 0,5 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 2,809 | 3,2 | 0,877 | 2,0 | 0,373 | 1,4 | 0,153 | 1,0 | 0,058 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 3,197 | 3,5 | 0,996 | 2,2 | 0,423 | 1,5 | 0,174 | 1,1 | 0,066 | 0,7 | 0,035 | 0,6 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | 1,123 | 2,3 | 0,476 | 1,6 | 0,195 | 1,1 | 0,074 | 0,8 | 0,039 | 0,6 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | 1,256 | 2,5 | 0,532 | 1,7 | 0,218 | 1,2 | 0,083 | 0,8 | 0,043 | 0,6 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 1,397 | 2,6 | 0,591 | 1,8 | 0,242 | 1,3 | 0,092 | 0,9 | 0,048 | 0,7 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 1,545 | 2,7 | 0,653 | 1,9 | 0,267 | 1,3 | 0,101 | 0,9 | 0,054 | 0,7 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,701 | 2,9 | 0,718 | 2,0 | 0,293 | 1,4 | 0,111 | 1,0 | 0,058 | 0,7 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,863 | 3,0 | 0,786 | 2,1 | 0,321 | 1,5 | 0,121 | 1,0 | 0,064 | 0,8 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 2,033 | 3,2 | 0,856 | 2,2 | 0,349 | 1,6 | 0,132 | 1,0 | 0,070 | 0,8 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 2,210 | 3,3 | 0,930 | 2,3 | 0,379 | 1,6 | 0,143 | 1,1 | 0,075 | 0,8 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 2,394 | 3,5 | 1,006 | 2,4 | 0,410 | 1,7 | 0,155 | 1,1 | 0,081 | 0,9 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,086 | 2,5 | 0,442 | 1,8 | 0,167 | 1,2 | 0,088 | 0,9 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 1,158 | 2,7 | 0,470 | 1,8 | 0,175 | 1,2 | 0,093 | 1,0 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,242 | 2,8 | 0,504 | 1,9 | 0,188 | 1,3 | 0,101 | 1,0 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,327 | 2,8 | 0,539 | 2,0 | 0,199 | 1,3 | 0,108 | 1,0 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,416 | 2,9 | 0,575 | 2,1 | 0,214 | 1,4 | 0,114 | 1,1 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,517 | 3,1 | 0,612 | 2,1 | 0,228 | 1,4 | 0,122 | 1,1 |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,651 | 2,2 | 0,243 | 1,5 | 0,128 | 1,1 |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,690 | 2,3 | 0,256 | 1,5 | 0,137 | 1,2 |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,730 | 2,3 | 0,272 | 1,6 | 0,146 | 1,2 |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,778 | 2,4 | 0,288 | 1,6 | 0,152 | 1,2 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,821 | 2,5 | 0,301 | 1,7 | 0,162 | 1,3 |

S 2,5 (PN 20), temperatura wody = 80°C

| k = 0,01 | 16 x 2,7 mm | | | 20 x 3,4 mm | | | 25 x 4,2 mm | | | 32 x 5,4 mm | | | 40 x 6,7 mm | | | 50 x 8,4 mm | | | 63 x 10,5 mm | | | 75 x 12,5 mm | | | 90 x 15,0 mm | | | 110 x 18,4 mm | | | 125 x 20,8 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|--------------|------------|---------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | |
| 0,01 | 0,026 | 0,1 | 0,009 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,087 | 0,2 | 0,030 | 1,1 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,179 | 0,3 | 0,062 | 0,2 | 0,021 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,299 | 0,5 | 0,104 | 0,3 | 0,035 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,446 | 0,6 | 0,155 | 0,4 | 0,051 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,619 | 0,7 | 0,214 | 0,4 | 0,071 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,818 | 0,8 | 0,282 | 0,5 | 0,094 | 0,3 | 0,029 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 1,042 | 0,9 | 0,359 | 0,6 | 0,119 | 0,4 | 0,037 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,291 | 1,0 | 0,443 | 0,7 | 0,146 | 0,4 | 0,045 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,565 | 1,1 | 0,536 | 0,7 | 0,177 | 0,5 | 0,054 | 0,3 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 2,186 | 1,4 | 0,746 | 0,9 | 0,245 | 0,6 | 0,075 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,905 | 1,6 | 0,988 | 1,0 | 0,323 | 0,6 | 0,099 | 0,4 | 0,033 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,16 | 3,719 | 1,8 | 1,261 | 1,2 | 0,412 | 0,7 | 0,126 | 0,5 | 0,042 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,18 | 4,630 | 2,0 | 1,565 | 1,3 | 0,510 | 0,8 | 0,155 | 0,5 | 0,052 | 0,3 | 0,018 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 5,636 | 2,3 | 1,900 | 1,5 | 0,617 | 0,9 | 0,188 | 0,6 | 0,063 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | 12,090 | 3,4 | 4,031 | 2,2 | 1,296 | 1,4 | 0,391 | 0,8 | 0,130 | 0,5 | 0,045 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | 6,918 | 2,9 | 2,206 | 1,8 | 0,661 | 1,1 | 0,218 | 0,7 | 0,075 | 0,5 | 0,024 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | 3,346 | 2,3 | 0,995 | 1,4 | 0,327 | 0,9 | 0,111 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | 4,712 | 2,8 | 1,395 | 1,7 | 0,456 | 1,1 | 0,155 | 0,7 | 0,050 | 0,4 | 0,021 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | 6,304 | 3,2 | 1,858 | 2,0 | 0,605 | 1,3 | 0,205 | 0,8 | 0,065 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | 2,384 | 2,3 | 0,774 | 1,4 | 0,261 | 0,9 | 0,083 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | | | 2,974 | 2,5 | 0,963 | 1,6 | 0,324 | 1,0 | 0,103 | 0,6 | 0,044 | 0,5 | 0,018 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | 3,626 | 2,8 | 1,171 | 1,8 | 0,392 | 1,2 | 0,124 | 0,7 | 0,053 | 0,5 | 0,022 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | 5,121 | 3,4 | 1,645 | 2,2 | 0,549 | 1,4 | 0,173 | 0,9 | 0,074 | 0,6 | 0,031 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | 2,197 | 2,5 | 0,730 | 1,6 | 0,230 | 1,0 | 0,098 | 0,7 | 0,040 | 0,5 | 0,016 | 0,3 | 0,008 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,826 | 2,9 | 0,936 | 1,8 | 0,293 | 1,2 | 0,125 | 0,8 | 0,051 | 0,6 | 0,020 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 3,532 | 3,2 | 1,166 | 2,1 | 0,364 | 1,3 | 0,155 | 0,9 | 0,064 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | 1,421 | 2,3 | 0,443 | 1,4 | 0,188 | 1,0 | 0,077 | 0,7 | 0,029 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | | | | | 1,700 | 2,5 | 0,528 | 1,6 | 0,224 | 1,1 | 0,092 | 0,8 | 0,035 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | | 2,003 | 2,8 | 0,621 | 1,7 | 0,263 | 1,2 | 0,107 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | | 2,331 | 3,0 | 0,721 | 1,9 | 0,304 | 1,3 | 0,124 | 0,9 | 0,047 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,2 | 0,828 | 2,0 | 0,349 | 1,4 | 0,142 | 1,0 | 0,054 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | 3,058 | 3,5 | 0,942 | 2,2 | 0,397 | 1,5 | 0,162 | 1,1 | 0,061 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | | | | 1,064 | 2,3 | 0,447 | 1,6 | 0,182 | 1,1 | 0,069 | 0,8 | | | | | | | | | | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,192 | 2,5 | 0,501 | 1,7 | 0,204 | 1,2 | 0,077 | 0,8 | | | | | | | | | | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,328 | 2,6 | 0,557 | 1,8 | 0,226 | 1,3 | 0,085 | 0,9 | | | | | | | | | | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,471 | 2,7 | 0,616 | 1,9 | 0,250 | 1,3 | 0,094 | 0,9 | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,621 | 2,9 | 0,679 | 2,0 | 0,275 | 1,4 | 0,103 | 1,0 | | | | | | | | | | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | | | 1,778 | 3,0 | 0,744 | 2,1 | 0,301 | 1,5 | 0,113 | 1,0 | | | | | | | | | | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,942 | 3,2 | 0,812 | 2,2 | 0,328 | 1,6 | 0,123 | 1,0 | | | | | | | | | | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | | | 2,113 | 3,3 | 0,882 | 2,3 | 0,356 | 1,6 | 0,134 | 1,1 | | | | | | | | | | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | | | 2,292 | 3,5 | 0,956 | 2,4 | 0,386 | 1,7 | 0,145 | 1,1 | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,033 | 2,5 | 0,416 | 1,8 | 0,156 | 1,2 | | | | | | | | | | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,081 | 2,7 | 0,436 | 1,8 | 0,161 | 1,2 | | | | | | | | | | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,160 | 2,8 | 0,467 | 1,9 | 0,173 | 1,3 | | | | | | | | | | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,242 | 2,9 | 0,500 | 2,0 | 0,184 | 1,3 | | | | | | | | | | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,326 | 3,0 | 0,534 | 2,1 | 0,199 | 1,4 | | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,422 | 3,1 | 0,569 | 2,1 | 0,210 | 1,4 | | | | | | | | | | | |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,605 | 2,2 | 0,224 | 1,5 | | | | | | | | | | | |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,642 | 2,3 | 0,236 | 1,5 | | | | | | | | | | | |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,680 | 2,3 | 0,251 | 1,6 | | | | | | | | | | | |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,4 | 0,266 | 1,6 | | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,765 | 2,5 | 0,279 | 1,7 | | | | | | | | | | | |

S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 10°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,067 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,137 | 0,3 | 0,033 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,227 | 0,4 | 0,076 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,306 | 1,0 | 0,337 | 0,5 | 0,113 | 0,3 | 0,036 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 4,420 | 1,9 | 1,150 | 1,1 | 0,377 | 0,7 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 9,208 | 2,8 | 2,370 | 1,6 | 0,757 | 1,0 | 0,235 | 0,6 | 0,082 | 0,4 | 0,027 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | |
| 0,40 | | | 3,971 | 2,1 | 1,268 | 1,4 | 0,393 | 0,8 | 0,134 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 5,939 | 2,7 | 1,895 | 1,7 | 0,586 | 1,0 | 0,198 | 0,7 | 0,067 | 0,4 | 0,023 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | 8,266 | 3,2 | 2,636 | 2,0 | 0,801 | 1,2 | 0,272 | 0,8 | 0,095 | 0,5 | 0,031 | 0,3 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | | | | | 3,487 | 2,4 | 1,060 | 1,5 | 0,363 | 0,9 | 0,122 | 0,6 | 0,040 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | | | 4,448 | 2,7 | 1,351 | 1,7 | 0,458 | 1,1 | 0,157 | 0,7 | 0,053 | 0,4 | 0,028 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 5,484 | 3,0 | 1,658 | 1,9 | 0,564 | 1,2 | 0,192 | 0,8 | 0,064 | 0,5 | 0,034 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | |
| 1,00 | | | | | 6,657 | 3,4 | 2,012 | 2,1 | 0,678 | 1,3 | 0,234 | 0,9 | 0,076 | 0,5 | 0,046 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | | | 2,792 | 2,5 | 0,948 | 1,6 | 0,318 | 1,0 | 0,106 | 0,6 | 0,061 | 0,5 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 3,713 | 2,9 | 1,246 | 1,9 | 0,420 | 1,2 | 0,141 | 0,8 | 0,076 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,594 | 2,1 | 0,535 | 1,4 | 0,180 | 0,9 | 0,095 | 0,7 | 0,032 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,967 | 2,4 | 0,662 | 1,5 | 0,219 | 1,0 | 0,113 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,008 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,392 | 2,7 | 0,802 | 1,7 | 0,266 | 1,1 | 0,136 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,838 | 2,9 | 0,954 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,157 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,012 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | | | 3,339 | 3,2 | 0,118 | 2,0 | 0,366 | 1,3 | 0,183 | 1,0 | 0,066 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,013 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,294 | 2,2 | 0,425 | 1,4 | 0,207 | 1,1 | 0,076 | 0,7 | 0,028 | 0,5 | 0,016 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,481 | 2,4 | 0,488 | 1,5 | 0,236 | 1,1 | 0,086 | 0,7 | 0,033 | 0,5 | 0,018 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,681 | 2,5 | 0,549 | 1,6 | 0,263 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 | 0,021 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,892 | 2,7 | 0,618 | 1,7 | 0,295 | 1,3 | 0,111 | 0,8 | 0,042 | 0,6 | 0,022 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,115 | 2,9 | 0,692 | 1,8 | 0,325 | 1,4 | 0,123 | 0,9 | 0,046 | 0,6 | 0,025 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,763 | 1,9 | 0,360 | 1,4 | 0,135 | 0,9 | 0,052 | 0,6 | 0,028 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,844 | 2,0 | 0,393 | 1,5 | 0,149 | 1,0 | 0,056 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,929 | 2,1 | 0,432 | 1,6 | 0,165 | 1,1 | 0,062 | 0,7 | 0,034 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,018 | 2,3 | 0,467 | 1,7 | 0,180 | 1,1 | 0,067 | 0,7 | 0,037 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,102 | 2,4 | 0,509 | 1,7 | 0,195 | 1,2 | 0,074 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,198 | 2,5 | 0,547 | 1,8 | 0,210 | 1,2 | 0,079 | 0,8 | 0,043 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,297 | 2,6 | 0,592 | 1,9 | 0,226 | 1,3 | 0,086 | 0,8 | 0,047 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,391 | 2,7 | 0,632 | 2,0 | 0,246 | 1,3 | 0,092 | 0,9 | 0,051 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,498 | 2,8 | 0,680 | 2,0 | 0,264 | 1,4 | 0,100 | 0,9 | 0,053 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,609 | 2,9 | 0,730 | 2,1 | 0,281 | 1,4 | 0,106 | 0,9 | 0,058 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,712 | 3,0 | 0,775 | 2,2 | 0,300 | 1,5 | 0,114 | 1,0 | 0,062 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,828 | 2,3 | 0,322 | 1,5 | 0,120 | 1,0 | 0,065 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,875 | 2,3 | 0,342 | 1,6 | 0,129 | 1,1 | 0,069 | 0,8 |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,952 | 2,4 | 0,395 | 1,7 | 0,147 | 1,1 | 0,080 | 0,9 |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | 1,154 | 2,7 | 0,451 | 1,8 | 0,169 | 1,2 | 0,092 | 1,0 |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,241 | 2,8 | 0,512 | 2,0 | 0,193 | 1,3 | 0,103 | 1,0 |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,399 | 3,0 | 0,575 | 2,1 | 0,217 | 1,4 | 0,116 | 1,1 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,642 | 2,2 | 0,240 | 1,5 | 0,130 | 1,2 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,713 | 2,4 | 0,267 | 1,6 | 0,145 | 1,2 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,786 | 2,5 | 0,296 | 1,7 | 0,160 | 1,3 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,864 | 2,6 | 0,326 | 1,8 | 0,174 | 1,4 |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,944 | 2,7 | 0,353 | 1,8 | 0,191 | 1,4 |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,9 | 0,386 | 1,9 | 0,208 | 1,5 |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,122 | 3,0 | 0,419 | 2,0 | 0,226 | 1,6 |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,450 | 2,1 | 0,243 | 1,6 |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,2 | 0,262 | 1,7 |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,524 | 2,3 | 0,282 | 1,8 |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,563 | 2,4 | 0,303 | 1,8 |

S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 10°C (dane dla rur EVO) – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,598 | 2,4 | 0,321 | 1,9 |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,639 | 2,5 | 0,342 | 2,0 |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,681 | 2,6 | 0,366 | 2,0 |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,7 | 0,389 | 2,1 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,765 | 2,8 | 0,414 | 2,2 |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,811 | 2,9 | 0,435 | 2,2 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,858 | 3,0 | 0,460 | 2,3 |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,513 | 2,4 |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,536 | 2,5 |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,564 | 2,6 |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,6 |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,7 |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,647 | 2,8 |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,678 | 2,8 |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,709 | 2,9 |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,741 | 3,0 |

S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 50°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | | 25 x 2,8 mm | | | 32 x 3,6 mm | | | 40 x 4,5 mm | | | 50 x 5,6 mm | | | 63 x7,1 mm | | | 75 x 8,4 mm | | | 90 x 10,1 mm | | | 110 x 12,3 mm | | | 125 x 14 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|-----|--|-------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,052 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,108 | 0,3 | 0,035 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,181 | 0,4 | 0,060 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,064 | 1,0 | 0,271 | 0,5 | 0,089 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 3,723 | 1,9 | 0,925 | 1,1 | 0,306 | 0,7 | 0,091 | 0,4 | 0,031 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | 7,920 | 2,8 | 1,947 | 1,6 | 0,624 | 1,0 | 0,191 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | 3,319 | 2,2 | 1,059 | 1,4 | 0,323 | 0,8 | 0,109 | 0,5 | 0,037 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | 4,999 | 2,7 | 1,599 | 1,7 | 0,486 | 1,0 | 0,162 | 0,7 | 0,055 | 0,4 | 0,019 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | 7,046 | 3,2 | 2,242 | 2,0 | 0,669 | 1,2 | 0,224 | 0,8 | 0,077 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | 2,289 | 2,4 | 0,891 | 1,5 | 0,301 | 0,9 | 0,100 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | 3,837 | 2,7 | 1,143 | 1,7 | 0,382 | 1,1 | 0,129 | 0,7 | 0,043 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | 4,757 | 3,0 | 1,409 | 1,9 | 0,471 | 1,2 | 0,158 | 0,8 | 0,052 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | 5,805 | 3,4 | 1,718 | 2,1 | 0,570 | 1,3 | 0,194 | 0,9 | 0,062 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | 0,002 | 0,1 | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | 2,404 | 2,5 | 0,802 | 1,6 | 0,265 | 1,0 | 0,088 | 0,6 | 0,037 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | | | 0,003 | 0,2 | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | 3,221 | 2,9 | 1,061 | 1,9 | 0,352 | 1,2 | 0,117 | 0,8 | 0,050 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | 0,004 | 0,2 | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,366 | 2,1 | 0,451 | 1,4 | 0,150 | 0,9 | 0,063 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | 0,006 | 0,2 | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,694 | 2,4 | 0,561 | 1,5 | 0,183 | 1,0 | 0,079 | 0,7 | 0,032 | 0,5 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | | | | | 0,007 | 0,2 | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,071 | 2,7 | 0,682 | 1,7 | 0,223 | 1,1 | 0,094 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | 0,008 | 0,3 | | | | | 0,008 | 0,3 | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,467 | 2,9 | 0,815 | 1,9 | 0,266 | 1,2 | 0,113 | 0,8 | 0,046 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | | | | | 0,010 | 0,3 | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | 2,915 | 3,2 | 0,958 | 2,0 | 0,309 | 1,3 | 0,131 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | | | | | 0,011 | 0,3 | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,113 | 2,2 | 0,360 | 1,4 | 0,153 | 1,0 | 0,063 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | | | | | 0,013 | 0,4 | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 0,279 | 2,4 | 0,414 | 1,5 | 0,174 | 1,1 | 0,072 | 0,7 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | | | | | 0,015 | 0,4 | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,455 | 2,5 | 0,467 | 1,6 | 0,199 | 1,1 | 0,081 | 0,8 | 0,030 | 0,5 | 0,017 | 0,4 | | | | | 0,017 | 0,4 | | | | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,643 | 2,7 | 0,528 | 1,7 | 0,222 | 1,2 | 0,093 | 0,8 | 0,035 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | | | | | 0,017 | 0,4 | | | | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 1,841 | 2,9 | 0,592 | 1,8 | 0,250 | 1,3 | 0,103 | 0,9 | 0,038 | 0,6 | 0,021 | 0,5 | | | | | 0,021 | 0,5 | | | | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,654 | 1,9 | 0,275 | 1,4 | 0,114 | 0,9 | 0,043 | 0,6 | 0,023 | 0,5 | | | | | 0,023 | 0,5 | | | | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,0 | 0,306 | 1,4 | 0,125 | 1,0 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | | | | | 0,025 | 0,5 | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,800 | 2,1 | 0,334 | 1,5 | 0,139 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,027 | 0,6 | | | | | 0,027 | 0,6 | | | | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 0,878 | 2,3 | 0,368 | 1,6 | 0,152 | 1,1 | 0,056 | 0,7 | 0,031 | 0,6 | | | | | 0,031 | 0,6 | | | | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 0,953 | 2,4 | 0,399 | 1,7 | 0,164 | 1,2 | 0,062 | 0,8 | 0,034 | 0,6 | | | | | 0,034 | 0,6 | | | | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,038 | 2,5 | 0,435 | 1,7 | 0,178 | 1,2 | 0,066 | 0,8 | 0,036 | 0,6 | | | | | 0,036 | 0,6 | | | | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,126 | 2,6 | 0,469 | 1,8 | 0,192 | 1,3 | 0,073 | 0,8 | 0,039 | 0,7 | | | | | 0,039 | 0,7 | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,210 | 2,7 | 0,508 | 1,9 | 0,209 | 1,3 | 0,077 | 0,9 | 0,042 | 0,7 | | | | | 0,042 | 0,7 | | | | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,305 | 2,8 | 0,544 | 2,0 | 0,224 | 1,4 | 0,084 | 0,9 | 0,045 | 0,7 | | | | | 0,045 | 0,7 | | | | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,403 | 2,9 | 0,586 | 2,0 | 0,239 | 1,4 | 0,089 | 0,9 | 0,048 | 0,7 | | | | | 0,048 | 0,7 | | | | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,496 | 3,0 | 0,623 | 2,1 | 0,255 | 1,5 | 0,096 | 1,0 | 0,052 | 0,8 | | | | | 0,052 | 0,8 | | | | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,2 | 0,275 | 1,5 | 0,102 | 1,0 | 0,054 | 0,8 | | | | | 0,054 | 0,8 | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,716 | 2,3 | 0,292 | 1,6 | 0,109 | 1,1 | 0,058 | 0,8 | | | | | 0,058 | 0,8 | | | | | |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,826 | 2,4 | 0,338 | 1,7 | 0,125 | 1,1 | 0,067 | 0,9 | | | | | 0,067 | 0,9 | | | | | |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,950 | 2,6 | 0,388 | 1,8 | 0,144 | 1,2 | 0,078 | 1,0 | | | | | 0,078 | 1,0 | | | | | |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,083 | 2,8 | 0,441 | 2,0 | 0,164 | 1,3 | 0,087 | 1,0 | | | | | 0,087 | 1,0 | | | | | |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,225 | 3,0 | 0,497 | 2,1 | 0,185 | 1,4 | 0,098 | 1,1 | | | | | 0,098 | 1,1 | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,2 | 0,205 | 1,5 | 0,111 | 1,2 | | | | | 0,111 | 1,2 | | | | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,618 | 2,4 | 0,229 | 1,6 | 0,123 | 1,2 | | | | | 0,123 | 1,2 | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,684 | 2,5 | 0,254 | 1,7 | 0,137 | 1,3 | | | | | 0,137 | 1,3 | | | | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 2,6 | 0,280 | 1,8 | 0,149 | 1,4 | | | | | 0,149 | 1,4 | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,824 | 2,7 | 0,304 | 1,8 | 0,163 | 1,4 | | | | | 0,163 | 1,4 | | | | |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,900 | 2,9 | 0,333 | 1,9 | 0,178 | 1,5 | | | | | 0,178 | 1,5 | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,984 | 3,0 | 0,362 | 2,0 | 0,194 | 1,6 | | | | | 0,194 | 1,6 | | | | |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,390 | 2,1 | 0,208 | 1,6 | | | | | 0,208 | 1,6 | | | | |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,422 | 2,2 | 0,225 | 1,7 | | | | | 0,225 | 1,7 | | | | |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,455 | 2,3 | 0,243 | 1,8 | | | | | 0,243 | 1,8 | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,489 | 2,4 | 0,261 | 1,8 | | | | | 0,261 | 1,8 | | | | |

S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 50°C (dane dla rur EVO) – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,521 | 2,4 | 0,277 | 1,9 |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,5 | 0,297 | 2,0 |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,595 | 2,6 | 0,317 | 2,0 |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,634 | 2,7 | 0,337 | 2,1 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,8 | 0,359 | 2,2 |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,711 | 2,9 | 0,378 | 2,2 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 3,0 | 0,400 | 2,3 |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,423 | 2,4 |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,447 | 2,4 |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,468 | 2,5 |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,493 | 2,6 |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,518 | 2,6 |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,7 |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,567 | 2,8 |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,594 | 2,8 |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,9 |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,651 | 3,0 |

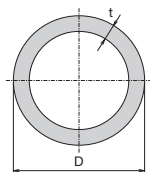
S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 80°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 0,02 | 0,055 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,185 | 0,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,381 | 0,6 | | | | | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,641 | 0,8 | | | | | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,962 | 1,0 | 0,242 | 0,5 | 0,079 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 3,428 | 1,9 | 0,840 | 1,1 | 0,275 | 0,7 | 0,081 | 0,4 | 0,027 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | 7,376 | 2,8 | 1,788 | 1,6 | 0,567 | 1,0 | 0,172 | 0,6 | 0,059 | 0,4 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | | | 3,070 | 2,2 | 0,969 | 1,4 | 0,292 | 0,8 | 0,098 | 0,5 | 0,033 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | |
| 0,50 | | | 4,652 | 2,7 | 1,471 | 1,7 | 0,442 | 1,0 | 0,146 | 0,7 | 0,049 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | |
| 0,60 | | | 6,590 | 3,2 | 2,073 | 2,0 | 0,612 | 1,2 | 0,203 | 0,8 | 0,069 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | | | | | 2,774 | 2,4 | 0,818 | 1,5 | 0,274 | 0,9 | 0,090 | 0,6 | 0,029 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | |
| 0,80 | | | | | 3,574 | 2,7 | 1,052 | 1,7 | 0,348 | 1,1 | 0,117 | 0,7 | 0,038 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | |
| 0,90 | | | | | 1,445 | 3,0 | 1,301 | 1,9 | 0,431 | 1,2 | 0,143 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | |
| 1,00 | | | | | | | 1,591 | 2,1 | 0,522 | 1,3 | 0,176 | 0,9 | 0,056 | 0,5 | 0,025 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 |
| 1,20 | | | | | | | 2,236 | 2,5 | 0,739 | 1,6 | 0,242 | 1,0 | 0,079 | 0,6 | 0,034 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,2 |
| 1,40 | | | | | | | 3,008 | 2,9 | 0,981 | 1,9 | 0,323 | 1,2 | 0,106 | 0,8 | 0,045 | 0,5 | 0,019 | 0,4 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,267 | 2,1 | 0,414 | 1,4 | 0,136 | 0,9 | 0,057 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | 0,005 | 0,2 |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,576 | 2,4 | 0,517 | 1,5 | 0,167 | 1,0 | 0,071 | 0,7 | 0,029 | 0,5 | 0,011 | 0,3 | 0,006 | 0,2 |
| 2,00 | | | | | | | | | 1,931 | 2,7 | 0,630 | 1,7 | 0,204 | 1,1 | 0,085 | 0,8 | 0,035 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | 0,007 | 0,3 |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,306 | 2,9 | 0,754 | 1,9 | 0,244 | 1,2 | 0,103 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | 0,016 | 0,4 | 0,009 | 0,3 |
| 2,40 | | | | | | | | | 2,73 | 3,2 | 0,888 | 2,0 | 0,284 | 1,3 | 0,119 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 | 0,010 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,034 | 2,2 | 0,331 | 1,4 | 0,140 | 1,0 | 0,057 | 0,7 | 0,021 | 0,5 | 0,011 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,4 | 0,381 | 1,5 | 0,159 | 1,1 | 0,065 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | 0,013 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,356 | 2,5 | 0,430 | 1,6 | 0,182 | 1,1 | 0,074 | 0,8 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,534 | 2,7 | 0,487 | 1,7 | 0,203 | 1,2 | 0,084 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | 0,017 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 1,721 | 2,9 | 0,548 | 1,8 | 0,229 | 1,3 | 0,094 | 0,9 | 0,035 | 0,6 | 0,019 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,606 | 1,9 | 0,253 | 1,4 | 0,104 | 0,9 | 0,039 | 0,6 | 0,021 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,673 | 2,0 | 0,282 | 1,4 | 0,114 | 1,0 | 0,042 | 0,7 | 0,023 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,743 | 2,1 | 0,308 | 1,5 | 0,127 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 0,817 | 2,3 | 0,340 | 1,6 | 0,139 | 1,1 | 0,051 | 0,7 | 0,028 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 0,887 | 2,4 | 0,368 | 1,7 | 0,151 | 1,2 | 0,056 | 0,8 | 0,031 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 0,967 | 2,5 | 0,403 | 1,7 | 0,163 | 1,2 | 0,060 | 0,8 | 0,032 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,051 | 2,6 | 0,434 | 1,8 | 0,176 | 1,3 | 0,066 | 0,8 | 0,035 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,130 | 2,7 | 0,471 | 1,9 | 0,192 | 1,3 | 0,071 | 0,9 | 0,038 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,220 | 2,8 | 0,504 | 2,0 | 0,206 | 1,4 | 0,077 | 0,9 | 0,041 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,313 | 2,9 | 0,544 | 2,0 | 0,221 | 1,4 | 0,081 | 0,9 | 0,044 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,401 | 3,0 | 0,585 | 2,1 | 0,235 | 1,5 | 0,088 | 1,0 | 0,047 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,2 | 0,254 | 1,5 | 0,093 | 1,0 | 0,050 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,3 | 0,270 | 1,6 | 0,100 | 1,1 | 0,053 | 0,8 |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | 0,770 | 2,4 | 0,313 | 1,7 | 0,115 | 1,1 | 0,062 | 0,9 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,888 | 2,6 | 0,360 | 1,8 | 0,132 | 1,2 | 0,071 | 1,0 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | 1,013 | 2,8 | 0,409 | 2,0 | 0,151 | 1,3 | 0,080 | 1,0 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,147 | 3,0 | 0,462 | 2,1 | 0,171 | 1,4 | 0,090 | 1,1 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,517 | 2,2 | 0,189 | 1,5 | 0,102 | 1,2 |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,576 | 2,4 | 0,212 | 1,6 | 0,113 | 1,2 |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,638 | 2,5 | 0,235 | 1,7 | 0,126 | 1,3 |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,703 | 2,6 | 0,259 | 1,8 | 0,137 | 1,4 |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,771 | 2,7 | 0,282 | 1,8 | 0,151 | 1,4 |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,842 | 2,9 | 0,309 | 1,9 | 0,165 | 1,5 |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,922 | 3,0 | 0,337 | 2,0 | 0,180 | 1,6 |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,362 | 2,1 | 0,192 | 1,6 |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,393 | 2,2 | 0,209 | 1,7 |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,424 | 2,3 | 0,225 | 1,8 |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,456 | 2,4 | 0,242 | 1,8 |

S 3,2 i S 4,0, temperatura wody = 80°C (dane dla rur EVO) – cd.

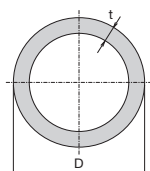
| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 | 0,257 | 1,9 |
| 14,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,520 | 2,5 | 0,256 | 2,0 |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,6 | 0,295 | 2,0 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,7 | 0,314 | 2,1 |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,627 | 2,8 | 0,334 | 2,2 |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,9 | 0,352 | 2,2 |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,706 | 3,0 | 0,373 | 2,3 |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,395 | 2,4 |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,417 | 2,4 |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,437 | 2,5 |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,460 | 2,6 |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,484 | 2,6 |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,509 | 2,7 |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,531 | 2,8 |
| 21,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,8 |
| 21,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,583 | 2,9 |
| 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,610 | 3,0 |

14. Zestawienie produktów Wavin Ekoplastik



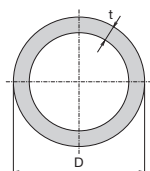
Ekoplastik – rura S 5 (PN 10) w sztangach

| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|----------|------------|------------|
| 20 | 2,2 | 4 | 3248001620 | 3044793 |
| 25 | 2,3 | 4 | 3248002010 | 3044798 |
| 32 | 2,9 | 4 | 3248002020 | 3044799 |
| 40 | 3,7 | 4 | 3248002510 | 3044800 |
| 50 | 4,6 | 4 | 3248002520 | 3044801 |
| 63 | 5,8 | 4 | 3248003210 | 3044802 |
| 75 | 6,8 | 4 | 3248011075 | 3044807 |
| 90 | 8,2 | 4 | 3248011090 | 3044808 |
| 110 | 10,0 | 4 | 3248011091 | 3044809 |
| 125 | 11,4 | 4 | 3248011092 | 3044810 |



Ekoplastik – rura S 3,2 (PN 16) w sztangach

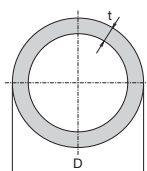
| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|----------|-----------------|------------|
| 16 | 2,2 | 4 | 3248011616 | 3044812 |
| 20 | 2,8 | 4 | 3000 3248011622 | 3059923 |
| 25 | 3,5 | 4 | 3000 3248011625 | 3059927 |
| 32 | 4,4 | 4 | 3000 3248011632 | 3059933 |
| 40 | 5,5 | 4 | 3248011640 | 3044816 |
| 50 | 6,9 | 4 | 3000 3248011650 | 3044817 |
| 63 | 8,6 | 4 | 3000 3248011663 | 3032800 |
| 75 | 10,3 | 4 | 3248011675 | 3044818 |
| 90 | 12,3 | 4 | 3248011690 | 3044819 |
| 110 | 15,1 | 4 | 3248011691 | 3044820 |
| 125 | 17,1 | 4 | 3248011692 | 3052481 |



Ekoplastik – rura S 2,5 (PN 20) w sztangach

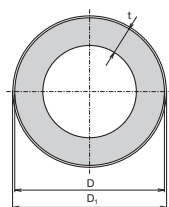
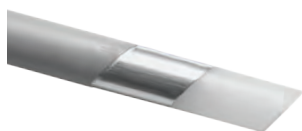
| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|----------|-----------------|------------|
| 16 | 2,7 | 4 | 3248003220 | 3044803 |
| 20 | 3,4 | 3 | 3248003230 | 3044804 |
| 20 | 3,4 | 4 | 3000 3248004010 | 3059925 |
| 25 | 4,2 | 3 | 3248003240 | 3044805 |
| 25 | 4,2 | 4 | 3000 3248004020 | 3059930 |
| 32 | 5,4 | 3 | 3248003250 | 3044806 |
| 32 | 5,4 | 4 | 3000 3248005010 | 3059937 |
| 40 | 6,7 | 3 | 3248092027 | 3044919 |
| 40 | 6,7 | 4 | 3248005020 | 3059941 |
| 50 | 8,3 | 4 | 3000 3248006310 | 3059943 |
| 63 | 10,5 | 4 | 3000 3248006320 | 3059945 |
| 75* | 12,5 | 4 | 3248012075 | 3059946 |
| 90* | 15,0 | 4 | 3248012090 | 3059947 |
| 110* | 18,3 | 4 | 3248012011 | 3022997 |
| 125* | 20,8 | 4 | 3248012015 | 3044821 |

* Rury zastąpione przez rury EVO.


Ekoplastik – rura EVO S 4,0 (PN 22) w sztangach

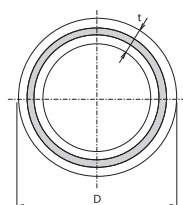
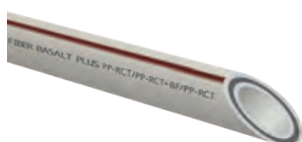
| D [mm] | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------|--------|------------|
| 16* | 2,2 | 4 | | 3065683 |
| 20 | 2,3 | 4 | | 3065684 |
| 25 | 2,8 | 4 | | 3065685 |
| 32 | 3,6 | 4 | | 3065686 |
| 40 | 4,5 | 4 | | 3065687 |
| 50 | 5,6 | 4 | | 3065688 |
| 63 | 7,1 | 4 | | 3065689 |
| 75 | 8,4 | 4 | | 3065690 |
| 90 | 10,1 | 4 | | 3065691 |
| 110 | 12,3 | 4 | | 3065692 |
| 125 | 14,0 | 4 | | 3065693 |

* S 3,2 (PN 28).


Ekoplastik – rura STABI PLUS S 3,2 (PN 28) w sztangach

| Wymiar | | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|---------|-----------|----------|-----------------|------------|
| D [mm] | D1 [mm] | | | | |
| 16 | 17,9 | 2,2 | 4 | 3248011620 | 3022020 |
| 20 | 21,9 | 2,8 | 4 | 3000 3248012020 | 3022022 |
| 25 | 26,9 | 3,5 | 4 | 3000 3248012520 | 3022025 |
| 32 | 33,9 | 4,4 | 4 | 3000 3248013220 | 3022028 |
| 40 | 41,9 | 5,5 | 4 | 3248014020 | 3022031 |
| 50 | 52,0 | 6,9 | 4 | 3000 3248015020 | 3022034 |
| 63 | 65,0 | 8,6 | 4 | 3000 3248016320 | 3022038 |
| 75* | 77,0 | 8,4 | 4 | 3248017520 | 3022041 |
| 90* | 92,0 | 10,1 | 4 | 3248019000 | 3022044 |
| 110* | 112,0 | 12,3 | 4 | 3248011100 | 3022045 |

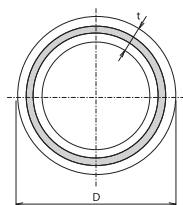
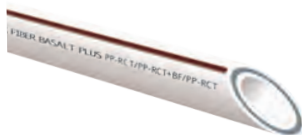
* S 4,0 (PN 22).


Ekoplastik – rura FIBER BASALT PLUS S 3,2 (PN 28) w sztangach

| Wymiar | | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--|-----------|----------|-----------------|------------|
| D [mm] | | | | | |
| 20 | | 2,8 | 4 | 3000 3245070020 | 3044680 |
| 25 | | 3,5 | 4 | 3000 3245070025 | 3044681 |
| 32 | | 4,4 | 4 | 3000 3245070032 | 3044682 |
| 40 | | 5,5 | 4 | 3245070040 | 3044683 |
| 50 | | 6,9 | 4 | 3000 3245070050 | 3044684 |
| 63 | | 8,6 | 4 | 3000 3245070063 | 3044685 |

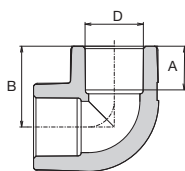
Ekoplastik – rura FIBER BASALT PLUS S 4 (PN 22) w sztangach

| Wymiar | | t [mm] | l [m] | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--|-----------|----------|------------|------------|
| D [mm] | | | | | |
| 75 | | 8,4 | 4 | 3245070075 | 3044686 |
| 90 | | 10,1 | 4 | 3245070090 | 3044687 |
| 110 | | 12,3 | 4 | 3245070110 | 3044688 |
| 125 | | 14,0 | 4 | 3245070125 | 3044689 |



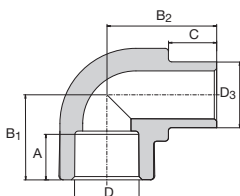
Ekoplastik – rura FIBER BASALT PLUS biała S 3,2 (PN 28) w sztangach

| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [m] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|----------|------|--------|------------|
| 20 | 2,8 | 4 | 3000 | | 3072918 |
| 25 | 3,5 | 4 | 3000 | | 3072919 |
| 32 | 4,4 | 4 | 3000 | | 3072920 |
| 40 | 5,5 | 4 | | | 3072921 |



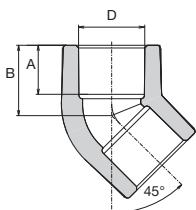
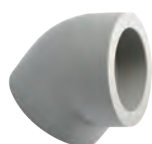
Ekoplastik – kolano 90°

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 23,2 | | 3248021601 | 3022908 |
| 20 | 14,5 | 26,8 | 3000 | 3248021603 | 3022910 |
| 25 | 16,0 | 31,0 | 3000 | 3248021645 | 3022912 |
| 32 | 18,0 | 36,5 | 3000 | 3248021690 | 3022914 |
| 40 | 20,5 | 43,0 | | 3248022001 | 3022916 |
| 50 | 23,5 | 51,0 | 3000 | 3248022002 | 3022918 |
| 63 | 27,5 | 61,5 | 3000 | 3248022003 | 3022920 |
| 75 | 30,0 | 70,1 | | 3248017500 | 3022922 |
| 90 | 33,0 | 82,0 | | 3248029000 | 3022924 |
| 110 | 37,0 | 95,0 | | 3248021100 | 3022925 |
| 125 | 40,0 | 105,0 | | 3248022050 | 3051906 |



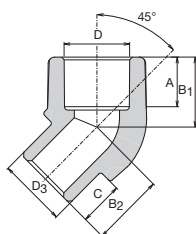
Ekoplastik – kolano nypłowe 90°

| Wymiar D [mm] | D3 [mm] | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|--------|---------|---------|--------|------------|------------|
| 16 | 16 | 13,0 | 21,3 | 25,0 | 12,0 | 3248021101 | 3044823 |
| 20 | 20 | 14,5 | 26,8 | 30,3 | 13,0 | 3248022004 | 3024304 |
| 25 | 25 | 16,0 | 31,0 | 35,0 | 14,0 | 3248022005 | 3024305 |
| 32 | 32 | 18,0 | 36,5 | 42,2 | 16,0 | 3248022045 | 3044824 |



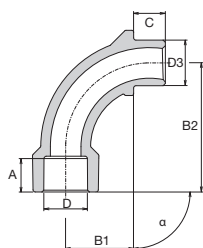
Ekoplastik – kolano 45°

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|--------|--------|------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 18,7 | | 3248022090 | 3044826 |
| 20 | 14,5 | 20,8 | 3000 | 3248022501 | 3022909 |
| 25 | 16,0 | 24,0 | 3000 | 3248022502 | 3022911 |
| 32 | 18,0 | 27,0 | 3000 | 3248022503 | 3022913 |
| 40 | 20,5 | 31,5 | | 3248022504 | 3022915 |
| 50 | 23,5 | 36,5 | 3000 | 3248022505 | 3022917 |
| 63 | 27,5 | 43,0 | 3000 | 3248022507 | 3022919 |
| 75 | 30,0 | 48,1 | | 3248022545 | 3022921 |
| 90 | 33,0 | 54,1 | | 3248019045 | 3022923 |
| 110 | 37,0 | 62,1 | | 3248019046 | 3044822 |

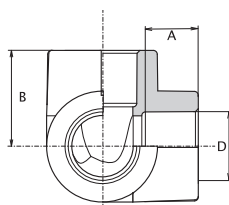


Ekoplastik – kolano nypłowe 45°

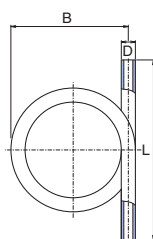
| Wymiar D [mm] | D3 [mm] | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|--------|---------|---------|--------|------------|------------|
| 16 | 16 | 13,0 | 18,7 | 18,7 | 12,0 | 3248022590 | 3044827 |
| 20 | 20 | 14,5 | 20,8 | 21,5 | 13,0 | 3248023201 | 3044828 |
| 25 | 25 | 16,0 | 24,0 | 24,0 | 14,0 | 3248023202 | 3044829 |


Ekoplastik – kolano łukowe

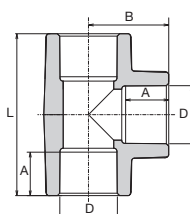
| Wymiar D [mm] | D3 [mm] | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | α [°] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|--------|---------|---------|--------|--------------|------------|------------|
| 20 | 20 | 14,5 | 37,0 | 56,0 | 13,6 | 90 | 3248515219 | 3044999 |
| 25 | 25 | 16,0 | 45,0 | 67,0 | 14,6 | 90 | 3248515220 | 3045000 |


Ekoplastik – kolano trójdrożne

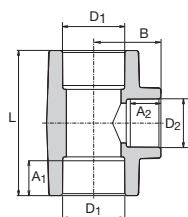
| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 26,8 | | 3248515223 | 3045003 |
| 25 | 16,0 | 29,5 | 3000 | 3248515224 | 3045004 |
| 32 | 18,0 | 35,0 | 3000 | 3248515225 | 3045005 |


Ekoplastik – kompensacja S 2,5 (PN 20)

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----|------------|------------|
| 20 | 200,0 | 450,0 | | 3248042002 | 3044841 |
| 25 | 210,0 | 440,0 | 146 | 3248042505 | 3044842 |
| 32 | 230,0 | 410,0 | 148 | 3248043202 | 3044843 |
| 40 | 290,0 | 450,0 | | 3248043203 | 3024031 |

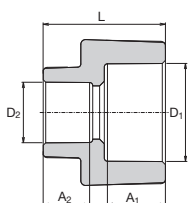

Ekoplastik – trójnik równoprzelotowy

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|--------|--------|--------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 23,2 | 46,4 | 3248023245 | 3022961 |
| 20 | 14,5 | 27,0 | 54,0 | 3248023290 | 3022962 |
| 25 | 16,0 | 32,0 | 60,0 | 3248024045 | 3022963 |
| 32 | 18,0 | 35,7 | 70,0 | 3248024090 | 3022964 |
| 40 | 20,5 | 38,5 | 86,2 | 3248025045 | 3022965 |
| 50 | 23,5 | 51,0 | 102,0 | 3248025090 | 3022966 |
| 63 | 27,5 | 61,5 | 123,0 | 3248026345 | 3022967 |
| 75 | 30,0 | 70,1 | 140,2 | 3248037520 | 3022968 |
| 90 | 33,0 | 83,1 | 166,2 | 3248039020 | 3022969 |
| 110 | 37,0 | 99,1 | 198,2 | 3248031100 | 3022970 |
| 125 | 40,0 | 105,0 | 210,0 | 3248031110 | 3051907 |



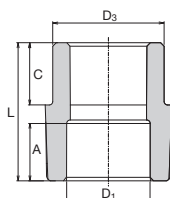
Ekoplastik – trójnik redukcyjny

| Wymiar | | A1 | A2 | L | B | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------|------|------|-------|------|------------|------------|
| D1 [mm] | D2 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 16 | 14,5 | 13,0 | 53,0 | 23,0 | 3248026390 | 3044830 |
| 25 | 20 | 16,0 | 14,5 | 55,0 | 29,0 | 3248027545 | 3022978 |
| 25/20 | 20 | | | | | 3248027546 | 3044831 |
| 32 | 20 | 18,0 | 14,5 | 67,0 | 34,4 | 3248031645 | 3022979 |
| 32 | 25 | 18,0 | 16,0 | 73,0 | 34,4 | 3248032045 | 3022980 |
| 32/25 | 20 | | | | | 3248031646 | 3044833 |
| 32/25 | 25 | | | | | 3248031647 | 3044834 |
| 40 | 20 | 20,5 | 14,5 | 64,5 | 38,0 | 3248032090 | 3022981 |
| 40 | 25 | 20,5 | 16,0 | 66,0 | 40,2 | 3248032545 | 3022982 |
| 40 | 32 | 20,5 | 18,0 | 86,0 | 41,5 | 3248032590 | 3022983 |
| 50 | 25 | 23,5 | 16,0 | 77,0 | 43,4 | 3248032591 | 3044839 |
| 50 | 32 | 23,5 | 18,0 | 84,0 | 46,0 | 3248033290 | 3022984 |
| 50 | 40 | 23,5 | 20,5 | 91,4 | 47,4 | 3248041600 | 3022985 |
| 63 | 25 | 27,5 | 16,0 | 85,0 | 49,9 | 3248041601 | 3044840 |
| 63 | 32 | 27,5 | 18,0 | 92,0 | 52,0 | 3248042000 | 3022986 |
| 63 | 40 | 27,5 | 20,5 | 100,0 | 54,6 | 3248042001 | 3022987 |
| 63 | 50 | 27,5 | 23,5 | 110,0 | 57,2 | 3248042016 | 3022988 |



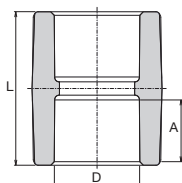
Ekoplastik – redukcja

| Wymiar | | A1 | A2 | L | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------|------|------|------|------------|------------|
| D1 [mm] | D2 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 25 | 20 | 16,0 | 14,5 | 34,0 | 3248044020 | 3044850 |
| 32 | 20 | 18,0 | 14,5 | 39,0 | 3248044025 | 3044851 |
| 32 | 25 | 18,0 | 16,0 | 39,5 | 3248044032 | 3044852 |



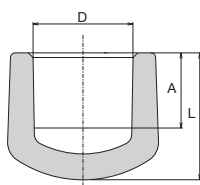
Ekoplastik – redukcja nypłowa

| Wymiar | | A | L | C | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------|------|------|-------|------------|------------|
| D3 [mm] | D1 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 16 | 13,0 | 32,5 | 13,0 | 3248045000 | 3022951 |
| 25 | 20 | 14,5 | 34,0 | 14,0 | 3248045032 | 3022952 |
| 32 | 20 | 14,5 | 40,0 | 16,0 | 3248045040 | 3022953 |
| 32 | 25 | 16,0 | 39,5 | 16,0 | 3248046300 | 3022954 |
| 40 | 20 | 14,5 | 47,0 | 18,5 | 3248064020 | 3044881 |
| 40 | 25 | 16,0 | 45,4 | 18,5 | 3248046332 | 3044854 |
| 40 | 32 | 18,0 | 48,2 | 18,5 | 3248046340 | 3022955 |
| 50 | 32 | 18,0 | 55,5 | 22,0 | 3248065032 | 3022956 |
| 50 | 40 | 20,5 | 52,0 | 22,0 | 3248046350 | 3022957 |
| 63 | 32 | 18,0 | 62,5 | 27,0 | 3248065332 | 3044882 |
| 63 | 40 | 20,5 | 58,5 | 27,0 | 3248066340 | 3044883 |
| 63 | 50 | 23,5 | 58,5 | 27,0 | 3248051600 | 3022958 |
| 75 | 40 | 20,5 | 64,5 | 29,5 | 3248051603 | 3044857 |
| 75 | 50 | 23,5 | 64,5 | 29,5 | 3248067550 | 3044884 |
| 75 | 63 | 27,5 | 71,5 | 29,5 | 3248067563 | 3022959 |
| 90 | 63 | 27,5 | 64,5 | 34,0 | 3248069063 | 3022960 |
| 90 | 75 | 30,0 | 78,0 | 34,0 | 3248069075 | 3044886 |
| 110 | 75 | 30,0 | 60,0 | 40,0 | 3248069076 | 3044887 |
| 110 | 90 | 33,0 | 87,0 | 40,0 | 3248071109 | 3032291 |
| 125 | 110 | 40,0 | 35,0 | 103,0 | 3248051604 | 3051908 |



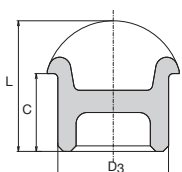
Ekoplastik – mufa

| Wymiar D [mm] | A [mm] | L [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 33,0 | | 3248042500 | 3022939 |
| 20 | 14,5 | 34,6 | 3000 | 3248042501 | 3022940 |
| 25 | 16,0 | 37,8 | 3000 | 3248042520 | 3022941 |
| 32 | 18,0 | 40,0 | | 3248043200 | 3022942 |
| 40 | 20,5 | 48,0 | | 3248043220 | 3022943 |
| 50 | 23,5 | 53,0 | | 3248043225 | 3022944 |
| 63 | 27,5 | 65,0 | | 3248044000 | 3022945 |
| 75 | 30,0 | 73,4 | | 3248067500 | 3022946 |
| 90 | 33,0 | 79,2 | | 3248069000 | 3022947 |
| 110 | 37,0 | 88,2 | | 3248061100 | 3022948 |
| 125 | 40,0 | 86,0 | 3000 | 3248044045 | 3051905 |



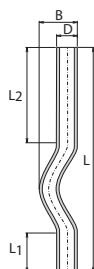
Ekoplastik – zaślepka

| Wymiar D [mm] | A [mm] | L [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 16 | 13,5 | 20,9 | | 3248051601 | 3044855 |
| 20 | 14,5 | 24,5 | 3000 | 3248051602 | 3044856 |
| 25 | 16,0 | 28,0 | 3000 | 3248052000 | 3044859 |
| 32 | 18,0 | 33,0 | | 3248052001 | 3024321 |
| 40 | 20,5 | 39,5 | | 3248052002 | 3044860 |
| 50 | 23,5 | 47,0 | | 3248052003 | 3024322 |
| 63 | 27,5 | 53,5 | | 3248052004 | 3044861 |
| 75 | 30,0 | 60,0 | | 3248052005 | 3044862 |
| 90 | 33,0 | 69,0 | | 3248052006 | 3044863 |
| 110 | 37,0 | 79,0 | 3000 | 3248052007 | 3044864 |



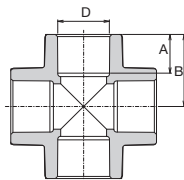
Ekoplastik – zaślepka wewnętrzna

| Wymiar D3 [mm] | C [mm] | L [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|-----------|-----------|--|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 23,5 | | 3248092048 | 3024320 |



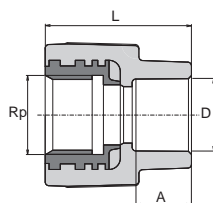
Ekoplastik – mijanka/obejście

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 | 35,0 | 400,0 | 80,0 | 210,0 | 3248052500 | 3044866 |
| 20 | 47,0 | 400,0 | 80,0 | 210,0 | 3248052501 | 3022931 |
| 25 | 52,0 | 400,0 | 80,0 | 150,0 | 3248052502 | 3022932 |
| 32 | 65,0 | 390,0 | 64,0 | 136,0 | 3248052503 | 3044867 |



Ekoplastik – czwórnik

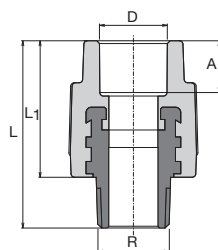
| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 26,3 | | 3248452000 | 3044992 |
| 25 | 16,0 | 30,1 | 3000 | 3248515202 | 3044993 |
| 32 | 18,0 | 35,0 | 3000 | 3248515203 | 3044994 |
| 40 | 20,5 | 42,0 | 3000 | 3248515204 | 3044995 |



Ekoplastik – złączka metal (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | L [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 38,0 | | 3248052504 | 3023018 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 39,0 | | 3248053200 | 3023019 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 42,0 | 146 | 3248053201 | 3023020 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 40,5 | 148 | 3248053202 | 3023021 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 47,0 | | 3248054000 | 3023022 |
| 32* | 1" | 18,0 | 57,0 | | 3248054001 | 3022085 |
| 40* | 5/4" | 20,5 | 65,0 | | 3248054002 | 3023024 |
| 50* | 6/4" | 23,5 | 69,0 | | 3248055000 | 3023025 |
| 63* | 2" | 27,5 | 76,0 | | 3248055001 | 3023026 |

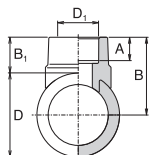
* Ośmiokątne podejście pod klucz.



