

**Rury preizolowane do podziemnych wodnych
sieci ciepłowniczych
systemu ZPU MIĘDZYRZECZ Sp. z o.o.**

**WYTYCZNE DO PROJEKTOWANIA
RUR PREIZOLOWANYCH Z DWOMA
RURAMI PRZEWODOWYMI**

Zakład Produkcyjno Usługowy
Międzyrzecz
POLSKIE RURY PREIZOLOWANE Sp. z o. o.,
66-300 Międzyrzecz, ul. Zakaszewskiego 4
Telefon +48 95 741 25 26, 742 33 00, 742 00 93
Fax. +48 9 742 33 01, 742 33 02
Wersja: Luty 2016

Spis treści

1.	Wstęp.....	3
1.1	Przedmiot opracowania	3
1.2	Zakres stosowania	3
1.3	Projekt budowlany.....	3
2.	Podstawowe oznaczenia	3
2.1	Cechy geometryczne	3
2.2	Obciążenia, siły przekrojowe, nośność	4
2.3	Naprężenia i wytrzymałość	4
2.4	Stałe materiałowe, współczynniki i inne oznaczenia	4
3.	Materiały i wyroby	5
3.1	Rury przewodowe	5
3.2	Rury osłonowe	5
3.3	Sztywna pianka.....	5
3.4	Zespół rurowy z dwiema rurami przewodowymi.....	6
4.	Dane wyjściowe do projektowania	7
5.	Zasady projektowania rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi	8
5.1	Metoda wymiarowania	8
5.2	Obciążenia	8
5.2.1	Siła parcia gruntu na rurę	8
5.2.2	Siła tarcia na pobocznicę rury.....	9
5.2.3	Siła normalna [N] w rurach przewodowych od obciążenia siłami tarcia	9
5.3	Siły pochodzące od ciśnienia wewnętrznego w rurach przewodowych	9
5.4	Naprężenia osiowe wywołane różnicą temperatur rurociągu zasilającego i powrotnego.....	10
5.5	Nośność obliczeniowa przekroju rur przewodowych	11
6	Projektowanie sieci ciepłowniczej w systemie ZPU Międzyzrzecz Sp. z o.o.	12
6.1	Metoda I - naturalna.....	12
6.1.1	Maksymalna długość montażowa $[L_{max}]$ odcinka prostego rurociągu	12
6.1.2	Wydłużenie rurociągu	16
6.1.3	Kompensacja wydłużeń	18
6.1.4	Układ „L” - kształtowy.....	19
6.1.5	Układ "Z" - kształtowy	23
6.1.6	Układ "U" - kształtowy.....	24
6.1.7	Strefy kompensyjne.....	27
6.2	Metoda II - naprężeń wstępnych	27
7	Zmiana kierunku trasy rurociągu	29
7.1	Zmiany kierunku trasy sieci przez zastosowanie prefabrykowanych kolan preizolowanych	29
7.2	Zmiany kierunku trasy sieci przez elastyczne gięcie rurociągu.....	29
8	Punkt stały preizolowany - rzeczywisty.....	30
8.1	Obliczanie sił działających na punkt stały.....	31
8.1.1	Punkt stały - odciążony	31
9	Odgałęzienia rurociągu, wejścia do budynków oraz kształtki przejściowe „Y”	35
10	Połączenie rur podwójnych z rurociągiem tradycyjnym (sieć kanałowa)	37
11	Armatura stalowa	37
12	Informacje techniczne	38
13	Informacje handlowe.....	38



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



1. Wstęp

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są zasady obliczania i projektowania konstrukcji rurociągów preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi, ułożonych bezpośrednio w gruncie.

1.2 Zakres stosowania

Zasady obliczania i projektowania należy stosować przy opracowywaniu dokumentacji technicznej konstrukcji rurociągów z rur i kształtek preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi dla maksymalnej różnicy temperatur, pomiędzy medium grzewczym rury zasilającej a medium grzewczym rury powrotnej, wynoszącej 90°C.

UWAGA: w przypadku zakupu wyrobów preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi, przewidzianych do pracy dla różnicy temperatur 90°C (pomiędzy medium grzewczym rury zasilającej a medium grzewczym rury powrotnej), kontrahent zobowiązany jest do umieszczenia tej informacji w zamówieniu materiałów.

1.3 Projekt budowlany

Projekt budowlany należy opracować zgodnie z Prawem Budowlanym, Normą PN-EN13941 oraz zasadami określonymi w niniejszych wytycznych.

2. Podstawowe oznaczenia

2.1 Cechy geometryczne

A	pole przekroju poprzecznego jednej rury przewodowej - czynne wytrzymałościowo
DN	średnica nominalna rur przewodowych
D_z	średnica zewnętrzna rur przewodowych
D_{zp}	średnica zewnętrzna rury osłonowej
g	grubość ścianki rur przewodowej
g_p	grubość ścianki rury osłonowej
H	głębokość ułożenia osi rurociągu
L, C, D	długość ramion kompensacji
L	długość odcinka rurociągu
L_{max}	długość montażowa rurociągu
ε	wydłużenie jednostkowe rurociągu
ΔL	wydłużenie rurociągu o długości L , zasypanego gruntem
ΔL_n	wydłużenie rurociągu nie zasypanego, o długości L_n , podgrzanego do temperatury $[T_w]$, wydłużenie swobodne
ΔL_z	wydłużenie rurociągu zasypanego gruntem i podgrzanego do temperatury $[T_{max}]$
L_n	długość odcinka rurociągu nie zasypanego
l_g	długość łuku rury preizolowanej
r	promień gięcia rur preizolowanych giętych
β	kąt gięcia rury preizolowanej



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



2.2 Obciążenia, siły przekrojowe, nośność

V	jednostkowy nacisk gruntu na rurę osłonową
F_T	siła tarcia na pobocznicę rury osłonowej
N	siła normalna
N_T	siła normalna od naprężeń termicznych w rurociągu preizolowanym
N_z	siła normalna od naprężeń termicznych w rurze przewodowej zasilającej
N_p	siła normalna od naprężeń termicznych w rurze przewodowej powrotnej
N_{PS}	siła normalna oddziałująca na punkt stały
N_{RC}	nośność obliczeniowa przekroju dwóch rur przewodowych
p	ciśnienie wewnętrzne w rurze przewodowej

2.3 Naprężenia i wytrzymałość

σ	naprężenie normalne
τ	naprężenie styczne
R_e	specyfikowana przez producenta (normowa) granica plastyczności
R_m	specyfikowana przez producenta wytrzymałość na rozciąganie
R_r	wytrzymałość na rozrywanie
R_s	wytrzymałość na ściskanie
σ_H	naprężenia obwodowe
σ_x	naprężenia osiowe
f_d	zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali
f_d'	wytrzymałość obliczeniowa stali

2.4 Stałe materiałowe, współczynniki i inne oznaczenia

E	współczynnik sprężystości podłużnej - moduł YOUNGA
E_T	współczynnik sprężystości podłużnej z uwzględnieniem wpływu temperatury
ν	współczynnik Poissona
α	współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej
λ	współczynnik przewodności cieplnej
γ	współczynnik obciążenia
μ	współczynnik tarcia między rurą osłonową i gruntem
ρ	gęstość gruntu zasypowego zagęszczonego
T_z	temperatura eksploatacyjna rurociągu zasilającego
T_p	temperatura eksploatacyjna rurociągu powrotnego
T_o	temperatura montażu
T_w	temperatura podgrzania wstępnego
ΔT	różnica temperatur pomiędzy medium grzewczym rurociągu zasilającego a medium grzewczym rurociągu powrotnego
ρ_s	gęstość stali
ρ_{PE}	gęstość polietylenu rury osłonowej
ψ	współczynnik redukcyjny nośności obliczeniowej przekroju
k	współczynnik uwzględniający działanie sił tarcia między rurą osłonową a podłożem dla rurociągu niezasypanego gruntem
K_o	współczynnik parcia spoczynkowego gruntu na rurę preizolowaną



Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



3. Materiały i wyroby

3.1 Rury przewodowe

Rury przewodowe to atestowane **stalowe rury bez szwu** wykonane ze stali P235GH wg PN-EN 10216-2 lub wg PN-EN 10216-1/A1 ze stali P235TR1/P235TR2 albo atestowane **stalowe rury ze szwem** wg PN-EN 10217-2/A1 i PN-EN 10217-5/A2 ze stali P235GH lub PN-EN 10217-1/A1 stal P235TR1/P235TR2.

Właściwości mechaniczne wg PN-90/B-03200, PN-EN 10216-1/A1, PN-EN 10216-2, PN-EN 10217-1/A1, PN-EN 10217-2/A1 i PE-EN 10217-5/A1

Rodzaj wyrobu	Gatunek stali	Właściwości mechaniczne			
		R_e MPa	R_m MPa	A_5 %	f_d' MPa
Rury ze szwem spiralnym lub wzdłużnym	St 37.0 P235GH	235	350	25	210
Rury walcowane bez szwu	St 37.0 P235GH	235	345	25	210

Stałe materiałowe stali:

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$\nu = 0,3$$

$$\alpha_t = 1,22 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$$

3.2 Rury osłonowe

Rura osłonowa wykonana jest zgodnie z wymaganiami normy **PN-EN 253** z polietylenu wysokiej gęstości (PEHD) :

Rodzaj wyrobu	Znak	Właściwości mechaniczne		
		σ_H MPa	R_r MPa	R_s MPa
Rura osłonowa	PEHD	4,0	24,0	37,0

Stałe materiałowe PEHD:

$$E = 1,0 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,43 \text{ W/mK}$$

$$\alpha_t = 0,2 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{PE} = 950 \text{ kg/m}^3$$

Współczynnik tarcia między rurą osłonową i gruntem:

$$\mu = 0,3 \div 0,5$$

3.3 Sztywna pianka

Sztywna pianka poliuretanowa odpowiada wymaganiom normy PN-EN 253.

Gęstość w każdym miejscu: min 60 kg/m³

Wytrzymałość na ściskanie w kierunku promieniowym:
przy odkształceniu względnym 10% min 0,3 MPa
index MDI min 130

Współczynnik przewodzenia ciepła dla λ_{50} :

- dla systemu spieniania cyklopentanem max. 0,029 W/mK
- dla systemu spieniania CO₂ (bez freonu) max. 0,030 W/mK



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



3.4 Zespół rurowy z dwiema rurami przewodowymi

Preizolowane rury i kształtki systemu **ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.** z dwiema rurami przewodowymi stanowią konstrukcję zespoloną składającą się z dwóch rur stalowych przewodowych, umieszczonych w jednej rurze osłonowej wykonanej z twardego polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD), gdzie przestrzeń pomiędzy nimi równomiernie wypełnia sztywna pianka poliuretanowa (PUR). Preizolowane rury i kształtki systemu **ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.** z dwiema rurami przewodowymi wykonywane są w izolacji cieplnej „standard” oraz „plus”.

Rury przewodowe stalowe, przed procesem izolacji pianką poliuretanową są trwale połączone ze sobą przez spawanie, przy pomocy łączników stalowych. Stąd, rury preizolowane z dwoma rurami przewodowymi w jednej rurze osłonowej produkcji ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o. nie wymagają wykonywania połączenia na bosych końcach przez spawanie stalowych płaskowników lub kotew w warunkach budowy. Również wszystkie kształtki produkcji ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o. z dwoma rurami przewodowymi w jednej rurze osłonowej posiadają wewnętrzne połączenie eliminujące konieczność wykonywania łączenia rur stalowych na budowie przez spawanie kotew lub stalowych płaskowników pomiędzy rurami przewodowymi.

Zespół rurowy - rura preizolowana odpowiada wymaganiom normy PN-EN 253+A2 / EN253:2009+A2:2015.

Współczynnik przewodzenia ciepła przy przewidywana trwałość: max 0,029 W/mK
min 30 lat

Wytrzymałość na ścinanie w kierunku:

osiowym (temp. 20°C)	min 0,12 MPa
(temp. 140°C)	min 0,08 MPa
obwodowym (temp. 20°C)	min 0,20 MPa

W systemie **ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.** rury preizolowane z dwiema rurami przewodowymi produkowane są w zakresie średnic od 2×DN20 do 2×DN 200. W tabeli nr 1 podano wymiary geometryczne rur preizolowanych.

