

**Systemy polietylenowe
PE 100, Safe Tech RCⁿ
i Wavin TS^{DOQ}®**

**Katalog
produktów**



#1
LIDER
rynku instalacji

DO BUDOWY SIECI WODOCIĄGOWYCH,
SIECI DYSTRYBUCYJNYCH GAZU,
SIECI KANALIZACJI CIŚNIENIOWEJ,
INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH



Solutions for Essentials

Spis treści

Wstęp	3
1. Wprowadzenie	4
2. Zastosowanie	4
3. Wytyczne do projektowania	6
4. Transport, przemieszczanie i składowanie na placu budowy	10
5. Montaż	11
6. Metody łączenia	22
7. Gięcie rur	35
8. Układanie rurociągów na podporach	35
9. Inspekcja i badania	36
10. Wytyczne do projektowania rurociągów gazowych	38
11. Próba ciśnieniowa rurociągów gazowych	39
12. Nomogramy doboru średnic rurociągów gazowych	40
13. Rury PE do systemów ciśnieniowych – przegląd portfolio	42
14. Zestawienie produktów	44
14.1. Rury PE do wody pitnej	44
14.2. Rury PE do gazu	48
14.3. Rury PE do kanalizacji	51

Zobacz nasz filmy na kanale YouTube



Wstęp

Wavin dostarcza skuteczne rozwiązania pozwalające zaspokajać kluczowe potrzeby życia codziennego: bezpieczną dystrybucję wody pitnej, przyjazne środowisku zagospodarowanie wody deszczowej i ścieków, energooszczędne ogrzewanie i chłodzenie budynków. Pozycja lidera w Europie, jak i obecność na ryn-

kach lokalnych, zobowiązanie do innowacyjności oraz wsparcie techniczne – wszystko to daje wymierne korzyści naszym klientom. Nieustannie spełniamy najwyższe standardy zrównoważonego rozwoju oraz gwarantujemy niezawodną logistykę, aby wspierać naszych klientów w osiągnięciu ich celów.

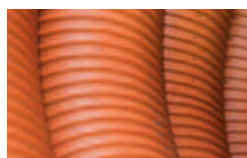
Najszersza oferta na rynku

Naszym celem jest dostarczenie klientom najwyższej jakości rozwiązań. Wieloletnie doświadczenie, dostęp do najnowocześniejszych technologii, innowacyjność oraz całkowite uwzględnienie potrzeb klientów pozwalają nam zaoferować niezawodne systemy.



Systemy kanalizacji zewnętrznej

- Kanalizacja grawitacyjna z rur gładkościennych PVC-u
- Kanalizacja grawitacyjna z rur dwuściennych PP Wavin X-Stream
- Kanalizacja ciśnieniowa PE



Systemy drenarskie PVC i PP

- Drenaż PVC-u
- Drenaż z rur dwuściennych PP Wavin X-Stream
- Geokompozyty drenażowe Wavin PACDRAIN



Studzienki kanalizacyjne

- Studzienki kanalizacyjne Tegra
- Studzienki monolityczne z PE
- Studzienki niewłazowe 425, 400 i 315
- Studzienki na indywidualne zamówienie



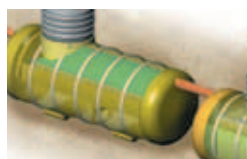
Systemy polietylenowe

- PE 100
- SafeTech RC[®]
- Wavin TS^{DOO}



Systemy bezwykopowej renowacji rurociągów

- Compact Pipe
- Shortlining KMR



Podczyszczanie, oczyszczanie ścieków deszczowych

- Separatory
- Osadniki wirowe Wavin Certaro



Oczyszczalnie ścieków

- Oczyszczalnie BioKem 6-90 RLM



Przepompownie

- Ścieków fekalnych
- Wód zanieczyszczonych



Systemy do retencji i rozsączania wód deszczowych

- Skrzynki retencyjno-rozsączające Wavin Q-Bic i Aquacell
- Zbiorniki retencyjne
- IT Sewer, Vertical IT



Regulatory przepływu

- Wavin Corso Orifice
- Wavin Corso Vortex
- Studzienka FRW z regulatorem przepływu



Systemy odwodnień

- System podciśnieniowego odwadniania dachów płaskich Wavin QuickStream
- System odwadniania wiaduktów i mostów HD-PE
- Odwodnienia liniowe



Systemy kanalizacji wewnętrznej

- Kanalizacja wewnętrzna PVC-u/PP
- Kanalizacja niskoszumowa Wavin SiTech
- Kanalizacja niskoszumowa Wavin AS
- Kanalizacja grawitacyjna HD-PE



Systemy instalacji sanitarnych i grzewczych

- Wavin Tigris
- Hep₂0
- Bor^{plus}
- Ekoplastik



Systemy ogrzewania płaszczyznowego

- Ogrzewanie podłogowe Wavin Tempower
- Ogrzewanie ścienne i sufitowe WW-10



Systemy rynnowe

- Rynna Kanion (PVC)
- Rynna Kanion STAL

1. Wprowadzenie

Systemy ciśnieniowe Wavin z rur polietylenowych sprawdziły się na całym świecie jako bardzo wydajne i optymalne pod względem kosztowym systemy do przesyłania wody i gazu oraz systemy kanalizacji ciśnieniowej.

Korzyści z zastosowania systemów polietylenowych:

- wysoka odporność na ścieranie i gładkość hydrauliczna obniżają koszty eksploatacyjne i gwarantują bezawaryjność systemu w całym okresie eksploatacji,
- mały ciężar w stosunku do materiałów tradycyjnych to niskie koszty transportu oraz ograniczone użycie sprzętu na placu budowy,
- duża odporność chemiczna na transportowane ścieki (pH = 2-12 zgodnie z PN-ISO 10358) pozwala na stosowanie również w instalacjach technologicznych i przemysłowych,
- duża elastyczność materiału ułatwia montaż w trudnych warunkach.

Oferta Wavin w zakresie ciśnieniowych systemów polietylenowych obejmuje:

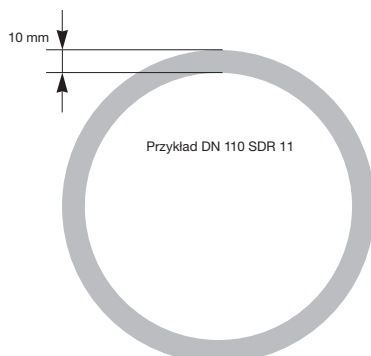
- rury PE 100,
- rury Safe Tech RCⁿ,
- rury Wavin TS^{DOQ}®,
- kształtki elektrooporowe Monoline,
- kształtki bosc do zgrzewania elektrooporowego i doczołowego,
- łączniki zakleszczające i elastyczne MULTI/JOINT 3000 PLUS,
- kształtki zaciskowe.

Szczegółowe informacje o kształtkach znajdują się w odrębnych katalogach:

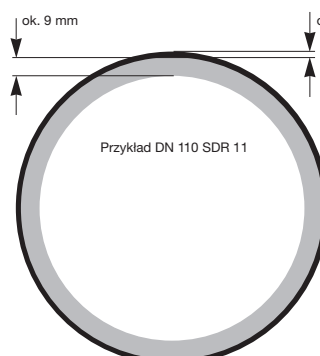
„Kształtki elektrooporowe i bosc do rur polietylenowych”,
„Kształtki zaciskowe do rur polietylenowych”.

2. Zastosowanie

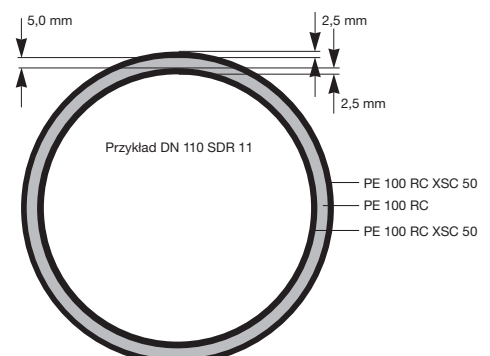
System rur	PE 100	SafeTech RC ⁿ	Wavin TS ^{DOQ} ®
Material	PE 100	PE 100 RC	XSC 50/PE 100 RC
Średnice nominalne w mm zgodnie z programem dostaw	25-630	90-450	32-630
SDR (zgodnie W 400-2)	11; 17 – woda; 17; 26 – ścieki; 11; 17,6 – gaz	11; 17	11; 17
Transportowane medium	woda pitna, gaz, ścieki, instalacje technologiczne	woda pitna, gaz, ścieki, instalacje technologiczne	woda pitna, gaz, ścieki, instalacje technologiczne
Budowa rury	rura lita	rura dwuwarstwowa, współwytłaczana lub lita	rura trójwarstwowa, współwytłaczana lub lita
Zwiększona odporność na powolną propagację pęknięć (SCR)	nie	tak	tak
Dopuszczalna głębokość zarysowań	<10% grubości ścianki	<10% grubości ścianki	<20% grubości ścianki
Podsypka i obsypka piaskowa	wymagana	niewymagana	niewymagana
Kontrola jakości	standardowa	standardowa	system jakości DOQ – zagwarantowane parametry dla każdej partii
Zgodność z PAS 1075	nie	tak	tak
Data wprowadzenia na polski rynek	1991	2009	2002
Trwałość	100 lat	100 lat	100 lat



Konstrukcja rury PE 100



Konstrukcja rury Safe Tech RCⁿ



Konstrukcja rury Wavin TS^{DOQ}®

Zalecenia stosowania

	Układanie tradycyjne w podsypce	Sliplining	Plużenie i układanie w wykopie wąskoprzestrzennym	Przewiert sterowany	Pipe bursting, splitting
PE 100	★★★★★	★★★☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
Safe Tech RC ⁿ	★★★★★	★★★☆☆	★★★☆☆	★★☆☆☆	☆☆☆☆☆
Wavin TS ^{DOQ}	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

★★★★★ wskazane bez zastrzeżeń

★★★☆☆ właściwe

★★☆☆☆ dopuszczalne

☆☆☆☆☆ niezalecane

Wavin TS^{DOQ} jest współwytłaczaną rurą, w której warstwy ochronne (zewnątrzna i wewnętrzna) wykonane są z niezwykle wytrzymałego tworzywa sztucznego PE 100 RC XSC 50. Warstwa środkowa produkowana jest z polietylenu klasy PE 100 RC. Dzięki właściwościom materiału XSC 50 (25% grubości ścianki) rura Wavin TS^{DOQ} nawet przy zewnętrznych uszkodzeniach (< 20% grubości ścianki) wykazuje ekstremalną odporność na skutki działania obciążeń.

Rury Wavin TS^{DOQ} mogą być układane tradycyjnie lub w gruncie rodzimym bez podsypki i obsypki piaskowej, natomiast w przewiercie sterowanym nie ma potrzeby stosowania rur osłonowych (odpowiednie zapisy w aprobatkach). Opis i zastosowanie rur Wavin TS^{DOQ} znajduje się w katalogu „Wavin TS^{DOQ} – katalog produktów”.

Safe Tech RCⁿ to dwuwarstwowe rury z polietylenu PE 100 RC, które mogą być instalowane bez podsypki i obsypki piaskowej. Posiadają wymiary standardowych rur PE i mogą być łączone przy zastosowaniu standardowych urządzeń i procedur zgrzewania doczołowego i elektrooporowego.

Rury PE 100 służą do tradycyjnego układania w wykopie otwartym na podsypce piaskowej i stosowane są od dziesięcioleci.

Zalety systemów polietylenowych Wavin:

- pozytywna opinia GIG – możliwość zastosowania na terenach eksploatacji górniczej do IV klasy szkód włącznie,
- możliwość stosowania w budownictwie drogowym,
- dedykowane specjalne oprogramowanie Wavin NET ułatwiające prace projektowe,
- oprogramowanie pozwalające na sprawdzenie wytrzymałości rur w zależności od różnych obciążeń statycznych i dynamicznych, co w efekcie skraca i ułatwia etap projektowania instalacji oraz gwarantuje bezpieczeństwo i trwałość sieci,
- bogata oferta kształtek:
 - elektrooporowych do zastosowań wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych,
 - bosych do zgrzewania elektrooporowego i doczołowego, do zastosowań wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych,

- łączników zakleszczających i elastycznych do łączenia rur z różnych materiałów oraz do ciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej
- zaciskowych do zastosowań wodociągowych i kanalizacyjnych.

Dodatkowe zalety Wavin TS^{DOQ}:

- ekstremalnie wysoka odporność na skutki nacięć i zarysowań, które mogą powstawać w wyniku bezwypokowego układania rur, potwierdzona przez niezależne, uznane instytuty badawcze, takie jak Hessel Ingenieurtechnik GmbH (Niemcy), Gastec (Holandia) i BECETEL (Belgia),

Wyniki w testach typu:

- a) test karbu (ang. notch test) – 8760 godzin,
 - b) test FNCT (ang. Full Notch Creep Test) – 8760 godzin,
 - c) test nacisku punktowego wg dr. Hessela – 8760 godzin.
- udokumentowany system zapewnienia jakości.

Wavin TS^{DOQ} to rury z możliwością zastosowania w każdych warunkach. Celem zagwarantowania wykonawcom i operatorom rurociągów niezbędnego bezpieczeństwa – jakość rury jest dokumentowana na każdym etapie jej produkcji – od surowców po dostawę rur na plac budowy. Rura Wavin TS^{DOQ} spełnia wymagania materiałowe zawarte w specyfikacji technicznej PAS 1075, znacznie je przewyższając. Dokument PAS 1075 przewiduje jedynie jedno badanie produktu w ciągu półroczna. Wavin kontroluje produkcję rur, testując każdą partię surowca. Niezależny instytut badawczy przeprowadza test FNCT o wartości $s > 8760$ godzin dla każdej partii (w specyfikacji PAS zakłada się wartość > 3300 godzin).

Rury Wavin TS^{DOQ} dostarczane są wraz z certyfikatem zgodnym z EN 10204-3.1 zawierającym wyniki badań dla każdej partii produkcyjnej. Zgodność ze specyfikacją PAS1075 potwierdzona jest certyfikatami DIN CERTCO.



Rury i kształtki wchodzące w skład systemów produkowane są w oparciu o następujące normy:

- dla zastosowań wodociągowych i kanalizacyjnych: **PN-EN 12201**. Systemy przewodów z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do ciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej. Polietylen (PE),
- dla sieci dystrybucyjnych gazu: **PN-EN 1555**. Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania paliw gazowych. Polietylen (PE).

Systemy ciśnieniowe z PE mogą być stosowane również w instalacjach technologicznych zgodnie z wymaganiami dyrektywy ciśnieniowej UE i normy **PN-EN ISO 15494 (U)**. Systemy prze-

wodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji przemysłowych. Polietylen (PE).

W przypadku zastosowania elementów systemu do instalacji przemysłowych wymagana jest konsultacja z Wavin Metalplast-Buk w celu oceny możliwości zastosowania w danej aplikacji.

Wyroby nieobjęte zakresem norm posiadają odpowiednie aprobaty techniczne. Ponadto wyroby przeznaczone do kontaktu z wodą pitną posiadają atesty higieniczne **PZH**.

Rury i kształtki z polietylenu do ciśnieniowego i beciśnieniowego odwodnienia i kanalizacji oraz osłony przewodów i kabli posiadają aprobatę **IBDiM** (Instytut Badawczy Dróg i Mostów) dopuszczającą do stosowania w drogownictwie.

3. Wytyczne do projektowania

Wymiary geometryczne rury (grubość ścianki, średnica rury) są powiązane z jej wytrzymałością na ciśnienie wewnętrzne (systemy ciśnieniowe) lub wytrzymałością na obciążenia zewnętrzne (systemy grawitacyjne). Stosunek średnicy zewnętrznej rury do grubości jej ścianki oznaczany jest skrótem SDR (ang. Standard Dimension Ratio).

Ciśnienie nominalne rur i kształtek w zależności od ich wymiarów geometrycznych (szeregu wymiarowego SDR) i rodzaju użytego materiału przedstawiono w Tabeli 1. Należy pamiętać, że ciśnienie nominalne **PN** określone jest dla **wody** o temperaturze **20°C** przy założeniu minimalnej trwałości wynoszącej **50 lat** i współczynnika bezpieczeństwa **c = 1,25**.

Właściwości fizyczne rur ciśnieniowych PE 100:

- gęstość – 960 kg/m³,
- wskaźnik szybkości płynięcia MFR (190°C; 5,0 kg) – 0,40 g/10 min,
- współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej **a** – 0,13 mm/m°C,
- ciepło właściwe **c_p** – 1,9 kJ/kg°C,
- współczynnik przewodności cieplnej przy 20°C – 0,38 W/m°C,
- wytrzymałość na rozciąganie na granicy plastyczności – 23 MPa,
- wydłużenie względne przy zerwaniu – >600%,
- twardość – 59 Shore D.

Tabela 1. Nominalne ciśnienia robocze dla sieci wodociągowych

Rodzaj materiału	Szereg wymiarowy SDR							
	SDR 26	SDR 21	SDR 17,6	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,5
PE 80	5,0 barów	6,3 bara	7,5 bara	8,0 barów	10,0 barów	12,5 bara	16,0 barów	20,0 barów
PE 100	6,0 barów	8,0 barów	9,5 bara	10,0 barów	12,5 bara	16,0 barów	20,0 barów	25,0 barów
Wavin TS^{DOQ}				10,0 barów		16,0 barów		
Safe Tech RCⁿ				10,0 barów		16,0 barów		

Uwaga: do rur używane są szeregi wymiarowe SDR 17,6 i SDR 17. Szereg wymiarowy SDR 17 stosowany jest do kształtek. Ogólnie, różnice wymiarowe pomiędzy elementami z szeregu wymiarowego SDR 17,6 i SDR 17 należy traktować jako pomijalne przy zgrzewaniu metodą doczołową i elektrooporową.

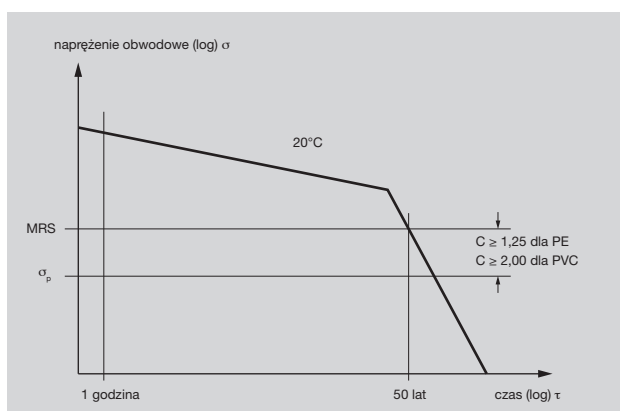
Tabela 2. Krótkotrwałe sztywności obwodowe SR rur produkowanych przez Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

Rury PE o litej ściance						
SDR		26	21	17	13,6	11
PN [bar] woda	PE 80	–	6,3	7,5	10	12,5
	PE 100	6	–	10	–	16
SR [kPa]		4	8	16	32	64

Punktem wyjściowym przy projektowaniu rur jest wytrzymałość materiału. Tworzywa termoplastyczne (np. polichlorek winylu – PVC, polietylen – PE) zmieniają swoją wytrzymałość wraz z upływem czasu (Rysunek 1).

W wyniku badań laboratoryjnych określa się, jaką wytrzymałość będzie miał materiał po upływie co najmniej 50 lat przy założeniu, że temperatura materiału nie będzie w tym czasie wyższa niż 20°C, a medium, z którym materiał cały czas będzie miał kontakt, to woda. Wyznaczoną w ten sposób wartość określamy jako

MRS – minimalną wymaganą wytrzymałość (ang. Minimum Required Strength).



Rysunek 1. Długotrwałe naprężenie od ciśnienia hydrostatycznego (krzywa regresji)

Właśnie ta wielkość, po podzieleniu jej przez wartość projektowego współczynnika bezpieczeństwa, informuje nas, jakie maksymalne naprężenia obwodowe mogą wystąpić w ściance rury na skutek działania ciśnienia przesyłanego medium.

Zastosowanie rur PE do transportu innych mediów niż woda i/lub o temperaturze wyższej niż 20°C może oznaczać skrócenie trwałości rurociągu. W takiej sytuacji należy również ocenić zmianę wartości współczynnika bezpieczeństwa – dla mediów agresywnych powinno się przyjmować wyższą wartość. Wzajemną zależność wymiarów geometrycznych rury, ciśnienia roboczego, współczynnika bezpieczeństwa i wytrzymałości materiału przedstawiają poniższe wzory:

$$\frac{MRS}{c} = \frac{P_{rob}(SDR - 1)}{20} \quad SDR = \frac{D_y}{e}$$

gdzie:

MRS – minimalna wymagana wytrzymałość materiału po 50 latach (dla PE 80 – MRS = 8,0 MPa; dla PE 100 – MRS = 10,0 MPa) [MPa],

c – projektowy współczynnik bezpieczeństwa [-],

P_{rob} – maksymalne ciśnienie robocze [bar],

D_y – nominalna średnica (zewnętrzna) rury [mm],

e – nominalna grubość ścianki [mm].

Maksymalne ciśnienia robocze (Maximum Operating Pressure) dla rur i kształtek przeznaczonych do budowy sieci dystrybucyjnych paliw gazowych uzależnione są od wartości przyjętego współczynnika bezpieczeństwa **c (min. c = 2,0)** przy założonej trwałości równej **50 latom** i temperaturze **20° C**. Dobór odpowiedniego typoszeregu rury wymaga zatem uwzględnienia ww. czynników.

Wzajemną relację naprężeń projektowych, maksymalnego ciśnienia i wymiarów geometrycznych rury przedstawia równanie (tzw. zadanie Lamégo):

$$(1) \quad \sigma_p = \frac{p \times D_y - e}{20 \times e}$$

gdzie:

σ_p – naprężenia projektowe w ściance rury [MPa],

p – ciśnienie nominalne [bar],

D_y – średnica zewnętrzna rury [mm],

e – grubość ścianki rury [mm].

Ponieważ poziomy ciśnien nominalnych i średnice rur (dla rur z tworzyw sztucznych to ich średnice zewnętrzne) są znormalizowane, to ze wzoru (1) można wyliczyć, jaką grubość ścianki powinna mieć rura należąca do danego typoszeregu:

$$(2) \quad e = \frac{y \times y_y}{y \times \sigma_y + e}$$

gdzie:

oznaczenia jak we wzorze (1).

Teoretycznie, jeżeli eksploatowana rura posiada właściwe wymiary geometryczne, ciśnienie robocze nie przekracza wartości nominalnej, temperatura rury (często odpowiadająca temperaturze transportowanego medium i temperaturze jej otoczenia) nie przekracza 20°C oraz nie oddziałują na rurę czynniki przyspieszające degradację polimeru (np. związki chemiczne, promieniowanie UV itd.), to jej trwałość przekroczy 50 lat.

W praktyce może być różnie. Jeżeli ciśnienie robocze jest dużo niższe od nominalnego i temperatura eksploatacyjna niższa od 20°C, to trwałość rury może wynieść nawet kilkaset lat. Jeżeli jednak parametry konstrukcyjne (np. grubość ścianki rury), eksploatacyjne (np. ciśnienie robocze) lub wytrzymałość samego materiału rury będą odbiegały od założeń projektowych, to dla takiego stanu awaryjnego założony projektowy współczynnik bezpieczeństwa może okazać się niewystarczający. Są to jednak przypadki, których można uniknąć, stosując wyroby o sprawdzonej jakości oraz właściwe techniki instalacyjne i eksploatacyjne.

Obliczenia hydrauliczne

Doboru hydraulicznego przewodów ciśnieniowych można dokonać za pomocą komputerowego programu obliczeniowego dostępnego na: www.wavin.pl.

Algorytm tego programu opiera się na znanej formule Colebrooka-White'a:

$$^{(3)} Q = -6,95 \times \log \left(\frac{0,74}{d \times \sqrt{d \times l} \times 10^6} + \frac{k}{3,71 \times d} \right) \times d^2 \times \sqrt{d \times l}$$

gdzie:

- Q – natężenie przepływu [m³/s],
- d – średnica wewnętrzna rury [m],
- l – spadek hydrauliczny (spadek linii ciśnień) [%],
- k – chropowatość bezwzględna przewodu [m]:
 - dla $\varnothing < 200$ mm k = 0,00001 m,
 - dla $\varnothing > 200$ mm k = 0,00005 m.

Krzywe określające przepływ oznaczone są nazwami handlowymi określającymi średnice zewnętrzne, ale wartości przepływów obliczane są dla średnic wewnętrznych. Umożliwiają to odczyt rzeczywistego przepływu bez potrzeby interpolacji wyników.

Z diagramu odczytujemy liniowy spadek ciśnienia dla danej rury. Wartości oporów miejscowych takich elementów, jak: łuki, zawory, zwężki, trójniki, wloty, wyloty itp., nie są brane do obliczeń.

Dla typowych projektów wodociągowych wartości te się pomija. W takim przypadku dodaje się 2-5% do wartości obliczonych strat liniowych rurociągu.

Dla projektów o większych prędkościach przepływu wody lub w przypadku, gdy powinny być uwzględnione straty ciśnienia na poszczególnych elementach, należy zastosować następujący wzór:

$$^{(4)} \Delta H = \zeta \times \frac{v^2}{2g}$$

gdzie:

- ΔH – strata ciśnienia [m słupa H₂O],
- ζ – współczynnik oporu miejscowego,
- v – prędkość przepływu [m/s],
- g – przyspieszenie ziemskie [g = 9,81 m/s²].

Jeżeli potrzebna jest wartość ζ naszego wyrobu, prosimy o kontakt.