Ekoplastik – złączka metal (gwint zewnętrzny)

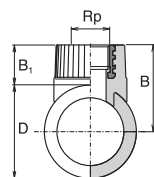
| Wymiar D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|--------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 52,0 | 37,5 | 3248055002 | 3044869 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 53,5 | 39,0 | 3248056002 | 3023011 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 58,0 | 40,0 | 3248056300 | 3044873 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 55,5 | 41,0 | 3248056301 | 3024316 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 59,0 | 41,0 | 3248062520 | 3023012 |
| 32 | 1" | 18,0 | 62,5 | 46,0 | 3248063220 | 3023013 |
| 40* | 5/4" | 20,5 | 80,0 | 48,0 | 3248063225 | 3023014 |
| 50* | 6/4" | 23,5 | 81,6 | 54,0 | 3248071200 | 3023015 |
| 63* | 2" | 27,5 | 101,0 | 63,5 | 3248071201 | 3023016 |
| 75* | 2 1/2" | 30,0 | 110,0 | 69,7 | 3248067521 | 3023017 |
| 90* | 3" | 33,0 | 130,0 | 85,0 | 3248069030 | 3044885 |

* Ośmiokątne podejście pod klucz.



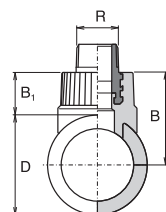
Ekoplastik – złączka siodłowa

| Wymiar D [mm] | D1 [mm] | A [mm] | B1 [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 63 | 32 | 18,0 | 27,0 | 58,5 | 3248056332 | 3044874 |
| 75 | 32 | 18,0 | 27,0 | 64,5 | 3248057532 | 3044875 |
| 90 | 32 | 18,0 | 27,0 | 72,0 | 3248059032 | 3044876 |
| 110 | 32 | 18,0 | 25,7 | 80,7 | 3248059033 | 3044877 |
| 110 | 40 | 21,0 | 25,7 | 80,7 | 3248059034 | 3044878 |



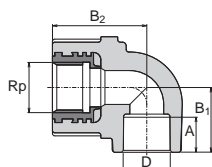
Ekoplastik – złączka siodłowa (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | B1 [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|------------|-----------|------------|------------|
| 63 | 3/4" | 27,0 | 58,5 | 3248056225 | 3044870 |
| 75 | 3/4" | 27,0 | 64,5 | 3248056226 | 3044871 |
| 90 | 3/4" | 27,0 | 72,0 | 3248056227 | 3044872 |



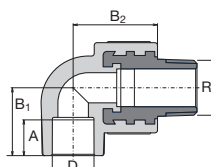
Ekoplastik – złączka siodłowa (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | B1 [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|------------|-----------|------------|------------|
| 63 | 3/4" | 44,8 | 76,3 | 3248080418 | 3044899 |
| 75 | 3/4" | 44,8 | 82,3 | 3248080419 | 3044900 |
| 90 | 3/4" | 44,8 | 89,8 | 3248080420 | 3044901 |



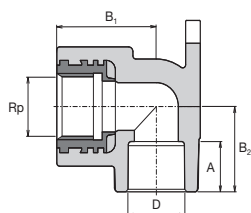
Ekoplastik – kolano 90° (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 25,2 | 31,0 | 3248071600 | 3044889 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 27,0 | 34,5 | 3248071620 | 3022928 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 27,0 | 40,0 | 3248072000 | 3044890 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 31,0 | 36,0 | 3248072020 | 3044891 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 30,0 | 41,0 | 3248072500 | 3022929 |
| 32 | 1" | 18,0 | 36,0 | 51,0 | 3248072520 | 3022930 |



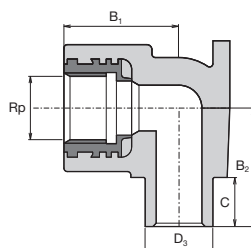
Ekoplastik – kolano 90° (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 25,2 | 31,0 | 3248011612 | 3044811 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 27,0 | 34,5 | 3248073200 | 3022926 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 27,0 | 39,0 | 3248073220 | 3044892 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 31,0 | 36,0 | 3248074000 | 3024306 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 30,0 | 39,0 | 3248075000 | 3022927 |
| 32 | 1" | 18,0 | 36,0 | 41,6 | 3248076300 | 3022073 |



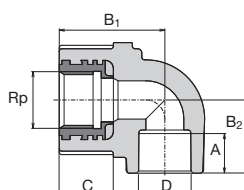
Ekoplastik – kolano z uchwytem (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 32,0 | 23,2 | 3248081601 | 3044908 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 34,0 | 26,8 | 3248082000 | 3022949 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 36,0 | 27,5 | 3248082001 | 3044909 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 40,0 | 40,0 | 3248082002 | 3044910 |



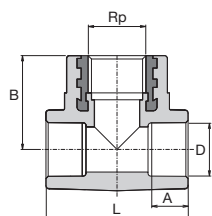
Ekoplastik – kolano nypłowe z uchwytem (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 35,0 | 35,0 | 11,0 | 3248515221 | 3045001 |



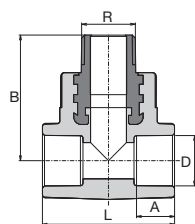
Ekoplastik – kolano pod karton-gips (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 15,0 | 44,0 | 27,0 | 26,0 | 3248515222 | 3045002 |



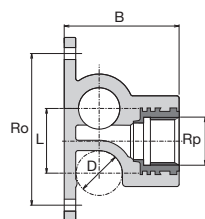
Ekoplastik – trójnik (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | L [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 51,5 | 34,0 | 3248082502 | 3022974 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 80,0 | 40,0 | 3248083201 | 3022975 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 80,0 | 40,0 | 3248032525 | 3022976 |
| 32 | 1/2" | 18,0 | 71,0 | 40,5 | 3248032526 | 3044837 |
| 32 | 3/4" | 18,0 | 71,0 | 42,0 | 3248032527 | 3044838 |
| 32 | 1" | 18,0 | 80,0 | 55,0 | 3248033230 | 3022977 |



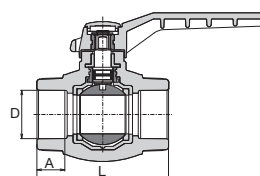
Ekoplastik – trójnik (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 51,5 | 48,5 | 3248032020 | 3022971 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 60,0 | 50,0 | 3248032021 | 3044836 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 60,0 | 51,0 | 3248032022 | 3022972 |
| 25 | 1/2" | 16,5 | 65,0 | 52,5 | 3248032023 | 3022973 |
| 32 | 3/4" | 18,0 | 71,0 | 58,3 | 3248350111 | 3044990 |
| 32 | 1" | 18,0 | 80,0 | 60,0 | 3248350112 | 3044991 |



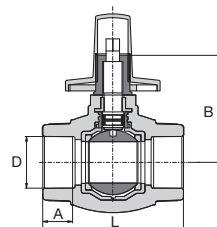
Ekoplastik – trójnik z uchwytem (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | B [mm] | Ro [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 50,0 | 66,0 | 18,5 | 3248032000 | 3044835 |
| 25 | 1/2" | 56,0 | 76,0 | 33,5 | 3248092035 | 3044920 |



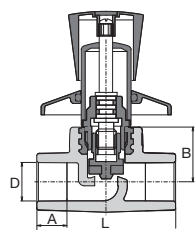
Ekoplastik – zawór kulowy

| Wymiar D [mm] | A [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 59,5 | 3248091604 | 3044912 |
| 20 | 14,5 | 65,0 | 3245515100 | 3033110 |
| 25 | 16,0 | 71,0 | 3245515130 | 3033111 |
| 32 | 18,0 | 85,0 | 3245515160 | 3021999 |
| 40 | 20,5 | 100,0 | 3245515190 | 3024323 |
| 50 | 23,5 | 115,0 | 3245515220 | 3033112 |
| 63 | 27,5 | 134,0 | 3245515250 | 3033113 |



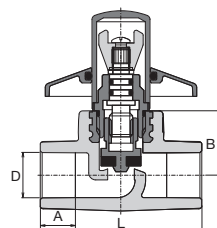
Ekoplastik – zawór podtynkowy LUX z rozetą chromowaną (kulowy)

| Wymiar D [mm] | A [mm] | L [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 67,0 | 65,0 | 3248080200 | 3044893 |
| 25 | 16,5 | 65,0 | 71,0 | 3248080250 | 3024319 |



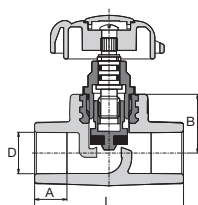
Ekoplastik – zawór podtynkowy LUX z pokrętkiem (grzybkowy)

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 27,5 | 69,0 | 3245510200 | 3044790 |
| 25 | 14,5 | 30,0 | 80,0 | 3245510250 | 3044791 |



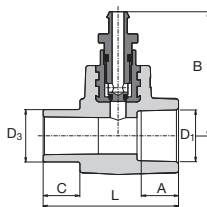
Ekoplastik – zawór podtynkowy LUX z rozetą chromowaną (grzybkowy)

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 27,5 | 69,0 | 3248043217 | 3023010 |
| 25 | 14,5 | 30,0 | 80,0 | 3248043218 | 3044844 |



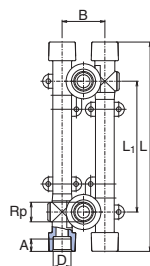
Ekoplastik – zawór przełotowy grzybkowy

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 27,5 | 69,0 | 3245500100 | 3023004 |
| 25 | 16,0 | 30,0 | 80,0 | 3245500130 | 3023005 |
| 32 | 18,0 | 39,0 | 89,0 | 3245500160 | 3023006 |
| 40 | 20,5 | 41,0 | 112,0 | 3245500190 | 3023007 |
| 50 | 23,5 | 48,0 | 136,0 | 3245500220 | 3023008 |
| 63 | 27,5 | 60,0 | 162,0 | 3245500250 | 3023009 |



Ekoplastik – mufa nypłowa z zaworem spustowym

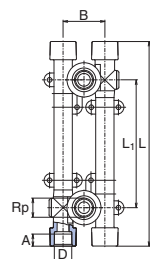
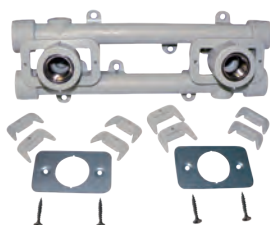
| Wymiar D [mm] | D3 [mm] | A [mm] | L [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 20 | 14,5 | 33,0 | 30,3 | 13,0 | 3248043219 | 3044845 |
| 25 | 25 | 16,0 | 54,0 | 49,7 | 14,0 | 3248043226 | 3044846 |
| 32 | 32 | 18,0 | 59,0 | 53,2 | 16,0 | 3248043227 | 3044847 |



Ekoplastik – uniwersalny komplet ścienny

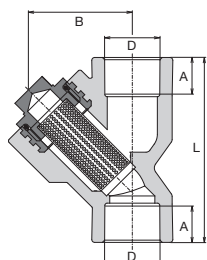
| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | B [mm] | L1* [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 46,0 | 105/130/145 | 229,0 | 3248082500 | 3022950 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 51,0 | 110/125/140 | 230,0 | 3248082501 | 3044911 |

* L1 – odstęp 100, 135, 150 mm.



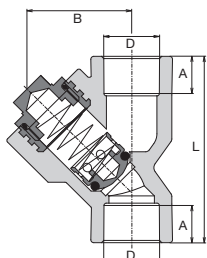
Ekoplastik – komplet naścienny do płyt gipsowych

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | B [mm] | L1 [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 49,0 | 100/135/150 | 234,0 | 3248092046 | 3044921 |



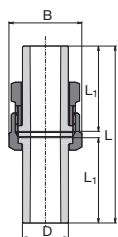
Ekoplastik – filtr

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 45 | 76,0 | 3248515214 | 3044996 |
| 25 | 45 | 82,0 | 3248515215 | 3044997 |
| 32 | 55 | 95,0 | 3248515216 | 3044998 |



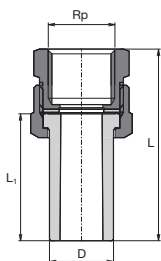
Ekoplastik – zawór zwrotny

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 45 | 76,0 | 3248080402 | 3044894 |
| 25 | 45 | 82,0 | 3248080403 | 3044895 |
| 32 | 55 | 95,0 | 3248080404 | 3044896 |



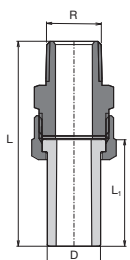
Ekoplastik – śrubunek rozbieralny

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 20 | 30,0 | 82,0 | 40,0 | 3248092021 | 3044917 |
| 25 | 38,0 | 82,0 | 40,0 | 3248092527 | 3044927 |
| 32 | 46,0 | 92,0 | 45,0 | 3248093200 | 3024324 |
| 40 | 58,0 | 112,0 | 55,0 | 3248092028 | 3032809 |



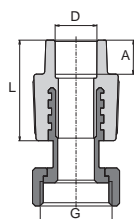
Ekoplastik – śrubunek (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 60,0 | 40,0 | 3248092012 | 3044914 |
| 25 | 3/4" | 62,0 | 40,0 | 3248092525 | 3044925 |
| 32 | 1" | 70,0 | 45,0 | 3248350106 | 3044986 |



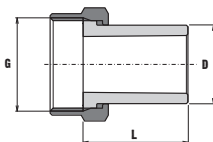
Ekoplastik – śrubunek (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 77,0 | 40,0 | 3248092013 | 3044915 |
| 25 | 3/4" | 80,0 | 40,0 | 3248092526 | 3044926 |
| 32 | 1" | 92,0 | 45,0 | 3248350107 | 3044987 |



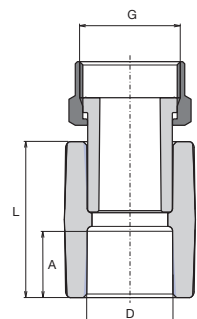
Ekoplastik – półśrubunek (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | G | A [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|------------|------------|
| 16 | 3/4" | 13,0 | 32,0 | 3248091634 | 3044913 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 40,0 | 3248092020 | 3023027 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 39,0 | 3248092019 | 3044916 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 41,1 | 3248092023 | 3044918 |
| 25 | 1" | 16,0 | 41,0 | 3248092024 | 3023028 |



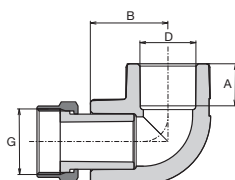
Ekoplastik – półśrubunek

| Wymiar D [mm] | G | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|
| 20 | 3/4" | 40,0 | 3248092503 | 3044922 |
| 25 | 1" | 40,0 | 3248092510 | 3044923 |
| 32 | 5/4" | 45,0 | 3248092511 | 3044924 |



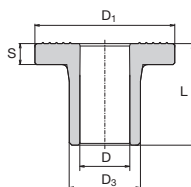
Ekoplastik – mufa z półśrubunkiem

| Wymiar D [mm] | G | A [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 34,6 | 3248062012 | 3024307 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 34,6 | 3248062034 | 3044879 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 37,8 | 3248062534 | 3044880 |
| 32 | 1" | 18,0 | 40,0 | 3248350110 | 3044989 |



Ekoplastik – kolano 90° z półśrubunkiem

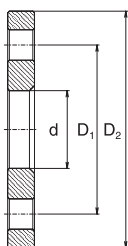
| Wymiar D [mm] | G | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 26,8 | 3248012012 | 3024308 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 26,8 | 3248515218 | 3053204 |



Ekoplastik – złączka kołnierzowa

| Wymiar D3 [mm] | D1 [mm] | L [mm] | S [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|---------|-----------|-----------|------------|------------|
| 50 | 90,0 | 60,0 | 12,5 | 3248515319 | 3022934 |
| 63 | 105,0 | 62,0 | 13,5 | 3245515320 | 3022935 |
| 75 | 123,0 | 73,0 | 14,7 | 3245515310 | 3022936 |
| 90 | 140,0 | 92,0 | 17,0 | 3245515350 | 3022937 |
| 110 | 160,0 | 103,0 | 19,0 | 3245515360 | 3022938 |
| 165* | 188,0 | 63,0 | 20,0 | 3245515370 | 3044792 |

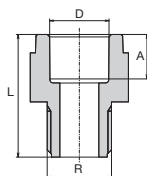
* Złączka do bezpośredniego wgrzania na rurę \varnothing 125 mm.



Ekoplastik – kołnierz stalowy

| Wymiar | D1 [mm] | D2 [mm] | d [mm] | Y* | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|-----------|----|------------|------------|
| 50/DN 40 | 110,0 | 150,0 | 54,0 | 4 | 3248515362 | 3022094 |
| 63/DN 50 | 125,0 | 165,0 | 66,0 | 4 | 3248515363 | 3022095 |
| 75/DN 65 | 145,0 | 185,0 | 83,0 | 8 | 3248515364 | 3030235 |
| 90/DN 80 | 160,0 | 200,0 | 94,0 | 8 | 3248515365 | 3030236 |
| 110/DN 100 | 180,0 | 220,0 | 114,0 | 8 | 3248515366 | 3030237 |
| 125/DN 150 | 210,0 | 250,0 | 166,0 | 8 | 3248515370 | 4045308 |

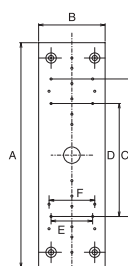
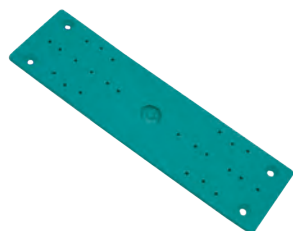
* Liczba otworów.



Ekoplastik – złączka z gwintem tworzywowym (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 40,0 | 3248080421 | 3044902 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 38,0 | 3248052025 | 3044865 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 42,0 | 3248080422 | 3044903 |
| 32 | 1" | 18,0 | 54,0 | 3248080423 | 3044904 |
| 40 | 5/4" | 20,5 | 62,0 | 3248080424 | 3044905 |
| 50 | 6/4" | 23,5 | 63,0 | 3248080425 | 3044906 |
| 63 | 2" | 27,5 | 81,9 | 3248080426 | 3044907 |

14.1. Akcesoria



Płyta armaturowa

| Wymiar A [mm] | B [mm] | C [mm] | D [mm] | E [mm] | F [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 220 | 64,0 | 135,0 | 110,0 | 45,0 | 40,0 | 3248092504 | 3030238 |



Uchwyt metal – guma z wkrętem

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20–25 | 3248092041 | 3033242 |
| 32–40 | 3248092042 | 3033211 |



Uchwyt tworzywowy

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 16 | 3248071606 | 3033247 |
| 20 | 3248092505 | 3021921 |
| 25 | 3248093203 | 3021922 |
| 32 | 3248093204 | 3021923 |
| 40* | 3248074004 | 3033248 |
| 50* | 3248075005 | 3033249 |
| 63* | 3248076303 | 3033250 |

* Z taśmą.



Uchwyt tworzywowy podwójny

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 2 x 20 | 3248092044 | 3033254 |
| 2 x 25 | 3248092045 | 3033255 |



Zgrzewarka trzpieniowa

| Typ | W | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----|------------|------------|
| RSP 2a | 800 | 3248096800 | 4045302 |



Zgrzewarka płaska

| Typ | W | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----|------------|------------|
| RSP 2aPm | 800 | 3248098700 | 3022012 |



Komplet zgrzewający 16–63 mm

| Typ | W | | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----|---------|------------|------------|
| RSP 2a | 800 | Ø 16–63 | 3248091610 | 3042130 |
| RSP 2aPm | 800 | Ø 16–63 | 3248932800 | 3042174 |



Komplet zgrzewający 20–32 mm

| Typ | W | | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----|---------|------------|------------|
| RSP 2a | 800 | Ø 20–32 | 3248043240 | 3042442 |
| RSP 2aPm | 800 | Ø 20–32 | 3248043205 | 3042443 |



Zgrzewarka MG-314

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--------|------------|
| 700 W | | 4056489 |
| 1200 W | | 4056490 |
| 1800 W | | 4056491 |



Komplet zgrzewający MG-314 z kam. 20–40

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|------------------------|--------|------------|
| 1200 W (kam. 20–40) | | 4056492 |



Komplet zgrzewający MG-314 z kam. 20–63

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|------------------------|--------|------------|
| 1200 W (kam. 20–63) | | 4056493 |



Zestaw naprawczy

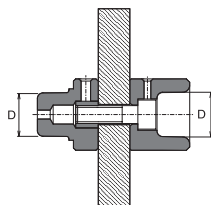
| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| Zestaw | 3286461146 | 3032764 |

Zestaw zawiera końcówkę zgrzewającą o średnicy 12 mm oraz 5 szt. kołków naprawczych.



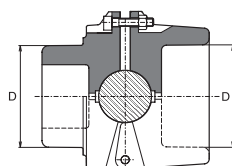
Kołki naprawcze

| Wymiar Ø | Indeks | Indeks SAP |
|-------------|------------|------------|
| 12 | 3286461147 | 3033214 |



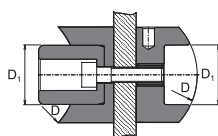
Nasadka do zgrzewarki płaskiej

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 16 | 3248094004 | 3022009 |
| 20 | 3248362016 | 4032183 |
| 25 | 3248362520 | 4032184 |
| 32 | 3248363220 | 4032185 |
| 40 | 3248363225 | 4032186 |
| 50 | 3248935220 | 4032187 |
| 63 | 3248935250 | 4032188 |
| 75 | 3248935280 | 3032767 |
| 90 | 3248935310 | 3032837 |
| 110 | 3248935311 | 3032838 |
| 125 | 3248935312 | 4045311 |



Nasadka do zgrzewarki trzpieniowej

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 16 | 3248935070 | 4045309 |
| 20 | 3248364025 | 3032839 |
| 25 | 3248364032 | 3032840 |
| 32 | 3248935160 | 3032841 |
| 40 | 3248935190 | 3032842 |
| 50 | 3248935191 | 3032843 |
| 63 | 3248935192 | 3032768 |



Nasadka do złączki siodłowej

| Wymiar D [mm] | D1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|------------|------------|
| 63 | 32 | 3248935193 | 4036878 |
| 75 | 32 | 3248935194 | 4036879 |
| 90 | 32 | 3248935195 | 4036880 |
| 110* | 40 | 3248935196 | 4045310 |

* Do zgrzewania złączek siodłowych o średnicy 110/32 i 110/40.



Nożyce PROFI

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|----------|------------|------------|
| PROFI | 16 do 42 | 3286461142 | 3033260 |



Nożyce PROFI M2

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----|-------------|------------|------------|
| M2 | maks. do 63 | 3248043230 | 3033261 |


Nożyce standard

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----------|------------|------------|
| STANDARD | 16 do 42 | 3286461042 | 3033262 |


Obcinak

| D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|------------|
| 50–140 | 3286461143 | 3033216 |


Zdzierak do rur Stabi

| D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|------------|
| 16–20 | 3286362016 | 3033263 |
| 20–25 | 3286362520 | 3023034 |
| 25–32 | 3286363225 | 3033217 |
| 32–40 | 3286364032 | 3023035 |
| 50 | 3286365050 | 3023036 |
| 63 | 3286366300 | 3023037 |
| 75 | 3286367500 | 3021993 |
| 90 | 3286369000 | 3021994 |
| 110 | 3286369001 | 4045938 |


Wiertło do złączek siodłowych

| D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|------------|
| 32 | 3248090032 | 3022101 |
| 40 | 3248090033 | 4045298 |


Korek krótki (z uszczelką)

| G | Indeks | Indeks SAP |
|------|------------|------------|
| 1/2" | 3248365040 | 3033264 |


Korek długi (z uszczelką)

| G | Indeks | Indeks SAP |
|------|------------|------------|
| 1/2" | 3248366350 | 3024121 |

15. Zestawienie produktów systemu Ekoplastik THERM (biały)



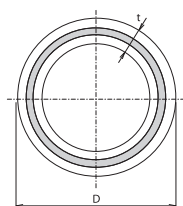
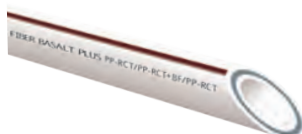
Ekoplastik – rura (PN 20) w sztangach

| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 3,4 | 400 | 3000 | 3248350057 | 3044960 |
| 25 | 4,2 | 400 | | 3248350058 | 3044961 |
| 32 | 5,4 | 400 | 3000 | 3248350059 | 3044962 |
| 40 | 6,7 | 400 | | 3248350060 | 3044963 |



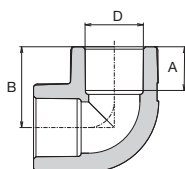
Ekoplastik – rura Stabi S 3,2 (PN 28) w sztangach

| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 2,8 | 4000 | 3000 | 3248350063 | 3044965 |
| 25 | 3,5 | 4000 | | 3248350062 | 3044964 |
| 32 | 4,4 | 4000 | 3000 | 3248350064 | 3044966 |
| 40 | 5,5 | 4000 | | 3248350065 | 3044967 |



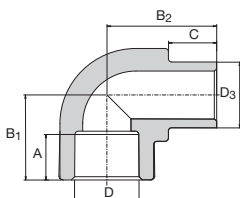
Ekoplastik – rura FIBER BASALT PLUS biała S 3,2 (PN 28) w sztangach

| Wymiar D [mm] | t [mm] | l [m] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|----------|------|--------|------------|
| 20 | 2,8 | 4 | 3000 | | 3072918 |
| 25 | 3,5 | 4 | 3000 | | 3072919 |
| 32 | 4,4 | 4 | 3000 | | 3072920 |
| 40 | 5,5 | 4 | | | 3072921 |



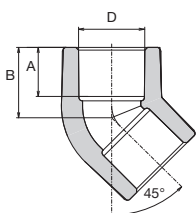
Ekoplastik – kolano 90°

| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 26,8 | 3000 | 3248350009 | 3044933 |
| 25 | 16,0 | 31,0 | 3000 | 3248350011 | 3044935 |
| 32 | 18,0 | 36,5 | 3000 | 3248350013 | 3044937 |
| 40 | 20,5 | 43,0 | | 3248350015 | 3044939 |



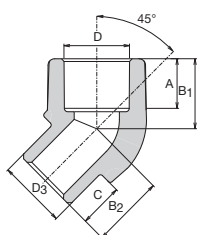
Ekoplastik – kolano nypłowe 90°

| Wymiar D [mm] | D3 [mm] | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|---------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 20 | 20 | 14,5 | 26,8 | 30,3 | 13,0 | 3248350025 | 3044943 |
| 25 | 25 | 16,0 | 31,0 | 35,0 | 14,0 | 3248350027 | 3044945 |
| 32 | 32 | 18,0 | 36,5 | 42,2 | 16,0 | 3248350028 | 3044946 |



Ekoplastik – kolano 45°

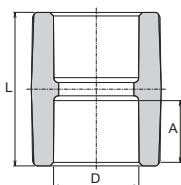
| Wymiar D [mm] | A [mm] | B [mm] | | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 20,8 | 3000 | 3248350008 | 3044932 |
| 25 | 16,0 | 24,0 | 3000 | 3248350010 | 3044934 |
| 32 | 18,0 | 27,0 | 3000 | 3248350012 | 3044936 |
| 40 | 20,5 | 31,5 | | 3248350014 | 3044938 |


Ekoplastik – kolano nypłowe 45°

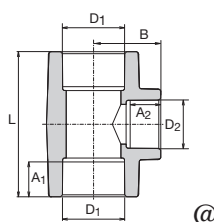
| Wymiar | A | B1 | B2 | C | Indeks | Indeks SAP |
|----------------|------|------|------|------|------------|------------|
| D [mm] D3 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 20 | 14,5 | 20,8 | 21,5 | 13,0 | 3248350024 | 3044942 |
| 25 25 | 16,0 | 24,0 | 24,0 | 14,0 | 3248350026 | 3044944 |


Ekoplastik – trójnik

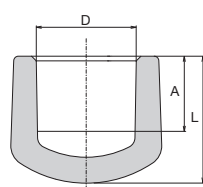
| Wymiar | A1 | A2 | L | B | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------|------|------|------|------|------------|------------|
| D1 [mm] D2 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | | | | | 3248350072 | 3044968 |
| 25 | | | | | 3248350073 | 3044969 |
| 32 | | | | | 3248350074 | 3044970 |
| 40 | | | | | 3248350075 | 3044971 |


Ekoplastik – mufa

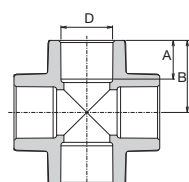
| Wymiar | A | L | Indeks | Indeks SAP |
|---------|------|------|------------|------------|
| D1 [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 14,5 | 34,6 | 3248350033 | 3044948 |
| 25 | 16,0 | 37,8 | 3248350034 | 3044949 |
| 32 | 18,0 | 40,0 | 3248350035 | 3044950 |
| 40 | 20,5 | 48,0 | 3248350036 | 3044951 |


Ekoplastik – trójnik redukcyjny

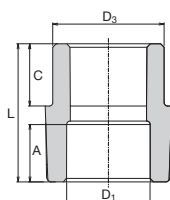
| Wymiar | A1 | A2 | L | B | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------|------|------|------|------|------------|------------|
| D1 [mm] D2 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 20 | | | | | 3248350076 | 3059783 |
| 25 20 | 16,0 | 14,5 | 55,0 | 29,0 | 3248350080 | 3044972 |
| 32 20 | 18,0 | 14,5 | 67,0 | 34,4 | 3248350078 | 3059785 |
| 32 20 | | | | | 3248350081 | 3044973 |
| 32 25 | 18,0 | 16,0 | 73,0 | 34,4 | 3248350079 | 3059786 |
| 32 25 | | | | | 3248350082 | 3044974 |
| 40 20 | 20,5 | 14,5 | 64,5 | 38,0 | 3248350083 | 3044975 |
| 40 25 | 20,5 | 16,0 | 66,0 | 40,2 | 3248350084 | 3044976 |
| 40 32 | 20,5 | 18,0 | 86,0 | 41,5 | 3248350085 | 3044977 |


Ekoplastik – zaślepka

| Wymiar | A | L | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------|------|--------|------------|
| D (mm) | (mm) | (mm) | | |
| 20 | 14,5 | 24,5 | 3000 | 3248350094 |
| 25 | 16,0 | 28,0 | 3000 | 3248350095 |
| 32 | 18,0 | 33,0 | | 3248350096 |
| 40 | 20,5 | 39,5 | | 3248350097 |

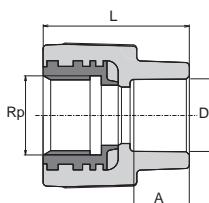

Ekoplastik – czwórnik

| Wymiar | A | B | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------|------|--------|------------|
| D [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 14,5 | 26,3 | | 3248350001 |
| 25 | 16,0 | 30,1 | 3000 | 3248350002 |
| 32 | 18,0 | 35,0 | 3000 | 3248350003 |
| 40 | 20,5 | 42,0 | 3000 | 3248350004 |



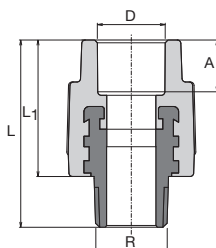
Ekoplastik – redukcja nypłowa

| Wymiar | | A | L | C | Indeks | Indeks SAP |
|---------|---------|------|------|------|------------|------------|
| D3 [mm] | D1 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 25 | 20 | | | | 3248350047 | 3044954 |
| 32 | 20 | | | | 3248350048 | 3044955 |
| 32 | 25 | | | | 3248350049 | 3044956 |
| 40 | 20 | | | | 3248350050 | 3044957 |
| 40 | 25 | | | | 3248350051 | 3044958 |
| 40 | 32 | | | | 3248350052 | 3044959 |



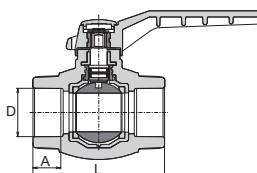
Ekoplastik – złączka metal (gwint wewnętrzny)

| Wymiar | | A | L | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------|------|------|------------|------------|
| D [mm] | Rp | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 39,0 | 3248350098 | 3044980 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 47,0 | 3248350099 | 3044981 |
| 32 | 1" | 18,0 | 57,0 | 3248350100 | 3044982 |
| 40 | 5/4" | 20,5 | 65,0 | 3248350101 | 3059797 |



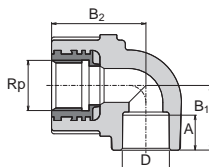
Ekoplastik – złączka metal (gwint zewnętrzny)

| Wymiar | | A | L | L1 | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------|------|------|------|------------|------------|
| D [mm] | R | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 53,5 | 39,0 | 3248350102 | 3044983 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 59,0 | 41,0 | 3248350103 | 3045536 |
| 32 | 1" | 18,0 | 62,5 | 46,0 | 3248350104 | 3044984 |
| 40 | 5/4" | 20,5 | 80,0 | 48,0 | 3248350105 | 3044985 |



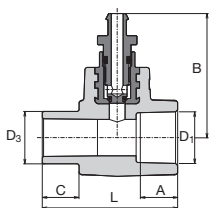
Ekoplastik – zawór kulowy

| Wymiar | A | L | | |
|--------|------|-------|------------|------------|
| D [mm] | [mm] | [mm] | Indeks | Indeks SAP |
| 20 | 14,5 | 65,0 | 3248350029 | 3059788 |
| 25 | 16,0 | 71,0 | 3248350030 | 3044947 |
| 32 | 18,0 | 85,0 | 3248350031 | 3059789 |
| 40 | 20,5 | 100,0 | 3248350032 | 3059790 |



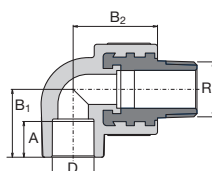
Ekoplastik – kolano 90° metal (gwint wewnętrzny)

| Wymiar | | A | B1 | B2 | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------|------|------|------|------------|------------|
| D [mm] | Rp | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 27,0 | 34,5 | 3248350017 | 3059762 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 31,0 | 36,0 | 3248350018 | 3059764 |
| 32 | 1" | 18,0 | 36,0 | 51,0 | 3248350016 | 3059765 |



Ekoplastik – mufa nypłowa z zaworem spustowym

| Wymiar | | A | L | B | C | Indeks | Indeks SAP |
|--------|---------|------|------|------|------|------------|------------|
| D [mm] | D3 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | | |
| 20 | 20 | 14,5 | 33,0 | 30,3 | 13,0 | 3248350037 | 3059770 |
| 25 | 25 | 16,0 | 54,0 | 49,7 | 14,0 | 3248350038 | 3059771 |
| 32 | 32 | 18,0 | 59,0 | 53,2 | 16,0 | 3248350039 | 3059772 |



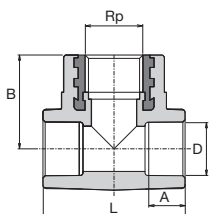
Ekoplastik – kolano 90° metal (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | A [mm] | B1 [mm] | B2 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 27,0 | 34,5 | 3248350020 | 3044940 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 31,0 | 36,0 | 3248350021 | 3044941 |
| 32 | 1" | 18,0 | 36,0 | 41,6 | 3248350019 | 3059761 |



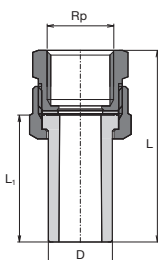
Ekoplastik – filtr

| Wymiar D [mm] | B [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 45 | 76,0 | 3248350005 | 3059747 |
| 25 | 45 | 82,0 | 3248350006 | 3059748 |
| 32 | 55 | 95,0 | 3248350007 | 3059759 |



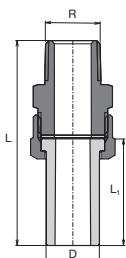
Ekoplastik – trójnik metal (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | A [mm] | L [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 51,5 | 34,0 | 3248350086 | 3059782 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 80,0 | 40,0 | 3248350087 | 3044978 |



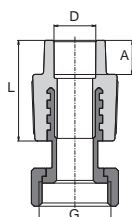
Ekoplastik – śrubunek (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | Rp | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 60,0 | 40,0 | 3248350066 | 3059779 |
| 25 | 3/4" | 62,0 | 40,0 | 3248350067 | 3059780 |
| 32 | 1" | 70,0 | 45,0 | 3248350070 | 3059781 |



Ekoplastik – śrubunek (gwint zewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | R | L [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 77,0 | 40,0 | 3248350068 | 3059776 |
| 25 | 3/4" | 80,0 | 40,0 | 3248350069 | 3059777 |
| 32 | 1" | 92,0 | 45,0 | 3248350071 | 3059778 |



Ekoplastik – półśrubunek (gwint wewnętrzny)

| Wymiar D [mm] | G | A [mm] | L [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------|-----------|-----------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 40,0 | 3248350042 | 3059798 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 39,0 | 3248350043 | 3044953 |
| 25 | 1" | 16,0 | 41,0 | 3248350045 | 3059800 |
| 32 | 5/4" | 18,0 | 48,0 | 3248350044 | 3059801 |



Ekoplastik – uchwyt plastikowy

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 | 3248350088 | 3044979 |
| 25 | 3248350089 | 3059898 |
| 32 | 3248350090 | 3059899 |
| 40 | 3248350091 | 4053298 |



Ekoplastik – uchwyt plastikowy podwójny

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 2 x 20 | 3248350092 | 4053287 |
| 2 x 25 | 3248350093 | 4053288 |



Ekoplastik – odgałęzienie grzejnikowe

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 x 20 | 3248350040 | 3059775 |
| 25 x 20 | 3248350041 | 3044952 |



Ekoplastik – rozетка

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 | 3248350053 | 4053015 |
| 25 | 3248350054 | 4053016 |



Ekoplastik – rozетка podwójna

| Wymiar D (mm) | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 | 3248350055 | 4053017 |
| 25 | 3248350056 | 4053018 |



Zgrzewarka trzpieniowa

| Typ | W | Indeks | Indeks SAP |
|--------|-----|------------|------------|
| RSP 2a | 800 | 3248096800 | 4045302 |



Zgrzewarka płaska

| Typ | W | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----|------------|------------|
| RSP 2aPm | 800 | 3248098700 | 3022012 |



Komplet zgrzewający 20–32 mm

| Typ | W | | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----|---------|------------|------------|
| RSP 2a | 800 | ø 20–32 | 3248043240 | 3042442 |
| RSP 2aPm | 800 | ø 20–32 | 3248043205 | 3042443 |



Zgrzewarka MG-314

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--------|------------|
| 700 W | | 4056489 |
| 1200 W | | 4056490 |
| 1800 W | | 4056491 |



Komplet zgrzewający MG-314 z kam. 20-40

| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|------------------------|--------|------------|
| 1200 W (kam. 20-40) | | 4056492 |



Zestaw naprawczy

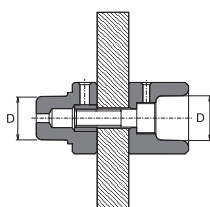
| Typ | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| Zestaw | 3286461146 | 3032764 |

Zestaw zawiera końcówkę zgrzewającą o średnicy 12 mm oraz 5 szt. kołków naprawczych.



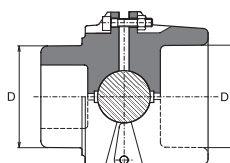
Kołki naprawcze

| Wymiar | Indeks | Indeks SAP |
|--------|------------|------------|
| Ø | | |
| 12 | 3286461147 | 3033214 |



Nasadka do zgrzewarki płaskiej

| Wymiar D (mm) | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 | 3248362016 | 4032183 |
| 25 | 3248362520 | 4032184 |
| 32 | 3248363220 | 4032185 |
| 40 | 3248363225 | 4032186 |



Nasadka do zgrzewarki trzpieniowej

| Wymiar D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|------------|------------|
| 20 | 3248364025 | 3032839 |
| 25 | 3248364032 | 3032840 |
| 32 | 3248935160 | 3032841 |
| 40 | 3248935190 | 3032842 |



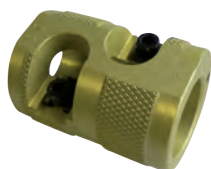
Nożyce PROFI

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-------|-----------|------------|------------|
| PROFI | 16 do 42 | 3286461142 | 3033260 |



Nożyce STANDARD

| Typ | D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|----------|-----------|------------|------------|
| STANDARD | do 42 | 3286461042 | 3033262 |



Zdzierak do rur Stabi

| D [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|------------|
| 20–25 | 3286362520 | 3023034 |
| 25–32 | 3286363225 | 3033217 |
| 32–40 | 3286364032 | 3023035 |

CONNECT TO BETTER

zręczne połączenie wody **bez narzędzi**



Hep₂O

- **na wcisk**
- **z rurami miedzianymi**
- **łatwy demontaż**



Hep₂O to system doprowadzania ciepłej oraz zimnej wody użytkowej, ogrzewania podłogowego i grzejnikowego.

Wavin Hep₂O służy do instalacji ciepłej i zimnej wody użytkowej, ogrzewania podłogowego i grzejnikowego. Montowany na wcisk, bez użycia specjalistycznych narzędzi, nadaje się do bezpośredniego połączenia z rurami miedzianymi oraz do betonowania. System składa się z rur oraz kształtek tworzywowych i mosiężnych, o średnicach 10–28 mm. Jest bardzo łatwy w demontażu dzięki zastosowaniu poręcznego klucza.

Więcej na www.wavin.pl.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewnątrznej i wewnętrznej

Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

1. System Hep₂O

1.1. System Hep₂O nowej generacji

Hep₂O nowej generacji to nasz najbardziej zaawansowany technicznie, profesjonalny system rur łączonych na wcisk wraz z szeroką gamą białych złączek, posiadający kilka wyjątkowych cech, umożliwiających skrócenie czasu instalacji i poprawę parametrów pracy.

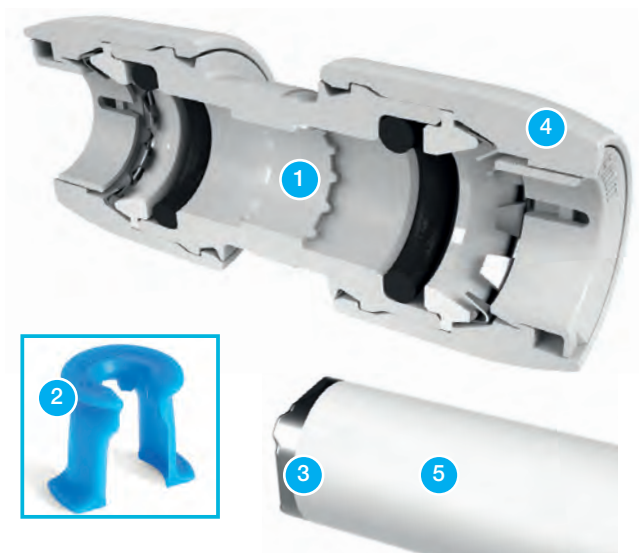
Rury Hep₂O są teraz białe, dzięki czemu pasują do nowej gamy złączek, jednak elastyczność rur i łatwość ich układania pozostały dokładnie takie same jak wcześniej.

System Hep₂O jest dostępny w rozmiarach: 10, 15, 16, 22 i 28 mm; prosty kod barwny opakowań znacznie ułatwia identyfikację produktu:

- 10 mm: kolor zielony
- 15 mm: kolor niebieski
- 22 mm: kolor fioletowy
- 28 mm: kolor pomarańczowy

1.2. Wyjątkowe korzyści z zastosowania systemu nowej generacji

Na podstawie opinii naszych klientów, wszystkich profesjonalnych hydraulików i inżynierów ogrzewnictwa opracowaliśmy listę wyjątkowych cech, jakich nie posiada żaden inny porównywalny system montowany na wcisk.



Rys. 2. Przekrój złączki Hep₂O.



Rys. 1. System Hep₂O nowej generacji.

1. In4Sure™ – system rozpoznania połączenia, wskazujący na pełne wsunięcie rury

Wystarczy włożyć rurę do złączki i ją obrócić. Jeśli rura jest wsunięta do końca, poczujesz „ocieranie”, wywołane przez wyprofilowaną końcówkę tulei usztywniającej rury, stykającej się z zakończonym wypustkami gniazdem wewnątrz złączki.

2. Klucz do demontażu HepKey™

Inteligentny klucz **HepKey™** sprawia, że demontaż połączenia jest szybki i prosty, w związku z czym rozłączenie rur jest możliwe w dowolnej chwili.

3. Tuleja wspomagająca SmartSleeve™ – umożliwiająca łączenie rur z użyciem mniejszej siły

SmartSleeve™ stanowi część technologii **In4Sure™**, a inteligentna konstrukcja tej tulei usztywniającej rury zmniejsza siłę niezbędną do wepchnięcia rury do złącza.

4. Białe złączki o nowoczesnym wyglądzie

Biały kolor, jak również węższa i bardziej opływowa konstrukcja złączek Hep₂O powodują, że są one teraz bardziej akceptowane w zastosowaniach natynkowych.

5. Rura w kolorze białym

Zmieniliśmy kolor rur, jednak zachowaliśmy wszystkie pozostałe cechy rur Hep₂O. Pozostają one tak samo elastyczne, a dzięki naszej technologii łatwego zwijania są proste po rozwinięciu.

1.3. Łatwiejsza instalacja i sprawdzone działanie

System Hep₂O ewoluował przez ponad 30 lat i obecnie jest systemem najczęściej wybieranym przez profesjonalistów w Wielkiej Brytanii. Dzieje się tak dzięki znacznym korzyściom w zakresie parametrów pracy oraz łatwiejszej i szybszej instalacji – bez rezygnacji z jakości i trwałości połączeń. Najważniejsze zalety rur Hep₂O to niezmiennie ich elastyczność i bezpieczeństwo połączeń.

- ⦿ Elastyczna rura ułatwia omijanie przeszkód.
- ⦿ Możliwość układania rury wokół przeszkody oznacza zmniejszenie liczby połączeń.

- ⦿ Mniejsza liczba połączeń oznacza krótszy czas montażu instalacji i niższy koszt systemu.
- ⦿ Łączenie na wcisk oznacza brak konieczności zastosowania otwartego ognia, co wiąże się z ograniczeniem ryzyka.

Zastosowanie systemu Hep₂O daje również inne długookresowe korzyści w zakresie parametrów pracy w porównaniu do tradycyjnych sztywnych systemów metalowych:

- ⦿ wykorzystanie rur tworzywowych (PB) wyklucza osadzanie się kamienia kotłowego,
- ⦿ nie dochodzi do korozji,
- ⦿ gwarantuje cichszą pracę i mniejsze straty ciepła.



Łatwy demontaż przy pomocy klucza HepKey™.



Proste układanie. Mniej połączeń.



Wysoka odporność na uderzenie.



Pomiar i przycinanie w miejscu instalacji.



Brak osadzania się kamienia kotłowego.



Brak korozji.

Rys. 3. Zastosowanie systemu Hep₂O daje znaczne korzyści w porównaniu z tradycyjnymi systemami.

1.4. Dopuszczenia

System Hep₂O posiada brytyjski certyfikat (Kitemark) zgodności z normą **BS7291**, część 1 i 2, klasa S. Standardowe rury i złączki posiadają również brytyjski certyfikat (Kitemark) zgodności z normą **BS EN ISO 15876**, jak i zgodność z normą **PN-EN ISO 15876**. Rury i złączki posiadają brytyjski certyfikat (Kitemark) zgodności z normą BS EN ISO 21003 i zgodność z normą **PN EN ISO 21003**.



Produkcja wszystkich wyrobów objęta jest Systemem Zarządzania Jakością, certyfikowanym przez jednostkę zewnętrzną zgodnie z normą **ISO 9001:2008**.

System Hep₂O jest odpowiedni do przesyłu wody pitnej oraz do instalacji centralnego ogrzewania, w tym systemów pod ciśnieniem, a także zestawów kotłów – zgodnie z tabelą 1. Może być także wykorzystywany w budynkach niemieszkalnych, jeżeli nie zostaną przekroczone dopuszczalne warunki pracy.

W ofercie są dwa typy rur Hep₂O: Standard i Barrier. Oba rodzaje są dopuszczone do stosowania w instalacjach na rynku w Polsce.

Tabela 1. Maksymalne temperatury/ciśnienia robocze w cyklu życia systemu Hep₂O

| | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C | 95°C | Krótka awaria w temp. 114°C |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|
| Bezpieczne ciśnienie: | | | | | | | | | |
| bar | 12 | 11,5 | 11 | 10,5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 |
| PSI | 174 | 167 | 160 | 152 | 131 | 116 | 102 | 87 | 43,5 |
| słup wody [m] | 120 | 115 | 110 | 105 | 90 | 80 | 70 | 60 | 29 |

Uwaga! Wszystkie odniesienia do złązek Hep₂O na następnych stronach dotyczą najnowszej gamy białych złązek „nowej generacji”.

Tabela 2. Parametry pracy, temperatura i ciśnienie systemu Hep₂O

| | |
|--|------|
| Maksymalna temperatura pracy stałej | 80°C |
| Maksymalna krótkotrwała temperatura pracy stałej | 90°C |
| Maksymalne ciśnienie pracy stałej | 10 b |

2. Informacje podstawowe

2.1. Rura polibutylenowa (PB) Hep₂O

Dostępna w zwojach; typ Standard lub Barrier (2 r).

Unikalną cechą rur Hep₂O w zwojach jest ich doskonała zdolność do zachowania prostoliniowości po rozwinięciu, co odróżnia je od niektórych innych rur tworzywowych zachowujących się jak „sprężyna”, co powoduje, że do wykonania stosunkowo łatwej instalacji może być wymagany udział dwóch osób.

Rury Hep₂O są dużo łatwiejsze do rozwijania i układania ze względu na to, że pozostają tam, gdzie zostały ułożone. Pomimo

że ich kolor został zmieniony z szarego na biały, łatwość pracy z nimi pozostała bez zmian.

Rury Hep₂O są sprzedawane w zwojach o długości 25–100 m i 400 m oraz w średnicach: 10 mm, 15 mm, 22 mm i 28 mm, w specjalnych opakowaniach – **SmartPack™**.

Dostępne są również rury do ogrzewania podłogowego ø 16 mm w zwojach: 200 m i 500 m.



Rys. 4. Rura Hep₂O (po lewej stronie) jest prosta po rozwinięciu.

W przypadku instalacji podtynkowych należy stosować izolację zgodnie z zaleceniami przepisów obowiązujących w Polsce. Obejmują one umieszczenie rury Barrier w izolacji termicznej. Dotyczy to również rur Standard stosowanych do wody ciepłej, jak i Barrier stosowanych w instalacjach grzewczych.

1. Rura Standard PB – sanitarna

- ⦿ Rura standardowa jest odpowiednia do instalacji ciepłej i zimnej wody użytkowej.
- ⦿ W przypadku zastosowania w instalacji grzewczej należy stosować odpowiedni inhibitor, taki jak np. Sentinel lub Fernox MB1.

Rury Standard mają czarny nadruk, który umożliwia ich odróżnienie od rur Barrier – z nadrukiem różowym.

2. Rura Barrier PB/EVOH – grzewcza z barierą antydyfuzyjną

- ⦿ Przeznaczona jest do instalacji centralnego ogrzewania i ogrzewania podłogowego.
- ⦿ Posiada barierę tlenową eliminującą przenikanie tlenu.
- ⦿ Zaleca się zastosowanie inhibitorów korozji ze względu na możliwość powstania korozji we wszystkich rodzajach instalacji – niezależnie od materiału, z jakiego wykonano rury.
- ⦿ Umożliwia zastosowanie w instalacjach ciepłej i zimnej wody użytkowej.