Wymiary rur preizolowanych z dwoma rurami przewodowymi

Tabela 1

Rura przewodowa stalowa				Rura osłonowa PEHD		Rura osłonowa PEHD	
2×DN	Dz	Ze szwem	Bez szwu	Izolacja Standard		Izolacja Plus	
		min[g]	min[g]	Dzp	gp	Dzp	gp
mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mm	mm
2x20	26,9	2,6	2,9	125	3,0	140	3,0
2x25	33,7	2,6	2,9	140	3,0	160	3,0
2x32	42,4	2,6	2,9	160	3,0	180	3,0
2x40	48,3	2,6	2,9	160	3,0	180	3,0
2x50	60,3	2,9	3,2	200	3,2	225	3,4
2x65	76,1	2,9	3,2	225	3,4	250	3,6
2x80	88,9	3,2	3,6	250	3,6	280	3,9
2x100	114,3	3,6	4,0	315	4,1	355	4,5
2x125	139,7	3,6	4,0	400	4,8	450	5,2
2x150	168,3	4,0	4,5	450	5,2	500	5,6
2x200	219,1	4,5	6,3	560	6,0	630	6,6

DN - średnica nominalna rury stalowej, Dz - średnica zewnętrzna, gp - grubość ścianki



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



4. Dane wyjściowe do projektowania

Do obliczeń sił tarcia $[F]$ pomiędzy podsypką/obsypką piaskową i rurą osłonową, siły normalnej przekroju $[N]$ rur przewodowych, maksymalnej długości montażowej $[L_{max}]$ i wydłużeń $[\Delta L]$ rurociągów systemu *ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.* przyjęto następujące wielkości obciążeń oraz stałe materiałowe:

głębokość ułożenia osi rurociągu	$H = 1\text{ m}$
gęstość gruntu zasypowego zagęszczonego	$\rho = 1800\text{ kg/m}^3$
współczynnik tarcia między rurą osłonową a gruntem	$\mu = 0,35$
współczynnik parcia spoczynkowego gruntu na rurę preizolowaną	$K_o = 0,6$
ciśnienie robocze w rurociągu	$p = 1,6\text{ MPa}$
zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali	$f_d = 190\text{ MPa}$
temperatura eksploatacyjna	
Zasilanie (wysoki parametr)	$T_z = 135^\circ\text{C}$
Powrót (wysoki parametr)	$T_p = 70^\circ\text{C}$
Zasilanie (wysoki parametr)	$T_z = 100^\circ\text{C}$
Powrót (wysoki parametr)	$T_p = 70^\circ\text{C}$
Zasilanie (niski parametr)	$T_z = 95^\circ\text{C}$
Powrót (niski parametr)	$T_p = 70^\circ\text{C}$
Zasilanie (niski parametr)	$T_z = 95^\circ\text{C}$
Powrót (niski parametr)	$T_p = 65^\circ\text{C}$
temperatura montażu	$T_0 = 8^\circ\text{C}$
współczynnik sprężystości podłużnej z uwzględnieniem wpływu temperatury - moduł YOUNGA	$E_T = 210\text{ GPa}$
współczynnik rozszerzalności cieplnej liniowej	
dla zakresu $0 \div 100^\circ\text{C}$	$a_T = 1,2 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C}$
dla zakresu $0 \div 150^\circ\text{C}$	$a_T = 1,22 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C}$
współczynniki obciążenia:	
stan graniczny nośności	$\gamma = 1,1$
stan graniczny użytkowania	$\gamma = 1,0$
współczynnik Poissona	$\nu = 0,3$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



5. Zasady projektowania rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

5.1 Metoda wymiarowania

Wymiarowanie konstrukcji rurociągu przeprowadza się metodą stanów granicznych nośności i użytkowania według PN-76/B-03001, PN-EN 13941 wykazując, że w fazie eksploatacji rurociągu, spełniony jest warunek nośności rurociągu.

5.2 Obciążenia

Preizolowany rurociąg, ułożony bezpośrednio w gruncie, obciążony jest:

- siłami tarcia na pobocznicę rury osłonowej,
- siłami parcia gruntu na rurę osłonową,
- siłami pochodzącymi od ciśnienia w rurze przewodowej,
- siłami od naprężeń termicznych.

Trwałe zespolenie rury przewodowej zasilającej z rurą przewodową powrotną powoduje jednoczesne wydłużanie się obu rur (geometryczny warunek ciągłości odkształceń).

Na skutek różnicy temperatur czynnika grzewczego pomiędzy rurą zasilającą a rurą powrotną oraz z uwagi na trwałe zespolenie dwóch rur przewodowych, w rurach powstaną naprężenia: ściskające - na zasilaniu i rozciągające na powrocie.

Tak, więc mamy układ statyczny o ograniczonym stopniu swobodnego wydłużania się, w którym w przypadku wzrostu lub spadku temperatury w rurach przewodowych powstaną siły normalne zależne od sił tarcia, ciśnienia wewnątrz rury przewodowej oraz od różnicy temperatury czynnika w rurze zasilającej i rurze powrotnej.

5.2.1 Siła parcia gruntu na rurę

Jednostkowe parcie spoczynkowe gruntu na rurociąg, należy wyznaczyć zgodnie z PN-83/B-03010 według wzoru :

$$\text{- składowa pionowa} \quad V_z = \gamma \cdot H \cdot \rho \cdot g_z \quad [\text{N/m}^2]$$

$$\text{- składowa pozioma} \quad V_x = \gamma \cdot H \cdot \rho \cdot g_z \cdot K_0 \quad [\text{N/m}^2]$$

w którym:

γ - współczynnik obciążenia

H - głębokość ułożenia osi rurociągu [m]

ρ - gęstość gruntu zasypowego [kg/m³]

g_z - przyspieszenie ziemskie [m/s²]

K_0 - współczynnik parcia spoczynkowego

Dla określenia jednostkowego parcia gruntu na rurociąg, jako równomiernie rozłożonego na obwodzie, przyjmuje się wartość średnią i oblicza według wzoru:

$$V = 0,5 \cdot (V_z + V_x)$$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



5.2.2 Siła tarcia na pobocznicę rury

Siłę tarcia na jednostkę długości rury [F_T] oblicza się według wzoru:

$$F_T = \mu \cdot V \cdot \pi \cdot D_{zp} \quad [\text{N/m}]$$

gdzie:

μ - współczynnik tarcia między rurą osłonową i gruntem

V - jednostkowy nacisk gruntu na rurę osłonową [N/m²]

D_{zp} - średnica zewnętrzna rury osłonowej [m]

5.2.3 Siła normalna [N] w rurach przewodowych od obciążenia siłami tarcia

Siłę normalną [N] w rurach przewodowych, o długości [L], od obciążenia siłami tarcia, oblicza się według wzoru :

$$N = F_T \cdot L \quad [\text{N}]$$

gdzie:

F_T - siła tarcia na jednostkę długości rurociągu [N/m]

L - długość odcinka rurociągu [m]

5.3 Siły pochodzące od ciśnienia wewnętrznego w rurach przewodowych

Zakłada się, że obciążenie od ciśnienia wewnętrznego wywieranego przez czynnik grzewczy przejmuje rura przewodowa, w której powstają naprężenia:

- obwodowe
$$\sigma_H = \frac{p \cdot (D_z - g)}{2 \cdot g} \quad [\text{N/m}^2]$$

- osiowe
$$\sigma_x = \frac{p \cdot (D_z - g)}{4 \cdot g} \quad [\text{N/m}^2]$$

gdzie:

p - ciśnienie wewnętrzne w rurze przewodowej [N/m²]

D_z - średnica zewnętrzna rury przewodowej [m]

g - grubość ścianki rury przewodowej [m]

Siła normalna od ciśnienia wewnętrznego w jednej rurze przewodowej - pochodząca od naprężenia osiowego σ_x

$$N_x = \sigma_x \cdot A \quad [\text{N}]$$

gdzie:

A - pole przekroju poprzecznego jednej rury przewodowej [m²]

Stąd siła normalna od ciśnienia wewnętrznego w rurach przewodowych wynosi:

$$2 \times N_x = 2 \times \sigma_x \cdot A \quad [\text{N}]$$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



5.4 Naprężenia osiowe wywołane różnicą temperatur rurociągu zasilającego i powrotnego

W wyniku różnicy temperatur czynnika grzewczego w rurach przewodowych oraz geometrycznej zgodności odkształceń - wydłużenia obu rur, powstają naprężenia:

- ściskające - na zasilaniu

$$\sigma_z = \frac{N_z}{A} \quad [\text{N/m}^2]$$

- rozciągające na powrocie

$$\sigma_p = \frac{N_p}{A} \quad [\text{N/m}^2]$$

,gdzie

N_z – siła normalna od naprężeń termicznych w rurociągu zasilającym

$$N_z = \alpha_T \times (T_z - T_o) \times A \times E_T$$

N_p – siła normalna od naprężeń termicznych w rurociągu powrotnym

$$N_p = \alpha_T \times (T_p - T_o) \times A \times E_T$$

Stąd siła normalna od naprężeń termicznych w rurociągu preizolowanym podwójnym wynosi:

$$N_T = \alpha_T \times 2A \times E_T \times \frac{(T_z - T_p)}{2}$$

gdzie:

A - pole przekroju poprzecznego jednej rury przewodowej [m²]

σ_T - naprężenia osiowe w rurach przewodowych wywołane różnicą temperatur rurociągu zasilającego i powrotnego [N/m²]

N_T - siła normalna w rurociągu preizolowanym od naprężeń termicznych [N]

α_T - współczynnik rozszerzalności liniowej [1/°C]

T_z - temperatura obliczeniowa rurociągu zasilającego [°C]

T_p - temperatura obliczeniowa rurociągu powrotnego [°C]

T_o - temperatura montażu [°C]

E_T - współczynnik sprężystości podłużnej - moduł YOUNGA [N/m²]



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



5.5 Nośność obliczeniowa przekroju rur przewodowych

Musi być spełniony warunek podstawowy warunek nośności - siła normalna w rurach przewodowych nie może przekroczyć ich nośności obliczeniowej, to znaczy:

$$N - 2N_x + N_p - N_z \leq N_{RC} \quad [N]$$

Po podstawieniu za

- siła normalna w rurze preizolowanej od tarcia $N = F_T \times L$,
- siła normalna od ciśnienia wewnętrznego $2 \times N_x = 2 \times \sigma_x \times A$,
- siła normalna w rurze preizolowanej od naprężeń termicznych

$$N_T = \alpha_T \times 2A \times E_T \times \frac{(T_z - T_p)}{2}$$

- nośność obliczeniowa przekroju dwóch rur przewodowych $N_{RC} = \psi \cdot 2A \cdot f_d$

stąd mamy:

$$F_T \times L - \sigma_x \times 2A + A \times E_T \times \alpha_T \times (T_z - T_p) \leq \psi \times 2A \times f_d \quad [N]$$

gdzie:

F_T - jednostkowa siła tarcia	[N/m]
L - długość odcinka rurociągu	[m]
ψ - współczynnik redukcyjny nośności obliczeniowej przekroju	
A - pole przekroju poprzecznego rury przewodowej	[mm ²]
f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali	[MPa]
σ_x - naprężenia osiowe	[N/m ²]
α_T - współczynnik rozszerzalności liniowej	[1/°C]
T_z - temperatura obliczeniowa rurociągu zasilającego	[°C]
T_p - temperatura obliczeniowa rurociągu powrotnego	[°C]
T_o - temperatura montażu	[°C]
E_T - współczynnik sprężystości podłużnej - moduł YOUNGA	[N/m ²]



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



6 Projektowanie sieci ciepłowniczej w systemie ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.

Projektowanie polega na określeniu:

- długości montażowej rurociągu [L_{max}], dla której maksymalna siła normalna w rurach przewodowych [N_{max}] nie przekracza jej nośności obliczeniowej rur przewodowych [N_{RC}],

- wydłużeń rurociągu [ΔL] i kompensowaniu ich w sposób naturalny wykorzystując zmiany kierunku trasy rurociągu (układy kompensujące).

6.1 Metoda I - naturalna

Rurociąg po zamontowaniu i przeprowadzeniu prób jest zasypywany gruntem.