Uderzenia wodne

Wielkość strumienia wody transportowanego przez system jest zmienna w czasie, co powoduje powstawanie fali ciśnienia. Może ona powodować tak wielkie wahania ciśnienia, że powstanie uderzenie wodne, o sile przewyższającej dopuszczalną wytrzymałość rury. W układach pompowych krytyczne zmiany w poziomie

strumienia wody mogą występować w przypadku np. awarii zasilania elektrycznego pomp, nagłej blokady, szybkiego zamknięcia zaworów. Jeżeli ma to miejsce w jednym końcu długiej nitki, to fala ciśnienia odbije się od drugiego końca i powracając do punktu swojego powstania, może spowodować zniszczenie rury, szczególnie jeżeli ten koniec jest całkowicie zamknięty, a podwyższone ciśnienie nie znajdzie ujścia. Ryzyko uderzeń wodnych może wymagać zainstalowania sprzętu minimalizującego ich występowanie, często także wymaga specjalnej obsługi instalacji. Istnieje obszerna literatura z tego zakresu. Kompleksowe informacje są przedstawione w metodach obliczeniowych, ale ich przywołanie jest skomplikowane i czasochłonne. Jednakże programy komputerowe pozwalają obecnie na rozwiązanie nawet najbardziej skomplikowanych problemów. Programy te zawierają informacje o charakterystyce pomp, wysokości ciśnienia, momencie obrotowym, zamknięciu zaworów itp. W rezultacie możliwe jest obliczenie np. wahań ciśnienia, zmiany szybkości przepływu strumienia, częstotliwości drgań, objętości powietrznej zaworów i zmian ciśnienia wzdłuż nitki wodociągu w funkcji czasu. Szybkie napełnianie rurociągu ciśnieniowego i wahania między masami powietrza wypełniającego rurociąg mogą również powodować gwałtowny wzrost ciśnienia. Dlatego też rurociągi powinny być tak projektowane, aby zapewnić ujście ciśnienia tam, gdzie jest to konieczne, oraz utrzymanie niewielkiej prędkości napełnienia. Szybkość fali ciśnienia zależy od materiału rury, grubości ścianki i rodzaju transportowanego płynu:

$$^{(5)} a = \sqrt{\frac{1}{B \times \rho} \frac{1}{1 + \frac{1}{B \times E} \times \frac{D_i}{e}}}$$

gdzie:

- a – prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia [m/s],
- B – współczynnik ściśliwości transportowanego płynu (dla wody o temp. 10°C: B = 487,8 × 10⁻¹²[Pa⁻¹]),
- ρ – gęstość płynu (dla wody: ρ = 1000 [kg/m³]),
- E – moduł Younga dla materiału rury (PE 100 = 1200),
- D_i – średnica wewnętrzna rury [mm],
- e – grubość ścianki rury [mm].

Biorąc pod uwagę, że:

$$^{(6)} SDR = \frac{D_y}{e}$$

gdzie:

- D_y – średnica zewnętrzna rury [mm],
 - e – grubość ścianki rury [mm],
- wzór (5) możemy przekształcić do postaci:

$$^{(7)} a = \sqrt{\frac{1}{B \times \rho} \frac{1}{1 + \frac{SDR - 2}{B \times E}}}$$

Następujące wartości prędkości fali ciśnienia a [m/s] mogą występować dla wody i ścieków w rurach PE 100 firmy Wavin:

SDR 26	a (m/s)	Klasa ciśnienia
11	321	PN 16
17	261	PN 10
26	212	PN 6

Wzrost ciśnienia wywołany uderzeniem wodnym można wyliczyć ze wzoru:

$$(8) \quad \Delta H = \frac{a \times \Delta v}{g}$$

gdzie:

ΔH – amplituda zmian ciśnienia wywołanego uderzeniem wodnym [m słupa wody],

e – prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia [m/s],

Δv – zmiana prędkości płynu [m/s],

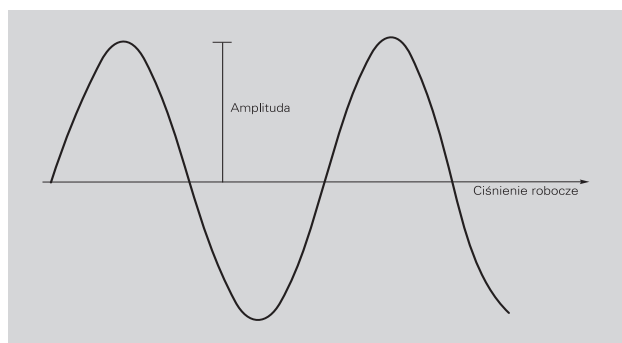
g – przyspieszenie ziemskie (9,81 [m/s²]).

Wszystkie znane materiały wykazują zmęczenia pod wpływem działania sił dynamicznych. Stopień zmęczenia materiału jest jego cechą indywidualną. Występowanie uderzeń wodnych powoduje skrócenie czasu eksploatacji rur. Wielkość tej redukcji zależy od charakterystyki oddziałujących sił, czyli od:

- czasu trwania wzrostu ciśnienia,
- maks. wartości wzrostu ciśnienia w porównaniu z poziomem średniego ciśnienia statycznego,
- okresu między kolejnymi wzrostami ciśnienia (częstotliwości) itd.

Dopuszczalne są następujące wartości wzrostu ciśnienia w przewodach wodociągowych:

- gdy wzrost ciśnienia pojawia się sporadycznie (próba ciśnienia, uszkodzenie zasilania itp.), dopuszczalne ciśnienie maks. może przewyższać nominalne ciśnienie o 50%,
- gdy wzrost ciśnienia pojawia się cyklicznie (maks. 106 razy w ciągu 50 lat), maks. dopuszczalne ciśnienie może być wyższe od ciśnienia nominalnego o 25%, ale amplituda ciśnienia nie może przekraczać 30% (patrz wykres poniżej).



Liniowa rozszerzalność termiczna rur z tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne mają stosunkowo wysoki współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej, co należy uwzględnić zwłaszcza przy układaniu rur z PE.

W przypadku długich odcinków, złożonych ze zgrzewanych rur PE, cały odcinek będzie się zachowywał jak jedna długa rura.

Wielkość wydłużenia można wyliczyć ze wzoru:

$$(9) \quad \Delta L = \Delta t \times L \times \alpha$$

gdzie:

ΔL – wielkość wydłużenia/skurczu [m],

Δt – $T_1 - T_2$ [°C],

T_1 – stabilna temperatura gruntu [°C],

T_2 – temperatura rury przy układaniu [°C],

L – długość przewodu [m],

α – współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej (PE 100 = $1,3 \times 10^{-4}$) [1/°C].

Przykład:

Odcinek rurociągu z PE 100 o długości 500 m, zgrzewany nad wykopem w letni dzień, może z powodu promieni słonecznych osiągnąć temperaturę 40°C. Po ułożeniu w wykopie i przysypaniu temperatura rury może w ciągu nocy spaść do 10°C. Z tych danych można wyliczyć:

$$\Delta L = (10 - 40) \times 500 \times 1,3 \times 10^{-4}$$

$$\Delta L = 1,95 \text{ m}$$

że następnego ranka ten odcinek przewodu będzie o 1,95 m krótszy.

Powstałą różnicę można wyrównać, układając przewód o 1,95 m dłuższy. Jeżeli jednak chodzi tu (tak jak w przykładzie) o przewód podziemny, to ziemia będzie w pewnym stopniu unieruchamiała rurę i rzeczywista zmiana długości (skurcz) będzie mniejsza. Najlepszym rozwiązaniem jest unieruchomienie przewodu na obu końcach. Wystąpią przez to naprężenia wzdłużne, lecz dopóki różnica temperatur wynosi mniej niż 70°C, nie spowoduje to uszkodzenia rury.

Wydłużenie rury nastąpi w przypadku, gdy jej temperatura podczas montażu będzie niższa od temperatury końcowej (stabilnej temperatury gruntu). Zwykle nie powoduje to jednak takich zakłóceń, jak w przypadku przedstawionym powyżej.

4. Transport, przemieszczanie i składowanie na placu budowy

4.1. Pakowanie rur

Produkowane przez Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o. rury z tworzyw sztucznych mogą być dostarczane w odcinkach prostych (sztangach) lub w odcinkach zwijanych (bądź to w samodzielne kręgi lub nawijane na bębny).

Rury PE o średnicy do 75 mm włącznie zwijane są w kręgi. Rury o średnicy 90 mm i 110 mm mogą być dostarczane w odcinkach prostych lub w odcinkach zwijanych w kręgi. Rury o średnicy 125 mm i większych standardowo dostarczane są w odcinkach prostych o długości 12 m, fabrycznie spakowane w wiązki

przy użyciu drewnianych ramek. Na specjalne zamówienie możliwe jest zwijanie w kręgi rur o średnicy do 160 mm włącznie – w przypadku zainteresowania należy skontaktować się z Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

UWAGA: należy zwrócić uwagę na zachowanie osobistego bezpieczeństwa podczas transportu, rozładunku i składowania rur, zwłaszcza kiedy warunki pogodowe nie są sprzyjające (jest mokro i zimno). Szczególną ostrożność należy zachować podczas rozwijania rur zwiniętych, ponieważ uwalniane są wówczas znaczne siły.

4.2. Transport rur

UWAGA: należy zwrócić uwagę na spełnienie krajowych i/lub lokalnych przepisów transportowych.

- Do transportu rur należy używać samochodów z równą i płaską podłogą skrzyni ładunkowej lub samochodów specjalistycznych. Podłoga musi być wolna od gwoździ i innych wypukłości.
- Na czas transportu rury należy skutecznie zabezpieczyć przed przesuwaniem się. Wszelkie wsporniki boczne muszą być płaskie i pozbawione ostrych krawędzi.
- Rury o największych średnicach należy układać na spodzie skrzyni ładunkowej.

- Rury nie powinny wystawać poza skrzynię ładunkową samochodu o więcej niż pięciokrotną wartość ich średnicy nominalnej DN, wyrażonej w metrach, lub na długości 2 m, zależnie od tego, która z tych wielkości jest mniejsza. Zalecenie to nie ma zastosowania podczas transportu rur zapakowanych w sztywne wiązki.
- Kiedy rury i/lub kształtki będą wymagały specjalnego transportu, klient zostanie poinformowany o procedurach, jakie należy zastosować.

4.3. Przemieszczanie rur

- Przy przemieszczaniu rur należy przedsięwziąć środki zapobiegające ich uszkodzeniu.
- Rury z tworzyw sztucznych mogą ulec uszkodzeniu na skutek kontaktu z obiektami o ostrych krawędziach lub wtedy, gdy spadają, są zrzucone lub przeciągane po ziemi.
- Do podnoszenia rur preferowane jest stosowanie lin i zawiesi z włókien (sztucznych lub naturalnych). Metalowe belki, zawieszki, haki lub łańcuchy, jeśli są używane nieprawidłowo, mogą

uszkodzić rurę. Przy załadunku lub rozładunku rur wózkiem widłowym powinny być stosowane wózki z gładkimi widłami. Należy zwrócić uwagę, aby podczas podnoszenia rury nie doszło do jej złamania.

- Odporność rur z tworzyw sztucznych na uderzenia zmniejsza się wraz ze spadkiem temperatury i w takich warunkach należy zachować zwiększoną ostrożność przy ich przemieszczaniu.

4.4. Składowanie rur

- Mimo że rury z tworzyw sztucznych są lekkie, trwale i elastyczne, podczas ich składowania należy przedsięwziąć rozsądne środki ostrożności.
- Rury należy składować na powierzchniach pozbawionych ostrych elementów, kamieni lub występow. Maksymalna wysokość składowania rur na placu budowy nie powinna przekraczać 1,5 m dla rur w opakowaniu fabrycznym i 1,0 m dla rur w odcinkach prostych składowanych luzem w przyzmacach.
- Kiedy dostarczone są rury w kręgach, można je składować w pozycji pionowej lub poziomo w stosie, układając kolejne

kręgi na sobie, by zapewnić rurom ochronę przed ekstremalnymi temperaturami.

Kręgi rur o średnicy nominalnej większej niż DN 90 powinny być składowane w pozycji pionowej w specjalnie zbudowanych do tego celu stojakach.

- Kiedy rury w prostych odcinkach składowane są w stojakach, to ich konstrukcja musi zapewniać odpowiednie podparcie, zapobiegając powstawaniu stałych odkształceń rur.
- Nie należy umieszczać rur w bezpośrednim sąsiedztwie paliw, rozpuszczalników, olejów, smarów, farb lub źródeł ciepła.

- Zalecany maksymalny czas składowania rur niezabezpieczonych przed oddziaływaniem światła słonecznego wynosi 1 rok. Stosowanie rur, dla których ten warunek został przekroczony, możliwe jest tylko po konsultacjach z producentem.
- W ekstremalnych warunkach klimatycznych może być konieczne określenie specjalnych wymagań w zakresie skła-

dowania rur. Należy w takim przypadku skontaktować się z Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

- Jeżeli rury dostarczane są w wiązkach lub innym opakowaniu, to taśmy i/lub opakowanie powinno się usuwać jak najpóźniej lub bezpośrednio przed ich instalacją.

5. Montaż

Norma wstępna PN-ENV 1046 odnosi się do instalacji w ziemi lub nad ziemię systemów przewodów rurowych z tworzyw sztucznych wykorzystywanych do ciśnieniowego lub grawitacyjnego transportu wody lub ścieków. Przeznaczona jest do stosowania dla rur o średnicy nominalnej do DN 3000 włącz-

nie. Wszędzie tam, gdzie w normie używane jest określenie „rura”, należy przyjmować, że odnosi się to również do kształtek i pozostałych elementów uzbrojenia rurociągu.

UWAGA: w przypadku rur Wavin TS^{DOQ}® i Safe Tech RCⁿ nie jest wymagane stosowanie podsypki i obsypki.

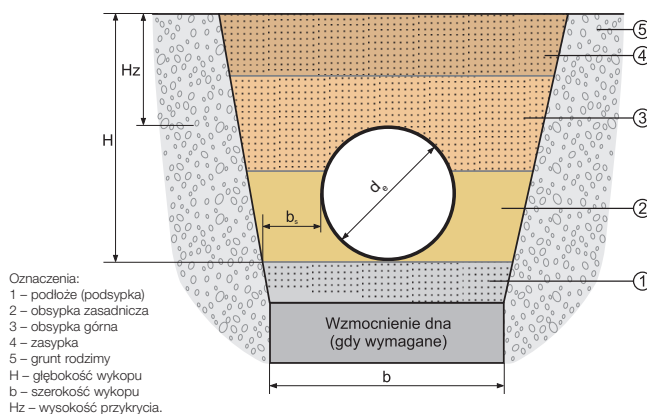
5.1. Terminologia i symbole

Na Rysunku 2. przedstawiono znaczenie i zakres określeń używanych w tym opracowaniu. Są one zgodne z normą PN-ENV 1046.

W niniejszej instrukcji i przywoływanej normie stosowane są następujące symbole:

b_s – poziomy luz między rurą lub kształtką a ścianą wykopu lub sąsiednią rurą lub kształtką,

d_e – średnica zewnętrzna rury (wartość średnia).



Rysunek 2. Przekrój przez wykop – terminologia

5.1.1. Zachowanie się rur elastycznych pod obciążeniem

Zachowanie się rury poddanej działaniu obciążenia zależy od tego, czy jest to rura sztywna czy elastyczna. Rury z tworzyw sztucznych są elastyczne. Obciążona rura elastyczna ugina się i wciska w otaczający ją materiał (np. gruntowy). Wywołuje to reakcję w otaczającym materiale, który w ten sposób reguluje ugięcie rury. Ostateczna wartość ugięcia jest efektem odpowiedniego doboru materiału i staranności wykonania podsypki i obsypki rury. Tak więc zachowanie się rur elastycznych pod obciążeniem zależne jest od właściwości podsypki i obsypki.

W przypadku rur sztywnych wszelkie obciążenia są przenieszone przez rurę samodzielnie i kiedy przekroczą one wartość krytyczną, rura pęka. W związku z tym normy dotyczące rur sztywnych zazwyczaj zawierają badania wytrzymałościowe, na podstawie których oznaczana jest wartość krytyczna obciąż-

zenia, a w oparciu o nią określana jest dopuszczalna wartość obciążeń nad zainstalowaną rurą.

W przeciwieństwie do rur sztywnych, rury elastyczne uginają się pod obciążeniem bez pęknięcia, a ugięcia te mogą osiągać znaczne wartości. Wielkość ugięcia rury ułożonej w gruncie zależy od właściwości otaczającego ją materiału i, w znacznie mniejszym stopniu, od sztywności obwodowej rury, ale nie od jej właściwości wytrzymałościowych. W związku z tym stosowanie w odniesieniu do rur z tworzyw sztucznych badań wytrzymałościowych i procedur projektowych właściwych dla rur sztywnych jest nieodpowiednie.

Rura elastyczna zainstalowana i obsypana gruntem ugina się. Wielkość ta jest nazywana ugięciem wstępnym. Następnie ugięcie rury powoli wzrasta, by osiągnąć ostateczną wartość

po pewnym czasie. Stosowanie procedur instalacyjnych szczegółowo przedstawionych w tej normie zapewni osiągnięcie minimalnych wartości ugięć rur – tak ugięcia wstępnego, jak i ugięcia

5.1.2. Dopuszczalne wartości ugięć

Istnieje kilka metod obliczeń wytrzymałościowych (patrz PN-EN 1295-1:2002), które mogą być wykorzystywane do określenia ugięcia rury poddanej działaniu obciążenia. O ile istnieje podstawowa zgodność między tymi metodami, to dla tych samych warunków początkowych nie dają one takich samych wyników. Uzyskiwane wartości są zazwyczaj spodziewanymi średnimi wartościami ugięć.

Rury wykonane z różnych materiałów mają różne dopuszczalne wartości ugięć. Przyjmowanych wartości maksymalnych dopuszczalnych ugięć początkowych i końcowych należy

szukać w odpowiednich normach systemowych. Jeżeli zalecenia tej normy będą stosowane, to należy oczekiwać, że ugięcia rur będą mniejsze od wartości dopuszczalnych określonych w odpowiednich normach systemowych.

Kiedy można spodziewać się, że produkt spełniający wymagania normy systemowej może być dostarczony z odkształceniami, np. rury dostarczane w zwojach, to fakt ten trzeba uwzględnić. Do średniej wartości spodziewanego ugięcia rury należy dodać wielkość tego odkształcenia.

5.1.3. Rozważania projektowe

5.1.3.1. Postanowienia ogólne

Istotne jest, jeszcze przed rozpoczęciem prac, określenie warunków gruntowych, które wpływają na konstrukcję wykopu i montaż rurociągu. Grunt rodzimy i materiał obsypki należy klasyfikować zgodnie z Tabelą 3. i 4.

UWAGA: klasyfikacja wskazuje również zakres materiałów gruntowych nadających się do wykonania obsypki, dzięki czemu konieczność wymiany gruntu może być zminimalizowana. Grunty rodzime spełniające wymagania określone w punkcie 5.1.6.3. i należące do grupy 1, 2, 3 lub 4 nadają się do wykonania strefy ułożenia rurociągu. Jeżeli planowana jest wymiana gruntu, to sugerowane jest stosowanie materiału należącego do grupy 1 lub 2.

Tabela 3. Klasyfikacja gruntów i ich przydatność do zastosowania w robotach ziemnych (skrót)

Rodzaj gruntu	Grupa gruntów zgodnie z PN-ENV 1046		
	Nr grupy		Możliwość wykorzystania jako obsypki i zasypki
Sypkie	1	gruboziarniste żwiry, pospółki, piaski	TAK
	2	średnio- i drobnoziarniste żwiry, pospółki, piaski	TAK
	3	ilaste lub gliniaste żwiry i piaski	TAK
Spoiste	4	iłły, piaski gliniaste, glina nieorganiczna	TAK
Organiczne	5	grunt z dodatkiem humusu, il lub glina z domieszkami organicznymi	NIE
	6	torfy i muły	NIE

Tabela 4. Klasy zagęszczania gruntów – terminologia i zależności

Opis	Wskaźnik zagęszczenia			
Standardowa skala Proctora ¹⁾ [%]	≤ 80	81-90	91-94	95-100
Numer sita Blow	0-10	11-30	31-50	> 50
Oczekiwane stopnie konsolidacji gruntów osiągane w klasach zagęszczenia zdefiniowane w tej normie	Niska (N)		Średnia (M)	
	Wysoka (W)			
Grunt sypki	luźny	średnio zagęszczony	zagęszczony	mocno zagęszczony
Grunt spoisty i organiczny	miękki	zwały	sztwały	twardy

¹⁾ Określone zgodnie z DIN 18127.

UWAGA: Tabela 4. ma służyć pomocą w interpretacji opisów stosowanych w różnych opracowaniach w odniesieniu do klas zagęszczania gruntów używanych w tej normie.

W przypadkach, gdy nie są dostępne szczegółowe informacje na temat gruntu rodzimego, zazwyczaj przyjmuje się, że posiada on stopień zagęszczenia odpowiadający 91-97% wg standardowej metody Proctora (SPD).

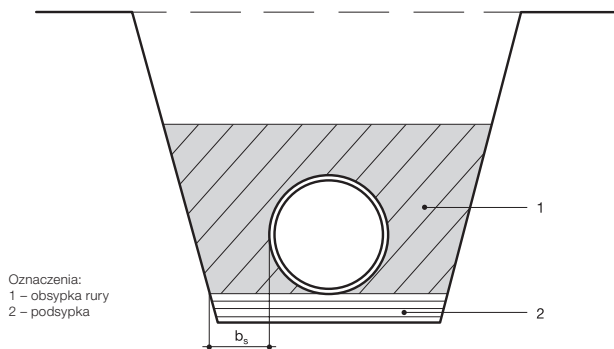
5.1.3.2. Sposoby układania rur w wykopie

Dwa najczęściej stosowane sposoby układania rur z tworzyw sztucznych to: wykonanie całości obsypki rury z tego samego materiału (patrz Rysunek 3.) lub podzielenie obsypki rury na dwie warstwy, z których każda może być wykonana z innego materiału lub zagęszczona w innym stopniu (patrz Rysunek 4.). Podział obsypki rury stosowany jest praktycznie tylko w przypadku rur o średnicy nominalnej większej niż DN 600.

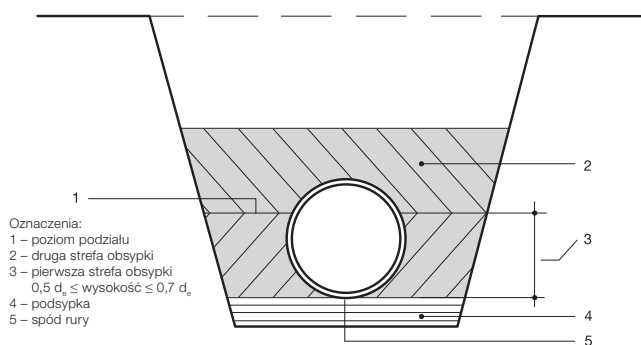
W przypadku wykonywania obsypki dzielonej ważne jest, aby granica podziału warstw przebiegała na wysokości od 50 do 70% średnicy rury powyżej podsypki (patrz Rysunek 4.). Ma to na celu zapobieżenie powstawaniu dużych naprężeń/odkształceń na granicy styku obu warstw podczas uginania się rury.

Aby w przypadku wykonywania obsypki dzielonej zapewnić ten sam stopień wsparcia rury, jak ma to miejsce w przypadku obsypki niedzielonej, należy stosować się do następujących zasad:

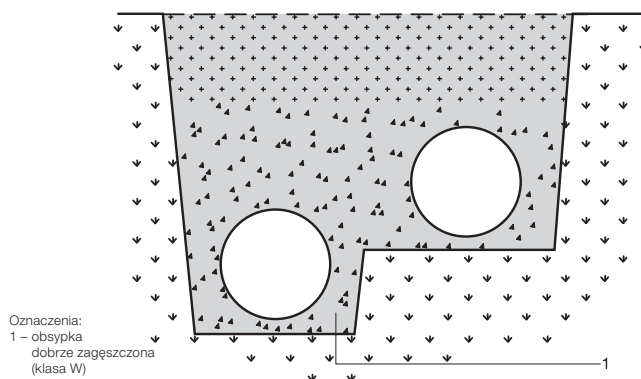
- pierwsza strefa obsypki dzielonej (patrz Rysunek 4.) powinna być co najmniej o jeden stopień sztywniejsza od obsypki niedzielonej, przy czym przez stopień sztywności należy rozumieć efekt kombinacji grupy materiału i klasy jego zagęszczenia. Tak więc zwiększenie o jeden stopień sztywności obsypki może być uzyskane bądź to przez zastosowanie wyższej klasy zagęszczenia, bądź w wyniku zastosowania materiału z wyższej grupy (patrz Tabela 7). Na przykład, jeżeli wykonanie obsypki dzielonej wymagałoby zastosowania materiału z grupy 2 zagęszczonego umiarkowanie (klasa M), to do wykonania pierwszej warstwy obsypki dzielonej można by zastosować materiał z grupy 2 zagęszczony dokładnie (klasa W) lub materiał z grupy 1 zagęszczony umiarkowanie (klasa M);
- druga strefa obsypki dzielonej (patrz Rysunek 4.) może być do dwóch stopni mniej sztywna od obsypki niedzielonej. Należy jednak przy tym zwrócić uwagę, aby całkowita różnica sztywności obu warstw nie przekraczała dwóch stopni. Można to uzyskać poprzez zmianę grupy materiału i/lub klasy jego zagęszczenia. Najniższy dopuszczalny stopień sztywności obsypki uzyskuje się w przypadku zastosowania niezagęszczonego materiału z grupy 4. Dla przykładu przedstawionego w punkcie a) powyższe wymagania byłyby spełnione poprzez zastosowanie do wykonania drugiej warstwy obsypki niezagęszczonego materiału z grupy 2 (jeden stopień mniej) lub umiarkowanie zagęszczonego materiału z grupy 3 (dwa stopnie mniej), lub niezagęszczonego materiału z grupy 3 (trzy stopnie mniej). Ostatniej opcji nie można jednak zastosować ze względu na przekroczenie dopuszczalnych dwóch stopni różnicy między sztywnością warstwy pierwszej i drugiej.