Rury Barrier mają różowy nadruk, który umożliwia ich odróżnienie od rur Standard – z nadrukiem czarnym.

Uwaga! Rury Hep₂O nie są odpowiednie do przesyłu gazu, oleju lub do zastosowania w instalacjach podziemnych.



Rura Standard w zwoju:
odcinki w zwojach w opakowaniu **SmartPack™**.



Rura Standard w zwoju:
odcinki w zwojach w opakowaniu **SmartPack™**.

Rys. 5. System Hep₂O obejmuje szeroką gamę rur.

2.2. Cięcie rur Hep₂O

Do cięcia rur Hep₂O należy stosować zalecane obcinaki lub nożyce do cięcia rur tworzywowych. W celu ucięcia rury należy ją umieścić w szczękach nożyc i je zacisnąć, a następnie obrócić rurę, utrzymując nacisk, dopóki rura nie zostanie przecięta (rys. 6). Przed wykonaniem połączenia należy się upewnić, że koniec rury jest czysty, ucięty pod kątem prostym oraz pozbawiony zadziorów i uszkodzeń powierzchniowych.

Do cięcia rur należy stosować zalecane nożyce. Podczas wykonywania połączenia powinno się sprawdzać, czy rura jest wsunięta do końca – przy pomocy naszej technologii In4Sure™. Należy określić właściwą długość odcinka rury i uciąć ją na jednym z nadrukowanych na rurze znaków „Λ”, wskazujących na miejsce cięcia (rys. 8). Odległość pomiędzy znakami „Λ” to głębokość, na jaką rurę należy wsunąć do złączki – należy to uwzględnić podczas cięcia.

Do cięcia rur Hep₂O nie wolno używać piły do metalu czy drewna. Nie należy wykorzystywać uszkodzonych rur. Warto się upewnić, że koniec rury jest czysty, ucięty pod kątem prostym oraz pozbawiony zadziorów i uszkodzeń powierzchniowych. W przeciwnym razie należy ponownie uciąć rurę.

Uwaga! Tuleja usztywniająca SmartSleeve™ stanowi integralną część systemu i jej użycie jest OBOWIĄZKOWE.

Tabela 3. Poprawna głębokość wsunięcia rur Hep₂O w złączki

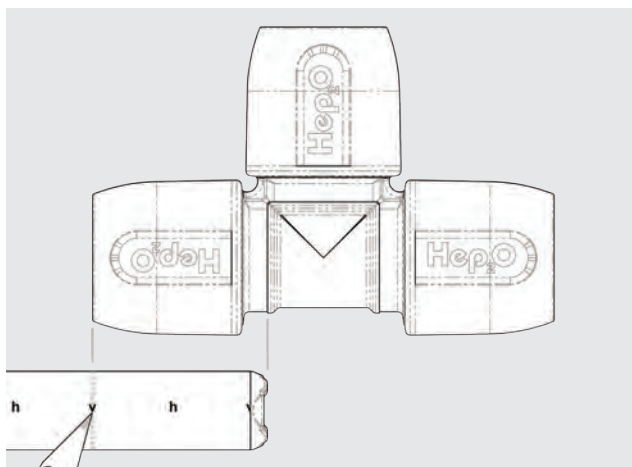
| Rozmiar rury | Nominalna głębokość wsunięcia rury, obejmująca tuleję |
|--------------|---|
| 10 mm | 28 mm |
| 15 mm | 32 mm |
| 22 mm | 33 mm |
| 28 mm | 36 mm |



Rys. 6. Do cięcia rur Hep₂O zawsze używaj zalecanych nożyc.



Rys. 7. Do cięcia rur Hep₂O nie wolno używać piły do metalu czy drewna.



Rys. 8. Przykładowy montaż rury Hep₂O o średnicy 15 mm z oznaczeniem rury.

2.3. Złączki Hep₂O

Złączki Hep₂O są oferowane w kolorze białym. Sprzedaje się je w opakowaniach z kodami barwnymi. W ofercie są złączki o średnicach 10 mm, 15 mm, 22 mm i 28 mm – w szerokim zakresie typów złązek, zapewniającym możliwość stosowania we wszystkich instalacjach przesyłu ciepłej i zimnej wody użytkowej oraz centralnego ogrzewania.

Wszystkie uszczelki typu o-ring występujące w złączkach Hep₂O są wstępnie smarowane podczas montażu fabrycznego i podczas normalnej instalacji; nie jest wymagane ich dodatkowe smarowanie.

Jeśli złączka była wykorzystywana wcześniej, smar mógł zostać usunięty i może zachodzić konieczność ponownego smarowania. W takich przypadkach należy zastosować smar w aerozolu do złązek Hep₂O w celu zapewnienia zgodności z przepisami dotyczącymi instalacji wodnych i zapewnienia zgodności z innymi materiałami wykorzystanymi w systemie (rys. 9).

Nie należy stosować żadnych smarów innych producentów lub środków alternatywnych.



Rys. 9. Smarowanie używanych uszczelkek typu o-ring przy użyciu smaru silikonowego w sprayu czy aerozolu.

2.4. Montaż połączeń z rur i złązek Hep₂O

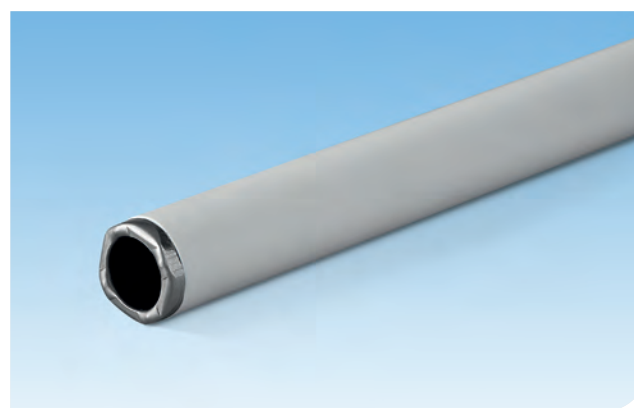
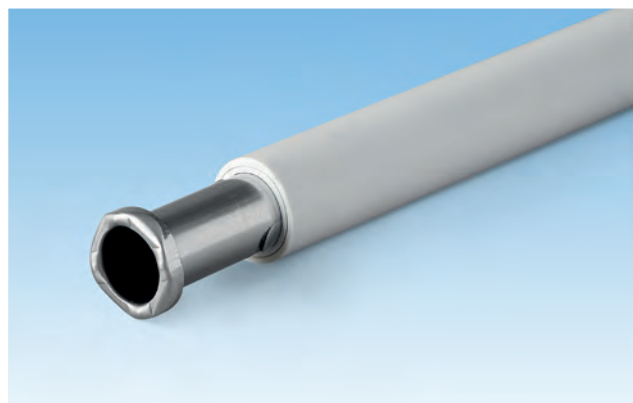
Tuleja usztywniająca rury SmartSleeve™

Przed wykonaniem połączenia przy użyciu rury Hep₂O należy do uciętego końca rury wsunąć tuleję usztywniającą **SmartSleeve™** (rys. 10). Jedynym wyjątkiem od tej zasady jest łączenie rury z łącznikiem mosiężnym do złązek Hep₂O.

Tuleja **SmartSleeve™** służy do kilku celów.

- ⦿ Zapewnia zachowanie przez rurę przekroju okrągłego.
- ⦿ Gwarantuje właściwe wsunięcie rury do złązki.
- ⦿ Profilowany koniec tulei **SmartSleeve™** ułatwia sprawdzenie, czy rura jest wsunięta do końca (patrz technologia rozpoznania połączenia **In4Sure™**).
- ⦿ Utrzymuje sztywność rury w złączce.
- ⦿ Zachowuje okrągły przekrój rury w ekstremalnych temperaturach.
- ⦿ Zaczepia o blokadę **SmartSleeve™** w rurze, która pomaga się upewnić, że nie pozostała w złączce podczas demontażu.

Pozostanie tulei w złączce podczas demontażu nie świadczy o wadzie produktu. Wszystkie wkładki do rur **SmartSleeve™** są produkowane ze stali nierdzewnej dopuszczonej do kontaktu z wodą i pozostają odporne na zanieczyszczenie. Zostały zaprojektowane tak, by utrzymywać się wewnątrz rury, jednak jeśli zachodzi taka potrzeba, można je wyjąć, używając do tego długich szczypiec. W przypadku uszkodzenia tulei **SmartSleeve™** nie wolno wykorzystywać jej ponownie.



Rys. 10. Wkładanie tulei **SmartSleeve™** do rury.

2.5. Prawidłowy montaż

Niezależnie od typu złączki Hep₂O – obowiązuje ta sama procedura wykonania połączenia.



1. Utnij rurę pod kątem prostym na jednym ze znaków „V” przy pomocy zalecanych nożyc do rur i upewnij się, że na końcu rury nie ma zadziorów.



2. Włóż tuleję **SmartSleeve™** do końca rury.



3. Wepchnij rurę do złączki. Następnie przy pomocy technologii rozpoznania połączenia **In4Sure™** sprawdź, czy rura została wsunięta do końca.



4. Pociągnij rurę do tyłu (wyszarpnij ze złączki), żeby upewnić się, że pierścień poprawnie zablokował rurę, uniemożliwiając jej wysunięcie.

Rys. 11. Montaż rur i złączek Hep₂O.

2.6. Łączenie rur miedzianych ze złączkami Hep₂O

Złączki Hep₂O zostały zaprojektowane tak, że tworzą niezawodne połączenia z metrycznymi rurami miedzianymi zgodnymi z normą **BS EN 1057 – R520**.

1. Zmierz rurę, pozostawiając dostatecznie duży odcinek, który zostanie wsunięty do złączki, i zaznacz go pisakiem (tabela 3).
 2. Utnij rurę miedzianą obcinakiem krążkowym.
 3. Dokładnie sprawdź, czy na końcach rur nie ma zadziorów lub opiłków.
 4. Wepchnij rurę mocno do złączki.
 5. Pociągnij rurę do tyłu (wyszarpnij), żeby upewnić się, że pierścień poprawnie zablokował rurę, uniemożliwiając jej wysunięcie.
- Połączenie rury miedzianej o średnicy 10 mm zgodnej z normą **BS EN 1057 – R220** ze złączką Hep₂O wymaga jedynie nieco więcej wysiłku.

Rura miedziana R220 jest bardzo miękka i dlatego wykazuje się podatnością na odkształcenia lub wgniecenia w przypadku nieostrożnego obchodzenia się z nią. Szczególną uwagę należy

zwracać na obcinany koniec. Trzeba sprawdzić, czy nie ma na nim oznak uszkodzenia. Rury miedziane R220 powinno się ciąć przy pomocy małego obcinaka krążkowego, po czym należy spiłować ewentualne zadziory, spłukać ewentualne opiłki miedziane i osuszyć rurę.



Rys. 12. Złączki Hep₂O są także kompatybilne z rurami miedzianymi.

2.7. Sprawdzanie połączenia przy pomocy technologii rozpoznania połączenia In4Sure™

W celu określenia głębokości wsunięcia rury do złączki postępuj zgodnie z normalną procedurą opisaną wcześniej (patrz: prawidłowy montaż).

Technologia rozpoznania połączenia In4Sure™ umożliwia dodatkowe sprawdzenie wsunięcia rury dzięki temu, że daje możliwość „wycucia”, czy rura została włożona do końca.



Rys. 13. Przekrój złączki pokazujący technologię rozpoznania połączenia In4Sure™.

Aby użyć technologii rozpoznania połączenia In4Sure™:

1. przytrzymaj środkową (nieruchomą) część złączki w jednej dłoni,
2. po włożeniu odpowiedniej tulei do rury wepchnij rurę mocno do złączki,
3. podczas wypychania rury obróć ją; jeśli została wsunięta do końca, to wycujesz „turkotanie”, ponieważ profilowany koniec In4Sure™ przesuwają się po ząbkowanym gnieździe złączki,
4. pociągnij rurę do tyłu (wyszarpnij), żeby sprawdzić trwałość połączenia.

Ta prosta procedura ma na celu sprawdzenie, czy połączenie wykonano prawidłowo. Można dokonać oględzin połączenia, sprawdzając, czy następny znak „\” znajduje się na poziomie końca złączki.

2.8. Demontaż połączeń przy użyciu systemu kluczy HepKey™



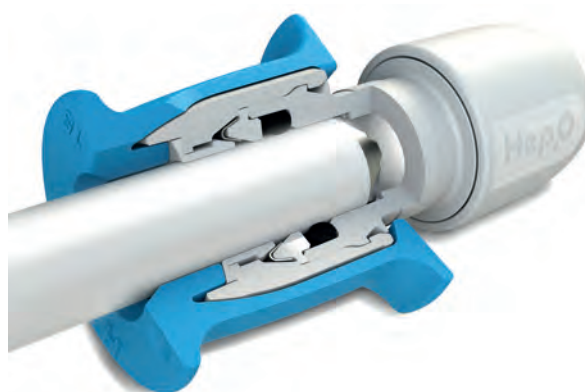
Rys. 14. HepTool™.



Rys. 15. HepKey Plus™.

Dostępne są dwa typy klucza HepKey™:

- HepTool™ (rys. 14), który służy do demontażu złączy w trudno dostępnych miejscach i do łączników mosiężnych GZ/GW,
- HepKey Plus™ (rys. 15), który po prostu zaciska się na złączce i utrzymuje pierścień chwytający w pozycji jak na rys. 16.



Rys. 16. Przekrój kształtki wraz z HepKey Plus™.

HepKey Plus™ posiada kod barwny:

- rozmiar 15 mm – kolor niebieski
- rozmiar 22 mm – kolor fioletowy

Niezależnie od typu użytej złączki Hep₂O procedura demontażu jest taka sama.

W celu użycia klucza **HepKey Plus™**:

1. nałóż **HepKey Plus™** na rurę,
2. nasuń **HepKey Plus™** na złączkę,
3. w tej pozycji wciśnij wewnętrzny pierścień zwalniający wewnątrz złączki,
4. wysuń rurę ze złączki.

Jeśli po demontażu tuleja wspomagająca zostanie wewnątrz kształtki, to należy ją wyciągnąć za pomocą wąskich szczypiec. Nie jest to wada produktu.



Rys. 17. Procedura demontażu połączenia przy użyciu klucza **HepKey Plus™**.

Uwaga! Przed ponownym użyciem złączki zaleca się zastosowanie niewielkiej ilości smaru Hep₂O do połączeń w aerozolu na powierzchnię uszczelki typu o-ring wewnątrz złączki.

2.9. Wskazówki dotyczące bezproblemowej instalacji systemu Hep₂O

Poniżej podano proste i efektywne działania, jakie należy przedsięwziąć, aby uniknąć trudności i zapewnić bezproblemową instalację systemu Hep₂O.

1. Rury Hep₂O

Największym potencjalnym problemem jest uszkodzenie końca rury w postaci głębokiego zadrapania, które może stanowić przyczynę nieszczelności i wycieku wody. Podjęcie kilku środków ostrożności umożliwi wyeliminowanie tych problemów.

- ⦿ Zwróć uwagę na sposób i miejsce składowania rur.
- ⦿ Przechowuj rury w opakowaniu ochronnym do czasu ich użycia.
- ⦿ Nigdy nie używaj noża o odsłoniętym ostrzu do usuwania opakowania rur.
- ⦿ W przypadku rur w zwoju zawsze używaj dostarczonego narzędzia o osłoniętym ostrzu (rys. 18) do rozcinania opakowania po wewnętrznej stronie zwoju rur. Takie rozcięcie opakowania umożliwia wyjmowanie rury ze środka zwoju. Opakowanie natomiast chroni zwój rur aż do rozwinięcia ostatniego metra (rys. 19).
- ⦿ Przekładając rurę przez otwory w ścianie z kamienia, cegły lub pustaków, zawsze używaj tulei ochronnej lub małego kawałka piankowej izolacji termicznej rur w celu ochrony rury przed uszkodzeniem na szorstkiej powierzchni.
- ⦿ Upewnij się, że kilka pierwszych odsłoniętych końców rury jest zabezpieczone przed uszkodzeniem poprzez zastosowanie tymczasowej osłony końców. Osłony te także uniemożliwiają dostanie się zanieczyszczeń do środka rury (rys. 20).
- ⦿ Unikaj zginania rury podczas instalacji.



Rys. 19. Opakowanie chroni rurę na zwoju do ostatniego metra.



Rys. 18. Zdejmowanie opakowania zwoju.



Rys. 20. Zawsze zabezpieczaj końce rury.

2. Złączki Hep₂O

Ponieważ złączek nie można rozebrać na części, liczba możliwych problemów jest ograniczona. Niemniej należy zachować podstawowe środki ostrożności.

- ⦿ Chroń rury przed dostawaniem się do ich środka kurzu i zanieczyszczeń.

2.10. Przenoszenie i przechowywanie

Hep₂O to niezmiennie wytrzymały i trwały system.

Niemniej przestrzeganie prostych wytycznych określonych poniżej zagwarantuje to, że jego parametry pracy nie zostaną pogorszone na skutek niewłaściwego przechowywania.

- ⦿ Zwoje rur można układać na boku lub na krawędzi.
- ⦿ Tam, gdzie to możliwe, rury i złączki należy składować w oryginalnym opakowaniu. Opakowanie zapewnia ochronę przed promieniowaniem ultrafioletowym i zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia.

2.11. Opakowania z kodem barwnym

Aby maksymalnie uprościć kupowanie, przenoszenie, składowanie i instalację elementów systemu Hep₂O, wprowadzono kody barwne na opakowaniach.

Złączki Hep₂O są obecnie dostarczane w szczelnych woreczkach polietylenowych, oznaczonych odpowiednimi kolorami stosownie do rozmiaru, dzięki czemu łatwiejsze są utrzymanie czystości i ich identyfikacja – wszystkie złączki 15 mm można znaleźć od razu, szukając woreczków w kolorze niebieskim.

Aby jeszcze bardziej ułatwić zakupy, ten sam kod barwny został zastosowany w przypadku opakowań rur Hep₂O.

- 10 mm: kolor zielony
- 15 mm: kolor niebieski
- 22 mm: kolor fioletowy
- 28 mm: kolor pomarańczowy

Znalezienie kolanka 22 mm nie wymaga już przeszukiwania wszystkich woreczków z kształtkami. Wystarczy szukanie fioletowego woreczka!

- ⦿ Przechowuj materiały w bezpiecznym, niezakurzonej i czystym miejscu.
- ⦿ Przechowuj złączki w woreczkach aż do chwili ich wykorzystania.
- ⦿ Używając ponownie złączki, zastosuj niewielką ilość smaru do połączeń na uszczelkę typu o-ring.

- ⦿ Wszystkie rury i złączki Hep₂O należy chronić przed kontaktem z ropą naftową i jej pochodnymi.
- ⦿ Należy unikać ciągnięcia rur po podłożu lub po innych powierzchniach, takich jak ściany.
- ⦿ Przekładając rurę przez otwory w ścianach lub murach, należy zabezpieczyć końce rury taśmą bądź nakładką. W ten sposób koniec rury będzie zabezpieczony przed uszkodzeniem i dostawaniem się zanieczyszczeń do jej środka.
- ⦿ Należy zwracać uwagę na to, aby nie zaginać rury podczas instalacji.



Rys. 21. Opakowania z kodem barwnym mają na celu ułatwienie wyboru produktu.

3. Inne połączenia

3.1. Połączenia Hep₂O przylegające do połączeń lutowanych – miedzianych

W przypadku użycia rury lub złączek Hep₂O przylegających do złączy lutowanych – lutowanie należy przeprowadzić przed instalacją elementów systemu Hep₂O. Jeśli nie ma takiej możliwości, należy elementy systemu Hep₂O chronić przed ciepłem i zastosować następujące środki ostrożności.

1. Nie pozwalaj, aby topnik wciekał na rury lub złączki Hep₂O. Przepływ topnika wewnątrz rury może mieć miejsce podczas lutowania. Zjawisko to można ograniczyć, nie stosując zbyt dużych ilości topnika oraz używając topnika tylko na końcu rury miedzianej.

2. Nie pozwalaj na to, aby gorący topnik wszedł w kontakt z elementami systemu Hep₂O.

3. Nie dopuszczaj do tego, aby elementy systemu Hep₂O uległy przegrzaniu; rurę miedzianą owiń moką szmatką, aby zminimalizować ewentualny przepływ ciepła, lub zastosuj żel absorbujący ciepło.

Uwaga! Instalację należy przepłukać wodą, aby usunąć ewentualny osad topnika wewnątrz elementów.

3.2. Łączenie z rurami pokrytymi chromem lub rurami ze stali nierdzewnej

Złączki Hep₂O nie mogą być montowane bezpośrednio z rurami miedzianymi pokrytymi chromem lub rurami ze stali nierdzewnej, z uwagi na względną twardość powierzchniową tych materiałów. Zalecana metoda to zastosowanie połączeń skręcanych.

3.3. Łączenie z łącznikami mosiężnymi

Jedynе łączniki mosiężne, które można montować ze złączkami Hep₂O, to te oferowane w ramach gamy produktów Hep₂O. Łączniki mosiężne przeznaczone do zastosowania w połączeniach skręcanych lub lutowanych nie mają wymaganych rowków łączących i są zbyt krótkie.

3.4. Łączenie ze wcześniejszymi systemami Hep₂O

Hep₂O jest całkowicie kompatybilny z obecnymi i wcześniejszymi wersjami złączek Hep₂O, w tym z bezpośrednim poprzednikiem i wcześniejszym systemem Acorn®, produkowanym przez firmę Bartol. Rury systemu Acorn® wytwarzane przed rokiem 1984 miały grubsze ścianki i wymagały innych tulei usztywniających.

3.5. Łączenie złączek Hep₂O z rurami innych producentów

Złączek Hep₂O nie należy używać do tworzenia połączeń z rurami tworzywowymi i złączkami innych producentów – ze względu na to, że Wavin nie może zagwarantować poprawności i trwałości tych połączeń.

3.6. Łączenie elementów systemu Hep₂O z rurami stalowymi i złączkami gwintowanymi

Aby ułatwić połączenie z gwintowanymi elementami wewnętrznymi i zewnętrznymi, należy użyć czterech złączek (złączki gwintowe) oraz złączek sworzniowych, tzw. łączników z gamy produktów Hep₂O. Złączki te umożliwiają tworzenie połączeń z wieloma różnymi materiałami.



Rys. 22. Złączki Hep₂O.

3.7. Podłączanie elementów systemu Hep₂O do sprzętu AGD i armatury

Do podłączania elementów systemu Hep₂O do sprzętu AGD oraz zmywarek do naczyń należy stosować zawory przyłączeniowe Hep₂O. Znajdujące się w pobliżu rury Hep₂O należy zamocować z zachowaniem zalecanych odległości przy pomocy uchwytów mocujących.



Rys. 234. Zawory do podłączania sprzętu AGD i armatury.

3.8. Zmiany w instalacji

Użycie korka do szczelnego zamknięcia rury

Gdy zajdzie konieczność zamknięcia otwartego końca rury, należy najpierw włożyć do niego tuleję SmartSleeve™, a następnie korek, który stanowi tymczasowe lub stałe szczelne zamknięcie.



Rys. 24. Korek, 15 mm.

3.9. Zalecane zastosowania systemu Hep₂O

System Hep₂O jest zalecany do stosowania w domach i obiektach komercyjnych w instalacjach ciepłej i zimnej wody użytkowej oraz centralnego ogrzewania. Oferowana szeroka gama złączek spełnia obecne wymagania oraz gwarantuje trwałe połączenie

i niezawodne działanie. Jeśli tylko prace instalacyjne zostały wykonane zgodnie z odpowiednimi procedurami opisanymi w niniejszej instrukcji, wszystkie rury i złączki Hep₂O podlegają gwarancji – w warunkach normalnego użytkowania.



Rys. 25. Nowy system Hep₂O – przykłady połączeń.



3.10. Zastosowania, w których użycie systemu Hep₂O nie jest wskazane

System Hep₂O został zaprojektowany i sprawdzony tak, aby sprostać wymogom związanym z nowoczesnymi instalacjami centralnego ogrzewania oraz wody użytkowej.

W celu określenia, czy system Hep₂O nadaje się do zastosowania do innych celów, przeprowadzono odpowiednie testy. Na podstawie ich wyników stwierdzono, że systemu nie należy stosować do następujących aplikacji:

- ⊙ przesył gazu,
- ⊙ przesył oleju opałowego,
- ⊙ miejsca zanieczyszczone ropą naftową oraz jej pochodnymi,
- ⊙ przesył sprężonego powietrza,
- ⊙ instalacje, w których przepływająca woda zawiera chlor w wysokich stężeniach, np. baseny pływackie lub dekoracyjne instalacje wodne,

- ⦿ elementy systemu Hep₂O nie ulegają uszkodzeniu pod wpływem chloru zawartego w sieciach wodociągowych w Wielkiej Brytanii (zazwyczaj poniżej 0,5 ppm). Krótkotrwałe użycie wyższych stężeń chloru w celu dezynfekcji instalacji nie ma negatywnego wpływu na system,
- ⦿ podstawowe obiegi systemów ogrzewania solarnego, ponieważ nie ma możliwości termostaticznej kontroli temperatury; elementy systemu Hep₂O mogą być stosowane jako elementy obiegu wtórnego w takich systemach,

- ⦿ elementy systemu Hep₂O należy chronić przed bezpośrednim działaniem światła słonecznego i promieniowania ultrafioletowego,
- ⦿ **elementów systemu Hep₂O nie należy stosować w pracujących w trybie ciągłym instalacjach recyrkulacji (wtórna cyrkulacja wody gorącej/instalacje wodociągowe). Więcej informacji na ten temat podano w rozdziale 6 tej części: Ważne informacje.**

4. Zastosowanie

4.1. Układanie rur w belkach stropowych

Dopuszcza się instalację przewodów rurowych w belkach stropowych w nacięciach lub wywierconych otworach. Tradycyjna metoda polega na wykonaniu w belkach nacięć, ponieważ sztywność rur nie umożliwia zastosowania innych metod instalacji. Niemniej takie rozwiązanie ma kilka wad:

- ⦿ rury muszą być zainstalowane przed ułożeniem deskowania podłogi,
- ⦿ hydraulik musi pracować na odkrytych legarach lub belkach stropowych, co zwiększa ryzyko wypadków,
- ⦿ konieczne jest wznowienie prac po ułożeniu warstw podłogi – w celu podłączenia grzejników itp.
- ⦿ końcówki rur są często przemieszczane przez przedstawicieli innych branż, co powoduje konieczność wykonania dodatkowych prac, związanych z poprawnym rozmieszczeniem przewodów do podłączenia grzejników.

Doskonała elastyczność rur Hep₂O eliminuje większość z tych trudności dzięki temu, że rury można bez problemu wyginać i przeciągać przez otwory w belkach stropowych lub teownikach, co oznacza, że:

- ⦿ podłogę można układać przed przełożeniem rur przez hydraulika od spodu, co przyspiesza realizację prac budowlanych, ponieważ przedstawiciele innych branż mogą prowadzić prace na wyższej kondygnacji, np. konstruować ściany działowe itp.,
- ⦿ poprawie ulega bezpieczeństwo na budowie, ponieważ hydraulicy nie są narażeni na obrażenia spowodowane spadającymi przedmiotami lub dyskomfort związany z pracą na odsłoniętych belkach stropowych w pozycji klęczącej,
- ⦿ przedstawiciele innych branż pracujący na niższych kondygnacjach są chronieni przed niebezpieczeństwem



Rys. 26. System Hep₂O skraca czas instalacji dzięki temu, że przewody rurowe można bez trudu przekładać przez otwory w belkach stropowych.

związanym ze spadającymi narzędziami, kapaniem gorącego topnika, butli z gazem itp.,

- ⦿ przekładanie rur na późniejszych etapach prac budowlanych oznacza, że budynek będzie lepiej zabezpieczony przed warunkami atmosferycznymi,
- ⦿ występuje mniejsze ryzyko przebicia rur gwoździami używanymi do przymocowania płyt podłogi i nie ma konieczności stosowania urządzeń zabezpieczających, takich jak „zaciski do belek stropowych”.

Należy również zwrócić uwagę na to, że otwory wywiercone w belkach stropowych powinny być dostatecznie szerokie, aby umożliwić ruchy rur pod wpływem rozszerzalności termicznej instalacji.

1. Mniejsze zagrożenie dla zdrowia i poprawa bezpieczeństwa na placu budowy

Unikalny system Hep₂O zapewnia:

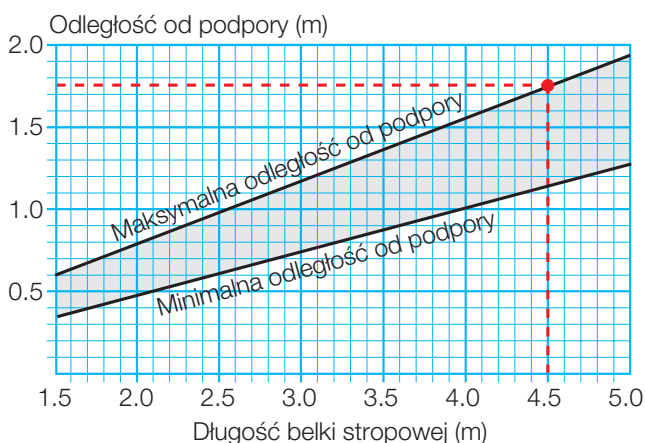
- efektywne, szczelne połączenia wykonywane bez użycia otwartego ognia,
- brak lutowania – co oznacza brak zagrożenia pożarem, zwłaszcza w pomieszczeniach zamkniętych,
- poprawę warunków pracy,
- brak topnika i materiałów do lutowania – co eliminuje potencjalne skażenie wody.

2. Połączenia wciskane Hep₂O dają również następujące korzyści

- Brak otwartego ognia oznacza brak konieczności stosowania takich środków ostrożności jak zgodna na prace niebezpieczne pożarowo, posiadania gaśnicy i pozostania w miejscu realizacji prac przez jakiś czas po zakończeniu wykonywania połączeń.
- Nie ma ryzyka naruszenia warunków BHP dla niektórych marek topnika, np. środka kontroli ekspozycji na szkodliwe gazy podczas pracy w pomieszczeniach zamkniętych i użycie środków ochrony oczu (tam, gdzie jest to wymagane).
- Po wykonaniu połączenia złączka jest czysta i można jej bezpiecznie dotykać, podczas gdy po lutowaniu pozostaje ona gorąca i zachodzi konieczność usunięcia śladów topnika.
- Istnieje możliwość obracania złącza po instalacji.

3. Inne korzyści z zastosowania systemu

- Dłuższe odcinki rur i mniej połączeń dzięki elastyczności rury.
- Eliminacja połączeń próbnych, ponieważ rurę można ciąć i łączyć w miejscu instalacji.
- Końcowe odcinki do podłączenia do armatury sanitarnej mogą być dostatecznie długie do wykonania ostatecznego podłączenia, przez co nie występuje potrzeba stosowania złączek prostych, tak jak dzieje się w przypadku systemów rur sztywnych.
- Naturalna elastyczność rur umożliwia kompensację niewielkich nieprawidłowości w ustawieniu rur.

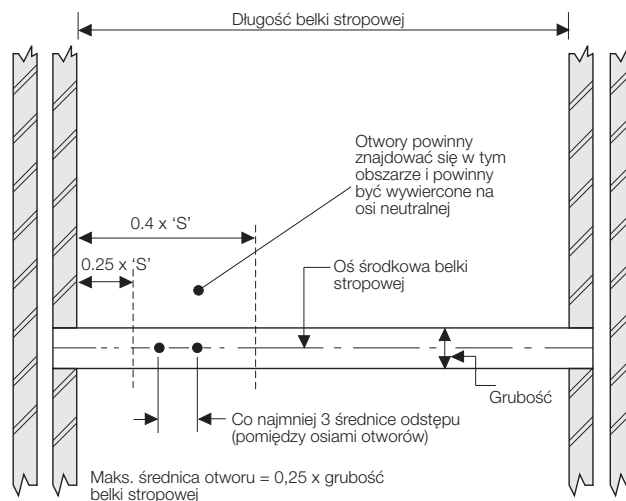


Rys. 28. Wykres pokazujący odległość obszaru, w którym należy wiercić otwory, od podpory.

4. Wiercenie w belkach stropowych

- Średnice otworów powinny być nie większe niż $0,25 \times$ grubość belki, a otwory należy wiercić w osi neutralnej – środkowej belki.
- Otwory powinny się znajdować w odległości równej co najmniej 3 średnicom (pomiędzy osiami otworów) od siebie i od $0,25$ do $0,40$ długości belki stropowej od podpory.

Powyższe uwagi zilustrowano poniżej (rys. 27).



Rys. 27. Ilustracja wiercenia w belkach stropowych.

Wartość $0,25$ to oczywiście jedna czwarta i można ją z łatwością obliczyć w miejscu instalacji. Wartość $0,4$ jest mniej oczywista, ale można ją obliczyć zgodnie z rys. 28.

Uwaga! Minimalna odległość pomiędzy otworem a nacięciem na tej samej belce stropowej powinna wynosić 100 mm .

Uwaga! Powyższy wykres należy stosować w połączeniu z rys. 27. Przykład zastosowania: odległość pomiędzy belkami stropowymi wynosi $4,5\text{ m}$. Znajdź wartość na osi poziomej i ustal, jaki punkt odpowiada jej na wykresie. Następnie odczytaj wartość, która odpowiada temu punktowi na osi pionowej – jest to $1,8\text{ m}$.

4.2. Belki stropowe z materiałów prefabrykowanych

System Hep₂O jest idealnym rozwiązaniem w budynkach z drewnianymi belkami stropowymi (przekrój/profil belki I). Rury można poprawnie zainstalować, przekładając je przez otwory w środku profilu bez uszkodzenia stopek profilu (np. system belek stropowych T lub H) – nawet tam, gdzie prefabrykowane otwory nie są ułożone w linii w rzucie poziomym.

4.3. Trójniki i rozdzielacze

System Hep₂O obejmuje całą gamę trójników, które można stosować indywidualnie lub w grupach w celu uzyskania układu rozgałęźnego z możliwością obrotu o 360°. Należy do niego również bogaty wybór rozdzielaczy.

4.4. Podłączanie pomp, zaworów itp.

W przypadku podłączania elementów systemu Hep₂O do pomp, zaworów i tym podobnych urządzeń należy zwracać uwagę na odpowiednie podparcie danego elementu (pamiętając o tym, że połączenia elementów Hep₂O mogą się obracać). Urządzenia nie mogą wisieć na rurach bez odpowiedniego podparcia.

Odległości pomiędzy mocowaniami rur

Zalecane odległości pomiędzy mocowaniami w zastosowaniach ogólnych podano w tabeli 4.

W miejscach, w których rury są zamocowane właściwie lub przebiegają w zamkniętych przestrzeniach (np. pod podłogami podniesionymi), istnieje możliwość zastosowania mniejszej liczby uchwytów lub rezygnacji z ich użycia, pod warunkiem że:

- ⦿ gorące rury nie będą stykać się z rurami zimnymi i odwrotnie,
- ⦿ nie istnieje ryzyko tego, że rury lub złączki będą stykać się z powierzchniami ostrymi, szorstkimi lub innymi mogącymi powodować uszkodzenia,
- ⦿ nie istnieje ryzyko tego, że rury będą stykać się z materiałami, które mogą ulegać uszkodzeniu na skutek przepływu ciepła.

4.5. Mocowanie rur

Do mocowania rur w systemie Hep₂O stosuje się uchwyty tworzywowe przykręcane.



Uchwyt przykręcany.

Rys.29. Uchwyty rur.

Dopuszcza się również mocowanie rur za pomocą ogólnie dostępnych uchwytów tworzywowych czy metalowych z wkładką gumową, analogicznie jak w przypadku mocowania rur miedzianych w średnicach: 10, 15, 22, 28 mm.

Odległości od osi mocowanej rury do podłoża



Rys. 30. Uchwyt rurowy.

Uwaga! Średnica otworu do mocowania wynosi 5 mm.

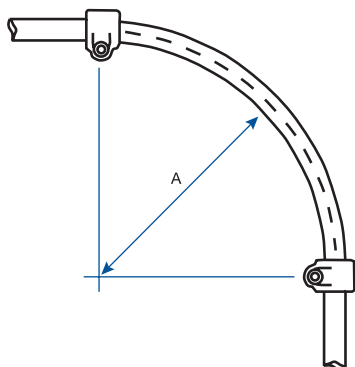
| Średnica nominalna rury [mm] | Wymiar A [mm] |
|------------------------------|---------------|
| 15 | 17 |
| 22 | 21 |
| 28 | 24 |

W przypadkach gdy rury są widoczne, odległość pomiędzy mocowaniami powinna wynosić 300 mm.

Tabela 4. Zalecane odległości pomiędzy mocowaniami

| Średnica nominalna [mm] | Odcinki poziome [m] | Odcinki pionowe [m] |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 10 | 0,3 | 0,5 |
| 15 | 0,3 | 0,5 |
| 22 | 0,5 | 0,8 |
| 28 | 0,8 | 1,0 |

4.6. Minimalny promień łuków w rurach Hep₂O



Rys. 31. Minimalne promienie łuków (8 x średnica rury).

4.7. Instalacja przewodów rurowych

Złączki Hep₂O są dużo węższe i bardziej stylowe niż w poprzednich wersjach systemu, dzięki czemu nadają się znacznie lepiej do stosowania w miejscach odsłoniętych.

Jednakże rury Hep₂O ulegają wydłużeniu pod wpływem ciepła, co powoduje wygięcia instalacji. Nie powodują one jednak gromadzenia się powietrza ani nie mają innego negatywnego wpływu na działanie instalacji.

Miejsca zakryte

Rury Hep₂O są stosunkowo łatwe do zainstalowania w miejscach zakrytych – w podłogach, sufitach itp. Ewentualne ich wydłużenie ma niewielkie skutki mechaniczne, ponieważ jest kompensowane na długości rury – dzięki czemu można zignorować jej wykrzywienie się.

Instalację w miejscach trudnych ułatwia możliwość przekładania rur Hep₂O dookoła przeszkód. Prawidłowo zamocowane rury Hep₂O w miejscach zakrytych wymagają jedynie zamontowania w celu ustawienia instalacji, np. na łukach.

Użycie taśmy metalowej w celu ułatwienia wykrywania rury przyrządami elektronicznymi

W normie NHBC (nie obowiązuje w Polsce) znajduje się sekcja dotycząca instalacji przewodów rurowych w ścianach. Zgodnie z nią:

„W miejscach, w których przewody rurowe są wbudowane w powierzchnie ścian lub znajdują się za nimi i nie ma możliwości innego wykrycia ich detektorem metalu lub innym tego typu urządzeniem, należy na przewodach rurowych umieścić taśmę metalową”.

Rurami Hep₂O można bez problemu manipulować ręcznie w celu utworzenia dowolnych łuków. Aby zapobiec ewentualnym długookresowym negatywnym wpływom na materiał, promienie łuków powinny mieć wartości nie mniejsze niż pokazano powyżej. Promień łuku wynoszący 8 razy tyle co średnica rury – to promień minimalny.

| Średnica nominalna | [mm] | 10 | 15 | 16 | 22 | 28 |
|--------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|
| A | [mm] | 80 | 120 | 128 | 176 | 224 |

NHBC ustaliła, że inne metody instalacji taśmy są również dopuszczalne, ponieważ nałożenie jakiegokolwiek taśmy na plastikową rurę lub złączkę wymaga wykonania prób zgodności z rurą i zagwarantowania tego, że klej nie przeniknie przez rurę i nie zanieczyści wody.

Uwaga! Metalowej taśmy z warstwą kleju NIE WOLNO nakładać bezpośrednio na rury i złączki Hep₂O. Należy stosować następujące rozwiązania ułatwiające detekcję rur: taśma metalowa bez kleju może być delikatnie zawinięta dookoła rury, tak by umożliwić wykrycie rury elektronicznym detektorem, lub też może zostać przymocowana do ściany, po której będą rury – jak najbliższej odcinka rury.



Rys. 32. Metalowej taśmy można używać w celu ułatwienia detekcji rury za pomocą przyrządów elektronicznych.

4.8. Rury przechodzące przez ściany i posadzki

Zawsze, gdy rury Hep₂O przechodzą przez ściany z cegieł, kamienia lub betonu, należy zabezpieczać je tulejami ochronnymi. Odstęp wokół rury – pomiędzy rurą a tuleją – należy wypełnić wytrzymałym i elastycznym materiałem, który zapewni skuteczną zapórę ogniową (jeśli jest to wymagane) i uniemożliwi przenikanie dźwięków pomiędzy pomieszczeniami.

Pianka uszczelniająca, montażowa, w początkowym stanie mokrym – nie może wejść w kontakt z rurą Hep₂O ze względu na ryzyko niekorzystnej reakcji chemicznej podczas wysychania. Użycie tulei rurowych zapewni niezbędną ochronę dla rur.

1. Układanie rur w wylewkach podłogowych

W odróżnieniu od rur metalowych, Hep₂O nie jest narażona na korozyjne działanie cementu, wapna, zaprawy oraz betonu. Niemniej należy brać pod uwagę konieczność jej zabezpieczenia przed bezpośrednim działaniem betonu i uwzględnić izolację termiczną wymaganą obowiązującymi w Polsce przepisami.

2. Rury będące w kontakcie z elementami metalowymi

Podczas układania rur Hep₂O obok elementów metalowych lub przekładania rur przez takie elementy należy upewnić się co do tego, że rura nie styka się z żadnymi ostrymi krawędziami. Ewentualne ruchy rury na skutek jej wydłużenia pod wpływem ciepła mogą bowiem powodować jej uszkodzenie.

Należy podjąć następujące środki ostrożności:

- ⦿ w miejscach, w których rury przechodzą przez małe wywiercone otwory, należy zainstalować odpowiednie elementy ochronne,
- ⦿ w miejscach, w których rury przechodzą przez duże otwory w elementach metalowych lub znajdują się obok ostrych krawędzi, do elementu metalowego należy przymocować rurę osłonową,
- ⦿ należy użyć odpowiednich uchwytów rurowych, aby zapobiec ocieraniu się rur o elementy metalowe,
- ⦿ należy ułożyć rury w kanale kablowym.

3. Zastosowanie rur Hep₂O oznacza cichszą pracę dzięki mniejszemu natężeniu hałasu

Problem z hałasem często występuje w instalacjach z rur sztywnych. Rury Hep₂O nie przenoszą hałasu, a dzięki właściwej instalacji mogą pracować prawie bezgłośnie.

Przyczyną hałasu może być tarcie pomiędzy rurą a sąsiednimi powierzchniami – zazwyczaj tam, gdzie rury sztywne są zainstalowane pod podłogą z drewna lub płyty pilśniowej.

Rury Hep₂O znacznie ograniczają to zjawisko. W przypadku wiercenia otworów w belkach stropowych powinny one mieć dostatecznie dużą średnicę, aby umożliwić swobodne przesuwanie się rur Hep₂O. Dzięki temu nie będzie występować tarcie pomiędzy spodem podłogi a rurą, a co ważniejsze – umożliwi to eliminację odgłosów „tykania” i skrzypienia, związanych z ruchami rur na skutek wydłużenia pod wpływem ciepła.

Przyczyną powstawania hałasu może być stukanie sztywnych rur o siebie lub o przylegające powierzchnie. Elastyczność rur Hep₂O łagodzi to zjawisko, co ogranicza liczbę odgłosów stukania i absorbuje vibracje, uniemożliwiając przenoszenie dźwięków wzdłuż rury.

Analogicznie: hałas powstały na skutek uderzeń hydraulicznych, których przyczyną jest nagłe zatrzymanie przepływu wody (zazwyczaj poprzez zamknięcie baterii jednouchwytowych z mieszaczami zaworów elektromagnetycznych oraz powodujących powstanie pogłosu zaworów kulowych). Hałas ten jest normalnie tłumiony przez rury Hep₂O i nie przenosi się wzdłuż rur.

5. Połączenia systemu Hep₂O w instalacjach

5.1. Przyłącza grzejników

Użycie rur Hep₂O o średnicy 10 mm zamiast rur miedzianych do wykonania przyłączy grzejników jest bardzo korzystne. Rury Hep₂O można bez problemów układać za płytami kartonowo-gipsowymi, dzięki czemu w pomieszczeniu nie ma widocznych rur. W odróżnieniu od rur miedzianych, nie są one narażone na uszkodzenia, takie jak wgniecenia lub zagięcia, które mogą wystąpić w „miękkiej” miedzi podczas prac przedstawicieli innych branż.

Przewody zasilające montowane przed wykonaniem tynku

Poniżej opisano procedurę montażu przewodów zasilających przed wykonaniem tynku.

- ⦿ W przypadku standardowych przyłączy grzejników rury powinny być ułożone pionowo obok siebie, po jednej stronie miejsca, w którym ma być zamontowany grzejnik.
- ⦿ Rury boczne należy ułożyć w poziomie w ścianie szkieletowej, omijając miejsca, w których mocowane będą inne elementy, takie jak listwy przypodłogowe.



Złączka GZ.



Złączka wraz z łącznikiem mosiężnym GZ.



Złączka z półśrubunkiem GW.

5.2. Podłączanie rury Hep₂O do zbiorników wody i grzejników

Chociaż rury Hep₂O są kompatybilne z większością złączek innych marek, podczas podłączania do zbiorników cylindrycznych, grzejników itp. należy stosować złączki Hep₂O wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Jeśli odpowiednia złączka z gamy Hep₂O nie jest dostępna, należy stosować złączki przejściowe, np. nypły czy redukcje metalowe.

Ponadto:

- ⦿ **nie należy** używać chemicznych środków uszczelniających na złączkach gwintowanych; należy używać wyłącznie taśmy PTFE,
- ⦿ **nie należy** używać chemicznych środków uszczelniających podczas przyłączania złączek do zbiorników, np. splukujących; należy używać wyłącznie podkładek uszczelniających.

5.3. Podłączanie elementów systemu Hep₂O do urządzeń dodatkowych (pomp, zaworów itp.)

Rury Hep₂O muszą być zamontowane przy pomocy uchwytów obok odpływów pomp i zaworów. Gwarantuje to odpowiednie podparcie i – w większości przypadków – ogranicza wibracje. W sytuacji gdy masa podłączonego sprzętu może powodować potrzebę zastosowania dodatkowego podparcia, należy stosować metalowe uchwyty lub konsole wspornikowe. Jeśli

rozmiar pompy lub zaworu wymaga mocowania w większej odległości od ściany, niż jest to możliwe z użyciem samego uchwytu rury, można go uzupełnić podkładką dystansową. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie odległości, na jaką rura odstaje, a jednocześnie zapewnienie bezpieczeństwa mocowania.

5.4. Podłączanie kotłów i podgrzewaczy

W przypadku gdy kocioł jest wyposażony w termostat odcinający o wysokich wartościach granicznych, urządzenie zapewniające pracę pompy po wygaszeniu kotła, a także podłączenia poza obudową kotła 350 mm od źródła ciepła – możliwe jest wykonanie bezpośrednich przyłączy przy pomocy elementów systemu Hep₂O. Zazwyczaj takie kotły mają miedziane wymienniki ciepła i są kotłami niskotemperaturowymi.

W przypadku kotłów nieposiadających wyposażenia pozwalającego na wykonanie bezpośredniego przyłącza należy zainstalować miedzianą rurkę o długości co najmniej 1 m pomiędzy kotłem a pierwszym elementem systemu Hep₂O.

Uwaga! W przypadku gdy instrukcja producenta dla danego kotła zawiera inne informacje, należy przestrzegać określonych w niej warunków.

We wszystkich przypadkach – także w przypadku podgrzewaczy przepływowych, grzejników w przyczepach kempingowych itp. – należy zwracać uwagę na to, aby wszystkie urządzenia miały odpowiednie elementy do regulacji temperatury i zawory odcinające. Trzeba bowiem upewnić się co do tego, że warunki robocze mieszczą się w zakresie dopuszczalnych temperatur i ciśnienia, określonych dla rur klasy 5 normy PN-EN ISO 15874.

5.5. Rozdzielacze

Rozdzielacze 10 mm Hep₂O okazują się szczególnie przydatne do instalacji z rurami o bardzo małych średnicach. Są one dostępne w wersjach z czterema odejściami i przeznaczone przede wszystkim do zastosowania w instalacjach centralnego ogrzewania. Mogą też jednak być stosowane w instalacjach ciepłej i zimnej wody użytkowej. Rozdzielacze 15 mm Hep₂O są dostępne w wersjach z dwoma lub trzema odejściami.

Dostępna jest kompletna gama rozdzielaczy Hep₂O, które mogą być łączone szeregowo, w ten sposób umożliwiając podłączenie dowolnej liczby rur. Drugim możliwym rozwiązaniem jest połączenie kilku trójników zapewniających niezależną możliwość obrotu o 360°.

Korzyści dotyczące instalacji i sprawności systemu:

- ⦿ wybór pomiędzy rozdzielaczami z dwoma, trzema lub czterema króćcami zmniejsza liczbę złączy niezbędnych do połączenia rury 22 mm z rurą 10 mm lub 15 mm;
- ⦿ rozdzielacze umożliwiają zmniejszenie liczby wymaganych złączy i skrócenie czasu instalacji;
- ⦿ rozdzielacze zostały wykonane z polibutyleny, który jest bardzo trwałym i lekkim materiałem, a ponadto są łatwe w instalacji;

W przypadku dowolnego kominka z płaszczem wodnym wszystkie przyłącza wodne należy wyprowadzić od urządzenia na zewnątrz obudowy kominka przy pomocy rury metalowej.

Wszelkie obiegi grawitacyjne kotła na paliwo stałe należy zawsze wykonywać z rur metalowych. Zgodnie z przepisami metalowe rury powinny być używane jako rury spustowe zaworów upustowych temperaturowych/ciśnieniowych w kotłach wodnych z otwartą komorą spalania, biegnące do zbiornika lub z powrotem, lub też od zaworów bezpieczeństwa w zamkniętych instalacjach centralnego ogrzewania. W instalacjach zamkniętych, gdzie zawór bezpieczeństwa nie znajduje się w obudowie kotła, rura pomiędzy zaworem bezpieczeństwa a kotłem powinna być wykonana z metalu. Przyłącza kotła należy wykonać zgodnie z obowiązującymi wymogami.

Uwaga! Podczas rozruchu ważne jest to, aby się upewnić, że całość powietrza została usunięta z instalacji grzewczej przed włączeniem kotła. Pęcherze powietrza mogą utrudniać prawidłowy obieg wody i uniemożliwiać prawidłową pracę regulatorów temperatury kotła, co z kolei może być przyczyną poważnego przegrzania kotła.

- ⦿ rozdzielacze z polibutyleny umożliwiają zawieszenie rury pomiędzy dwiema belkami stropowymi bez obaw o jej zerwanie;
- ⦿ do zamknięcia niewykorzystanych odejść w rozdzielaczu można wykorzystać zaślepki Hep₂O.



Rys. 33. Rozdzielacze Hep₂O są stosowane do łączenia kilku rur 10 mm lub 15 mm.

5.6. Elementy systemu Hep₂O w drewnianych i stalowych budynkach szkieletowych

System Hep₂O jest idealnym rozwiązaniem do zastosowania zarówno w drewnianych, jak i w stalowych budynkach szkieletowych. Niemniej należy mieć na uwadze następujące wymagania:

1. wczesne wykrywanie nieszczelności, które mogą prowadzić do uszkodzenia konstrukcji budynku w przypadku zaniedbań;
2. instalowanie przewodów rurowych, które powinny być po ciepłej stronie warstwy izolacji cieplnej; powinna także być możliwa wymiana rur przechodzących przez warstwy paroszczelne bez naruszenia tych warstw.

5.7. Porady ogólne

- ⦿ Dobrze jest wiercić otwory w drewnianych belkach stropowych (rys. 27 i 28).
- ⦿ W stalowych budynkach szkieletowych, o ile jest to możliwe, rury należy układać przez prefabrykowane otwory w elementach stalowych. Nie wolno wykonywać otworów w elementach stalowych bez zgody architekta.
- ⦿ **Nie wolno** układać rur w miejscach, w których prawdopodobnie będą mocowane (przykręcane) płyty kartonowo-gipsowe. Pojawia się bowiem wtedy ryzyko przewiercenia rury!
- ⦿ Należy uważać na to, by rury znajdujące się w zamkniętych miejscach lub przechodzące przez ścianki działowe bądź podłogi nie powodowały obniżenia klasy odporności ogniowej budynku.

Aby zagwarantować zgodność z tymi wymogami, przewody rurowe powinny być układane w podtynkowych kanałach zaprojektowanych przez architekta lub w systemie rur osłonowych. Niezależnie od wybranej metody konieczne jest uwzględnienie układu na połączeniu ściany z posadzką, tak aby uniknąć problemów z legarami podłogowymi i uzgodnić przejścia rur przez belki górne czy dolne.



Rys. 34. Dzięki elastyczności systemu Hep₂O instalacja przewodów jest szybsza i łatwiejsza.