6.1.1 Maksymalna długość montażowa [L_{max}] odcinka prostego rurociągu

Zgodnie z punktem 5.5 warunek na nośność obliczeniową przekroju rury przewodowej określa wzór:

$$F_T \times L - \sigma_x \times 2A + A \times E_T \times \alpha_T \times (T_z - T_p) \leq \psi \times 2A \times f_d$$

gdzie:

F_T - jednostkowa siła tarcia [N/m]

L - długość odcinka rurociągu [m]

ψ - współczynnik redukcyjny nośności obliczeniowej przekroju

A - pole przekroju poprzecznego rury przewodowej [mm²]

f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali [MPa]

σ_x - naprężenia osiowe [N/m²]

α_t - współczynnik rozszerzalności liniowej [1/°C]

T_z - temperatura obliczeniowa rurociągu zasilającego [°C]

T_p - temperatura obliczeniowa rurociągu powrotnego [°C]

E_T - współczynnik sprężystości podłużnej [N/m²]

Jeżeli $L = L_{max}$ oraz przyjmując $\psi = 1$ (klasa 1 przekroju), maksymalna długość montażowa [L_{max}] wynosi :

$$L_{max} = \frac{2A \times \left[f_d + \sigma_x - E_T \times \alpha_T \times \left(\frac{T_z - T_p}{2} \right) \right]}{F_T} \quad [m]$$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



W tabelach nr 2, 3, 4, 5, 6 i 7 podano maksymalne długości montażowe $[L_{max}]$ rurociągów preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi dla przyjętej głębokości prowadzenia osi rurociągu $H = 1.0$ m i przyjętych danych wyjściowych do projektowania według pkt. 4.

Wysoki parametr $\Delta T = (135-70) = 65^\circ\text{C}$ $H = 1,0\text{m}$

Tabela 2

Rury przewodowe bez szwu			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
$2 \times Dz$	g	$2 \times A$	Dzp	F_T	L_{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,9	437	125	2 135	22,5
2×33,7	2,9	561	140	2 391	26,0
2×42,4	2,9	719	160	2 732	29,5
2×48,3	2,9	827	160	2 732	34,2
2×60,3	3,2	1 147	200	3 415	38,2
2×76,1	3,2	1 465	225	3 842	44,2
2×88,9	3,6	1 928	250	4 269	52,5
2×114,3	4,0	2 771	315	5 379	60,7
2×139,7	4,0	3 409	400	6 831	60,0
2×168,3	4,5	4 629	450	7 685	73,1
2×219,1	6,3	8 419	560	9 563	105,9

Wysoki parametr $\Delta T = (100-70) = 30^\circ\text{C}$ oraz Niski parametr $\Delta T = (95-65) = 30^\circ\text{C}$ $H = 1,0\text{m}$

Tabela 3

Rury przewodowe bez szwu			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
$2 \times Dz$	g	$2 \times A$	Dzp	F_T	L_{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,9	437	125	2 135	31,8
2×33,7	2,9	561	140	2 391	36,7
2×42,4	2,9	719	160	2 732	41,5
2×48,3	2,9	827	160	2 732	48,0
2×60,3	3,2	1 147	200	3 415	53,5
2×76,1	3,2	1 465	225	3 842	61,5
2×88,9	3,6	1 928	250	4 269	73,0
2×114,3	4,0	2 771	315	5 379	84,1
2×139,7	4,0	3 409	400	6 831	82,7
2×168,3	4,5	4 629	450	7 685	100,4
2×219,1	6,3	8 419	560	9 563	145,9



Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Niski parametr $\Delta T=(95-70)=25^{\circ}\text{C}$ H=1,0m

Tabela 4

Rury przewodowe bez szwu			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
2×Dz	g	2×A	Dzp	F _T	L _{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,9	437	125	2 135	33,1
2×33,7	2,9	561	140	2 391	38,2
2×42,4	2,9	719	160	2 732	43,1
2×48,3	2,9	827	160	2 732	49,9
2×60,3	3,2	1 147	200	3 415	55,6
2×76,1	3,2	1 465	225	3 842	63,9
2×88,9	3,6	1 928	250	4 269	75,9
2×114,3	4,0	2 771	315	5 379	87,3
2×139,7	4,0	3 409	400	6 831	85,9
2×168,3	4,5	4 629	450	7 685	104,2
2×219,1	6,3	8 419	560	9 563	151,4

Wysoki parametr $\Delta T=(135-70)=65^{\circ}\text{C}$ H=1,0m

Tabela 5

Rury przewodowe ze szwem			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
2×Dz	g	2×A	Dzp	F _T	L _{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,6	397	125	2 135	20,5
2×33,7	2,6	508	140	2 391	23,7
2×42,4	2,6	650	160	2 732	26,9
2×48,3	2,6	746	160	2 732	31,1
2×60,3	2,9	1 045	200	3 415	35,1
2×76,1	2,9	1 333	225	3 842	40,5
2×88,9	3,2	1 722	250	4 269	47,4
2×114,3	3,6	2 503	315	5 379	55,4
2×139,7	3,6	3 077	400	6 831	54,9
2×168,3	4,0	4 127	450	7 685	66,1
2×219,1	4,5	6 065	560	9 563	79,8



Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Wysoki parametr $\Delta T=(100-70)=30^{\circ}\text{C}$ oraz Niski parametr $\Delta T=(95-65)=30^{\circ}\text{C}$ $H=1,0\text{m}$

Tabela 6

Rury przewodowe ze szwem			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
$2 \times D_z$	g	$2 \times A$	Dzp	F_T	L_{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,6	397	125	2 135	29,0
2×33,7	2,6	508	140	2 391	33,4
2×42,4	2,6	650	160	2 732	37,7
2×48,3	2,6	746	160	2 732	43,5
2×60,3	2,9	1 045	200	3 415	49,0
2×76,1	2,9	1 333	225	3 842	56,3
2×88,9	3,2	1 722	250	4 269	65,7
2×114,3	3,6	2 503	315	5 379	76,5
2×139,7	3,6	3 077	400	6 831	75,4
2×168,3	4,0	4 127	450	7 685	90,6
2×219,1	4,5	6 065	560	9 563	108,6

Niski parametr $\Delta T=(95-70)=25^{\circ}\text{C}$ $H=1,0\text{m}$

Tabela 7

Rury przewodowe ze szwem			Rura osłonowa	Siła tarcia	Długość montażowa
$2 \times D_z$	g	$2 \times A$	Dzp	F_T	L_{max}
mm	mm	mm ²	Mm	N/m	m
2×26,9	2,6	397	125	2 135	30,2
2×33,7	2,6	508	140	2 391	34,7
2×42,4	2,6	650	160	2 732	39,2
2×48,3	2,6	746	160	2 732	45,2
2×60,3	2,9	1 045	200	3 415	50,9
2×76,1	2,9	1 333	225	3 842	58,5
2×88,9	3,2	1 722	250	4 269	68,3
2×114,3	3,6	2 503	315	5 379	79,5
2×139,7	3,6	3 077	400	6 831	78,2
2×168,3	4,0	4 127	450	7 685	93,9
2×219,1	4,5	6 065	560	9 563	112,6

Długość montażową $L_{max}^{H_i}$ i jednostkową siłę tarcia $F_T^{H_i}$ rurociągu ułożonego na głębokości H_i można określić z następujących wzorów:

$$L_{max}^{H_i} = \frac{L_{max}}{H_i} \qquad F_T^{H_i} = F_T \cdot H_i$$

np. dla: $2 \times D_z = 2 \times 26,9 \text{ mm}$ $g = 2,9 \text{ mm}$ (ze szwem) dla $\Delta T = (135^{\circ} - 70^{\circ})$
 $L_{max} = 20,5 \text{ m}$ $F_T = 2 135 \text{ N/m}$ -wg tabeli 5 dla $H=1,0\text{m}$

dla $H_i = 0,6 \text{ m}$ $L_{max}^{0,6} = \frac{20,5}{0,6} = 34,17 \text{ m}$ $F_T^{0,6} = 2135 \cdot 0,6 = 1281 \text{ N/m}$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



W przypadku zastosowania stalowej rury przewodowej o polu przekroju (A) innym niż podano w tabeli nr 2, 3, 4, 5, 6 i 7 L_{max} należy proporcjonalnie zmienić.

6.1.2 Wydłużenie rurociągu

Wydłużenie $[\Delta L]$ rurociągu preizolowanego, zasypanego gruntem, o długości montażowej $[L]$ określa się jako różnicę wydłużenia swobodnego od wzrostu temperatury i wydłużenia odpowiadającego siłom tarcia, wg wzoru:

$$\Delta L = \alpha_t \left(\frac{T_z + T_p}{2} - T_0 \right) \cdot L - \frac{F_T^{Hi} \cdot L^2}{2 \cdot E_T \cdot 2A}$$

gdzie:

α_t - współczynnik rozszerzalności liniowej	[1/°C]
T_z - temperatura obliczeniowa rurociągu zasilającego	[°C]
T_p - temperatura obliczeniowa rurociągu powrotnego	[°C]
T_0 - temperatura montażu	[°C]
L - długość odcinka rurociągu	[m]
F_T^{Hi} - jednostkową siłę tarcia rurociągu ułożonego na głębokości H_i	[N/m]
E_T - współczynnik sprężystości podłużnej - moduł YOUNGA	[N/m ²]
A - pole przekroju jednej rury przewodowej	[m ²]

Po podstawieniu przyjętych danych wyjściowych (z punktu 4) otrzymamy uproszczoną postać wzoru na wydłużenie $[\Delta L]$ wyrażone w $[mm]$:

$$\text{dla } \Delta T = \left(\frac{135 + 70}{2} - 8 \right) ^\circ\text{C} \quad \Delta L = 1,1529 \times L - W \times H \times L^2 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{dla } \Delta T = \left(\frac{100 + 70}{2} - 8 \right) ^\circ\text{C} \quad \Delta L = 0,9240 \times L - W \times H \times L^2 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{dla } \Delta T = \left(\frac{95 + 70}{2} - 8 \right) ^\circ\text{C} \quad \Delta L = 0,8940 \times L - W \times H \times L^2 \quad [\text{mm}]$$

gdzie:

1,1529; 0,9240 i 0,8940 - stałe	[mm/m]
W - współczynnik zależny od przekroju rury przewodowej podany w tabeli nr 8 i 9.	[mm/m ³]
H - głębokość ułożenia rurociągu	[m]
L - długość odcinka rurociągu	[m]



®

**Wytyczne do projektowania
dla rur preizolowanych z dwiema rurami
przewodowymi**

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Współczynnik "W" do wyznaczania wydłużenia rurociągu

Tabela 8

Rura przewodowa bez szwu			Współczynnik	
			Izolacja STANDARD	Izolacja PLUS
Dz	g	A	W	W
mm	mm	mm ²	mm/m ³	mm/m ³
2×26,9	2,9	437	0,0116	0,0130
2×33,7	2,9	561	0,0101	0,0116
2×42,4	2,9	719	0,0090	0,0102
2×48,3	2,9	827	0,0079	0,0089
2×60,3	3,2	1 147	0,0071	0,0080
2×76,1	3,2	1 465	0,0062	0,0069
2×88,9	3,6	1 928	0,0053	0,0059
2×114,3	4,0	2 771	0,0046	0,0052
2×139,7	4,0	3 409	0,0048	0,0054
2×168,3	4,5	4 629	0,0040	0,0044
2×219,1	6,3	8 419	0,0027	0,0030

Tabela 9

Rura przewodowa ze szwem			Współczynnik	
			Izolacja STANDARD	Izolacja PLUS
Dz	g	A	W	W
mm	mm	mm ²	mm/m ³	mm/m ³
2×26,9	2,6	397	0,0128	0,0143
2×33,7	2,6	508	0,0112	0,0128
2×42,4	2,6	650	0,0100	0,0113
2×48,3	2,6	746	0,0087	0,0098
2×60,3	2,9	1 045	0,0078	0,0088
2×76,1	2,9	1 333	0,0069	0,0076
2×88,9	3,2	1 722	0,0059	0,0066
2×114,3	3,6	2 503	0,0051	0,0058
2×139,7	3,6	3 077	0,0053	0,0059
2×168,3	4,0	4 127	0,0044	0,0049
2×219,1	4,5	6 065	0,0038	0,0042

np. dla: $2 \times D_z = 2 \times 88,9 \text{ mm}$ $g = 3,2 \text{ mm}$ (ze szwem) dla $\Delta T = (135^\circ - 70^\circ)$ i izolacji standard $W = 0,0059 \text{ mm/m}^3$ -wg tabeli 9