Rysunek 3. Wykop z obsypką niedzieloną



Rysunek 4. Wykop z obsypką dzieloną



Rysunek 5. Równoległe układanie rur w wykopie schodkowym

5.1.3.3. Równoległe układanie rurociągów

Odstęp między rurociągami układanymi równoległe we wspólnym wykopie powinien być na tyle duży, aby możliwe było zagęszczenie obsypki między rurami sprzętem do zagęszczenia, o ile taki sprzęt jest wykorzystywany. Praktycznie przyjmuje się, że największa szerokość płyty roboczej urządzenia do zagęszczenia powiększona o co najmniej 150 mm jest wystarczającą odległością między rurami.

Obsypka między rurami powinna być zagęszczana do tej samej klasy zagęszczenia, co obsypka między rurą a ścianą wykopu.

W przypadku równoległego układania rurociągów w wykopie stopniowym (schodkowym) – patrz Rysunek 5. – materiał stosowany na obsypkę powinien być materiałem sypkim, a sama obsypka powinna być zagęszczana do najwyższej klasy W.

5.1.4. Konstrukcja wykopu

5.1.4.1. Bezpieczeństwo

Wszelkie roboty w wykopach prowadzone są w warunkach potencjalnego zagrożenia dla zdrowia i życia.

Ze względu na bezpieczeństwo osób pracujących w wykopie ściany wykopu powinny być zabezpieczone odpowiednimi szalunkami, ściankami lub posiadać odpowiednie nachylenia. Należy przedsięwziąć wszelkie środki ostrożności, aby podczas prac w wykopie zapobiec wpadaniu do jego wnętrza jakichkolwiek elementów lub osuwaniu się zabezpieczeń ścian na skutek niewłaściwego ustawienia lub przemieszczania się maszyn lub urządzeń w bezpośrednim sąsiedztwie wykopu.

Urobek powinien być odkładany na odległość nie mniejszą niż 0,5 m od krawędzi wykopu, a bliskość i wysokość odkładu nie powinny narażać na niebezpieczeństwo stabilności wykopu.

UWAGA: należy stosować odpowiednie przepisy BHP.

5.1.4.2. Szerokość wykopu

Szerokość wykopu na wysokości osi układanej rury nie musi być większa niż jest to konieczne dla prawidłowego łączenia rur w wykopie i zagęszczania obsypki w obrębie styku rury z podsypką. Typowe wartości b_s (patrz Rysunek 2. i 3.) podano w Tabeli 5.

Tabela 5. Typowe wartości b_s

Średnica nominalna DN	b_s [mm]
DN ≤ 300	200
300 < DN ≤ 900	300
900 < DN ≤ 1600	400
1600 < DN ≤ 2400	600
2400 < DN ≤ 3000	900

Szersze wykopy mogą być konieczne dla instalacji rurociągów prowadzonych np. na relatywnie dużych głębokościach lub w niestabilnych gruntach rodzimych. Węższe wykopy mogą być stosowane w tych przypadkach, gdzie technologia układania rurociągu ogranicza lub wręcz eliminuje dostęp człowieka (np. układanie wąskowykopowe).

5.1.4.3. Głębokość wykopu

Głębokość wykopów należy ustalić na podstawie projektu rurociągu, jego przeznaczenia (tj. rodzaju i sposobu transportu medium), właściwości i rozmiaru rur oraz warunków lokalnych, takich jak właściwości gruntu i kombinacja obciążeń statycznych i dynamicznych.

Ogólnie należy zwrócić uwagę, aby wysokość przykrycia rurociągów układanych w terenie z ruchem kołowym była nie mniejsza niż 600 mm, choć płytsze posadowienia są dopuszczalne, o ile wynika to z projektu.

Przy określaniu głębokości wykopu należy uwzględnić wysokość podsypki pod rurę.

W gruntach z wysokim poziomem wód gruntowych należy stosować na tyle duże przykrycie rurociągu, aby nie doszło do jego przemieszczenia wskutek działania siły wyporu. Nie jest wskazane wykonywanie wykopu w tempie szybszym niż montaż rur. Zasypywanie rur powinno następować zaraz po ich ułożeniu w wykopie. W przypadku występowania mrozu należy zabezpieczyć dno wykopu tak, aby pod zasypywaną rurą nie pozostała przemarznięta warstwa gruntu.

5.1.4.4. Dno wykopu

5.1.4.4.1. Powierzchnia podsypki dolnej

Powierzchnia podsypki dolnej (patrz Rysunek 2.) winna być równa, ciągła i wolna od cząstek o rozmiarach większych niż ten, jaki określono w Tabeli 6. stosownie do średnicy układanej rury.

5.1.4.4.2. Pogłębianie wykopu

Tam, gdzie występują skały i większe kamienie lub w gruntach twardych, należy dno wykopu pogłębić.

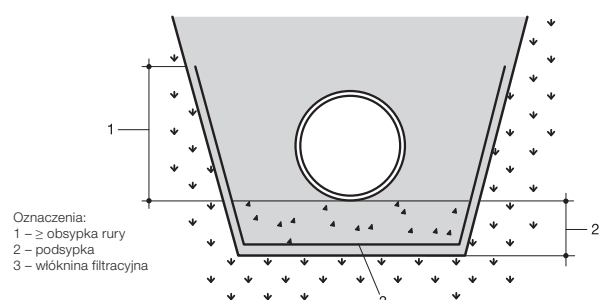
Podczas wykonywania wykopów może zdarzyć się, że na wysokości dna pojawi się kurzawka, grunt organiczny lub taki grunt, który wykazuje zmiany objętości wraz ze zmianą wilgotności. W takich przypadkach inżynier robót może zdecydować o kontynuacji prac i zastosowaniu odpowiedniego fundamentowania. Każdy taki przypadek powinien być oceniany indywidualnie i na bieżąco, po czym należy określić stopień pogłębienia wykopu i rodzaj materiału, jaki powinien być użyty do wykonania podbudowy.

W przypadkach, gdy stosowane jest pogłębianie wykopu, włączając w to incydentalne przypadki konieczności pogłębienia wykopów podczas prowadzenia prac ziemnych, zalecane jest stosowanie do wykonania podbudowy tego samego rodzaju materiału, co do wykonania pierwszej warstwy obsypki rury, i dokładne jego zagęszczenie w klasie W (patrz: punkt 5.1.6.3.).

Materiał zastosowany do wykonania wzmocnienia dna wykopu powinien być zagęszczony równomiernie, zgodnie z punktami 5.1.6.2. i 5.1.6.3.

5.1.4.4.3. Warunki specyficzne

Kiedy spodziewane jest osiadanie gruntu, jak ma to miejsce w przypadku, gdy rurociąg przechodzi przez strefę zmian



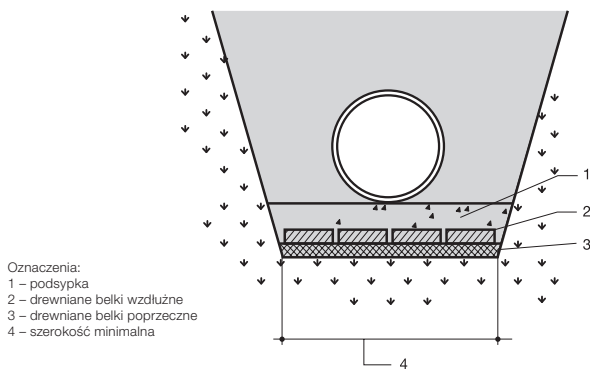
Rysunek 6. Zabezpieczenie przed migracją cząstek gruntu

rodzaju gruntu, wówczas odpowiednim rozwiązaniem może być zastosowanie materiałów geotekstylnych, tak jak to przedstawiono na Rysunku 8. Jeśli jednak spodziewane są przemieszczenia gruntu w większej skali, to rozwiązanie takie może okazać się nieskuteczne. W takich przypadkach zalecane jest zasięgnięcie opinii eksperta.

Do sytuacji nietypowych, jakie mogą wystąpić podczas układania rurociągów, zaliczyć można pojawienie się na dnie wykopu wody stojącej lub płynącej lub wykazywanie przez ściany wykopu tendencji do płynięcia. W takich przypadkach, dopóki rurociąg nie zostanie ułożony, a następnie wykop wypełniony do wysokości zabezpieczającej go przed wypłynięciem lub osuwaniem się ścian, wodę można usuwać poprzez zastosowanie studni depresyjnych, drenażu wykopu lub igłofiltrów. Materiał zastosowany do wykonania obsypki, podsypki i podbudowy wykopu powinien być tego rodzaju, aby po podniesieniu się poziomu wód gruntowych drobne cząstki z tych obszarów nie migrowały do gruntów sąsiednich stanowiących ściany i dno wykopu, a materiał z dna i ścian wykopu nie migrował do tych obszarów. Wszelka migracja lub ruchy drobin gruntu z jednego obszaru do drugiego mogą skutkować utratą nośności podbudowy lub istotnym spadkiem parcia bocznego gruntu na ścianki rury, lub wystąpieniem obu tych zjawisk jednocześnie. Migracji drobin gruntu można zapobiec, stosując odpowiednie włókniny filtracyjne, jak pokazano na Rysunku 6.

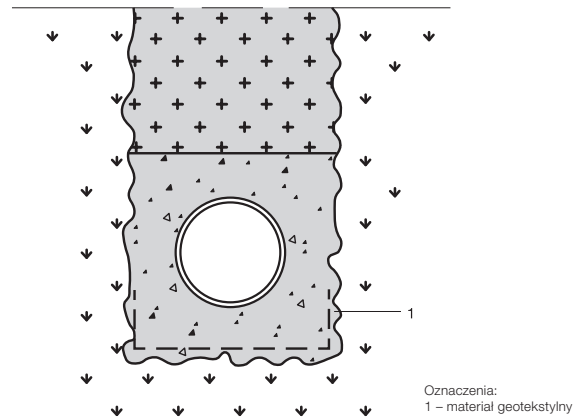
Jeżeli płyty włókniny filtracyjnej są ze sobą zgrzewane, to należy stosować zakład minimum 0,3 m. Kiedy zgrzewanie nie jest stosowane, to zakład powinien wynosić co najmniej 0,5 m.

Kiedy grunt jest słabonośny lub miękki na tyle, że wykonywanie w wykopie prac przez robotników nie jest bezpieczne, to przed wykonaniem podsypki może być niezbędne wykonanie wzmocnienia dna wykopu. Można w tym celu wykorzystać konstrukcje drewniane (patrz Rysunek 7), beton zbrojony lub materiały geotekstylne. Jeżeli wody gruntowe mogłyby podnosić się do poziomu konstrukcji drewnianej, to zalecane jest jej zaimpregnowanie (patrz odpowiednie normy).

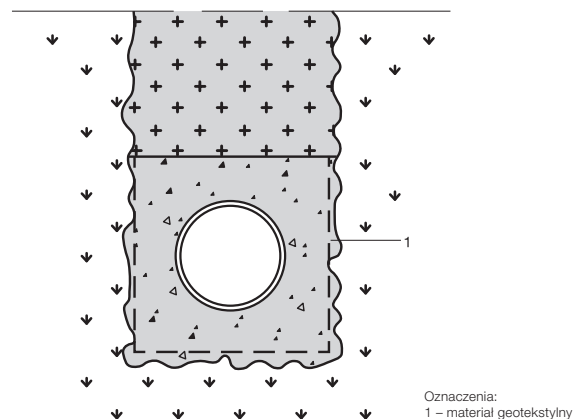


Rysunek 7. Wzmocnienie dna wykopu konstrukcją drewnianą

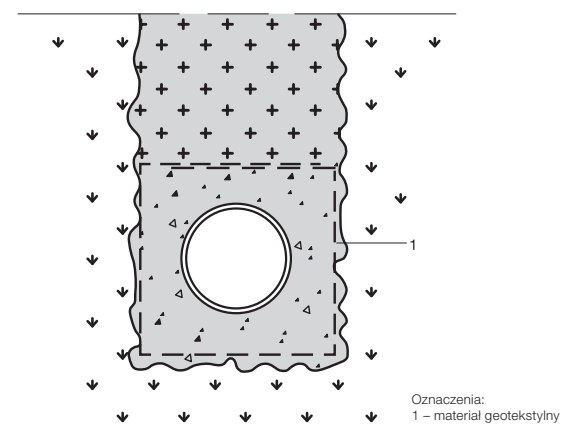
Typowe zastosowania materiałów geotekstylnych pokazano na Rysunkach 8.-11.



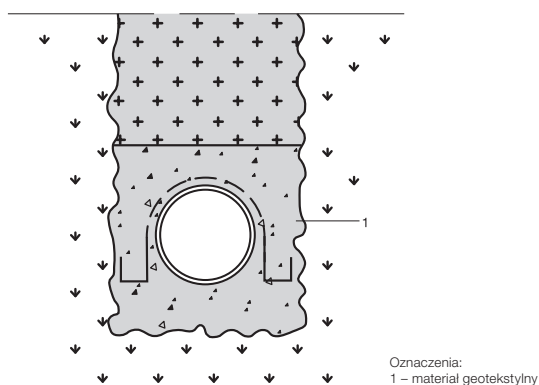
Rysunek 8. Materiał geotekstylny redukujący nierównomierność osiadania w strefie przejściowej gruntów



Rysunek 9. Materiał geotekstylny zapewniający wsparcie i częściową osłonę strefie ochronnej rury



Rysunek 10. Materiał geotekstylny zapewniający wsparcie i całkowitą osłonę strefie ochronnej rury



Rysunek 11. Materiał geotekstylny jako zabezpieczenie rurociągu przed wypłynięciem

W przypadku układania wodociągów lub przewodów kanalizacyjnych na głębokościach, na których rurociągi te pozostają w strefie przemarzania gruntu, należy zabezpieczyć je, stosując odpowiednią izolację termiczną.

Izolacja termiczna powinna być wykonana ze styropianu lub innego materiału izolacyjnego skutecznie chroniącego przed wnikaniem wilgoci, w sposób przedstawiony na Rysunku 12.

Wybór konkretnego rozwiązania izolacji termicznej rurociągu spośród przedstawionych na Rysunku 12. powinien uwzględniać podatność gruntu rodzimego i materiału zastosowanego do wykonania obsypki na przemarzanie.

5.1.4.4.4. Podsyпка

Rurociąg musi być ułożony na podsypce, która zapewni mu jednorodne podparcie na całej długości. Aby spełniła ona tę funkcję, powinna mieć średnio od 100 mm do 150 mm grubości, ale nie mniej niż 50 mm.

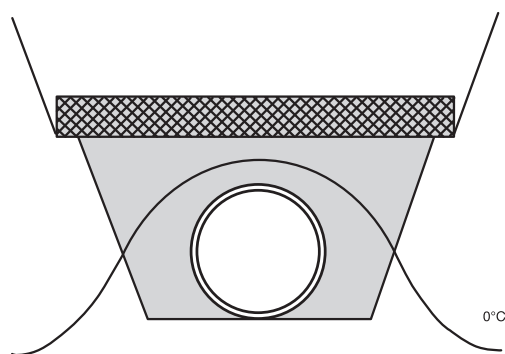
Do jej wykonania powinien być użyty materiał sypki, np. żwir, piasek lub kamień łamany, który spełnia warunki określone w punkcie 5.1.6.3.

Materiał podsypki należy rozgarnąć równo na całej szerokości wykopu i wyrównać odpowiednio z wymaganym spadkiem rurociągu. Podsypki nie wolno zagęszczać.

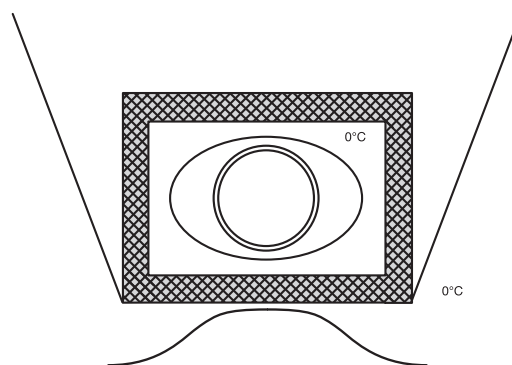
W przypadku jednorodnego, względnie miękkiego gruntu o drobnym uziarnieniu, w którym nie występują większe kamienie lub inne twarde obiekty i w którym dno wykopu można łatwo uformować w sposób zapewniający równomierne podparcie rur na całej długości, rurociągi o średnicach nie większych niż DN 700 po odpowiednim przygotowaniu dna wykopu mogą być układane bez stosowania podsypki.

5.1.4.4.5. Przygotowywanie połączeń

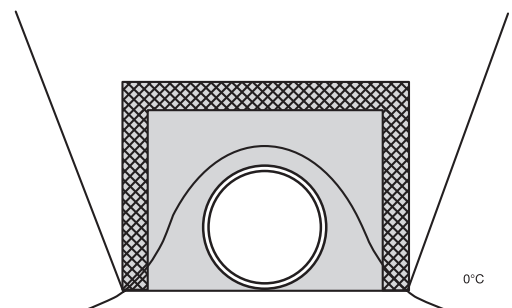
Przy wykonywaniu połączeń kołnierzowych (np. łączeniu rury PE z armaturą) dla właściwego wykonania połączenia i uniknięcia przenoszenia ciężaru rury na połączenie należy wykonać pod nim zagłębienie. Nie powinno ono być większe niż trzeba do właściwego wykonania połączenia. Po wykonaniu połączenia zagłębienie należy ostrożnie wypełnić materiałem podsypki i zagęścić tak, aby zapewnić równomierne podparcie rurociągu na całej jego długości.



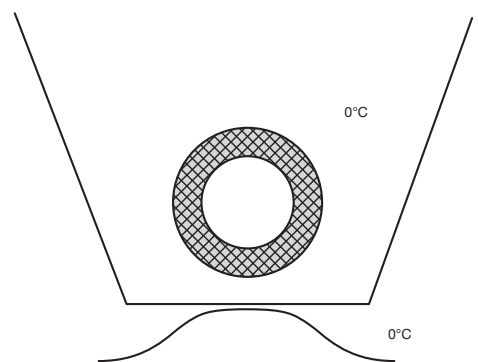
a) izolacja termiczna w gruntach gliniastych i ilastych



b) izolacja termiczna w gruntach sypkich przy głębokiej penetracji niskich temperatur



c) izolacja termiczna dla płytkich wykopów



d) izolacja termiczna z wykorzystaniem prefabrykowanych otulin styropianowych

Rysunek 12. Przykładowe rozwiązania izolacji termicznej rurociągów ułożonych w gruncie

5.1.5. Montaż rurociągu, procedury i nadzór

5.1.5.1. Obchodzenie się z rurami

Rury na placu budowy należy składować i przemieszczać tak, aby nie były narażone na uszkodzenie. Przed zamontowaniem każdą rurę należy dokładnie sprawdzić, zwłaszcza w obrębie łączonych powierzchni, aby wyeliminować ewentualne uszkodzenia. Zaleca się również sprawdzać drożność rury i ewentualnie, czy nie jest ona zanieczyszczona.

5.1.5.2. Układanie rur

Rury należy układać na dnie wykopu w ten sposób, aby leżały równo podparte na podsypce na całej swej długości. Należy zezwolić na ruchy termiczne rur, zwłaszcza kiedy prace prowadzone są w ekstremalnych warunkach pogodowych. Rury należy łączyć zgodnie z zaleceniami ich producenta.

5.1.5.3. Zmiany kierunku trasy rurociągu

Zmiany kierunku rurociągów polietylenowych mogą być realizowane za pomocą kształtek lub poprzez gięcie rur na zimno zgodnie z punktem 7.1.

5.1.5.4. Łączenie z konstrukcjami sztywnymi

Kiedy rurociąg wchodzi do konstrukcji lub z niej wychodzi, takich jak budynki, studnie kanalizacyjne czy bloki oporowe, należy brać pod uwagę tolerancję dla różnic osiadania. Typowe połączenia rurociągów z konstrukcjami sztywnymi przedstawiono na rysunkach 13-16. Możliwość stosowania tych rozwiązań należy skonfrontować z odpowiednimi przepisami krajowymi i/lub lokalnymi. Jeżeli w systemie rurowym wykorzystywane są połączenia elastyczne, to powinny być one lokalizowane w miejscach tak, jak przedstawiono to na Rysunku 13 i 14. Niektóre materiały, takie jak np. polietylen, są wystarczająco elastyczne, by tolerować występujące przemieszczenia i mogą być łączone ze sztywnymi konstrukcjami w sposób przedstawiony na Rysunku 15.

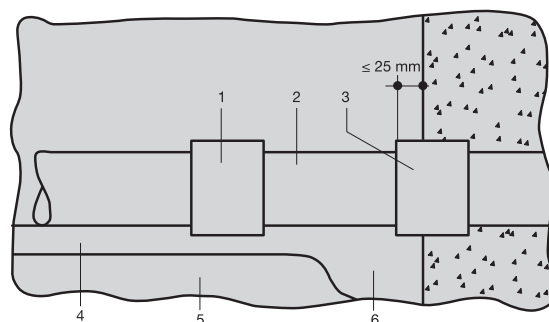
Kiedy złączka lub kielich zalewane są w betonie, jak przedstawiono to na Rysunku 13., to należy zabezpieczyć je przed nadmierną owalizacją, tak aby późniejszy montaż połączenia przebiegał możliwie łatwo.

Dla połączeń wykonywanych zgodnie z Rysunkiem 14. połączenie elastyczne musi znajdować się w odległości L równej 400 mm lub $0,5 \times d_p$, zależnie od tego, która z tych wielkości jest większa.

UWAGA 1: guma owinięta na rurze w miejscu jej styku z betonem może zmniejszać naprężenia wywołane wydłużeniem termicznym, ścinaniem i/lub momentem gnącym. Szczególnie ważne w przypadku rurociągów ciśnieniowych jest ograniczanie sił tnących i nieciągłości rozkładu naprężeń.

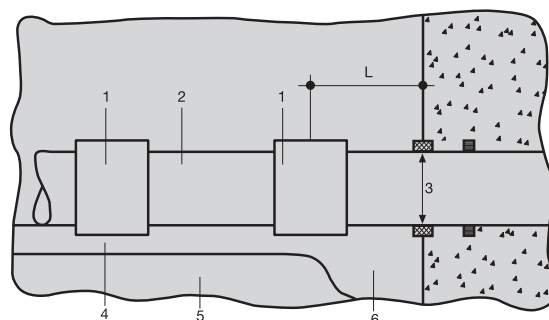
UWAGA 2: aby zminimalizować naprężenia od sił tnących i momentów gnących, rurom wystającym ze sztywnych konstrukcji należy zapewnić skuteczne podparcie na podsypce.

Przy wykonywaniu połączeń z rurami o małej elastyczności (np. rura stalowa) przy wykorzystaniu połączeń sztywnych (np. kolnierzowych) należy zastosować rurę ochronną, której zadaniem jest zmniejszenie momentów gnących i sił tnących działających na rurę w wyniku różnic w osiadaniu tejże rury i konstrukcji sztywnej (patrz rysunek 16).



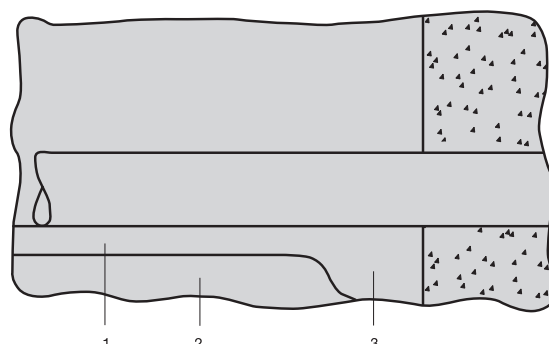
Oznaczenia:
1 – połączenie elastyczne
2 – krótki odcinek rury: maks. 2 m; min. 1 m
3 – guma
4 – podsypka
5 – grunt rodzimy
6 – dobrze zagęszczony materiał (klasa W)

Rysunek 13. Połączenie – typ 1



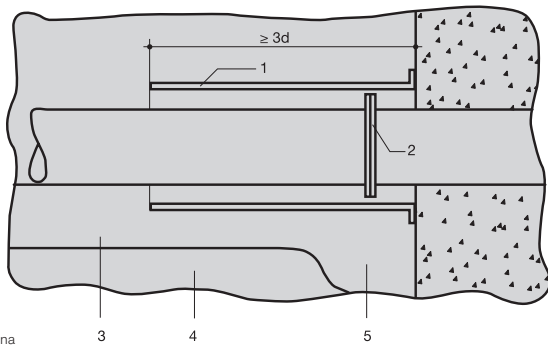
Oznaczenia:
1 – połączenie elastyczne
2 – krótki odcinek rury: maks. 2 m; min. 1 m
3 – połączenie elastyczne osadzone w konstrukcji
4 – podsypka
5 – grunt rodzimy
6 – dobrze zagęszczony materiał (klasa W)

Rysunek 14. Połączenie – typ 2



Oznaczenia:
1 – podsypka
2 – grunt rodzimy
3 – dobrze zagęszczony materiał (klasa W)

Rysunek 15. Połączenie – typ 3



Oznaczenia:
 1 – rura ochronna
 2 – połączenie sztywne
 3 – podsyпка
 4 – grunt rodzimy
 5 – dobrze zagęszczony materiał (klasa W)

Rysunek 16. Połączenie – typ 4

5.1.5.5. Przejścia szczelne

Szczelne przejścia rurociągów (np. przez ścianę zbiornika, rurę ochronną itd.) mogą być wykonywane jako przesuwne, gdzie zachodzi możliwość przemieszczania się rury względem uszczelnienia, lub jako nieprzesuwne, gdzie na rurociągu montowany jest punkt stały z uszczelnieniem.