6. Ważne informacje

6.1. Instalacje recyrkulacyjne pracujące w trybie ciągłym (wtórna cyrkulacja wody gorącej/instalacje wodociągowe)

Instalacje recyrkulacyjne pracujące w trybie ciągłym to instalacje obiegowe, w których woda utrzymuje stałą, wysoką temperaturę. Są one stałymi źródłami wody gorącej.

Instalacje recyrkulacyjne pracujące w trybie ciągłym wykorzystuje się do dostarczania gorącej wody do punktów czerpalnych, które mogą być oddalone od źródła ciepła lub od zbiornika wody gorącej.

Instalacje recyrkulacyjne pracujące w trybie ciągłym bardzo różnią się od standardowych instalacji ciepłej wody użytkowej

i centralnego ogrzewania znajdujących się w domach mieszkalnych, dla których nasze wyroby poddano testom, zgodnie z normą BS 7291 2010 Klasa C lub normą dopuszczającą WRAS. Produktów Hep₂O NIE NALEŻY zatem stosować w instalacjach recyrkulacyjnych pracujących w trybie ciągłym, ponieważ nie posiadają one dopuszczeń zgodnie z obowiązującymi wersjami wspomnianych norm.

6.2. Zamrażanie instalacji w celu wykonania jej modyfikacji

Rury Hep₂O można zamrażać w celu wykonania modyfikacji systemu bez ryzyka uszkodzenia instalacji. Podczas zamrażania należy postępować zgodnie z instrukcjami producentów

urządzeń mrozących. Rury należy zawsze zamrażać w miejscu znajdującym się w dostatecznie dużej odległości od punktu, w którym rura ma być przecięta.

6.3. Malowanie elementów systemu Hep₂O

Istnieje możliwość malowania elementów systemu Hep₂O. Co więcej, malowanie jest stanowczo zalecane w przypadku zastosowań zewnętrznych – w celu zabezpieczenia rury przed działaniem światła słonecznego i promieniowania ultrafioletowego. Najlepszą metodą jest malowanie farbą emulsyjną, ale dopuszcza

się także stosowanie farb połyskujących na bazie oleju w połączeniu z gruntem. Przed malowaniem należy sprawdzić, czy wszystkie powierzchnie są czyste, niezanieczyszczone tłuszczem i suche. Nie dopuszcza się stosowania farb celulozowych, roztworów do usuwania farby ani rozpuszczalników.

6.4. Użycie inhibitorów korozji

Korozja metali stanowi zagrożenie występujące we wszystkich instalacjach. Z tego względu bardzo ważne jest maksymalne ograniczenie wszelkich możliwych przyczyn tego zjawiska.

W celu zapewnienia maksymalnego zabezpieczenia systemowego, niezależnie od materiału, zaleca się ochronę wszystkich obiegów grzewczych poprzez dobór inhibitora. Środki

Fernox i Sentinel przeszły stosowne próby i są odpowiednie do użycia w rurach i złączkach systemu Hep₂O.

We wszystkich instalacjach prawie zawsze występuje tlen, który może się dostawać do instalacji przez wiele różnych punktów. Rury Barrier Hep₂O zawierają dodatkową barierę dla tlenu, która ogranicza przenikanie tlenu przez ścianki rur.

6.5. Środki przeciwko zamarzaniu

Środki przeciwko zamarzaniu na bazie mieszanek glikolu etylenowego nie mają negatywnego wpływu na system Hep₂O.

Jednakże w przypadku wątpliwości prosimy o kontakt z firmą Wavin.

6.6. Bezpieczeństwo elektryczne

Elementy systemu Hep₂O nie przewodzą prądu, dzięki czemu nie stwarzają zagrożenia porażeniem. Niemniej jeśli zastosowanie systemu Hep₂O spowoduje powstanie przerwy w istniejącym rurociągu metalowym, który może być stosowany do uziemienia lub połączenia elektrycznego, ciągłość tę można

odtworzyć poprzez trwałe zamocowanie przewodu łączącego pomiędzy dwoma końcami istniejącego rurociągu metalowego. Aby uzyskać informacje o bezpieczeństwie elektrycznym, prosimy o kontakt z wykonawcą prac elektrycznych lub z miejscowym dostawcą energii elektrycznej.

6.7. Zabezpieczenie elementów drewnianych przed kornikami

Do zabezpieczania elementów drewnianych przed kornikami lub próchnieniem zazwyczaj dopuszcza się stosowanie roztworów wodnych środków. Prace związane z natryskiwaniem elementów środkiem zabezpieczającym najlepiej wykonywać przed instalacją

elementów systemu Hep₂O. Tam, gdzie jest to niemożliwe, należy odpowiednio zabezpieczyć i osłonić rury oraz złączki Hep₂O przed rozpoczęciem natryskiwania. Proszę zwrócić uwagę na fakt, iż nie wolno stosować środków na bazie rozpuszczalników.

6.8. Uszczelnianie

W przypadku połączeń gwintowanych zalecamy użycie taśm PTFE do ich uszczelniania.

7. Środki ostrożności

7.1. Instalacje zewnętrzne

W przypadku użycia elementów systemu Hep₂O na zewnątrz budynków lub w pomieszczeniach nieogrzewanych należy je zabezpieczyć przed zamarzaniem – zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Elementy systemu Hep₂O trzeba chronić przed działaniem promieniowania ultrafioletowego. Izolacja chroniąca przez zamarzaniem stanowi dostateczne zabezpieczenie. W przypadku braku izolacji zaleca się pomalowanie lub zakrycie elementów systemu Hep₂O.

7.2. Gryzonie

Próby wykazały, że gryzonie nie naruszają elementów systemu Hep₂O częściej niż innych materiałów. Jednakże wszystkie elementy, które są bardziej miękkie niż zęby gryzoni, mogą być przez nie uszkodzone. W przypadku spodziewanego

rozprzestrzeniania się gryzoni należy skorzystać z usług firmy usuwającej te zwierzęta. Obecność gryzoni wiąże się bowiem z ryzykiem uszkodzenia przewodów wykonanych z elementów systemu Hep₂O.

7.3. Chlor

Elementy systemu Hep₂O nie ulegają uszkodzeniu pod wpływem chloru zawartego w sieciach wodociągowych (poniżej 0,5 ppm). Krótkotrwałe użycie wyższych stężeń chloru w celu dezynfekcji instalacji nie ma negatywnego wpływu na system.

Tym niemniej stałe wysokie stężenia chloru źle wpływają na materiał rur. Z tego względu systemu Hep₂O nie należy stosować w instalacjach zawierających wodę o wysokim stężeniu chloru, takich jak baseny pływackie lub fontanny.

8. Próby

8.1. Próba ciśnieniowa

Próba ciśnieniowa w systemie Hep₂O powinna być wykonana zgodnie z zaleceniami zawartymi we *Wstępie* tego katalogu, w rozdziale 4: *Uruchomienie i sprawdzenie instalacji* (strona 30).

Uwaga! Próba ciśnieniowa NIE MOŻE zastępować sprawdzenia, czy rury zostały dobrze wsunięte do złączek Hep₂O. Sprawdzenie takie należy wykonać po poprawnym wykonaniu połączenia. Wszędzie, gdzie to tylko możliwe, powinno się zastosować technologię rozpoznania połączenia Hep₂O – zgodnie z opisem w niniejszym katalogu.

9. Zestawienia specjalne

9.1. Łodzie

Elementy systemu Hep₂O są lekkie i odporne na korozję. Dzięki temu stanowią idealne rozwiązanie do zastosowania na łodziach. Elastyczność rur Hep₂O powoduje, że możliwe jest układanie ich w wewnętrznych zagłębieniach łodzi i łatwe ukrycie za grodziami. Elastyczność mechaniczna elementów systemu Hep₂O umożliwia

także tłumienie wibracji pochodzących z silnika i oddziaływania morza, które mogą się przyczyniać do pęknięcia lub luzowania połączeń lutowanych bądź zaciskanych. System Hep₂O jest odporny na korozję elektrolityczną, a jego sprawność gwarantuje technologia połączeń.

9.2. Przyczepy kempingowe

System Hep₂O jest doskonałym rozwiązaniem do zastosowania w przyczepach kempingowych – lekkość i elastyczność umożliwia montaż w zamkniętych przestrzeniach bez uszkodzenia poszycia

pojazdu oraz niepotrzebnego zwiększania jego masy. Odporność na korozję i zamarzanie także powoduje, że Hep₂O stanowi w tym wypadku idealny wybór.

9.3. Stoiska targowe

Dzięki łatwości instalacji i demontażu Hep₂O jest doskonałym rozwiązaniem. Tymczasowy charakter stoisk targowych, w połączeniu z wymogiem, aby instalacje były układane na znacznych odległościach z licznymi punktami czerpalnymi,

stwarza konieczność użycia systemu hydraulicznego, który jest elastyczny oraz odpowiedni do regularnego demontażu i ponownego montażu w różnych konfiguracjach. System Hep₂O spełnia wszystkie wymagania w zakresie elastyczności i kosztów.

9.4. Rolnictwo i ogrodnictwo

Trwałość oraz odporność na korozję i niskie temperatury czynią z systemu Hep₂O idealne rozwiązanie do wielu zastosowań w rolnictwie i ogrodnictwie. Wśród nich wymienić można

zaopatrzenie w wodę: ubojni, koryt z wodą do picia oraz instalacji nawadniających w ogrodnictwie.

10. Analiza potencjalnych problemów

Problemy z instalacjami, w których wykorzystano system Hep₂O, są niezmiernie rzadkie. Niemniej jeśli jakiegokolwiek trudności wystąpią, poniższe uwagi pomogą w odnalezieniu ich przyczyny.

10.1. Potencjalne problemy

1. Przeciekanie połączeń

Prawdopodobne przyczyny:

a) występuje głębokie zarysowanie lub zadrapanie rury;

Dowód: oględziny rury.

b) rura została wsunięta przez pierścień chwytający, ale nie przez o-ring;

Dowód: połączenie przecieka, ale rura nie wypada ze złączki.

c) pył lub zadziory pojawiły się pod uszczelką typu o-ring (zazwyczaj występują w przypadku użycia do przecięcia rury piły do metalu);

Dowód: zanieczyszczenie jest widoczne w trakcie oględzin.

d) uszczelka typu o-ring została uszkodzona, najczęściej poprzez włożenie rury miedzianej o ostrym końcu lub niezainstalowanie tulei usztywniającej koniec rury.

Dowód: przyczyna widoczna w trakcie oględzin.

2. Rozerwana złączka

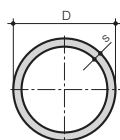
Prawdopodobna przyczyna:

utworzenie się lodu w rurze metalowej połączonej z kształtką lub w złączce znajdującej się w pobliżu metalowych kranów.

Dowód: rozerwanie złączki lub zsunięcie złączki z rury po okresie bardzo niskich temperatur.

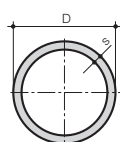
Uwaga! Woda zamarza w temperaturze 0°C, a po zamarznięciu zwiększa swoją objętość o 9%. Rura Hep₂O może kompensować ten wzrost objętości bez rozerwania, jednak w przypadku zastosowania w instalacji elementów metalowych rur lub części – dodatkowy nacisk może czasami doprowadzić do rozerwania złączki.

11. Zestawienie produktów systemu Hep₂O



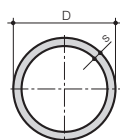
Hep₂O – rura PB STANDARD PN 10 do wody użytkowej (w zwojach)

| Wymiar nominalny [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|---------------------|------------|------------|
| 15 | 1,75 | 50 | 3243010153 | 3029632 |
| 15 | 1,75 | 100 | 3243010163 | 3029629 |
| 22 | 2,15 | 25 | 3243010538 | 3029631 |
| 22 | 2,15 | 50 | 3243010553 | 3029633 |
| 28 | 2,65 | 50 | 3243020758 | 3030796 |



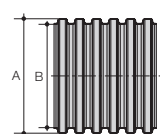
Hep₂O – rura PB BARRIER PN 6 do centralnego ogrzewania (w zwojach)

| Wymiar nominalny [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|---------------------|------------|------------|
| 10 | 1,65 | 100 | 3243020183 | 3029637 |
| 15 | 1,75 | 50 | 3243020141 | 3054278 |
| 15 | 1,75 | 100 | 3243020151 | 3054276 |
| 15 | 1,75 | 400 | 3243020148 | 3030797 |
| 22 | 2,15 | 50 | 3243020541 | 3029645 |
| 28 | 2,65 | 50 | 3243070553 | 3029646 |



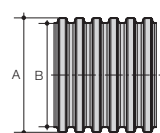
Hep₂O – rura PB BARRIER PN 3 do ogrzewania podłogowego (w zwojach)

| Wymiar nominalny [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|---------------------|------------|------------|
| 16 | 1,8 | 500 | 3243030280 | 3038024 |



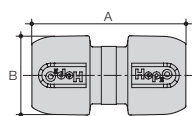
Rura osłonowa karbowana (czerwona)

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|-------------|------------|------------|
| 25/21 | 25 | 21 | m | 3145080110 | 3044402 |
| 43/36 | 43 | 36 | m | 3145080170 | 3044406 |



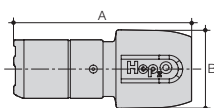
Rura osłonowa karbowana (niebieska)

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|-------------|------------|------------|
| 25/21 | 25 | 21 | m | 3145085110 | 3032747 |
| 43/36 | 43 | 36 | m | 3145085180 | 3032750 |



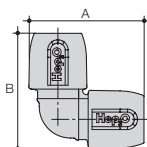
Hep₂O – złączka PB PN 10

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 10 | 66 | 23 | 3243200133 | 3029589 |
| 15 | 72 | 29 | 3243200101 | 3029590 |
| 16 | 63 | 33 | 3243220200 | 3038858 |
| 22 | 78 | 40 | 3243200501 | 3029591 |
| 28 | 85 | 50 | 3243200713 | 3030695 |



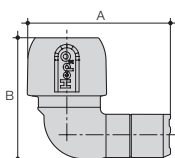
Hep₂O – złączka redukcyjna PB PN 10 bosa

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 10 | 61 | 23 | 3243240113 | 3029602 |
| 22 x 15 | 67 | 29 | 3243240502 | 3029603 |
| 28 x 22 | | | | 3030692 |



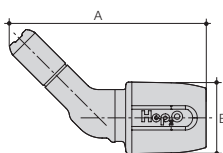
Hep₂O – kolano PB PN 10 90°

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 10 | 48 | 48 | 3243300113 | 3029615 |
| 15 | 59 | 59 | 3243300151 | 3029616 |
| 22 | 71 | 71 | 3243300551 | 3029617 |
| 28 | 82 | 82 | 3243300763 | 3030673 |



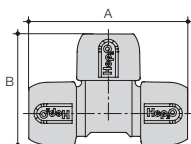
Hep₂O – kolano PB PN 10 90° bosa

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 61 | 51 | 3243320141 | 3029612 |
| 22 | 73 | 62 | 3243320553 | 3029613 |



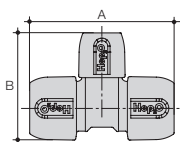
Hep₂O – kolano PB PN 10 135° bosa

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 75 | 50 | 3243998025 | 3030680 |
| 22 | 85 | 61 | 3243998036 | 3030681 |



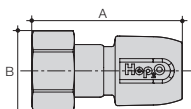
Hep₂O – trójnik PB PN 10 równoprzelotowy

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 88 | 59 | 3243400111 | 3029593 |
| 22 | 101 | 71 | 3243400511 | 3029594 |
| 28 | 114 | 82 | 3243400723 | 3030675 |



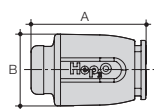
Hep₂O – trójnik redukcyjny PB PN 10 górny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 10 x 10 | 82 | 54 | 3243460502 | 3029599 |
| 15 x 10 x 15 | 82 | 54 | 3243440513 | 3029596 |
| 22 x 15 x 15 | 92 | 68 | 3243460503 | 3029600 |
| 22 x 15 x 22 | 92 | 68 | 3243440502 | 3029597 |
| 22 x 22 x 15 | 92 | 68 | 3243420506 | 3029595 |
| 28 x 22 x 28 | 104 | 80 | 3243440718 | 3030672 |



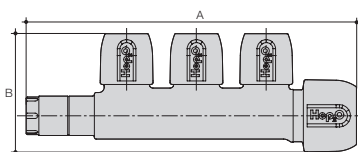
Hep₂O – złączka ze śrubunkiem PB PN 10 gwint wewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 70 | 30 | 3243260113 | 3029604 |
| 15 x 3/4" | 64 | 34 | 3243260135 | 3029605 |



Hep₂O – zaślepki

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 41 | 29 | 3243874402 | 3029619 |
| 22 | 44 | 40 | 3243874406 | 3029620 |



Hep₂O – belka rozdzielacza PB 22 x 15 bosa

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 22 x 15, 2 odejścia | 3243998115 | 3030726 |
| 22 x 15, 3 odejścia | 3243998117 | 3030728 |



Hep₂O – złączka mosiężna PN 10 gwint zewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 3243500113 | 3030667 |
| 22 x 3/4" | 3243500535 | 3030669 |
| 28 x 1" | 3243500723 | 3030668 |



Hep₂O – złączka mosiężna PN 10 gwint wewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 3243520113 | 3030663 |
| 15 x 3/4" | 3243520147 | 3030665 |
| 22 x 3/4" | 3243520535 | 3030666 |
| 28 x 1" | 3243520723 | 3030664 |



Hep₂O – trójnik mosiężny gwint zewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|------------|
| 15 x 1/2" | | 3031483 |
| 22 x 1/2" | | 3031723 |



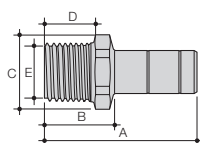
Hep₂O – kolano mosiężne gwint zewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|------------|
| 15 x 1/2" | | 3031477 |
| 22 x 1/2" | | 3031375 |
| 22 x 3/4" | | 3031371 |

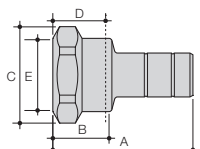


Hep₂O – kolano mosiężne gwint wewnętrzny

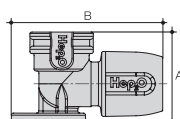
| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|------------|
| 15 x 1/2" | | 3031476 |
| 22 x 3/4" | | 3031369 |


Hep₂O – łącznik mosiężny PN 10 gwint zewnętrzny

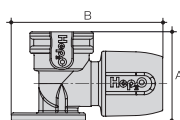
| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | C [mm] | D [mm] | E [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| 15 x 1/2" | 50 | 23 | 23 | 16 | 1/2" | | 3031645 |
| 22 x 3/4" | 53 | 25 | 30 | 28 | 3/4" | | 3031024 |


Hep₂O – łącznik mosiężny PN 10 gwint wewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | C [mm] | D [mm] | E [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 48 | 21 | 25 | 18 | 1/2" | 3243550114 | 3031019 |
| 22 x 3/4" | 50 | 21 | 30 | 19 | 3/4" | 3243550534 | 3031021 |


Hep₂O – podejście do armatury PN 10 gwint wewnętrzny

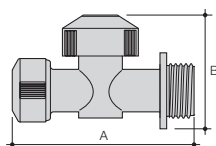
| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 41 | 70 | 3243600150 | 3030711 |


Hep₂O – podejście do armatury mosiężne PN 10 gwint wewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 1/2" | 45 | 72 | 3243600125 | 3031580 |


Hep₂O – zawór c.z.w.u. PB PN 10

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 15 | 3243700102 | 3030708 |


Hep₂O – zawór c.z.w.u. PB PN 10 gwint zewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 x 3/4" | 89 | 53 | 3243710147 | 3030709 |


Hep₂O – zawór kulowy mosiężny PN 10

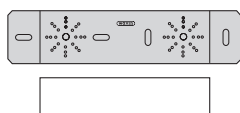
| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 15 | 3243750113 | 3030724 |
| 22 | 3243740501 | 3030725 |



Płyta montażowa pod baterię – płaska

| Wymiar nominalny [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | L4 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|
| - | 216 | 150 | 66 | - | 3141052001 | 4044171 |

W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan.



Płyta montażowa pod baterię – wygięta

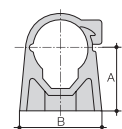
| Wymiar nominalny [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | L4 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|
| - | 300 | 220 | 150 | 66 | 3141052002 | 4044172 |

W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan.



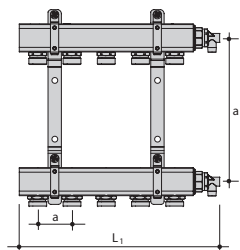
Hep_0 – tuleje wspomagające SmartSleeve™ do rur PB

| Wymiar nominalny [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|------------|------------|
| 10 | 3243820010 | 3029621 |
| 15 | 3243820015 | 3029622 |
| 16 | 3243830002 | 4013845 |
| 22 | 3243820022 | 3029623 |
| 28 | 3243820028 | 3030691 |



Uchwyty przykręcane

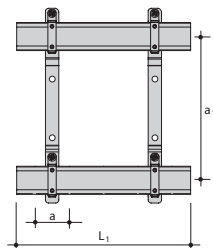
| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|------------|------------|
| 15 | 18 | 23 | 3243840002 | 3030688 |
| 22 | 22 | 32 | 3243840003 | 3030689 |



Rozdzielacz do c.o. (z osprzętem)

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|---------|--------|---------|------------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 144 | 3141941020 | 4044203 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 194 | 3141941030 | 4044204 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 244 | 3141941040 | 4044205 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 294 | 3141941050 | 4044206 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 344 | 3141941060 | 4044207 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 394 | 3141941070 | 3021398 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 444 | 3141941080 | 3021399 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 494 | 3141941090 | 3021400 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 544 | 3141941100 | 3021401 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 594 | 3141941110 | 4044208 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 644 | 3141941120 | 4044209 |

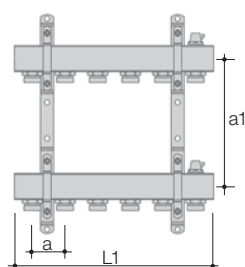
Profil belkowy; odejścia rozdzielacza (nypel) GZ = 3/4"; podłączenie do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) do belek rozdzielacza – GW = 1"; odpowietzniki – 1/2" na obu belkach; uchwyty z wkładkami tłumiącymi.



Rozdzielacz do c.o. (bez osprzętu)

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 110 | | 4049438 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 160 | | 4049439 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 210 | | 4049440 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 260 | | 4049441 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 310 | | 4049442 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 360 | | 4049443 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 410 | | 4049444 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 460 | | 4049445 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 510 | | 4049446 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 560 | | 4049447 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 610 | | 4049448 |

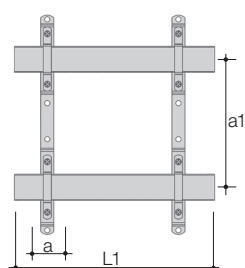
Profil belkowy; odejścia rozdzielacza (otwory pod nypel) – GW = 1/2"; podłączenie do belki – GW = 1"; korki (zaślepki) do belek rozdzielacza – GW = 1"; odpowietzniki 1/2" na obu belkach.



Rozdzielacz do c.o. (z osprzętem) INOX

| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060985 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060986 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060987 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060988 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060989 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060990 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060991 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060992 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060993 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060994 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060995 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060996 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060997 |

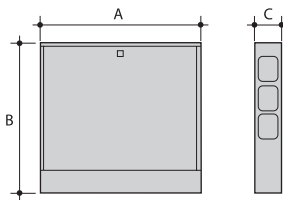
Profil ze stali nierdzewnej 1.4301 o wymiarach 40 x 40 x 1,5 mm;
odejścia rozdzielacza (nypie) – GZ = 3/4"; podejście do belki – GW = 1";
korki (zaślepki) belek rozdzielacza – 1"; odpowietrznik 1/2" na obu belkach.



Rozdzielacz do c.o. (bez osprzętu) INOX

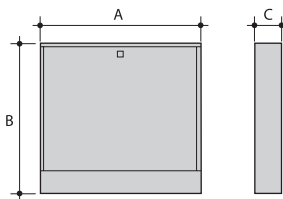
| Typ | a1 [mm] | a [mm] | L1 [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| 2 odejścia | 210 | 50 | 105 | | 4060998 |
| 3 odejścia | 210 | 50 | 155 | | 4060999 |
| 4 odejścia | 210 | 50 | 205 | | 4060100 |
| 5 odejść | 210 | 50 | 255 | | 4060101 |
| 6 odejść | 210 | 50 | 305 | | 4060102 |
| 7 odejść | 210 | 50 | 355 | | 4060103 |
| 8 odejść | 210 | 50 | 405 | | 4060104 |
| 9 odejść | 210 | 50 | 455 | | 4060105 |
| 10 odejść | 210 | 50 | 505 | | 4060106 |
| 11 odejść | 210 | 50 | 555 | | 4060107 |
| 12 odejść | 210 | 50 | 605 | | 4060108 |
| 13 odejść | 210 | 50 | 655 | | 4060109 |
| 14 odejść | 210 | 50 | 705 | | 4060110 |

Profil ze stali nierdzewnej 1.4301 o wymiarach 40 x 40 x 1,5 mm;
otwory pod nypie – GW = 1/2"; podejście do belki – GW = 1";
korki (zaślepki) belek rozdzielacza – 1".



Szafka podtynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2–4 obw. | 350 | 505–605 | 110–160 | 3141041004 | 4044148 |
| 5–6 obw. | 450 | 505–605 | 110–160 | 3141041005 | 4044149 |
| 7–8 obw. | 530 | 505–605 | 110–160 | 3141041006 | 4044150 |
| 9–10 obw. | 680 | 505–605 | 110–160 | 3141041007 | 4044151 |
| 11–13 obw. | 830 | 505–605 | 110–160 | 3141041008 | 4044152 |
| 14–16 obw. | 1030 | 505–605 | 110–160 | 3141041009 | 4044153 |
| 17–18 obw. | 1130 | 505–605 | 110–160 | 3141041010 | 4044154 |



Szafka natynkowa

| Typ | A [mm] | B [mm] | C [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 2–4 obw. | 350 | 600 | 120 | 3141042001 | 4044159 |
| 5–6 obw. | 450 | 600 | 120 | 3141042002 | 4044160 |
| 7–8 obw. | 530 | 600 | 120 | 3141042003 | 4044161 |
| 9–10 obw. | 680 | 600 | 120 | 3141042004 | 4044162 |
| 11–13 obw. | 830 | 600 | 120 | 3141042005 | 4044163 |
| 14–16 obw. | 1030 | 600 | 120 | 3141042006 | 4044164 |
| 17–18 obw. | 1130 | 600 | 120 | 3141042007 | 4044165 |



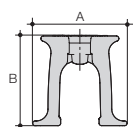
Nożyce do rur PB

| Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|
| 3243986001 | 4013791 |



Smar do połączeń Hep₂O (po demontażu złączy)

| Pojemność [ml] | Indeks | Indeks SAP |
|-------------------|------------|------------|
| 400 | 3243987003 | 4026146 |



Klucz do demontażu złączy HepKey™ Plus

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 15 | 46,5 | 38,80 | 3243988016 | 3029625 |
| 22 | 58 | 40,60 | 3243988023 | 3029626 |



Klucz do demontażu złączy metalowy (uniwersalny)

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | Indeks | Indeks SAP |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 15-22 | | | 3243988026 | 3039472 |
| 10-28 | | | | 3039598 |

CONNECT TO BETTER

Oferta produktów **Hep₂O** pakowanych pojedynczo w woreczki z kodem EAN



Jeśli jesteś zainteresowany sprzedażą produktów Hep₂O, zadzwoń do lokalnego przedstawiciela handlowego Wavin



Hep₂O to system doprowadzania ciepłej oraz zimnej wody użytkowej, ogrzewania podłogowego i grzejnikowego.

Wavin Hep₂O służy do instalacji ciepłej i zimnej wody użytkowej, ogrzewania podłogowego i grzejnikowego. Montowany na wcisk, bez użycia specjalistycznych narzędzi, nadaje się do bezpośredniego połączenia z rurami miedzianymi oraz do betonowania. System składa się z rur i kształtek tworzywowych, o średnicach 15–28 mm. Jest bardzo łatwy w demontażu dzięki zastosowaniu poręcznego klucza.

Więcej na www.wavin.pl.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewnątrznej i wewnętrznej

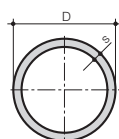
Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

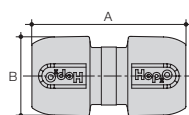
1. Zestawienie produktów systemu Hep₂O

Pojedynczo pakowane produkty z kodem EAN



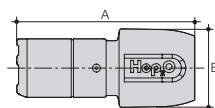
Hep₂O – rura PB/EVOH PN 6 C/Z

| Wymiar nominalny [mm] | s [mm] | Długość w zwoju [m] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|---------------------|---------------|------------|
| 15 | 1,75 | 25 | 5011479243138 | 3054276 |
| 22 | 2,15 | 25 | 5011479230435 | 3029645 |



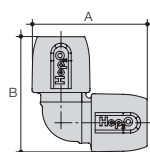
Hep₂O – złączka prosta

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 15 | 72 | 29 | 5907444855621 | 3043282 |
| 22 | 78 | 40 | 5907444855638 | 3043283 |



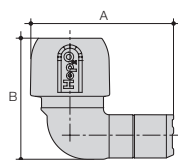
Hep₂O – złączka redukcyjna

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 22 x 15 | 67 | 29 | 5907444855645 | 3043284 |



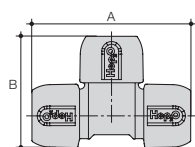
Hep₂O – kolano

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 15 | 59 | 59 | 5907444855683 | 3043288 |
| 22 | 71 | 71 | 5907444855690 | 3043289 |



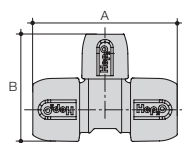
Hep₂O – kolano bosc

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 15 | 61 | 51 | 5907444855706 | 3043290 |
| 22 | 73 | 62 | 5907444855713 | 3043291 |



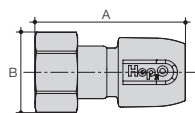
Hep₂O – trójnik

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 15 | 88 | 59 | 5907444855720 | 3043292 |
| 22 | 101 | 71 | 5907444855737 | 3043293 |



Hep₂O – trójnik redukcyjny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 22 x 15 x 22 | 92 | 68 | 5907444855744 | 3043294 |
| 22 x 15 x 15 | 92 | 68 | 5907444855751 | 3043295 |




Hep₂O – złączka ze śrubunkiem gwint wewnętrzny

| Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
|-----------------------|--------|--------|---------------|------------|
| 15 x 1/2" | 70 | 30 | 5907444855652 | 3043285 |
| 15 x 3/4" | 64 | 34 | 5907444855676 | 3043287 |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---------------|------------|--|--|
|  | Hep ₂ O – złączka gwint zewnętrzny | | | | | | | |
| | Wymiar nominalny [mm] | | | | EAN | Indeks SAP | | |
| | 15 x 1/2" | | | | 5907444860663 | 3052442 | | |
| | 22 x 3/4" | | | | 5907444860670 | 3052443 | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---------------|------------|--|--|
|  | Hep ₂ O – złączka gwint wewnętrzny | | | | | | | |
| | Wymiar nominalny [mm] | | | | EAN | Indeks SAP | | |
| | 15 x 1/2" | | | | 5907444860632 | 3052439 | | |
| | 15 x 3/4" | | | | 5907444860649 | 3052440 | | |
| | 22 x 3/4" | | | | 5907444860656 | 3052441 | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---------------|------------|--|--|
|  | Hep ₂ O – trójnik mosiądz gwint wewnętrzny | | | | | | | |
| | Wymiar nominalny [mm] | | | | EAN | Indeks SAP | | |
| | 15 x 1/2" | | | | 5907444860922 | 3052211 | | |
| | 22 x 1/2" | | | | 5907444860946 | 3052213 | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|---------------|------------|--|--|
|  | Hep ₂ O – kolano mosiądz gwint zewnętrzny | | | | | | | |
| | Wymiar nominalny [mm] | | | | EAN | Indeks SAP | | |
| | 15 x 1/2" | | | | 5907444860915 | 3052210 | | |
| | 22 x 1/2" | | | | 5907444860793 | 3052208 | | |
| | 22 x 3/4" | | | | 5907444860786 | 3052207 | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|---------------|------------|--|--|
|  | Hep ₂ O – kolano mosiądz gwint wewnętrzny | | | | | | | |
| | Wymiar nominalny [mm] | | | | EAN | Indeks SAP | | |
| | 15 x 1/2" | | | | 5907444860809 | 3052209 | | |
| | 22 x 3/4" | | | | 5907444860762 | 3052205 | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|------------|
|  |  | Hep ₂ O – łącznik gwint zewnętrzny | | | | | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | C [mm] | D [mm] | E [mm] | EAN | Indeks SAP |
| | | 15 x 1/2" | 50 | 23 | 23 | 16 | 1/2" | 5907444855768 | 3043296 |
| | | 22 x 3/4" | 53 | 25 | 30 | 28 | 3/4" | 5907444855775 | 3043297 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|------------|
|  |  | Hep ₂ O – łącznik gwint wewnętrzny | | | | | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | C [mm] | D [mm] | E [mm] | EAN | Indeks SAP |
| | | 15 x 1/2" | 48 | 21 | 25 | 18 | 1/2" | 5907444855782 | 3043298 |
| | | 22 x 3/4" | 50 | 21 | 30 | 19 | 3/4" | 5907444855799 | 3043299 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------|--------|--|--|--|---------------|------------|
|  |  | Hep ₂ O – podejście mosiądz gwint wewnętrzny | | | | | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | | | | EAN | Indeks SAP |
| | | 15 x 1/2" | 45 | 72 | | | | 5907444860755 | 3052204 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---------------|------------|
|  | | Hep₂O – zawór c.z.w.u. | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | | EAN | Indeks SAP |
| | | 15 | | 5907444855812 | 3043301 |

| | | | | | | | |
|---|--|---|---|--------|--------|---------------|------------|
|  | |  | Hep₂O – zawór c.z.w.u. gwint zewnętrzny | | | | |
| | | | Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
| | | | 15 x 3/4" | 89 | 53 | 5907444855829 | 3043302 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---------------|------------|
|  | | Hep₂O – zawór kulowy | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | | EAN | Indeks SAP |
| | | 22 | | 5907444855836 | 3043303 |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---------------|------------|
|  | | Hep₂O – tuleja wspomagająca | | | |
| | | Wymiar nominalny [mm] | | EAN | Indeks SAP |
| | | 15 | | 5907444866023 | 3067018 |
| | | 22 | | 5907444855850 | 3043305 |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|--------|--------|---------------|------------|
|  | |  | Hep₂O – klucz do demontażu złączek | | | | |
| | | | Wymiar nominalny [mm] | A [mm] | B [mm] | EAN | Indeks SAP |
| | | | 15 | 46,5 | 38,80 | 5907444855881 | 3043315 |
| | | | 22 | 58 | 40,60 | 5907444855898 | 3043316 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---------------|------------|
|  | | Hep₂O – stojak (umowa użyczenia lub kupno) | | | |
| | | Wymiar [mm] | | EAN | Indeks SAP |
| | | 1200 x 600 x 2200 | | 5907444860748 | 4046784 |

CONNECT TO BETTER

System instalacyjny **BOR^{plus}**



Rury z polipropylenu (PP-R) jednorodne, stabilizowane aluminium Stabi PLUS, stabilizowane włóknem bazaltowym na bazie polipropylenu nowej generacji PP-RCT ULTRA BOR^{plus} oraz nowość w ofercie: rury EVO w całości z PP-RCT. Kształtki z PP-R zgrzewane i gwintowane. BOR^{plus} to najwyższa na rynku klasa ciśnieniowa rur do PN 28 i kształtek – PN 25.

Więcej na www.wavin.pl.

Zagospodarowanie
wody deszczowej

Grzanie
i chłodzenie

Dystrybucja
wody i gazu

Systemy kanalizacji
zewnętrznej i wewnętrznej

Rury
osłonowe



CONNECT TO BETTER

1. System BOR^{plus}

System BOR^{plus} to rozwiązanie, które od lat cieszy się ogromnym uznaniem na rynku. Dlatego z przyjemnością prezentujemy udoskonalony system w nowej odsłonie.

Odświeżony BOR^{plus} to:

- ⦿ rury Stabi PLUS z najnowszej generacji PP-RCT, wzmacnianego wkładką aluminiową bez perforacji (100-procentowa ochrona antydyfuzyjna),
- ⦿ rury jednorodne EVO z najnowszej generacji PP-RCT,
- ⦿ rura ULTRA BOR^{plus} z najnowszej generacji PP-RCT wzmacnianego włóknem bazaltowym,
- ⦿ poszerzona oferta kształtek nypowych,
- ⦿ najwyższa na rynku klasa ciśnieniowa rur i kształtek.

1.1. Charakterystyka systemu

1.1.1. Dane ogólne

System BOR^{plus} produkowany jest z polipropylenu typu 3 (PP-R typ 3) i typu 4 (PP-RCT – rura ULTRA BOR^{plus}, Stabi PLUS i EVO). Materiał ten wykazuje odporność na jednocześnie długotrwałe działanie temperatury i ciśnienia przesyłanego czynnika, a także odznacza się całkowitą odpornością na korozję oraz działanie ponad 300 substancji chemicznych w różnych stężeniach i temperaturach (zgodnie z normą DIN 8078). W produkcji systemu BOR^{plus} stosowane są najwyższej jakości granulaty, co gwarantuje absolutną pewność użytkowania.

1.1.2. Właściwości mechaniczne i termiczne

Podstawowe własności mechaniczne i termiczne rur oraz kształtek wykonanych z polipropylenu typu 3 i 4 przedstawia tablica 1.1.

1.1.3. Magazynowanie i transport

Zasady postępowania z rurami z polipropylenu:

- ⦿ przewozić i składować poziomo, na równym, płaskim podłożu – tak aby unikać ich wyginania,
- ⦿ magazynować w stosach, których wysokość nie powinna przekraczać 1,2 m,
- ⦿ pomieszczenia magazynowe powinny zabezpieczać wyroby z polipropylenu przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych (wysoka temperatura, promienie UV),
- ⦿ przechowywać w okresie jesienno-zimowym w pomieszczeniu ogrzewanym – polipropylen w temp. poniżej 0°C wykazuje podwyższoną kruchość.

Zalety systemu:

- ⦿ wysoka trwałość eksploatacyjna – ponad 50 lat,
- ⦿ pewny i szybki montaż – zgrzewanie zapewnia absolutną szczelność połączeń,
- ⦿ niska hałaśliwość – nie przenosi drgań i pochłania dźwięki,
- ⦿ niski współczynnik oporów liniowych ($k = 0,007 \text{ mm}$) – niezarastanie przewodów,
- ⦿ zredukowane współczynniki oporów miejscowych, nawet do 60% – unikalna konstrukcja złązek,
- ⦿ niski współczynnik przewodności cieplnej ($0,21 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) – ograniczone straty ciepła,
- ⦿ higieniczność (obojętny w stosunku do wody),
- ⦿ odporność na działanie wielu związków chemicznych.

1.1.4. Odporność na korozję

Polipropylen typu 3 i 4 jest chemicznie odporny na działanie większości związków chemicznych – zarówno organicznych, jak i nieorganicznych. Ograniczenia w stosowaniu tego materiału odnoszą się do substancji silnie utleniających, takich jak stężony kwas siarkowy, azotowy, chlor, brom i pochodne.

Promieniowanie ultrafioletowe może wpływać niekorzystnie na wyroby z polipropylenu i w związku z tym elementy wykonane z tego materiału powinny być odpowiednio zabezpieczone za pomocą izolacji lub poprzez nałożenie powłoki ochronnej. Wymóg ten dotyczy jedynie elementów instalacji narażonych na bezpośrednie promieniowanie słoneczne podczas dłuższego okresu.

1.1.5. Odporność chemiczna

Odporność wyrobów z polipropylenu typu 3 i 4 na działanie substancji chemicznych jest bardzo dobra. Informacje na temat odporności chemicznej polipropylenu typu 3 znajdują się w załączniku do normy DIN 8078¹⁾.

W załączniku znajdującym się na końcu tej części katalogu przedstawiono wyciąg z załącznika do normy DIN 8078, zawierający najczęściej spotykane substancje chemiczne z podaniem stopnia ich wpływu na wyroby z polipropylenu.

1.1.6. Kumulacja ładunków elektrycznych

Polipropylen kumuluje elektryczność statyczną na powierzchni materiału i w związku z tym nie należy go stosować do przesyłania płynów łatwopalnych i wybuchowych.

¹⁾ Beiblatt 1 zu DIN 8078. Rohre aus Polypropylen (PP). Chemische Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen.

Tablica 1.1. Charakterystyka mechaniczna i termiczna rur z polipropylenu PP-R typu 3

| Właściwość | Metoda pomiaru | Jednostka | Wartość |
|--|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Gęstość | DIN 53479 | g/cm³ | 0,9 |
| Wytrzymałość na rozciąganie przy płynięciu | ISO 527/1 A, 50 mm/min | MPa | 26,1 |
| Wytrzymałość na rozciąganie przy łamaniu | ISO 527/1 A, 50 mm/min | MPa | 21,5 |
| Wydłużenie względne przy rozciąganiu | ISO 527/1 A, 50 mm/min | % | > 400% |
| Moduł Younga | ISO 527/1 A, 50 mm/min | MPa | 808 |
| Moduł elastyczności | ISO 178, 2 mm/min | MPa | 874 |
| Wytrzymałość na zginanie | ISO 178, 2 mm/min | MPa | 30,5 |
| Udarność z karkem wg metody Charpy'ego: | ISO 179/1 A | | |
| 23°C | 1,00 J | kJ/m ² | 22,9 |
| 0°C | 0,50 J | kJ/m ² | 4,5 |
| -20°C | 0,50 J | kJ/m ² | 1,9 |
| Udarność bez karbu wg metody Charpy'ego: | ISO 179/1 D | | |
| 23°C | 4,0 J | kJ/m ² | bez przełomu |
| 0°C | 4,0 J | kJ/m ² | bez przełomu |
| -20°C | 4,0 J | kJ/m ² | 53,7 |
| Udarność z karkem wg metody Izoda: | ISO 180/1 A | | |
| 23°C | 2,75 J | kJ/m ² | 22,5 |
| 0°C | 1,0 J | kJ/m ² | 5,6 |
| -20°C | 1,0 J | kJ/m ² | 3,4 |
| Udarność bez karbu wg metody Izoda: | ISO 180/1 C | | |
| 23°C | 5,5 J | kJ/m ² | bez przełomu |
| 0°C | 5,5 J | kJ/m ² | bez przełomu |
| -20°C | 2,75 J | kJ/m ² | 38,4 |
| Twardość wg metody Shore'a D (15 sek.) | ISO 868 | – | 60 |
| Twardość wg metody Rockwella | ISO 2039-2 | – | 50 |
| Współczynnik chropowatości bezwzględnej | – | mm | 0,007 |
| Temperatura mięknięcia wg metody Vicata | ISO 306, metoda A, 50 K/h | °C | 131,3 |
| Temperatura topnienia | ISO 3146-19 | °C | 142,4 |
| Ciepło właściwe w 20°C | kalorymetr adiabatyczny | J/g·K | 2,0 |
| Współczynnik rozszerzalności liniowej dla różnicy temperatur 30–90°C | dylatometr | mm/m·K | 0,18 0,035 ²⁾ |
| Przewodność cieplna dla różnicy temperatur 10–60°C | DIN 52612 | W/m °C | 0,21 |

²⁾ Dla rur stabilizowanych (z wkładką aluminiową).

1.1.7. Parametry pracy – zakres typowych zastosowań

| Klasa ciśnieniowa | SDR | Seria S | Klasa wg PN-EN ISO 15874 | Ciśnienie robocze [b] | Temp. projektowa T _p [°C] | Temp. maks. T _{maks} [°C] | Zakres zastosowania |
|--|----------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| PN 10/20°C | SDR 11 | S 5,0 | 1 | 6 | 60 | 80 | zimna woda |
| PN 16/20°C | SDR 7,25 | S 3,2 | 1 i 2 | 6/8 | 70 | 80 | zimna i ciepła woda |
| PN 20/20°C | SDR 6 | S 2,5 | 1, 2 i 5 | 6/8/10 | 80 | 90 | centralne ogrzewanie |
| Stabi PLUS PN 28 i 22/20°C | – | S 3,2 S 4,0 | 1, 2, 4 i 5 | 6/8/10 | 80 | 90 | zimna i ciepła woda, centralne ogrzewanie |
| ULTRA BOR ^{plus} PN 28 i PN 22 | | S 3,2 S 4,0 | 1, 2, 4 i 5 | 6/8/10 | 80 | 90 | zimna i ciepła woda, centralne ogrzewanie |
| EVO PN 28 i PN 22 | | S 3,2 S 4,0 | 1, 2 i 4 | 6/8/10 | 70 | 80 | zimna i ciepła woda, centralne ogrzewanie |

Klasy zastosowań dla kształtek – PN 25/20°C.

System BOR^{plus} spełniający wszystkie klasy podane w tablicy można stosować do przesyłania zimnej wody o temp. 20°C i przy ciśnieniu 10 barów przez 50 lat.

1.2. Zastosowanie

System BOR^{plus} przeznaczony jest zarówno do wykonywania nowych, jak i do renowacji już pracujących instalacji:

- ⊕ wodnych (ciepła i zimna woda użytkowa),
- ⊕ grzewczych (ogrzewanie grzejnikowe),
- ⊕ chłodniczych (woda lodowa),

we wszelkiego typu budynkach mieszkalnych (jedno- oraz wielorodzinnych) oraz obiektach użyteczności publicznej.

1.3. Elementy systemu

1.3.1. Rury

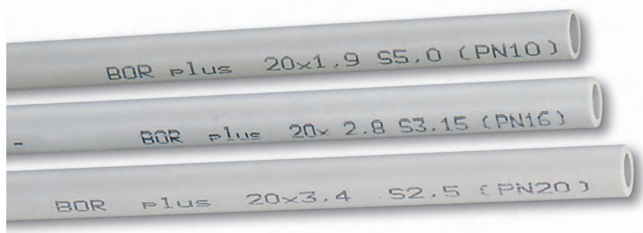
W skład systemu BOR^{plus} wchodzi:

- ⊕ rury PP jednorodne spełniające wymagania klas 1, 2, 5, normy PN-EN 15874 odpowiednio dla nieobowiązujących już klas PN 10, PN 16, PN 20,
- ⊕ rury Stabi PLUS z PP-RCT z nieperforowaną wkładką aluminiową (16–63 mm) i perforowaną wkładką aluminiową (75–110 mm),
- ⊕ rury ULTRA BOR^{plus} z PP-RCT i włóknem bazaltowym o średnicach 20–125 mm,
- ⊕ rury EVO w całości wykonane z PP-RCT o średnicach 16–125 mm.

W zależności od wymaganych warunków pracy dla różnych wartości temperatury i ciśnienia stosowane są następujące typy rury – wg tabeli z pkt 1.1.6.

Rury jednorodne z polipropylenu są produkowane w trzech klasach ciśnieniowych, różniących się między sobą grubością ścianki:

- ⊕ rury PN 10 (SDR 11; kl. 1),
- ⊕ rury PN 16 (SDR 7, 25; kl. 1 i 2),
- ⊕ rury PN 20 (SDR 6; kl. 1, 2 i 5).



Porównanie rury ULTRA BOR^{plus} z włóknem bazaltowym do rury z włóknem szklanym

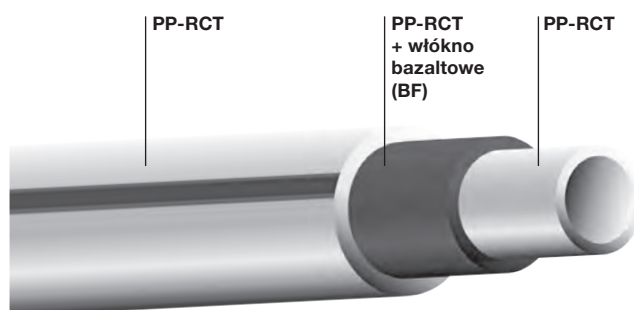
- ⊕ **Aż o 50%** wyższa wytrzymałość na ciśnienie w wysokiej temperaturze.
- ⊕ Wytrzymałość temperaturowa **do 90°C**.
- ⊕ Większa przepustowość – **o ok. 20%**.

Dzięki bardzo dobrej odporności chemicznej możliwe jest również zastosowanie systemu w:

- ⊕ przemyśle (instalacje sprężonego powietrza, różnego typu rurociągi technologiczne),
- ⊕ rolnictwie i ogrodnictwie.

Rury ULTRA BOR^{plus} mają budowę trójwarstwową. Warstwa wewnętrzna oraz zewnętrzna są wykonane z polipropylenu typu 4 (PP-RCT). Środkową warstwę tworzy polipropyleń typu 4 (PP-RCT) wzmocniony włóknami bazaltowymi (BF). Układ warstw można opisać: PP-RCT/PP-RCT+BF/PP-RCT. Dzięki włóknom bazaltowym rura ULTRA BOR^{plus} ma trzykrotnie niższą rozszerzalność cieplną niż rura w całości wykonana z tworzywa sztucznego – PPR. Dzięki materiałowi PP-RCT ma ona także większą odporność na temperaturę i ciśnienie w stosunku do rur z PPR.

Rury z PP-RCT wzmocnione włóknem bazaltowym spełniają następujące klasy zastosowań: 1, 2, 4 i 5.



- ⊕ To wszystko przy zachowaniu pozostałych właściwości rury z włóknem szklanym:
 - 3 razy niższej wydłużalności termicznej w stosunku do rur jednorodnych z PP-R,
 - braku konieczności zdzierania wierzchniej warstwy PP przed zgrzewaniem.

Rury stabilizowane Stabi PLUS

Rury stabilizowane Stabi PLUS, z wkładką aluminiową bez perforacji (16–63 mm) i z perforacją (75–110 mm), są produkowane w klasie PN 28 (średnice 16–63 mm) i PN 22 (średnice 75–110 mm). Rury te spełniają wymagania wszystkich klas zastosowań: 1, 2, 4 i 5. Rury Stabi PLUS mają większą średnicę wewnętrzną i dlatego charakteryzują się lepszymi właściwościami hydraulicznymi niż standardowe rury Stabi. Dodatkowo warstwa aluminium z perforacją zapewnia 100-procentową ochronę antydyfuzyjną dla rur, zabezpieczając tym samym elementy metalowe występujące w instalacji przed korozją. Dane o średnicy wewnętrznej, pojemności i masie jednostkowej tych rur można odczytać z poniższej tabeli.

Uwaga! W wyjątkowych przypadkach może dojść do wytrącenia się śladowej wilgotności z procesu produkcji na wewnętrznej rurze polipropylenowej (pod aluminium) – w formie bąbelków i pęcherzyków pod tą zewnętrzną warstwą. Warstwa ta nie wpływa na właściwości mechaniczne rury.

Parametry rur ULTRA BOR^{plus}

| | ULTRA BOR ^{plus} | |
|---|---|--|
| | Właściwości | Zalety |
| Budowa | PP-RCT | większa pewność bezproblemowej eksploatacji |
| | PP-RCT+BF | |
| | PP-RCT | |
| Wzmocnienie | włókno bazaltowe, gęstość +8% wytrzymałość na rozciąganie +20% | większa wytrzymałość rury przy takich samych naprężeniach |
| Odporność na ciśnienie – klasa 2 (ciepła woda 70°C)* | 10 barów | wysoka niezawodność w instalacjach ciepłej wody |
| Odporność na ciśnienie – klasa 5 (ogrzewanie maks. 90°C)* | 8 barów | bezpieczne stosowanie w wysokotemperaturowych instalacjach grzewczych |
| Grubość ścianki (przepustowość, ciężar) | S 3,2 (ø 20–63) S 4,0 (ø 75–125) | prosty montaż, możliwość wykorzystania mniejszych średnic, o 15% niższy ciężar |
| Rozszerzalność liniowa (mm/m/°C) | 0,05 | mniej kompensacji |
| Rury zdzieranie przed zgrzewaniem | Nie | prosta instalacja |
| Żywotność | 50 lat | sprawdzona jakość marki Wavin BOR ^{plus} |
| Gwarancja | 10 lat | |


* Przy ø 16–63 mm, wg normy EN ISO 15874.