ΔL dla $L = 40 \text{ m}$ i $H = 0,6 \text{ m}$

wynosi

$$\Delta L = 1,1529 \times L - W \times H \times L^2 = 1,1529 \times 40 - 0,0059 \times 0,6 \times 40^2 = 40,452 \text{ mm}$$



®

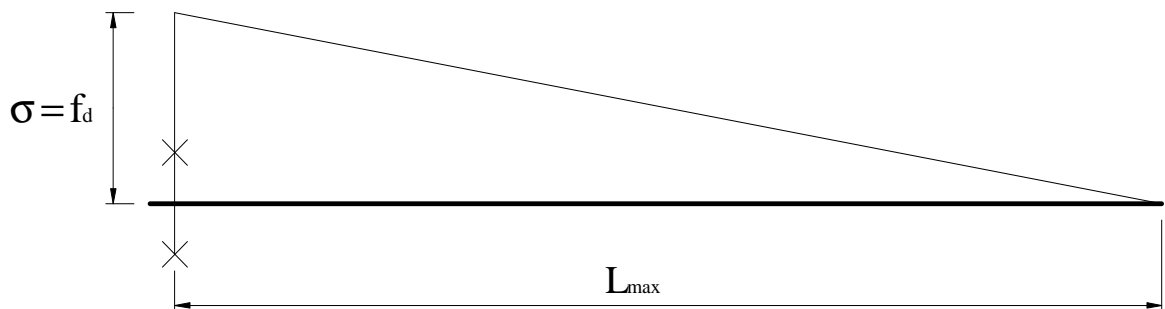
Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02

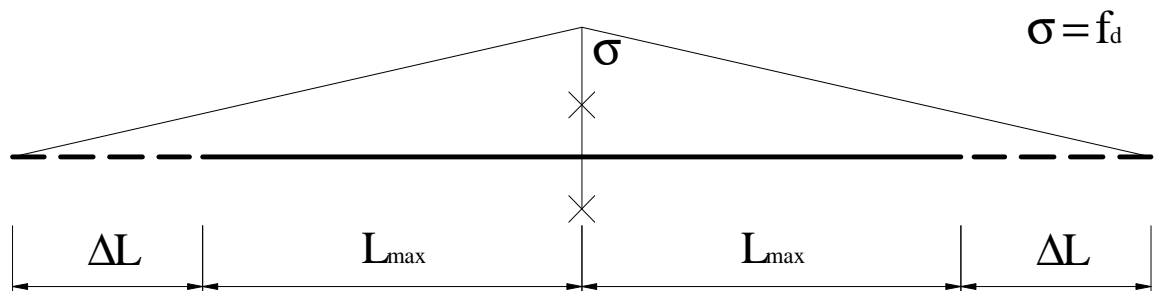


6.1.3 Kompensacja wydłużeń

Stan naprężeń normalnych $[\sigma]$ i wydłużenie $[\Delta L]$ rurociągu zaszypanego (w temperaturze montażu bez podgrzewu wstępnego) i następnie eksploatowanego do temperatury $(T = \frac{T_z + T_p}{2})$ o długości montażowej $[L_{max}]$, przy którym nie nastąpi przekroczenie zredukowanej wytrzymałości obliczeniowej stali $[f_d]$ przekroju rury przewodowej, ilustruje wykres :



Tak więc długość odcinków prostych rurociągów nie powinna przekraczać $2 \times L_{max}$, przy czym w środku rozpiętości wydłużenie $\Delta L = 0$ i ustala się wirtualny (umowny) punkt stały - rurociąg zostaje „umocowany”, a na swobodnych końcach rurociągu wystąpi wydłużenie $[\Delta L]$.



Wydłużenia występujące w rurociągach kompensowane są przez zmianę kierunku trasy (kompensacja naturalna) lub montowanie kompensatorów.

W zależności od kształtu geometrycznego trasy jako kompensację naturalną stosuje się:

- układ "L" - kształtowy,
- układ "Z" - kształtowy,
- układ "U" - kształtowy.



®

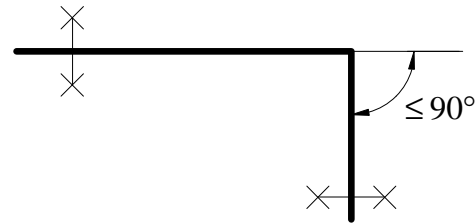
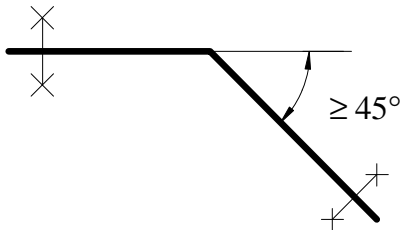
Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



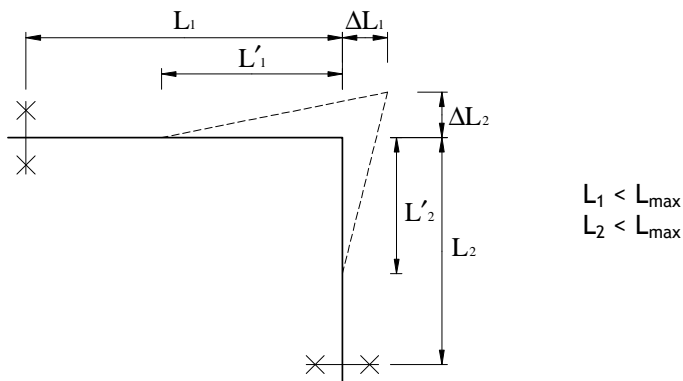
6.1.4 Układ „L”- kształtowy

Do układu kompensacyjnego "L" - kształtowego zalicza się zmianę kierunku trasy o kącie od 45° do 90°.



Obliczenie wydłużeń i długości ramion kompensacji

Układ kompensacji L90 - zmiana kierunku o kąt 90°



Długość ramion kompensacji [L'] oblicza się wg wzorów:

$$L'_1 = \sqrt{\frac{1,5 \times E_T}{f_d}} \times \sqrt{D_z \times \Delta L_2}$$

$$L'_2 = \sqrt{\frac{1,5 \times E_T}{f_d}} \times \sqrt{D_z \times \Delta L_1}$$

gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna rury przewodowej	[m]
f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali	[MPa]
E_T - współczynnik sprężystości podłużnej	[MPa]
ΔL_1 - wydłużenie odcinka L_1 (obliczyć wg pkt 6.1.2)	[m]
ΔL_2 - wydłużenie odcinka L_2 (obliczyć wg pkt 6.1.2)	[m]



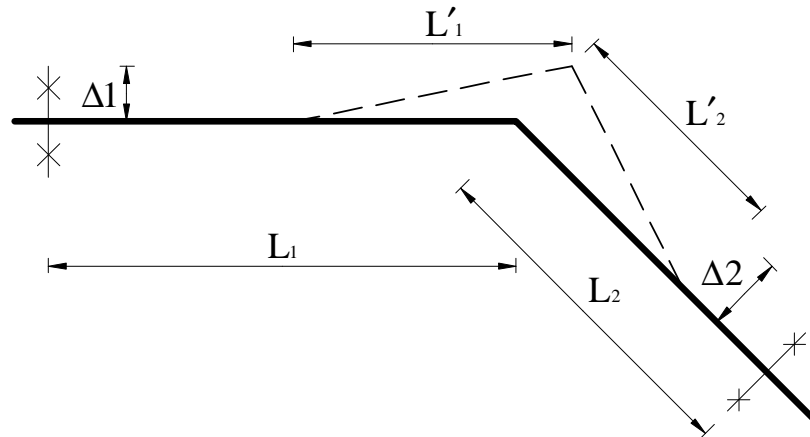
®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Układ kompensacji $L \geq 45^\circ$ - zmiana kierunku o kąt $\geq 45^\circ$



Długości ramion kompensacji $[L'1]$ i $[L'2]$ oblicza się, z uwzględnieniem zredukowanych wydłużeń $\Delta 1$ i $\Delta 2$, wg wzoru :

$$L'_1 = \sqrt{\frac{1,5 \times E_T}{f_d}} \times \sqrt{D_z \times \Delta 1}$$

$$L'_2 = \sqrt{\frac{1,5 \times E_T}{f_d}} \times \sqrt{D_z \times \Delta 2}$$

gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna rury przewodowej	[m]
f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali	[MPa]
E_T - współczynnik sprężystości podłużnej	[MPa]
$\Delta 1$ - zredukowane wydłużenie odcinka L_1	[m]
$\Delta 2$ - zredukowane wydłużenie odcinka L_2	[m]

Zredukowane wartości wydłużeń oblicza się wg wzoru:

$$\Delta 1 = \frac{\Delta L_2}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{\Delta L_1}{\sin \alpha} \quad [\text{mm}]$$

$$\Delta 2 = \frac{\Delta L_2}{\sin \alpha} + \frac{\Delta L_1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad [\text{mm}]$$

gdzie:

α - kąt rozwarcia



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02

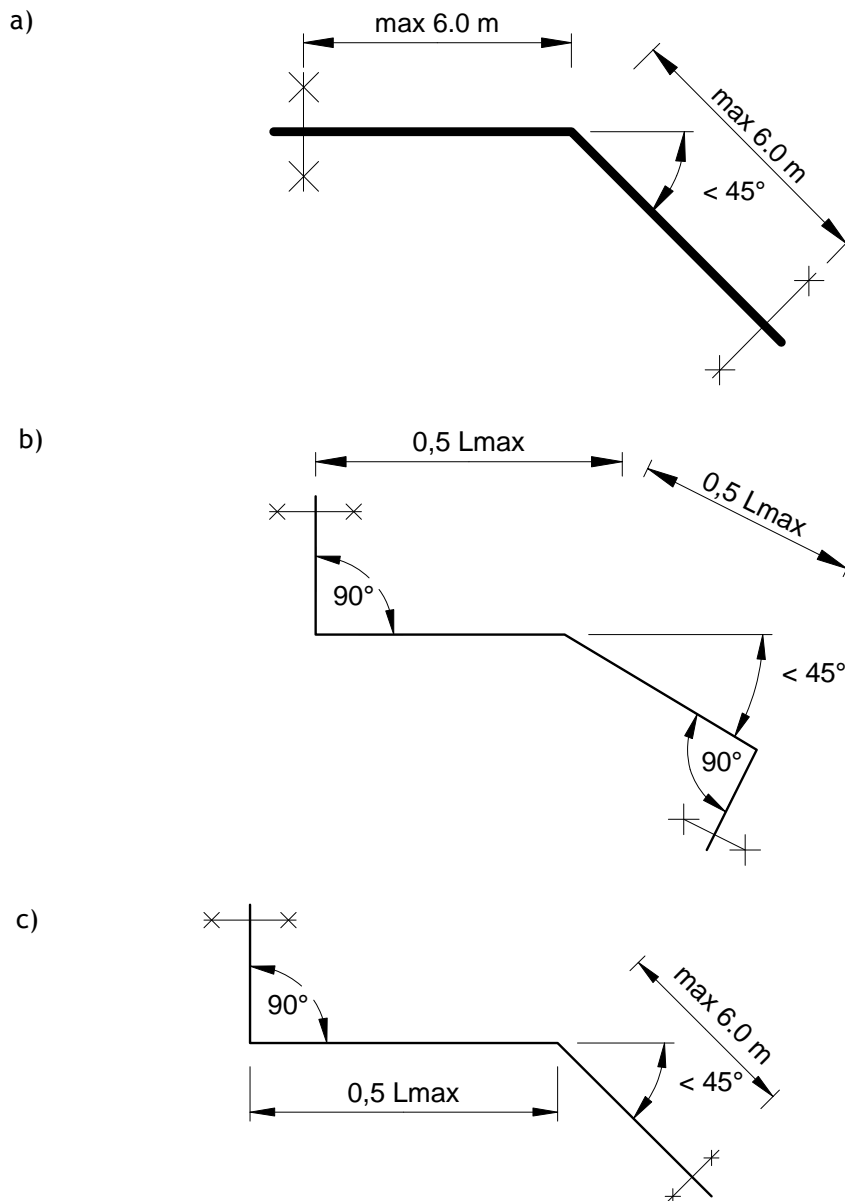


ΔL_1 - wydłużenie odcinka L_1 (obliczone wg pkt 6.1.2) [m]

ΔL_2 - wydłużenie odcinka L_2 (obliczone wg pkt 6.1.2) [m]

Szczególne wymagania

Układ jest nie kompensacyjny w przypadku zastosowania zmian kierunku trasy o kąt $80^\circ < \alpha < 45^\circ$. Układ taki powinien być zabezpieczony przed przeciążeniem za pomocą punktu stałego w odległości $\max L = 6,0$ m lub układu kompensacyjnego L_{90} w odległości nie większej niż $0,5 \cdot L_{\max}$.