W przypadku rurociągów z połączeniami nieprzenoszącymi sił wzdłużnych (np. połączenia kielichowe) wystarczające jest stosowanie rozwiązań przesuwnych. Uszczelnienie może być wykonane za pomocą elastomerowej manszety, kołnierza

5.1.6. Obsypka

5.1.6.1. Postanowienia ogólne

W przypadku realizacji prac instalacyjnych zgodnie z Rysunkiem 3. lub 4., Tabelą 1. lub 2. obsypka powinna być wykonywana zgodnie z punktami od 5.1.6.2. do 5.1.6.4. włącznie.

5.1.6.2. Procedura podstawowa

Materiał obsypki należy rozmieszczać warstwami po obu stronach rury i zagęszczać zgodnie z punktem 5.1.6.4. do stopnia i wysokości określonej w punkcie 5.1.6.3., chyba że w projekcie określono inaczej.

Należy zwrócić uwagę na dokładne zagęszczenie materiału podsyпки górnej.

Swobodne zrzucanie materiału obsypki na wierzch rury należy ograniczyć do minimum.

Powyżej strefy ułożenia rurociągu wykop należy wypełniać w miarę równymi warstwami materiału gruntowego i o ile przewiduje to projekt, zagęszczać go zgodnie z punktem 5.1.6.3.

Jeżeli zachodzi podejrzenie, że woda gruntowa będzie przepływać przez sypki materiał podsyпки, to należy rozważyć zastosowanie przegrody, np. w formie glinianej grodzi.

lub łańcucha uszczelniającego, lub innego rozwiązania, które w swej konstrukcji uwzględni lepkość sprężyste właściwości materiałów termoplastycznych, z jakich wykonane są rury.

W przypadku rurociągów z połączeniami przenoszącymi siły wzdłużne (np. połączenia zgrzewane rur PE) w zależności od sytuacji może być stosowane jedno lub drugie rozwiązanie. Dla uszczelnienia przejścia rury przewodowej przez rurę ochronną wystarczające jest zastosowanie uszczelnień przesuwnych (np. manszet gumowych). W sytuacji, gdy zachodzi potrzeba zabezpieczenia rury przed przemieszczeniami i nieprzenoszenia sił wzdłużnych na dalsze partie rurociągu (np. rurociąg PE wchodzi do wnętrza zbiornika lub komory zasuw zlokalizowanej w terenie z wysokim poziomem wód gruntowych), konieczne jest zastosowanie przejścia szczelnego z punktem stałym. O ile jest to możliwe, należy stosować rozwiązania zintegrowane (punkt stały z kołnierzem uszczelniającym), które można montować w ścianie konstrukcji (tutaj: zbiornika lub komory zasuw). W przypadku, gdy jest to niemożliwe, w ścianie konstrukcji należy zamontować uszczelnienie przesuwne, a w odległości do 2 m od ściany konstrukcji – zamontować na rurociągu punkt stały i wykonać na nim blok oporowy.

Przy montażu przejść szczelnych należy stosować zalecenia ich producentów.

5.1.6.3. Strefa ułożenia rurociągu

Na posadowienie rury zasadniczo mają wpływ: sztywność obwodowa rury, głębokość ułożenia rurociągu oraz właściwości gruntu rodzimego.

Kiedy do wykonania pierwszej warstwy obsypki dzielonej stosowany jest materiał importowany (wymiana gruntu), zalecane jest użycie materiału sypkiego o ciągłym uziarnieniu z cząstkami o maksymalnych rozmiarach określonych w Tabeli 4. Jeżeli stosowany jest materiał z wyraźną dominacją jednej frakcji, to zalecane jest, aby maksymalny rozmiar cząstek był o jeden rozmiar mniejszy, niż określono to w Tabeli 6.

Tabela 6. Maksymalne rozmiary cząstek

Średnica nominalna rury DN	Maksymalny rozmiar cząstek MM
DN < 100	15
100 ≤ DN < 300	20
300 ≤ DN < 600	30
600 ≤ DN	40

UWAGA: w opisach materiałów sortowanych używane są wartości np. 6/14, 8/12 itp. Przyjmuje się, że przy takim sortowaniu w materiale mogą znaleźć się pojedyncze cząstki o rozmiarach większych niż w opisie.

Grunt rodzimy może być użyty do wykonania obsypki w strefach posadowienia rury, o ile spełnia on wszystkie poniższe kryteria:

- nie zawiera cząstek większych niż dopuszczalne dla danej aplikacji (średnicy rury) zgodnie z Tabelą 6;
- nie zawiera grud większych niż podwojony rozmiar cząstek dopuszczalnych dla danej aplikacji zgodnie z Tabelą 6,
- nie jest materiałem zmrożonym,
- nie zawiera cząstek obcych (np. asfaltu, butelek, puszek, kawałków drewna),
- gdy wymagane jest zagęszczanie – jest materiałem podatnym.

Grunty drobnoziarniste o średnim lub wysokim stopniu plastyczności i grunty organiczne generalnie uważane są za nieodpo-

wiedni materiał na pierwszą warstwę obsypki dzielonej, chyba że rury i ich instalacja były projektowane do takich warunków.

Właściwości wytrzymałościowe strefy obsypki rury zasadniczo zależą od rodzaju materiału gruntowego zastosowanego do jej wykonania oraz uzyskanego stopnia zagęszczenia. Różne stopnie zagęszczenia mogą być uzyskiwane poprzez stosowanie różnych urządzeń i odpowiedniej liczby warstw. Stopnie zagęszczenia gruntu określane wg standardowej metody Proctora (SPD od ang. Standard Proctor Density) uzyskiwane w trzech klasach zagęszczenia, tj. „W”, „M” oraz „N”, w zależności od grupy zastosowanego gruntu, sklasyfikowanego zgodnie z Tabelą 7.

UWAGA: stopnie zagęszczenia gruntu w standardowej skali Proctora określono zgodnie z DIN 18127.

Tabela 7. Stopnie zagęszczenia gruntu wg standardowej metody Proctora dla poszczególnych klas zagęszczenia

Klasa zagęszczenia	Opis *)		Grupa gruntu stosowanego na obsypkę			
	Angielski	Polski	4 SPD [%]	3 SPD [%]	2 SPD [%]	1 SPD [%]
N	Not	Niska	75-80	79-85	84-89	90-94
M	Moderate	Średnia	81-89	86-92	90-95	95-97
W	Well	Wysoka	90-95	93-96	96-100	98-100

*) W celach informacyjnych.

5.1.6.4. Zalecane metody zagęszczania gruntu

W Tabeli 8. zestawiono zalecane maksymalne grubości warstw i liczbę przejść niezbędną do uzyskania określonej klasy zagęszczenia dla różnych rodzajów urządzeń i rodzajów materiału (grup gruntu) stosowanych do wykonania obsypki. W tabeli zawarto również zalecane minimalne grubości warstw nad wierzchem rury, przy których możliwe jest zastosowanie danego urządzenia do zagęszczania gruntu bezpośrednio nad rurą.

Szczegóły zebrane w Tabeli 8. należy traktować informacyjnie i tam, gdzie układany jest dostatecznie duży odcinek rurociągu, zalecane jest przeprowadzanie prób, stosując kombinacje ww. elementów, aby ostatecznie wybrać optymalny sposób zagęszczania gruntu dla tej instalacji.

5.1.7. Kontrola jakości zagęszczania

Zgodność z założeniami projektowymi należy potwierdzić co najmniej jedną z poniższych metod:

- ścisły nadzór nad procedurami zagęszczania,
- weryfikacja początkowego ugięcia zainstalowanej rury,
- badanie na placu budowy stopnia zagęszczenia gruntu.

5.1.6.5. Zasyпка główna

Kiedy grubość warstwy gruntu ponad wierzchem rury wynosi co najmniej 300 mm, to pozostałą część wykopu można wypełnić materiałem rodzimym, o ile maksymalny rozmiar jego cząstek nie przekracza 300 mm. Jeżeli konieczne jest zagęszczenie, to materiał musi być podatny na zagęszczanie, a maksymalny rozmiar cząstek nie może przekraczać 2/3 grubości zagęszczanej warstwy gruntu.

W terenach bez ruchu kołowego stosowanie zagęszczania w klasie „N” (patrz Tabela 7.) wydaje się być wystarczające. W terenach z ruchem kołowym konieczne jest stosowanie zagęszczania w klasie „W” (patrz Tabela 7.).

Po wykonaniu napraw lub dodatkowych włączeń należy zwrócić uwagę, aby przemieszczany materiał obsypki i wypełnienia wykopu był zagęszczony w przybliżeniu do tego samego stopnia, jaki posiada grunt bezpośrednio przyległy do strefy prowadzonych robót.

5.1.8. Specjalne środki ostrożności

Podczas realizacji procedur instalacyjnych należy przedsięwziąć odpowiednie środki zapobiegające wypłynięciu rur. Należy też unikać przemieszczania się rur podczas umieszczania i zagęszczania materiału w strefie styku rury z podsypką (w tzw. pachwinach rur).

Wskazane jest zachowanie środków ostrożności również podczas usuwania deskowania, szalunków lub innych zabezpieczeń wykopów, aby uniknąć rozluźnienia zagęszczonego materiału. Usuwanie zabezpieczeń należy wykonywać stopniowo, równoległe z zagęszczaniem kolejnych warstw obsypki, tak aby zruszenia zagęszczanych warstw były jak najmniejsze a powstające pustki należy wypełniać i ponownie zagęszczać. Jeżeli możliwości zruszenia zagęszczanego gruntu nie da się wykluczyć z wystarczająco dużym stopniem prawdopodobieństwa, to należy użyć rur, które są w stanie tolerować tak niepewne warunki montażu.

Podczas wykonywania obsypki trzeba chronić rurę przed uszkodzeniami, które mogą spowodować spadające przedmioty, bezpośrednie uderzenia sprzętu do zagęszczania lub inne źródła potencjalnych zniszczeń. Kiedy obsypka i wypełnienie wykopu mają być zagęszczane aż do powierzchni terenu, to niewskazane jest stosowanie sprzętu do zagęszczania bezpośrednio nad rurą, dopóki warstwa gruntu nad rurą nie osiągnie określonej grubości. Odległość między rurociągami układanymi równoległe we wspólnym wykopie powinna być taka, aby możliwe było zagęszczanie sprzętem materiału obsypki między rurami.

Odległość większa o co najmniej 150 mm od szerokości najszerszej części sprzętu używanego do zagęszczania może być uważana za praktycznie wystarczającą odległość między rurami.

Materiał obsypki między rurami należy zagęszczać do tego samego stopnia, co materiał między rurami a ścianami wykopu.

Tabela 8. Zalecane grubości warstw i liczby przejść przy zagęszczaniu gruntu

Sprzęt	Liczba przejść dla klasy zagęszczania		Maksymalne grubości warstw po zagęszczaniu [m], dla poszczególnych grup gruntu (Tabela 3.)				Minimalna grubość warstwy nad wierzchem rury przed zagęszczaniem [m]
	„W” (wysoka)	„M” (średnia)	1	2	3	4	
Zagęszczanie nogami lub ubijakiem ręcznym min. 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Ubijak wibracyjny min. 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Wibrator płaszczyznowy							
min. 50 kg	4	1	0,10	—	—	—	0,15
min. 100 kg	4	1	0,15	0,10	—	—	0,15
min. 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10	—	0,20
min. 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
min. 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Walec wibracyjny							
min. 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	—	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	—	1,20
min. 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40	—	1,80
min. 60 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60	—	2,40
Walec wibracyjny podwójny							
min. 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	—	—	0,20
min. 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	—	0,45
min. 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	—	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	—	0,85
Ciężki walec potrójny (bez wibracji) min. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	—	1,00

Przykład: jeżeli konieczne jest uzyskanie wysokiej klasy zagęszczenia, a obsypka wykonywana jest z piasku gliniastego, będącego gruntem rodzimym (grupa 3 – Tabela 3.), i zagęszczana za pomocą ubijaka wibracyjnego (tzw. skoczka), to obsypkę należy wykonywać warstwami grubości do 20 cm i po każdej warstwie wykonać po 3 przejścia ubijakiem.

5.2. Specjalne techniki instalacyjne

Szczególne właściwości rur polietylenowych dały podstawy do opracowania i opatentowania wielu nowych urządzeń do ich instalacji. Typowymi technikami, wykorzystywanymi od czasu

do czasu, są przeciski i przewiarty. Więcej szczegółów na temat tych technik można znaleźć w odpowiednich normach systemowych, np. PN-EN 12889.

5.3. Układanie rur polietylenowych zwijanych w kręgi



Fotografia 1. Wózki do układania rur PE zwijanych w kręgi

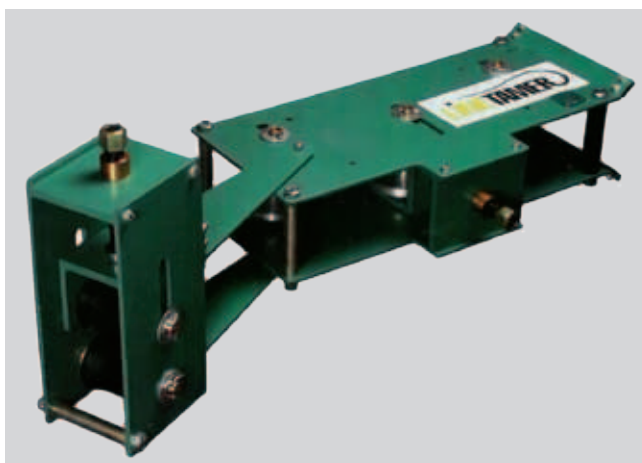
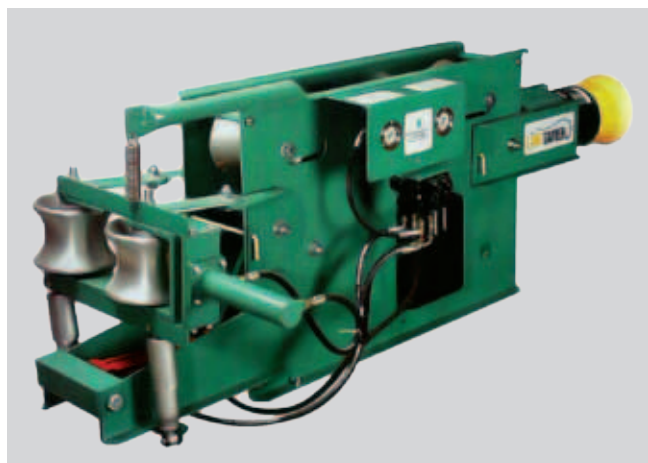
Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o. oferuje rury polietylenowe zwijane w kręgi. Budowa rurociągów z rur dostarczanych w takiej formie jest tańsza i szybsza od budowy rurociągów z rur dostarczanych w odcinkach prostych. Z korzystaniem z rur zwijanych w kręgi wiąże się jednak konieczność zachowania szczególnej ostrożności oraz odpowiednich urządzeń i oprzyrządowania.

Podczas rozwijania rur uwalniane są dość znaczne siły. Utrata kontroli nad tym procesem może prowadzić do zagrożenia życia pracowników. Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o. kategorycznie zaleca stosowanie odpowiednich wózków do instalacji rur zwijanych w kręgi (patrz fotografia 1.).



Rury PE zwijane w kręgi wraz z upływem czasu ulegają coraz większej owalizacji. W przywróceniu rurom przekroju kołowego pomagają prościarki. Ich konstrukcja zależna jest od średnicy rury. Na fotografii 2. przedstawiono przykładowe konstrukcje prościarek.

Do łączenia rur PE zwijanych w kręgi należy stosować technikę zgrzewania elektrooporowego. W przypadku zowalizowania bosych końców rur konieczne jest ich zaokrąglenie za pomocą kalibratora. Przy zgrzewaniu należy bezwzględnie stosować zaciśki montażowe. Końce obu rur wprowadzane do wnętrza mufy elektrooporowej powinny układać się w kształt litery S, a nie W. Dzięki temu na mufę nie będą działały dodatkowe momenty gnące.



Fotografia 2. Przykładowe konstrukcje prościarek do rur PE o średnicy 50-75 mm i 90-160 mm

6. Metody łączenia

6.1. Postanowienia ogólne

Do łączenia rur z tworzyw sztucznych wykorzystuje się wiele technik, które umożliwiają wykonywanie połączeń sztywnych lub elastycznych.

Metody wykonywania połączeń muszą być zgodne z procedurami zalecanymi przez producenta kształtek.

Aby zapewnić satysfakcjonującą jakość połączeń, konieczne jest wcześniejsze odpowiednie przeszkolenie monterów w zakresie wszystkich stosowanych technik montażowych (np. w zakresie zgrzewania rurociągów PE itd.).

6.2. Połączenia mechaniczne

6.2.1. Kształtki zaciskowe

Kształtki zaciskowe Wavin umożliwiają połączenie rur ciśnieniowych z PE wodociągowych i kanalizacyjnych w zakresie średnic od 25 do 110 mm. Służą też do połączenia elementów rurociągów ciśnieniowych z PE z rurami stalowymi gwintowanymi, łącznikami metalowymi, armaturą itp.

Dopuszczalne ciśnienie nominalne pracy (w temperaturze 20°C), w zależności od typu i wymiaru kształtki, wynosi PN 10 lub PN 16. Kształtki mogą być stosowane w instalacjach wody pitnej.

Prosty i szybki montaż bez konieczności użycia specjalistycznego sprzętu oraz możliwość wielokrotnego stosowania stanowią główną zaletę tego typu rozwiązań.

Szczegółowe informacje w katalogu produktów „Kształtki zaciskowe Wavin do rur polietylenowych”.

6.2.2. Łączniki zakleszczające i elastyczne MULTI/JOINT 3000 PLUS

Łączniki MULTI/JOINT 3000 Plus to specjalistyczne połączenia mechaniczne wykorzystywane do łączenia rur wykonanych z różnych materiałów w aplikacjach wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych w zakresie tolerancji średnic od DN 50 do DN 400 mm. Unikalność połączenia wynika z połączenia gumowej uszczelki (EPM lub NBR) ze specjalnym pierścieniem. Łączniki dostępne są w dwóch wariantach:

- jako łączniki zakleszczające z pierścieniem UniFiks,
- jako łączniki elastyczne z pierścieniem UniFleks.

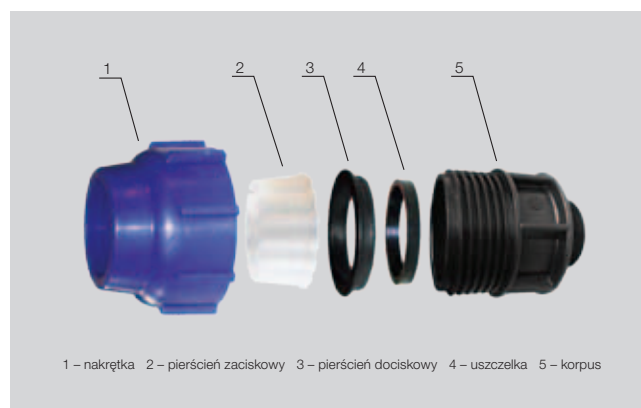
W zależności od wybranego rozwiązania istnieje możliwość uzyskania połączeń dla ciśnień roboczych aż do PN 16 dla wodociągów oraz PN 8 dla gazociągów – zarówno dla rur stalowych, jak i tworzywowych.

Rozwiązania tego typu są idealne w naprawach i konserwacji sieci. Posiadają możliwość zastosowania w aplikacjach podziem-

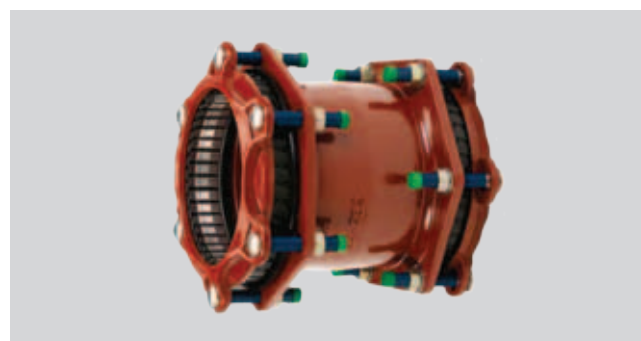
nych, jak i nadziemnych. Dzięki zastosowaniu zabezpieczenia rury przed wysunięciem nie wymagają stosowania bloków oporowych. Ich żywotność sięga do 50 lat. Więcej informacji w ulotce „MULTI/JOINT 3000 Plus”.

- Połączenia dzieli się na dwie kategorie:
- kategoria A: połączenia, które są w stanie przenosić siły wzdłużne, np. połączenia zgrzewane, połączenia mechaniczne (np. kołnierzowe),
 - kategoria B: połączenia, które nie są w stanie przenosić sił wzdłużnych, połączenia kielichowe z uszczelką elastomerową, niektóre typy połączeń mechanicznych z uszczelką.

Rury PE 100, Safe Tech RCⁿ i Wavin TS^{DOQ}® można łączyć poprzez złączki zaciskowe, zgrzewać doczołowo i elektrooporowo.



Rysunek 17. Budowa kształtki zaciskowej Wavin



Rysunek 18. Przykładowy łącznik MULTI/JOINT Plus 3000

6.3. Połączenia zgrzewane

6.3.1. Zgrzewanie doczołowe

Zgrzewanie rur i kształtek polietylenowych metodą doczołową polega na wspólnym ustawieniu łączonych elementów, wyrównaniu ich powierzchni czołowych tak, żeby powierzchnie te były wzajemnie równoległe, równe w całym przekroju i pozbawione warstwy utlenionego materiału, a następnie odpowiednim nagrzaniu końców łączonych elementów, dociśnięciu ich do siebie i naturalnym schłodzeniu połączenia.

Metodą doczołową można łączyć elementy o tych samych rozmiarach (ta sama średnica zewnętrzna i ta sama grubość ścianki) i o tej samej wartości MFI. Zgrzewanie np. rur o wartości MFI 005 z kształtką lub rurą o wartości MFI 010 da w rezultacie wypływkę o różnych wielkościach wałeczków. W niektórych przypadkach różnice wielkości obu wałeczków mogą być tak duże, że inspektor nadzoru będzie mógł zakwestionować jakość tego zgrzewu (patrz kontrola jakości zgrzewu doczołowego).

Uwagi na temat zgrzewania doczołowego

Aby połączenie elementów polietylenowych było mocne i wytrzymało minimum 50 lat, musi ono odbywać się przy zachowaniu określonych w tabelach zgrzewania:

- czasów poszczególnych operacji (używać stopera z dokładnością do 1 sekundy),
- temperatury płyty grzewczej (okresowo sprawdzać przyrządem pomiarowym lub w ramach kalibracji zgrzewarki),
- ciśnienia docisku i ciśnienia posuwu (okresowo poddawać zgrzewarkę kalibracji).

Jeżeli powyższe parametry będą podczas zgrzewania zachowane, to wypływka będzie miała odpowiedni kształt, a połączenie powinno mieć odpowiednią wytrzymałość. Należy jednak pamiętać, że jeżeli łączone elementy będą wykonane z materiału niskiej jakości (np. kiepskiego surowca lub polietylenu wielokrotnie już przetworzanego) albo w strefie łączenia pojawią się zanieczyszczenia (kurz, tłuszcz z palców itp.) lub ciała obce





(skrawany wiór, źdźbło trawy itp.), to wytrzymałość połączenia będzie obniżona, chociaż kształt wypływki będzie prawidłowy. Takie błędy mogą ujawnić się już podczas próby szczelności lub w kilka, kilkanaście lat po zakończeniu robót.

Technologia zgrzewania doczołowego

Przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić stan urządzeń i narzędzi. Zgrzewarka powinna posiadać ważne świadectwo kalibracji, szczęki ruchome powinny przemieszczać się po prowadnicach płynnie, a płyta grzewcza powinna być czysta i nie posiadać ubytków w powłoce teflonowej. Niedopuszczalne są jakiegokolwiek wycieki oleju hydraulicznego, przerwy w izolacji przewodów elektrycznych itd. W przypadku wietrznej pogody, niskiej temperatury otoczenia, zapylenia lub dużej wilgotności należy miejsce montażu osłonić namiotem ochronnym i ewentualnie uruchomić nagrzewnicę, aby podnieść temperaturę lub zmniejszyć wilgotność powietrza w otoczeniu zgrzewarki. Składowane na wolnym powietrzu lub w magazynie rury i kształtki mogą być pokryte z zewnątrz i od wewnątrz warstwą błota lub kurzu. Aby ich drobiny nie dostały się na powierzchnię łączenia, końce elementów powinny być oczyszczone na długości co najmniej 10 cm. Wstępne czyszczenie można wykonać suchym ręcznikiem papierowym. Ostateczne czyszczenie powinno być wykonane z użyciem płynu czyszczącego, który usunie tłuszcz i ewentualną wilgoć.