Parametry rur EVO i Stabi PLUS

| | EVO | Stabi PLUS |
|---|--|---|
| | Właściwości | Właściwości |
| Budowa | PP-RCT | PP-RCT |
| | | AL |
| | | PPR |
| Wzmocnienie | brak | aluminium |
| Odporność na ciśnienie – klasa 2 (ciepła woda 70°C)* | 10 barów | 10 barów |
| Odporność na ciśnienie – klasa 5 (ogrzewanie maks. 90°C)* | 6 barów | 8 barów |
| Grubość ścianki (przepustowość, ciężar) | S 3,2 (SDR 7,4) ø 16 mm S 4,0 (SDR 9) ø 20–125 mm | S 3,2 (SDR 7,4) ø 16–63 mm S 4,0 (SDR 9) ø 75–125 mm |
| Rozszerzalność liniowa (mm/m/°C) | 0,12 | 0,05 |
| Rury zdzierane przed zgrzewaniem | nie | tak |
| Żywotność | 50 lat | 50 lat |
| Gwarancja | 10 lat | 10 lat |

Oznaczenia rur

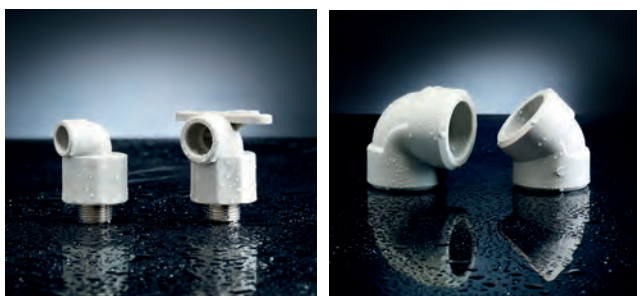
Rury wchodzące w skład systemu instalacyjnego BOR^{plus} są znakowane zgodnie z poniższymi informacjami. Na powierzchni każdej rury jednorodnej, w odległościach nie większych niż co 1 metr, znajdują się następujące, przykładowe napisy:

- ⊕ nazwa producenta WAVIN
- ⊕ znak producenta BOR^{plus}
- ⊕ klasa zastosowania kl. 1/10 barów
i ciśnienia pracy kl. 2/8 barów, kl. 5/6 barów
- ⊕ oznaczenie typoszeregu ciśnieniowego przy 20°C PN 20/20°C
- ⊕ typ i symbol stosowanego surowca PP-R typ 3
- ⊕ kod stosowanego surowca np. 002
- ⊕ numer linii produkcyjnej L.13
- ⊕ data produkcji rury np. 2004/10/06/10:10
- ⊕ numer dostawy surowca 06/05
- ⊕ numer normy PN-EN ISO 15874
- ⊕ znak budowlany 
- ⊕ numer deklaracji zgodności, np. deklaracja zgodności nr 118 z 17.08.09

1.3.2. Kształtki

W skład systemu BOR^{plus} wchodzi:

- ⊕ kształtki PP w zakresie średnic 16–125 mm,
- ⊕ kształtki PP ze wtopkami (gwinty wewnętrzne oraz zewnętrzne),
- ⊕ zawory PP kulowe i grzybkowe,
- ⊕ dodatkowe akcesoria oraz narzędzia do montażu.



Kształtki systemu BOR^{plus} zostały skonstruowane zgodnie z wymaganiami szeregu ciśnieniowego PN 25, podczas gdy standardowo systemy z polipropylenu są produkowane jako odpowiadające szeregowi ciśnieniowemu PN 20.

Pod określeniami PN 20 czy PN 25 kryją się dwie podstawowe informacje: wytrzymałość ciśnieniowa oraz wynikająca z niej trwałość instalacji.

Podwyższenie wytrzymałości ciśnieniowej z PN 20 do PN 25 jest realizowane poprzez zwiększenie grubości ścianek, ale także poprzez inne rozwiązania konstrukcyjne samych kształtek oraz zastosowanie bardziej wytrzymałych elementów

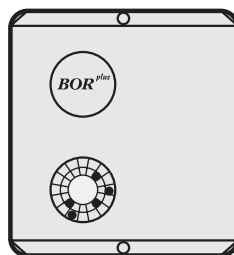
mosiężnych w tak zwanych złączkach przejściowych (mocniejsza powierzchnia styku utrzymująca mosiężną wtopkę w tworzywie). Istotą zastosowania systemu o wytrzymałości PN 25 jest wydłużenie czasu bezawaryjnego eksploataowania instalacji. Okres ten zależy w przypadku materiałów z polipropylenu od dwóch podstawowych czynników, tj. ciśnienia roboczego oraz temperatury przesyłanego medium. Wraz ze wzrostem temperatury i ciśnienia polipropylen podlega przyspieszonym procesom starzenia.

Kształtki systemu BOR^{plus} w porównaniu z innymi systemami PP charakteryzują się:

- ⊕ wygładzeniem uskoków na styku kształtki z rurą, które powoduje zmniejszenie zawirowań przepływu,
- ⊕ przesunięciem osi symetrii w kolanach 90° na zewnątrz kształtki (średnice 16–40 mm), co w efekcie kieruje strumień główny przepływającej masy na łagodniejszy łuk zewnętrzny. W związku z tym, w porównaniu z innymi systemami polipropylenowymi, uzyskuje się trzykrotnie mniejszą stratę hydrauliczną.

Oznaczenia kształtek

Oryginalne kształtki i łączniki wchodzące w skład systemu BOR^{plus} są oznaczane poprzez podanie znaku handlowego producenta, średnicy zewnętrznej rury, do której są one przystosowane (np. ø 20), kodu roku produkcji oraz oznaczenia rodzaju materiału. Oznaczenie rodzaju materiału (PP-R typ 3) oraz średnica są wytłoczone w części czołowej kształtki przeznaczonej do połączenia z rurą poprzez zgrzewanie. Na części bocznej kształtki są umieszczone znak handlowy producenta oraz datownik – w owalnym wytłoczeniu. W przypadku kształtek przejściowych wyposażonych z jednej strony w połączenie gwintowe wymienione oznaczenia znajdują się tylko ze strony przeznaczonej do połączenia zgrzewanego. Natomiast od strony części gwintowanej kształtki w tworzywie wytłoczona jest średnica połączenia gwintowanego podanego w calach (np. ø 1/2"). Przykładowe oznaczenie przedstawiono na rys. 1.1.



Rys. 1.1. Przykład oznaczeń kształtek.

1.3.3. Obniżone współczynniki strat miejscowych w kształtkach

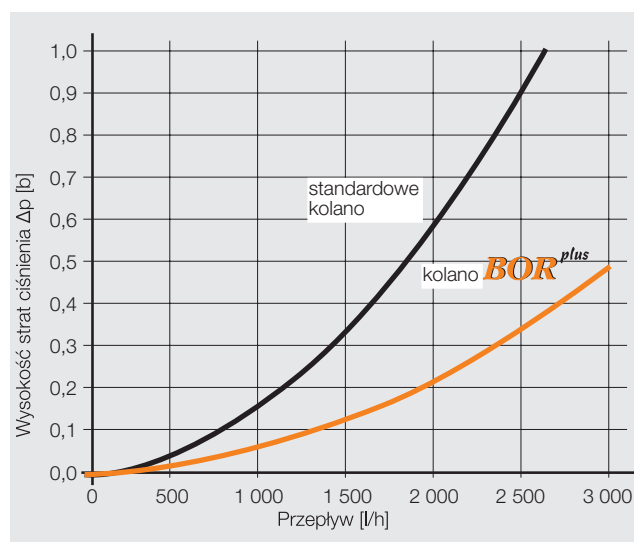
W pracach badawczych nad skonstruowaniem systemu skupiono się w pierwszym rzędzie na stworzeniu optymalnych warunków przepływu. Słowo „optymalny” oznacza w tym przypadku zminimalizowanie strat ciśnienia wywołanych przepływem wody przez rury i kształtki stosowane przy montażu instalacji.

W przypadku rur rozwiązanie jest niezwykle proste, bowiem instalacje z PP-R należą do gładkościennych, współczynnik chropowatości (k) ma wartość rzędu 0,007 mm, co sprawia, że straty liniowe nie są duże.

Natomiast w przypadku kształtek zdecydowano się na dwa rozwiązania, będące rezultatem przeprowadzonych symulacji komputerowych:

- ⦿ wygładzenie uskoków na styku kształtki z rurą, które powoduje zmniejszenie zawirowań przepływu w warstwie przysiennej i w efekcie obniżenie współczynnika ζ średnio o 10–20%,
- ⦿ przesunięcie osi symetrii w kolanach 90°, w średnicach 16–40 mm na zewnątrz kształtki, co w efekcie skierowania głównej masy strugi na łagodniejszy łuk zewnętrzny zaowocowało obniżeniem współczynnika ζ średnio o 60%; w porównaniu z innymi systemami polipropylenowymi daje to trzykrotnie mniejszą stratę hydrauliczną.

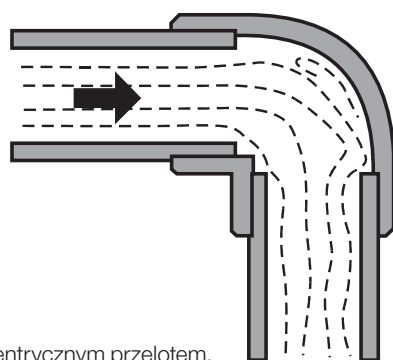
Porównanie strat ciśnienia dla kolan BOR^{plus} i kolan standardowych



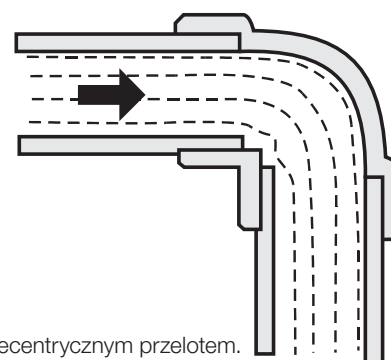
Wykres 1.1. Wysokość strat ciśnienia dla kolan PP-R.

Korzyści płynące z minimalizacji strat ciśnienia są oczywiste, ponieważ straty ciśnienia oznaczają straty energii. Z kolei tracona energia musi najpierw zostać dostarczona, a jeszcze wcześniej wyprodukowana. Obniżenie strat ciśnienia należy więc rozumieć jako korzyść ekonomiczną użytkownika (mniejsze zużycie energii oznacza mniejsze koszty eksploatacji) oraz jako działanie proekologiczne (mniejsze obciążenie środowiska naturalnego związane z produkcją energii).

Charakterystyka przepływu wody



Standardowe kolano z centrycznym przełotem.



Kolano BOR^{plus} z niecentrycznym przełotem.

Rys. 1.2. Charakterystyka przepływu wody w kolanach 90° klasycznych systemów i systemu BOR^{plus}.

Tablica 1.2. Wymiary rur typoszeregu ciśnieniowego PN 10 (klasa 1)

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Ciśnienie nominalne PN 10 (klasa 1) | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | SDR 11 (S 5,0) | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 20 x 1,9 | 1,9 | 16,2 | 0,206 | 0,107 | 0,313 |
| 25 x 2,3 | 2,3 | 20,4 | 0,327 | 0,164 | 0,491 |
| 32 x 2,9 | 2,9 | 26,2 | 0,531 | 0,267 | 0,798 |
| 40 x 3,7 | 3,7 | 32,6 | 0,834 | 0,834 | 1,246 |
| 50 x 4,6 | 4,6 | 40,8 | 1,307 | 1,307 | 1,945 |
| 63 x 5,8 | 5,8 | 51,4 | 2,075 | 2,075 | 3,085 |
| 75 x 6,8 | 6,8 | 61,4 | 2,942 | 2,942 | 4,362 |
| 90 x 8,2 | 8,2 | 73,6 | 4,254 | 4,254 | 6,284 |
| 110 x 10 | 10,0 | 90,0 | 6,362 | 6,362 | 9,372 |

Tablica 1.3. Wymiary rur typoszeregu ciśnieniowego PN 16 (klasy 1, 2)

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Ciśnienie nominalne PN 16 (klasy 1, 2) | | | | |
|---|--|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | SDR 7,25 (S 3,2) | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 16 x 2,2 | 2,2 | 11,6 | 0,106 | 0,090 | 0,196 |
| 20 x 2,8 | 2,8 | 14,4 | 0,163 | 0,151 | 0,314 |
| 25 x 3,5 | 3,5 | 18,0 | 0,255 | 0,236 | 0,491 |
| 32 x 4,4 | 4,4 | 23,2 | 0,415 | 0,389 | 0,804 |
| 40 x 5,5 | 5,5 | 30,0 | 0,651 | 0,605 | 1,256 |
| 50 x 6,9 | 6,9 | 36,2 | 1,029 | 0,934 | 1,963 |
| 63 x 8,6 | 8,6 | 45,8 | 1,633 | 1,484 | 3,117 |
| 75 x 10,3 | 10,3 | 54,4 | 2,307 | 2,110 | 4,417 |
| 90 x 12,3 | 12,3 | 65,4 | 3,318 | 2,931 | 6,249 |
| 110 x 15,1 | 15,1 | 79,8 | 4,976 | 4,320 | 9,296 |

Tablica 1.4. Wymiary rur typoszeregu ciśnieniowego PN 20 (klasy 1, 2, 5)

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Ciśnienie nominalne PN 20 (klasy 1, 2, 5) | | | | |
|---|---|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | SDR 6 (S 2,5) | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 16 x 2,7 | 2,7 | 10,6 | 0,088 | 0,110 | 0,198 |
| 20 x 3,4 | 3,4 | 13,2 | 0,137 | 0,172 | 0,309 |
| 25 x 4,2 | 4,2 | 16,6 | 0,216 | 0,226 | 0,442 |
| 32 x 5,4 | 5,4 | 21,2 | 0,353 | 0,434 | 0,787 |
| 40 x 6,7 | 6,7 | 26,6 | 0,556 | 0,671 | 1,227 |
| 50 x 8,3 | 8,3 | 33,4 | 0,866 | 1,050 | 1,916 |
| 63 x 10,5 | 10,5 | 42,0 | 1,385 | 1,650 | 3,035 |

Tablica 1.5. Wymiary rur ULTRA BOR^{plus} (klasy 1, 2, 4, 5)

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Klasy 1, 2, 4, 5 | | | | |
|---|------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | S 3,2 i S 4,0 | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 20 x 2,8 | 2,8 | 14,4 | 0,163 | 0,153 | 0,316 |
| 25 x 3,5 | 3,5 | 18,0 | 0,254 | 0,239 | 0,493 |
| 32 x 4,4 | 4,4 | 23,2 | 0,423 | 0,385 | 0,808 |
| 40 x 5,5 | 5,5 | 29,0 | 0,660 | 0,599 | 1,259 |
| 50 x 6,9 | 6,9 | 36,2 | 1,029 | 0,941 | 1,970 |
| 63 x 8,6 | 8,6 | 45,8 | 1,647 | 1,471 | 3,118 |
| 75 x 8,4 | 8,4 | 58,2 | 2,659 | 1,764 | 4,423 |
| 90 x 10,1 | 10,1 | 69,8 | 3,825 | 2,546 | 6,371 |
| 110 x 12,3 | 12,3 | 85,4 | 5,725 | 3,781 | 9,506 |

Tablica 1.6. Wymiary rur Stabi PLUS

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Klasy 1, 2, 4 | | | | |
|---|------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | S 3,2 i S 4,0 | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 16 x 2,2 | 2,2 | 11,6 | 0,106 | 0,139 | 0,245 |
| 20 x 2,8 | 2,8 | 14,4 | 0,163 | 0,209 | 0,372 |
| 25 x 3,5 | 3,5 | 18 | 0,254 | 0,303 | 0,557 |
| 32 x 4,4 | 4,4 | 23,2 | 0,423 | 0,474 | 0,897 |
| 40 x 5,5 | 5,5 | 29 | 0,660 | 0,701 | 1,361 |
| 50 x 6,9 | 6,9 | 36,2 | 1,029 | 1,057 | 2,086 |
| 63 x 8,6 | 8,6 | 45,8 | 1,647 | 1,610 | 3,257 |
| 75 x 8,4 | 8,4 | 58,2 | 2,659 | 1,905 | 4,564 |
| 90 x 10,1 | 10,1 | 69,8 | 3,825 | 2,718 | 6,543 |
| 110 x 12,3 | 12,3 | 85,4 | 5,725 | 4,068 | 9,793 |

Tablica 1.7. Wymiary rur EVO

| Oznaczenie przekroju Dz x e [mm x mm] | Klasy 1, 2, 4 | | | | |
|---|------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| | S 3,2 i S 4,0 | | | | |
| | Grubość ścianki e [mm] | Średnica wewnętrzna Dw [mm] | Pojemność jednostkowa Vp [dm ³ /m] | Masa jednostkowa M [kg/m] | Masa jednostkowa rura + woda M + Vp [kg/m] |
| 16 x 2,2 | 2,2 | 11,6 | 0,106 | 0,096 | 0,202 |
| 20 x 2,3 | 2,3 | 15,4 | 0,186 | 0,129 | 0,315 |
| 25 x 2,8 | 2,8 | 19,4 | 0,295 | 0,194 | 0,489 |
| 32 x 3,6 | 3,6 | 24,8 | 0,483 | 0,318 | 0,801 |
| 40 x 4,5 | 4,5 | 31 | 0,754 | 0,495 | 1,249 |
| 50 x 5,6 | 5,6 | 38,8 | 1,182 | 0,767 | 1,949 |
| 63 x 7,1 | 7,1 | 48,8 | 1,869 | 1,215 | 3,084 |
| 75 x 8,4 | 8,4 | 58,2 | 2,659 | 1,713 | 4,372 |
| 90 x 10,1 | 10,1 | 69,8 | 3,825 | 2,486 | 6,311 |
| 110 x 12,3 | 12,3 | 85,4 | 5,725 | 3,666 | 9,391 |
| 125 x 14 | 14 | 97 | 7,386 | 4,706 | 12,092 |

2. Montaż systemu BOR^{plus}

2.1. Mocowanie przewodów

Tablica 2.1. Odległość pomiędzy podporami przesuwными (w cm) dla przewodów z polipropylenu typu 3 prowadzonych poziomo (rury PN 10, PN 16, PN 20)

| Średnica zewnętrzna Dz [mm] | Temperatura przepływającej wody [°C] | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 |
| 16 | 75 | 70 | 70 | 65 | 65 | 55 |
| 20 | 80 | 75 | 70 | 70 | 65 | 60 |
| 25 | 85 | 85 | 85 | 80 | 75 | 70 |
| 32 | 100 | 95 | 95 | 90 | 85 | 75 |
| 40 | 110 | 110 | 105 | 100 | 95 | 85 |
| 50 | 125 | 120 | 115 | 110 | 105 | 90 |
| 63 | 140 | 135 | 130 | 125 | 120 | 105 |
| 75 | 155 | 150 | 145 | 135 | 130 | 115 |
| 90 | 170 | 165 | 160 | 155 | 150 | 145 |
| 110 | 190 | 185 | 180 | 175 | 160 | 155 |

Tablica 2.2. Odległość pomiędzy podporami przesuwными (w cm) dla przewodów z polipropylenu stabilizowanych wkładką aluminiową, prowadzonych poziomo (rury Stabi i Stabi PLUS)

| Średnica zewnętrzna Dz [mm] | Temperatura przepływającej wody [°C] | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 |
| 16 | 125 | 120 | 120 | 110 | 110 | 90 |
| 20 | 135 | 125 | 120 | 120 | 110 | 100 |
| 25 | 145 | 145 | 145 | 135 | 125 | 120 |
| 32 | 170 | 160 | 160 | 150 | 145 | 125 |
| 40 | 185 | 185 | 180 | 170 | 160 | 145 |
| 50 | 210 | 205 | 200 | 185 | 180 | 150 |
| 63 | 235 | 230 | 220 | 210 | 200 | 180 |
| 75 | 250 | 245 | 235 | 225 | 210 | 190 |
| 90 | 265 | 260 | 250 | 240 | 230 | 210 |
| 110 | 270 | 265 | 255 | 245 | 235 | 215 |

Tablica 2.3. Odległości pomiędzy podporami przesuwными (w cm) dla rur EVO z PP-RCT, prowadzonych poziomo

| ø rur [mm] | Odległość podpór [cm] przy temperaturze wody | | | | | |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 80° |
| 16 | 80 | 75 | 75 | 70 | 70 | 60 |
| 20 | 85 | 80 | 75 | 75 | 70 | 65 |
| 25 | 90 | 90 | 90 | 85 | 80 | 75 |
| 32 | 105 | 100 | 100 | 95 | 90 | 80 |
| 40 | 115 | 115 | 110 | 105 | 100 | 90 |
| 50 | 130 | 125 | 120 | 115 | 110 | 95 |
| 63 | 145 | 140 | 135 | 130 | 125 | 110 |
| 75 | 160 | 155 | 150 | 140 | 135 | 120 |
| 90 | 170 | 170 | 160 | 155 | 150 | 130 |
| 110 | 190 | 185 | 180 | 170 | 165 | 145 |
| 125 | 205 | 200 | 190 | 185 | 180 | 160 |

Tablica 2.4. Maksymalne odległości podpór rur ULTRA BOR^{plus} (niezależnie od temperatury wody)

| ø rur [mm] | Odległość podpór [cm] przy temperaturze wody |
|------------|--|
| 16 | |
| 20 | 80 |
| 25 | 100 |
| 32 | 110 |
| 40 | 120 |
| 50 | 130 |
| 63 | 150 |
| 75 | 145 |
| 90 | 155 |
| 110 | 160 |

2.2. Wydłużenia i kompensacje w systemie BOR^{plus}

Tablica 2.5. Wydłużenia liniowe przewodów z polipropylenu PP-R typu 3 w zależności od różnicy temperatur

| Długość instalacji* [m] | Różnica temperatur Δt | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10°C | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
| | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | |
| 1 | 1,8 | 3,6 | 5,4 | 7,2 | 9,0 | 10,8 | 12,6 | 14,4 |
| 2 | 3,6 | 7,2 | 10,8 | 14,4 | 18,0 | 21,6 | 25,2 | 28,8 |
| 3 | 5,4 | 10,8 | 16,2 | 21,6 | 27,0 | 32,4 | 37,8 | 43,2 |
| 4 | 7,2 | 14,4 | 21,6 | 28,8 | 36,0 | 43,2 | 50,4 | 57,6 |
| 5 | 9,0 | 18,0 | 27,0 | 36,0 | 45,0 | 54,0 | 63,0 | 72,0 |
| 6 | 10,8 | 21,6 | 32,4 | 43,2 | 54,0 | 64,8 | 75,6 | 86,4 |
| 7 | 12,6 | 25,2 | 37,8 | 50,4 | 63,0 | 75,6 | 88,2 | 100,8 |
| 8 | 14,4 | 28,8 | 43,2 | 57,6 | 72,0 | 86,4 | 100,8 | 115,2 |
| 9 | 16,2 | 32,4 | 48,6 | 64,8 | 81,0 | 97,2 | 113,4 | 129,6 |
| 10 | 18,0 | 36,0 | 54,0 | 72,0 | 90,0 | 108,0 | 126,0 | 144,0 |

Tablica 2.6. Wydłużenia liniowe przewodów stabilizowanych (z wkładką aluminiową) z polipropylenu Stabi i Stabi PLUS – w zależności od różnicy temperatur

| Długość instalacji* [m] | Różnica temperatur Δt | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| | 10°C | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
| | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | |
| 1 | 0,35 | 0,7 | 1,05 | 1,4 | 1,75 | 2,1 | 2,45 | 2,8 |
| 2 | 0,7 | 1,4 | 2,1 | 2,8 | 3,5 | 4,2 | 4,9 | 5,6 |
| 3 | 1,05 | 2,1 | 3,15 | 4,2 | 5,25 | 6,3 | 7,35 | 8,4 |
| 4 | 1,4 | 2,8 | 4,2 | 5,6 | 7,0 | 8,4 | 9,8 | 11,2 |
| 5 | 1,75 | 3,5 | 5,25 | 7,0 | 8,75 | 10,5 | 12,25 | 14,0 |
| 6 | 2,1 | 4,2 | 6,3 | 8,4 | 10,5 | 12,6 | 14,7 | 16,8 |
| 7 | 2,45 | 4,9 | 7,35 | 9,8 | 12,25 | 14,7 | 17,15 | 19,6 |
| 8 | 2,8 | 5,6 | 8,4 | 11,2 | 14,0 | 16,8 | 19,6 | 22,4 |
| 9 | 3,15 | 6,3 | 9,45 | 12,6 | 15,75 | 18,9 | 22,05 | 25,2 |
| 10 | 3,5 | 7,0 | 10,5 | 14,0 | 17,5 | 21,0 | 24,5 | 28,0 |

* Zgodnie z normą PN-EN 806 – maksymalna odległość pomiędzy punktami stałymi powinna być mniejsza lub równa 6 m.

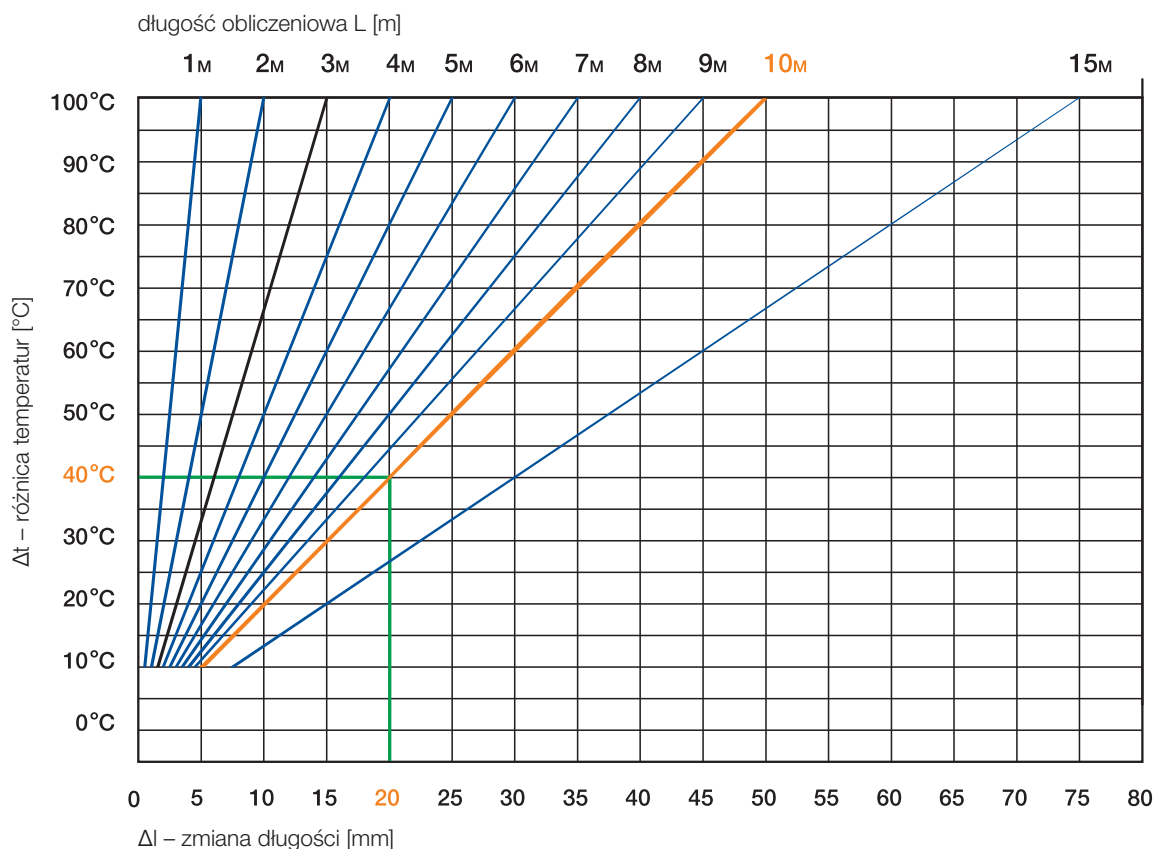
Tablica 2.7. Wydłużenia liniowe przewodów ULTRA BOR^{plus} z polipropylenu PP-RCT w zależności od różnicy temperatur

| Długość instalacji* [m] | Różnica temperatur Δt | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10°C | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
| | Zmiana długości Δl [mm] | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 4 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 5 | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| 6 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 7 | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 | 21 | 25 | 28 |
| 8 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| 9 | 5 | 9 | 14 | 18 | 23 | 27 | 32 | 36 |
| 10 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 15 | 8 | 15 | 23 | 30 | 38 | 45 | 53 | 60 |

* Zgodnie z normą PN-EN 806 – maksymalna odległość pomiędzy punktami stałymi powinna być mniejsza lub równa 6 m.

Rozszerzalność liniowa rur ULTRA BOR^{plus}

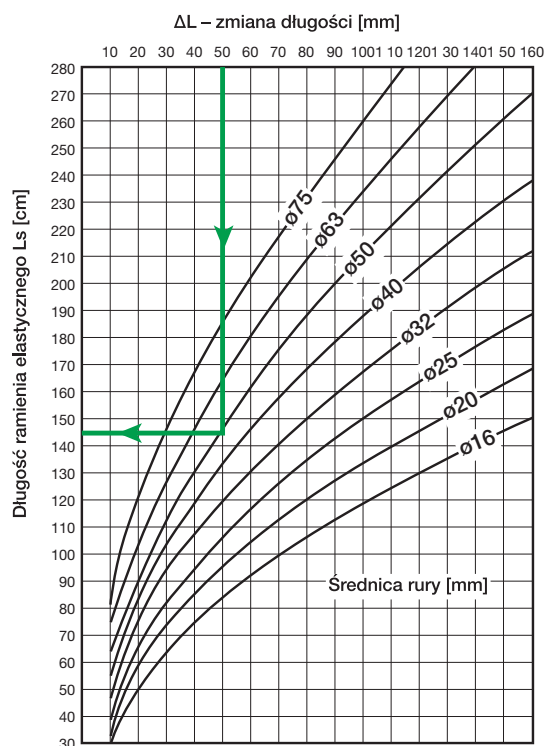
Przykład: $L = 10\text{m}$, $\Delta t = 40^\circ\text{C}$.



Określenie gabarytów kompensatorów tradycyjnych

Do celów praktycznych wymiary kompensatorów tradycyjnych można określić za pomocą wzoru, tablicy i wykresu.

Wielkości wydłużeń liniowych (ΔL) przewodów z polipropylenu typu 3 odczytujemy z tablic 2.5. i 2.6., z kolei długość ramienia elastycznego – z wykresu 2.1.



Wykres 2.1. Długość ramienia elastycznego.

3. Technika łączenia

3.1. Zgrzewanie



Rys. 3.1. Zgrzewanie.

Rury i złączki systemu BOR^{plus} są łączone ze sobą poprzez zgrzewanie polifuzyjne, polegające na wzajemnym przetopieniu cząsteczek materiału zewnętrznej powierzchni rury i wewnętrznej powierzchni złączki, po wcześniejszym rozgrzaniu ich do temperatury 260–280°C. Prawidłowo wykonany zgrzew wykazuje po przecięciu brak wyraźnego śladu połączenia dwóch elementów na całym obwodzie i głębokości tego połączenia. Zgrzewanie jest jednym z najpewniejszych, obok spawania, znanych typów połączeń; dobrze wykonane złącze jest wówczas punktem o większej wytrzymałości mechanicznej niż sama rura. Proces łączenia rur i kształtek na drodze zgrzewania wymaga:

- ⦿ posiadania niezbędnych narzędzi,
- ⦿ znajomości kultury montażu,
- ⦿ ścisłego przestrzegania zasad zawartych w niniejszym katalogu.

3.1.1. Narzędzia – wytyczne montażowe

a) Przyrządy do cięcia

- ⦿ nożyce zapadkowe – służą do szybkiego przecinania rur w sposób prostopadły do osi, bez konieczności używania dużej siły. Krawędź cięcia jest gładka, a więc nie wymaga żadnej dodatkowej obróbki przed przystąpieniem do zgrzewania.

Nożyce zapadkowe stosowane są do zakresu średnic zewnętrznych Dz 16–40 mm.

Do przecinania rur o średnicach 50 mm i większych służą:



- ⦿ obcinaki krążkowe,
- ⦿ piły mechaniczne (opcjonalnie dopuszcza się także piły ręczne – wymagają oczyszczenia wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi przeciętej rury z pozostałości materiału).

UWAGA! W przypadku cięcia rur w niskich temperaturach – ok. 5°C i poniżej – należy zwracać szczególną uwagę na to, aby tępe noże nożyc nie spowodowały pęknięcia wzdłużnego rury, które po zgrzewie może spowodować nieszczelność połączenia. Pęknięcie można zauważyć po przecięciu rury i poprzez oględziny czoła przeciętej rury i jej ścianek wewnętrznych. Zaleca się, aby rury ciąć i zgrzewać w temperaturach powyżej 5°C.

b) Zdzierak



Rys. 3.2. Zdzierak.

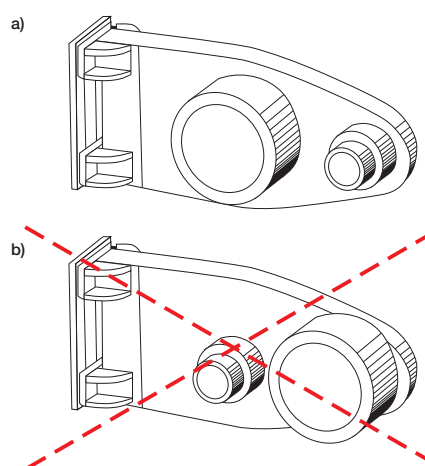
Przyrząd ten służy do tego, by z rury stabilizowanej usunąć zewnętrzną powłokę polipropylenu wraz z warstwą zatopionej wkładki z aluminium. Jest to konieczne w miejscach połączeń zgrzewanych rur z kształtkami. Zdzieraki są dostępne dla wszystkich średnic rur stabilizowanych.

c) Zgrzewarka i końcówki grzewcze

W systemie BOR^{plus} dostępne są zgrzewarki o mocy 800 W i 1200 W, 1600 W, przystosowane do pracy pod napięciem 230 V. Przed włączeniem zgrzewarki do sieci na płycie grzewczej należy za pomocą klucza imbusowego zamontować końcówki grzewcze, właściwe dla zgrzewanej średnicy. Na zgrzewarce mogą być zamocowane jednocześnie dwie pary końcówek, co umożliwia proces jednoczesnego zgrzewania dwóch średnic. Końcówki grzewcze nagrzewają się poprzez płytę grzewczą.

W celu uzyskania właściwej temperatury nakładek należy pamiętać o tym, że powinny one być starannie dokręcone, w sposób gwarantujący pełne przyleganie do płyty grzewczej zgrzewarki.

Końcówki grzewcze wykonane są ze stopów aluminium pokrytych teflonem, który zapobiega przywieraniu do nich rozgrzanych cząstek tworzywa. W związku z tym końcówki grzewcze należy okresowo przecierać tkaninami z włókien naturalnych (nie wolno używać materiałów ściernych). W celu ich odtłuszczenia można stosować alkohol.



Tablica 3.1. Parametry procesu zgrzewania

| Długość zewnętrzna rury [mm] | Głębokość zgrzewania** [mm] | Czas nagrzewania* [s] | Czas zgrzewania [s] | Czas stygnięcia [min] |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 16 | 13 | 5 | 4 | 2 |
| 20 | 14 | 5 (3) | 4 | 2 |
| 25 | 15 | 7 (4) | 4 | 2 |
| 32 | 16 | 8 (4) | 6 | 4 |
| 40 | 18 | 12 (6) | 6 | 4 |
| 50 | 20 | 18 (9) | 6 | 4 |
| 63 | 24 | 24 (12) | 8 | 6 |
| 75 | 26 | 30 (15) | 10 | 8 |
| 90 | 29 | 40 (20) | 10 | 8 |
| 110 | 32,5 | 50 (25) | 10 | 8 |
| 125 | 40 | 60 (30) | 10 | 8 |

UWAGA! Wartości podane w tabelicy odnoszą się do rur typoszeregu PN 16, PN 20 i rur stabilizowanych oraz ULTRA BOR^{plus}. W nawiasach podano czasy nagrzewania dla rur typoszeregu PN 10.

* Przy temperaturach zewnętrznych poniżej +5°C czas nagrzewania powinien być zwiększony o 50%.

UWAGA! W żadnym wypadku nie wolno przedłużać czasu nagrzewania, szczególnie dla rur wykonanych z PP-RCT (rury ULTRA, Stabi PLUS, EVO). Może to doprowadzić do nieprawidłowych zgrzewów, kryzowania instalacji i w skrajnych przypadkach – do nieszczelności połączeń.

** Głębokość wsunięcia rury w kształtkę.

UWAGA! Głębokość wsunięcia rury może nieznacznie się różnić w zależności od typu kształtki.

3.1.2. Etapy zgrzewania



1. Cięcie

Rury powinny być docinane na odpowiednią długość, prostopadle do osi, za pomocą specjalnych narzędzi (nożyce, obcinaki).



2. Czyszczenie

Przed przystąpieniem do procesu zgrzewania rurę i kształtkę należy oczyścić z tłuszczu, wilgoci oraz wszelkich zabrudzeń. Można do odtłuszczenia używać substancji do tego przeznaczonych, np. chusteczek czyszczących do tworzyw – Tangit.



3. Znakowanie

Na rurze należy oznaczyć (ołówkiem lub pisakiem) wymaganą głębokość wsunięcia rury w kamień grzewczy, a dalej – w kształtkę, właściwą dla danej średnicy zewnętrznej Dz, przy pomocy szablonu lub przymiaru.



4. Zdzieranie warstwy aluminium (tylko rury stabilizowane aluminium)

Czynność tę wykonuje się za pomocą specjalnego zdzieraka w celu usunięcia zewnętrznej powłoki tworzywa wraz z warstwą aluminium z powierzchni rury. Pozostawienie w strefie zgrzewu nawet drobnych cząstek aluminium może prowadzić do rozszczelnienia połączenia w czasie eksploatacji instalacji. Zdzieranie zwalnia nas ze znakowania, ponieważ po usunięciu zewnętrznej powłoki za pomocą zdzieraka końcówka rury ma już oznaczoną głębokość nagrzewania.



6. Zgrzewanie

Po zdjęciu obu elementów z końcówek grzewczych zgrzewarki należy wcisnąć nagrany koniec rury w kielich rozgrzanej kształtki aż do zaznaczonej uprzednio głębokości. Czas zgrzewania zależy od średnicy zewnętrznej rury. Potwierdzeniem wykonania prawidłowego zgrzewu jest uzyskanie na całym obwodzie łączonych elementów podwójnego pierścienia wypływającego materiału. Czasy zgrzewania dla poszczególnych średnic rur podano w tabelicy 3.1.

3.1.3. Uwagi końcowe

- ⦿ Rurę i kształtkę nagrzewamy jednocześnie i tylko raz.
- ⦿ Dla rur szeregu PN 10 czas nagrzewania skracamy o 50%.
- ⦿ Procesów nagrzewania i zgrzewania nie wolno przerywać.
- ⦿ W czasie zgrzewania niedopuszczalne jest obracanie zgrzewanych elementów wokół ich osi.
- ⦿ Podczas fazy łączenia elementów dopuszczalna jest korekta osiowości połączenia w zakresie $+3^\circ$.
- ⦿ W temperaturze $< 5^\circ\text{C}$ czas nagrzewania należy wydłużyć o 50%.
- ⦿ Nie dopuszcza się zgrzewania w temperaturach $< 0^\circ\text{C}$. Zgrzewać można wyłącznie rury i kształtki, których powierzchnie są czyste, suche i odtłuszczone.



5. Nagrzewanie

W trakcie trwania tego etapu podgrzewamy łączone elementy do wymaganej temperatury. W tym celu należy jednocześnie nasunąć kształtkę i wsunąć rurę w odpowiednie końcówki grzewcze, właściwe dla danej średnicy, na wymaganą głębokość nagrzewania. Czasy nagrzewania dla poszczególnych średnic rur podano w tabeli 3.1.



7. Chłodzenie

Po upływie czasu stygnięcia (tabela 3.1. – czasy trwania poszczególnych czynności w trakcie zgrzewania) połączenie uzyskuje pierwszą sztywność. Po zakończeniu tej fazy procesu możliwy jest montaż kolejnych połączeń wykonywanej instalacji.

- ⦿ Podwójna, równomierna wypływka na całym obwodzie złącza stanowi potwierdzenie dobrze wykonanego zgrzewu.

W żadnym wypadku nie wolno przedłużać czasu nagrzewania, szczególnie dla rur wykonanych z PP-RCT (rury ULTRA, Stabi PLUS, EVO). Może to doprowadzić do nieprawidłowych zgrzewów, kryzowania instalacji i w skrajnych przypadkach – do nieszczelności połączeń.

UWAGA! Przy zgrzewaniu większych elementów (powyżej 40 mm) niezwykle ważna jest kontrola owalności i konieczne jest przed zgrzewaniem zdrapanie utlenionej warstwy (gr. 0,1 mm) na powierzchni rury – na odcinku, który będzie wsunięty w kształtkę. Utleniona warstwa ma niekorzystny wpływ na jakość zgrzewu.

3.2. Inne typy połączeń

Innymi niż zgrzewanie metodami łączenia rur z polipropylenu są:

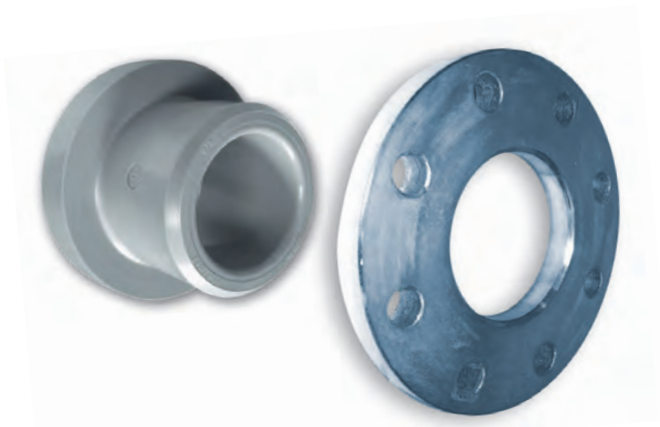
- ⦿ skręcanie z wykorzystaniem kształtek polipropylenowych wyposażonych w niklowane wtopki mosiężne z gwintami wewnętrznymi lub zewnętrznymi (połączenia gwintowe

z wykorzystaniem elementów systemu BOR^{plus} uszczelniać należy taśmą teflonową lub kitem uszczelniającym),

- ⦿ wykorzystanie tulei kołnierzowych.



Rys. 3.3. Kształtka polipropylenowa z wtopką mosiężną.



Rys. 3.4. Tuleja kołnierzowa wraz z kołnierzem metalowym.