®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Układ "L"-kształtowy

W tabeli nr 12 podano minimalne długości ramion kompensacji [L'] układu L-kształtowego dla wydłużeń termicznych [ΔL] pochodzących z odcinka rurociągu L_{max} ułożonego na głębokości $H=1,0m$ do osi rurociągu.

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$f_d = 190 \text{ MPa}$$

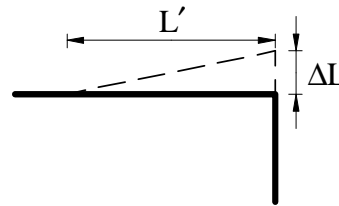


Tabela 12

Rury przewodowe ze szwem		Rura osłonowa	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji
			$\Delta T = \left(\frac{135+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$			$\Delta T = \left(\frac{100+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$			$\Delta T = \left(\frac{95+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$		
2xDz	g	Dzp	L_{max}	ΔL	L'	L_{max}	ΔL	L'	L_{max}	ΔL	L'
mm	mm	Mm	m	mm	m						
2x26,9	2,6	125	20,5	18,25	0,90	29,0	16,03	0,85	30,2	15,32	0,83
2x33,7	2,6	140	23,7	21,03	1,08	33,4	18,36	1,01	34,7	17,53	0,99
2x42,4	2,6	160	26,9	23,77	1,29	37,7	20,61	1,20	39,2	19,67	1,18
2x48,3	2,6	160	31,1	27,42	1,48	43,5	23,69	1,38	45,2	22,59	1,34
2x60,3	2,9	200	35,1	30,88	1,76	49,0	26,59	1,63	50,9	25,35	1,59
2x76,1	2,9	225	40,5	35,44	2,11	56,3	30,27	1,95	58,5	28,81	1,91
2x88,9	3,2	250	47,4	41,39	2,47	65,7	35,23	2,28	68,3	33,53	2,22
2x114,3	3,6	315	55,4	48,17	3,02	76,5	40,74	2,78	79,5	38,73	2,71
2x139,7	3,6	400	54,9	47,36	3,31	75,4	39,62	3,03	78,2	37,59	2,95
2x168,3	4,0	450	66,1	56,84	3,98	90,6	47,32	3,63	93,9	44,85	3,54
2x219,1	4,5	560	79,8	68,09	4,97	108,6	56,07	4,51	112,6	53,07	4,39



®

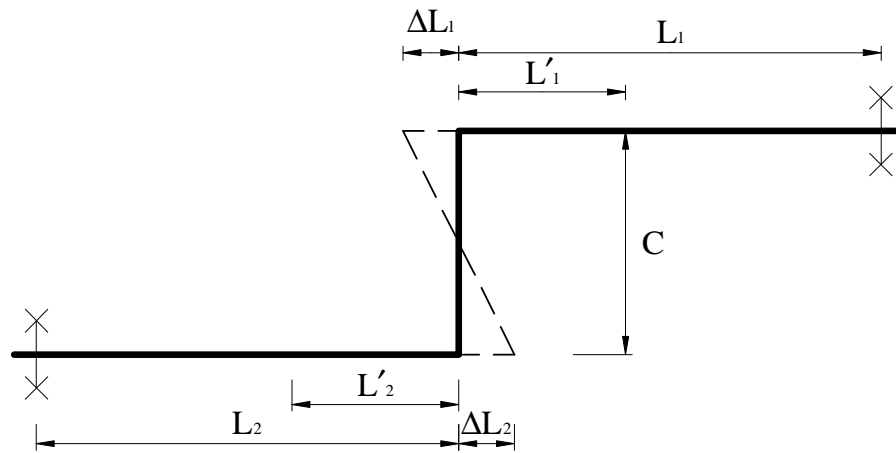
Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



6.1.5 Układ "Z" - kształtowy

Długość ramienia kompensacji [C] układu Z- kształtowego oblicza się wg wzoru:



$$C = \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{f_d}} \cdot \sqrt{D_z \cdot \Delta L} \quad [\text{m}]$$

gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna rury przewodowej [m]

f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali [MPa]

E_T - współczynnik sprężystości podłużnej [MPa]

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

ΔL_1 - wydłużenie odcinka L_1 (obliczamy wg pkt 6.1.2) [m]

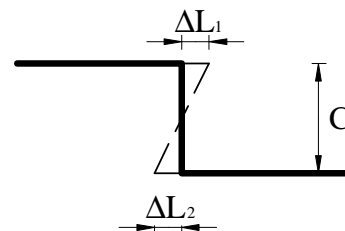
ΔL_2 - wydłużenie odcinka L_2 (obliczamy wg pkt 6.1.2) [m]

Układ "Z" - kształtowy

W tabeli nr 13 podano minimalne długości ramion kompensacji [C] układu Z-kształtowego dla wydłużeń termicznych [ΔL] pochodzących z odcinka rurociągu L_{\max} ułożonego na głębokości $H=1,0\text{m}$ do osi rurociągu. Długość ramion kompensacji [C] w zależności od wydłużenia [ΔL].

$E = 210 \text{ GPa}$

$f_d = 190 \text{ MPa}$





®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



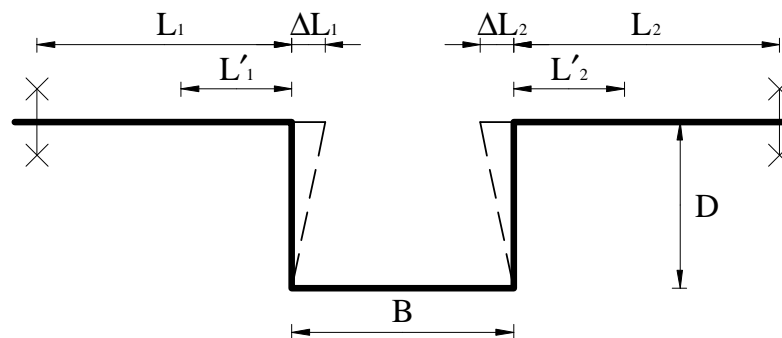
Tabela 13

Rury przewodowe ze szwem		Rura osłonowa	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji	Długość montażowa	Wydłużenie termiczne rurociągu	Minimalna długość ramienia kompensacji
			$\Delta T = \left(\frac{135+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$			$\Delta T = \left(\frac{100+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$			$\Delta T = \left(\frac{95+70}{2} - 8\right)^{\circ}\text{C}$		
			L_{\max}	$2 \times \Delta L$	C	L_{\max}	$2 \times \Delta L$	C	L_{\max}	$2 \times \Delta L$	C
2×Dz mm	g mm	Dzp Mm	m	mm	m						
2×26,9	2,6	125	20,5	36,50	1,28	29,0	32,06	1,20	30,2	30,64	1,17
2×33,7	2,6	140	23,7	42,06	1,53	33,4	36,72	1,43	34,7	35,06	1,40
2×42,4	2,6	160	26,9	47,54	1,83	37,7	41,22	1,70	39,2	39,34	1,66
2×48,3	2,6	160	31,1	54,84	2,10	43,5	47,38	1,95	45,2	45,18	1,90
2×60,3	2,9	200	35,1	61,76	2,48	49,0	53,18	2,31	50,9	50,70	2,25
2×76,1	2,9	225	40,5	70,88	2,99	56,3	60,54	2,76	58,5	57,62	2,70
2×88,9	3,2	250	47,4	82,78	3,49	65,7	70,46	3,22	68,3	67,06	3,14
2×114,3	3,6	315	55,4	96,34	4,27	76,5	81,48	3,93	79,5	77,46	3,83
2×139,7	3,6	400	54,9	94,72	4,68	75,4	79,24	4,28	78,2	75,18	4,17
2×168,3	4,0	450	66,1	113,68	5,63	90,6	94,64	5,14	93,9	89,70	5,00
2×219,1	4,5	560	79,8	136,18	7,03	108,6	112,14	6,38	112,6	106,14	6,21

6.1.6 Układ "U" - kształtowy

Jako układ "U"- kształtowy traktuje się układ o długości ramion [D] mieszczącej się w granicach:

$$B \leq D \leq 2 * B$$



Długość ramienia kompensacji [D] układu "U"-kształtowego oblicza się wg wzoru:

$$D = 0.7 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{f_d}} \cdot \sqrt{D_z \cdot \Delta L} \quad [\text{m}]$$



Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



gdzie:

D_z - średnica zewnętrzna rury przewodowej [m]
 f_d - zredukowana wytrzymałość obliczeniowa stali [MPa]
 E_T - współczynnik sprężystości podłużnej [MPa]

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

ΔL_1 - wydłużenie odcinka L_1 (obl.wg p.6.1.2) [m]

ΔL_2 - wydłużenie odcinka L_2 (obl.wg p.6.1.2) [m]

Układ "U" - kształtowy

W tabeli nr 14 podano minimalne długości ramion kompensacji [D] układu Z-kształtowego dla wydłużeń termicznych [ΔL] pochodzących z odcinka rurociągu L_{max} ułożonego na głębokości $H=1,0m$ do osi rurociągu. Długość ramion kompensacji [D] w zależności od wydłużenia [ΔL].

$E = 210 \text{ GPa}$
 $f_d = 190 \text{ MPa}$

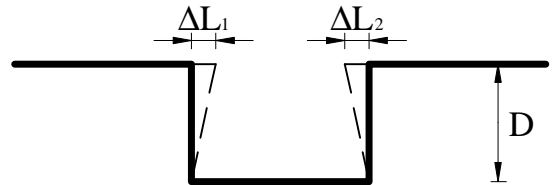


Tabela 14

Rury przewodowe ze szwem		Rura osłonowa	Długość montażowa			Wydłużenie termiczne rurociągu			Minimalna długość ramienia kompensacji		
			L_{max}	ΔL	L'	L_{max}	ΔL	L'	L_{max}	ΔL	L'
$2 \times D_z$	g	Dzp	$\Delta T = \left(\frac{135+70}{2} - 8 \right) ^\circ C$			$\Delta T = \left(\frac{100+70}{2} - 8 \right) ^\circ C$			$\Delta T = \left(\frac{95+70}{2} - 8 \right) ^\circ C$		
mm	mm	Mm	m	mm	m	m	mm	m	m	mm	m
2×26,9	2,6	125	20,5	36,50	0,89	29,0	32,06	0,84	30,2	30,64	0,82
2×33,7	2,6	140	23,7	42,06	1,07	33,4	36,72	1,00	34,7	35,06	0,98
2×42,4	2,6	160	26,9	47,54	1,28	37,7	41,22	1,19	39,2	39,34	1,16
2×48,3	2,6	160	31,1	54,84	1,47	43,5	47,38	1,36	45,2	45,18	1,33
2×60,3	2,9	200	35,1	61,76	1,74	49,0	53,18	1,61	50,9	50,70	1,58
2×76,1	2,9	225	40,5	70,88	2,09	56,3	60,54	1,93	58,5	57,62	1,89
2×88,9	3,2	250	47,4	82,78	2,45	65,7	70,46	2,26	68,3	67,06	2,20
2×114,3	3,6	315	55,4	96,34	2,99	76,5	81,48	2,75	79,5	77,46	2,68
2×139,7	3,6	400	54,9	94,72	3,28	75,4	79,24	3,00	78,2	75,18	2,92
2×168,3	4,0	450	66,1	113,68	3,94	90,6	94,64	3,60	93,9	89,70	3,50
2×219,1	4,5	560	79,8	136,18	4,92	108,6	112,14	4,47	112,6	106,14	4,35



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



Przykład

Dane:

- średnice zewnętrznej rur przewodowych $2 \times D_z = 2 \times 88,9 \text{ mm}$,
- grubość ścianki rur przewodowych (ze szwem) $g = 3,2 \text{ mm}$,
- temperatura maksymalna w rurociągu zasilającym $+135 \text{ }^\circ\text{C}$,
- temperatura maksymalna w rurociągu powrotnym $+70 \text{ }^\circ\text{C}$,
- temperatura montażu $+8 \text{ }^\circ\text{C}$,
- średnica rury osłonowej HDPE $D_{zp} = 250 \text{ mm}$,
- długość prostego odcinka rurociągu od wirtualnego lub rzeczywistego punktu stałego do kolana kompensacyjnego $L = 40 \text{ m}$,
- głębokość ułożenia rurociągu od powierzchni gruntu do osi rurociągu preizolowanego $H = 0,6 \text{ m}$;

dla: $2 \times D_z = 2 \times 88,9 \text{ mm}$ o ściance $g = 3,2 \text{ mm}$ (rur ze szwem) dla $\Delta T = (135 - 70) \text{ }^\circ\text{C}$ i izolacji standard, z tabeli nr 9 odczytujemy współczynnik $W = 0,0059 \text{ mm/m}^3$

dla $L = 40 \text{ m}$ i $H = 0,6 \text{ m}$, korzystając ze wzoru wg pkt. 6.1.2 w wersji uproszczonej liczymy wydłużenie rurociągu

$$\Delta L = 1,1529 \times L - W \times H \times L^2 = 1,1529 \times 40 - 0,0059 \times 0,6 \times 40^2 = 40,452 \text{ mm}$$

Do obliczenia ramion kompensacji rurociągu podwójnego dla układu „L” „Z” i „U”- kształtowego należy uwzględnić jedną średnicę rury przewodowej, jak dla zginania pojedynczej rury stalowej,

- stąd dla układu „L”-kształtowego korzystając ze wzoru według pkt. 6.1.4 długość ramienia kompensacyjnego L' wyniesie:

$$L' = \sqrt{\frac{1,5 \times 10^3 \times 210}{190}} \times \sqrt{0,0889 \times 0,040452} = 2,44 \text{ m}$$

- dla układu „Z”-kształtowego w pkt. 6.1.5, gdy $L_1 = L_2 = 40 \text{ m}$
 $\Delta L = 40,452 \text{ mm} + 40,452 \text{ mm} = 80,904 \text{ mm}$ - długość ramienia kompensacyjnego C_{\min} wyniesie:

$$C_{\min} = \sqrt{\frac{1,5 \times 10^3 \times 210}{190}} \times \sqrt{0,0889 \times 0,080904} = 3,45 \text{ m}$$

- dla układu „U”-kształtowego w pkt. 6.1.6, gdy $L_1 = L_2 = 40 \text{ m}$
 $\Delta L = 40,452 \text{ mm} + 40,452 \text{ mm} = 80,904 \text{ mm}$ - długość ramienia kompensacyjnego D_{\min} wyniesie:

$$D_{\min} = 0,7 \times \sqrt{\frac{1,5 \times 10^3 \times 210}{190}} \times \sqrt{0,0889 \times 0,080904} = 2,415 \text{ m}$$



®

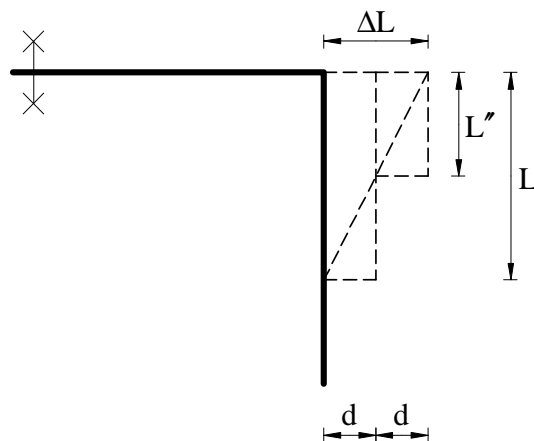
Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



6.1.7 Strefy kompensacyjne

Przez strefę kompensacyjną należy rozumieć przestrzeń w gruncie przy rurociągu, ograniczoną długością ramienia kompensacji [L'] i występującymi wydłużeniami [ΔL], w której ma nastąpić odciążenie odcinka rurociągu bądź kolan od parcia rurociągu na grunt. Zaleca się, aby strefa kompensacyjna była wypełniona na odcinku $L = 2/3L'$.



Zalecamy:

W celu prawidłowego wypełnienia strefy kompensacyjnej np. matami z wełny mineralnej lub płytami piankowymi, należy ułożenie poszczególnych warstw zestopniować, przyjmując, że jeżeli jedna warstwa maty o grubości [d] przejmie część wydłużenia [ΔL] na długości [L'], to druga mata powinna mieć długość [L''] wynoszącą:

$$L'' = \frac{\Delta L - d}{\Delta L} \cdot L' \quad [\text{m}]$$

6.2 Metoda II - naprężeń wstępnych

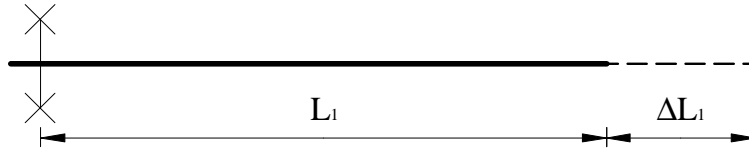
Rurociąg po zmontowaniu, przeprowadzeniu prób szczelności i badań nieniszczących spoin, przed zasypaniem gruntem, poddany jest wstępnemu podgrzaniu. Rurociąg po osiągnięciu wymaganego wydłużenia jest zasypywany.

Temperaturę podgrzania wstępnego rurociągu [T_w] przyjmuje się o takiej wielkości, aby po ochłodzeniu zasypanego rurociągu do temperatury montażu [T_o] oraz ponownym podgrzaniu do maksymalnej temperatury eksploatacyjnej [$\frac{T_{z \max} + T_{p \max}}{2}$], naprężenia osiowe [σ] nie przekroczyły wytrzymałości obliczeniowej na rozciąganie i ściskanie [f_d] rury stalowej.



Wydłużenie $[\Delta L_n]$ rurociągu nie zasypanego

Rurociąg podgrzany wstępnie do temperatury $[T_w]$, nie zasypany :



Wydłużenie $[\Delta L_n]$ rurociągu o długości $[L_n]$ podgrzanego do temperatury $[T_w]$ nie zasypanego gruntem - czyli wydłużenie swobodne - oblicza się wg wzoru:

$$\Delta L_n = k \cdot \alpha_t \cdot (T_w - T_o) \cdot L_n \quad [\text{m}]$$

gdzie:

$$T_w = 0,5 \times \left(\frac{T_{z \max} + T_{p \max}}{2} - T_o \right)$$

k - współczynnik uwzględniający działanie sił tarcia między rurą osłonową a podłożem dla rurociągu niezasypanego gruntem

$$k=0,7 \div 0,8$$

α_t - współczynnik rozszerzalności liniowej

$$[1/^\circ\text{C}]$$

T_w - temperatura podgrzania wstępnego

$$[^\circ\text{C}]$$

$T_{z \max}$ - maksymalna temperatura obliczeniowa rurociągu zasilającego

$$[^\circ\text{C}]$$

$T_{p \max}$ - maksymalna temperatura obliczeniowa rurociągu powrotnego

$$[^\circ\text{C}]$$

T_o - rzeczywista temperatura montażu

$$[^\circ\text{C}]$$

L_n - długość odcinka rurociągu nie zasypanego

$$[\text{m}]$$

Wydłużenie swobodne rurociągu podgrzanego wstępnie można określić jako iloczyn wydłużenia jednostkowego $[\varepsilon]$ i długości rurociągu $[L_n]$:

$$\Delta L_n = \varepsilon \cdot L_n \quad [\text{mm}]$$

Wydłużenie jednostkowe rurociągu:

$$\varepsilon = \alpha_t \cdot (T_w - T_o) \quad [\text{mm/m}]$$

Po osiągnięciu pożądanych wydłużeń rurociąg zostaje zasypany, a następnie schłodzony do temperatury montażu. Po ponownym podgrzaniu rurociągu do maksymalnej temperatury eksploatacyjnej $[T_{\max} = \frac{T_{z \max} + T_{p \max}}{2}]$ na jego swobodnych końcach na długości $1 \times L_{\max}$ powstaną wydłużenia, które można obliczyć ze wzoru:

$$\Delta L_z = \alpha_t \left(\frac{T_{z \max} + T_{p \max}}{2} - T_w \right) \cdot L_{\max} - \frac{F^{Hi} \cdot L_{\max}^2}{2 \cdot E_T \cdot 2A}$$



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



7 Zmiana kierunku trasy rurociągu

Zmiany kierunku trasy rurociągu mogą być wykonane za pomocą:

- kolan preizolowanych prefabrykowanych,
- elastycznego gięcia rurociągu na budowie.

Załamanie zmian kierunku trasy o kąt $\alpha < 10^\circ$ traktowane jest jak odcinek prosty rurociągu.

7.1 Zmiany kierunku trasy sieci przez zastosowanie prefabrykowanych kolan preizolowanych

Zmiany kierunku trasy rurociągu za pomocą preizolowanych kolan o kąty: 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° wykonuje się dla całego zakresu średnic

Tabela 10

Średnica	Gatunek stali	promień gięcia (r)
2×DN20 do 2×DN40	R - 35 lub P235GH	3 × Dz
2×DN50 do 2×DN200	St 37.0 lub P235GH	2,5 × Dz

Dz - średnica zewnętrzna rury stalowej.

7.2 Zmiany kierunku trasy sieci przez elastyczne gięcie rurociągu

Zmontowany rurociąg nad wykopem z rur preizolowanych o długości $l = 6,00$ lub $12,00$ m, jest opuszczany do wykopu i elastycznie gięty. Minimalny promień gięcia i odpowiadający kąt gięcia rur (β) w zależności od średnicy rurociągu i zastosowanych długości rur preizolowanych podano w tabeli.

Tabela 11

Rura przewodowa stalowa		Rura osłonowa	Promień gięcia	Kąt gięcia	
Średnica		Dz _p		Długość rur	
nominalna	zewnętrzna			6,00 m	12,00 m
DN	Dz	Dz _p	r	β	β
mm	mm	mm	m	stopień	stopień
2×26,9	26,9	125	34,38	10,0	20,0
2×33,7	33,7	140	41,92	8,0	16,4
2×42,4	42,4	160	49,11	7,0	14,0
2×48,3	48,3	160	49,11	7,0	14,0
2×60,3	60,3	200	64,86	5,3	10,6
2×76,1	76,1	225	76,39	—	9,0
2×88,9	88,9	250	96,84	—	7,1
2×114,3	114,3	315	122,78	—	5,6
2×139,7	139,7	400	152,79	—	4,5
2×168,3	168,3	450	180,93	—	3,8
2×219,1	219,1	560	221,79	—	3,1



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



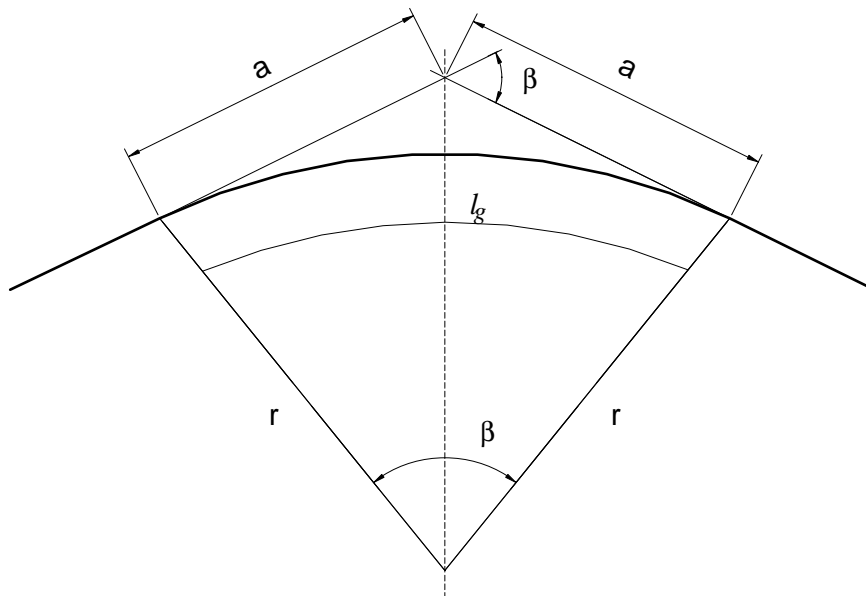
Wzory pomocnicze i wytyczne do wyznaczania przebiegu trasy rurociągu przy zastosowaniu gięcia elastycznego.