Dobrze jest wykonać pierwszy zgrzew jako próbny. Na podstawie kształtu uzyskanej wypływki będzie można stwierdzić poprawność parametrów procesu (może okazać się, że np. temperatura płyty grzewczej jest zbyt niska) oraz dodatkowo oczyścić to miejsce płyty grzewczej, które będzie stykało się z łączonymi elementami podczas wykonywania następnych zgrzewów. Taki próbny zgrzew zaleca się też wykonać przed każdą zmianą średnicy lub grubości ścianki łączonych elementów.

Tabela 9. Technologia wykonywania zgrzewów doczołowych

KROK	JAK?	DLACZEGO?
1	Ułożyć łączone rury w uchwytach zgrzewarki tak, aby umieszczone na nich napisy były skierowane ku górze; kształtkę lub krótszą rurę ułożyć w ruchomym uchwycie zgrzewarki – rurę podeprzeć na rolkach, które muszą pewnie stać na gruncie.	Ułatwi to odczyt napisów, a ponadto przy łączeniu rury z rurą gwarantuje ograniczenie do minimum wpływu owalizacji rury i zmian grubości jej ścianki (tzw. saging) na jakość zgrzeiny; rolki są po to, aby siła potrzebna do przesuwania łączonych elementów była jak najmniejsza.
2	 Do mocowania rur należy zawsze używać pary uchwytów; przy zgrzewaniu kształtki (np. kolana) dopuszczalne jest jej mocowanie w jednym uchwycie.	Koniec rury zamocowany w dwóch uchwytach nie będzie w stanie przemieszczać się w trakcie procesu zgrzewania.
3	 Zmierzyć ciśnienie oporu przemieszczania się elementu zamocowanego w ruchomym uchwycie zgrzewarki; jeżeli używamy zgrzewarki manualnej bez rejestratora – wpisać tę wartość do karty zgrzewu.	Niewłaściwe określenie oporów ruchu lub zmiana siły docisku rury do płyty grzewczej podczas dogrzewania może spowodować np. odsunięcie się końca rury od płyty grzewczej i niedostateczne jego uplastycznienie, a to z kolei ma wpływ na jakość zgrzeiny.
4	 Oczyszczyć powierzchnie tnące struga, wstawić strug pomiędzy końce łączonych elementów i po ustawieniu ciśnienia strugania i włączeniu struga splanować ich powierzchnie czołowe; strugać do momentu uzyskania ok. trzech zwojów ciągłego wióra na obu łączonych końcach.	Powierzchnie czołowe łączonych elementów muszą być wyrównane, gładkie i musi być z nich usunięta utleniona warstwa polietylenu, by odsłonić tym samym czysty, niezdegradowany materiał.
5	Powoli odsunąć łączone elementy od struga, wyłączyć strug i po jego zatrzymaniu się wyjąć ze zgrzewarki i odstawić do stojaka – ze względów bezpieczeństwa nie wyjmować struga przy obracającej się tarczy z nożami tnącymi!	Powolne odsuwanie łączonych elementów od tarczy struga ma na celu zmniejszenie garbu, jaki powstanie w miejscu odejścia noży tnących od powierzchni obrabianych elementów; garb o wysokości równej grubości skrawanego wióra będzie powodował punktowe zwiększenie szerokości waleczka wypływki w miejscu jego wystąpienia.
6	Nie dotykając oczyszczonych powierzchni, usunąć wióry spod zgrzewarki, z wewnątrz i wewnątrz końców łączonych elementów – najlepiej zrobić to metalowym haczykiem.	Luźne wióry mogą w ostatniej fazie zgrzewania dostać się między łączone elementy i zepsuć zgrzew; dotykając palcami obrabionych powierzchni, pokrywamy je brudem i tłuszczem, które obniżają jakość zgrzewu.
7	 Sprawdzić i ustawić ciśnienie zgrzewania p1, równe co do wartości ciśnieniu łączenia p3 (przy zgrzewaniu rur SDR 17,6 z kształtkami SDR 17 stosujemy te same parametry co przy zgrzewaniu rur SDR 17,6).	Dokładne ustawienie tego ciśnienia ma wpływ na wielkość i kształt wypływki (patrz kontrola jakości zgrzewu).

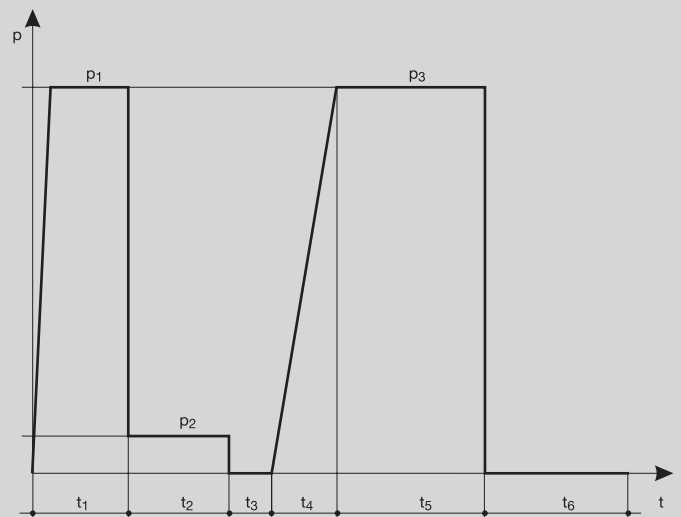
8		<p>Dosunąć do siebie i docisnąć pełnym ciśnieniem zgrzewania końce łączonych elementów, a następnie sprawdzić ich przyleganie; szczeliny powstałe w wyniku niedokładności obróbki nie powinny być większe niż 0,5 mm.</p>	<p>Dzięki temu można sprawdzić, czy elementy zostały dostatecznie mocno zaciśnięte w zaciskach zgrzewarki; szczeliny większe niż 0,5 mm powodowałyby duże różnice w grubościach waleczków wypływki na całej długości zgrzeiny (patrz kontrola jakości zgrzewu).</p>
9		<p>Sprawdzić, czy łączone elementy zostały zamocowane współosiowo; wzajemne przesunięcie łączonych elementów nie może przekraczać 10% grubości ich ścianki.</p>	<p>Przesunięcia osiowe łączonych elementów powinny być jak najmniejsze, gdyż im większa niewspółosiowość, tym mniejsza wytrzymałość połączenia.</p>
10		<p>W razie konieczności wycentrować łączone elementy śrubami dociskowymi uchwytów zgrzewarki; jeżeli szczelina pomiędzy dociśniętymi czołami łączonych elementów stanie się większa niż 0,5 mm, to należy powtórzyć operację skrawania.</p>	<p>Zbyt duże odchylenia kątowe lub przesunięcia osiowe łączonych elementów mają bezpośredni wpływ na jakość i wytrzymałość zgrzewu.</p>
11		<p>Sprawdzić temperaturę płyty grzewczej (200-220°C): niższe temperatury (205-210°C) stosuje się w przypadku materiałów z grupy MFI 010, a wyższe (ok. 220°C) dla materiałów z grupy MFI 005; przy zgrzewaniu rur o grubszych ściankach (powyżej 20 mm) temperaturę płyty grzewczej należy obniżyć o 5-10°C.</p>	<p>Temperatura płyty grzewczej i czas grzania (zależny od grubości ścianki łączonych elementów) mają wpływ na ilość dostarczonego do końców łączonych elementów ciepła i tym samym wytrzymałość połączenia i wielkość wypływki (patrz uwagi na temat zgrzewania).</p>
12		<p>Rozsunąć łączone elementy i umieścić między nimi płytę grzewczą, dosunąć elementy do płyty grzewczej i utrzymywać ciśnienie docisku na poziomie p1 do chwili uzyskania na całym obwodzie wypływki o określonej grubości.</p>	<p>Celem nagrzewania wstępnego jest uzyskanie na końcach łączonych elementów temperatury topnienia PE oraz zapewnienie pełnego styku powierzchni czołowych łączonych elementów z płytą grzewczą.</p>
13		<p>Zmniejszyć ciśnienie docisku do poziomu p2 (ciśnienie posuwu) i dogrzewać końce łączonych elementów dokładnie przez taki czas, jaki podano w tabeli parametrów procesu zgrzewania (niezależnie od temperatury otoczenia).</p>	<p>Po zmniejszeniu docisku elementów do płyty grzewczej nagrzewający się PE nie będzie przechodził w wypływkę; dłuższe dogrzewanie da większe wypływki, a krótsze dogrzewanie mniejsze (patrz kontrola jakości zgrzewu).</p>

14		<p>Rozsunąć elementy, jak najszybciej wyjąć płytę grzewczą i ponownie dosunąć do siebie łączone elementy, płynnie zwiększając ciśnienie docisku do poziomu $p_3 = p_1$ (ciśnienie łączenia).</p>	<p>Im dłuższy czas wyjmowania płyty grzewczej i ponownego dosuwania elementów do siebie, tym grubsza warstwa schłodzonego PE na powierzchniach czołowych łączonych elementów i tym niższa jakość zgrzewu.</p>
15		<p>Utrzymywać ciśnienie docisku p_3 przez czas określony w tabelach 10, 11 i 12.</p>	<p>Zbyt wczesne zakończenie docisku łączonych elementów wpływa na obniżenie wytrzymałości zgrzeiny.</p>
16		<p>Obniżyć ciśnienie do zera i pozostawić połączenie, aby się dalej chłodziło przez czas określony w tabelach 10, 11 i 12 (procesu chłodzenia nie wolno przyspieszać – musi on przebiegać w sposób naturalny).</p>	<p>Połączenie jest jeszcze zbyt ciepłe (zwłaszcza w środku zgrzeiny) i w związku z tym zbyt słabe, aby mogło być obciążane takimi siłami, jakie występują przy wyjmowaniu połączonych elementów ze zgrzewarki.</p>
17		<p>Zdemontować uchwyty, nanieść na rurę (ew. kształtkę) numer zgrzeiny i wypełnić protokół zgrzewania.</p>	<p>Naniesienie na rurę (kształtkę) numeru zgrzeiny pozwoli ją zidentyfikować i skonfrontować z odpowiednim protokołem zgrzewania – jest to istotny element systemu zapewnienia jakości w budowie rurociągów.</p>

Parametry procesu zgrzewania doczołowego

Parametry zgrzewania doczołowego dla rur PE produkowanych przez Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

Zawarte poniżej tabele z parametrami zgrzewania doczołowego zostały przygotowane w oparciu o normę holenderską NEN 7200. W ocenie niezależnych ekspertów (projekt badawczy Insta) parametry określone w NEN 7200 dawały najlepsze rezultaty w badaniach długotrwałej wytrzymałości zgrzewu. Podane parametry dotyczą zgrzewania rur wykonanych z surowca klasy PE 100. Zgrzewanie należy prowadzić w cyklu jednocieśniowym (klasycznym).



Rysunek 19. Przebieg zgrzewania doczołowego w cyklu jednocieśniowym

Tabela 10. Parametry zgrzewania rur PE 100 SDR 11, Wavin TS^{DOQ}® SDR 11 i Safe Tech RCⁿ SDR 11

Średnica rury [mm]	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Grubość ścianki [mm]	5,8	6,8	8,2	10	11,4	12,7	14,6	16,4	18,2	20,5	22,7	25,4	28,6	32,2	36,4	40,9	45,5	50,9	57,3
Temperatura zgrzewania [°C]	Temperatura płyty grzewczej 210 +/- 10°C																		
Siła docisku przy ogrzewaniu wstępnym [N] (P ₁)	188	262	379	565	732	914	1200	1517	1871	2371	2918	3657	4632	5878	7484	9462	11694	14654	18557
Czas ogrzewania wstępnego [s] (t ₁)	Aż do uzyskania wypłytki o szerokości jak niżej																		
Szerokość wypłytki na końcu ogrzewania wstępnego [mm]	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6
Siła docisku przy dogrzewaniu [N] (P ₂)	Końce zgrzewanych elementów powinny pozostawać w kontakcie z płytą grzewczą bez nacisku																		
Czas dogrzewania [s] (t ₂)	70	82	98	120	137	152	175	197	218	246	272	305	343	386	437	491	546	611	688
Maksymalny czas usunięcia płyty grzewczej [s] (t ₃)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9
Czas podnoszenia siły docisku przy zgrzewaniu [s] (t ₄)	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	14	15	17	18	20	22
Końcowa wartość siły docisku przy zgrzewaniu [N] (P ₃)	188	262	379	565	732	914	1200	1517	1871	2371	2918	3657	4632	5878	7484	9462	11694	14654	18557
Czas chłodzenia zgrzeiny pod dociskiem [min] (t ₅)	9	10	11	13	14	16	18	19	21	24	26	28	32	35	39	44	49	54	60
Czas chłodzenia zgrzeiny bez docisku [min] (t ₆)	9	10	12	15	17	19	22	25	27	31	34	38	43	48	55	61	68	76	86
Minimalna szerokość wypłytki [mm]	5,9	6,4	7,1	8	8,7	9,4	10,3	11,2	12,1	13,3	14,4	15,7	17,3	19,1	21,2	23,5	25,8	28,5	31,7
Maksymalna szerokość wypłytki [mm]	9,4	10,1	11,2	12,5	13,6	14,5	16	17,3	18,7	20,4	22	24,1	26,5	29,2	32,3	35,7	39,1	43,2	48

Tabela 11. Parametry zgrzewania rur PE 100 SDR 17, Wavin TS^{DOQ}® SDR 17 i Safe Tech RCⁿ SDR 17

Średnica rury [mm]	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Grubość ścianki [mm]	3,8	4,5	5,4	6,6	7,4	8,3	9,5	10,7	11,9	13,4	14,8	16,6	18,7	21,1	23,7	26,7	29,7	33,2	37,4
Temperatura zgrzewania [°C]	Temperatura płyty grzewczej 210 +/- 10°C																		
Siła docisku przy ogrzewaniu wstępnym [N] (P ₁)	127	179	258	386	492	618	809	1024	1266	1603	1968	2473	3133	3984	5043	6391	7899	9890	12533
Czas ogrzewania wstępnego [s] (t ₁)	Aż do uzyskania wypłytki o szerokości jak niżej																		
Szerokość wypłytki na końcu ogrzewania wstępnego [mm]	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4
Siła docisku przy dogrzewaniu [N] (P ₂)	Końce zgrzewanych elementów powinny pozostawać w kontakcie z płytą grzewczą bez nacisku																		
Czas dogrzewania [s] (t ₂)	46	54	65	79	89	100	114	128	143	161	178	199	224	253	284	320	356	398	449
Maksymalny czas usunięcia płyty grzewczej [s] (t ₃)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9
Czas podnoszenia siły docisku przy zgrzewaniu [s] (t ₄)	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	14	15	17	18	20	22
Końcowa wartość siły docisku przy zgrzewaniu [N] (P ₃)	127	179	258	386	492	618	809	1024	1266	1603	1968	2473	3133	3984	5043	6391	7899	9890	12533
Czas chłodzenia zgrzeiny pod dociskiem [min] (t ₅)	7	8	8	10	10	11	13	14	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	40
Czas chłodzenia zgrzeiny bez docisku [min] (t ₆)	6	7	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56
Minimalna szerokość wypłytki [mm]	4,9	5,3	5,7	6,3	6,7	7,2	7,8	8,4	9,0	9,7	10,4	11,3	12,4	13,6	14,9	16,4	17,9	19,6	21,7
Maksymalna szerokość wypłytki [mm]	7,9	8,4	9,1	10,0	10,6	11,2	12,1	13,0	13,9	15,1	16,1	17,5	19,0	20,8	22,8	25,0	27,3	29,9	33,1

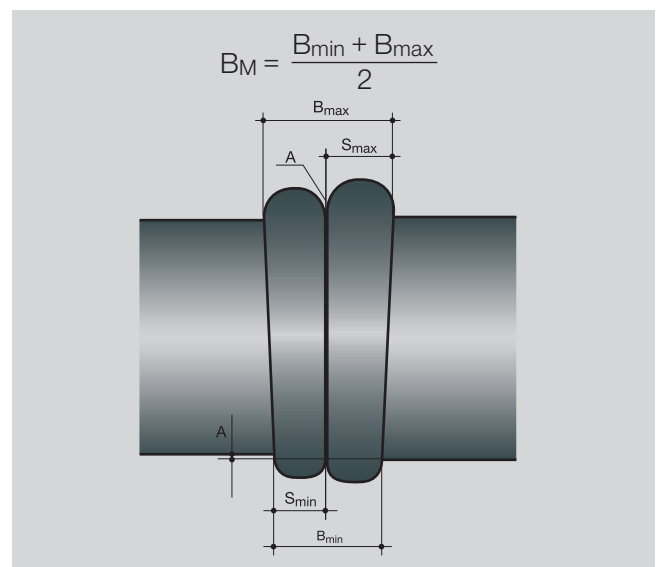
Tabela 12. Parametry zgrzewania rur PE 100 SDR 26

Średnica rury [mm]	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Grubość ścianki [mm]	2,5	2,9	3,5	4,2	4,8	5,4	6,2	6,9	7,7	8,6	9,6	10,7	12,1	13,6	15,3	17,2	19,1	21,4	24,1
Temperatura zgrzewania [°C]	Temperatura płyty grzewczej 210 +/- 10°C																		
Siła docisku przy ogrzewaniu wstępnym [N] (P ₁)	86	118	171	251	326	411	539	675	837	1052	1305	1629	2073	2626	3328	4210	5194	6518	8257
Czas ogrzewania wstępnego [s] (t ₁)	Aż do uzyskania wypłytki o szerokości jak niżej																		
Szerokość wypłytki na końcu ogrzewania wstępnego [mm]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
Siła docisku przy dogrzewaniu [N] (P ₂)	Końce zgrzewanych elementów powinny pozostawać w kontakcie z płytą grzewczą bez nacisku																		
Czas dogrzewania [s] (t ₂)	30	35	42	50	58	65	74	83	92	103	115	128	145	163	184	206	229	257	289
Maksymalny czas usunięcia płyty grzewczej [s] (t ₃)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9
Czas podnoszenia siły docisku przy zgrzewaniu [s] (t ₄)	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	11	12	14	15	17	18	20	22
Końcowa wartość siły docisku przy zgrzewaniu [N] (P ₃)	86	118	171	251	326	411	539	675	837	1052	1305	1629	2073	2626	3328	4210	5194	6518	8257
Czas chłodzenia zgrzeiny pod dociskiem [min] (t ₅)	6	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	24	27
Czas chłodzenia zgrzeiny bez docisku [min] (t ₆)	4	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	16	18	20	23	26	29	32	36
Minimalna szerokość wypłytki [mm]	4,3	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,8	8,4	9,1	9,8	10,7	11,6	12,6	13,7	15,1
Maksymalna szerokość wypłytki [mm]	6,9	7,2	7,6	8,2	8,6	9,1	9,7	10,2	10,8	11,5	12,2	13,0	14,1	15,2	16,5	17,9	19,3	21,1	23,1

Kontrola jakości zgrzewu

Kontrola jakości zgrzewu doczołowego może być oparta na oględzinach zewnętrznej wypłytki i jej pomiarach geometrycznych. Na kształt wypłytki i jej wielkość wpływają bowiem poszczególne etapy wykonywania zgrzewu. Metoda ta nie jest w stanie ocenić jedynie stanu czystości łączonych powierzchni. W przypadku podejrzeń należy odpowiednim przyrządem ściąć zewnętrzną wypływkę, a następnie poddać ją dokładnym oględzinom i próbie zginania lub skręcania. Metody badań ultradźwiękowych i rentgenograficznych nie są jeszcze w naszym kraju powszechnie stosowane w stosunku do rurociągów z PE (brak wiedzy i doświadczeń).

Wypłytki powinny mieć kształt w miarę równych na całym obwodzie i stykających się ze sobą wałeczków. Maksymalna i minimalna szerokość wypłytki (B_{min} i B_{max}) powinna zawierać się w granicach podanych w tabelach parametrów zgrzewania właściwych dla rodzaju łączonych elementów (średnica nominalna, klasa PE, SDR). Ponadto maksymalna szerokość wypłytki B_{max}, jak i minimalna szerokość wypłytki B_{min} nie mogą się różnić o więcej niż 20% od wartości średniej szerokości wypłytki B_M, liczonej jako średnia arytmetyczna wartości maksymalnej i minimalnej.



Rysunek 20. Kontrola jakości zgrzewu doczołowego

Różnica X pomiędzy maksymalną szerokością większego z wałeczków S_{max} a minimalną szerokością mniejszego z wałeczków S_{min} liczona według poniższego wzoru:

$$X = \frac{S_{max} - S_{min}}{B_M} \times 100$$

nie może być większa niż:

- 10% dla połączeń rury z rurą,
- 20% dla połączeń kształtki z kształtką,
- 20% dla połączeń rury z kształtką.

Należy też sprawdzić, czy dno rowka A między waleczkami znajduje się powyżej powierzchni zewnętrznej łączonych elementów oraz czy przesunięcie osiowe V zewnętrznych powierzchni łączonych elementów nie przekracza 10% grubości ścianki.

Uwagi na temat zgrzewarek doczołowych, pracujących w trybie automatycznym w cyklu dwuciśnieniowym

Zgrzewarki pracujące w trybie automatycznym w dużej części zastępują pracę zgrzewacza, m.in. w tej części technologicznej procesu, gdzie powinien odbywać się on sprawnie i w jak najkrótszym czasie (np. usunięcie płyty grzewczej). Dzięki temu,

że czas przestawienia jest dość dokładnie określony i znacznie krótszy, niż ma to miejsce w przypadku zgrzewania w trybie manualnym, niektórzy producenci zgrzewarek automatycznych zoptymalizowali procedurę zgrzewania pod kątem czasu trwania poszczególnych operacji. Optymalizacja ta polega na skróceniu czasu dogrzewania końców łączonych elementów i tym samym skróceniu czasu chłodzenia zgrzeiny. Efektem tego zabiegu jest zmniejszenie wielkości wypływki. Jej wymiary nie będą spełniały kryteriów podawanych w tabelach parametrów zgrzewania.

Ocena jakości zgrzeiny będzie w takim przypadku polegała na wzrokowej ocenie geometrii wypływki zewnętrznej (równości waleczków, ich kształtu oraz położenia dna rowka między waleczkami) oraz kontroli wydruku parametrów procesu zgrzewania. Szerokość wypływki nie podlega kontroli. W razie wątpliwości co do wytrzymałości połączeń wykonanych według takiej procedury można przeprowadzić badania laboratoryjne.

Tabela 13. Przykładowe błędy w zgrzewaniu doczołowym

	Tak może wyglądać zgrzew elementów wykonanych z surowca kiepskiej jakości.
	Tak wygląda w przekroju zgrzew doczołowy przy zastosowaniu zbyt dużego docisku. Nierówne waleczki wypływki; tutaj powodem jest różnica w wartościach współczynników szybkości płynięcia łączonych elementów: jasnoniebieski polietylen ma grupę wskaźnika szybkości płynięcia MFI 010, natomiast ciemnoniebieski ma grupę MFI 005.
	Tak wygląda w przekroju zgrzew doczołowy przy zastosowaniu zbyt małego docisku.
	Nierówne waleczki wypływki; tutaj powodem jest różnica w wartościach współczynników szybkości płynięcia łączonych elementów: jasnoniebieski polietylen ma grupę wskaźnika szybkości płynięcia MFI 010, natomiast ciemnoniebieski ma grupę MFI 005.

6.3.2. Zgrzewanie elektrooporowe

UWAGA: szczegółowe informacje na temat kształtek elektrooporowych i bosych dostępne są w katalogu „Kształtki elektrooporowe i bosa do rur polietylenowych”.

Zgrzewanie elektrooporowe jest stosowane najczęściej do łączenia elementów o mniejszych średnicach, zazwyczaj do 200 mm, chociaż dostępne są mufy elektrooporowe o średnicy nawet 630 mm. Przy połączeniach elementów polietylenowych o średnicy do 63 mm zgrzewanie powinno być wykonywane techniką elektrooporową. Kształtki elektrooporowe są kształtkami typu mufowego, więc łączenie elementów odbywa się pomiędzy powierzchnią wewnętrzną kielichów (muf) kształtki a powierzchnią zewnętrzną rur lub bosych końców kształtek. Dzięki temu, że efektywna powierzchnia łączenia kształtki elektrooporowej z rurą może być znacznie większa od pola przekroju poprzecznego rury, to połączenia wykonane tą techniką są mocniejsze niż sama rura. Także upływ czasu nie zmienia tej właściwości połączenia i dlatego jego wytrzymałość długoczasowa jest większa od jedności (wytrzymałość długoczasowa połączenia określana jest w stosunku do wytrzymałości długoczasowej rury).

Zgrzewanie elektrooporowe uznawane jest za prostą technikę łączenia PE. Jednakże w każdej technice łączenia są istotne pewne elementy, które mają wpływ na trwałość i wytrzymałość złącza.

Przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić stan zgrzewarki, generatora (jeśli jest używany), narzędzi oraz łączonych rur i kształtek, a także przygotować samo miejsce, w którym będzie prowadzone zgrzewanie. Jeżeli wymagają tego warunki pogodowe, należy rozstawić namiot ochronny lub osłony. Właściwie działający sprzęt, sprawne narzędzia, wolne od wad rury i kształtki oraz właściwie przygotowane miejsce zgrzewania są oczywistym warunkiem wstępnym dla wykonania połączenia wysokiej jakości. Szczególnie istotne jest stosowanie zgrzewarki kompatybilnej z systemem używanych kształtek (producenci kształtek zalecają stosowanie określonych modeli). Uszkodzenia mechaniczne kształtek i nadmierna (powyżej 1,5%) owalizacja rur mogą być przyczyną awarii połączenia po upływie kilku lat. Próba ciśnieniowa może nie wykazać jego wadliwości.