Załącznik 1. Jednostkowe liniowe opory przepływu dla rur systemu BOR^{plus}

Tablica 1. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 10 (S 5,0) dla temperatury 20°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 10 (S 5,0) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| | | Temperatura 20°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 20 x 1,9 | 25 x 2,3 | 32 x 3,0 | 40 x 3,7 | 50 x 4,6 | 63 x 5,8 | 75 x 6,9 | 90 x 8,2 | 110 x 10 | 125 x 11,4 |
| 0,01 | R | 0,1 | | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,03 | R | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,04 | R | 0,5 | 0,2 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,05 | R | 0,7 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,06 | R | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,07 | R | 1,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,08 | R | 1,7 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,09 | R | 2,0 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | R | 2,4 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | R | 3,4 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,14 | R | 4,4 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,16 | R | 5,6 | 1,9 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,18 | R | 6,8 | 2,3 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,20 | R | 8,2 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | R | 16,9 | 5,6 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | |
| 0,40 | R | 28,4 | 9,3 | 2,9 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | | |
| | V | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,50 | R | 42,5 | 13,9 | 4,3 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | 2,4 | 1,5 | 0,9 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | | |
| 0,60 | R | 59,1 | 19,3 | 6,0 | 2,0 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | |
| | V | 2,9 | 1,8 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | |
| 0,70 | R | 78,3 | 25,5 | 7,9 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | |
| | V | 3,4 | 2,1 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | |
| 0,80 | R | 100,0 | 32,4 | 10,0 | 3,4 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | 0,002 |
| | V | 3,9 | 2,5 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | 0,100 |
| 0,90 | R | 124,2 | 40,2 | 12,4 | 4,2 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | 0,002 |
| | V | 4,4 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | 0,100 |
| 1,00 | R | 150,8 | 48,7 | 15,0 | 5,0 | 1,7 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,002 |
| | V | 4,9 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,100 |
| 1,20 | R | 211,5 | 68,0 | 20,8 | 7,0 | 2,4 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,003 |
| | V | 5,8 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,100 |
| 1,40 | R | | 90,3 | 27,6 | 9,2 | 3,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,004 |
| | V | | 4,3 | 2,6 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,100 |
| 1,60 | R | | 115,5 | 35,2 | 11,7 | 4,0 | 1,3 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,005 |
| | V | | 4,9 | 3,0 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,200 |
| 1,80 | R | | 143,7 | 43,6 | 14,5 | 4,9 | 1,6 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,006 |
| | V | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,200 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 1 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 10 (S 5,0) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| | | Temperatura 20°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 20 x 1,9 | 25 x 2,3 | 32 x 3,0 | 40 x 3,7 | 50 x 4,6 | 63 x 5,8 | 75 x 6,9 | 90 x 8,2 | 110 x 10 | 125 x 11,4 |
| 2,00 | R | | | 52,9 | 17,5 | 5,9 | 1,9 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 0,008 |
| | V | | | 3,8 | 2,4 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,200 |
| 2,20 | R | | | 63,1 | 20,9 | 7,0 | 2,3 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,009 |
| | V | | | 4,1 | 2,6 | 1,7 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,300 |
| 2,40 | R | | | 74,1 | 24,5 | 8,2 | 2,7 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,010 |
| | V | | | 4,5 | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |
| 2,60 | R | | | 85,9 | 28,3 | 9,5 | 3,1 | 1,3 | 0,6 | 0,2 | 0,012 |
| | V | | | 4,9 | 3,1 | 2,0 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |
| 2,80 | R | | | 98,6 | 32,5 | 10,9 | 3,6 | 1,5 | 0,6 | 0,2 | 0,014 |
| | V | | | 5,3 | 3,4 | 2,1 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,300 |
| 3,00 | R | | | | 36,9 | 12,3 | 4,0 | 1,7 | 0,7 | 0,3 | 0,016 |
| | V | | | | 3,6 | 2,3 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,400 |
| 3,20 | R | | | | 41,5 | 13,9 | 4,5 | 1,9 | 0,8 | 0,3 | 0,018 |
| | V | | | | 3,8 | 2,5 | 1,5 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,400 |
| 3,40 | R | | | | 46,4 | 15,5 | 5,0 | 2,2 | 0,9 | 0,3 | 0,019 |
| | V | | | | 4,1 | 2,6 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,400 |
| 3,60 | R | | | | 51,6 | 17,2 | 5,6 | 2,4 | 1,0 | 0,4 | 0,022 |
| | V | | | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,400 |
| 3,80 | R | | | | 57,0 | 19,0 | 6,2 | 2,7 | 1,1 | 0,4 | 0,024 |
| | V | | | | 4,6 | 2,9 | 1,8 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,500 |
| 4,00 | R | | | | 62,7 | 20,9 | 6,8 | 3,0 | 1,2 | 0,5 | 0,026 |
| | V | | | | 4,8 | 3,1 | 1,9 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,500 |
| 4,20 | R | | | | 68,6 | 22,8 | 7,4 | 3,2 | 1,3 | 0,5 | 0,028 |
| | V | | | | 5,0 | 3,2 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,500 |
| 4,40 | R | | | | | 24,9 | 8,1 | 3,5 | 1,4 | 0,5 | 0,031 |
| | V | | | | | 3,4 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,500 |
| 4,60 | R | | | | | 27,0 | 8,7 | 3,6 | 1,5 | 0,6 | 0,034 |
| | V | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 0,600 |
| 4,80 | R | | | | | 29,2 | 9,4 | 4,1 | 1,7 | 0,6 | 0,037 |
| | V | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,600 |
| 5,00 | R | | | | | 31,5 | 10,2 | 4,4 | 1,8 | 0,7 | 0,039 |
| | V | | | | | 3,8 | 2,4 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 5,20 | R | | | | | 33,8 | 10,9 | 4,7 | 1,9 | 0,7 | 0,041 |
| | V | | | | | 4,0 | 2,5 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 5,40 | R | | | | | 36,3 | 11,7 | 5,0 | 2,1 | 0,8 | 0,045 |
| | V | | | | | 4,1 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,8 | 0,700 |
| 5,60 | R | | | | | 38,8 | 12,5 | 5,4 | 2,2 | 0,8 | 0,048 |
| | V | | | | | 4,8 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 5,80 | R | | | | | 41,4 | 13,4 | 5,7 | 2,4 | 0,9 | 0,051 |
| | V | | | | | 4,4 | 2,8 | 2,0 | 1,4 | 0,9 | 0,700 |
| 6,00 | R | | | | | 44,1 | 14,2 | 6,1 | 2,5 | 0,9 | 0,054 |
| | V | | | | | 4,6 | 2,9 | 2,0 | 1,4 | 0,9 | 0,700 |
| 6,20 | R | | | | | 46,8 | 15,1 | 6,5 | 2,7 | 1,0 | 0,058 |
| | V | | | | | 4,7 | 3,0 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,800 |
| 6,40 | R | | | | | 49,7 | 16,0 | 6,8 | 2,8 | 1,1 | 0,061 |
| | V | | | | | 4,9 | 3,1 | 2,2 | 1,5 | 1,0 | 0,800 |
| 6,60 | R | | | | | 52,6 | 16,9 | 7,2 | 3,0 | 1,1 | 0,064 |
| | V | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,0 | 0,800 |
| 6,80 | R | | | | | | 17,9 | 7,6 | 3,1 | 1,2 | 0,068 |
| | V | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,800 |
| 7,00 | R | | | | | | 18,9 | 8,1 | 3,3 | 1,2 | 0,071 |
| | V | | | | | | 3,4 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,900 |
| 7,50 | R | | | | | | 21,4 | 9,1 | 3,8 | 1,4 | |
| | V | | | | | | 3,6 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | |
| 8,00 | R | | | | | | 24,1 | 10,3 | 4,2 | 1,6 | |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | |
| 9,00 | R | | | | | | 30,0 | 12,2 | 5,3 | 2,0 | |
| | V | | | | | | 4,3 | 3,1 | 2,1 | 1,4 | |
| 10,00 | R | | | | | | 36,5 | 15,5 | 6,4 | 2,4 | |
| | V | | | | | | 4,8 | 3,4 | 2,4 | 1,6 | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 2. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 16 (S 3,2) dla temperatury 20°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 16 (S 3,2) | | | | | | | Temperatura 20°C | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|-----------|------------|------------|--|
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,2 | 20 x 2,8 | 25 x 3,5 | 32 x 4,5 | 40 x 5,6 | 50 x 6,9 | 63 x 8,7 | 75 x 10,4 | 90 x 12,5 | 110 x 15,2 | 125 x 11,4 | |
| 0,01 | R | 0,025 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,083 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,03 | R | 0,170 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,04 | R | 0,282 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,05 | R | 0,418 | 1,3 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,06 | R | 0,576 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,07 | R | 0,756 | 2,3 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,08 | R | 0,958 | 2,9 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,09 | R | 1,180 | 3,6 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,10 | R | 1,422 | 4,3 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,12 | R | 1,967 | 5,9 | 2,0 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,14 | R | 2,588 | 7,8 | 2,7 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,16 | R | 3,285 | 9,8 | 3,4 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,18 | R | 4,056 | 12,1 | 4,2 | 1,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,8 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,20 | R | 4,900 | 14,6 | 5,0 | 1,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 2,0 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 0,30 | R | 10,182 | 30,3 | 10,3 | 3,2 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| | V | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,40 | R | | 51,1 | 17,2 | 5,3 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,50 | R | | 76,9 | 25,8 | 7,9 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | | |
| | V | | 3,1 | 2,0 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | |
| 0,60 | R | | 107,5 | 36,0 | 10,9 | 3,7 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | | 3,7 | 2,4 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | |
| 0,70 | R | | 143,0 | 47,7 | 14,4 | 4,9 | 1,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | |
| 0,80 | R | | 183,3 | 60,9 | 18,4 | 6,2 | 2,0 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | | 0,003 | |
| | V | | 4,9 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | | 0,100 | |
| 0,90 | R | | 278,2 | 75,6 | 22,7 | 7,6 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,003 | |
| | V | | 6,1 | 3,5 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,100 | |
| 1,00 | R | | | 91,9 | 27,6 | 9,2 | 3,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,004 | |
| | V | | | 3,9 | 2,4 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,200 | |
| 1,20 | R | | | 128,9 | 38,5 | 12,8 | 4,2 | 1,4 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,006 | |
| | V | | | 4,7 | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,200 | |
| 1,40 | R | | | 171,9 | 51,1 | 17,0 | 5,6 | 1,8 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,007 | |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,200 | |
| 1,60 | R | | | | 65,4 | 21,7 | 7,1 | 2,3 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,009 | |
| | V | | | | 3,9 | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,300 | |
| 1,80 | R | | | | 81,4 | 26,9 | 8,8 | 2,9 | 1,3 | 0,5 | 0,2 | 0,011 | |
| | V | | | | 4,3 | 2,8 | 1,8 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,300 | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 2 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 16 (S 3,2) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | Temperatura 20°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 20 x 2,8 | 25 x 3,5 | 32 x 4,5 | 40 x 5,6 | 50 x 6,9 | 63 x 8,7 | 75 x 10,4 | 90 x 12,5 | 110 x 15,2 | 125 x 11,4 |
| 2,00 | R | | | 99,1 | 32,7 | 10,7 | 3,5 | 1,5 | 0,6 | 0,2 | 0,014 |
| | V | | | 4,8 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |
| 2,20 | R | | | 118,4 | 38,9 | 12,7 | 4,1 | 1,8 | 0,8 | 0,3 | 0,016 |
| | V | | | 5,3 | 3,4 | 2,1 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,300 |
| 2,40 | R | | | | 45,8 | 14,9 | 4,8 | 2,1 | 0,9 | 0,3 | 0,019 |
| | V | | | | 3,7 | 2,3 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,400 |
| 2,60 | R | | | | 53,1 | 17,2 | 5,6 | 2,4 | 1,0 | 0,4 | 0,021 |
| | V | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,400 |
| 2,80 | R | | | | 60,9 | 19,8 | 6,4 | 2,8 | 1,2 | 0,4 | 0,024 |
| | V | | | | 4,3 | 2,7 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,400 |
| 3,00 | R | | | | 69,3 | 22,4 | 7,3 | 3,1 | 1,3 | 0,5 | 0,027 |
| | V | | | | 4,6 | 2,9 | 1,8 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,500 |
| 3,20 | R | | | | 78,1 | 25,3 | 8,2 | 3,5 | 1,5 | 0,5 | 0,031 |
| | V | | | | 4,9 | 3,1 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,6 | 0,500 |
| 3,40 | R | | | | 87,5 | 28,3 | 9,1 | 3,9 | 1,6 | 0,6 | 0,035 |
| | V | | | | 5,2 | 3,3 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,500 |
| 3,60 | R | | | | | 31,4 | 10,1 | 4,4 | 1,8 | 0,7 | 0,039 |
| | V | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 0,600 |
| 3,80 | R | | | | | 34,7 | 11,2 | 4,8 | 2,0 | 0,7 | 0,043 |
| | V | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 4,00 | R | | | | | 38,2 | 12,3 | 5,3 | 2,2 | 0,8 | 0,047 |
| | V | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 4,20 | R | | | | | 41,8 | 13,4 | 5,8 | 2,4 | 0,9 | 0,051 |
| | V | | | | | 4,1 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,8 | 0,700 |
| 4,40 | R | | | | | 45,6 | 14,6 | 6,3 | 2,6 | 1,0 | 0,055 |
| | V | | | | | 4,3 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 4,60 | R | | | | | 49,6 | 15,9 | 6,8 | 2,8 | 1,0 | 0,059 |
| | V | | | | | 4,5 | 2,8 | 2,0 | 1,4 | 0,9 | 0,700 |
| 4,80 | R | | | | | 53,7 | 17,2 | 7,4 | 3,1 | 1,1 | 0,064 |
| | V | | | | | 4,7 | 2,9 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,700 |
| 5,00 | R | | | | | 57,9 | 18,5 | 8,0 | 3,3 | 1,2 | 0,069 |
| | V | | | | | 4,9 | 3,1 | 2,2 | 1,5 | 1,0 | 0,800 |
| 5,20 | R | | | | | 62,3 | 19,9 | 8,6 | 3,5 | 1,3 | 0,073 |
| | V | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,3 | 1,6 | 1,0 | 0,800 |
| 5,40 | R | | | | | | 21,4 | 9,2 | 3,8 | 1,4 | 0,079 |
| | V | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,800 |
| 5,60 | R | | | | | | 22,9 | 9,8 | 4,0 | 1,5 | 0,084 |
| | V | | | | | | 3,4 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,900 |
| 5,80 | R | | | | | | 24,4 | 10,5 | 4,3 | 1,6 | 0,091 |
| | V | | | | | | 3,6 | 2,5 | 1,8 | 1,2 | 0,900 |
| 6,00 | R | | | | | | 26,0 | 11,1 | 4,6 | 1,7 | 0,096 |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 0,900 |
| 6,20 | R | | | | | | 27,6 | 11,8 | 4,9 | 1,8 | 0,102 |
| | V | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,9 | 1,2 | 1,000 |
| 6,40 | R | | | | | | 29,3 | 12,5 | 5,2 | 1,9 | 0,108 |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 | 1,000 |
| 6,60 | R | | | | | | 31,0 | 13,3 | 5,5 | 2,0 | 0,114 |
| | V | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 | 1,000 |
| 6,80 | R | | | | | | 32,8 | 14,0 | 5,8 | 2,1 | 0,120 |
| | V | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 7,00 | R | | | | | | 34,6 | 14,8 | 6,1 | 2,2 | 0,126 |
| | V | | | | | | 4,3 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 7,50 | R | | | | | | 39,4 | 16,8 | 6,9 | 2,5 | |
| | V | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 | |
| 8,00 | R | | | | | | 44,4 | 18,9 | 7,8 | 2,9 | |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 | |
| 9,00 | R | | | | | | 55,4 | 23,6 | 9,6 | 3,5 | |
| | V | | | | | | 5,5 | 3,9 | 2,7 | 1,8 | |
| 10,00 | R | | | | | | | 28,7 | 11,7 | 4,3 | |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,0 | 2,0 | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 3. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 20 (S 2,5) dla temperatury 20°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | Temperatura 20°C | | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 | 125 x 11,4 |
| 0,01 | R | 0,3 | 0,1 | | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,02 | R | 1,2 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,03 | R | 2,3 | 0,8 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,04 | R | 3,7 | 1,3 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,05 | R | 5,5 | 1,9 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,06 | R | 7,6 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,07 | R | 9,9 | 3,5 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,08 | R | 12,5 | 4,4 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,09 | R | 15,4 | 5,4 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,10 | R | 18,5 | 6,5 | 2,2 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,12 | R | 25,6 | 8,9 | 3,0 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | R | 33,6 | 11,7 | 3,9 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,16 | R | 42,7 | 14,8 | 4,9 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | R | 52,7 | 18,3 | 6,1 | 1,9 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | R | 63,7 | 22,1 | 7,3 | 2,3 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | 2,3 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | |
| 0,30 | R | 132,8 | 45,6 | 15,1 | 4,6 | 1,6 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | |
| | V | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | |
| 0,40 | R | 224,9 | 76,8 | 25,2 | 7,7 | 2,6 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | |
| | V | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | |
| 0,50 | R | 339,6 | 115,3 | 37,7 | 11,5 | 3,9 | 1,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | |
| | V | 5,7 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | |
| 0,60 | R | | 161,2 | 52,5 | 16,0 | 5,4 | 1,9 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | | |
| | V | | 4,4 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | |
| 0,70 | R | | 214,2 | 69,5 | 21,1 | 7,1 | 2,4 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | |
| | V | | 5,1 | 3,2 | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | |
| 0,80 | R | | | 88,7 | 26,9 | 9,0 | 3,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,004 |
| | V | | | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,200 |
| 0,90 | R | | | 110,2 | 33,3 | 11,1 | 3,8 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,005 |
| | V | | | 4,2 | 2,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,200 |
| 1,00 | R | | | 133,8 | 40,4 | 13,4 | 4,6 | 1,5 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,006 |
| | V | | | 4,6 | 2,8 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,200 |
| 1,20 | R | | | 187,4 | 56,3 | 18,6 | 6,4 | 2,1 | 0,9 | 0,4 | 0,1 | 0,008 |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,200 |
| 1,40 | R | | | | 74,7 | 24,7 | 8,4 | 2,7 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,011 |
| | V | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,300 |
| 1,60 | R | | | | 95,6 | 31,5 | 10,7 | 3,4 | 1,5 | 0,6 | 0,2 | 0,013 |
| | V | | | | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |
| 1,80 | R | | | | 118,9 | 39,0 | 13,3 | 4,2 | 1,8 | 0,8 | 0,3 | 0,017 |
| | V | | | | 5,1 | 3,2 | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 3 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | Temperatura 20°C | | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 | 125 x 11,4 |
| 2,00 | R | | | | | 47,3 | 16,1 | 5,1 | 2,2 | 0,9 | 0,4 | 0,021 |
| | V | | | | | 3,6 | 2,3 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,400 |
| 2,20 | R | | | | | 56,4 | 19,1 | 6,1 | 2,6 | 1,1 | 0,4 | 0,024 |
| | V | | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,400 |
| 2,40 | R | | | | | 66,2 | 22,4 | 7,1 | 3,1 | 1,3 | 0,5 | 0,028 |
| | V | | | | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,400 |
| 2,60 | R | | | | | 76,8 | 25,9 | 8,3 | 3,6 | 1,5 | 0,6 | 0,033 |
| | V | | | | | 4,7 | 3,0 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,500 |
| 2,80 | R | | | | | 88,1 | 29,7 | 9,4 | 4,1 | 1,7 | 0,6 | 0,037 |
| | V | | | | | 5,0 | 3,2 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,500 |
| 3,00 | R | | | | | | 33,7 | 10,7 | 4,6 | 1,9 | 0,7 | 0,042 |
| | V | | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 0,7 | 0,600 |
| 3,20 | R | | | | | | 38,0 | 12,0 | 5,2 | 2,2 | 0,8 | 0,047 |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,600 |
| 3,40 | R | | | | | | 42,4 | 13,5 | 5,8 | 2,4 | 0,9 | 0,052 |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 3,60 | R | | | | | | 47,2 | 14,9 | 6,4 | 2,7 | 1,0 | 0,058 |
| | V | | | | | | 4,2 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 3,80 | R | | | | | | 52,1 | 16,5 | 7,1 | 2,9 | 1,1 | 0,064 |
| | V | | | | | | 4,4 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 4,00 | R | | | | | | 57,3 | 18,1 | 7,8 | 3,2 | 1,2 | 0,069 |
| | V | | | | | | 4,6 | 2,9 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,700 |
| 4,20 | R | | | | | | 62,7 | 19,8 | 8,5 | 3,5 | 1,3 | 0,076 |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,0 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,800 |
| 4,40 | R | | | | | | 58,4 | 21,6 | 9,2 | 3,8 | 1,5 | 0,083 |
| | V | | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,0 | 0,800 |
| 4,60 | R | | | | | | | 23,4 | 10,0 | 4,2 | 1,6 | 0,089 |
| | V | | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,800 |
| 4,80 | R | | | | | | | 25,3 | 10,8 | 4,5 | 1,7 | 0,097 |
| | V | | | | | | | 3,5 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,900 |
| 5,00 | R | | | | | | | 27,3 | 11,6 | 4,8 | 1,8 | 0,105 |
| | V | | | | | | | 3,6 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 0,900 |
| 5,20 | R | | | | | | | 29,3 | 12,5 | 5,2 | 2,0 | 0,111 |
| | V | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | 1,2 | 1,000 |
| 5,40 | R | | | | | | | 31,5 | 13,4 | 5,6 | 2,1 | 0,120 |
| | V | | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 | 1,000 |
| 5,60 | R | | | | | | | 33,6 | 14,3 | 6,0 | 2,2 | 0,128 |
| | V | | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 | 1,000 |
| 5,80 | R | | | | | | | 35,9 | 15,3 | 6,4 | 2,4 | 0,135 |
| | V | | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 6,00 | R | | | | | | | 38,2 | 16,3 | 6,8 | 2,5 | 0,145 |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,1 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 6,20 | R | | | | | | | 40,6 | 17,3 | 7,2 | 2,7 | 0,152 |
| | V | | | | | | | 4,5 | 3,2 | 2,2 | 1,5 | 1,100 |
| 6,40 | R | | | | | | | 43,1 | 18,3 | 7,6 | 2,9 | 0,162 |
| | V | | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 | 1,200 |
| 6,60 | R | | | | | | | 45,6 | 19,4 | 8,1 | 3,0 | 0,172 |
| | V | | | | | | | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,6 | 1,200 |
| 6,80 | R | | | | | | | 48,2 | 20,5 | 8,5 | 3,2 | 0,179 |
| | V | | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 | 1,200 |
| 7,00 | R | | | | | | | 50,9 | 21,6 | 9,0 | 3,4 | 0,190 |
| | V | | | | | | | 5,1 | 3,6 | 2,5 | 1,7 | 1,300 |
| 7,50 | R | | | | | | | | 24,5 | 10,2 | 3,8 | |
| | V | | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | |
| 8,00 | R | | | | | | | | 27,6 | 11,5 | 4,3 | |
| | V | | | | | | | | 4,1 | 2,8 | 1,9 | |
| 9,00 | R | | | | | | | | 34,4 | 14,3 | 5,3 | |
| | V | | | | | | | | 4,6 | 3,2 | 2,1 | |
| 10,00 | R | | | | | | | | 41,8 | 17,4 | 6,5 | |
| | V | | | | | | | | 5,1 | 3,5 | 2,4 | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 4. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 16 (S 3,2) dla temperatury 60°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 16 (S 3,2) | | | | | | | | | | | Temperatura 60°C | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------------|--|
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,2 | 20 x 2,8 | 25 x 3,5 | 32 x 4,5 | 40 x 5,6 | 50 x 6,9 | 63 x 8,7 | 75 x 10,4 | 90 x 12,5 | 110 x 15,2 | 125 x 11,4 | | |
| 0,01 | R | 0,020 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,068 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,03 | R | 0,138 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,04 | R | 0,230 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | |
| | V | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,05 | R | 0,342 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,06 | R | 0,473 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,07 | R | 0,623 | 1,9 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,08 | R | 0,792 | 2,4 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,09 | R | 0,978 | 3,0 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,10 | R | 1,183 | 3,6 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,12 | R | 1,644 | 5,0 | 1,7 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,14 | R | 2,175 | 6,5 | 2,2 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,16 | R | 2,773 | 8,3 | 2,8 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | | | | | |
| 0,18 | R | 3,439 | 10,3 | 3,5 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 1,8 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,20 | R | 4,172 | 12,5 | 4,2 | 1,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 2,0 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,30 | R | 8,828 | 26,3 | 8,8 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,40 | R | | 44,9 | 14,9 | 4,5 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | | | | |
| 0,50 | R | | 68,1 | 22,5 | 6,7 | 2,3 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | | 3,1 | 2,0 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | | |
| 0,60 | R | | 96,0 | 31,5 | 9,4 | 3,1 | 1,0 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | | 3,7 | 2,4 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 0,70 | R | | 128,6 | 42,1 | 12,5 | 4,2 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 0,80 | R | | 165,8 | 54,1 | 16,0 | 5,3 | 1,7 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | | 0,002 | | |
| | V | | 4,9 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | | 0,100 | | |
| 0,90 | R | | 207,6 | 67,5 | 19,9 | 6,6 | 2,2 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,003 | | |
| | V | | 5,5 | 3,5 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,100 | | |
| 1,00 | R | | | 82,4 | 24,2 | 8,0 | 2,6 | 0,9 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,003 | | |
| | V | | | 3,9 | 2,4 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,100 | | |
| 1,20 | R | | | 116,5 | 34,1 | 11,2 | 3,6 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,005 | | |
| | V | | | 4,7 | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,200 | | |
| 1,40 | R | | | 156,4 | 45,6 | 14,9 | 4,8 | 1,6 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,006 | | |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,200 | | |
| 1,60 | R | | | | 58,7 | 19,1 | 6,2 | 2,0 | 0,9 | 0,4 | 0,1 | 0,008 | | |
| | V | | | | 3,9 | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,300 | | |
| 1,80 | R | | | | 73,4 | 23,8 | 7,7 | 2,5 | 1,1 | 0,4 | 0,2 | 0,009 | | |
| | V | | | | 4,3 | 2,8 | 1,8 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,300 | | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 4 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 16 (S 3,2) | | | | | | | | | | Temperatura 60°C | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------------|--|
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | | |
| | | 20 x 2,8 | 25 x 3,5 | 32 x 4,5 | 40 x 5,6 | 50 x 6,9 | 63 x 8,7 | 75 x 10,4 | 90 x 12,5 | 110 x 15,2 | 125 x 11,4 | | |
| 2,00 | R | | | 89,7 | 29,1 | 9,3 | 3,0 | 1,3 | 0,5 | 0,2 | 0,011 | | |
| | V | | | 4,8 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,300 | | |
| 2,20 | R | | | 107,6 | 34,8 | 11,2 | 3,6 | 1,5 | 0,6 | 0,2 | 0,013 | | |
| | V | | | 5,3 | 3,4 | 2,1 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,300 | | |
| 2,40 | R | | | | 41,0 | 13,1 | 4,2 | 1,8 | 0,7 | 0,3 | 0,015 | | |
| | V | | | | 3,7 | 2,3 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,400 | | |
| 2,60 | R | | | | 47,7 | 15,3 | 4,9 | 2,1 | 0,9 | 0,3 | 0,018 | | |
| | V | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,400 | | |
| 2,80 | R | | | | 55,0 | 17,5 | 5,6 | 2,4 | 1,0 | 0,4 | 0,020 | | |
| | V | | | | 4,3 | 2,7 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,500 | | |
| 3,00 | R | | | | 62,7 | 20,0 | 6,4 | 2,7 | 1,1 | 0,4 | 0,023 | | |
| | V | | | | 4,6 | 2,9 | 1,8 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,500 | | |
| 3,20 | R | | | | 70,9 | 22,5 | 7,2 | 3,1 | 1,3 | 0,5 | 0,025 | | |
| | V | | | | 4,9 | 3,1 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,6 | 0,500 | | |
| 3,40 | R | | | | 79,6 | 25,3 | 8,0 | 3,4 | 1,4 | 0,5 | 0,029 | | |
| | V | | | | 5,2 | 3,3 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,7 | 0,600 | | |
| 3,60 | R | | | | | 28,2 | 8,9 | 3,8 | 1,6 | 0,6 | 0,032 | | |
| | V | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 0,600 | | |
| 3,80 | R | | | | | 31,2 | 9,9 | 4,2 | 1,7 | 0,6 | 0,035 | | |
| | V | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 | | |
| 4,00 | R | | | | | 34,4 | 10,9 | 4,6 | 1,9 | 0,7 | 0,039 | | |
| | V | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,700 | | |
| 4,20 | R | | | | | 37,7 | 11,9 | 5,1 | 2,1 | 0,8 | 0,042 | | |
| | V | | | | | 4,1 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,8 | 0,700 | | |
| 4,40 | R | | | | | 41,2 | 13,0 | 5,5 | 2,3 | 0,8 | 0,046 | | |
| | V | | | | | 4,3 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,700 | | |
| 4,60 | R | | | | | 44,8 | 14,1 | 6,0 | 2,5 | 0,9 | 0,050 | | |
| | V | | | | | 4,5 | 2,8 | 2,0 | 1,4 | 0,9 | 0,700 | | |
| 4,80 | R | | | | | 48,6 | 15,3 | 6,5 | 2,7 | 1,0 | 0,053 | | |
| | V | | | | | 4,7 | 2,9 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,800 | | |
| 5,00 | R | | | | | 52,6 | 16,6 | 7,0 | 2,9 | 1,0 | 0,057 | | |
| | V | | | | | 4,9 | 3,1 | 2,2 | 1,5 | 1,0 | 0,800 | | |
| 5,20 | R | | | | | 56,6 | 17,8 | 7,6 | 3,1 | 1,1 | 0,062 | | |
| | V | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,3 | 1,6 | 1,0 | 0,800 | | |
| 5,40 | R | | | | | | 19,1 | 8,1 | 3,3 | 1,2 | 0,066 | | |
| | V | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,900 | | |
| 5,60 | R | | | | | | 20,5 | 8,7 | 3,5 | 1,3 | 0,070 | | |
| | V | | | | | | 3,4 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,900 | | |
| 5,80 | R | | | | | | 21,9 | 9,3 | 3,8 | 1,4 | 0,076 | | |
| | V | | | | | | 3,6 | 2,5 | 1,8 | 1,2 | 0,900 | | |
| 6,00 | R | | | | | | 23,4 | 9,9 | 4,0 | 1,5 | 0,081 | | |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 0,900 | | |
| 6,20 | R | | | | | | 24,9 | 10,5 | 4,3 | 1,6 | 0,086 | | |
| | V | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,9 | 1,2 | 1,000 | | |
| 6,40 | R | | | | | | 26,4 | 11,2 | 4,5 | 1,6 | 0,091 | | |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 | 1,000 | | |
| 6,60 | R | | | | | | 28,0 | 11,8 | 4,8 | 1,7 | 0,096 | | |
| | V | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 | 1,000 | | |
| 6,80 | R | | | | | | 29,6 | 12,5 | 5,1 | 1,8 | 0,101 | | |
| | V | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 | | |
| 7,00 | R | | | | | | 31,3 | 13,2 | 5,4 | 1,9 | 0,107 | | |
| | V | | | | | | 4,3 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 | | |
| 7,50 | R | | | | | | 35,7 | 15,0 | 6,1 | 2,2 | | | |
| | V | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 | | | |
| 8,00 | R | | | | | | 40,4 | 17,0 | 6,9 | 2,5 | | | |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 | | | |
| 9,00 | R | | | | | | 50,6 | 21,3 | 8,6 | 3,1 | | | |
| | V | | | | | | 5,5 | 3,9 | 2,7 | 1,8 | | | |
| 10,00 | R | | | | | | | 26,0 | 10,5 | 3,8 | | | |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,0 | 2,0 | | | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 5. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 20 (S 2,5) dla temperatury 60°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | Temperatura 60°C | | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 | 125 x 11,4 |
| 0,01 | R | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,03 | R | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,04 | R | 3,0 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,05 | R | 4,5 | 1,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,06 | R | 6,2 | 2,2 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| 0,07 | R | 8,1 | 2,8 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | | | | |
| 0,08 | R | 10,3 | 3,6 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,09 | R | 12,8 | 4,4 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,10 | R | 15,4 | 5,3 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,12 | R | 21,5 | 7,4 | 2,5 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | | | |
| 0,14 | R | 28,4 | 9,8 | 3,2 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,16 | R | 36,3 | 12,4 | 4,1 | 1,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,18 | R | 45,0 | 15,4 | 5,1 | 1,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,20 | R | 54,7 | 18,6 | 6,1 | 1,9 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | 2,3 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,30 | R | 116,1 | 39,2 | 12,7 | 3,9 | 1,3 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | | |
| 0,40 | R | 199,1 | 66,8 | 21,6 | 6,5 | 2,2 | 0,8 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | |
| | V | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | |
| 0,50 | R | 304,4 | 101,3 | 32,5 | 9,8 | 3,3 | 1,1 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | |
| | V | 5,7 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | |
| 0,60 | R | | 142,7 | 45,6 | 13,7 | 4,5 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | |
| | V | | 4,4 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | |
| 0,70 | R | | 191,4 | 60,8 | 18,2 | 6,0 | 2,0 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | |
| | V | | 5,1 | 3,2 | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| 0,80 | R | | | 78,1 | 23,3 | 7,6 | 2,6 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,003 |
| | V | | | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,200 |
| 0,90 | R | | | 97,5 | 28,9 | 9,5 | 3,2 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,004 |
| | V | | | 4,2 | 2,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,200 |
| 1,00 | R | | | 119,3 | 35,2 | 11,5 | 3,9 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,005 |
| | V | | | 4,6 | 2,8 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,200 |
| 1,20 | R | | | 168,3 | 49,5 | 16,1 | 5,4 | 1,7 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,007 |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,200 |
| 1,40 | R | | | | 66,1 | 21,5 | 7,2 | 2,3 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,009 |
| | V | | | | 4,0 | 2,3 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,300 |
| 1,60 | R | | | | 85,3 | 27,5 | 9,2 | 2,9 | 1,3 | 0,5 | 0,2 | 0,011 |
| | V | | | | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |
| 1,80 | R | | | | 106,6 | 34,3 | 11,5 | 3,6 | 1,6 | 0,7 | 0,2 | 0,014 |
| | V | | | | 5,1 | 3,2 | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,300 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 5 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | Temperatura 60°C | | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 | 125 x 11,4 |
| 2,00 | R | | | | | 41,8 | 14,0 | 4,4 | 1,9 | 0,8 | 0,3 | 0,017 |
| | V | | | | | 3,6 | 2,3 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,400 |
| 2,20 | R | | | | | 50,0 | 16,7 | 5,2 | 2,2 | 0,9 | 0,4 | 0,019 |
| | V | | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,400 |
| 2,40 | R | | | | | 59,1 | 19,6 | 6,2 | 2,6 | 1,1 | 0,4 | 0,023 |
| | V | | | | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,400 |
| 2,60 | R | | | | | 68,7 | 22,7 | 7,1 | 3,0 | 1,3 | 0,5 | 0,027 |
| | V | | | | | 4,7 | 3,0 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,500 |
| 2,80 | R | | | | | 79,1 | 26,1 | 8,2 | 3,5 | 1,5 | 0,5 | 0,030 |
| | V | | | | | 5,0 | 3,2 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,500 |
| 3,00 | R | | | | | | 29,7 | 9,3 | 4,0 | 1,7 | 0,6 | 0,035 |
| | V | | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 0,7 | 0,600 |
| 3,20 | R | | | | | | 33,6 | 10,5 | 4,5 | 1,9 | 0,7 | 0,039 |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,600 |
| 3,40 | R | | | | | | 37,6 | 11,7 | 5,0 | 2,1 | 0,8 | 0,043 |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,600 |
| 3,60 | R | | | | | | 42,1 | 13,1 | 5,5 | 2,3 | 0,9 | 0,048 |
| | V | | | | | | 4,2 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 3,80 | R | | | | | | 46,6 | 14,4 | 6,1 | 2,6 | 1,0 | 0,054 |
| | V | | | | | | 4,4 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,700 |
| 4,00 | R | | | | | | 51,3 | 15,9 | 6,7 | 2,8 | 1,0 | 0,058 |
| | V | | | | | | 4,6 | 2,9 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,700 |
| 4,20 | R | | | | | | 56,3 | 17,4 | 7,4 | 3,1 | 1,1 | 0,064 |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,0 | 2,1 | 1,5 | 1,0 | 0,800 |
| 4,40 | R | | | | | | 61,5 | 19,0 | 8,0 | 3,4 | 1,2 | 0,070 |
| | V | | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,0 | 0,800 |
| 4,60 | R | | | | | | | 20,7 | 8,7 | 3,6 | 1,4 | 0,075 |
| | V | | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,800 |
| 4,80 | R | | | | | | | 22,4 | 9,4 | 3,9 | 1,5 | 0,081 |
| | V | | | | | | | 3,5 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,900 |
| 5,00 | R | | | | | | | 24,2 | 10,2 | 4,3 | 1,6 | 0,088 |
| | V | | | | | | | 3,6 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 0,900 |
| 5,20 | R | | | | | | | 26,0 | 11,0 | 4,6 | 1,7 | 0,093 |
| | V | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | 1,2 | 1,000 |
| 5,40 | R | | | | | | | 28,0 | 11,8 | 4,9 | 1,8 | 0,101 |
| | V | | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 | 1,000 |
| 5,60 | R | | | | | | | 30,0 | 12,6 | 5,3 | 1,9 | 0,108 |
| | V | | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 | 1,000 |
| 5,80 | R | | | | | | | 32,1 | 13,4 | 5,6 | 2,1 | 0,114 |
| | V | | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 6,00 | R | | | | | | | 34,2 | 14,3 | 6,0 | 2,2 | 0,122 |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,1 | 2,1 | 1,4 | 1,100 |
| 6,20 | R | | | | | | | 36,4 | 15,2 | 6,4 | 2,3 | 0,128 |
| | V | | | | | | | 4,5 | 3,2 | 2,2 | 1,5 | 1,100 |
| 6,40 | R | | | | | | | 38,6 | 16,2 | 6,7 | 2,5 | 0,137 |
| | V | | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 | 1,200 |
| 6,60 | R | | | | | | | 40,9 | 17,1 | 7,1 | 2,6 | 0,146 |
| | V | | | | | | | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,6 | 1,200 |
| 6,80 | R | | | | | | | 43,3 | 18,1 | 7,5 | 2,8 | 0,152 |
| | V | | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 | 1,200 |
| 7,00 | R | | | | | | | 45,8 | 19,1 | 8,0 | 2,9 | 0,162 |
| | V | | | | | | | 5,1 | 3,6 | 2,5 | 1,7 | 1,300 |
| 7,50 | R | | | | | | | | 21,9 | 9,1 | 3,3 | |
| | V | | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | |
| 8,00 | R | | | | | | | | 24,7 | 10,2 | 3,8 | |
| | V | | | | | | | | 4,1 | 2,8 | 1,9 | |
| 9,00 | R | | | | | | | | 30,9 | 12,8 | 4,7 | |
| | V | | | | | | | | 4,6 | 3,2 | 2,1 | |
| 10,00 | R | | | | | | | | 37,7 | 15,6 | 5,7 | |
| | V | | | | | | | | 5,1 | 3,5 | 2,4 | |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 6. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 20 (S 2,5) dla temperatury 70°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Temperatura 70°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 |
| 0,01 | R | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,03 | R | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,04 | R | 2,9 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,05 | R | 4,3 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,06 | R | 6,0 | 2,1 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,07 | R | 7,9 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,08 | R | 10,0 | 3,5 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 0,09 | R | 12,4 | 4,3 | 1,4 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,10 | R | 15,0 | 5,2 | 1,7 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,12 | R | 20,8 | 7,2 | 2,4 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | R | 27,6 | 9,5 | 3,1 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,16 | R | 35,3 | 12,1 | 4,0 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | | |
| | V | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,18 | R | 43,8 | 14,9 | 4,9 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,20 | R | 53,5 | 18,1 | 5,9 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | |
| | V | 2,3 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | |
| 0,30 | R | 113,4 | 38,2 | 12,4 | 3,8 | 1,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | |
| | V | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | |
| 0,40 | R | 195,6 | 65,2 | 21,0 | 6,3 | 2,1 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | |
| | V | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| 0,50 | R | 298,6 | 99,1 | 31,7 | 9,5 | 3,2 | 1,1 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | |
| | V | 5,7 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| 0,60 | R | | 140,1 | 44,6 | 13,3 | 4,4 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | |
| | V | | 4,4 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| 0,70 | R | | 187,6 | 59,5 | 17,7 | 5,8 | 2,0 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,0 |
| | V | | 5,1 | 3,2 | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 0,80 | R | | | 76,4 | 22,7 | 7,4 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| | V | | | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 0,90 | R | | | 95,7 | 28,2 | 9,2 | 3,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| | V | | | 4,2 | 2,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| 1,00 | R | | | 116,8 | 34,4 | 11,2 | 3,8 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 |
| | V | | | 4,6 | 2,8 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 1,20 | R | | | 165,1 | 48,4 | 15,7 | 5,3 | 1,7 | 0,7 | 0,3 | 0,1 |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| 1,40 | R | | | | 64,9 | 20,9 | 7,0 | 2,2 | 1,0 | 0,4 | 0,2 |
| | V | | | | 4,0 | 2,3 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| 1,60 | R | | | | 83,6 | 26,9 | 9,0 | 2,8 | 1,2 | 0,5 | 0,2 |
| | V | | | | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| 1,80 | R | | | | 104,5 | 33,5 | 11,2 | 3,5 | 1,5 | 0,6 | 0,2 |
| | V | | | | 5,1 | 3,2 | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,4 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 6 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Temperatura 70°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 |
| 2,00 | R | | | | | 41,8 | 14,0 | 4,4 | 1,9 | 0,8 | 0,3 |
| | V | | | | | 3,6 | 2,3 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,5 |
| 2,20 | R | | | | | 50,0 | 16,7 | 5,2 | 2,2 | 0,9 | 0,4 |
| | V | | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 |
| 2,40 | R | | | | | 59,1 | 19,6 | 6,2 | 2,6 | 1,1 | 0,4 |
| | V | | | | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 |
| 2,60 | R | | | | | 68,7 | 22,7 | 7,1 | 3,0 | 1,3 | 0,5 |
| | V | | | | | 4,7 | 3,0 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,6 |
| 2,80 | R | | | | | 79,1 | 26,1 | 8,2 | 3,5 | 1,5 | 0,5 |
| | V | | | | | 5,0 | 3,2 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,7 |
| 3,00 | R | | | | | | 29,7 | 9,3 | 4,0 | 1,7 | 0,6 |
| | V | | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 0,7 |
| 3,20 | R | | | | | | 33,6 | 10,5 | 4,5 | 1,9 | 0,7 |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,8 |
| 3,40 | R | | | | | | 37,6 | 11,7 | 5,0 | 2,1 | 0,8 |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 |
| 3,60 | R | | | | | | 42,1 | 13,1 | 5,5 | 2,3 | 0,9 |
| | V | | | | | | 4,2 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,9 |
| 3,80 | R | | | | | | 46,6 | 14,4 | 6,1 | 2,6 | 1,0 |
| | V | | | | | | 4,4 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 |
| 4,00 | R | | | | | | 51,3 | 15,9 | 6,7 | 2,8 | 1,0 |
| | V | | | | | | 4,6 | 2,9 | 2,0 | 1,4 | 1,0 |
| 4,20 | R | | | | | | 56,3 | 17,4 | 7,4 | 3,1 | 1,1 |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,0 | 2,1 | 1,5 | 1,0 |
| 4,40 | R | | | | | | 61,5 | 19,0 | 8,0 | 3,4 | 1,2 |
| | V | | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,0 |
| 4,60 | R | | | | | | | 20,7 | 8,7 | 3,6 | 1,4 |
| | V | | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 |
| 4,80 | R | | | | | | | 22,4 | 9,4 | 3,9 | 1,5 |
| | V | | | | | | | 3,5 | 2,4 | 1,7 | 1,1 |
| 5,00 | R | | | | | | | 24,2 | 10,2 | 4,3 | 1,6 |
| | V | | | | | | | 3,6 | 2,6 | 1,8 | 1,2 |
| 5,20 | R | | | | | | | 26,0 | 11,0 | 4,6 | 1,7 |
| | V | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | 1,2 |
| 5,40 | R | | | | | | | 28,0 | 11,8 | 4,9 | 1,8 |
| | V | | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 |
| 5,60 | R | | | | | | | 30,0 | 12,6 | 5,3 | 1,9 |
| | V | | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 |
| 5,80 | R | | | | | | | 32,1 | 13,4 | 5,6 | 2,1 |
| | V | | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 |
| 6,00 | R | | | | | | | 34,2 | 14,3 | 6,0 | 2,2 |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,1 | 2,1 | 1,4 |
| 6,20 | R | | | | | | | 36,4 | 15,2 | 6,4 | 2,3 |
| | V | | | | | | | 4,5 | 3,2 | 2,2 | 1,5 |
| 6,40 | R | | | | | | | 38,6 | 16,2 | 6,7 | 2,5 |
| | V | | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 |
| 6,60 | R | | | | | | | 40,9 | 17,1 | 7,1 | 2,6 |
| | V | | | | | | | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,6 |
| 6,80 | R | | | | | | | 43,3 | 18,1 | 7,5 | 2,8 |
| | V | | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 |
| 7,00 | R | | | | | | | 45,8 | 19,1 | 8,0 | 2,9 |
| | V | | | | | | | 5,1 | 3,6 | 2,5 | 1,7 |
| 7,50 | R | | | | | | | | 21,9 | 9,1 | 3,3 |
| | V | | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 |
| 8,00 | R | | | | | | | | 24,7 | 10,2 | 3,8 |
| | V | | | | | | | | 4,1 | 2,8 | 1,9 |
| 9,00 | R | | | | | | | | 30,9 | 12,8 | 4,7 |
| | V | | | | | | | | 4,6 | 3,2 | 2,1 |
| 10,00 | R | | | | | | | | 37,7 | 15,6 | 5,7 |
| | V | | | | | | | | 5,1 | 3,5 | 2,4 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 7. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN 20 (S 2,5) dla temperatury 80°C (wg wzoru Colebrooka-White'a)

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Temperatura 70°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 |
| 0,01 | R | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | V | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,02 | R | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| | V | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,03 | R | 1,7 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | | | | | | |
| | V | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,04 | R | 2,8 | 1,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| | V | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,05 | R | 4,2 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | | |
| 0,06 | R | 5,8 | 2,0 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,07 | R | 7,7 | 2,7 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | | |
| | V | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | | |
| 0,08 | R | 9,7 | 3,4 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| | V | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 0,09 | R | 12,1 | 4,2 | 1,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,10 | R | 14,6 | 5,0 | 1,7 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,12 | R | 26,4 | 7,0 | 2,3 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | | |
| 0,14 | R | 27,0 | 9,2 | 3,0 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | |
| | V | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | | | |
| 0,16 | R | 34,5 | 11,8 | 3,9 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | V | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,18 | R | 42,9 | 14,6 | 4,8 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | | | |
| | V | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | | | |
| 0,20 | R | 52,2 | 17,7 | 5,8 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | |
| | V | 2,3 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | |
| 0,30 | R | 111,3 | 37,4 | 12,1 | 3,4 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | | |
| | V | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | | |
| 0,40 | R | 192,2 | 64,0 | 20,5 | 6,2 | 2,1 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | |
| | V | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| 0,50 | R | 293,9 | 97,6 | 31,1 | 9,3 | 3,1 | 1,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| | V | 5,7 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| 0,60 | R | | 137,7 | 43,7 | 13,0 | 4,3 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | |
| | V | | 4,4 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| 0,70 | R | | 184,6 | 58,4 | 17,3 | 5,7 | 1,9 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,0 |
| | V | | 5,1 | 3,2 | 2,0 | 1,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 0,80 | R | | | 75,3 | 22,2 | 7,3 | 2,5 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| | V | | | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 0,90 | R | | | 94,1 | 27,7 | 9,0 | 3,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| | V | | | 4,2 | 2,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| 1,00 | R | | | 114,9 | 33,7 | 11,0 | 3,7 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 |
| | V | | | 4,6 | 2,8 | 1,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 1,20 | R | | | 162,5 | 47,7 | 15,4 | 5,2 | 1,6 | 0,7 | 0,3 | 0,1 |
| | V | | | 5,5 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| 1,40 | R | | | | 63,8 | 20,5 | 6,9 | 2,2 | 0,9 | 0,4 | 0,1 |
| | V | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| 1,60 | R | | | | 82,2 | 26,4 | 8,8 | 2,8 | 1,2 | 0,5 | 0,2 |
| | V | | | | 4,5 | 2,9 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| 1,80 | R | | | | 102,8 | 32,9 | 11,0 | 3,5 | 1,5 | 0,6 | 0,2 |
| | V | | | | 5,1 | 3,2 | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 0,4 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 7 – cd.

| q [dm³/s] | R [hPa/m] ¹⁾ v [m/s] | Ciśnienie nominalne PN 20 (S 2,5) | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | Temperatura 80°C | | | | | | | | | |
| | | Przekrój rury Dz x e [mm x mm] | | | | | | | | | |
| | | 16 x 2,7 | 20 x 3,4 | 25 x 4,2 | 32 x 5,4 | 40 x 6,7 | 50 x 8,4 | 63 x 10,5 | 75 x 12,5 | 90 x 15,0 | 110 x 18,4 |
| 2,00 | R | | | | | 40,3 | 13,3 | 4,2 | 1,8 | 0,7 | 0,3 |
| | V | | | | | 3,6 | 2,3 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,5 |
| 2,20 | R | | | | | 48,3 | 16,0 | 5,0 | 2,1 | 0,9 | 0,3 |
| | V | | | | | 4,0 | 2,5 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 |
| 2,40 | R | | | | | 56,9 | 18,8 | 5,8 | 2,5 | 1,0 | 0,4 |
| | V | | | | | 4,3 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,6 |
| 2,60 | R | | | | | 66,2 | 21,8 | 6,8 | 2,9 | 1,2 | 0,5 |
| | V | | | | | 4,7 | 3,0 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,6 |
| 2,80 | R | | | | | 76,3 | 25,2 | 7,8 | 3,3 | 1,4 | 0,5 |
| | V | | | | | 5,0 | 3,2 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,7 |
| 3,00 | R | | | | | | 28,7 | 8,9 | 3,8 | 1,6 | 0,6 |
| | V | | | | | | 3,5 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 0,7 |
| 3,20 | R | | | | | | 32,4 | 10,0 | 4,3 | 1,8 | 0,7 |
| | V | | | | | | 3,7 | 2,3 | 1,6 | 1,1 | 0,8 |
| 3,40 | R | | | | | | 36,3 | 11,2 | 4,8 | 2,0 | 0,7 |
| | V | | | | | | 3,9 | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,8 |
| 3,60 | R | | | | | | 40,5 | 12,5 | 5,3 | 2,2 | 0,8 |
| | V | | | | | | 4,2 | 2,6 | 1,8 | 1,3 | 0,9 |
| 3,80 | R | | | | | | 44,9 | 13,9 | 5,8 | 2,4 | 0,9 |
| | V | | | | | | 4,4 | 2,7 | 1,9 | 1,3 | 0,9 |
| 4,00 | R | | | | | | 49,5 | 15,3 | 6,4 | 2,7 | 1,0 |
| | V | | | | | | 4,6 | 2,9 | 2,0 | 1,4 | 1,0 |
| 4,20 | R | | | | | | 54,3 | 16,8 | 7,0 | 2,9 | 1,1 |
| | V | | | | | | 4,9 | 3,0 | 2,1 | 1,5 | 1,0 |
| 4,40 | R | | | | | | 59,3 | 18,5 | 7,7 | 3,2 | 1,2 |
| | V | | | | | | 5,1 | 3,2 | 2,2 | 1,6 | 1,0 |
| 4,60 | R | | | | | | | 19,9 | 8,4 | 3,5 | 1,3 |
| | V | | | | | | | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,1 |
| 4,80 | R | | | | | | | 21,6 | 9,1 | 3,8 | 1,4 |
| | V | | | | | | | 3,5 | 2,4 | 1,7 | 1,1 |
| 5,00 | R | | | | | | | 23,3 | 9,8 | 4,1 | 1,5 |
| | V | | | | | | | 3,6 | 2,6 | 1,8 | 1,2 |
| 5,20 | R | | | | | | | 25,1 | 10,5 | 4,4 | 1,6 |
| | V | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 | 1,2 |
| 5,40 | R | | | | | | | 27,0 | 11,3 | 4,7 | 1,7 |
| | V | | | | | | | 3,9 | 2,8 | 1,9 | 1,3 |
| 5,60 | R | | | | | | | 28,9 | 12,1 | 5,0 | 1,8 |
| | V | | | | | | | 4,0 | 2,9 | 2,0 | 1,3 |
| 5,80 | R | | | | | | | 30,9 | 13,0 | 5,4 | 2,0 |
| | V | | | | | | | 4,2 | 3,0 | 2,1 | 1,4 |
| 6,00 | R | | | | | | | 32,9 | 13,8 | 5,7 | 2,1 |
| | V | | | | | | | 4,3 | 3,1 | 2,1 | 1,4 |
| 6,20 | R | | | | | | | 35,1 | 14,7 | 6,1 | 2,2 |
| | V | | | | | | | 4,5 | 3,2 | 2,2 | 1,5 |
| 6,40 | R | | | | | | | 37,3 | 15,6 | 6,4 | 2,4 |
| | V | | | | | | | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,5 |
| 6,60 | R | | | | | | | 39,5 | 16,5 | 6,8 | 2,5 |
| | V | | | | | | | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,6 |
| 6,80 | R | | | | | | | 41,8 | 17,5 | 7,2 | 2,6 |
| | V | | | | | | | 4,9 | 3,5 | 2,4 | 1,6 |
| 7,00 | R | | | | | | | 44,2 | 18,5 | 7,6 | 2,8 |
| | V | | | | | | | 5,1 | 3,6 | 2,5 | 1,7 |
| 7,50 | R | | | | | | | | 21,1 | 8,7 | 3,2 |
| | V | | | | | | | | 3,8 | 2,7 | 1,8 |
| 8,00 | R | | | | | | | | 23,8 | 9,8 | 3,6 |
| | V | | | | | | | | 4,1 | 2,8 | 1,9 |
| 9,00 | R | | | | | | | | 29,8 | 12,3 | 4,4 |
| | V | | | | | | | | 4,6 | 3,2 | 2,1 |
| 10,00 | R | | | | | | | | 36,4 | 15,0 | 5,4 |
| | V | | | | | | | | 5,1 | 3,5 | 2,4 |

¹⁾ Jednostka miary hPa/m jest równoważna z wielkością wyrażoną w %.

Tablica 8. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 10°C (dane dla rur ULTRA BOR^{plus} i Stabi PLUS)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | |
| 0,01 | 0,025 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,083 | 0,2 | 0,027 | 0,1 | 0,009 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,170 | 0,3 | 0,056 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,282 | 0,4 | 0,093 | 0,2 | 0,032 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,418 | 0,5 | 0,137 | 0,3 | 0,047 | 0,2 | 0,015 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,576 | 0,6 | 0,189 | 0,4 | 0,065 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,756 | 0,7 | 0,248 | 0,4 | 0,085 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,958 | 0,8 | 0,313 | 0,5 | 0,108 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 1,180 | 0,9 | 0,386 | 0,6 | 0,133 | 0,4 | 0,041 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,422 | 1,0 | 0,465 | 0,6 | 0,160 | 0,4 | 0,050 | 0,2 | 0,017 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,967 | 1,2 | 0,641 | 0,7 | 0,221 | 0,5 | 0,069 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,588 | 1,4 | 0,843 | 0,9 | 0,290 | 0,6 | 0,090 | 0,3 | 0,031 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,16 | 3,285 | 1,6 | 1,068 | 1,0 | 0,367 | 0,6 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,2 | 0,013 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 0,18 | 4,056 | 1,8 | 1,316 | 1,1 | 0,452 | 0,7 | 0,140 | 0,4 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,20 | 4,900 | 2,0 | 1,588 | 1,2 | 0,544 | 0,8 | 0,168 | 0,5 | 0,058 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,30 | 10,182 | 2,9 | 3,277 | 1,8 | 1,118 | 1,2 | 0,345 | 0,7 | 0,118 | 0,5 | 0,040 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,40 | | | 5,499 | 2,5 | 1,868 | 1,6 | 0,574 | 1,0 | 0,196 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | |
| 0,50 | | | 8,236 | 3,1 | 2,786 | 2,0 | 0,854 | 1,2 | 0,290 | 0,8 | 0,097 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,869 | 2,4 | 1,183 | 1,4 | 0,401 | 0,9 | 0,134 | 0,6 | 0,045 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | |
| 0,70 | | | | | 5,112 | 2,8 | 1,558 | 1,7 | 0,528 | 1,1 | 0,176 | 0,7 | 0,058 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | |
| 0,80 | | | | | 6,513 | 3,1 | 1,980 | 1,9 | 0,669 | 1,2 | 0,223 | 0,8 | 0,074 | 0,5 | 0,028 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | |
| 0,90 | | | | | 8,071 | 3,5 | 2,448 | 2,2 | 0,826 | 1,4 | 0,275 | 0,9 | 0,091 | 0,6 | 0,034 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,960 | 2,4 | 0,997 | 1,5 | 0,332 | 1,0 | 0,110 | 0,6 | 0,046 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | |
| 1,20 | | | | | | | 4,117 | 2,9 | 1,382 | 1,8 | 0,459 | 1,2 | 0,152 | 0,7 | 0,061 | 0,5 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | |
| 1,40 | | | | | | | 5,449 | 3,4 | 1,824 | 2,1 | 0,604 | 1,4 | 0,199 | 0,9 | 0,076 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,322 | 2,5 | 0,767 | 1,6 | 0,253 | 1,0 | 0,095 | 0,7 | 0,032 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,874 | 2,8 | 0,948 | 1,7 | 0,311 | 1,1 | 0,113 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,480 | 3,1 | 1,145 | 1,9 | 0,376 | 1,2 | 0,136 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | |
| 2,20 | | | | | | | | | 4,139 | 3,4 | 1,360 | 2,1 | 0,446 | 1,3 | 0,157 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | 1,591 | 2,3 | 0,521 | 1,5 | 0,183 | 1,0 | 0,066 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,013 | 0,3 |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | 1,839 | 2,5 | 0,601 | 1,6 | 0,207 | 1,1 | 0,076 | 0,7 | 0,028 | 0,5 | 0,016 | 0,4 |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | 2,104 | 2,7 | 0,686 | 1,7 | 0,236 | 1,1 | 0,086 | 0,7 | 0,033 | 0,5 | 0,018 | 0,4 |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | 2,385 | 2,9 | 0,777 | 1,8 | 0,263 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 | 0,021 | 0,4 |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | 2,682 | 3,1 | 0,873 | 2,0 | 0,295 | 1,3 | 0,111 | 0,8 | 0,042 | 0,6 | 0,022 | 0,4 |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | 2,995 | 3,3 | 0,974 | 2,1 | 0,325 | 1,4 | 0,123 | 0,9 | 0,046 | 0,6 | 0,025 | 0,5 |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | 3,324 | 3,5 | 1,080 | 2,2 | 0,360 | 1,4 | 0,135 | 0,9 | 0,052 | 0,6 | 0,028 | 0,5 |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,3 | 0,393 | 1,5 | 0,149 | 1,0 | 0,056 | 0,7 | 0,030 | 0,5 |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | 1,306 | 2,4 | 0,432 | 1,6 | 0,165 | 1,1 | 0,062 | 0,7 | 0,034 | 0,5 |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | | 1,427 | 2,6 | 0,467 | 1,7 | 0,180 | 1,1 | 0,067 | 0,7 | 0,037 | 0,6 |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | | 1,553 | 2,7 | 0,509 | 1,7 | 0,195 | 1,2 | 0,074 | 0,8 | 0,041 | 0,6 |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | | 1,683 | 2,8 | 0,547 | 1,8 | 0,210 | 1,2 | 0,079 | 0,8 | 0,043 | 0,6 |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | | 1,819 | 2,9 | 0,592 | 1,9 | 0,226 | 1,3 | 0,086 | 0,8 | 0,047 | 0,7 |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | 1,959 | 3,1 | 0,632 | 2,0 | 0,246 | 1,3 | 0,092 | 0,9 | 0,051 | 0,7 |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,680 | 2,0 | 0,264 | 1,4 | 0,100 | 0,9 | 0,053 | 0,7 |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,730 | 2,1 | 0,281 | 1,4 | 0,106 | 0,9 | 0,058 | 0,7 |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,775 | 2,2 | 0,300 | 1,5 | 0,114 | 1,0 | 0,062 | 0,8 |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,828 | 2,3 | 0,322 | 1,5 | 0,120 | 1,0 | 0,065 | 0,8 |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,875 | 2,3 | 0,342 | 1,6 | 0,129 | 1,1 | 0,069 | 0,8 |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,952 | 2,4 | 0,395 | 1,7 | 0,147 | 1,1 | 0,080 | 0,9 |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,154 | 2,7 | 0,451 | 1,8 | 0,169 | 1,2 | 0,092 | 1,0 |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,241 | 2,8 | 0,512 | 2,0 | 0,193 | 1,3 | 0,103 | 1,0 |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,399 | 3,0 | 0,575 | 2,1 | 0,217 | 1,4 | 0,116 | 1,1 |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,642 | 2,2 | 0,240 | 1,5 | 0,130 | 1,2 |

Tablica 8 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,713 | 2,4 | 0,267 | 1,6 | 0,145 | 1,2 |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,786 | 2,5 | 0,296 | 1,7 | 0,160 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,864 | 2,6 | 0,326 | 1,8 | 0,174 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,944 | 2,7 | 0,353 | 1,8 | 0,191 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,9 | 0,386 | 1,9 | 0,208 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,122 | 3,0 | 0,419 | 2,0 | 0,226 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,450 | 2,1 | 0,243 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,2 | 0,262 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,524 | 2,3 | 0,282 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,563 | 2,4 | 0,303 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,598 | 2,4 | 0,321 | 1,9 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,639 | 2,5 | 0,342 | 2,0 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,681 | 2,6 | 0,366 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,7 | 0,389 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,765 | 2,8 | 0,414 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,811 | 2,9 | 0,435 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,858 | 3,0 | 0,460 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,513 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,536 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,564 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,647 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,678 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,709 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,741 | 3,0 |