Z projektu wyznaczamy kąt (β) zmiany kierunku trasy rurociągu.

długość stycznej:
$$a = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad [\text{m}]$$

promień gięcia:
$$r = \frac{360 \cdot l_g}{2 \cdot \pi \cdot \beta} \quad [\text{m}]$$

Długość rurociągu (l_g) na odcinku łuku, należy przyjmować jako wielokrotność odcinków rur preizolowanych odpowiednio $l = 6,00 \text{ m}$ i $l = 12,00 \text{ m}$. W przypadku gięcia elastycznego, długość rurociągu w łuku (l_g) ustala się po wyznaczeniu w projekcie kąta zmiany kierunku trasy.



8 Punkt stały preizolowany - rzeczywisty

Preizolowane punkty stałe na sieciach cieplnych preizolowanych podwójnych stosowane są w celu:

- odciążenia innych elementów preizolowanych konstrukcyjnie nie przystosowanych do przenoszenia obciążeń, tj. np. odgałęzienia trójników preizolowanych, kształtki przejściowe Y, wejścia rurociągów do budynków, zmianie technologii prowadzenia sieci cieplnej z tradycyjnej na preizolowaną;



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02

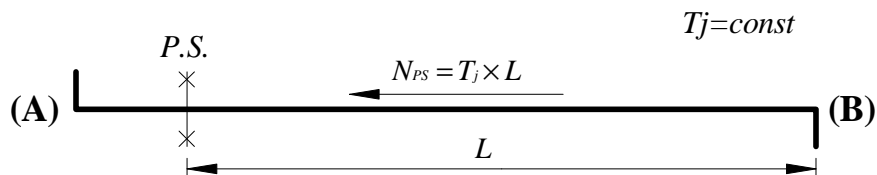


- kształtowania pożądanych wydłużeń sieci cieplnej, np. w przypadku gdy ramię kompensacyjne kolana preizolowanego wyliczone w oparciu o wydłużenie rzeczywiste nie przenosi tego wydłużenia ze względu na warunki terenowe.

8.1 Obliczanie sił działających na punkt stały

8.1.1 Punkt stały - odciążony

Punkt stały odciążony całkowicie jednostronnie to taki punkt, na który działa siła osiowa jednostronnie. Przypadek jednostronnego obciążenia punktu stałego spotykamy, gdy z jednej strony punktu stałego przebiega odcinek prosty o długości L_{max} , z drugiej strony punktu stałego następuje załamanie trasy ciepłociągu, np. poprzez kolano 90° . Istotne jest, że odcinek prosty pomiędzy kolanem 90° (A) - kompensacyjnym i punktem stałym jest pomijalnie krótki. Sytuację tę ilustruje poniższy rysunek.



Siła osiowa $[N_{PS}]$ działająca na punkt stały wyrażona jest wzorem:

$$N_{PS} = T_j \times L_{max} \quad [N]$$

gdzie:

T_j - jednostkowa siła tarcia gruntu działająca na rurę preizolowaną podwójną $[N/m]$

L_{max} - maksymalna długość rurociągu od P.S. do kolana kompensacyjnego (B) $[m]$

8.1.2 Punkt stały - częściowo odciążony

Punkt stały częściowo odciążony, to taki punkt stały gdzie siła osiowa spowodowana tarciem pomiędzy osłoną rury preizolowanej podwójnej i obsybką piaskową rurociągu działająca na punkt stały:

$$N_{PS1} = T_j \times L_1 \quad [N]$$

zebrana z długości L_1 pomiędzy punktem stałym i kolanem kompensacyjnym w punkcie (B), jest częściowo zredukowana siłą osiową przeciwnie skierowaną od tarcia gruntu działającą na punkt stały:

$$N_{PS2} = T_j \times L_2 \quad [N]$$

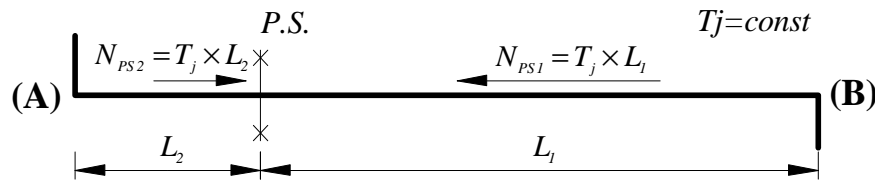


Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



zebraną z długości L_2 pomiędzy punktem stałym i kolanem kompensacyjnym w punkcie (A). Sytuację tę ilustruje poniższy rysunek:



Sumaryczna siła osiowa $[N_{PS}]$, działająca na punkt stały wyrażona jest wzorem:

$$N_{PS} = N_{PS1} - N_{PS2} \quad [\text{N}]$$

$$N_{PS} = T_j \times (L_1 - L_2) \quad [\text{N}]$$

(oznaczenia jak na poprzednim rysunku)

W tabeli nr 15 przedstawiono maksymalne wymiary bloków betonowych punktów stałych. Siły osiowe działające na punkt stały obliczono przy następujących założeniach:

- zagłębienie osi rurociągu poniżej poziomu gruntu $H=1,0$ m;
- punkt stały całkowicie jednostronnie odciążony;
- długość odcinka, z którego zebrano siły osiowe działające na punkt stały wynosi L_{max} , gatunek stali P235GH; izolacja standard;
- jednostkowy odpór gruntu przy wymiarowaniu bloku betonowego przyjęto 150 kPa zgodnie z normą PN-81/B-03020.

Bloki fundamentowe punktów stałych należy projektować i wykonywać z betonu przynajmniej klasy C16/20 (klasa wytrzymałości na ściskanie betonu), zbrojonego stalą zbrojeniową - spawalną w gatunku B500SP lub BSt500S (stal żebrowana).



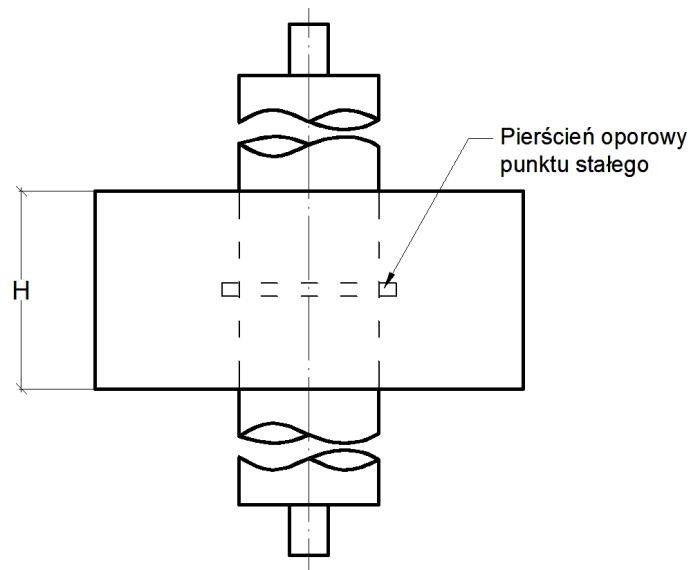
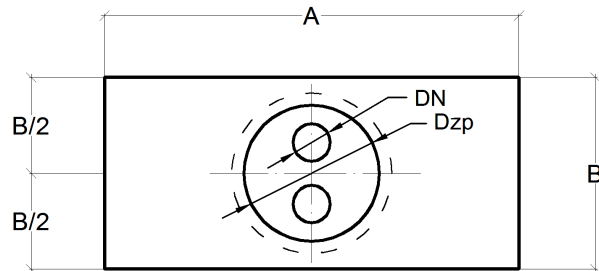
®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

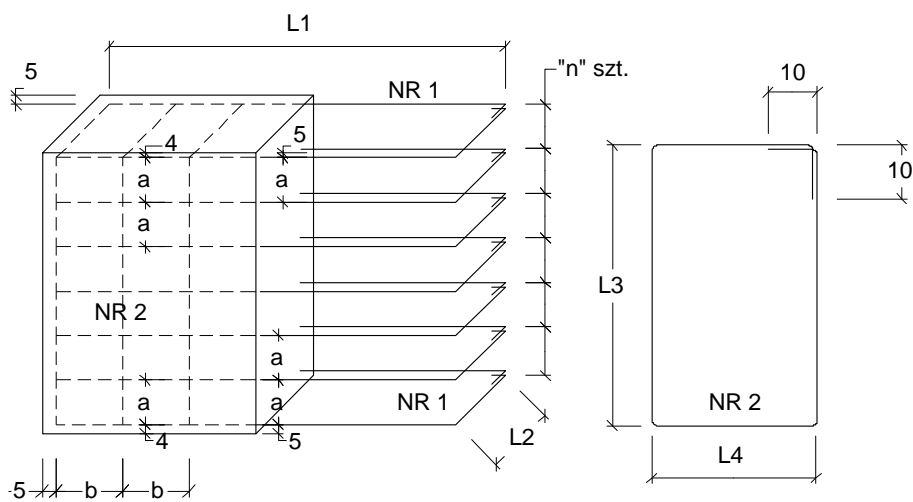
System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



WYMIARY BLOKU BETONOWEGO PUNKTU STAŁEGO



ZBROJENIE BLOKU BETONOWEGO



Wymiary
zbrojenia
podane w
[cm]



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



MAKSYMALNE WYMIARY BŁOKÓW BETONOWYCH PUNKTÓW STAŁYCH

Tabela 15

Średnica		Siła maksymalna przenoszona przez blok betonowy	Wymiary bloku punktu stałego			Zbrojenie bloku betonowego punktu stałego						
Rura stalowa	Rura osłonowa		[NPS] dla Lmax dla rur bez szwu ΔT=25°C H=1,0m	A	B	H	Nr pręta	Średnica Ø	Ilość n	L1	L2	L3
Zewnętrzna	Dz/g	Dzp										
2x26,9/2,6	125	7067	110	50	30	1	8	4	100	20		
						2	6	5			42	22
2x33,7/2,6	140	9134	120	60	30	1	8	4	110	20		
						2	6	6			52	22
2x42,4/2,6	160	11775	130	70	30	1	8	4	120	20		
						2	6	5			62	22
2x48,3/2,6	160	13633	150	70	30	1	8	4	140	20		
						2	6	5			62	22
2x60,3/2,9	200	18987	180	80	40	1	10	5	170	30		
						2	6	6			72	32
2x76,1/2,9	225	24550	180	100	40	1	10	6	170	30		
						2	6	7			92	32
2x88,9/3,2	250	32402	200	120	50	1	10	8	190	40		
						2	6	7			112	42
2x114,3/3,6	315	46959	250	140	70	1	10	10	240	60		
						2	6	8			132	62
2x139,7/3,6	400	58678	320	140	100	1	12	10	310	90		
						2	8	11			132	92
2x168,3/4	450	80078	400	150	100	1	12	12	390	90		
						2	8	15			142	92
2x219,1/4,5	560	144784	680	170	120	1	1	12	670	110		
						2	8	15			162	112

UWAGA : Wymiary fundamentów należy określać indywidualnie uwzględniając rzeczywistą wartość siły normalnej w rurociągach, sprawdzając warunki obliczeniowe stanu granicznego nośności odporu podłoża gruntowego i stateczności układu fundament podłoża gruntowe, zgodnie z normą PN-81/B-03020.



Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02

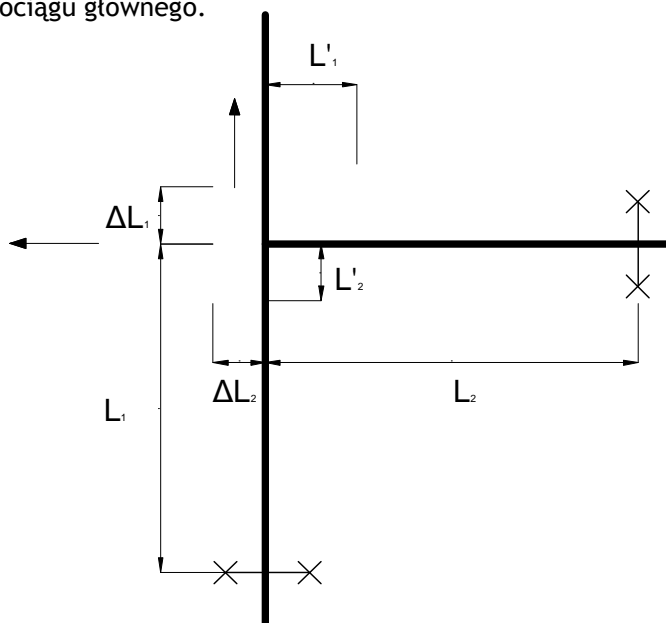


9 Odgałęzienia rurociągu, wejścia do budynków oraz kształtki przejściowe „Y”.

Odgałęzienia rurociągu systemu *ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.* z rur podwójnych należy realizować za pomocą trójników płaskich lub wznosnych.

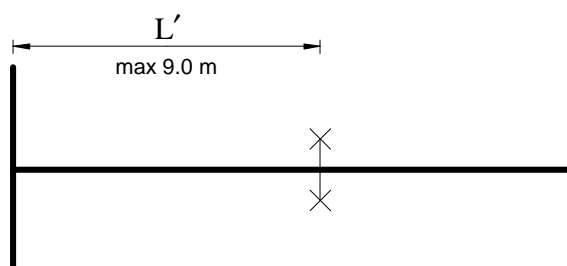
Na odgałęzienie oddziaływać będzie wydłużenie rurociągu głównego ΔL_1 (jak pokazano na poniższym rysunku), ponadto odgałęzienie (przewód boczny) będzie również podlegało wydłużeniu termicznemu ΔL_2 , oddziałując na rurociąg główny.

Na odgałęzieniu należy wykonać strefę kompensacji $[L_1']$ dla wydłużeń rurociągu głównego $[\Delta L_1]$, którą należy obliczyć jak dla układu kompensacyjnego L90, korzystając ze wzoru według pkt. 6.1.4. Do obliczenia ramienia kompensacji $[L_1']$ należy przyjąć we wzorze wydłużenie z rurociągu głównego $[\Delta L_1]$ oraz średnicę odgałęzienia - dla układu kompensacji L90 (kolana 90°). Natomiast na rurociągu głównym powstanie strefa kompensacji $[L_2']$, którą również należy obliczyć ze wzoru według pkt. 6.1.4., przyjmując wydłużenie z rurociągu bocznego $[\Delta L_2]$ oraz średnicę rurociągu głównego.



W przypadku trójników zniwelowanie skutków wydłużenia termicznego odgałęzienia na rurociąg główny można zrealizować:

- Wbudowując na odgałęzieniu trójnika wznosnego rzeczywisty punkt stały podwójny w odległości max 9.0 m od osi rurociągu głównego:





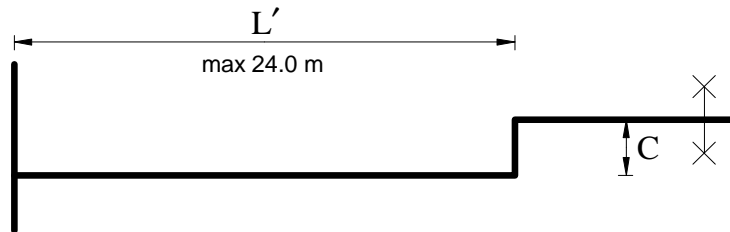
®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

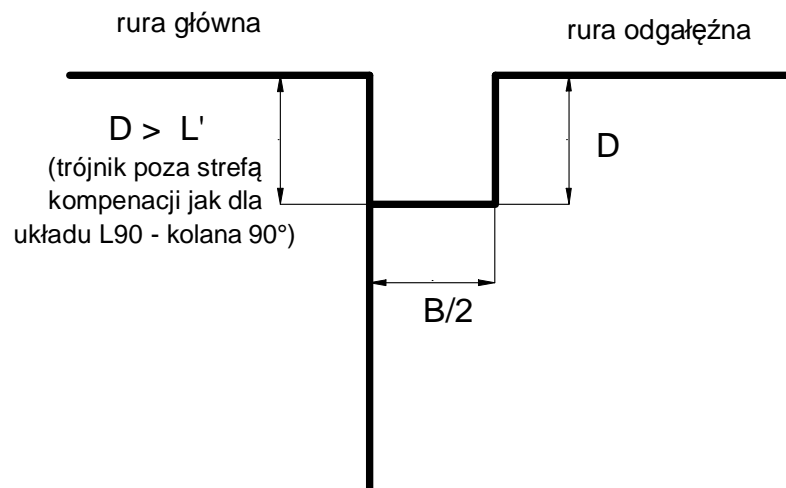
System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



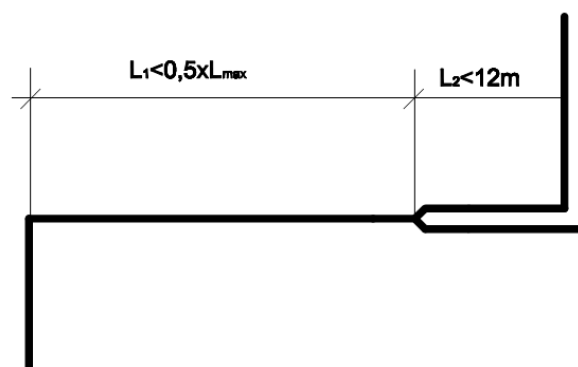
- o Stosując na odgałęzieniu układ "Z" - kształtowy kompensacji w odległości max 24.0 m:



W przypadku, gdy odgałęzienie stanowi przedłużenie rury głównej, należy projektować połowę układu kompensacyjnego typu "U" - kształtowego.



W strefach kompensacyjnych nie należy montować preizolowanej armatury odcinającej, odpowietrzającej, odwadniającej oraz odgałęzień preizolowanych.



Kształtki przejściowe „Y”, które stosowane są na połączeniach rur podwójnych z rurociągami pojedynczymi, powinny być zlokalizowane w odległości mniejszej niż $0,5 \times L_{max}$ od kolana kompensacyjnego na rurociągu z rur podwójnych oraz w odległości mniejszej niż 12m od kolan kompensacyjnych na rurociągach z rur pojedynczych.



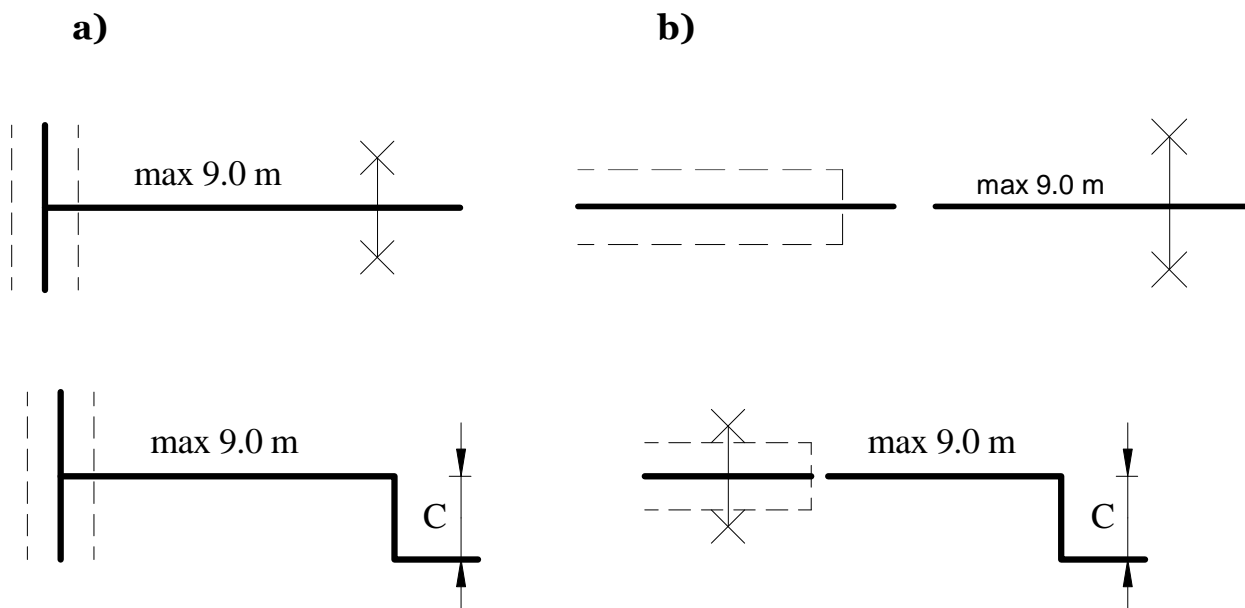
Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



10 Połączenie rur podwójnych z rurociągiem tradycyjnym (sieć kanałowa)

Skutki wydłużenia rurociągu preizolowanego niwelowane są przez wbudowanie punktu stałego lub układu "Z"-kształtowego w odległości max 9.0 m od osi rurociągu tradycyjnego lub połączenia.



11 Armatura stalowa

Projektując preizolowaną armaturę stalową - zawory odcinające, zawory odcinające z jednym zaworem odpowietrzającym (odwadniającym), zawory odcinające z odwodnieniem i odpowietrzeniem - należy:

- nie lokalizować armatury w strefach kompensacyjnych (kompensatorów typu L,Z,U),
- zapewnić dostęp do trzpienia zaworu odcinającego poprzez skrzynkę uliczną i rurę osłonową lub wykonanie studzienki z kręgów betonowych o średnicy minimum 600 mm
- trzpień zaworu odcinającego umieszczonego w gruncie zabezpieczyć matami kompensacyjnymi o wymiarach 1000x250x40mm,
- zawory odcinające z odpowietrzeniem i odwodnieniem umieszczać w studzienkach z kręgów betonowych o średnicy minimum 1000 mm lub w komorach betonowych.

Armaturę stalową odcinającą stosuje się dla odcięcia przepływu czynnika w poszczególnych odcinkach i urządzeniach sieci ciepłowniczej. Zawory odwadniające należy projektować w najniższych a odpowietrzające w najwyższych punktach sieci ciepłowniczej oraz



®

Wytyczne do projektowania dla rur preizolowanych z dwiema rurami przewodowymi

System ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
telefon. +48 95 741-25-26, 742-33-00, 742-00-93,
fax. +48 95 742-33-01, 742-33-02



przy zaworach odcinających odpowiednio dla spustu wody i dla odpowietrzania lub napowietrzania.

12 Informacje techniczne

Pozostałe katalogi i instrukcje systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o.o.:

1. Katalog Katalog wyrobów - rury preizolowane z dwiema rurami przewodowymi
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
2. Instrukcja Wykrywanie nieszczelności rurociągów. Połączenia instalacji sygnalizacji -
impulsowej (opis instalacji, zasady montażu i obsługi)
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
3. Instrukcja Wykonania i odbioru
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
4. Instrukcja Wykonania izolacji i hermetyzacji zespołu złącza
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
5. Instrukcja Spawania rur stalowych [IS/01/06]
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
6. Instrukcja Kontrola jakości połączeń spawanych rur stalowych [IK/01/06]
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
7. Instrukcja Technologia lutowania rur ocynkowanych
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
8. Instrukcja Złącza DX zgrzewane elektrycznie
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
9. Instrukcja Złącza termokurczliwe zgrzewane elektrycznie typu DT
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.
10. Instrukcja Złącza sieciowane radiacyjnie typu NTX
Systemu ZPU Międzyrzecz Sp. z o. o.

13 Informacje handlowe

Producent i sprzedawca:

Zakład Produkcyjno Usługowy
Międzyrzecz
POLSKIE RURY PREIZOLOWANE Sp. z o. o.,
Ul. Zakaszewskiego 4
66-300 Międzyrzecz

Telefony:

Fax. +48 95 742 33 01, 742 33 02

Sekretariat: +48 95 741 25 26, 742 00 93, 742 33 00

Biuro handlowe: +48 95 742 33 43, 742 33 31

Biuro zaopatrzenia: +48 95 742 33 46, 742 33 56

e-mail: zpu@zpum.pl <http://www.zpum.pl>