Tabela 14. Zgrzewanie elektrooporowych kształtek mufowych

KROK	JAK?	DLACZEGO?
1	 Przycięć rurę prostopadle do jej osi i usunąć wióry, o ile powstały podczas cięcia; jeśli to konieczne – oczyścić rurę wewnątrz.	Ukośnie przycięty koniec rury po jego wsunięciu do wnętrza kształtki może niedostatecznie przykryć strefę grzania kształtki, a wówczas stopiony polietylen będzie wpływał do wnętrza rury – połączenie nie będzie miało odpowiedniej wytrzymałości; jeżeli wewnątrz rury jest zanieczyszczona lub wilgotna, to należy je oczyścić, aby zanieczyszczenia nie dostały się na powierzchnię styku rury z kształtką, bo to mogłoby osłabić połączenie.
2	 Przy użyciu mechanicznego skrobaka usunąć utlenioną warstwę PE z co najmniej tych obszarów łączonych elementów, które znajdują się w strefie zgrzewania; nie skrobać wewnętrznej powierzchni kształtek elektrooporowych.	Cienka zewnętrzna warstewka rury pod wpływem działania promieniowania słonecznego ulega degradacji, więc należy ją usunąć, aby zdegradowany polietylen nie osłabiał połączenia; co najmniej wewnętrzna powierzchnia kształtki wykonana jest z materiału, który degradacji ulega bardzo powoli, a poza tym kształtki są przechowywane w innych warunkach niż rury.
3	 Oczyszczone skrobakiem miejsca przemyć papierem technicznym nasączonym płynem czyszczącym.	Przemycie powierzchni styku łączonych elementów płynem czyszczącym zapewnia usunięcie wszelkich drobin, zanieczyszczeń i wilgoci, które mogłyby osłabić wykonywane połączenie; papier techniczny, który nasączamy płynem czyszczącym, nie może pozostawiać kłaczków.
4	 Jeśli kształtka elektrooporowa nie jest zapakowana fabrycznie w worek foliowy, należy przemyć jej powierzchnię wewnętrzną płynem czyszczącym.	

Systemy polietylenowe

6. Metody łączenia

5		<p>Nie dotykając palcami oczyszczonej powierzchni, zaznaczyć na końcu rury głębokość jej wsunięcia do kształtki.</p>	<p>Dzięki temu można mieć pewność, że łączone elementy zostały wsunięte do kształtki na odpowiednią głębokość i strefa kształtki jest w pełni przysłonięta – w przeciwnym razie stopiony polietylen wpływałby do wnętrza rury i połączenie nie byłoby miało odpowiedniej wytrzymałości.</p>
6		<p>Absolutnie czyste i całkowicie suche elementy zestawiać ze sobą w połączenie i unieruchomić w zacisku montażowym; sprawdzić jeszcze raz głębokość wsunięcia każdego elementu do wnętrza kształtki.</p>	<p>Zacisk montażowy ma zabezpieczyć łączone elementy przed przemieszczaniem się względem kształtki podczas operacji zgrzewania i chłodzenia połączenia – nawet drobne poruszenie rury w kształtce może mieć wpływ na wytrzymałość zgrzewu.</p>
7		<p>Przeprowadzić zgrzewanie zgodnie z instrukcją obsługi zgrzewarki; niedopuszczalna jest jakakolwiek zmiana napięcia i/lub czasu grzania kształtki; wtyczki na kablu zgrzewarki powinny pasować do kolków stykowych kształtki.</p>	<p>Większość zgrzewarek działa według procedur, które mają na celu zapewnienie uzyskania zgrzewu o najwyższej jakości; wszelkie „własne sposoby” wykonania zgrzewu wpływają na obniżenie jego wytrzymałości.</p>
8		<p>Upewnić się, czy proces zgrzewania przebiegł bez zakłóceń – zgrzewarka wyświetla komunikat o pozytywnym zakończeniu procesu lub o wystąpieniu błędu; sprawdzić wysunięcie wskaźników grzania.</p>	<p>Wszelkie niedopuszczalne zmiany wielkości prądu płynącego w obwodzie grzania kształtki powodują zatrzymanie procesu i wyświetlenie komunikatu o wystąpieniu błędu; wysunięte wskaźniki grzania informują o tym, że w obszarze styku rury z kształtką stopiony polietylen był pod ciśnieniem zapewniającym odpowiednie połączenie materiałów.</p>
9		<p>Zanotować na rurze czas zakończenia zgrzewania oraz numer zgrzewu i pozostawić połączenie w zacisku montażowym do wystudzenia (co najmniej 1,5 minuty na każdy 1 mm grubości ścianki rury).</p>	<p>Zanotowanie na rurze czasu zakończenia zgrzewania ułatwi określenie momentu upływu czasu chłodzenia i możliwości demontażu zacisku.</p>

Tabela 15. Głębokości montażowe dla kształtek systemu Monoline

Średnica kształtki [mm]	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	160	180	200	225
Głębokość montażowa [mm]	26,5	26,5	29,0	31,5	37,5	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	70,0	75,0	80,0	85,0

Tabela 16. Zgrzewanie elektrooporowych kształtek siodłowych

KROK	JAK?	DLACZEGO?
1 	Przy użyciu skrobaka obrotowego, (np. model RS firmy GF) usunąć utlenioną warstwę PE z całej powierzchni styku siódła kształtki z rurą; nie skrobać powierzchni kształtki.	Cienka zewnętrzna warstewka rury pod wpływem działania promieniowania słonecznego ulega degradacji, więc należy ją usunąć, aby zdegradowany polietylen nie osłabiał połączenia; co najmniej wewnętrzna powierzchnia kształtki wykonana jest z materiału, który bardzo powoli ulega degradacji, a poza tym kształtki są przechowywane w innych warunkach niż rury.
2 	Oczyszczone skrobakiem miejsce na rurze oraz wewnętrzną powierzchnię siódła kształtki przemyć papierem technicznym nasączonym płynem czyszczącym.	Przemycie powierzchni styku łączonych elementów płynem czyszczącym zapewnia usunięcie wszelkich drobin, zanieczyszczeń i wilgoci, które mogłyby osłabić wykonywane połączenie; papier techniczny, który nasączamy płynem czyszczącym, nie może pozostawiać kłaczków.
3 	Bezpośrednio po odparowaniu płynu czyszczącego przyłożyć kształtkę do rury...	Po odparowaniu płynu czyszczącego miejsce styku kształtki z rurą jest suche i czyste – zwleknięcie z założeniem kształtki może doprowadzić do jego ponownego zabrudzenia warstwą kurzu lub wilgoci.
4 	...i stosownie do systemu jej montażu zaciśnąć ją na rurze; należy stosować tylko taki sposób mocowania kształtki, jaki określa jej producent.	Siódło kształtki musi być dociśnięte do rury z odpowiednią siłą – w przeciwnym razie stopiony polietylen będzie wypływał poza strefę zgrzewu i połączenie nie będzie dostatecznie mocne i trwałe.
5 	Przeprowadzić zgrzewanie zgodnie z instrukcją obsługi zgrzewarki i dalsze czynności zgodnie z pkt 7, 8 i 9 Tabeli 14. „Zgrzewanie elektrooporowych kształtek mufowych”.	Patrz uwagi z pkt 7, 8 i 9 Tabeli 14. „Zgrzewanie elektrooporowych kształtek mufowych”.

<p>6</p> 	<p>Nawiercanie można rozpocząć po upływie co najmniej 1 godziny od zakończenia zgrzewania; nawiercać za pomocą odpowiednich narzędzi, utrzymując docisk narzędzia w kierunku nawiercanej rury; frez nawiercający wkręcać aż do końca gwintu.</p>	<p>Zbyt wczesne rozpoczęcie nawiercania może spowodować odrywanie rury od kształtki i tym samym doprowadzić do awarii; stosowanie odpowiednich narzędzi zapewni sprawne i skuteczne wykonanie pracy; wkręcenie frezu aż do końca gwintu pozwoli uzyskać pewność skutecznego nawiercenia rury.</p>
<p>7</p> 	<p>Następnie frez nawiercający wycofać do pozycji początkowej poprzez jego wykrecanie do momentu, aż górna krawędź części prowadzącej frezu zrówna się z górną krawędzią kształtki; przy odgałęzieniach siodłowych zdemontować urządzenie do nawiercania.</p>	<p>Niedostateczne wycofanie frezu do góry byłoby przyczyną dużego wzrostu oporów miejscowych i spadku ciśnienia medium u odbiorcy.</p>
<p>8</p> 	<p>Na kształtkę nakręcić korek ochronny lub zgrzać zaślepkę stosownie do rozwiązań zalecanych przez producenta kształtki (nie dotyczy odgałęzień siodłowych).</p>	<p>Z upływem czasu na skutek pelzania zwiększa się luz pomiędzy częścią prowadzącą frezu a korpusem kształtki – korek ochronny lub zaślepka zabezpieczają przed wypływem medium na zewnątrz kształtki.</p>

Kontrola jakości zgrzewu elektrooporowego

Kontrola jakości zgrzewu elektrooporowego polega na sprawdzeniu wysunięcia wskaźników grzania i wydruku parametrów procesu zgrzewania oraz sprawdzeniu, czy nie ma śladów wypłynięcia polietylenu na zewnątrz kształtki. Jeżeli do usuwania utlenionej warstwy PE z zewnętrznej powierzchni rury używano cykliny ręcznej, to po śladach skrobienia można ocenić dokładność wykonania tej operacji. Niektóre rodzaje skrobaków oferowanych przez producentów kształtek usuwają utlenioną warstwę PE tylko z tego obszaru rury, który znajdzie się w strefie grzania kształtki. W takim przypadku na wystającej z kształtki rurze nie widać śladów skrobienia i trudno jest stwierdzić, czy

operacja ta została wykonana. Zawsze wtedy należy sprawdzić, czy narzędzie, którym usuwano utlenioną warstwę PE, jest właśnie tego typu.

Należy również zwrócić uwagę na wszelkie deformacje kształtki, które mogły nastąpić pod wpływem dostarczenia podczas procesu zgrzewania zbyt dużej ilości ciepła, co może mieć miejsce przy zgrzewaniu nieodpowiednim sprzętem. Takie połączenie należy uznać za wadliwe.

W przypadku wątpliwości co do jakości połączenia lub po stwierdzeniu jego wadliwości należy je wyciąć, a powstały ubytek rurociągu naprawić.

Tabela 17. Przykładowe błędy zgrzewania elektrooporowego

	<p>Końce rur wsunięte do mufy nie były podczas zgrzewania ustawione współosiowo (nie zastosowano zacisku montażowego); przez powstałą szczelinę nastąpił wypływ na zewnątrz stopionego polietylenu (Uwaga! Czasem może to być wytrysk).</p>
	<p>Brak wysunięcia jednego ze wskaźników grzania; najprawdopodobniej po stronie niewysuniętego wskaźnika rura nie została wsunięta na odpowiednią głębokość lub krzywo przycięty jej koniec nie zasłonił wystarczająco strefy grzania i stopiony polietylen wpłynął do wnętrza rury; zbyt niskie ciśnienie dyfuzji molekularnej nie zapewni odpowiedniej wytrzymałości połączenia.</p>
	<p>Plastyczne pęknięcie rury w kilka minut po zakończeniu zgrzewania; powodem była zbyt cienka ścianka rury w stosunku do ilości ciepła wytwarzanego podczas zgrzewania kształtki – w tym przypadku „winna” jest rura (a raczej jej producent), która ma nierównomierną grubość ścianki na całym obwodzie – największe pocienienie występuje na wysokości uszkodzenia.</p>

6.4. Połączenia kołnierzowe

Do łączenia z armaturą kołnierzową lub innymi elementami uzbrojenia sieci zaopatrzonymi w kołnierze wykorzystywane mogą być tuleje (króćce) kołnierzowe. Kształtki te wykonane są z polietylenu i mogą być dogrzone techniką doczołową lub elektrooporową do końca rury lub innej kształtki (np. trójnika). Przed dogrzeniem tulei należy założyć na nią odpowiedni stalowy kołnierz dociskowy, który powinien posiadać odpowiednie zabezpieczenie antykorozyjne.

Do uszczelnienia takiego połączenia należy stosować uszczelki gumowe z wkładem stalowym oznaczane symbolem G-St.

Śruby stosowane do skręcania połączenia powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję (np. stali nierdzewnej) lub posia-

dać odpowiednie zabezpieczenie antykorozyjne. Należy dokręcać je kluczem dynamometrycznym w kolejności naprzemianległej (metodą „po krzyżu”). Wartości momentów siły dokręcania śrub podano w poniższej tabeli. Po upływie ok. 1 godz. należy dokręcić ponownie wszystkie śruby z zachowaniem kolejności ich dokręcania jak wyżej. Jest to konieczne ze względu na pęcznienie polietylenu. Z tego też względu połączenia tego typu nie mogą być poddawane działaniu momentów zginających – w razie potrzeby stosować elementy mocujące lub bloki zabezpieczające połączenie przed odkształceniami. Należy również zwrócić uwagę, aby łączone elementy były ustawione możliwie współosiowo.

Tabela 18. Wartości momentów siły dokręcania śrub połączeń kołnierzowych

Średnica nominalna rury [mm]	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
Moment siły [Nm]	20	20	25	25	25	25	35	35	45	45	50	50	60	60	60	60

7. Gięcie rur

7.1. Gięcie na zimno

Rury z tworzyw termoplastycznych posiadają pewną elastyczność i dzięki temu mogą dopasowywać się do ukształtowania terenu. Dopuszczalny promień gięcia zależy m.in. od średnicy rury, rodzaju materiału i temperatury otoczenia.

Promienie gięcia rur polietylenowych o litej ściance podano w Tabeli 19.

Tabela 19. Promienie gięcia rur polietylenowych

Temperatura	Szereg wymiarowy SDR [-]
	11, 17
≥ 20°C	20 x D _y
≥ 10°C	35 x D _y
≥ 0°C	50 x D _y

7.2. Gięcie na gorąco

Wykorzystując właściwości materiałów termoplastycznych, z większości rur można wykonywać łuki, poddając je gięciu na gorąco. Ponieważ jest to wysoce specjalistyczna operacja, to musi być wykonywana w zakładzie producenta.

8. Układanie rurociągów na podporach

Istnieją sytuacje, kiedy rurociąg musi być ułożony ponad ziemią. W takim przypadku trzeba się zastanowić, w jakiej odległości należy stosować podpory, aby rurociąg mógł pracować bezawaryjnie.

Należy tu także uwzględnić:

- temperaturę transportowanego medium,
- temperaturę otoczenia,

- odporność chemiczną zastosowanych rur na transportowane medium (jeśli zachodzi taka potrzeba),
- wydłużenie termiczne rurociągu,
- odporność materiału rury na promieniowanie UV.

Maksymalny rozstaw podpór dla rur PE podano w poniższej tabeli.

Tabela 20. Maksymalny rozstaw podpór dla rur z PE 100

Średnica zewnętrzna rury D _y [mm]	Rury ciśnieniowe PN 6 (SDR 26)		Rury ciśnieniowe PN 10 (SDR 17)		Rury ciśnieniowe PN 16 (SDR 11)	
	20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
90	1,00	0,90	1,15	1,05	1,25	1,15
110	1,15	1,05	1,30	1,20	1,40	1,30
125	1,30	1,20	1,40	1,30	1,60	1,45
160	1,55	1,45	1,70	1,60	1,90	1,75
180	1,70	1,55	1,90	1,75	2,10	1,95
200	1,85	1,70	2,05	1,90	2,25	2,10
225	2,00	1,85	2,25	2,10	2,45	2,30
250	2,15	2,00	2,40	2,20	2,65	2,45
280	2,35	2,20	2,60	2,40	2,90	2,70
315	2,60	2,40	2,85	2,65	3,15	2,95
355	2,85	2,65	3,15	2,95	3,50	3,25
400	3,10	2,85	3,40	3,20	3,80	3,50

9. Inspekcja i badania

9.1. Inspekcja

9.1.1. Inspekcja przy dostawie rur

Podczas dostawy rury powinny być odebrane przez zamawiającego lub jego przedstawiciela.

Należy sprawdzić znakowanie rur, aby upewnić się, czy odpowiadają one specyfikacji projektowej.

Rury uszkodzone trzeba odizolować od reszty, a następnie przywrócić im przydatność (np. odciąć uszkodzoną końcówkę) lub zwrócić do producenta.

9.2. Badania

9.2.1. Próba ciśnieniowa

Przed rozpoczęciem próby ciśnieniowej należy upewnić się, czy rurociąg, a w szczególności luki i inne kształtki, wytrzymają obciążenia, jakie powstaną podczas wykonywania próby.

Próbę ciśnieniową trzeba przeprowadzać zgodnie z odpowiednią normą.

Dopuszczalny poziom przecieków i/lub spadku ciśnienia, uwzględniające zachowanie rur z tworzyw sztucznych pod ciśnieniem, określono w odpowiednich normach systemowych.

9.2.1.1. Próba szczelności wodociągu

Wymagania i badania przy odbiorze wodociągów określone są w normie PN-EN 805. W porównaniu do wcześniej obowiązujących wymagań norma ta wprowadza nowy sposób badania szczelności wodociągów polietylenowych. Należy ją przeprowadzić zgodnie z procedurą określoną w załączniku A.27 do normy PN-EN 805, którego treść przedstawiono poniżej.

Załącznik A.27 do punktu 11.3.3.4. Główna próba szczelności

A.27.1. Uwagi ogólne

Ta alternatywna metoda, przeznaczona dla rurociągów wykazujących właściwości lepkosprężyste (rurociągi polietylenowe i polipropylenowe), wynika z nieuwzględnienia w głównej próbie szczelności opisanej w punkcie 11.3.3.4. faktu pełzania materiału. W związku z tym odpowiednią procedurę przeprowadzania próby szczelności przedstawiono poniżej.

A.27.2. Procedura próby

Cała procedura próby szczelności obejmuje fazę wstępną, zawierającą okres relaksacji, połączoną z nią próbę spadku ciśnienia i zasadniczą próbę szczelności.

A.27.3. Faza wstępna

Pomyślne zakończenie fazy wstępnej jest warunkiem koniecznym do przeprowadzenia zasadniczej próby szczelności.

9.1.2. Inspekcja na placu budowy

Wskazane jest sprawdzanie znakowania elementów składowych rurociągu podczas i/lub po zakończeniu prac montażowych, aby mieć pewność, że odpowiadają one szczegółom specyfikacji projektowej.

Celem fazy wstępnej jest uzyskanie odpowiednich warunków początkowych testowanego układu, które zależą od ciśnienia, czasu i temperatury.

Należy unikać wszelkich błędów, które mogłyby wpłynąć na wynik zasadniczej próby szczelności. W związku z tym wstępną próbę szczelności należy przeprowadzić następująco:

- po przepłukaniu i odpowietrzeniu rurociągu obniżyć ciśnienie do poziomu ciśnienia atmosferycznego i przez co najmniej 60 min pozwolić na relaksację naprężeń w rurociągu, aby uniknąć wstępnych naprężeń pochodzących od ciśnienia wewnętrznego; zabezpieczyć rurociąg przed wtórnym zapowietrzeniem;
- po upływie okresu relaksacji należy szybko (nie dłużej niż 10 minut) i w sposób ciągły podnieść ciśnienie do poziomu STP (ang. System Test Pressure oznacza ciśnienie próbne; najczęściej $STP = 1,5 \times PN$). Utrzymywać ciśnienie STP przez 30 minut przez dopompowywanie wody w sposób ciągły lub z krótkimi przerwami. W tym czasie należy przeprowadzić wzrokową inspekcję rurociągu, aby zidentyfikować ewentualne nieszczelności;
- przez okres 1 godziny nie pompować wody, pozwalając badalnemu odcinkowi na rozciąganie się na skutek lepkosprężystego pełzania;
- na koniec fazy wstępnej zmierzyć poziom ciśnienia w rurociągu.

W przypadku pomyślnego zakończenia fazy wstępnej należy kontynuować procedurę testową. Jeżeli ciśnienie spadło o więcej niż 30% STP, to konieczne jest przerwanie fazy wstępnej i obniżenie ciśnienia wody w badanym odcinku do zera. Po ustaleniu przyczyny nadmiernego spadku ciśnienia należy zapewnić właściwe warunki testu (przyczyną może być np. zmiana temperatury, istnienie nieszczelności). Ponowne przeprowadzenie próby możliwe jest po co najmniej 60-minutowym okresie relaksacji.

A.27.4. Zintegrowana próba spadku ciśnienia

Prawidłowa ocena zasadniczej próby szczelności jest możliwa pod warunkiem odpowiednio niskiej zawartości powietrza we wnętrzu badanego odcinka. W związku z tym należy:

- w końcu fazy wstępnej gwałtownie obniżyć ciśnienie w rurociągu o $\Delta p = 10\text{-}15\%$ STP poprzez upuszczenie wody z badanego odcinka,
- dokładnie zmierzyć objętość upuszczonej wody ΔV ,
- obliczyć dopuszczalny ubytek wody ΔV_{\max} według poniższego wzoru i sprawdzić, czy upuszczona ilość wody ΔV nie przekracza wartości dopuszczalnej ΔV_{\max} .

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \times V \times \Delta p \left(\frac{1}{E_W} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

gdzie:

- ΔV_{\max} – dopuszczalny ubytek wody [litry]
- V – objętość testowanego odcinka [litry]
- Δp – zmierzony spadek ciśnienia [kPa]
- E_W – współczynnik ścisłości wody [kPa] (należy przyjąć wartość $2,06 \times 10^6$ kPa)
- D – wewnętrzna średnica rurociągu [m]
- e – grubość ścianki rurociągu [m]
- E_R – moduł Younga materiału rury na kierunku obwodowym [kPa] (należy przyjąć wartość 8×10^5 kPa)
- 1,2 – współczynnik poprawkowy dla zasadniczej próby szczelności (uwzględniający zawartość powietrza)

Dla właściwej interpretacji uzyskiwanych wyników istotne jest zastosowanie odpowiedniej wartości E_R oraz uwzględnianie zmian temperatury i czasu przeprowadzania próby szczelności. Szczególnie w przypadku badania rurociągów o małych średnicach i krótkich odcinków Δp i ΔV winny być mierzone tak dokładnie, jak to tylko możliwe.

Jeżeli ΔV jest większe niż ΔV_{\max} , to należy przerwać badanie i po obniżeniu ciśnienia do zera jeszcze raz dokładnie odpowietrzyć rurociąg.

A.27.5. Zasadnicza próba szczelności

Lepkosprężyste pelzanie materiału rury pod wpływem naprężeń wywołanych ciśnieniem próbnym STP jest przerwane przez zintegrowany test spadku ciśnienia. Nagły spadek ciśnienia wewnętrznego prowadzi do kurczenia się rurociągu. Należy przez okres 30 minut (zasadnicza próba szczelności) obserwować i rejestrować wzrost ciśnienia wewnętrznego wywołany kurczeniem się rurociągu. Zasadniczą próbę szczelności można uznać za pozytywną, jeżeli linia zmian ciśnienia wykazuje tendencję wzrostową i w ciągu 30 minut, co jest zazwyczaj wystarczająco długim okresem, aby uzyskać odpowiednio dokładne określenie szczelności, nie wykazuje spadku (patrz rysunek 21). Jeżeli w tym czasie krzywa zmian ciśnienia wykaże jednak spadek, oznacza to nieszczelność badanego odcinka.

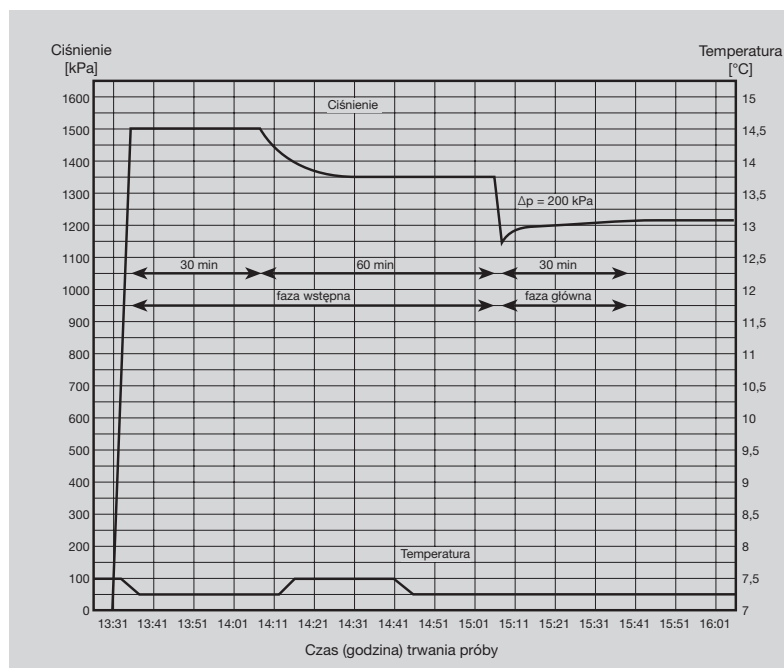
W przypadku wątpliwości zalecane jest przedłużenie do 90 minut zasadniczej próby szczelności. W takiej sytuacji dopuszczalny spadek ciśnienia jest ograniczony do 25 kPa względem maksymalnej wartości ciśnienia uzyskanej w fazie kurczenia się rury.