Tablica 9. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 50°C (dane dla rur ULTRA BOR^{plus} i Stabi PLUS)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,8 mm | | | 25 x 3,5 mm | | | 32 x 4,4 mm | | | 40 x 5,5 mm | | | 50 x 6,9 mm | | | 63 x 8,6 mm | | | 75 x 8,4 mm | | | 90 x 10,1 mm | | | 110 x 12,3 mm | | | 125 x 14,0 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|--------------|------------|---------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | |
| 0,01 | 0,020 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,022 | 0,1 | 0,008 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,138 | 0,3 | 0,045 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,075 | 0,2 | 0,026 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,342 | 0,5 | 0,112 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,012 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,154 | 0,4 | 0,053 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,623 | 0,7 | 0,203 | 0,4 | 0,070 | 0,3 | 0,022 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,257 | 0,5 | 0,088 | 0,3 | 0,027 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,978 | 0,9 | 0,317 | 0,6 | 0,108 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,183 | 1,0 | 0,382 | 0,6 | 0,131 | 0,4 | 0,040 | 0,2 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,644 | 1,2 | 0,530 | 0,7 | 0,181 | 0,5 | 0,056 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,14 | 2,175 | 1,4 | 0,698 | 0,9 | 0,238 | 0,6 | 0,073 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,16 | 2,773 | 1,6 | 0,888 | 1,0 | 0,302 | 0,6 | 0,093 | 0,4 | 0,032 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,18 | 3,439 | 1,8 | 1,099 | 1,1 | 0,373 | 0,7 | 0,115 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 4,172 | 2,0 | 1,330 | 1,2 | 0,450 | 0,8 | 0,138 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | 8,828 | 2,9 | 2,785 | 1,8 | 0,935 | 1,2 | 0,285 | 0,7 | 0,096 | 0,5 | 0,032 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | 4,731 | 2,5 | 1,578 | 1,6 | 0,478 | 1,0 | 0,161 | 0,6 | 0,054 | 0,4 | 0,018 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | 7,161 | 3,1 | 2,376 | 2,0 | 0,716 | 1,2 | 0,240 | 0,8 | 0,080 | 0,5 | 0,026 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,325 | 2,4 | 0,997 | 1,4 | 0,334 | 0,9 | 0,110 | 0,6 | 0,036 | 0,4 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | 4,425 | 2,8 | 1,322 | 1,7 | 0,441 | 1,1 | 0,146 | 0,7 | 0,048 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | 5,675 | 3,1 | 1,689 | 1,9 | 0,562 | 1,2 | 0,185 | 0,8 | 0,061 | 0,5 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | 7,073 | 3,5 | 2,098 | 2,2 | 0,696 | 1,4 | 0,229 | 0,9 | 0,075 | 0,6 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,549 | 2,4 | 0,843 | 1,5 | 0,277 | 1,0 | 0,091 | 0,6 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | 3,577 | 2,9 | 1,178 | 1,8 | 0,385 | 1,2 | 0,126 | 0,7 | 0,037 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | 4,770 | 3,4 | 1,565 | 2,1 | 0,510 | 1,4 | 0,166 | 0,9 | 0,050 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 2,004 | 2,5 | 0,650 | 1,6 | 0,211 | 1,0 | 0,063 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,494 | 2,8 | 0,807 | 1,7 | 0,261 | 1,1 | 0,079 | 0,7 | 0,032 | 0,5 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | 3,036 | 3,1 | 0,980 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,094 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | 0,008 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,629 | 3,4 | 1,168 | 2,1 | 0,376 | 1,3 | 0,113 | 0,8 | 0,046 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | 0,01 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | 1,372 | 2,3 | 0,441 | 1,5 | 0,131 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | 1,592 | 2,5 | 0,511 | 1,6 | 0,153 | 1,0 | 0,063 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | 1,828 | 2,7 | 0,585 | 1,7 | 0,174 | 1,1 | 0,072 | 0,7 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | 2,079 | 2,9 | 0,664 | 1,8 | 0,199 | 1,1 | 0,081 | 0,8 | 0,030 | 0,5 | 0,017 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | | 2,345 | 3,1 | 0,748 | 2,0 | 0,222 | 1,2 | 0,093 | 0,8 | 0,035 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | | 2,627 | 3,3 | 0,837 | 2,1 | 0,250 | 1,3 | 0,103 | 0,9 | 0,038 | 0,6 | 0,021 | 0,5 | | | | | | | | | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | 2,925 | 3,5 | 0,930 | 2,2 | 0,275 | 1,4 | 0,114 | 0,9 | 0,043 | 0,6 | 0,023 | 0,5 | | | | | | | | | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,3 | 0,306 | 1,4 | 0,125 | 1,0 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | | 1,131 | 2,4 | 0,334 | 1,5 | 0,139 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,027 | 0,6 | | | | | | | | | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | | 1,239 | 2,6 | 0,368 | 1,6 | 0,152 | 1,1 | 0,056 | 0,7 | 0,031 | 0,6 | | | | | | | | | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | | 1,351 | 2,7 | 0,399 | 1,7 | 0,164 | 1,2 | 0,062 | 0,8 | 0,034 | 0,6 | | | | | | | | | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | | 1,468 | 2,8 | 0,435 | 1,7 | 0,178 | 1,2 | 0,066 | 0,8 | 0,036 | 0,6 | | | | | | | | | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 2,9 | 0,469 | 1,8 | 0,192 | 1,3 | 0,073 | 0,8 | 0,039 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | | 1,716 | 3,1 | 0,508 | 1,9 | 0,209 | 1,3 | 0,077 | 0,9 | 0,042 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,0 | 0,224 | 1,4 | 0,084 | 0,9 | 0,045 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,586 | 2,0 | 0,239 | 1,4 | 0,089 | 0,9 | 0,048 | 0,7 | | | | | | | | | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,623 | 2,1 | 0,255 | 1,5 | 0,096 | 1,0 | 0,052 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,2 | 0,275 | 1,5 | 0,102 | 1,0 | 0,054 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,716 | 2,3 | 0,292 | 1,6 | 0,109 | 1,1 | 0,058 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,826 | 2,4 | 0,338 | 1,7 | 0,125 | 1,1 | 0,067 | 0,9 | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,950 | 2,6 | 0,388 | 1,8 | 0,144 | 1,2 | 0,078 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,083 | 2,8 | 0,441 | 2,0 | 0,164 | 1,3 | 0,087 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,225 | 3,0 | 0,497 | 2,1 | 0,185 | 1,4 | 0,098 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,2 | 0,205 | 1,5 | 0,111 | 1,2 | | | | | | | | | | |

Tablica 9 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,618 | 2,4 | 0,229 | 1,6 | 0,123 | 1,2 |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,684 | 2,5 | 0,254 | 1,7 | 0,137 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 2,6 | 0,280 | 1,8 | 0,149 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,824 | 2,7 | 0,304 | 1,8 | 0,163 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,900 | 2,9 | 0,333 | 1,9 | 0,178 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,984 | 3,0 | 0,362 | 2,0 | 0,194 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,390 | 2,1 | 0,208 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,422 | 2,2 | 0,225 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,455 | 2,3 | 0,243 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,489 | 2,4 | 0,261 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,521 | 2,4 | 0,277 | 1,9 |
| 14,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,5 | 0,297 | 2,0 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,595 | 2,6 | 0,317 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,634 | 2,7 | 0,337 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,8 | 0,359 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,711 | 2,9 | 0,378 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 3,0 | 0,400 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,423 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,447 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,468 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,493 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,518 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,567 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,594 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,651 | 3,0 |

Tablica 10. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 80°C (dane dla rur ULTRA BOR^{plus} i Stabi PLUS)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | |
| 0,01 | 0,015 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,02 | 0,061 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,007 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 0,117 | 0,3 | 0,038 | 0,2 | 0,014 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,198 | 0,4 | 0,067 | 0,2 | 0,023 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,297 | 0,5 | 0,098 | 0,3 | 0,034 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,414 | 0,6 | 0,134 | 0,4 | 0,047 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,550 | 0,7 | 0,175 | 0,4 | 0,062 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,007 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,686 | 0,8 | 0,221 | 0,5 | 0,074 | 0,3 | 0,023 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,09 | 0,855 | 0,9 | 0,272 | 0,6 | 0,092 | 0,4 | 0,030 | 0,2 | 0,010 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,040 | 1,0 | 0,328 | 0,6 | 0,111 | 0,4 | 0,034 | 0,2 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,12 | 1,462 | 1,2 | 0,465 | 0,7 | 0,155 | 0,5 | 0,048 | 0,3 | 0,016 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,14 | 1,926 | 1,4 | 0,612 | 0,9 | 0,206 | 0,6 | 0,064 | 0,3 | 0,021 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,16 | 2,479 | 1,6 | 0,777 | 1,0 | 0,263 | 0,6 | 0,082 | 0,4 | 0,028 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,18 | 3,067 | 1,8 | 0,976 | 1,1 | 0,327 | 0,7 | 0,097 | 0,4 | 0,034 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,20 | 3,496 | 2,0 | 1,180 | 1,2 | 0,397 | 0,8 | 0,119 | 0,5 | 0,041 | 0,3 | 0,013 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,30 | 8,047 | 2,9 | 2,492 | 1,8 | 0,828 | 1,2 | 0,247 | 0,7 | 0,083 | 0,5 | 0,027 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | |
| 0,40 | | | 4,299 | 2,5 | 1,406 | 1,6 | 0,419 | 1,0 | 0,139 | 0,6 | 0,047 | 0,4 | 0,015 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | |
| 0,50 | | | 6,539 | 3,1 | 2,129 | 2,0 | 0,631 | 1,2 | 0,212 | 0,8 | 0,070 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | |
| 0,60 | | | | | 3,018 | 2,4 | 0,885 | 1,4 | 0,293 | 0,9 | 0,095 | 0,6 | 0,032 | 0,4 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | |
| 0,70 | | | | | 4,030 | 2,8 | 1,180 | 1,7 | 0,388 | 1,1 | 0,127 | 0,7 | 0,042 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | |
| 0,80 | | | | | 5,183 | 3,1 | 1,530 | 1,9 | 0,501 | 1,2 | 0,164 | 0,8 | 0,053 | 0,5 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | |
| 0,90 | | | | | 6,513 | 3,5 | 1,907 | 2,2 | 0,621 | 1,4 | 0,200 | 0,9 | 0,065 | 0,6 | 0,020 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | |
| 1,00 | | | | | | | 2,323 | 2,4 | 0,761 | 1,5 | 0,244 | 1,0 | 0,079 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | |
| 1,20 | | | | | | | 3,277 | 2,9 | 1,062 | 1,8 | 0,346 | 1,2 | 0,109 | 0,7 | 0,034 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | |
| 1,40 | | | | | | | 4,389 | 3,4 | 1,423 | 2,1 | 0,457 | 1,4 | 0,148 | 0,9 | 0,045 | 0,5 | 0,019 | 0,4 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,835 | 2,5 | 0,583 | 1,6 | 0,188 | 1,0 | 0,057 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | |
| 1,80 | | | | | | | | | 2,281 | 2,8 | 0,731 | 1,7 | 0,233 | 1,1 | 0,071 | 0,7 | 0,029 | 0,5 | 0,011 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,792 | 3,1 | 0,888 | 1,9 | 0,282 | 1,2 | 0,085 | 0,8 | 0,035 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | 0,007 | 0,3 | |
| 2,20 | | | | | | | | | 3,354 | 3,4 | 1,067 | 2,1 | 0,340 | 1,3 | 0,103 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | 0,016 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | 1,253 | 2,3 | 0,399 | 1,5 | 0,119 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,465 | 2,5 | 0,462 | 1,6 | 0,140 | 1,0 | 0,057 | 0,7 | 0,021 | 0,5 | 0,011 | 0,4 | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,680 | 2,7 | 0,529 | 1,7 | 0,159 | 1,1 | 0,065 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,910 | 2,9 | 0,607 | 1,8 | 0,182 | 1,1 | 0,074 | 0,8 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 2,167 | 3,1 | 0,684 | 2,0 | 0,203 | 1,2 | 0,084 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,426 | 3,3 | 0,765 | 2,1 | 0,229 | 1,3 | 0,094 | 0,9 | 0,035 | 0,6 | 0,019 | 0,5 | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | 2,715 | 3,5 | 0,850 | 2,2 | 0,253 | 1,4 | 0,104 | 0,9 | 0,039 | 0,6 | 0,021 | 0,5 | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,947 | 2,3 | 0,282 | 1,4 | 0,114 | 1,0 | 0,042 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 1,042 | 2,4 | 0,308 | 1,5 | 0,127 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,140 | 2,6 | 0,340 | 1,6 | 0,139 | 1,1 | 0,051 | 0,7 | 0,028 | 0,6 | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,244 | 2,7 | 0,368 | 1,7 | 0,151 | 1,2 | 0,056 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,360 | 2,8 | 0,403 | 1,7 | 0,163 | 1,2 | 0,060 | 0,8 | 0,032 | 0,6 | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,472 | 2,9 | 0,434 | 1,8 | 0,176 | 1,3 | 0,066 | 0,8 | 0,035 | 0,7 | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,589 | 3,1 | 0,471 | 1,9 | 0,192 | 1,3 | 0,071 | 0,9 | 0,038 | 0,7 | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,504 | 2,0 | 0,206 | 1,4 | 0,077 | 0,9 | 0,041 | 0,7 | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,0 | 0,221 | 1,4 | 0,081 | 0,9 | 0,044 | 0,7 | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | | | 0,585 | 2,1 | 0,235 | 1,5 | 0,088 | 1,0 | 0,047 | 0,8 | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,2 | 0,254 | 1,5 | 0,093 | 1,0 | 0,050 | 0,8 | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,3 | 0,270 | 1,6 | 0,100 | 1,1 | 0,053 | 0,8 | |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | 0,770 | 2,4 | 0,313 | 1,7 | 0,115 | 1,1 | 0,062 | 0,9 | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,888 | 2,6 | 0,360 | 1,8 | 0,132 | 1,2 | 0,071 | 1,0 | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | 1,013 | 2,8 | 0,409 | 2,0 | 0,151 | 1,3 | 0,080 | 1,0 | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | 1,147 | 3,0 | 0,462 | 2,1 | 0,171 | 1,4 | 0,090 | 1,1 | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,517 | 2,2 | 0,189 | 1,5 | 0,102 | 1,2 | |

Tablica 10 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,8 mm | | 25 x 3,5 mm | | 32 x 4,4 mm | | 40 x 5,5 mm | | 50 x 6,9 mm | | 63 x 8,6 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14,0 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,576 | 2,4 | 0,212 | 1,6 | 0,113 | 1,2 |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,638 | 2,5 | 0,235 | 1,7 | 0,126 | 1,3 |
| 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,703 | 2,6 | 0,259 | 1,8 | 0,137 | 1,4 |
| 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,771 | 2,7 | 0,282 | 1,8 | 0,151 | 1,4 |
| 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,842 | 2,9 | 0,309 | 1,9 | 0,165 | 1,5 |
| 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,922 | 3,0 | 0,337 | 2,0 | 0,180 | 1,6 |
| 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,362 | 2,1 | 0,192 | 1,6 |
| 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,393 | 2,2 | 0,209 | 1,7 |
| 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,424 | 2,3 | 0,225 | 1,8 |
| 13,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,456 | 2,4 | 0,242 | 1,8 |
| 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 | 0,257 | 1,9 |
| 14,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,520 | 2,5 | 0,256 | 2,0 |
| 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,6 | 0,295 | 2,0 |
| 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,7 | 0,314 | 2,1 |
| 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,627 | 2,8 | 0,334 | 2,2 |
| 16,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,9 | 0,352 | 2,2 |
| 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,706 | 3,0 | 0,373 | 2,3 |
| 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,395 | 2,4 |
| 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,417 | 2,4 |
| 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,437 | 2,5 |
| 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,460 | 2,6 |
| 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,484 | 2,6 |
| 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,509 | 2,7 |
| 20,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,531 | 2,8 |
| 21,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,8 |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,583 | 2,9 |
| 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,610 | 3,0 |

Tablica 11. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 10°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | | 25 x 2,8 mm | | | 32 x 3,6 mm | | | 40 x 4,5 mm | | | 50 x 5,6 mm | | | 63 x7,1 mm | | | 75 x 8,4 mm | | | 90 x 10,1 mm | | | 110 x 12,3 mm | | | 125 x 14 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|--------------|------------|-------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,020 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,067 | 0,2 | 0,016 | 0,1 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,137 | 0,3 | 0,033 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,227 | 0,4 | 0,076 | 0,3 | 0,019 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,306 | 1,0 | 0,337 | 0,5 | 0,113 | 0,3 | 0,036 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 4,420 | 1,9 | 1,150 | 1,1 | 0,377 | 0,7 | 0,114 | 0,4 | 0,039 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,005 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | 9,208 | 2,8 | 2,370 | 1,6 | 0,757 | 1,0 | 0,235 | 0,6 | 0,082 | 0,4 | 0,027 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | 3,971 | 2,1 | 1,268 | 1,4 | 0,393 | 0,8 | 0,134 | 0,5 | 0,047 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | 5,939 | 2,7 | 1,895 | 1,7 | 0,586 | 1,0 | 0,198 | 0,7 | 0,067 | 0,4 | 0,023 | 0,3 | 0,014 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | 8,266 | 3,2 | 2,636 | 2,0 | 0,801 | 1,2 | 0,272 | 0,8 | 0,095 | 0,5 | 0,031 | 0,3 | 0,017 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | 3,487 | 2,4 | 1,060 | 1,5 | 0,363 | 0,9 | 0,122 | 0,6 | 0,040 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | 4,448 | 2,7 | 1,351 | 1,7 | 0,458 | 1,1 | 0,157 | 0,7 | 0,053 | 0,4 | 0,028 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | 5,484 | 3,0 | 1,658 | 1,9 | 0,564 | 1,2 | 0,192 | 0,8 | 0,064 | 0,5 | 0,034 | 0,4 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | 6,657 | 3,4 | 2,012 | 2,1 | 0,678 | 1,3 | 0,234 | 0,9 | 0,076 | 0,5 | 0,046 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | 2,792 | 2,5 | 0,948 | 1,6 | 0,318 | 1,0 | 0,106 | 0,6 | 0,061 | 0,5 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | 3,713 | 2,9 | 1,246 | 1,9 | 0,420 | 1,2 | 0,141 | 0,8 | 0,076 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,009 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,594 | 2,1 | 0,535 | 1,4 | 0,180 | 0,9 | 0,095 | 0,7 | 0,032 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,967 | 2,4 | 0,662 | 1,5 | 0,219 | 1,0 | 0,113 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,392 | 2,7 | 0,802 | 1,7 | 0,266 | 1,1 | 0,136 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,838 | 2,9 | 0,954 | 1,9 | 0,316 | 1,2 | 0,157 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,012 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | 3,339 | 3,2 | 0,118 | 2,0 | 0,366 | 1,3 | 0,183 | 1,0 | 0,066 | 0,6 | 0,025 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,294 | 2,2 | 0,425 | 1,4 | 0,207 | 1,1 | 0,076 | 0,7 | 0,028 | 0,5 | 0,016 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,481 | 2,4 | 0,488 | 1,5 | 0,236 | 1,1 | 0,086 | 0,7 | 0,033 | 0,5 | 0,018 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,681 | 2,5 | 0,549 | 1,6 | 0,263 | 1,2 | 0,097 | 0,8 | 0,037 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,892 | 2,7 | 0,618 | 1,7 | 0,295 | 1,3 | 0,111 | 0,8 | 0,042 | 0,6 | 0,022 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 2,115 | 2,9 | 0,692 | 1,8 | 0,325 | 1,4 | 0,123 | 0,9 | 0,046 | 0,6 | 0,025 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,763 | 1,9 | 0,360 | 1,4 | 0,135 | 0,9 | 0,052 | 0,6 | 0,028 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,844 | 2,0 | 0,393 | 1,5 | 0,149 | 1,0 | 0,056 | 0,7 | 0,030 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,929 | 2,1 | 0,432 | 1,6 | 0,165 | 1,1 | 0,062 | 0,7 | 0,034 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 1,018 | 2,3 | 0,467 | 1,7 | 0,180 | 1,1 | 0,067 | 0,7 | 0,037 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 1,102 | 2,4 | 0,509 | 1,7 | 0,195 | 1,2 | 0,074 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,198 | 2,5 | 0,547 | 1,8 | 0,210 | 1,2 | 0,079 | 0,8 | 0,043 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,297 | 2,6 | 0,592 | 1,9 | 0,226 | 1,3 | 0,086 | 0,8 | 0,047 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,391 | 2,7 | 0,632 | 2,0 | 0,246 | 1,3 | 0,092 | 0,9 | 0,051 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,498 | 2,8 | 0,680 | 2,0 | 0,264 | 1,4 | 0,100 | 0,9 | 0,053 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,609 | 2,9 | 0,730 | 2,1 | 0,281 | 1,4 | 0,106 | 0,9 | 0,058 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,712 | 3,0 | 0,775 | 2,2 | 0,300 | 1,5 | 0,114 | 1,0 | 0,062 | 0,8 | | | | | | | | | | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,828 | 2,3 | 0,322 | 1,5 | 0,120 | 1,0 | 0,065 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,875 | 2,3 | 0,342 | 1,6 | 0,129 | 1,1 | 0,069 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,952 | 2,4 | 0,395 | 1,7 | 0,147 | 1,1 | 0,080 | 0,9 | | | | | | | | | | |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,154 | 2,7 | 0,451 | 1,8 | 0,169 | 1,2 | 0,092 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,241 | 2,8 | 0,512 | 2,0 | 0,193 | 1,3 | 0,103 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,399 | 3,0 | 0,575 | 2,1 | 0,217 | 1,4 | 0,116 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,642 | 2,2 | 0,240 | 1,5 | 0,130 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,713 | 2,4 | 0,267 | 1,6 | 0,145 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,786 | 2,5 | 0,296 | 1,7 | 0,160 | 1,3 | | | | | | | | | | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,864 | 2,6 | 0,326 | 1,8 | 0,174 | 1,4 | | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,944 | 2,7 | 0,353 | 1,8 | 0,191 | 1,4 | | | | | | | | | | |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,028 | 2,9 | 0,386 | 1,9 | 0,208 | 1,5 | | | | | | | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,122 | 3,0 | 0,419 | 2,0 | 0,226 | 1,6 | | | | | | | | | | |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,450 | 2,1 | 0,243 | 1,6 | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,2 | 0,262 | 1,7 | | | | | | | | | | |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,524 | 2,3 | 0,282 | 1,8 | | | | | | | | | | |

Tablica 11 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x 7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,563 | 2,4 | 0,303 | 1,8 |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,598 | 2,4 | 0,321 | 1,9 |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,639 | 2,5 | 0,342 | 2,0 |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,681 | 2,6 | 0,366 | 2,0 |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,7 | 0,389 | 2,1 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,765 | 2,8 | 0,414 | 2,2 |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,811 | 2,9 | 0,435 | 2,2 |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,858 | 3,0 | 0,460 | 2,3 |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,513 | 2,4 |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,536 | 2,5 |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,564 | 2,6 |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,6 |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,7 |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,647 | 2,8 |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,678 | 2,8 |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,709 | 2,9 |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,741 | 3,0 |

Tablica 12. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 50°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | |
| 0,02 | 0,068 | 0,2 | 0,013 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,230 | 0,4 | 0,052 | 0,2 | 0,019 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,473 | 0,6 | 0,108 | 0,3 | 0,035 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,792 | 0,8 | 0,181 | 0,4 | 0,060 | 0,3 | 0,015 | 0,2 | 0,006 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 1,064 | 1,0 | 0,271 | 0,5 | 0,089 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,009 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 3,723 | 1,9 | 0,925 | 1,1 | 0,306 | 0,7 | 0,091 | 0,4 | 0,031 | 0,3 | 0,017 | 0,2 | 0,004 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | |
| 0,30 | 7,920 | 2,8 | 1,947 | 1,6 | 0,624 | 1,0 | 0,191 | 0,6 | 0,066 | 0,4 | 0,022 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | |
| 0,40 | | | 3,319 | 2,2 | 1,059 | 1,4 | 0,323 | 0,8 | 0,109 | 0,5 | 0,037 | 0,3 | 0,012 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | |
| 0,50 | | | 4,999 | 2,7 | 1,599 | 1,7 | 0,486 | 1,0 | 0,162 | 0,7 | 0,055 | 0,4 | 0,019 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | |
| 0,60 | | | 7,046 | 3,2 | 2,242 | 2,0 | 0,669 | 1,2 | 0,224 | 0,8 | 0,077 | 0,5 | 0,025 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | | | | | |
| 0,70 | | | | | 2,289 | 2,4 | 0,891 | 1,5 | 0,301 | 0,9 | 0,100 | 0,6 | 0,033 | 0,4 | 0,014 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | |
| 0,80 | | | | | 3,837 | 2,7 | 1,143 | 1,7 | 0,382 | 1,1 | 0,129 | 0,7 | 0,043 | 0,4 | 0,018 | 0,3 | 0,008 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | |
| 0,90 | | | | | 4,757 | 3,0 | 1,409 | 1,9 | 0,471 | 1,2 | 0,158 | 0,8 | 0,052 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | |
| 1,00 | | | | | 5,805 | 3,4 | 1,718 | 2,1 | 0,570 | 1,3 | 0,194 | 0,9 | 0,062 | 0,5 | 0,028 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | |
| 1,20 | | | | | | | 2,404 | 2,5 | 0,802 | 1,6 | 0,265 | 1,0 | 0,088 | 0,6 | 0,037 | 0,5 | 0,015 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | |
| 1,40 | | | | | | | 3,221 | 2,9 | 1,061 | 1,9 | 0,352 | 1,2 | 0,117 | 0,8 | 0,050 | 0,5 | 0,021 | 0,4 | 0,008 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,366 | 2,1 | 0,451 | 1,4 | 0,150 | 0,9 | 0,063 | 0,6 | 0,026 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,694 | 2,4 | 0,561 | 1,5 | 0,183 | 1,0 | 0,079 | 0,7 | 0,032 | 0,5 | 0,012 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | |
| 2,00 | | | | | | | | | 2,071 | 2,7 | 0,682 | 1,7 | 0,223 | 1,1 | 0,094 | 0,8 | 0,039 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | 0,008 | 0,3 | |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,467 | 2,9 | 0,815 | 1,9 | 0,266 | 1,2 | 0,113 | 0,8 | 0,046 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | |
| 2,40 | | | | | | | | | 2,915 | 3,2 | 0,958 | 2,0 | 0,309 | 1,3 | 0,131 | 0,9 | 0,055 | 0,6 | 0,021 | 0,4 | 0,011 | 0,3 | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,113 | 2,2 | 0,360 | 1,4 | 0,153 | 1,0 | 0,063 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 0,279 | 2,4 | 0,414 | 1,5 | 0,174 | 1,1 | 0,072 | 0,7 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,455 | 2,5 | 0,467 | 1,6 | 0,199 | 1,1 | 0,081 | 0,8 | 0,030 | 0,5 | 0,017 | 0,4 | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,643 | 2,7 | 0,528 | 1,7 | 0,222 | 1,2 | 0,093 | 0,8 | 0,035 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 1,841 | 2,9 | 0,592 | 1,8 | 0,250 | 1,3 | 0,103 | 0,9 | 0,038 | 0,6 | 0,021 | 0,5 | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,654 | 1,9 | 0,275 | 1,4 | 0,114 | 0,9 | 0,043 | 0,6 | 0,023 | 0,5 | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,725 | 2,0 | 0,306 | 1,4 | 0,125 | 1,0 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,800 | 2,1 | 0,334 | 1,5 | 0,139 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,027 | 0,6 | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 0,878 | 2,3 | 0,368 | 1,6 | 0,152 | 1,1 | 0,056 | 0,7 | 0,031 | 0,6 | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 0,953 | 2,4 | 0,399 | 1,7 | 0,164 | 1,2 | 0,062 | 0,8 | 0,034 | 0,6 | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 1,038 | 2,5 | 0,435 | 1,7 | 0,178 | 1,2 | 0,066 | 0,8 | 0,036 | 0,6 | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,126 | 2,6 | 0,469 | 1,8 | 0,192 | 1,3 | 0,073 | 0,8 | 0,039 | 0,7 | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,210 | 2,7 | 0,508 | 1,9 | 0,209 | 1,3 | 0,077 | 0,9 | 0,042 | 0,7 | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,305 | 2,8 | 0,544 | 2,0 | 0,224 | 1,4 | 0,084 | 0,9 | 0,045 | 0,7 | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,403 | 2,9 | 0,586 | 2,0 | 0,239 | 1,4 | 0,089 | 0,9 | 0,048 | 0,7 | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,496 | 3,0 | 0,623 | 2,1 | 0,255 | 1,5 | 0,096 | 1,0 | 0,052 | 0,8 | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,2 | 0,275 | 1,5 | 0,102 | 1,0 | 0,054 | 0,8 | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,716 | 2,3 | 0,292 | 1,6 | 0,109 | 1,1 | 0,058 | 0,8 | |
| 6,20 | | | | | | | | | | | | | | | 0,826 | 2,4 | 0,338 | 1,7 | 0,125 | 1,1 | 0,067 | 0,9 | |
| 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | 0,950 | 2,6 | 0,388 | 1,8 | 0,144 | 1,2 | 0,078 | 1,0 | |
| 6,60 | | | | | | | | | | | | | | | 1,083 | 2,8 | 0,441 | 2,0 | 0,164 | 1,3 | 0,087 | 1,0 | |
| 6,80 | | | | | | | | | | | | | | | 1,225 | 3,0 | 0,497 | 2,1 | 0,185 | 1,4 | 0,098 | 1,1 | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,2 | 0,205 | 1,5 | 0,111 | 1,2 | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,618 | 2,4 | 0,229 | 1,6 | 0,123 | 1,2 | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,684 | 2,5 | 0,254 | 1,7 | 0,137 | 1,3 | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 2,6 | 0,280 | 1,8 | 0,149 | 1,4 | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,824 | 2,7 | 0,304 | 1,8 | 0,163 | 1,4 | |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,900 | 2,9 | 0,333 | 1,9 | 0,178 | 1,5 | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,984 | 3,0 | 0,362 | 2,0 | 0,194 | 1,6 | |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,390 | 2,1 | 0,208 | 1,6 | |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,422 | 2,2 | 0,225 | 1,7 | |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,455 | 2,3 | 0,243 | 1,8 | |

Tablica 12 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | | 25 x 2,8 mm | | | 32 x 3,6 mm | | | 40 x 4,5 mm | | | 50 x 5,6 mm | | | 63 x7,1 mm | | | 75 x 8,4 mm | | | 90 x 10,1 mm | | | 110 x 12,3 mm | | | 125 x 14 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|--------------|------------|-------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,489 | 2,4 | 0,261 | 1,8 | | | | |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,521 | 2,4 | 0,277 | 1,9 | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,5 | 0,297 | 2,0 | | | | |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,595 | 2,6 | 0,317 | 2,0 | | | | |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,634 | 2,7 | 0,337 | 2,1 | | | | |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,669 | 2,8 | 0,359 | 2,2 | | | | |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,711 | 2,9 | 0,378 | 2,2 | | | | |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,753 | 3,0 | 0,400 | 2,3 | | | | |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,423 | 2,4 | | | | |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,447 | 2,4 | | | | |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,468 | 2,5 | | | | |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,493 | 2,6 | | | | |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,518 | 2,6 | | | | |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,544 | 2,7 | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,567 | 2,8 | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,594 | 2,8 | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,9 | | | | |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,651 | 3,0 | | | | |

Tablica 13. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PP-RCT klasy S 3,2 i S 4,0 dla temperatury wody 80°C (dane dla rur EVO)

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | | 25 x 2,8 mm | | | 32 x 3,6 mm | | | 40 x 4,5 mm | | | 50 x 5,6 mm | | | 63 x7,1 mm | | | 75 x 8,4 mm | | | 90 x 10,1 mm | | | 110 x 12,3 mm | | | 125 x 14 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---------------|--|--|-------------|--|--|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | | | | | |
| 0,02 | 0,055 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,04 | 0,185 | 0,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,06 | 0,381 | 0,6 | | | | | | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,641 | 0,8 | | | | | | 0,006 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,962 | 1,0 | 0,242 | 0,5 | 0,079 | 0,3 | 0,025 | 0,2 | 0,008 | 0,1 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,20 | 3,428 | 1,9 | 0,840 | 1,1 | 0,275 | 0,7 | 0,081 | 0,4 | 0,027 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | 7,376 | 2,8 | 1,788 | 1,6 | 0,567 | 1,0 | 0,172 | 0,6 | 0,059 | 0,4 | 0,019 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | 3,070 | 2,2 | 0,969 | 1,4 | 0,292 | 0,8 | 0,098 | 0,5 | 0,033 | 0,3 | 0,011 | 0,2 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | 4,652 | 2,7 | 1,471 | 1,7 | 0,442 | 1,0 | 0,146 | 0,7 | 0,049 | 0,4 | 0,017 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | 6,590 | 3,2 | 2,073 | 2,0 | 0,612 | 1,2 | 0,203 | 0,8 | 0,069 | 0,5 | 0,023 | 0,3 | 0,010 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | 2,774 | 2,4 | 0,818 | 1,5 | 0,274 | 0,9 | 0,090 | 0,6 | 0,029 | 0,4 | 0,013 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | 3,574 | 2,7 | 1,052 | 1,7 | 0,348 | 1,1 | 0,117 | 0,7 | 0,038 | 0,4 | 0,016 | 0,3 | 0,007 | 0,2 | 0,003 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | 1,445 | 3,0 | 1,301 | 1,9 | 0,431 | 1,2 | 0,143 | 0,8 | 0,047 | 0,5 | 0,020 | 0,3 | 0,009 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | 1,591 | 2,1 | 0,522 | 1,3 | 0,176 | 0,9 | 0,056 | 0,5 | 0,025 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | 0,004 | 0,2 | 0,002 | 0,1 | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | 2,236 | 2,5 | 0,739 | 1,6 | 0,242 | 1,0 | 0,079 | 0,6 | 0,034 | 0,5 | 0,014 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | 0,003 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | 3,008 | 2,9 | 0,981 | 1,9 | 0,323 | 1,2 | 0,106 | 0,8 | 0,045 | 0,5 | 0,019 | 0,4 | 0,007 | 0,2 | 0,004 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | 1,267 | 2,1 | 0,414 | 1,4 | 0,136 | 0,9 | 0,057 | 0,6 | 0,024 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | 0,005 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | 1,576 | 2,4 | 0,517 | 1,5 | 0,167 | 1,0 | 0,071 | 0,7 | 0,029 | 0,5 | 0,011 | 0,3 | 0,006 | 0,2 | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | 1,931 | 2,7 | 0,630 | 1,7 | 0,204 | 1,1 | 0,085 | 0,8 | 0,035 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | 0,007 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | 2,306 | 2,9 | 0,754 | 1,9 | 0,244 | 1,2 | 0,103 | 0,8 | 0,041 | 0,6 | 0,016 | 0,4 | 0,009 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | 2,73 | 3,2 | 0,888 | 2,0 | 0,284 | 1,3 | 0,119 | 0,9 | 0,050 | 0,6 | 0,019 | 0,4 | 0,010 | 0,3 | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | 1,034 | 2,2 | 0,331 | 1,4 | 0,140 | 1,0 | 0,057 | 0,7 | 0,021 | 0,5 | 0,011 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | 1,190 | 2,4 | 0,381 | 1,5 | 0,159 | 1,1 | 0,065 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | 0,013 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | 1,356 | 2,5 | 0,430 | 1,6 | 0,182 | 1,1 | 0,074 | 0,8 | 0,027 | 0,5 | 0,015 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,20 | | | | | | | | | | | 1,534 | 2,7 | 0,487 | 1,7 | 0,203 | 1,2 | 0,084 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | 0,017 | 0,4 | | | | | | | | | | | |
| 3,40 | | | | | | | | | | | 1,721 | 2,9 | 0,548 | 1,8 | 0,229 | 1,3 | 0,094 | 0,9 | 0,035 | 0,6 | 0,019 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 3,60 | | | | | | | | | | | | | 0,606 | 1,9 | 0,253 | 1,4 | 0,104 | 0,9 | 0,039 | 0,6 | 0,021 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 3,80 | | | | | | | | | | | | | 0,673 | 2,0 | 0,282 | 1,4 | 0,114 | 1,0 | 0,042 | 0,7 | 0,023 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | | | | | | 0,743 | 2,1 | 0,308 | 1,5 | 0,127 | 1,1 | 0,047 | 0,7 | 0,025 | 0,5 | | | | | | | | | | | |
| 4,20 | | | | | | | | | | | | | 0,817 | 2,3 | 0,340 | 1,6 | 0,139 | 1,1 | 0,051 | 0,7 | 0,028 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,40 | | | | | | | | | | | | | 0,887 | 2,4 | 0,368 | 1,7 | 0,151 | 1,2 | 0,056 | 0,8 | 0,031 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,60 | | | | | | | | | | | | | 0,967 | 2,5 | 0,403 | 1,7 | 0,163 | 1,2 | 0,060 | 0,8 | 0,032 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 4,80 | | | | | | | | | | | | | 1,051 | 2,6 | 0,434 | 1,8 | 0,176 | 1,3 | 0,066 | 0,8 | 0,035 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,00 | | | | | | | | | | | | | 1,130 | 2,7 | 0,471 | 1,9 | 0,192 | 1,3 | 0,071 | 0,9 | 0,038 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,20 | | | | | | | | | | | | | 1,220 | 2,8 | 0,504 | 2,0 | 0,206 | 1,4 | 0,077 | 0,9 | 0,041 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,40 | | | | | | | | | | | | | 1,313 | 2,9 | 0,544 | 2,0 | 0,221 | 1,4 | 0,081 | 0,9 | 0,044 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,60 | | | | | | | | | | | | | 1,401 | 3,0 | 0,585 | 2,1 | 0,235 | 1,5 | 0,088 | 1,0 | 0,047 | 0,8 | | | | | | | | | | | |
| 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,622 | 2,2 | 0,254 | 1,5 | 0,093 | 1,0 | 0,050 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,3 | 0,270 | 1,6 | 0,100 | 1,1 | 0,053 | 0,8 | | | | | | | | | | |
| 6,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,770 | 2,4 | 0,313 | 1,7 | 0,115 | 1,1 | 0,062 | 0,9 | | | | | | | | | | |
| 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,888 | 2,6 | 0,360 | 1,8 | 0,132 | 1,2 | 0,071 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 7,50 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,013 | 2,8 | 0,409 | 2,0 | 0,151 | 1,3 | 0,080 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,147 | 3,0 | 0,462 | 2,1 | 0,171 | 1,4 | 0,090 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,517 | 2,2 | 0,189 | 1,5 | 0,102 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,576 | 2,4 | 0,212 | 1,6 | 0,113 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| 9,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,638 | 2,5 | 0,235 | 1,7 | 0,126 | 1,3 | | | | | | | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,703 | 2,6 | 0,259 | 1,8 | 0,137 | 1,4 | | | | | | | | | | |
| 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,771 | 2,7 | 0,282 | 1,8 | 0,151 | 1,4 | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,842 | 2,9 | 0,309 | 1,9 | 0,165 | 1,5 | | | | | | | | | | |
| 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,922 | 3,0 | 0,337 | 2,0 | 0,180 | 1,6 | | | | | | | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,362 | 2,1 | 0,192 | 1,6 | | | | | | | | | | | |
| 12,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,393 | 2,2 | 0,209 | 1,7 | | | | | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,424 | 2,3 | 0,225 | 1,8 | | | | | | | | | | | |

Tablica 13 – cd.

| k = 0,01 | 16 x 2,2 mm | | | 20 x 2,3 mm | | 25 x 2,8 mm | | 32 x 3,6 mm | | 40 x 4,5 mm | | 50 x 5,6 mm | | 63 x7,1 mm | | 75 x 8,4 mm | | 90 x 10,1 mm | | 110 x 12,3 mm | | 125 x 14 mm | | |
|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| Q [l/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] | R [kPa/m] | v [m/s] |
| 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,456 | 2,4 | 0,242 | 1,8 | |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,486 | 2,4 | 0,257 | 1,9 | |
| 14,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,520 | 2,5 | 0,256 | 2,0 | |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,556 | 2,6 | 0,295 | 2,0 | |
| 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,593 | 2,7 | 0,314 | 2,1 | |
| 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,627 | 2,8 | 0,334 | 2,2 | |
| 16,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,666 | 2,9 | 0,352 | 2,2 | |
| 17,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,706 | 3,0 | 0,373 | 2,3 | |
| 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,395 | 2,4 | |
| 18,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,417 | 2,4 | |
| 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,437 | 2,5 | |
| 19,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,460 | 2,6 | |
| 19,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,484 | 2,6 | |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,509 | 2,7 | |
| 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,531 | 2,8 | |
| 21,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,557 | 2,8 | |
| 21,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,583 | 2,9 | |
| 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,610 | 3,0 | |

Załącznik 2.

Współczynniki oporów miejscowych dla elementów systemu BOR^{plus}

Tablica 1. Zestawienie współczynników oporów miejscowych z dla elementów systemu BOR^{plus}

| Element ¹⁾ | Uwagi | Wartość z ²⁾ |
|--|---|-------------------------|
| Złączka | wszystkie średnice | 0,25 |
| Redukcja | redukcja o 1 wymiar | 0,3 |
| | redukcja o 2 wymiary | 0,5 |
| | redukcja o 3 wymiary | 0,55 |
| Kolano 90° | wszystkie średnice | 0,9 ⁶⁾ |
| Kolano 45° | wszystkie średnice | 0,4 |
| Trójnik (wszystkie średnice) | na przełocie | 0,5 |
| | na odgałęzieniu | 1,2 |
| | dopływ boczny | 0,8 |
| | strumień zbieżny | 3,0 |
| | strumień rozbieżny | 1,8 |
| Trójnik zredukowany na odgałęzieniu (i na przełocie) | wartość z otrzymuje się po zsumowaniu współczynników oporów miejscowych dla trójnika i redukcji ³⁾ | |
| Kolano 90° z gwintem wewnętrznym wieszakowe | wszystkie średnice | 1,4 |
| Złączka z gwintem wewnętrznym | 16 mm ÷ 25 mm | 0,4 |
| | 32 mm ÷ 75 mm | 0,4 |
| Złączka z gwintem zewnętrznym | 16 mm ÷ 25 mm | 0,5 |
| | 32 mm ÷ 75 mm | 0,5 |
| Kolano 90° z gwintem wewnętrznym | wszystkie średnice | 1,4 |
| Kolano 90° z gwintem zewnętrznym | wszystkie średnice | 1,6 |
| Trójnik z gwintem wewnętrznym | wszystkie średnice ⁴⁾ | 1,5 |
| Zawór prosty | 20 ⁵⁾ | 13 |
| | 25 | 11 |
| | 32 | 10 |
| Zawór kulowy prosty | 20 | 0,5 |

Uwagi

¹⁾ Opory miejscowe dla kształtek i łączników nieujętych w tablicy można pominąć w obliczeniach.

²⁾ Podane wartości współczynników są przybliżone i przedstawione w formie ułatwiającej wykorzystanie ich do celów obliczeń projektowych.

³⁾ Przy sumowaniu współczynników należy uwzględnić charakter przepływu przez trójnik (przełot na wprost lub odgałęzienie strumienia).

⁴⁾ Oznaczenie średnic trójników z odejściem z gwintem jest następujące: 16 – wyrażona w mm średnica wewnętrzna odejścia trójnika przystosowana do zgrzewania z rurą, odpowiadającą średnicy zewnętrznej; Dz rury – wyrażone w calach oznaczenie średnicy otworu z gwintem.

⁵⁾ Średnica wewnętrzna króćca zaworu wyrażona w mm, przystosowana do zgrzewania z rurą równą średnicy zewnętrznej rury Dz.

⁶⁾ Dla średnic ø 16 – ø 32 podaną wartość współczynnika z należy traktować jako maksymalną.

Załącznik 3.

Odporność chemiczna rur i kształtek z polipropylenu typu 3 na wybrane związki i produkty chemiczne

(Opracowano na podstawie załącznika nr 1 do normy DIN 8078¹⁾).

Oznaczenia

Zachowanie się rur i kształtek wykonanych z polipropylenu pod wpływem zestawionych związków chemicznych sklasyfikowano w następujący sposób:

T – odporny; materiał, z którego wykonano rury i kształtki, został szczegółowo sprawdzony i przeszedł pomyślnie wszelkie próby,

T/N – warunkowo odporny; zachowanie się materiału, z którego wykonano rury i kształtki, należy każdorazowo sprawdzić dla zadanych parametrów pracy przewodów – niezbędne są dalsze szczegółowe badania,

N – nieodporny; stwierdzono zmiany materiału, z którego wykonano rury i kształtki, pod wpływem transportowanego związku lub produktu chemicznego – nie należy stosować rur z polipropylenu do jego transportu,

brak danych – dane o odporności chemicznej polipropylenu na związek lub produkt chemiczny nie zostały przedłożone.

W kolumnie „Stężenie” podano następujące opisy składu badanych substancji:

wartość liczbowa podana w % – stężenie roztworu badanej substancji,

każde – sprawdzono wszystkie stężenia badanej substancji,

A – roztwór wodny substancji, której zawartość jest < 10%,

B – roztwór wodny substancji, której zawartość jest > 10%,

C – roztwór wodny nasycony (w temperaturze 20°C),

D – transportowany płyn jest co najmniej czysty technicznie,

E – skład handlowy badanej substancji.

UWAGA!

Przedstawiona w niniejszym załączniku tablica może służyć do orientacyjnego określenia wpływu substancji chemicznych na polipropylen, z którego są wykonane elementy systemu BOR^{plus}. Przy projektowaniu instalacji przesyłowej dla medium niewyszczególnionego w tablicy należy skontaktować się z przedstawicielem firmy Wavin Polska S.A.

¹⁾ Beiblatt 1 zu DIN 8078. Rohre aus Polypropylen (PP). Chemische Widerstandsfähigkeit von Rohren und Rohrleitungsteilen.

Tablica 1. Odporność chemiczna rur i kształtek z polipropylenu na wybrane substancje chemiczne

| L.p. | Transportowana substancja | Stężenie | Odporność polipropylenu w temperaturze | | |
|------|---|------------------|--|------|-------|
| | | % | 20°C | 60°C | 100°C |
| 1 | Aceton | D | T | T | – |
| 2 | Amoniak (stan płynny) | D | T | – | – |
| 3 | Amoniak (stan gazowy) | D | T | T | – |
| 4 | Amoniakalna woda (woda pogazowa) | C | T | T | – |
| 5 | Amonowy chlorek (salmiak) | C | T | T | – |
| 6 | Amonowy fluorek | B | T | T | – |
| 7 | Anilina (aminobenzen) | D | T/N | T/N | – |
| 8 | Aniliny chlorek | C | T | T | – |
| 9 | Arsenowy kwas (roztwór wodny) | 10% | T | T | – |
| 10 | Arsenowy kwas (roztwór wodny) | 80% | T | T | T/N |
| 11 | Azotowy kwas (roztwór wodny) | 10% | T | T/N | N |
| 12 | Azotowy kwas (roztwór wodny) | 10% do 50% | T/N | N | N |
| 13 | Azotowy kwas (roztwór wodny) | > 50% | N | N | N |
| 14 | Benzaldehyd (aldehyd benzoesowy) | C | T | T | – |
| 15 | Benzyna | E | T/N | N | N |
| 16 | Benzyna lakowa | D | T | T/N | N |
| 17 | Benzyna – Benzol (mieszanina) | 80% / 20% (obj.) | T/N | N | N |
| 18 | Benzoesowy kwas | C | T | T | – |
| 19 | Benzol | D | T/N | N | N |
| 20 | Boraks (czteroboran sodowy) | B | T | T | – |
| 21 | Borowy kwas (orto-) | C | T | T | T |
| 22 | Brom (woda bromowa) | C | T/N | N | N |
| 23 | Brom (para) | każde | T/N | N | N |
| 24 | Bursztynowy kwas | C | T | T | – |
| 25 | Butan (stan gazowy) | D | T | T | – |
| 26 | Butadien (stan gazowy) | D | T/N | N | N |
| 27 | Butanol (alkohol butanowy) | D | T | T/N | T/N |
| 28 | Butanowy kwas (kwas masłowy, roztwór wodny) | 20% | T | – | – |
| 29 | Butylen (buten, stan płynny) | D | T/N | – | – |
| 30 | Chlor (stan gazowy, suchy) | D | N | N | N |
| 31 | Chlor (stan gazowy, wilgotny) | 0,5% | T/N | N | N |
| 32 | Chlor (stan gazowy, wilgotny) | 1% | N | N | N |
| 33 | Chlor (stan płynny) | D | N | N | N |
| 34 | Chlor (woda chlorowa) | C | T/N | N | N |
| 35 | Chlorek sodu (sól kuchenna) | A | T | T | T |
| 36 | Chloral (aldehyd tróchlorooctowy) | D | T | T | – |
| 37 | Chlorometan (stan gazowy, chlorek metylenu) | D | N | N | N |
| 38 | Chloroamina | B | T | – | – |
| 39 | Chlorobenzol | D | T/N | – | – |
| 40 | Chlorooctowy kwas (jedno-) | B | T | T | – |
| 41 | Chlorooctowy kwas (jedno-) | 85% | T | T | – |
| 42 | Chloroform (tróchlorometan) | D | T/N | N | N |
| 43 | Chlorowy kwas (roztwór wodny) | 1% | T | T/N | N |
| 44 | Chlorowy kwas (roztwór wodny) | 10% | T | T/N | N |
| 45 | Chlorowy kwas (roztwór wodny) | 20% | T | N | N |
| 46 | Chlorosulfonowy kwas | D | N | N | N |
| 47 | Chlorowodór (stan gazowy, suchy) | D | T | T | – |
| 48 | Chlorowodór (stan gazowy, wilgotny) | D | T | T | – |
| 49 | Chromowy alun | C | T | T | – |
| 50 | Chromowy kwas (roztwór wodny) | 40% | T/N | T/N | N |
| 51 | Cukrowy syrop | E | T | T | – |
| 52 | Cytrynowy kwas | A | T | T | T |
| 53 | Cykloheksan | D | T | – | – |
| 54 | Cykloheksanol (alkohol cykloheksylowy) | D | T | T/N | – |

Tablica 1 – cd.

| L.p. | Transportowana substancja | Stężenie | Odporność polipropylenu w temperaturze | | |
|------|---|-----------|--|------|-------|
| | | % | 20°C | 60°C | 100°C |
| 55 | Czterochloroetan | D | T/N | N | N |
| 56 | Dekalina (dziesięciowodoronaftalen) | D | T/N | N | N |
| 57 | Dekstryna | B | T | T | – |
| 58 | Drożdże | każde | T | – | – |
| 59 | Dekstroza (cukier gronowy – D-glikoza) | 20% | T | T | T |
| 60 | Dwuchloroetylen (1,1- i 1,2-) | D | T/N | – | – |
| 61 | Dwuchlorobenzol | D | T/N | – | – |
| 62 | Dwuchlorometan (chlorek metylenu) | D | T/N | N | N |
| 63 | Dwuchlorowy kwas (roztwór wodny) | 50% | T | T | – |
| 64 | Dwumetyloamina (stan gazowy) | 100% | T | – | – |
| 65 | Dwutlenek węgla (stan gazowy) | każde | T | T | – |
| 66 | Etanol (alkohol etylowy) | D | T | T | T |
| 67 | Etylobenzen | D | T/N | N | N |
| 68 | Fenol (roztwór wodny) | 5% | T | T | – |
| 69 | Fenol (roztwór wodny) | 90% | T | – | – |
| 70 | Fluor (suchy) | D | T/N | – | – |
| 71 | Fluorowodorowy kwas (roztwór wodny) | 40% | T | T | – |
| 72 | Fluorowodorowy kwas (roztwór wodny) | 70% | T | T/N | – |
| 73 | Formaldehyd (aldehyd mrówkowy, roztwór wodny) | 40% | T | T | – |
| 74 | Fosforany (nieorganiczne) | C | T | T | – |
| 75 | Fosforowy kwas (orto-) | 85% | T | T | T |
| 76 | Fotograficzna emulsja (emulsja filmowa) | E | T | T | – |
| 77 | Fotograficzny wywoływacz (roztwór wodny) | E | T | T | – |
| 78 | Fotograficzny utrwalcz (roztwór wodny) | E | T | T | – |
| 79 | Fruktoza | B | T | T | T |
| 80 | Furfurylowy alkohol | D | T | T/N | – |
| 81 | Garbarski ekstrakt, roślinny | E | T | N | – |
| 82 | Garbnikowy kwas (tanina, roztwór wodny) | 10% | T | N | – |
| 83 | Gaz świetlny | E | T | – | – |
| 84 | Gaz ziemny | D | T | – | – |
| 85 | Glukoza (roztwór wodny) | 20% | T | T | T |
| 86 | Gliceryna | D | T | T | T |
| 87 | Glikolowy kwas (roztwór wodny) | 30% | T | T/N | – |
| 88 | Glikol etylenowy | D | T | T | T |
| 89 | Glikol propylenowy | D | T | T | – |
| 90 | Heptan | D | T | T/N | N |
| 91 | Heksan | D | T | T/N | – |
| 92 | Hydrochinon | B | T | – | – |
| 93 | Izooktan | D | T | T/N | N |
| 94 | Izopropanol (alkohol izopropylowy) | D | T | T | T |
| 95 | Jabłkowy kwas | B | T | T | – |
| 96 | Jabłkowy sok | E | T | T | T |
| 97 | Kamforowy olej | D | N | N | N |
| 98 | Karbolineum | E | T | – | – |
| 99 | Królewska woda (HCl/HNO ₃) | 75% / 75% | N | N | N |
| 100 | Kopra (tłuszcz kokosowy) | D | T | – | – |
| 101 | Krezol | 90% | T | T | – |
| 102 | Krezol | > 90% | T | – | – |
| 103 | Ksylol (wszystkie izomery) | D | T/N | N | N |
| 104 | Kukurydziany olej | D | T | T/N | – |
| 105 | Lanolina | E | T | T/N | – |
| 106 | Lniany olej | E | T | T | T |
| 107 | Magnezowy chlorek | C | T | T | T |
| 108 | Masłowy kwas (roztwór wodny) | 20% | T | – | – |

Tablica 1 – cd.