Jeżeli ciśnienie spadnie o więcej niż 25 kPa, to wynik testu należy uznać za negatywny.

Zaleca się sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych przed inspekcją wizualną połączeń zgrzewanych.

Konieczne jest usunięcie wszystkich zidentyfikowanych w trakcie próby uszkodzeń instalacji i powtórzenie całej próby.

Powtórne wykonanie zasadniczej próby szczelności jest dopuszczalne pod warunkiem przeprowadzenia całej procedury testowej, łącznie z 60-minutowym okresem relaksacji w fazie wstępnej.



Rysunek 21. Przykładowy przebieg próby szczelności

10. Wytyczne do projektowania rurociągów gazowych

10.1. Dobór rurociągu

Dobór rurociągu w oparciu o MOP (kryterium naprężeń obwodowych)

Maksymalne ciśnienie robocze (MOP) definiowane jest jako maksymalne ciśnienie, przy którym w normalnych warunkach roboczych system może pracować w sposób ciągły.

Jednym z parametrów limitujących wartość MOP jest całkowity współczynnik bezpieczeństwa c , którego minimalna wartość dla rurociągów gazowych wynosi $c = 2,0$.

Wytyczne dotyczące doboru odpowiedniego typoszeregu rurociągu, w oparciu o wytrzymałość materiału, współczynnik bezpieczeństwa i MOP, zawarte są w punkcie 3. niniejszego katalogu.

Dobór typoszeregu rurociągu PE 100, w oparciu o maksymalne ciśnienie robocze MOP ($c = 2,0$) oraz minimalną wymaganą wytrzymałość materiału po 50 latach, przedstawia poniższa tabela.

Tabela 21. Relacje pomiędzy SDR i MOP dla rur gazowych

Maksymalne ciśnienie robocze (MOP):	6 barów	10 barów
Rura gazowa ($c = 2$; MRS = 10 MPa; $t_{rob} = 20^{\circ}\text{C}$)	SDR 17,6	SDR 11

10.2. Kryterium szybkiej propagacji pęknięć RCP

Tabela 22. Ciśnienie krytyczne szybkiej propagacji pęknięć dla PE 100

D_y [mm]	p_{RCP} [bar]	
	SDR 17,6	SDR 11
25	76	122
32	67	108
40	60	96
50	54	86
63	48	77
90	40	64
110	36	58
125	34	55
140	32	52
160	30	48

Tabela odnosi się do wymaganej 50-letniej trwałości materiału i temperatury roboczej równej 20°C ($MOP_{20^{\circ}\text{C}}$). W przypadku wyższej temperatury roboczej należy uwzględnić temperaturowy współczynnik obniżający, który wynosi:

$$- D_F = 1,1 \text{ dla } t_{rob} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$- D_F = 1,3 \text{ dla } t_{rob} = 40^{\circ}\text{C}$$

Dla temperatury pomiędzy powyższymi punktami dopuszcza się interpolację liniową.

Wyznaczenie maksymalnego ciśnienia roboczego dla danej temperatury wykonuje się zgodnie ze wzorem:

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{(SDR-1) \times C \times D_F}$$

przy czym wartość współczynnika bezpieczeństwa C nie powinna być niższa niż 2.

180	28	45
200	27	43
225	25	41
250	24	39
315	23	36
355	20	32
400	19	31

Zjawisko szybkiej propagacji pęknięć polega na gwałtownym rozprzestrzenianiu się pęknięcia ścianki rury w kierunku wzdłużnym.

Kryterium szybkiej propagacji pęknięć RCP limitowało wartość ciśnienia roboczego dla rur PE 80. W przypadku rur PE 100 kryterium to nie ma znaczenia, ponieważ wartości p_{RCP} znacznie przekraczają wartości wynikające z kryterium naprężeń obwodowych, omówionych w punkcie 10.1.

Odporność rur PE 100 na szybką propagację pęknięć została przebadana zgodnie z testem S4 (small scale steady state). Według normy 1555-2:2010, współczynnik korelacji między testem w pełnej skali a testem S4 wynosi:

$$3,6 : (p_{c, full scale} + 1) = 3,6 \times (p_{c, S4} + 1).$$

Dla porównania przedstawiono wartości wynikające z kryterium naprężeń obwodowych.

Tabela 23. MOP wynikające z kryterium naprężeń obwodowych

D _y [mm]	MOP [bar]	
	SDR 17,6	SDR 11
25-400	6	10

11. Próba ciśnieniowa rurociągów gazowych

Bezpośrednio przed próbą ciśnieniową należy oczyścić gazociąg.

Próbę należy przeprowadzić przy użyciu powietrza lub gazu obojętnego, zgodnie z zaleceniami, po zasypaniu gazociągu. Jeżeli badany układ nie jest zasypany, trzeba go odpowiednio zabezpieczyć.

Wartość ciśnienia próby nie powinna być niższa niż iloczyn współczynnika 1,5 i maksymalnego ciśnienia roboczego. Jednocześnie wartość ta nie powinna być mniejsza niż suma ciśnienia roboczego i wartości 0,2 MPa, a także nie może przekroczyć wartości iloczynu współczynnika 0,9 i ciśnienia krytycznego szybkiej propagacji pęknięć (p_{RCP}).

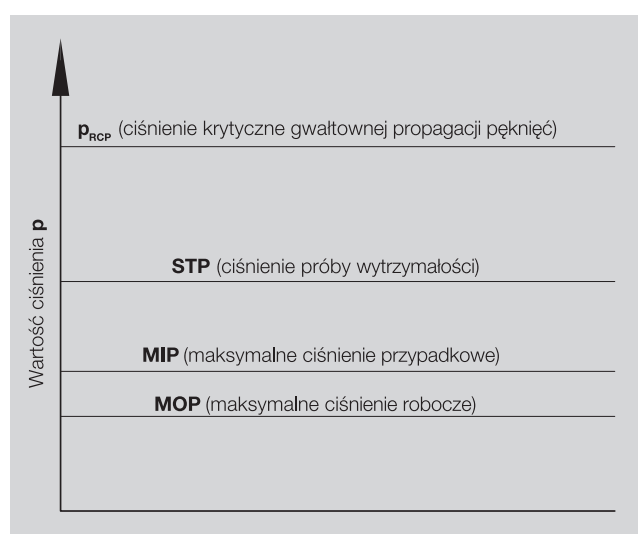
Z powyższego wynika, że wartość ciśnienia próbnego w odniesieniu do maksymalnego ciśnienia roboczego powinna wynosić:

- 1,5 MPa (1,0 MPa x 1,5) dla gazociągów podwyższonego ciśnienia,
- 0,75 MPa (0,5 MPa x 1,5) dla gazociągów średniego ciśnienia,
- 0,21 MPa (0,01 MPa + 0,2 MPa) dla gazociągów niskiego ciśnienia.

Maksymalne ciśnienie przypadkowe MIP nie może być wyższe od ciśnienia próby (STP). Relacje pomiędzy p_{RCP} , MIP, MOP i STP przedstawia rys. 22.

Podczas próby ciśnieniowej należy uwzględnić następujące zjawiska:

- zmiany temperatury otoczenia podczas badania,
- stabilizację temperatury czynnika próbnego – 2 godziny (użycie sprężarki wymaga 4-godzinnego czasu stabilizacji),
- pelzanie materiału, czyli odkształcenie rurociągu wskutek działania zwiększonego ciśnienia wewnątrz rurociągu.



Rysunek 22. Relacja ciśnień w gazociągu z PE 100

Minimalny czas próby ciśnieniowej zależy od średnicy rurociągu i od dokładności manometru. Dla manometrów, w których dopuszczalny błąd wskazania jest mniejszy lub równy $\pm 0,4\%$, czas próby wynosi 48 godzin ($300 \leq DN \leq 500$ mm). Czas próby dla $DN \leq 250$ mm wynosi 24 godziny (dopuszczalny błąd wskazania manometru nie większy niż $\pm 0,6\%$).

Po zakończeniu próby ciśnieniowej z wynikiem pozytywnym zaleca się uruchomienie odcinka tak szybko, jak to możliwe.

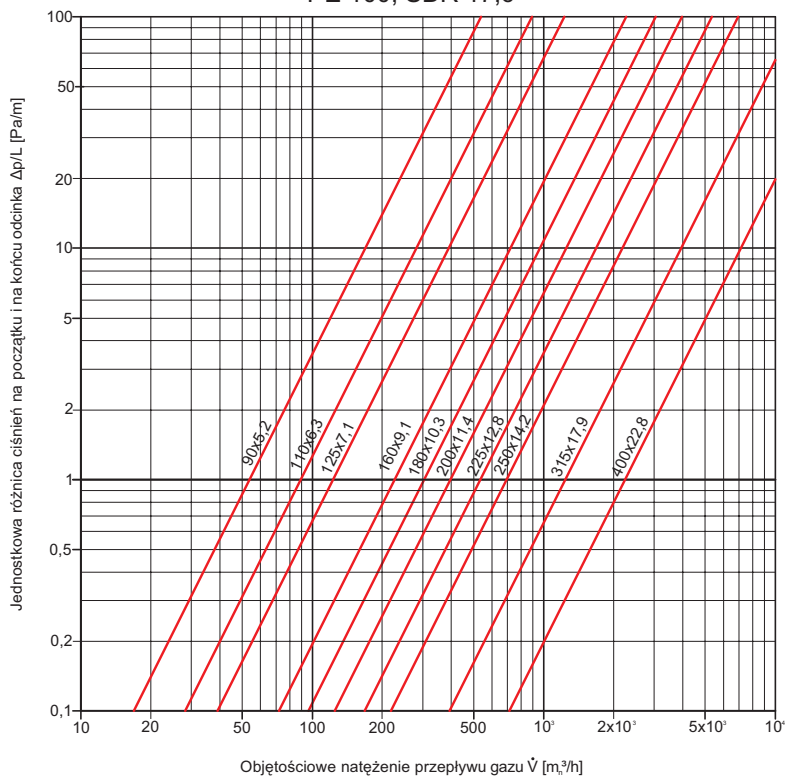
12. Nomogramy doboru średnic rurociągów gazowych

12.1. Nomogramy doboru rurociągów gazowych niskiego ciśnienia

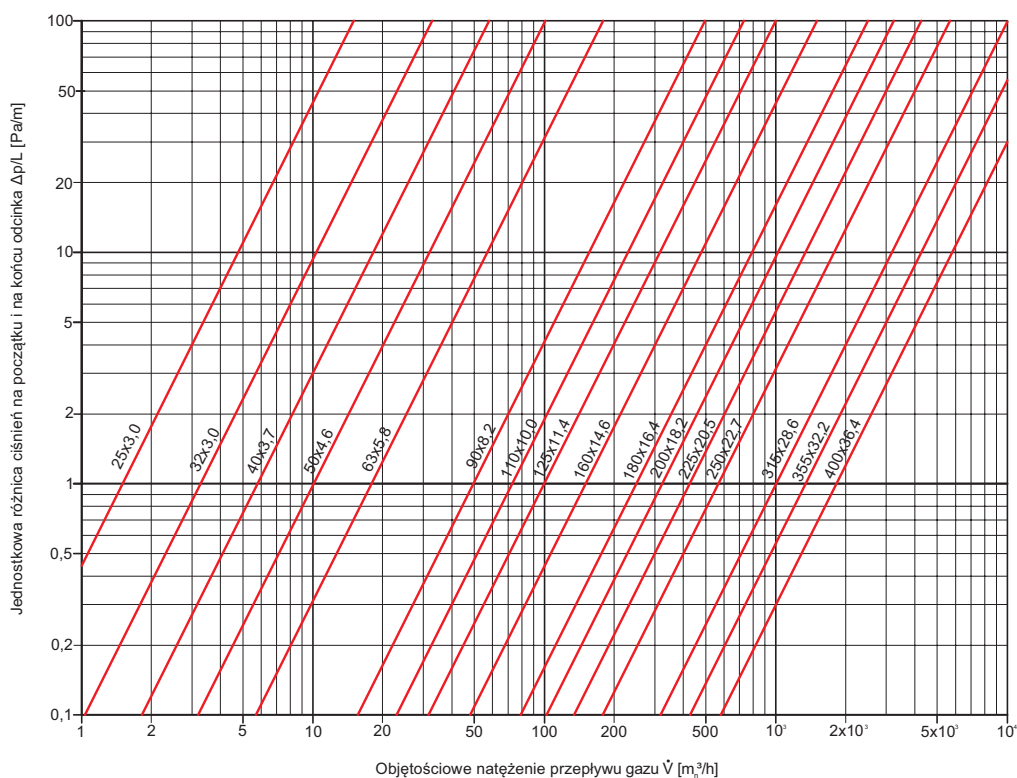
Założenia:

- gaz ziemny grupy E (wysokometanowy, dawniej oznaczany GZ-50),
- względna gęstość gazu $s = 0,57$ (stosunek gęstości gazu do gęstości powietrza),
- jednostkowa długość odcinka dla nomogramu $L = 1$ m,
- rurociągi klasy PE 100,
- typoszereg SDR 11 i SDR 17,6 w oferowanym zakresie średnic.

Nomogram doboru średnic rurociągów gazowych niskiego ciśnienia PE 100, SDR 17,6



Nomogram doboru średnic rurociągów gazowych niskiego ciśnienia PE 100, SDR 11

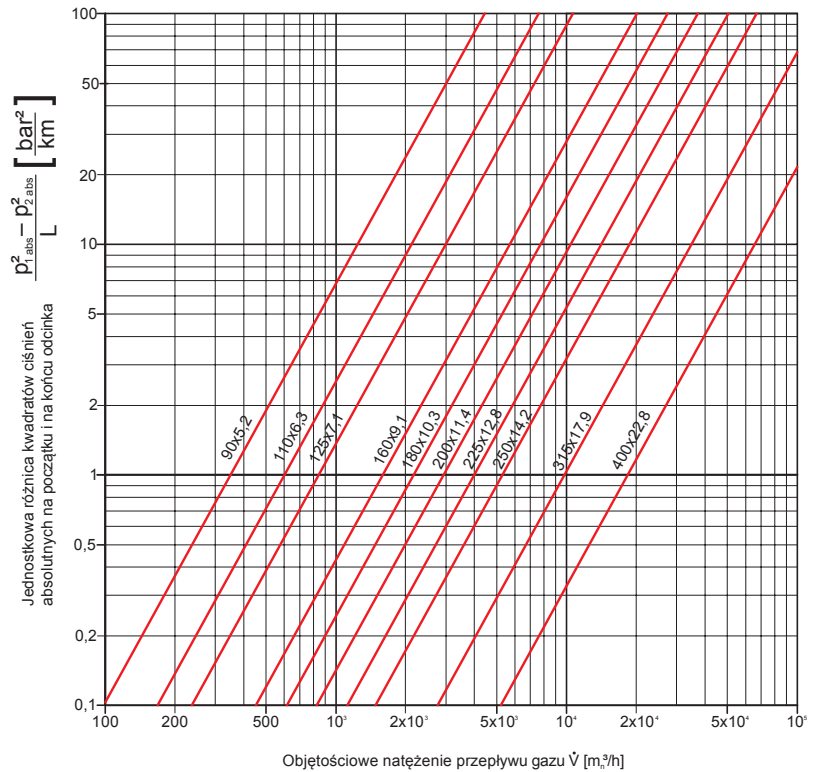


12.2. Nomogramy doboru - średnie i podwyższone ciśnienie

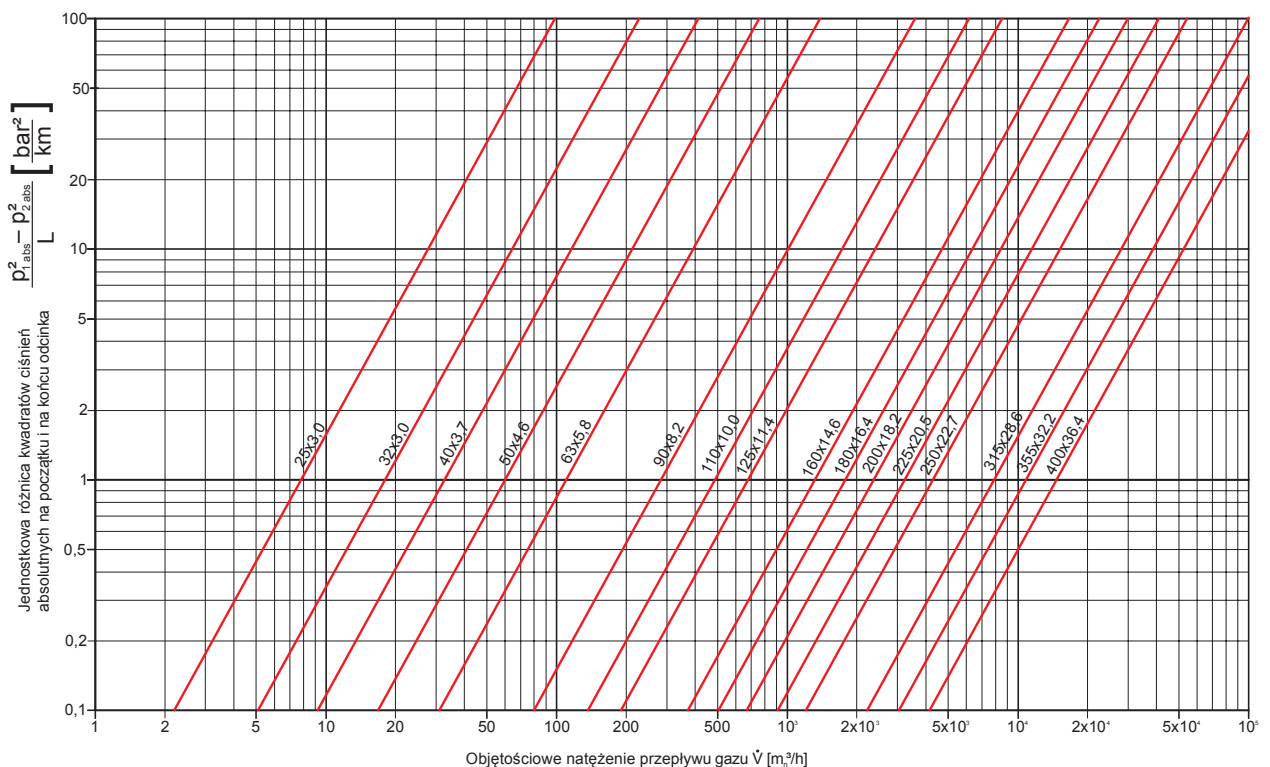
Założenia:

- gaz ziemny grupy E (wysokometanowy, dawniej oznaczany GZ-50),
- względna gęstość gazu $s = 0,57$ (stosunek gęstości gazu do gęstości powietrza),
- jednostkowa długość odcinka dla nomogramu $L = 1$ km,
- temperatura gazu $T = 10^\circ \text{C}$,
- różnica ciśnień wyliczana jako różnica kwadratów ciśnień absolutnych na początku i na końcu odcinka $p_{1, \text{abs}}^2 - p_{2, \text{abs}}^2$ [bar²]; w celu wyliczenia ciśnienia absolutnego na początku i na końcu odcinka do wartości nadciśnienia dodać wartość 1 bara,
- rurociągi klasy PE 100,
- typoszereg SDR 11 i SDR 17,6 w oferowanym zakresie średnic.

Nomogram doboru średnic rurociągów gazowych średniego i podwyższonego ciśnienia PE 100, SDR 17,6



Nomogram doboru średnic rurociągów gazowych średniego i podwyższonego ciśnienia PE 100, SDR 11



13. Rury PE do systemów ciśnieniowych – przegląd portfolio

Tabela 1. Rury wodociągowe: przegląd średnic (mm), SDR / grubości ścianek (mm)

DN mm	PE 100		PE 100 RC		PE 100 RC XSC 50 / PE 100 RC	
	SDR 17	SDR 11	Wavin Safe Tech RC ⁿ		Wavin TS ^{DOQ®}	
	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
25	2,0 (SDR 13,6, PN 12,5)	–	–	–	–	–
32	2,0	3,0	–	–	–	3,0***
40	2,4	3,7	–	–	–	3,7***
50	3,0	4,6	–	–	–	4,6***
63	3,8	5,8	–	–	–	5,8***
75	4,5	6,8	–	–	–	6,8***
90	5,4	8,2	5,4	8,2	–	8,2
110	6,6	10,0	6,6	10,0	–	10,0
125	7,4	11,4	7,4	11,4	–	11,4
140	8,3	12,7	8,3	12,7	–	12,7
160	9,5	14,6	9,5	14,6	–	14,6
180	10,7	16,4	10,7	16,4	–	16,4
200	11,9	18,2	11,9	18,2	–	18,4
225	13,4	20,5	13,4	20,5	13,4	20,5
250	14,8	22,7	14,8	22,7	14,8	22,7
280	16,6	25,4	16,6	25,4	16,6	25,4
315	18,7	28,6	18,7	28,6	18,7	28,6
355	21,1	32,2	21,1	32,2	21,1	32,2
400	23,7	36,4	23,7	36,3	23,7	36,3
450	26,7	40,9	26,7	40,9	26,7	40,9
500	29,7	45,4	29,7*	45,4*	29,7**	45,4**
560	33,2	50,8	33,2*	50,8*	33,2**	50,8**
630	37,4	57,2	37,4*	57,2*	37,4**	57,2**

* Rury dostępne na specjalne zamówienie, wykonane w całości z surowca PE 100 RC.

** Rury dostępne na zamówienie, wykonane w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

*** Rury wykonane w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

Tabela 2. Rury gazowe: przegląd średnic (mm), SDR / grubości ścianek (mm)

DN mm	PE 100		PE 100 RC		PE 100 RC XSC 50	
	SDR 17,6	SDR 11	Wavin Safe Tech RC ⁿ		Wavin TS ^{DOO®}	
			SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
25	–	3,0	–	–	–	3,0
32	–	3,0	–	–	–	3,0
40	–	3,7	–	–	–	3,7
50	–	4,6	–	–	–	4,6
63	–	5,8	–	–	–	5,8
75	–	–	–	–	–	6,8
90	5,2	8,2	5,4	8,2	–	8,2
110	6,3	10,0	6,6	10,0	6,6*	10,0
125	7,1	11,4	7,4	11,4	–	11,4
140	–	–	–	–	–	12,7
160	9,1	14,6	9,5	14,6	9,5*	14,6
180	10,3	16,4	10,7	16,4	10,5*	16,4
200	11,4	18,2	11,9	18,4	–	18,4
225	12,8	20,5	13,4	20,5	13,4	20,5
250	14,2	22,7	–	–	14,8*	22,7*
280	–	–	–	–	16,6*	25,4*
315	17,9	28,6	–	–	18,7*	28,6*
355	–	32,2	–	–	21,1*	32,2*
400	22,8	36,4	–	–	23,7*	36,3*
450	–	–	–	–	26,7*	40,9*

*Rury dostępne na specjalne zamówienie.

Tabela 3. Rury kanalizacyjne: przegląd średnic (mm), SDR / grubości ścianek (mm)

DN mm	PE 100		PE 100 RC		PE 100 RC XSC 50 / PE 100 RC	
	SDR 26	SDR 17	Wavin Safe Tech RC ⁿ		Wavin TS ^{DOO®}	
			SDR 17	SDR 11	SDR 17	SDR 11
25	–	–	–	–	–	–
32	–	–	–	–	–	–
40	–	2,4	–	–	–	–
50	–	3,0	–	–	–	–
63	–	3,8	–	–	–	5,8***
75	–	4,5	–	–	–	6,8***
90	3,5	5,4	5,4	8,2	–	8,2
110	4,2	6,6	6,6	10,0	–	10,0
125	4,8	7,4	7,4	11,4	–	11,4
140	6,2	9,5	8,3	12,7	–	12,7
160	6,9	10,7	9,5	14,6	–	14,6
180	7,7	11,9	10,7	16,4	–	16,4
200	8,6	13,4	11,9	18,2	–	18,2
225	9,6	14,8	13,4	20,5	13,4	20,5
250	10,7	16,6	14,8	22,7	14,8	22,7
280	12,1	18,7	16,6	25,4	16,6	25,4
315	13,6	21,1	18,7	28,6	18,7	28,6
355	15,3	23,7	21,1	32,2	21,1	32,2
400	–	–	23,7	36,3	23,7	36,3
450	–	–	26,7	40,9	26,7	40,9
500	–	–	29,7*	45,4*	29,7**	45,4**
560	–	–	33,2*	50,8*	33,2**	50,8**
630	–	–	37,4*	57,2*	37,4**	57,2**

*Rury dostępne na zamówienie, wykonane w całości z surowca PE 100 RC.

**Rury dostępne na zamówienie, wykonane w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

***Rury wykonane w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

SYSTEMY POLIETYLENOWE PE 100, SAFE TECH RCⁿ I WAVIN TS^{DOO®}

Katalog produktów – sierpień 2013

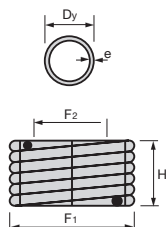
14. Zestawienie produktów

14.1. Rury ciśnieniowe do wody pitnej

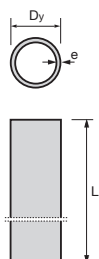
Rury z PE 100

PE 100

PE 100
rura jednowarstwowa



UWAGA! Tolerancja długości wynosi +/-0,5%. Dotyczy również rur w 12-metrowych odcinkach.. Możliwe jest dostarczenie rur w zwojach SDR 17 i SDR 11 o średnicach do 160 mm. Realizacja wymaga uzgodnienia z Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.



Rura z PE 100 do przesyłania wody

Rury w zwojach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3052280870	32	3,0	0,3	1000	640	450	200
3052281050	40	3,7	0,4	1400	800	380	100
3052281250	50	4,6	0,7	1600	1000	410	100
3052281450	63	5,8	1,1	1750	1260	450	100
3052281850	75	6,8	1,5	1900	1500	540	100

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3052270670	25*	2,0	0,2		500	250	200
3052270870	32	2,0	0,2	1000	640	450	200
3052271070	40	2,4	0,3	1400	800	530	200
3052271250	50	3,0	0,5	1500	1000	410	100
3052271450	63	3,8	0,7	1750	1260	450	100
3052271850	75	4,5	1,0	1900	1500	540	100
3052272240	90	5,4	1,5	2250	1800	470	50
3052272250	90	5,4	1,5	2250	1800	660	100
3052272440	110	6,6	2,2	2600	2200	540	50
3052272450	110	6,6	2,2	2600	2200	700	100

* SDR 13,6 PN 12,5.

Rura z PE 100 do przesyłania wody

Rury w sztangach

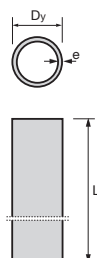
SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3052282230	90	8,2	2,0	12
3052282430	110	10,0	3,0	12
3052282830	125	11,4	3,9	12
3052282930	140	12,7	5,1	12
3052283430	160	14,6	6,4	12
3052283630	180	16,4	8,0	12
3052283830	200	18,2	9,9	12
3052284030	225	20,5	12,6	12
3052284230	250	22,7	15,4	12
3052284430	280	25,4	21,0	12
3052284630	315	28,6	24,5	12
3052284830	355	32,2	33,8	12
3052285030	400	36,4	39,8	12
3252285230	450	40,9	52,3	12
3252286030	500	45,4	64,5	12
3252286430	560	50,8	80,8	12
3252286830	630	57,2	102,0	12

Systemy polietylenowe

14. Zestawienie produktów

Rury z PE 100 cd.



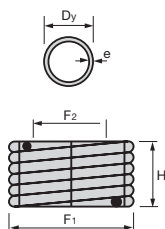
SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3052272230	90	5,4	1,4	12
3052272430	110	6,6	2,0	12
3052272830	125	7,4	2,6	12
3052272930	140	8,3	3,5	12
3052273430	160	9,5	4,3	12
3052273630	180	10,7	5,4	12
3052273830	200	11,9	6,7	12
3052274030	225	13,4	8,5	12
3052274230	250	14,8	10,4	12
3052274430	280	16,6	14,1	12
3052274630	315	18,7	16,6	12
3052274830	355	21,1	22,8	12
3052275030	400	23,7	26,7	12
3252275230	450	26,7	35,4	12
3252276030	500	29,7	43,8	12
3252276430	560	33,2	54,8	12
3252276830	630	37,4	69,4	12

Rury Safe Tech RCⁿ



Wavin Safe Tech RCⁿ
rura dwuwarstwowa



Rura Safe Tech RCⁿ do przesyłania wody

Rury w zwojach

SDR 11 PN 16

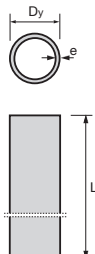
Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3272012250	90	8,2	214,4	2890	2400	520	100
3272012450	110	10,0	317,8	3000	2400	655	100
3272012850	125	11,4	412,0	3080	2400	700	100
3272012950	140	12,7	513,3	3165	2400	770	100
3272013450	160	14,6	673,5	3270	2400	880	100
3272013650	180	16,4	851,1	3385	2400	990	100

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3272002250	90	5,4	147,3	2890	2400	520	100
3272002450	110	6,6	218,9	3000	2400	655	100
3272002850	125	7,4	279,0	3080	2400	700	100
3272002950	140	8,3	350,1	3165	2400	770	100
3272003450	160	9,5	1278,5	3270	2400	1200	220

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

Rury Safe Tech RCⁿ cd.



Rury Safe Tech RCⁿ do przesyłania wody

Rury w sztangach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3272012230	90	8,2	2,14	12
3272012430	110	10,0	3,18	12
3272012830	125	11,4	4,12	12
3272012930	140	12,7	5,13	12
3272013430	160	14,6	6,74	12
3272013630	180	16,4	8,51	12
3272013830	200	18,4	10,49	12
3272014030	225	20,5	13,28	12
3272014230	250	22,7	16,33	12
3272014430	280	25,4	20,47	12
3272014630	315	28,6	25,90	12
3272014830	355	32,2	32,87	12
3272015030	400	36,3	41,73	12
3272015230	450	40,9	52,84	12

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3272002230	90	5,4	1,47	12
3272002430	110	6,6	2,19	12
3272002830	125	7,4	2,79	12
3272002930	140	8,3	3,50	12
3272003430	160	9,5	4,57	12
3272003630	180	10,7	5,77	12
3272003830	200	11,9	9,03	12
3272004030	225	13,4	9,03	12
3272004230	250	14,8	11,06	12
3272004430	280	16,6	13,89	12
3272004630	315	18,7	17,59	12
3272004830	355	21,1	22,38	12
3272005030	400	23,7	28,27	12
3272005230	450	26,7	35,81	12

UWAGA! Na specjalne zamówienie dostępne są rury Safe Tech RCⁿ do wody o średnicach 500, 560 oraz 630 mm. Rury te wykonane są w całości z surowca PE 100 RC.

SDR 11

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	45,4	65,2	12
560	50,8	81,7	12
630	57,2	103,5	12

SDR 17

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	29,7	43,8	12
560	33,2	54,8	12
630	37,4	69,4	12

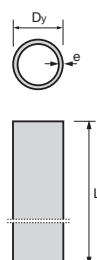
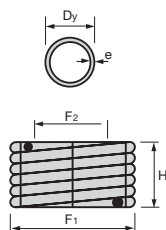
Systemy polietylenowe

13. Zestawienie produktów

Rury Wavin TS^{DOQ}



Wavin TS^{DOQ}
Rura trójwarstwowa



UWAGA! Na specjalne zamówienie dostępne są rury Wavin TS^{DOQ} do kanalizacji o średnicach 500, 560 oraz 630 mm. Rury te wykonane są w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

SDR 11

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	45,4	65,2	12
560	50,8	81,7	12
630	57,2	103,5	12

SDR 17

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	29,7	43,8	12
560	33,2	54,8	12
630	37,4	69,4	12

Rura Wavin TS^{DOQ} przesyłania wody

Rury w zwojach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3288364816	32*	3,0	0,27	1170	880	240	100
3288357810	40*	3,7	0,43	1240	880	300	100
3288364808	50*	4,6	0,67	1450	1000	325	100
3288364298	63*	5,8	1,05	2090	1750	410	100
3288383705	75*	6,8	1,47	2290	1750	413	100
3288361140	90	8,2	2,12	2890	2400	520	100
3288360748	110	10,0	3,14	3000	2400	655	100
3288361159	125	11,4	4,08	3080	2400	700	100
3288379520	140	12,7	5,08	3165	2400	770	100
3288361167	160	14,6	6,67	3270	2400	880	100
3288361183	180	16,4	8,42	3385	2400	990	100

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

* Rura lita.

Rury TS^{DOQ} do przesyłania wody

Rury w sztagach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury	
				L [m]	L [m]
3288371332	32*	3,0	0,27	12	12
3288370620	40*	3,7	0,43	12	12
3288371324	50*	4,6	0,67	12	12
3288369745	63*	5,8	1,05	12	12
3288383713	75*	6,8	1,47	12	12
3288361086	90	8,2	2,12	12	12
3288361035	110	10,0	3,14	12	12
3288357771	125	11,4	4,08	12	12
3288378701	140	12,7	5,08	12	12
3288361132	160	14,6	6,67	12	12
3288357801	180	16,4	8,42	12	12
3288391570	200	18,4	10,40	12	12
3288391589	225	20,5	13,10	12	12
3288391597	250	22,7	16,20	12	12
3288391600	280	25,4	20,30	12	12
3288391619	315	28,6	25,90	12	12
3288391627	355	32,2	32,50	12	12
3288391635	400	36,3	41,30	12	12
3288391643	450	40,9	52,30	12	12

* Rura lita.

SDR 17 PN 10

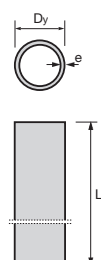
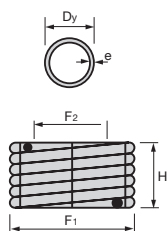
Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury w zwoju	
				L [m]	L [m]
3288120023	225	13,4	8,93	12	12
3288391651	250	14,8	11,00	12	12
3288391660	280	16,6	13,70	12	12
3288391678	315	18,7	17,40	12	12
3288391686	355	21,1	22,10	12	12
3288391694	400	23,7	28,00	12	12
3288391708	450	26,7	35,40	12	12

14.2. Rury ciśnieniowe do gazu

Rury z PE 100



PE 100
rura jednowarstwowa



Rura z PE 100 do przesyłania gazu

Rury w zwojach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F_1 [mm]	Wew. F_2 [mm]	Wysokość H [mm]	
3054290650	25*	3,0	0,2	-	500	210	100
3054290850	32	3,0	0,3	-	640	315	100
3054291050	40	3,7	0,4	-	800	270	100
3054291250	50	4,6	0,7	-	1000	460	100
3054291450	63	5,8	1,1	-	1260	470	100

* grubość ścianki wynika z zaokrąglenia do minimalnej wartości równej 3,0.

UWAGA! Tolerancja długości wynosi +/-0,5%. Dotyczy również rur w 12-metrowych odcinkach. Możliwe jest dostarczenie rur w zwojach SDR 17 i SDR 11 o średnicach do 160 mm. Realizacja wymaga uzgodnienia z Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

Rura z PE 100 do przesyłania gazu

Rury w sztangach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3054292230	90	8,2	2,1	12
3054292430	110	10,0	3,2	12
3054292830	125	11,4	4,1	12
3054293430	160	14,6	6,7	12
3054293630	180	16,4	8,4	12
3054293830	200	18,2	10,4	12
3054294030	225	20,5	13,2	12
3054294230	250	22,7	16,2	12
3054294630	315	28,6	25,8	12
3054294830	355	32,2	33,8	12
3054295030	400	36,4	41,7	12

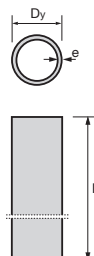
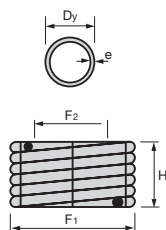
SDR 17,6 PN / MOP 6

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3054192230	90	5,2	1,4	12
3054192430	110	6,3	2,1	12
3054192830	125	7,1	2,7	12
3054193430	160	9,1	4,4	12
3054193630	180	10,3	5,5	12
3054193830	200	11,4	6,8	12
3054194030	225	12,8	8,6	12
3054194230	250	14,2	10,6	12
3054194630	315	17,9	16,8	12
3054195030	400	22,8	27,2	12

Rury Safe Tech RCⁿ



Wavin Safe Tech RCⁿ
rura dwuwarstwowa



Rura Safe Tech RCⁿ do przesyłania gazu

Rury w zwojach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3273012250	90	8,2	214,4	2890	2400	520	100
3273012450	110	10,0	317,8	3000	2400	655	100
3273012850	125	11,4	412,0	3080	2400	700	100
3273013450	160	14,6	673,5	3270	2400	880	100
3273013650	180	16,4	851,1	3385	2400	900	100

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

SDR 17 PN / MOP 6

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3273002250	90	5,4	147,3	2890	2400	520	100
3273002450	110	6,6	218,9	3000	2400	655	100
3273002850	125	7,4	279,0	3080	2400	700	100
3273003450	160	9,5	1278,5	3270	2400	1200	220

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

Rura Safe Tech RCⁿ do przesyłania gazu

Rury w sztangach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury	
				L [m]	L [m]
3273012230	90	8,2	2,14	12	
3273012430	110	10,0	3,18	12	
3273012830	125	11,4	4,12	12	
3273013430	160	14,6	6,74	12	
3273013630	180	16,4	8,51	12	
3273013830	200	18,4	10,49	12	
3273014030	225	20,5	13,28	12	

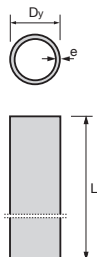
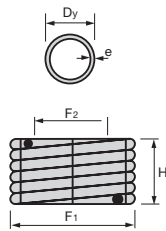
SDR 17 PN / MOP 6

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury	
				L [m]	L [m]
3273002230	90	5,4	1,47	12	
3273002430	110	6,6	2,19	12	
3273002830	125	7,4	2,79	12	
3273003430	160	9,5	4,57	12	
3273003630	180	10,7	5,77	12	
3273003830	200	11,9	9,03	12	
3273004030	225	13,4	9,03	12	

Rury Wavin TS^{DOQ}



Wavin TS^{DOQ}
Rura jednowarstwowa



Rura Wavin TS^{DOQ} przesyłania gazu

Rury w zwojach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3288369480	25	3,0	0,21	1050	880		100
3288369478	32	3,0	0,28	1170	880	240	100
3288369648	40	3,7	0,43	1240	880	300	100
3288369656	50	4,6	0,67	1450	1000	325	100
3288369664	63	5,8	1,05	2090	1750	410	100
3288383675	75	6,8	1,47	2290	1750	413	100
3288369672	90	8,2	2,12	2890	2400	520	100
3288369583	110	10,0	3,14	3000	2400	655	100
3288369605	125	11,4	4,08	3080	2400	700	100
3288369617	140	12,7	5,08	3165	2400	770	100
3288369621	160	14,6	6,67	3270	2400	880	100
3288369630	180	16,4	8,42	3385	2400	990	100

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

Rura Wavin TS^{DOQ} przesyłania gazu

Rury w sztangach

SDR 11 PN / MOP 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3288371286	32	3,0	0,27	12
3288371294	40	3,7	0,43	12
3288371308	50	4,6	0,67	12
3288371316	63	5,8	1,05	12
3288383691	75	6,8	1,47	12
3288369680	90	8,2	2,12	12
3288361477	110	10,0	3,14	12
3288369592	125	11,4	4,08	12
3288369607	140	12,7	5,08	12
3288369613	160	14,6	6,67	12
3288369484	180	16,4	8,42	12
3288391561	200	18,4	10,40	12
3288391562	225	20,5	13,10	12
3288391563	250*	22,7	16,20	12
3288391564	280*	25,4	20,30	12
3288391565	315*	28,6	25,90	12
3288391566	355*	32,2	32,50	12
3288391567	400*	36,3	41,30	12
3288391568	450*	40,9	52,30	12

* Na zamówienie.

SDR 17 PN / MOP 6

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3288120031	225	13,4	8,93	12
3288391569	250*	14,8	11,00	12
3288391571	280*	16,6	13,70	12
3288391572	315*	18,7	17,40	12
3288391573	355*	21,1	22,10	12
3288391574	400*	23,7	28,00	12
3288391575	450*	26,7	35,40	12

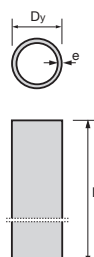
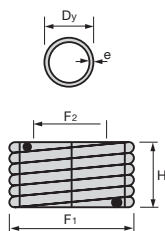
* Na zamówienie.

14.3. Rury ciśnieniowe do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury z PE 100



PE 100
rura jednowarstwowa



Rura z PE 100 do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w zwojach
SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F_1 [mm]	Wew. F_2 [mm]	Wysokość H [mm]	
3065271050	40	2,4	0,3	1470	650	340	100
3065271250	50	3,0	0,5	2020	1650	320	100
3065271450	63	3,8	0,7	1950	1600	390	100
3065271850	75	4,5	1,0	2480	1890	230	100

UWAGA! Tolerancja długości wynosi +/-0,5%. Dotyczy również rur w 12-metrowych odcinkach. Możliwe jest dostarczenie rur w zwojach SDR 17 i SDR 11 o średnicach do 160 mm. Realizacja wymaga uzgodnienia z Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.

Rura z PE 100 do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w sztangach
SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3065272430	110	6,6	2,0	12
3065272830	125	7,4	2,6	12
3065273430	160	9,5	4,3	12
3065273630	180	10,7	5,4	12
3065273830	200	11,9	6,7	12
3065274030	225	13,4	8,5	12
3065274230	250	14,8	10,4	12
3065274430	280	16,6	14,1	12
3065274630	315	18,7	16,6	12
3065274830	355	21,1	22,8	12
3065275030	400	23,7	26,7	12

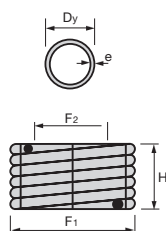
SDR 26 PN 6

Indeks	Średnica zew. D_y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3065262430	110	4,2	1,5	12
3065262830	125	4,8	1,9	12
3065263430	160	6,2	3,1	12
3065263630	180	6,9	3,9	12
3065263830	200	7,7	4,8	12
3065264030	225	8,6	5,9	12
3065264230	250	9,6	7,4	12
3065264430	280	10,7	9,2	12
3065264630	315	12,1	11,8	12
3065264830	355	13,6	14,8	12
3065265030	400	15,3	18,9	12

Rury Safe Tech RCⁿ do kanalizacji



Wavin Safe Tech RCⁿ
rura dwuwarstwowa



Rura Safe Tech RCⁿ do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w zwojach

SDR 11 PN 16

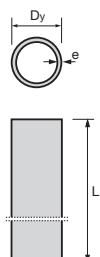
Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3276012250	90	8,2	214,4	2890	2400	520	100
3276012450	110	10,0	317,8	3000	2400	655	100
3276012850	125	11,4	412,0	3080	2400	700	100
3276012950	140	12,7	513,3	3165	2400	770	100
3276013450	160	14,6	673,5	3270	2400	880	100
3276013650	180	16,4	851,1	3385	2400	990	100

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3276002250	90	5,4	147,3	2890	2400	520	100
3276002450	110	6,6	218,9	3000	2400	655	100
3276002850	125	7,4	279,0	3080	2400	700	100
3276002950	140	8,3	350,1	3165	2400	770	100
3276003450	160	9,5	1278,5	3270	2400	1200	220

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.



Rura Safe Tech RCⁿ do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w sztangach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3276012430	110	10,0	3,18	12
3276012830	125	11,4	4,12	12
3276012930	140	12,7	5,13	12
3276013430	160	14,6	6,74	12
3276013630	180	16,4	8,51	12
3276013830	200	18,4	10,49	12
3276014030	225	20,5	13,28	12
3276014230	250	22,7	16,33	12
3276014430	280	25,4	20,47	12
3276014630	315	28,6	25,90	12
3276014830	355	32,2	32,87	12
3276015030	400	36,3	41,73	12
3276015230	450	40,9	52,84	12

Rury Safe Tech RCⁿ cd.



UWAGA! Na specjalne zamówienie dostępne są rury Safe Tech RCⁿ do kanalizacji o średnicach 500, 560 oraz 630 mm. Rury te wykonane są w całości z surowca PE 100 RC.

SDR 11

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	45,4	65,2	12
560	50,8	81,7	12
630	57,2	103,5	12

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
3276002230	90	5,4	1,47	12
3276002430	110	6,6	2,19	12
3276002830	125	7,4	2,79	12
3276002930	140	8,3	3,50	12
3276003430	160	9,5	4,57	12
3276003630	180	10,7	5,77	12
3276003830	200	11,9	9,03	12
3276004030	225	13,4	9,03	12
3276004230	250	14,8	11,06	12
3276004430	280	16,6	13,89	12
3276004630	315	18,7	17,59	12
3276004830	355	21,1	22,38	12
3276005030	400	23,7	28,27	12
3276005230	450	26,7	35,81	12

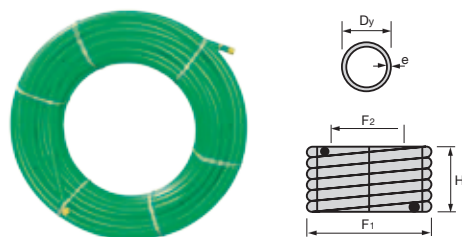
SDR 17

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	29,7	43,8	12
560	33,2	54,8	12
630	37,4	69,4	12

Rury Wavin TS^{DOQ}



Wavin TS^{DOQ}
rura trójwarstwowa



Rura Wavin TS^{DOQ} do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w zwojach

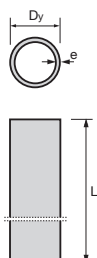
SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew. D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Wymiary zwoju			Dł. rury w zwoju L [m]
				Zew. F ₁ [mm]	Wew. F ₂ [mm]	Wysokość H [mm]	
3288382458	63*	5,8	1,05	2090	1750	410	100
3288383748	75*	6,8	1,47	2290	1750	413	100
3288382466	90	8,2	2,12	2890	2400	520	100
3288382300	110	10,0	3,14	3000	2400	655	100
3288382482	125	11,4	4,08	3080	2400	700	100
3288382490	140	12,7	5,08	3165	2400	770	100
3288382504	160	14,6	6,67	3270	2400	880	100
3288382512	180	16,4	8,42	3385	2400	990	100

Uwaga: pozastandardowe długości rur w zwojach na zamówienie.

* Rura lita.

Rury Wavin TS^{DOQ}® cd.



Rura Wavin TS^{DOQ}® do kanalizacji ciśnieniowej i instalacji przemysłowych

Rury w sztangach

SDR 11 PN 16

Indeks	Średnica zew.	Grubość ścianki	Waga	Dł. rury
	D _y [mm]	e [mm]	M [kg/m]	L [m]
3288382342	63*	5,8	1,05	12
3288383730	75*	6,8	1,47	12
3288382350	90	8,2	2,12	12
3288382296	110	10,0	3,14	12
3288382369	125	11,4	4,08	12
3288382377	140	12,7	5,08	12
3288382385	160	14,6	6,67	12
3288382393	180	16,4	8,42	12
3288391716	200	18,4	10,40	12
3288391724	225	20,5	13,10	12
3288391732	250	22,7	16,20	12
3288391740	280	25,4	20,30	12
3288391759	315	28,6	25,90	12
3288391767	355	32,2	32,50	12
3288391775	400	36,3	41,30	12
3288391783	450	40,9	52,30	12

* Rura lita.

SDR 17 PN 10

Indeks	Średnica zew.	Grubość ścianki	Waga	Dł. rury
	D _y [mm]	e [mm]	M [kg/m]	L [m]
3288120040	225	13,4	8,93	12
3288391791	250	14,8	11,00	12
3288391805	280	16,6	13,70	12
3288391813	315	18,7	17,40	12
3288391821	355	21,1	22,10	12
3288391830	400	23,7	28,00	12
3288391848	450	26,7	35,40	12

Uwaga! Na specjalne zamówienie dostępne są rury Wavin TS^{DOQ}® do kanalizacji o średnicach 500, 560 oraz 630 mm. Rury te wykonane są w całości z surowca PE 100 RC XSC 50.

SDR 11

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	45,4	65,2	12
560	50,8	81,7	12
630	57,2	103,5	12

SDR 17

Średnica zewnętrzna D _y [mm]	Grubość ścianki e [mm]	Waga M [kg/m]	Dł. rury L [m]
500	29,7	43,8	12
560	33,2	54,8	12
630	37,4	69,4	12

Systemy polietylenowe

Katalog produktów



Produkty dla systemów infrastrukturalnych

Istota naszej działalności tkwi w jakości naszych produktów. Systemy doskonałe, a więc doskonała jakość. Przeznaczone dla dużych odbiorców produkty Wavin powstawały na podstawie dokładnej analizy potrzeb wykonawców i użytkowników. Są to:

- kanalizacja zewnętrzna grawitacyjna PVC,
- system rur dwuciennych i kształtek Wavin X-Stream,
- kanalizacja zewnętrzna ciśnieniowa PE,
- studzienki kanalizacyjne,
- pompownie ścieków i wód zanieczyszczonych,
- system ciśnieniowy do przesyłania wody z PE,
- system ciśnieniowy do przesyłania wody z PVC,
- system ciśnieniowy do przesyłania gazu z PE,
- systemy drenarskie,
- system zagospodarowania wody deszczowej Wavin Q-Bic i Aquacell,
- system instalacji do podciśnieniowego odwadniania dachów Wavin QuickStream,
- systemy do renowacji rurociągów: Compact Pipe, Shortlining KMR, Neofit, Wavin TS,
- system odwodnień wiaduktów i mostów HD-PE,
- separatory.

Sprawdź także ofertę w zakresie systemów instalacyjnych dla budownictwa.



Wavin dostarcza skuteczne rozwiązania pozwalające zaspokajać kluczowe potrzeby życia codziennego: bezpieczną dystrybucję wody pitnej, przyjazne środowisku zagospodarowanie wody deszczowej i ścieków, energooszczędne ogrzewanie i chłodzenie budynków. Pozycja lidera w Europie, jak i obecność na rynkach lokalnych, zobowiązanie do innowacyjności oraz wsparcie techniczne – wszystko to daje wymierne korzyści naszym klientom. Nieustannie spełniamy najwyższe standardy zrównoważonego rozwoju oraz gwarantujemy niezawodną logistykę, aby wspierać naszych klientów w osiągnięciu ich celów.

Wavin Metalplast-Buk ciągle rozwija i doskonali swoje produkty, stąd rezerwuje sobie prawo do modyfikacji lub zmiany specyfikacji swoich wyrobów bez powiadomienia. 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. Niniejszy katalog nie stanowi oferty w rozumieniu przepisów kodeksu cywilnego, lecz informację o produktach Wavin Metalplast-Buk.