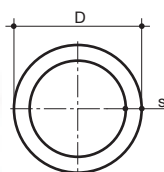
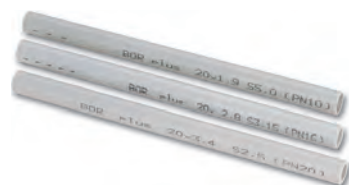
| L.p. | Transportowana substancja | Stężenie | Odporność polipropylenu w temperaturze | | |
|------|---|------------|--|------|-------|
| | | % | 20°C | 60°C | 100°C |
| 109 | Mazut (olej opałowy) | E | T | T/N | – |
| 110 | Maszynowy olej | D | T | T/N | N |
| 111 | Morska woda | E | T | T | T |
| 112 | Melasa | E | T | T | T |
| 113 | Mentol | D | T | T/N | – |
| 114 | Metanol (alkohol metylowy) | D | T | T | – |
| 115 | Metanol (alkohol metylowy) | 5% | T | T | T/N |
| 116 | Metyloamina (roztwór wodny) | 32% | T | – | – |
| 117 | Mocznik (karbamid) | C | T | T | – |
| 118 | Miedziowy chlorek | C | T | T | – |
| 119 | Miedziawy cyjanek | C | T | T | – |
| 120 | Miedziowy siarczan | C | T | T | – |
| 121 | Mleko | E | T | T | T |
| 122 | Mlekowy kwas | 90% | T | T | – |
| 123 | Mineralna woda | E | T | T | T |
| 124 | Nafta | D | T | T/N | – |
| 125 | Naftowa ropa | E | T | N | N |
| 126 | Naftowy eter | D | T | T/N | – |
| 127 | Niklu sole (roztwory wodne) | C | T | T | – |
| 128 | Nitrobenzen | D | T | T/N | – |
| 129 | Nitrotoluen | D | T | T/N | N |
| 130 | Oceć (oceć winny) | E | T | T | T |
| 131 | Octowy kwas (roztwór wodny) | D | T | T/N | N |
| 132 | Octowy kwas (roztwór wodny) | do 40% | T | T | – |
| 133 | Oleje i tłuszcze (roślinne i zwierzęce) | D | T | T/N | – |
| 134 | Olej z oliwek | D | T | T | T/N |
| 135 | Olej napędowy (dieslowski) | E | T | T/N | – |
| 136 | Oleinowy kwas | D | T | T/N | – |
| 137 | Oleum (kwas siarkowy dymiący) | D | N | N | N |
| 138 | Owocowe soki i napoje | E | T | T | T |
| 139 | Parafiny | E | T | T | – |
| 140 | Parafinowy olej | D | T | T/N | N |
| 141 | Pikrynowy kwas | C | T | – | – |
| 142 | Piwo | E | T | T | T |
| 143 | Piorące środki | A | T | T | – |
| 144 | Potasu cyjanek | B | T | T | – |
| 145 | Potasu fluorek | C | T | T | – |
| 146 | Potasowy ług (roztwór wodny) | 50% | T | T | T |
| 147 | Potasowy węglan (potaż) | C | T | T | – |
| 148 | Potasowy wodorowęglan | C | T | T | – |
| 149 | Propan (stan gazowy) | D | T | – | – |
| 150 | Propanol (alkohol propylowy) | D | T | T | – |
| 151 | Propionowy kwas (roztwór wodny) | > 50% | T | T | – |
| 152 | Pirydyna | D | T/N | T/N | – |
| 153 | Powietrze | D | T | T | T |
| 154 | Rtęć | D | T | T | – |
| 155 | Rtęci sole | C | T | T | – |
| 156 | Rycynowy olej | D | T | T | – |
| 157 | Solny kwas (roztwór wodny) | do 20% | T | T | – |
| 158 | Solny kwas (roztwór wodny) | 20% do 36% | T | T/N | T/N |
| 159 | Siarki dwutlenek (stan gazowy) | D | T | T | – |
| 160 | Siarki dwutlenek (roztwór wodny) | każde | T | T | – |
| 161 | Siarkowy kwas (roztwór wodny) | 10% | T | T | T |
| 162 | Siarkowy kwas (roztwór wodny) | 10% do 80% | T | T | – |

Tablica 1 – cd.

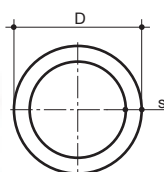
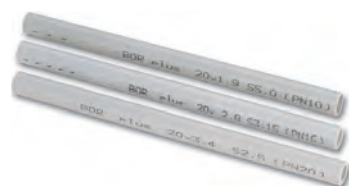
| L.p. | Transportowana substancja | Stężenie | Odporność polipropylenu w temperaturze | | |
|------|---|-----------|--|------|-------|
| | | % | 20°C | 60°C | 100°C |
| 163 | Siarkowy kwas (roztwór wodny) | 80% do D | T/N | N | – |
| 164 | Siarkowódór | D | T | T | – |
| 165 | Skrobia | każde | T | T | – |
| 166 | Syrop skrobiowy | każde | T | T | – |
| 167 | Sojowy olej | D | T | T/N | – |
| 168 | Soda (węglan sodu) | 50% | T | T | T/N |
| 169 | Sodowy wodorotlenek | do 60% | T | T | T |
| 170 | Sodowy wodorowęglan (roztwór wodny) | 50% | T | T | T/N |
| 171 | Sodowy wodorowęglan (roztwór wodny) | C | T | T | T |
| 172 | Sodowy chloryn (roztwór wodny) | 2% do 20% | T | T/N | N |
| 173 | Sodowy podchloryn (roztwór wodny) | 10% | T | – | – |
| 174 | Sodowy azotan | C | T | T | – |
| 175 | Sodowy azotyn | C | T | T | – |
| 176 | Sodowy krzemian (szkło wodne) | B | T | T | – |
| 177 | Sodowy siarczan | C | T | T | – |
| 178 | Sodowy siarczerek | C | T | T | – |
| 179 | Sodowy siarczyn | 40% | T | T | – |
| 180 | Sodowy tiosiarczan | C | T | T | – |
| 181 | Silnikowy olej | D | T | T/N | – |
| 182 | Smar płynny | E | T/N | – | – |
| 183 | Srebrowy azotan | C | T | T | T/N |
| 184 | Srebra sole | C | T | T | – |
| 185 | Szczawiowy kwas | C | T | T | N |
| 186 | Silikonowy olej | D | T | T | T |
| 187 | Terpentyna | D | N | N | N |
| 188 | Tetralina (czterowodoronaftalen) | D | N | N | N |
| 189 | Tiofen | D | T | T/N | – |
| 190 | Tłuszczowy kwas (kwas alkanokarboksylowy) | D | T | T/N | – |
| 191 | Toluen | D | T/N | N | N |
| 192 | Transformatorowy olej | D | T/N | N | – |
| 193 | Trójchloroetylen | D | N | N | N |
| 194 | Wapno chlorowane | każde | T | T | – |
| 195 | Wapnia węglan | C | T | T | T |
| 196 | Wapniowy wodorotlenek | C | T | T | – |
| 197 | Wazelinowy olej | D | T | T/N | – |
| 198 | Wino | E | T | T | – |
| 199 | Winowy kwas | 10% | T | T | – |
| 200 | Woda destylowana | E | T | T | T |
| 201 | Woda pitna chlorowana | D | T | T | T |
| 202 | Wódór | D | T | T | – |
| 203 | Wodoru nadtlenek (roztwór wodny) | 30% | T | T/N | – |
| 204 | Wódka (wszystkie rodzaje) | E | T | T | – |
| 205 | Ziemny gaz | D | T | – | – |
| 206 | Ziemny olej | D | T | T | – |
| 207 | Żelatyna | B | T | T | T |
| 208 | Żelazowy i żelazawy chlorek | C | T | T | – |

4. Zestawienie produktów

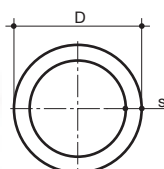
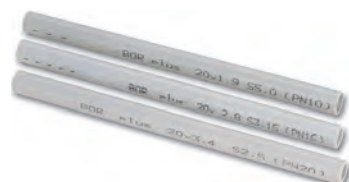
4.1. SYSTEM BOR^{plus} – popielaty


BOR^{plus} – rura PN 10, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 1,9 | m | 3245030100 | 3044638 |
| 25 | 2,3 | m | 3245030130 | 3044639 |
| 32 | 2,9 | m | 3245030160 | 3044640 |
| 40 | 3,7 | m | 3245030190 | 3044641 |
| 50 | 4,6 | m | 3245030220 | 3044642 |
| 63 | 5,8 | m | 3245030250 | 3044643 |
| 75 | 6,8 | m | 3245030280 | 3044644 |
| 90 | 8,2 | m | 3245030310 | 3044645 |
| 110 | 10,0 | m | 3245030340 | 3044646 |
| 125 | 11,4 | m | | 3053033 |

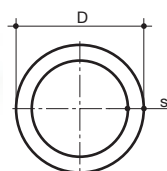

BOR^{plus} – rura PN 16, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 2,2 | m | 3245025070 | 3044628 |
| 20 | 2,8 | m | 3245025100 | 3044629 |
| 25 | 3,5 | m | 3245025130 | 3044630 |
| 32 | 4,4 | m | 3245025160 | 3044631 |
| 40 | 5,5 | m | 3245025190 | 3044632 |
| 50 | 6,9 | m | 3245025220 | 3044633 |
| 63 | 8,6 | m | 3245025250 | 3044634 |
| 75 | 10,3 | m | 3245025280 | 3044635 |
| 90 | 12,3 | m | 3245025310 | 3044636 |
| 110 | 15,1 | m | 3245025340 | 3044637 |
| 125 | 17,1 | m | | 3053034 |


BOR^{plus} – rura PN 20, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 2,7 | m | 3245020070 | 3032595 |
| 20 | 3,4 | m | 3245020100 | 3032341 |
| 25 | 4,2 | m | 3245020130 | 3032342 |
| 32 | 5,4 | m | 3245020160 | 3032596 |
| 40 | 6,7 | m | 3245020190 | 3032597 |
| 50 | 8,3 | m | 3245020220 | 3032598 |
| 63 | 10,5 | m | 3245020250 | 3044626 |
| 75* | 12,5 | m | 3245020280 | 3032600 |
| 90* | 15,0 | m | 3245020310 | 3032601 |
| 110* | 18,3 | m | 3245020340 | 3032602 |
| 125* | 20,8 | m | | 3053035 |

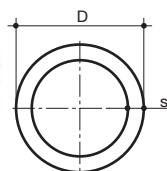
* Rury zastąpione przez rury EVO.



BOR^{plus} – rura Stabi PLUS PN 28, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|--------|------------|
| 16 | 2,2 | m | | 3070133 |
| 20 | 2,8 | m | | 3070134 |
| 25 | 3,5 | m | | 3070135 |
| 32 | 4,4 | m | | 3070136 |
| 40 | 5,5 | m | | 3070137 |
| 50 | 6,9 | m | | 3070138 |
| 63 | 8,6 | m | | 3070139 |
| 75* | 8,4 | m | | 3070140 |
| 90* | 10,1 | m | | 3070141 |
| 110* | 12,3 | m | | 3070142 |

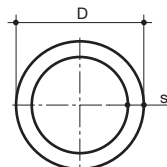
* PN 22.



BOR^{plus} – rura ULTRA PN 28, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 2,8 | m | 3245060020 | 3044670 |
| 25 | 3,5 | m | 3245060025 | 3044671 |
| 32 | 4,4 | m | 3245060032 | 3044672 |
| 40 | 5,5 | m | 3245060040 | 3044673 |
| 50 | 6,9 | m | 3245060050 | 3044674 |
| 63 | 8,6 | m | 3245060063 | 3044675 |
| 75* | 8,4 | m | 3245060075 | 3044676 |
| 90* | 10,1 | m | 3245060090 | 3044677 |
| 110* | 12,3 | m | 3245060110 | 3044678 |
| 125* | 14,0 | m | 3245060125 | 3044679 |

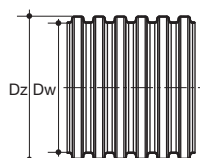
* PN 22.



BOR^{plus} – rura EVO PN 22, długość 4 m NOWOŚĆ!

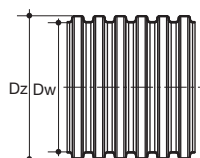
| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|--------|------------|
| 16* | 2,2 | m | | 3070102 |
| 20 | 2,3 | m | | 3070103 |
| 25 | 2,8 | m | | 3070104 |
| 32 | 3,6 | m | | 3070105 |
| 40 | 4,5 | m | | 3070106 |
| 50 | 5,6 | m | | 3070107 |
| 63 | 7,1 | m | | 3070108 |
| 75 | 8,4 | m | | 3070129 |
| 90 | 10,1 | m | | 3070130 |
| 110 | 12,3 | m | | 3070131 |
| 125 | 14,0 | m | | 3070132 |

* PN 28.



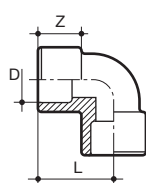
Rura osłonowa karbowana (czerwona)

| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145080110 | 3044402 |
| 23 | 28 | m | 3145080120 | 3044403 |
| 29 | 36 | m | 3145080150 | 3044405 |
| 36 | 43 | m | 3145080170 | 3044406 |
| 43 | 50 | m | 3145080200 | 3044407 |

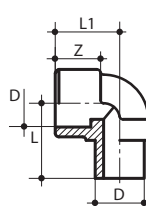


Rura osłonowa karbowana (niebieska)

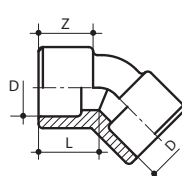
| Dw [mm] | Dz [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 21 | 25 | m | 3145085110 | 3032747 |
| 23 | 28 | m | 3145085120 | 3032748 |
| 29 | 36 | m | 3145085150 | 3032749 |
| 36 | 43 | m | 3145085180 | 3032750 |
| 43 | 50 | m | 3145085200 | 3032751 |


BOR^{plus} – kolano 90°

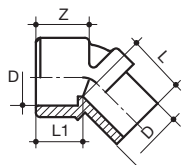
| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 16 | 22 | szt. | 3245140070 | 3032343 |
| 20 | 19 | 26 | szt. | 3245140100 | 3032344 |
| 25 | 21 | 30 | szt. | 3245140130 | 3032345 |
| 32 | 24 | 35 | szt. | 3245140160 | 3032606 |
| 40 | 29 | 42 | szt. | 3245140190 | 3032607 |
| 50 | 34 | 50 | szt. | 3245140220 | 3032608 |
| 63 | 40 | 60 | szt. | 3245140250 | 3032609 |
| 75 | 46 | 70 | szt. | 3245140280 | 3032610 |
| 90 | 50 | 86 | szt. | 3245140310 | 3032611 |
| 110 | 56 | 105 | szt. | 3245140340 | 3032612 |
| 125 | 40 | 105 | szt. | | 3053038 |


BOR^{plus} – kolano nypłowe 90°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 19 | 31 | 26 | szt. | 3245143100 | 3044730 |
| 25 | 21 | 36 | 31 | szt. | 3245143130 | 3044732 |
| 32 | 24 | 44 | 36 | szt. | 3245143160 | 3044734 |

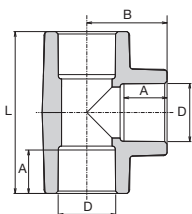

BOR^{plus} – kolano 45°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 13 | 22 | szt. | 3245146070 | 3044736 |
| 20 | 15 | 26 | szt. | 3245146100 | 3032346 |
| 25 | 16 | 30 | szt. | 3245146130 | 3032613 |
| 32 | 18 | 35 | szt. | 3245146160 | 3032614 |
| 40 | 21 | 42 | szt. | 3245146190 | 3032615 |
| 50 | 24 | 50 | szt. | 3245146220 | 3032616 |
| 63 | 28 | 60 | szt. | 3245146250 | 3032617 |
| 75 | 31 | 70 | szt. | 3245146280 | 3032618 |



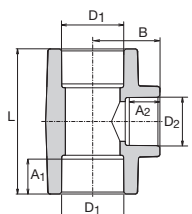
BOR^{plus} – kolano nypłowe 45°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 19 | 20 | 16 | szt. | 3245149100 | 3044741 |
| 25 | 21 | 25 | 26 | szt. | 3245149130 | 3044743 |
| 32 | 24 | 30 | 30 | szt. | 3245149160 | 3044745 |



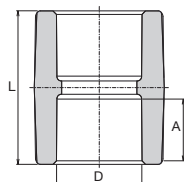
BOR^{plus} – trójnik

| D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 23,2 | 46,4 | szt. | 3245155070 | 3044747 |
| 20 | 14,5 | 27,0 | 54,0 | szt. | 3245155100 | 3032619 |
| 25 | 16,0 | 32,0 | 60,0 | szt. | 3245155130 | 3032620 |
| 32 | 18,0 | 35,7 | 70,0 | szt. | 3245155160 | 3032621 |
| 40 | 20,5 | 38,5 | 86,2 | szt. | 3245155190 | 3032622 |
| 50 | 23,5 | 51,0 | 102,0 | szt. | 3245155220 | 3032623 |
| 63 | 27,5 | 61,5 | 123,0 | szt. | 3245155250 | 3032624 |
| 75 | 30,0 | 70,1 | 140,2 | szt. | 3245155280 | 3032625 |
| 90 | 33,0 | 83,1 | 166,2 | szt. | 3245155310 | 3032626 |
| 110 | 37,0 | 99,1 | 198,2 | szt. | 3245155340 | 3032627 |
| 125 | 40,0 | 105,0 | 210,0 | szt. | | 3053036 |



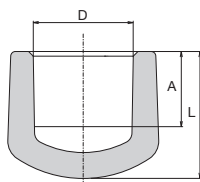
BOR^{plus} – trójnik redukcyjny na odgałęzieniu

| D1 [mm] | D2 [mm] | A1 [mm] | A2 [mm] | L [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 16 | 14,5 | 13,0 | 53,0 | 23,0 | szt. | 3245158100 | 3044750 |
| 25 | 16 | 25,0 | 16,0 | 63,0 | 29,0 | szt. | 3245158130 | 3032628 |
| 32 | 16 | 32,0 | 18,0 | 68,0 | 33,0 | szt. | 3245158160 | 3044751 |
| 25 | 20 | 16,0 | 14,5 | 55,0 | 29,0 | szt. | 3245159130 | 3032629 |
| 32 | 20 | 18,0 | 14,5 | 67,0 | 34,4 | szt. | 3245159160 | 3032630 |
| 40 | 20 | 20,5 | 14,5 | 64,5 | 38,0 | szt. | 3245159190 | 3032631 |
| 50 | 20 | 50,0 | 24,0 | 97,0 | 47,0 | szt. | 3245159220 | 3032632 |
| 32 | 25 | 18,0 | 16,0 | 73,0 | 34,4 | szt. | 3245160160 | 3032633 |
| 40 | 25 | 20,5 | 16,0 | 66,0 | 40,2 | szt. | 3245160190 | 3032634 |
| 50 | 25 | 50,0 | 24,0 | 97,0 | 47,0 | szt. | 3245160220 | 3032635 |
| 40 | 32 | 20,5 | 18,0 | 86,0 | 41,5 | szt. | 3245161190 | 3032636 |
| 50 | 32 | 23,5 | 18,0 | 84,0 | 46,0 | szt. | 3245161220 | 3032637 |
| 63 | 32 | 63,0 | 28,0 | 119 | 58,0 | szt. | 3245161250 | 3032638 |
| 50 | 40 | 23,5 | 20,5 | 91,4 | 47,4 | szt. | 3245162220 | 3032639 |
| 63 | 40 | 27,5 | 20,5 | 100,0 | 54,6 | szt. | 3245162250 | 3032640 |
| 75 | 40 | 75,0 | 31,0 | 139 | 68,0 | szt. | 3245162280 | 3032641 |
| 63 | 50 | 27,5 | 23,5 | 110,0 | 57,2 | szt. | 3045163250 | 3032642 |
| 75 | 50 | 75,0 | 31,0 | 139 | 71,0 | szt. | 3045163280 | 3032643 |
| 75 | 63 | 75,0 | 31,0 | 156 | 75,0 | szt. | 3045164280 | 3032644 |



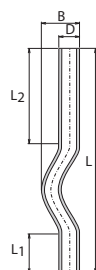
BOR^{plus} – złączka

| D [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 13,0 | 33,0 | szt. | 3245105070 | 3044690 |
| 20 | 14,5 | 34,6 | szt. | 3245105100 | 3032347 |
| 25 | 16,0 | 37,8 | szt. | 3245105130 | 3032645 |
| 32 | 18,0 | 40,0 | szt. | 3245105160 | 3032646 |
| 40 | 20,5 | 48,0 | szt. | 3245105190 | 3032647 |
| 50 | 23,5 | 53,0 | szt. | 3245105220 | 3032648 |
| 63 | 27,5 | 65,0 | szt. | 3245105250 | 3032649 |
| 75 | 30,0 | 73,4 | szt. | 3245105280 | 3032650 |
| 90 | 33,0 | 79,2 | szt. | 3245105310 | 3032651 |
| 110 | 37,0 | 88,2 | szt. | 3245105340 | 3032652 |
| 125 | 40,0 | 86,0 | szt. | | 3053037 |



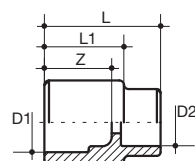
BOR^{plus} – zaślepka

| D [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 13,5 | 20,9 | szt. | 3245223070 | 3044758 |
| 20 | 14,5 | 24,5 | szt. | 3245223100 | 3033114 |
| 25 | 16,0 | 28,0 | szt. | 3245223130 | 3033115 |
| 32 | 18,0 | 33,0 | szt. | 3245223160 | 3033181 |
| 40 | 20,5 | 39,5 | szt. | 3245223190 | 3033182 |
| 50 | 23,5 | 47,0 | szt. | 3245223220 | 3033183 |
| 63 | 27,5 | 53,5 | szt. | 3245223250 | 3033184 |
| 75 | 30,0 | 60,0 | szt. | 3245223280 | 3033185 |



BOR^{plus} – mijanka

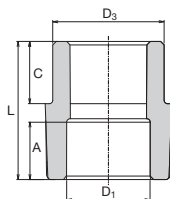
| D [mm] | B [mm] | L [mm] | L1 [mm] | L2 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|----------------|------------|------------|
| 16 | 35,0 | 400,0 | 80,0 | 210,0 | szt. | 3245230070 | 3044759 |
| 20 | 47,0 | 400,0 | 80,0 | 210,0 | szt. | 3245230100 | 3044760 |
| 25 | 52,0 | 400,0 | 80,0 | 150,0 | szt. | 3245230130 | 3044761 |
| 32 | 65,0 | 390,0 | 64,0 | 136,0 | szt. | 3245230160 | 3044762 |



BOR^{plus} – redukcja

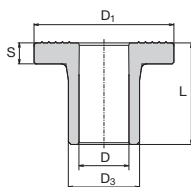
| D1 [mm] | D2 [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20* | 16 | 15 | 38 | 26 | szt. | 3245110100 | 3044696 |
| 25 | 16 | 16 | 40 | 29 | szt. | 3245110130 | 3044698 |
| 25* | 20 | 16 | 42 | 29 | szt. | 3245111130 | 3032659 |
| 32* | 20 | 18 | 45 | 33 | szt. | 3245111160 | 3032660 |
| 32* | 25 | 18 | 46 | 33 | szt. | 3245112160 | 3032662 |
| 50* | 25 | 24 | 55 | 46 | szt. | 3245112220 | 3032665 |
| 75* | 63 | 31 | 75 | 58 | szt. | 3245116280 | 3032673 |

* Do wyczerpania zapasów.



BOR^{plus} – redukcja nypłowa

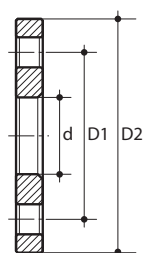
| D3 [mm] | D1 [mm] | A [mm] | L [mm] | C [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 16 | 13,0 | 32,5 | 13,0 | szt. | 3245110110 | 3044697 |
| 25 | 20 | 14,5 | 34,0 | 14,0 | szt. | 3245111140 | 3044700 |
| 32 | 20 | 14,5 | 40,0 | 16,0 | szt. | 3245118010 | 3044711 |
| 32 | 25 | 16,0 | 39,5 | 16,0 | szt. | 3245112170 | 3044704 |
| 40 | 20 | 14,5 | 47,0 | 18,5 | szt. | 3245118030 | 3044713 |
| 40 | 25 | 16,0 | 45,4 | 18,5 | szt. | 3245118050 | 3042477 |
| 40 | 32 | 18,0 | 48,2 | 18,5 | szt. | 3245113200 | 3044709 |
| 50 | 25 | 16,0 | 41,0 | 20,0 | szt. | 3245118070 | 3044716 |
| 50 | 32 | 18,0 | 55,5 | 22,0 | szt. | 3245118090 | 3041989 |
| 50 | 40 | 20,5 | 52,0 | 22,0 | szt. | 3245118110 | 3042394 |
| 63 | 32 | 18,0 | 62,5 | 27,0 | szt. | 3245118130 | 3044720 |
| 63 | 40 | 20,5 | 58,5 | 27,0 | szt. | 3245118140 | 3042478 |
| 75 | 40 | 20,5 | 64,5 | 29,5 | szt. | 3245118150 | 3042117 |
| 63 | 50 | 23,5 | 58,5 | 27,0 | szt. | 3245118160 | 3044721 |
| 75 | 50 | 23,5 | 64,5 | 29,5 | szt. | 3245118170 | 3042118 |
| 63 | 25 | 16,0 | 49,0 | 24,0 | szt. | 3245118190 | 3044722 |
| 90 | 50 | 24,0 | 65,0 | 30,0 | szt. | 3245115310 | 3032674 |
| 90 | 63 | 27,5 | 64,5 | 34,0 | szt. | 3245116310 | 3032675 |
| 90 | 75 | 30,0 | 78,0 | 34,0 | szt. | 3245117310 | 4040408 |
| 110 | 75 | 30,0 | 60,0 | 40,0 | szt. | 3245118200 | 3044723 |
| 110 | 90 | 33,0 | 87,0 | 40,0 | szt. | 3245118210 | 3044724 |
| 125 | 110 | 40,0 | 35,0 | 103,0 | szt. | | 3053039 |



BOR^{plus} – złączka PP do kołnierza metalowego

| D3 [mm] | D1 [mm] | L [mm] | S [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 63 | 105,0 | 62,0 | 13,5 | szt. | 3245515320 | 3022935 |
| 75 | 123,0 | 73,0 | 14,7 | szt. | 3245515310 | 3022936 |
| 90 | 140,0 | 92,0 | 17,0 | szt. | 3245515350 | 3022937 |
| 110 | 160,0 | 103,0 | 19,0 | szt. | 3245515360 | 3022938 |
| 125/165* | 188,0 | 63,0 | 20,0 | szt. | 3245515370 | 3044792 |

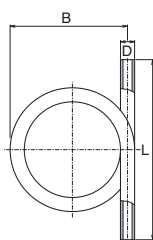
* Złączka montażowa bez użycia mufy.



BOR^{plus} – kołnierz metalowy

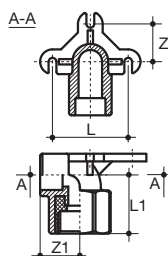
| D [mm] | D1 [mm] | D2 [mm] | d [mm] | Liczba otworów | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|-----------|-------------------|----------------|------------|------------|
| 63/DN 50 | 125,0 | 165,0 | 66,0 | 4 | szt. | 3145515380 | 4044220 |
| 75/DN 65 | 145,0 | 185,0 | 83,0 | 8 | szt. | 3145515370 | 4044219 |
| 90/DN 80 | 160,0 | 200,0 | 94,0 | 8 | szt. | 3145515390 | 4044221 |
| 110/DN 100 | 180,0 | 220,0 | 114,0 | 8 | szt. | 3145515395 | 4044222 |
| 125/DN 150 | 210,0 | 250,0 | 166,0 | 8 | szt. | 3248515370 | 4045308 |

Średnica otworów pod śruby wynosi 18 mm.



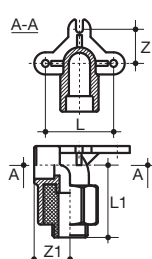
BOR^{plus} – kompensacja pętlicowa PN 20

| D [mm] | s [mm] | B [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 32 | 5,4 | 230 | 410 | szt. | 3245248160 | 3044765 |
| 40 | 6,7 | 290 | 450 | szt. | 3245248190 | 3044766 |



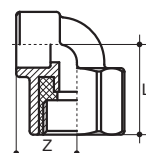
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem wewnętrznym wieszakowe (montowane na ścianie)

| D [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 25 | 26 | 49 | 38 | szt. | 3245310070 | 3044767 |
| 20 x 1/2" | 25 | 26 | 49 | 38 | szt. | 3245310100 | 3044768 |
| 20 x 3/4" | 28 | 26 | 55 | 40 | szt. | 3245311100 | 3044770 |
| 25 x 3/4" | 28 | 30 | 55 | 42 | szt. | 3245311130 | 3044771 |



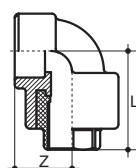
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem zewnętrznym wieszakowe (montowane na ścianie)

| D [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 x 1/2" | 25 | 26 | 49 | 52 | szt. | 3245330100 | 3044772 |



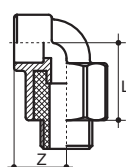
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem wewnętrznym

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 x 1/2" | 26 | 38 | szt. | 3245390100 | 3033117 |
| 25 x 1/2" | 30 | 41 | szt. | 3245390130 | 3033118 |
| 25 x 3/4" | 30 | 42 | szt. | 3245391130 | 3033120 |



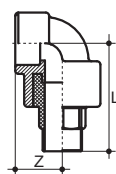
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem wewnętrznym z podejściem pod klucz

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 32 x 1" | 34 | 59 | szt. | 3245395160 | 3033122 |



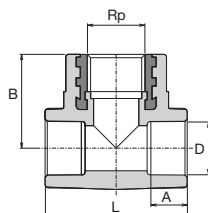
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem zewnętrznym

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 22 | 52 | szt. | 3245400070 | 3044785 |
| 20 x 1/2" | 26 | 52 | szt. | 3245400100 | 3033123 |
| 25 x 1/2" | 30 | 55 | szt. | 3245400130 | 3033124 |
| 20 x 3/4" | 26 | 55 | szt. | 3245401100 | 3033125 |
| 25 x 3/4" | 30 | 57 | szt. | 3245401130 | 3033126 |



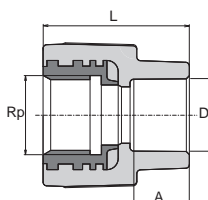
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem zewnętrznym z podejściem pod klucz

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 32 x 1" | 34 | 78 | szt. | 3245405160 | 3033128 |



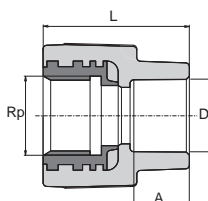
BOR^{plus} – trójnik z gwintem wewnętrznym na odgałęzieniu

| D [mm] | Rp [mm] | A [mm] | L [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 51,5 | 34,0 | szt. | 3245410100 | 3033129 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 80,0 | 40,0 | szt. | 3245410130 | 3033131 |
| 32 | 3/4" | 18,0 | 71,0 | 42,0 | szt. | 3245411160 | 3033133 |



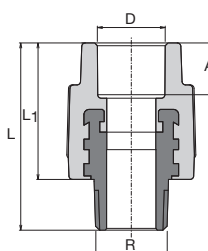
BOR^{plus} – złączka z gwintem wewnętrznym

| D [mm] | Rp [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 38,0 | szt. | 3245350070 | 3044773 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 39,0 | szt. | 3245350100 | 3033141 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 40,5 | szt. | 3245350130 | 3033143 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 42,0 | szt. | 3245351100 | 3033142 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 47,0 | szt. | 3245351130 | 3033144 |



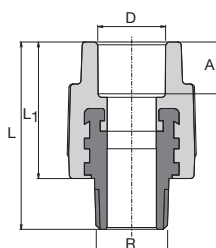
BOR^{plus} – złączka z gwintem wewnętrznym z podejściem pod klucz

| D [mm] | Rp [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 32 | 1" | 18,0 | 57,0 | szt. | 3245362160 | 3033145 |
| 40 | 5/4" | 20,5 | 65,0 | szt. | 3245363190 | 3033188 |
| 50 | 6/4" | 23,5 | 69,0 | szt. | 3245364220 | 3033189 |
| 63 | 2" | 27,5 | 76,0 | szt. | 3245365250 | 3033190 |
| 75 | 2 1/2" | 31,0 | 73,0 | szt. | 3245366280 | 3033191 |
| 90 | 3" | 0 | 108,0 | szt. | 3245366310 | 3044778 |

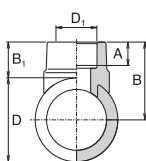


BOR^{plus} – złączka z gwintem zewnętrznym

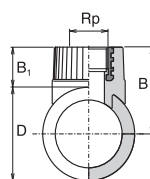
| D [mm] | R [mm] | A [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 16 | 1/2" | 13,0 | 52,0 | 37,5 | szt. | 3245370070 | 3044779 |
| 20 | 1/2" | 14,5 | 53,5 | 39,0 | szt. | 3245370100 | 3033146 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 55,5 | 41,0 | szt. | 3245370130 | 3033147 |
| 20 | 3/4" | 14,5 | 58,0 | 40,0 | szt. | 3245371100 | 3033148 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 59,0 | 41,0 | szt. | 3245371130 | 3033149 |


BOR^{plus} – złączka z gwintem zewnętrznym z podejściem pod klucz

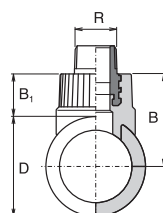
| D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|--------|--------|--------|--------|---------|-------------|------------|------------|
| 32 | 1" | 18,0 | 62,5 | 46,0 | szt. | 3245382160 | 3033150 |
| 40 | 5/4" | 20,5 | 80,0 | 48,0 | szt. | 3245383190 | 3033192 |
| 50 | 6/4" | 23,5 | 81,6 | 54,0 | szt. | 3245384220 | 3033193 |
| 63 | 2" | 27,5 | 101,0 | 63,5 | szt. | 3245385250 | 3033194 |
| 75 | 2 1/2" | 30,0 | 110,0 | 69,7 | szt. | 3245386280 | 3033195 |
| 90 | 3" | 33,0 | 130,0 | 85,0 | szt. | 3245386310 | 3033196 |


BOR^{plus} – złączka siodłowa

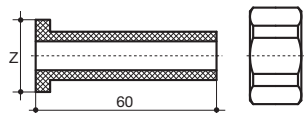
| Wymiar | | A | B1 | B | Indeks SAP |
|--------|---------|------|------|------|------------|
| D [mm] | D1 [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | |
| 63 | 32 | 18,0 | 27,0 | 58,5 | 3075255 |
| 75 | 32 | 18,0 | 27,0 | 64,5 | 3075257 |
| 90 | 32 | 18,0 | 27,0 | 72,0 | 3075258 |
| 110 | 32 | 18,0 | 25,7 | 80,7 | 3075349 |
| 110 | 40 | 21,0 | 25,7 | 80,7 | 3075350 |


BOR^{plus} – złączka siodłowa z gwintem wewnętrznym

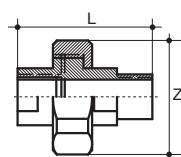
| Wymiar | Rp | B1 [mm] | B [mm] | Indeks SAP |
|--------|------|---------|--------|------------|
| D [mm] | | | | |
| 63 | 3/4" | 27,0 | 58,5 | 3075351 |
| 75 | 3/4" | 27,0 | 64,5 | 3075352 |
| 90 | 3/4" | 27,0 | 72,0 | 3075353 |


BOR^{plus} – złączka siodłowa z gwintem zewnętrznym

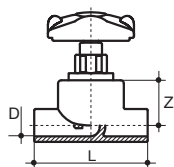
| Wymiar | R | B1 [mm] | B [mm] | Indeks SAP |
|--------|------|---------|--------|------------|
| D [mm] | | | | |
| 63 | 3/4" | 44,8 | 76,3 | 3075354 |
| 75 | 3/4" | 44,8 | 82,3 | 3075355 |
| 90 | 3/4" | 44,8 | 89,8 | 3075356 |


BOR^{plus} – półrurunek z gwintem wewnętrznym

| D [mm] | Z [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|--------|-------------|------------|------------|
| 16 x 3/4" | 24 | szt. | 3245431070 | 3044787 |
| 20 x 3/4" | 24 | szt. | 3245431100 | 3033152 |


BOR^{plus} – półrurunek z gwintem zewnętrznym

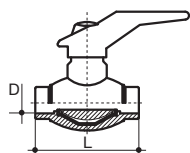
| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|--------|--------|-------------|------------|------------|
| 16 x 1/2" | 32 | 89 | szt. | 3245440070 | 3044788 |
| 20 x 1/2" | 32 | 90 | szt. | 3245440100 | 3044789 |



BOR^{plus} – zawór grzybkowy

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 28 | 69 | szt. | 3245500100 | 3023004 |
| 25 | 30 | 80 | szt. | 3245500130 | 3023005 |
| 32 | 39 | 89 | szt. | 3245500160 | 3023006 |
| 40 | 41 | 112 | szt. | 3245500190 | 3023007 |
| 50* | 48 | 136 | szt. | 3245500220 | 3023008 |
| 63* | 60 | 162 | szt. | 3245500250 | 3023009 |

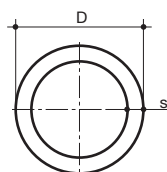
* Do wyczerpania zapasów.



BOR^{plus} – zawór kulkowy

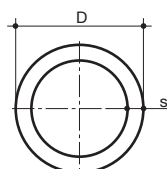
| D [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 65 | szt. | 3245515100 | 3033110 |
| 25 | 71 | szt. | 3245515130 | 3033111 |
| 32 | 85 | szt. | 3245515160 | 3021999 |
| 40 | 100 | szt. | 3245515190 | 3024323 |
| 50 | 115 | szt. | 3245515220 | 3033112 |
| 63 | 134 | szt. | 3245515250 | 3033113 |

4.2. SYSTEM BOR^{plus} – biały



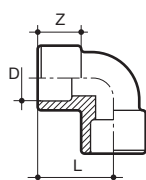
BOR^{plus} – rura PN 20, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 3,4 | m | 3245020504 | 3044627 |



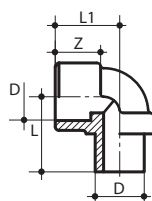
BOR^{plus} – rura Stabi PLUS PN 28, długość 4 m

| D [mm] | s [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|--------|------------|
| 20 | 2,8 | m | | 3072900 |
| 25 | 3,5 | m | | 3072899 |
| 32 | 4,4 | m | | 3072901 |
| 40 | 5,5 | m | | 3072902 |



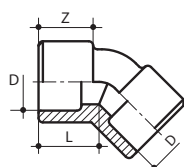
BOR^{plus} – kolano 90°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 19 | 26 | szt. | 3245140104 | 3044725 |
| 25 | 21 | 30 | szt. | 3245140134 | 3044726 |
| 32 | 24 | 35 | szt. | 3245140164 | 3044727 |
| 40 | 29 | 42 | szt. | 3245140194 | 3044728 |



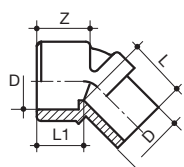
BOR^{plus} – kolano nypłowe 90°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 19 | 31 | 26 | szt. | 3245143104 | 3044731 |
| 25 | 21 | 36 | 31 | szt. | 3245143134 | 3044733 |
| 32 | 24 | 44 | 36 | szt. | 3245143164 | 3044735 |



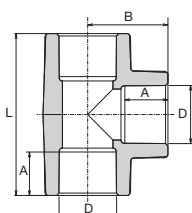
BOR^{plus} – kolano 45°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 15 | 16 | szt. | 3245146104 | 3044737 |
| 25 | 16 | 18 | szt. | 3245146134 | 3044738 |
| 32 | 18 | 20 | szt. | 3245146164 | 3044739 |
| 40 | 21 | 23 | szt. | 3245146194 | 3044740 |



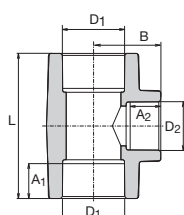
BOR^{plus} – kolano nypłowe 45°

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 19 | 20 | 16 | szt. | 3245149104 | 3044742 |
| 25 | 21 | 25 | 26 | szt. | 3245149134 | 3044744 |
| 32 | 24 | 30 | 30 | szt. | 3245149164 | 3044746 |



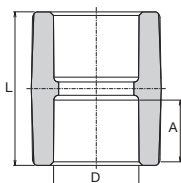
BOR^{plus} – trójnik

| D [mm] | A [mm] | B [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 27,0 | 54,0 | szt. | 3245155104 | 3044748 |
| 25 | 16,0 | 32,0 | 60,0 | szt. | 3245155134 | 3044749 |



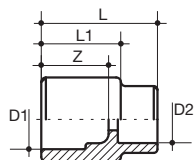
BOR^{plus} – trójnik redukcyjny na odgałęzieniu

| D1 [mm] | D2 [mm] | A1 [mm] | A2 [mm] | L [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 25 | 20 | 16,0 | 14,5 | 55,0 | 29,0 | szt. | 3245159134 | 3044752 |
| 32 | 20 | 18,0 | 14,5 | 67,0 | 34,4 | szt. | 3245159164 | 3044753 |
| 40 | 20 | 20,5 | 14,5 | 64,5 | 38,0 | szt. | 3245159194 | 3044754 |
| 32 | 25 | 18,0 | 16,0 | 73,0 | 34,4 | szt. | 3245160164 | 3044755 |
| 40 | 25 | 20,5 | 16,0 | 66,0 | 40,2 | szt. | 3245160194 | 3044756 |



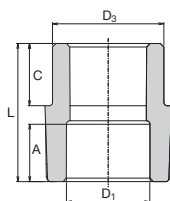
BOR^{plus} – złączka

| D [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 14,5 | 34,6 | szt. | 3245105104 | 3044691 |
| 25 | 16,0 | 37,8 | szt. | 3245105134 | 3044692 |
| 32 | 18,0 | 40,0 | szt. | 3245105164 | 3044693 |
| 40 | 20,5 | 48,0 | szt. | 3245105194 | 3044694 |



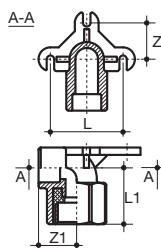
BOR^{plus} – redukcja

| D1 [mm] | D2 [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 25 | 20 | 16 | 42 | 29 | szt. | 3245111134 | 3044699 |
| 32 | 20 | 18 | 45 | 33 | szt. | 3245111164 | 3044701 |
| 40 | 20 | 21 | 48 | 39 | szt. | 3245111194 | 3044702 |
| 32 | 25 | 18 | 46 | 33 | szt. | 3245112164 | 3044703 |
| 40 | 32 | 21 | 52 | 39 | szt. | 3245113194 | 3044708 |



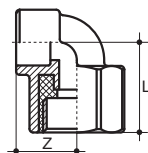
BOR^{plus} – redukcja nypłowa

| D3 [mm] | D1 [mm] | A [mm] | L [mm] | C [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 25 | 20 | 14,5 | 34,0 | 14,0 | szt. | 3245112184 | 3044706 |
| 32 | 20 | 14,5 | 40,0 | 16,0 | szt. | 3245118020 | 3044712 |
| 32 | 25 | 16,0 | 39,5 | 16,0 | szt. | 3245112174 | 3044705 |
| 40 | 20 | 14,5 | 47,0 | 18,5 | szt. | 3245118040 | 3044714 |
| 40 | 25 | 16,0 | 45,4 | 18,5 | szt. | 3245118060 | 3044715 |
| 40 | 32 | 18,0 | 48,2 | 18,5 | szt. | 3245112194 | 3044707 |



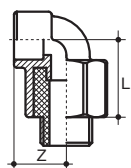
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem wewnętrznym wieszakowe (montowane na ścianie)

| D [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 x 1/2" | 25 | 26 | 49 | 38 | szt. | 3245310104 | 3044769 |



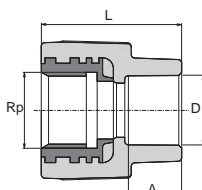
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem wewnętrznym

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 x 1/2" | 26 | 38 | szt. | 3245390104 | 3044784 |



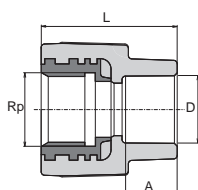
BOR^{plus} – kolano 90° z gwintem zewnętrznym

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 x 1/2" | 26 | 52 | szt. | 3245400104 | 3044786 |



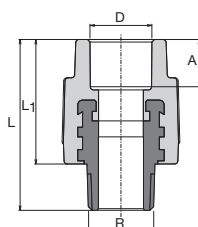
BOR^{plus} – złączka z gwintem wewnętrznym

| D [mm] | Rp [mm] | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 39,0 | szt. | 3245350104 | 3044774 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 40,5 | szt. | 3245350134 | 3044775 |
| 25 | 1/2" | 18,0 | 47,0 | szt. | 3245351134 | 3044776 |



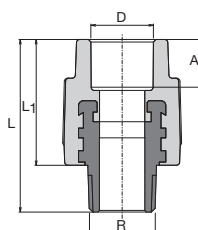
BOR^{plus} – złączka z gwintem wewnętrznym z podejściem pod klucz

| D [mm] | Rp | A [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|----|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 32 | 1" | 18,0 | 57,0 | szt. | 3245362164 | 3044777 |



BOR^{plus} – złączka z gwintem zewnętrznym

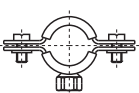
| D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 1/2" | 14,5 | 53,5 | 39,0 | szt. | 3245370104 | 3044780 |
| 25 | 1/2" | 16,0 | 55,5 | 41,0 | szt. | 3245370134 | 3044781 |
| 25 | 3/4" | 16,0 | 59,0 | 41,0 | szt. | 3245371134 | 3044782 |



BOR^{plus} – złączka z gwintem zewnętrznym z podejściem pod klucz

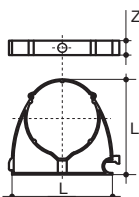
| D [mm] | R | A [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|----|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 32 | 1" | 18,0 | 62,5 | 46,0 | szt. | 3245382164 | 3044783 |

4.3. Asortyment dodatkowy – BOR^{plus} popielaty i BOR^{plus} biały



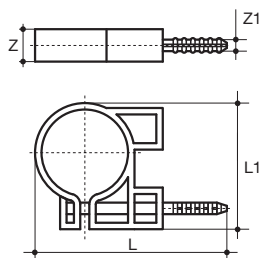
Obejma stalowa z wkładką gumową

| D [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|----------------|------------|------------|
| 25 | szt. | 3145803130 | 4044224 |
| 32 | szt. | 3145803160 | 4044225 |
| 40 | szt. | 3145803190 | 4044227 |
| 50 | szt. | 3145803220 | 4044228 |
| 63 | szt. | 3145803250 | 4044229 |
| 75 | szt. | 3145803280 | 4044230 |



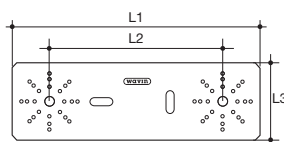
Uchwyt plastikowy do rur

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 20 | 14 | 46 | 38 | szt. | 3145800100 | 3033158 |
| 25 | 14 | 51 | 45 | szt. | 3145800130 | 3033159 |
| 32 | 14 | 57 | 50 | szt. | 3145800160 | 3033160 |
| 40 | 14 | | | szt. | 3145800190 | 3044409 |
| 50 | 14 | | | szt. | 3145800220 | 3044410 |



Uchwyt plastikowy do rur z kołkiem

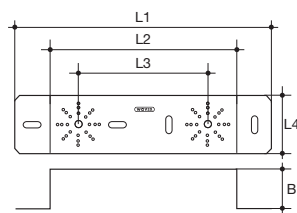
| D [mm] | Z [mm] | Z1 [mm] | L [mm] | L1 [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|------------|------------|
| 16 | | | | | szt. | 3145805070 | 3044412 |
| 20 | 14 | 8 | 64 | 38 | szt. | 3145805100 | 3033161 |
| 25 | 18 | 10 | 75 | 44 | szt. | 3145806130 | 3033162 |
| 32 | 17 | 10 | 92 | 53 | szt. | 3145805160 | 3033163 |
| 40 | 17 | 10 | 101 | 60 | szt. | 3145805190 | 3044413 |
| 50 | 19 | 12 | 110 | 70 | szt. | 3145805220 | 3042008 |



Płyta montażowa pod baterię – płaska

| L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | L4 [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|------------|-----------|----------------|------------|------------|
| 216 | 150 | 66 | - | - | szt. | 3141052001 | 4044171 |

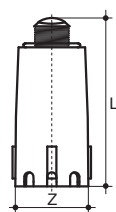
W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan o długości 8 mm
i 6 wkrętów o długości 14 mm.



Płyta montażowa pod baterię – wygięta

| L1 [mm] | L2 [mm] | L3 [mm] | L4 [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------|------------|------------|------------|-----------|----------------|------------|------------|
| 300 | 220 | 150 | 66 | 50 | szt. | 3141052002 | 4044172 |

W zestawie 6 wkrętów do mocowania kolan o długości 8 mm
i 6 wkrętów o długości 14 mm.



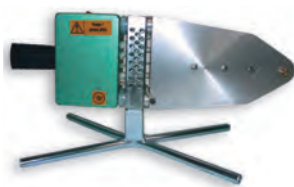
Korek

| D [mm] | Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|------------------|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| niebieski | | | | | |
| ½" | 32 | 62 | szt. | 3145955010 | 3033197 |
| czerwony | | | | | |
| ½" | 32 | 62 | szt. | 3145955030 | 3044416 |



Nożyce do cięcia rur

| D [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|----------------|------------|------------|
| 0–40 | szt. | 328461142 | 3033260 |
| 40–63 | szt. | 3145815750 | 3033520 |



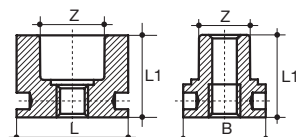
Zgrzewarki

| D [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|----------------------------|----------------|------------|------------|
| Zgrzewarka (800 W) | | | |
| 16–63 | szt. | 3145825740 | 3033521 |
| Zgrzewarka (1200 W) | | | |
| 16–90 | szt. | 3145825760 | 3033522 |
| Zgrzewarka (1600 W) | | | |
| 16–125 | szt. | 3145825790 | 3033523 |



Śruba mocująca do zgrzewarki

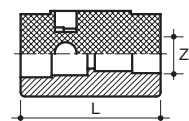
| L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | szt. | 3145501010 | 3033524 |



Końcówka grzewcza

| Z [mm] | L [mm] | L1 [mm] | B [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|------------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16 | 30 | 25 | 25 | szt. | 3145935070 | 3033525 |
| 20 | 34 | 26 | 30 | szt. | 3145935100 | 3033526 |
| 25 | 40 | 28 | 34 | szt. | 3145935130 | 3033527 |
| 32 | 50 | 30 | 40 | szt. | 3145935160 | 3033528 |
| 40 | 60 | 32 | 50 | szt. | 3145935190 | 3033529 |
| 50 | 70 | 35 | 60 | szt. | 3145935220 | 3033532 |
| 63 | 80 | 40 | 70 | szt. | 3145935250 | 3033533 |
| 75 | 100 | 43 | 90 | szt. | 3145935280 | 3033534 |
| 90 | 120 | 52 | 120 | szt. | 3145935310 | 3033535 |
| 110 | 140 | 55 | 120 | szt. | 3145935340 | 3033536 |
| 125* | | | | szt. | 3148935312 | 4045311 |

* Końcówka grzewcza wraz ze śrubą mocującą.



Zdzierak do rur Stabi

| Z [mm] | L [mm] | Jedn. miary | Indeks | Indeks SAP |
|-----------|-----------|----------------|------------|------------|
| 16/20 | 66 | szt. | 3145945160 | 3033530 |
| 20/25 | 67 | szt. | 3145945200 | 4044241 |
| 25/32 | 70 | szt. | 3145945250 | 4044242 |
| 32/40 | 76 | szt. | 3145945320 | 4044243 |
| 50 | 59 | szt. | 3145945500 | 4044244 |
| 63 | 64 | szt. | 3145945630 | 4044245 |
| 75 | 66 | szt. | 3145945750 | 4044246 |
| 90 | 69 | szt. | 3145945900 | 4044247 |
| 110 | 73 | szt. | 3145946100 | 4044248 |

Odkryj naszą szeroką ofertę na
www.wavin.pl.



Zagospodarowanie wody deszczowej | Grzanie i chłodzenie | Dystrybucja wody i gazu
Systemy kanalizacji zewnętrznej i wewnętrznej | Rury osłonowe

Mexichem.
Building & Infrastructure

© 2018 Wavin Polska S.A.

Wavin Polska S.A. ciągle rozwija i doskonali swoje produkty, dlatego zastrzega sobie prawo do modyfikacji lub zmiany specyfikacji swoich wyrobów bez powiadamiania.

Wszystkie informacje zawarte w tej publikacji przygotowane zostały w dobrej wierze i w przeświadczeniu, że na dzień przekazania materiałów do druku są one aktualne i nie budzą zastrzeżeń.



CONNECT TO BETTER

Znajdziesz nas na:

