

ISO 9001
ISO 14001

„ELPLAST+” Sp. z o.o.



EL-04-11/12-2006

INSTALACJE WEWNĘTRZNE Z PP

Informator techniczny

Zapraszamy do współpracy

„ELPLAST+” Sp. z o.o., 44-336 Jastrzębie Zdrój, ul. Świerczewskiego 8
Tel. (032) 471 80 40, Fax (032) 471 10 43, www.elplastplus.com.pl email: elplast@elplastplus.com.pl
NIP 633-19-71-812, REGON: 276077840, kapitał zakładowy: 1 980 000 PLN
Konto bankowe: ING Bank Śląski S.A. o/Bielsko Biąta nr 19 1050 1070 1000 0022 0733 1964
KRS 0000112824 Sąd Rejonowy w Gliwicach X Wydział Gospodarczy KRS

Spis treści	strona
1. Informacja o systemie instalacji	4
2. Wiadomości ogólne	4
3. Wymiary i ciężar rur	5
4. Wytrzymałość na ciśnienie i trwałość	6
5. Rozszerzalność termiczna rur	8
6. Odporność na korozję	8
7. Własności biologiczne	8
8. Gładkość rur	9
9. Kumulacja ładunków elektrycznych	9
10. Pakowanie, transport i składowanie	9
11. Charakterystyka tworzywa	9
12. Wymiarowanie przewodów	10
13. Rozszerzalność liniowa rur PP	23
14. Obliczanie wielkości wydłużeń	23
15. Dopuszczalne promienie gięcia	24
16. Siły sprężystości	25
17. Izolacje termiczne	26
18. Zasady montażu instalacji	26
19. Rodzaje stosowanych połączeń	26
20. Połączenia polifuzyjne	26
21. Wymogi ogólne	27
22. Narzędzie do połączeń zgrzewanych	27
23. Przygotowanie narzędzi i materiału do zgrzewania polifuzyjnego	27
24. Zgrzewanie polifuzyjne	28
25. Wydłużenie termiczne rur z polipropylenu	31
26. Usytuowanie „odcinków giętkich”	32
27. Obliczanie długości „odcinka (ramienia) giętkiego”	33
28. Zasady montowania podpór	34
29. Zastosowanie kompensatorów	38
30. Naprężanie wstępne kompensatorów	39
31. Zasady instalowania rur w pionie	39
32. Zasady instalowania rur podtynkowo	40
33. Zasady instalowania rur nadtynkowo	41
34. Mocowanie rurociągów	41
35. Montaż zaworów, armatury	43
36. Przejście przez przegrody	43
37. Łączenie instalacji z PP z innymi instalacjami	43
38. Połączenie instalacji z PP z kotłami i podgrzewaczami wody	44
39. Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem, obniżeniem temperatury	44
40. Malowanie	44
41. Płukanie i dezynfekcja	44
42. Próba szczelności	45
43. Uruchomienie instalacji	47
44. Tabela odporności chemicznej	48
45. Literatura – normy	62

1. Informacja o systemie instalacji

System obejmuje rury ciśnieniowe i kształtki z polipropylenu PP-R (polipropylen random-kopolimer, inaczej typu 3) oraz osprzęt do wykonywania instalacji sanitarnych. Rury i kształtki z polipropylenu PP-R stosuje się przy budowie sieci i instalacji przeznaczonych do przesyłania wody zimnej, ciepłej wody użytkowej (klasa 1), oraz instalacji niskotemperaturowego ogrzewania grzejnikowego (klasa 4) w budynkach i poza nimi. Elementy systemu mogą być też używane wszędzie tam, gdzie ich własności i cechy konstrukcyjne okażą się przydatne. Dotyczy to w szczególności instalacji w budownictwie ogólnym w tym także instalacje do mediów agresywnych w wielu innych dziedzinach gospodarki.

„ELPLAST+” Sp. z o.o. poleca kompletną ofertę w/w systemu, którego podstawę stanowią : -

- rury PP-R
- oraz kształtki

2. Wiadomości ogólne

Rury i kształtki polipropylenowe systemu produkowane są z polipropylenu o starannie dobranych właściwościach. Polipropylen PP-R jest tworzywem sztucznym otrzymanym w wyniku wieloletnich prac badawczych zapewniających ukształtowanie właściwości fizyko-mechanicznych najbardziej odpowiadających zastosowaniom do instalacji ciepłej i zimnej wody oraz instalacji ogrzewania wodnego w wyznaczonym zakresie ciśnień i temperatur. Odznacza się szczególną trwałością i wytrzymałością. Jest całkowicie obojętny fizjologicznie. Nie ulega korozji oraz elektrokorozji.

Rury i kształtki odpowiadają wymaganiom norm z serii PN-EN ISO 15874, która zastępuje normę PN-C-89207.

Tabela nr 1. Odpowiedniki rur PP-R wg norm

wg PN-C-89207 (norma wycofana)	Odpowiednik	wg PN-EN ISO 15874-2 –klasa wymiarowa A
		Klasa 1-zastosowania
PN 10	=	do PN 6
PN 16	~	PN 8
PN 20	=	PN 10

Norma PN-EN ISO 15874-1 określiła warunki eksploatacji i typowy obszar zastosowania rur dla poszczególnych klas zastosowań (*-klasa 3-nie jest objęta zakresem normy).

Tabela nr 2. Klasyfikacja warunków eksploatacji wg PN-EN ISO 15874-1

Klasa zastosowania	Typowy obszar zastosowania
1	Dostarczanie ciepłej wody (60°C)
2	Dostarczanie ciepłej wody (70°C)
3*	Niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe
4	Ogrzewanie podłogowe i niskotemperaturowe grzejniki
5	Grzejniki wysokotemperaturowe

Tabela nr 3. Warunki eksploatacji rur PP-R dla klasy zastosowania 1 wg PN-EN ISO 15874-1

Temperatura projektowa	Czas pracy	Temp. maksymalna	Czas pracy	Temp. awaryjna	Czas pracy	Typowy obszar zastosowania
T_D	w T_D	T_{max}	w T_{max}	T_{mal}	w T_{mal}	
[°C]	lata	[°C]	lata	[°C]	[h]	
60	49	80	1	95	100	Dostarczanie ciepłej wody (60°C)

Legenda:

T_D - temperatura projektowa

T_{max} - maksymalna temperatura projektowa

T_{mal} - temperatura wadliwego działania instalacji-temperatura awaryjna

3. Wymiary i ciężar rur

Tabela nr 4. Wymiary rur PP-R dla klasy wymiarowej A i różnych klas zastosowań.

DN/OD		Klasa 1- zastosowania				Klasa 2- zastosowania				Klasa 4- zastosowania				Klasa 5- zastosowania			
		4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10
		6,9	5,2	3,9	3,1	5,3	3,6	2,7	2,1	6,9	5,5	4,1	3,3	4,8	3,2	2,4	1,9
		5	5	3,2	2,5	5	3,2	2,5	2	5	5	3,2	3,2	3,2	3,2	2	-
		gr. ścianek e_n															
16		1,8	2,2	2,7	1,8	2,2	2,7	3,3	1,8	2,2	2,2	3,3	-				
20		1,9	2,8	3,4	1,9	2,8	3,4	4,1	1,9	2,8	2,8	4,1	-				
25		2,3	3,5	4,2	2,3	3,5	4,2	5,1	2,3	3,5	3,5	5,1	-				
32		2,9	4,4	5,4	2,9	4,4	5,4	6,5	2,9	4,4	4,4	6,5	-				
40		3,7	5,5	6,7	3,7	5,5	6,7	8,1	3,7	5,5	5,5	8,1	-				
50		4,6	6,9	8,3	4,6	6,9	8,3	10,1	4,6	6,9	6,9	10,1	-				
63		5,8	8,6	10,5	5,8	8,6	10,5	12,7	5,8	8,6	8,6	12,7	-				
75		6,8	10,3	12,5	6,8	10,3	12,5	15,1	6,8	10,3	10,3	15,1	-				
90		8,2	12,3	15,0	8,2	12,3	15,0	18,1	8,2	12,3	12,3	18,1	-				
110		10,0	15,1	18,3	10,0	15,1	18,3	22,1	10,0	15,1	15,1	22,1	-				

Legenda:
 p_D - ciśnienie projektowe
 $S_{calc, max}$ - wartość obliczeniowa rury
 S - serie rurowe
 e_n - nominalna grubość ścianki

Tabela nr 5. Wymiary nominalne rur PP-R wg normy PN-EN ISO 15874-2 dla klasy wymiarowej A i pierwszej klasy zastosowania oraz ich ciężar

Średnica nominalna rury dn	Szereg PN 6 (S 5)		Szereg PN 8 (S 3,2)		Szereg PN 10 (S 2,5)	
	SDR 11	Ciężar [kg/m]	SDR 7,4	Ciężar [kg/m]	SDR 6	Ciężar [kg/m]
	Nominalna grubość ścianki rury w [mm] e_n					
16	1,8	0,08	2,2	0,095	2,7	0,110
20	1,9	0,107	2,8	0,148	3,4	0,172
25	2,3	0,164	3,5	0,230	4,2	0,266
32	2,9	0,267	4,4	0,370	5,4	0,434
40	3,7	0,412	5,5	0,575	6,7	0,671
50	4,6	0,638	6,9	0,896	8,3	1,05
63	5,8	1,01	8,6	1,42	10,5	1,65
75	6,8	1,42	10,3	2,01	12,5	2,34
90	8,2	2,03	12,3	2,87	15,0	3,36
110	10,0	3,01	15,1	4,30	18,3	5,01

4. Wytrzymałość na ciśnienie i trwałość

Wytrzymałość rur PP-R (w zależności od grubości ścianki) dla warunków eksploatacji określonych w normie PN-EN ISO 15874-1 (patrz tabela nr 3) jest na ciśnienie nominalne PN10, PN8 oraz PN6.

Oznacza to, że trwałość rury w ciągu 50 lat nieprzerwanej eksploatacji jest zapewniona w przypadku ciągłego oddziaływania wewnętrznego wody o temperaturze 60°C i ciśnieniu 10 bar dla rur PN10, 8 bar dla rur PN 8 oraz 6 bar dla rur PN 6.

Te same rury mogą być zastosowane do instalacji zimnej wody i mogą być eksploatowane w 50-cio letnim obliczeniowym okresie eksploatacji w przypadku ciągłego oddziaływania wewnętrznego wody o temperaturze 20°C i ciśnieniu 20 bar dla rur PN10, 16 bar dla rur PN 8 oraz 10 bar dla rur PN 6. W rzeczywistości własności zastosowanych tworzyw pozwalają na znacznie dłuższy okres eksploatacji instalacji. Można przyjmować, że krótkotrwałe obciążenia odpowiadające warunkom 1 roku i 95°C dla danego szeregu skracają gwarantowany okres eksploatacji o ok. 0,01% za każdą godzinę pracy instalacji w tych ekstremalnych obciążeniach.

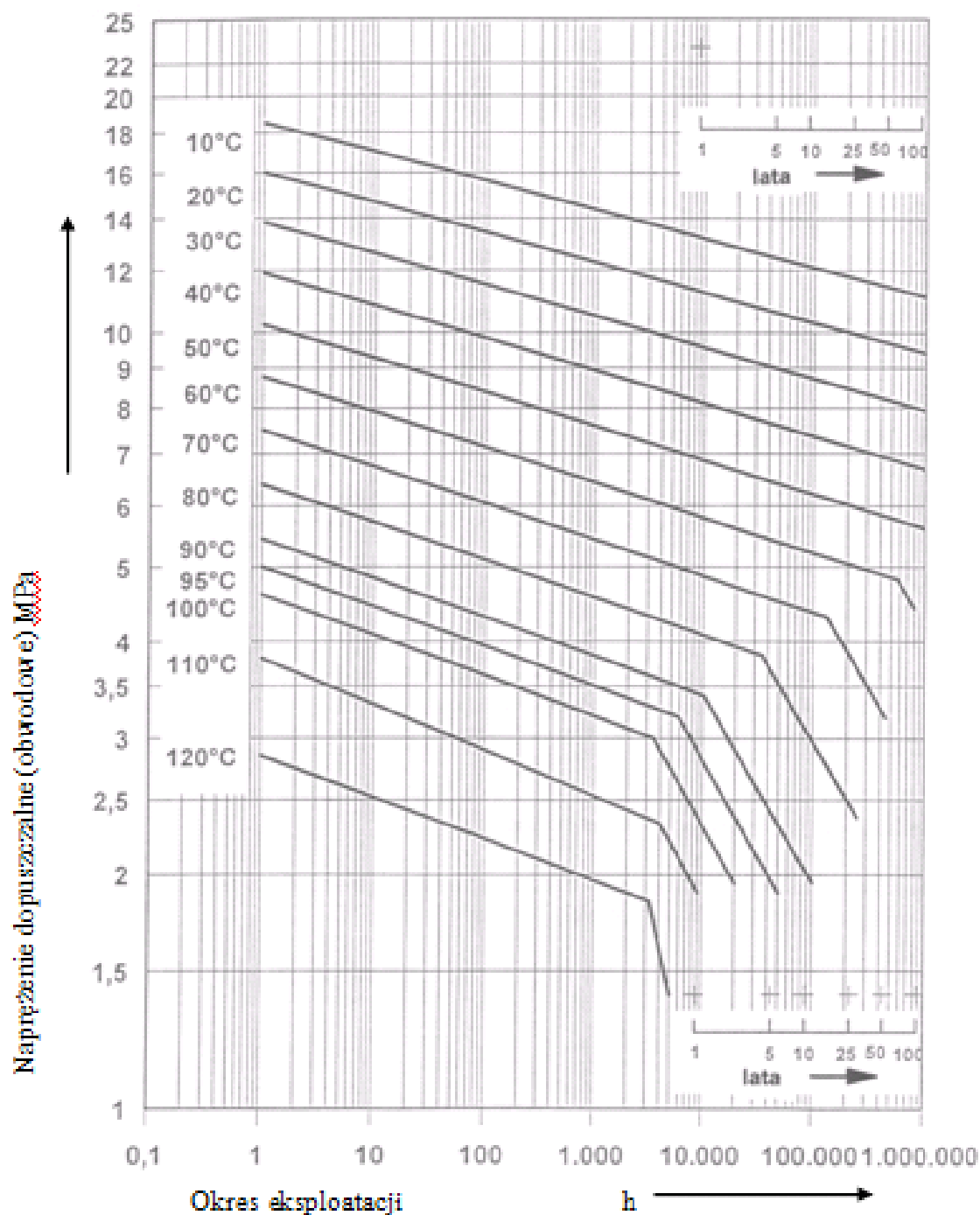
W przypadku, gdy parametry robocze nie są utrzymane na podobnym poziomie przez cały czas, okres eksploatacji znacznie się wydłuża.

Tabela nr 6. Okres eksploatacji rur w zależności od temperatury i ciśnienia dla $c=1,25$

Temperatura [°C]	Okres eksploatacji [lata]	SDR 11 (S5)	SDR 7,4 (S3,2)	SDR 6 (S2,5)
		PN 6 (*PN 10)	PN 8 (*PN 16)	PN 10 (*PN 20)
		Ciśnienie robocze [bar]		
10	1	21.2	33.5	42.2
	5	20.0	31.6	39.8
	10	19.4	30.8	38.8
	25	18.8	29.8	37.5
	50	18.3	29.0	36.6
20	1	18.1	28.6	36.0
	5	17.0	26.9	33.9
	10	16.5	26.2	33.0
	25	15.9	25.3	31.8
	50	15.5	24.6	31.0
30	1	15.4	24.4	30.7
	5	14.4	22.8	28.7
	10	14.0	22.2	28.0
	25	13.5	21.4	26.9
	50	13.1	20.8	26.2
40	1	13.0	20.7	26.0
	5	12.2	19.3	24.3
	10	11.8	18.8	23.6
	25	11.4	18.1	22.7
	50	11.1	17.6	22.1
50	1	11.0	17.5	22.0
	5	10.3	16.3	20.5
	10	10.0	15.8	19.9
	25	9.6	15.2	19.1
	50	9.3	14.7	18.6
60	1	9.3	14.7	18.6
	5	8.7	13.7	17.3
	10	8.4	13.3	16.7
	25	8.0	12.8	16.1
	50	7.8	12.3	15.5
70	1	7.8	12.4	15.6
	5	7.3	11.5	14.5
	10	7.0	11.1	14.0
	25	6.1	9.7	12.2
	50	5.2	8.2	10.3
80	1	6.6	10.4	13.1
	5	6.1	9.6	12.1
	10	4.9	7.8	9.8
	25	3.9	6.2	7.9
95	1	4.7	7.4	9.3
	5	3.1	5.0	6.3
	(10)	(2.7)	(4.2)	(5.3)

c -współczynnik bezpieczeństwa
*- dla temperatury 20°C

W celu określenia wytrzymałości długoczasowej (żywotności) rur dla określonego surowca i zadanych warunków eksploatacji należy posługiwać się wykresem naprężenie-czas-temperatura tzw. „krzywymi regresji”. Wykresy takie informują o spadku wytrzymałości jaki następuje wraz z upływem czasu i wzrastającą temperaturą. Zmiany dopuszczalnych ciśnień w czasie, dla przykładowego surowca, pokazuje poniższy wykres starzenia się rur polipropylenowych.



Rys. nr 1. Wykres naprężenie-czas-temperatura tzw. „krzywe regresji” dla PP-R.

Napężenie dopuszczalne (obwodowe) σ [MPa] w ścianie rury przy zadanym ciśnieniu wewnętrznym dla rury PP można obliczyć wg równoważnych wzorów:

$$\sigma = p \frac{SDR-1}{2} \text{ [MPa]}$$

$$\sigma = p \times S \text{ [MPa]}$$

$$\sigma = p \frac{d_n - e_n}{2e_n} \text{ [MPa]}$$

gdzie:

σ – napężenie obwodowe w ścianie w [MPa],

p – ciśnienie wewnętrzne w [MPa],

SDR - znormalizowany stosunek wymiarów – bezwymiarowa liczba związana z geometrią

rur wyrażona zależnością $SDR = \frac{d_n}{e_n}$

d_n – nominalna średnica zewnętrzna rury w [mm],

e_n – nominalna grubość ścianki w [mm],

S – bezwymiarowa liczba ze standardowego szeregu rur,

Najistotniejszym z punktu widzenia eksploatacji przewodów rurowych jest:

- przebieg krzywej niszczącego napężenia obwodowego w ścianie rury w czasie dla określonej temperatury stosowania (krzywa regresji),
- graniczna wartość czasu pracy (trwałość) w określonych warunkach (ciśnienie, temperatura).

5. Rozszerzalność termiczna rur

Tworzywa sztuczne, w tym polipropylen, charakteryzują się znacznie wyższymi niż metale współczynnikami rozszerzalności liniowej. Dla polipropylenu współczynnik rozszerzalności liniowej wynosi $\alpha = 0,15$ [mm/m•K]. Przy projektowaniu i wykonywaniu instalacji z rur polipropylenowych należy uwzględnić tę własność rur.

6. Odporność na korozję

Polipropylen jest całkowicie odporny na działanie soli, kwasów i zasad. Jest on jednak nieodporny na działanie substancji silnie utleniających, takich jak stężony (50%) kwas azotowy, kwas siarkowy (98%), chlor, brom oraz nieliczne związki organiczne. Promieniowanie ultrafioletowe oddziałuje niekorzystnie na wyroby z polipropylenu i w związku z tym rury narażone na działanie promieniowania UV powinny być osłonięte lub zabezpieczone z zewnątrz.

7. Własności biologiczne

Rury z polipropylenu firmy „ELPLAST+” Sp. z o.o. są całkowicie obojętne biologicznie. Rury te posiadają dopuszczenie Państwowego Zakładu Higieny do stosowania w instalacjach przesyłających wodę do picia.

8. Gładkość rur

Przewody z polipropylenu są bardzo gładkie w porównaniu do zwykłych rur stalowych (współczynnik chropowatości wynosi ok. 0,007 mm). Pozwala to na stosowanie większych prędkości przepływu niż w rurach stalowych oraz zastosowanie rur z PP-R o mniejszym przekroju w porównaniu z rurami stalowymi dla zadanego natężenia przepływu.

9. Kumulacja ładunków elektrycznych

Polipropylen kumuluje elektryczność statyczną na swej powierzchni i nie należy go stosować do przesyłania substancji łatwo palnych i wybuchowych

10. Pakowanie, transport i składowanie

10.1. Pakowanie

1. Rury z PP-R firmy „ELPLAST+” Sp. z o.o. standardowo pakowane są w rękaw (worki) foliowe.
2. Standardowe ilości rur o długości $L=4\text{m}$ w opakowaniu podano w poniższej tabeli.

Tabela nr 7. Standardowe ilości rur w opakowaniu.

Średnica nominalna rur PP-R [mm]	Ilość sztuk [szt]	Ilość metrów [mb]
16	50	200
20	50	200
25	25	100
32	15	60
40	10	40
50	8	32
63	5	20
75	3	12
90	2	8
110	2	8

10.2. Transport i składowanie

1. Rury podczas transportu i składowania powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami.
2. Rury PP należy przewozić i składować w pozycji poziomej, na równym, płaskim podłożu pozbawionym ostrych i wystających krawędzi, oraz aby uniknąć ich wyginania.
3. Składować w stosach, których wysokość nie powinna przekraczać 1,2 m.
4. Chronić rury PP przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych (UV).
5. Zachować szczególną ostrożność w niskich temperaturach (około 0°C i poniżej). Polipropylen staje się kruchy i należy się z nim obchodzić szczególnie ostrożnie-unikać uderzeń, szczególnie w końce rur, nadmiernych obciążeń i zginań.
6. Nie rzucać rur.

11. Charakterystyka tworzywa

Tabela nr 8. Przykładowe własności tworzywa PP-R

Właściwości		Jednostka	Wartość
1.	Gęstość	g/cm^3	0,92
2.	Temperatura topnienia	$^{\circ}\text{C}$	160÷164
3.	Przewodność cieplna	$\frac{W}{m \cdot K}$	0,22
4.	Liniowy współczynnik rozszerzalności α	1/K	$1,5 \cdot 10^{-4}$

5.	Moduł E	N/mm ²	950
6.	Ciepło właściwe	$\frac{KJ}{Kg \cdot K}$	1,7
7.	Twardość	N/mm ²	50
8.	Napężenie na granicy plastyczności	N/mm ²	26
9.	Wytrzymałość na zerwanie	N/mm ²	30
10.	Temperatura zplonu - samozapłon - obce ciało	°C °C	360°C 245°C
11.	Odporność powierzchniowa	Ω	10 ⁻¹³

12. Wymiarowanie przewodów

Dla wstępnego określenia średnicy rur możemy posłużyć się następującymi wzorami

$$d_1 = 18,8 \sqrt{\frac{Q_1}{V}} \text{ albo } d_2 = 35,7 \sqrt{\frac{Q_2}{V}}$$

gdzie V= prędkość przepływu w [m/s]

d₁/d₂=wewnętrzna średnica rury w [mm]

Q₁= wielkość przepływu w [m³/h]

Q₂=wielkość przepływu w [l/s]

Prędkość przepływu musi być wstępnie dobrana zgodnie z charakterem przewodu.

Możemy przyjmować następujące prędkości przepływu :

- podejście do przyborów 1,5-3,0 [m/s]
- piony 1,0-2,5 [m/s]
- przewody rozdzielcze 1,0-2,0 [m/s]

Prędkości te są nieco większe niż dopuszcza się dla rur stalowych. Wynika to z mniejszej głośności przepływu wody w rurach PP niż w rurach stalowych.

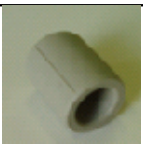
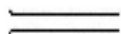
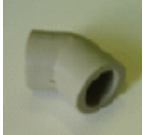
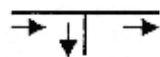
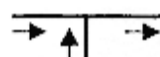
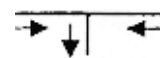
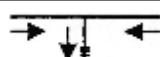
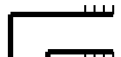
Tabela nr 9. Straty ciśnienia oporów miejscowych Z dla współczynnika oporu $\zeta = 1$ przy temp. 10°C , $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$ w zależności od prędkości przepływu $V (Z = 5V^2 \cdot \Sigma \zeta)$
 $V (Z = 5V^2 \cdot \Sigma \zeta)$

V	Z	V	Z
0,1	0,1	2,6	33,8
0,2	0,2	2,7	36,5
0,3	0,5	2,8	39,2
0,4	0,8	2,9	42,1
0,5	1,3	3,0	45,0
0,6	1,8	3,1	48,0
0,7	2,5	3,2	51,0
0,8	3,2	3,3	55,0
0,9	4,1	3,4	58,0
1,0	5,0	3,5	61,0
1,1	6,1	3,6	65,0
1,2	7,2	3,7	68,0
1,3	8,5	3,8	72,0
1,4	9,8	3,9	76,0
1,5	11,3	4,0	80,0
1,6	12,8	4,1	84,0
1,7	14,5	4,2	88,0
1,8	16,2	4,3	92,0
1,9	18,1	4,4	97,0
2,0	20,0	4,5	101,0
2,1	22,1	4,6	106,0
2,2	24,2	4,7	110,0
2,3	26,6	4,8	115,0
2,4	28,8	4,9	120,0
2,5	31,3	5,0	125,0

Tabela nr 10. Minimalne ciśnienie wypływu i obliczeniowe przepływy dla najczęściej stosowanej armatury. (Zalecenia)

Minimalne ciśnienie wypływu [bar]	Wyciąg z normy DIN 1988 E		Przepływ obliczeniowy dla poboru Z			
	Rodzaj punktu poboru wody		Woda zmieszana		Woda tylko zimna lub tylko ciepła	Średnica Ø rury
			QR zimna [l/s]	QR ciepła [l/s]	QR [l/s]	
0,5	zawór czerpalny bez napowietrzenia z napowietrzaniem	dn 15	-	-	0,30	20
0,5		dn 20	-	-	0,50	0,25
0,5		dn 25	-	-	1,00	32
1,0		dn 10	-	-	0,15	16
1,0		dn 15	-	-	0,15	16
1,0	Głowica natrysku	dn 15	0,10	0,10	0,20	16
1,2	Spłukiwanie ciśn.	dn 15	-	-	0,70	32
1,2	Spłukiwanie ciśn.	dn 20	-	-	1,00	32
0,4	Spłukiwanie ciśn.	dn 25	-	-	1,00	32
1,0	Spłukiwanie ciśn pisuarów	dn 15	-	-	0,30	20
0,5	Zawór kątowy	dn 15	-	-	0,30	16
1,0	Domowa zmywarka	dn 15	-	-	0,15	20
1,0	Domowa pralka	dn 15	-	-	0,15	20
1,0	Bateria mieszająca kabiny prysznicowej	dn 15	0,15	0,15	-	16
1,0	wanny	dn 15	0,15	0,15	-	16
1,0	zlewozmywaka	dn 15	0,07	0,07	-	16
1,0	umywalki	dn 15	0,07	0,07	-	16
1,0	bidetu	dn 15	0,07	0,07	-	16
1,0	Baterie mieszające	dn 20	0,30	0,30	-	20
2,0	Płuczka klozetowa	dn 15	-	-	0,13	16
	Elektryczny pojemnościowy Podgrzewacz ciepłej wody Zasilający 1 punkt poboru		-	-	0,13	16
1,1	O poj. 5-15l	dn 15	-	-	0,10	16
1,2	O poj. 30-150l	dn 15	-	-	0,20	16
1,5	Elektryczny przepływowy Podgrzewacz ciepłej wody Bez ograniczenia przepływu Nominalna wydajność 12 kW		-	-	0,06	16
1,9	Nominalna wydajność 18 kW		-	-	0,08	16
2,1	Nominalna wydajność 21 kW		-	-	0,09	16
2,4	Nominalna wydajność 24 kW		-	-	0,10	16
1,0	Gazowy przepływowy Podgrzewacz ciepłej wody 12kw		-	-	0,10	16

Tabela nr 11. Wartość współczynnika strat miejscowych - ζ

Nazwa elementu	Zdjęcie	Symbol graficzny	Współczynnik oporu
Złączka (mufka)	1 		0,25
Redukcja o 1 średnicę Redukcja o 2 średnice Redukcja o 3 średnice	2 		0,30 0,55 0,85
Kolano 90°	3 		2,0
Kolano 45°	4 		0,6
Trójnik odpływ Trójnik odpływ zredukowany	5 		1,8 3,6
Trójnik dopływ Trójnik dopływ zredukowany			1,3 2,6
Trójnik dopływ obustronny Trójnik dopływ obustronny zredukowany			4,2 9,0
Trójnik odpływ obustronny trójnik odpływ obustronny zredukowany			2,2 5,0
Trójnik z przejściem	6 		0,8
Złączka GW (z gwintem wewnętrznym)	7 		0,4
Złączka GZ (z gwintem zewnętrznym)	8 		0,5
Kolano 90° GW (z gwintem wewnętrznym)	9 		1,4
Kolano 90° GZ (z gwintem zewnętrznym)	10 		1,6

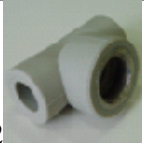
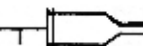
Kolano 90° z wieszakiem GW (z gwintem wewnętrznym)	11 		1,4
Trójnik GW (z gwintem wewnętrznym)	12 		1,5
Zawór kulowy	13 		
złączka z gwintem z redukcją bez elementu współpracującego			0,85
kolano przejściowe bez elementu współpracującego z gwintem zewnętrznym			2,2
kolano przejściowe z gwintem zewnętrznym zredukowane			3,5

Tabela nr 12. Spadki ciśnienia wody w przewodach

Spadek ciśnienia wody w przewodach								
	DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5
Przepływ [l/s]		R- spadek ciśnienia w [Pa/m]				W-prędkość w [m/s]		
0,01	R	34,3	13,4					
	W	0,1	0,1					
0,02	R	117,1	44,0	14,6	4,2			
	W	0,2	0,1	0,1	0,1			
0,03	R	240,3	88,1	29,0	8,4	3,1		
	W	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1		
0,04	R	400,3	144,1	47,3	13,7	5,0		
	W	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1		
0,05	R	594,5	211,0	69,1	20,0	7,3	2,3	
	W	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	
0,06	R	821,4	288,4	94,2	27,2	10,0	3,1	
	W	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	
0,07	R	1079,6	375,2	122,4	35,4	13,0	4,0	1,7
	W	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
0,08	R	1368,0	471,5	153,6	44,4	16,3	5,1	2,2
	W	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
0,09	R	1685,8	576,8	187,6	54,3	19,9	6,2	2,6
	W	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
0,10	R	2032,0	690,7	224,4	64,9	23,8	7,4	3,1
	W	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
0,12	R	2807,6	943,4	305,9	88,5	32,5	10,2	4,2
	W	1,4	0,9	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1
0,14	R	3690,1	1228,1	397,5	115,0	42,3	13,2	5,4
	W	1,6	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
0,16	R	4675,9	1543,2	498,7	144,3	53,0	16,6	6,8
	W	1,8	1,2	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1
1,8	R	5761,8	1887,6	609,2	176,3	64,8	20,3	8,2
	W	2,0	1,3	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1
0,2	R	6945,4	2260,4	728,6	210,9	77,5	24,3	9,8
	W	2,3	1,5	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1
0,3	R	14253,6	4522,7	1451,1	420,1	154,3	48,6	19,1
	W	3,4	2,2	1,4	0,8	0,5	0,3	0,2
0,4	R		7398,0	2365,9	685,1	251,7	79,5	30,7
	W		2,9	1,8	1,1	0,7	0,5	0,3
0,5	R		10836,4	3456,7	1001,1	376,8	116,4	44,3
	W		3,7	2,3	1,4	0,9	0,6	0,4
0,6	R		14802,3	4712,0	1364,9	501,4	158,9	59,9
	W		4,4	2,8	1,7	1,1	0,7	0,4
0,7	R		19268,3	6123,0	1773,8	651,7	206,9	77,3
	W		5,1	3,2	2,0	1,3	0,8	0,5
0,8	R			7682,5	2225,9	817,7	259,9	96,3
	W			3,7	2,3	1,4	0,9	0,6
0,9	R			9384,6	2719,3	999,0	317,9	117,0
	W			4,2	2,5	1,6	1,0	0,6
1,0	R			11224,5	3252,8	1195,0	380,6	139,2
	W			4,2	2,8	1,8	1,2	0,7
1,2	R			15300,6	4434,7	1629,1	519,7	188,1
	W			5,5	3,4	2,2	1,4	0,9
1,4	R			19882,0	5763,3	2117,2	676,4	242,6
	W			6,5	4,0	2,5	1,6	1,0
1,6	R				7232,1	2656,7	849,8	302,5
	W				4,5	2,9	1,8	1,2
1,8	R				8835,3	3245,6	1039,3	367,4
	W				5,1	3,2	2,1	1,3

	DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	508,4	63x10,5	75x12,5
2,0	R				10568,5	3882,2	1244,4	437,2	185,8
	W				5,7	3,6	2,3	1,4	1,0
2,2	R				12427,4	4565,0	1464,6	511,7	192,8
	W				6,2	4,0	2,5	1,6	1,0
2,4	R				14408,6	5292,7	1699,5	590,7	224,6
	W				6,8	4,3	2,8	1,7	1,1
2,6	R				16508,9	6064,2	1948,6	674,2	268,1
	W				7,4	4,7	3,0	1,9	1,2
2,8	R				18725,5	6878,3	2211,8	761,9	300,4
	W				7,9	5,0	3,2	2,0	1,3
3,0	R					7734,2	2488,6	853,9	342,9
	W					5,4	3,5	2,2	1,4
3,2	R					8631,0	2778,8	949,9	389,5
	W					5,8	3,7	2,3	1,5
3,4	R					9568,0	3082,2	1049,9	422,6
	W					6,1	3,9	2,5	1,6
3,6	R					10544,3	3398,5	1153,7	476,2
	W					6,5	4,2	2,6	1,7
3,8	R					11959,4	3737,6	1261,5	514,4
	W					6,8	4,4	2,7	1,8
4,0	R					12612,5	4069,1	1372,9	536,1
	W					7,2	4,6	2,9	1,9
4,2	R					13703,2	4423,0	1488,1	566,4
	W					7,6	4,9	3,0	2,0
4,4	R					14830,8	4789,1	1606,9	609,1
	W					7,9	5,1	3,2	2,2
4,6	R					15994,9	5167,1	1729,3	654,8
	W					8,3	5,3	3,3	2,3
4,8	R					17195,0	5557,0	1855,1	705,2
	W					8,6	5,5	3,5	2,4
5,0	R					18430,6	5958,6	1984,5	765,1
	W					9,0	5,8	3,6	2,5
5,2	R					19701,3	6371,7	2117,2	815,7
	W					9,4	6,0	3,8	2,6
5,4	R						6796,3	2253,3	846,5
	W						6,2	3,9	2,7
5,6	R						7232,2	2392,7	904,3
	W						6,5	4,0	2,7
5,8	R						7679,2	2535,5	950,8
	W						6,7	4,2	2,8
6,0	R						8137,3	2681,4	1030,0
	W						6,9	4,3	2,9
6,2	R						8606,4	2830,6	1115,4
	W						7,2	4,5	3,0
6,4	R						9086,4	2982,9	1210,2
	W						7,4	4,6	3,1
6,6	R						9577,1	3138,3	1299,8
	W						7,6	4,8	3,2
6,8	R						10078,4	3296,9	1365,7
	W						7,9	4,9	3,3
7,0	R						10950,4	3458,5	1428,2
	W						8,1	5,1	3,4
7,5	R						11915,8	3875,7	1525,0
	W						8,7	5,4	3,6
8,0	R						13305,5	4311,5	1760,8
	W						9,2	5,8	3,8
9,0	R						16272,9	5236,9	2020,0
	W						10,4	6,5	4,0
10,0	R						19483,8	6231,9	2480,0
	W						11,6	7,2	4,3

Tabela nr 13. Spadki ciśnienia w instalacji wodnej 20°C

Spadek ciśnienia w instalacji wodnej 20°C									
DN		16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
Prędkość [m/s]		W – natężenie przepływu wody w [kg/h]				R – spadek ciśnienia w [Pa/m]			
0,05	W	15,9	24,6	39,0	63,5	100,0	155,8	249,4	368,7
	R	8,0	7,0	5,1	3,4	2,7	1,8	1,7	1,6
0,10	W	31,8	49,3	77,9	127,1	200,1	311,7	498,8	764,2
	R	27,4	23,0	16,7	11,1	8,8	5,8	5,3	4,6
0,15	W	47,7	73,9	116,9	190,6	300,1	467,5	467,1	1112,5
	R	56,3	46,0	33,2	22,0	17,5	11,6	10,4	8,4
0,20	W	63,5	98,5	155,8	254,2	400,1	623,3	997,5	1605,9
	R	93,8	75,3	54,1	35,9	28,5	19,0	16,7	12,0
0,25	W	79,4	123,2	194,8	317,7	500,1	779,1	1246,9	2007,7
	R	139,4	110,3	79,0	52,5	41,7	27,8	24,2	20,2
0,30	W	95,3	147,8	233,7	381,2	600,2	935,0	1496,3	2408,6
	R	192,5	150,6	107,7	71,5	56,9	38,0	32,7	25,1
0,35	W	111,2	172,4	272,7	444,8	700,2	1090,8	1745,7	2792,2
	R	253,1	196,1	140,0	93,0	73,9	49,4	42,1	34,8
0,40	W	127,1	197,1	311,7	508,3	800,2	1246,6	1995,0	3211,8
	R	320,7	246,4	175,6	116,7	92,7	62,1	52,5	41,7
0,45	W	143,0	221,7	350,6	571,8	900,3	1402,4	2244,4	3612,8
	R	395,1	301,4	214,5	142,5	113,3	76,0	63,8	51,1
0,50	W	158,8	246,3	389,6	635,4	1000,3	1558,3	2493,8	4040,0
	R	476,3	360,9	256,6	170,5	135,5	91,0	75,9	58,8
0,60	W	190,6	295,6	467,5	762,5	1200,3	1869,9	2992,6	4818,7
	R	658,1	493,0	394,8	232,4	184,7	124,2	102,6	78,4
0,70	W	222,4	344,9	545,4	889,5	1400,4	2181,6	3491,3	5620,9
	R	865,0	641,7	454,5	302,1	240,1	161,7	132,3	98,9
0,80	W	254,2	394,1	623,3	1016,6	1600,5	2493,2	3990,1	6423,2
	R	1096,0	806,4	570,3	379,0	301,2	203,1	165,0	122,4
0,90	W	285,9	443,4	791,2	1143,7	1800,5	2804,9	4488,8	7180,8
	R	1350,6	896,4	696,6	463,1	368,0	248,4	200,4	150,6
1,00	W	317,7	492,7	779,1	1270,8	2000,6	3116,5	4987,6	7980,2
	R	1628,0	1181,1	833,2	553,9	440,2	297,4	238,5	176,5
1,10	W	349,5	541,9	857,0	1397,8	2200,6	3428,2	5486,4	8832,2
	R	1927,7	1390,3	979,7	651,3	517,6	350,1	279,1	199,8
1,20	W	381,2	591,2	935,0	1524,9	2400,7	3739,8	5985,1	9635,2
	R	2249,3	1613,4	1135,8	755,2	600,1	406,2	322,2	216,5
1,30	W	413,0	640,4	1012,9	1652,0	2600,8	4051,5	6483,9	10438,0
	R	2592,3	1850,2	1301,2	865,2	687,6	465,7	367,8	262,8
1,40	W	444,8	689,7	1090,8	1779,1	2800,8	4363,1	6982,6	11241,8
	R	2956,4	2100,2	1475,8	981,4	779,9	528,6	415,6	302,6
1,50	W	476,5	739,0	1168,7	1906,1	3000,9	4674,8	7481,4	12044,6
	R	3341,1	2363,3	1659,4	1103,6	876,9	594,8	465,8	332,7
1,60	W	508,3	788,2	1246,6	2033,2	3200,9	4986,4	7980,1	12768,9
	R	3746,1	2639,1	1851,7	1231,5	978,6	664,2	518,1	365,9
1,70	W	540,1	837,5	1324,5	2160,3	3401,0	5298,1	8478,9	13565,0
	R	4171,3	2927,5	2052,6	1365,2	1084,8	736,7	572,7	399,8
1,80	W	571,8	886,8	1402,4	2287,4	3601,0	5609,7	8977,7	14364
	R	4616,2	3228,2	2262,0	1504,5	1195,5	812,3	629,3	439,5
1,90	W	603,6	936,0	1480,3	2414,4	3801,1	5921,4	9476,4	15257,3
	R	5080,6	3541,0	2479,7	1649,4	1310,6	890,9	688,1	485,1
2,00	W	635,4	985,3	1558,3	2541,5	4001,2	6233,0	9975,2	16060,0
	R	5564,4	3865,7	2705,5	1799,7	1430,0	972,6	748,9	525,2

DN		16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
2,20	W	698,9	1083,8	1714,1	2795,74	4401,3	6856,3	10972,7	17664,9
	R	6588,9	4550,2	3181,1	2116,2	1681,6	1144,6	876,5	609,4
2,40	W	726,5	1182,4	1869,9	3049,8	4801,4	7479,6	11970,2	19272,0
	R	7688,0	5280,5	3687,9	2453,6	1949,6	1328,2	1011,9	688,6
2,60	W	826,0	1280,9	2025,7	3304,0	5201,5	8102,9	12967,7	20882,6
	R	8860,4	6055,3	4225,2	2811,3	2233,8	1522,9	1154,9	779,9
2,80	W	889,5	1379,4	2181,6	3558,1	5601,6	8726,2	13965,3	22484,1
	R	10104,6	6873,3	4792,2	3188,7	2533,7	1728,5	1305,2	871,9
3,00	W	953,1	1478,0	2337,4	3812,3	6001,7	9249,5	12926,8	24090,1
	R	11419,5	7734,7	5388,3	3585,5	2849,0	1944,9	1462,6	980,3
3,50	W	1111,9	1724,3	2726,9	4447,7	7002,0	10907,8	17456,6	27929,6
	R	15009,0	10068,4	7001,7	4659,8	3702,5	2531,2	1886,5	1199,7
4,00	W	1270,8	1970,6	3116,5	5083,0	8002,3	12466,0	19950,4	31920,0
	R	19018,6	12651,9	8785,0	5847,3	4645,9	31801,1	2351,8	1523,5
4,50	W	1429,6	2216,9	3506,1	5718,4	9002,6	14024,3	22444,2	36135,2
	R	23435,7	15475,9	10731,4	7143,5	5675,8	3889,3	2856,6	1823,9
5,00	W	1588,5	2463,3	3895,6	6353,8	10002,9	15582,6	24938,0	40150,9
	R	28249,6	18532,2	12835,3	8544,8	6789,1	4656,8	3399,3	2141,8

Tabela nr 14. Spadki ciśnienia w instalacji ciepłej wody 80°C

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wodzie (80 °)									
DN		16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
Prędkość w [m/s]		W – natężenie przepływu wody w [kg/h]				R – spadek ciśnienia w [Pa/m]			
0,05	W	15,4	23,9	37,9	61,7	97,2	151,4	242,3	359,4
	R	7,6	6,7	4,9	3,2	2,6	1,7	1,6	1,6
0,10	W	30,9	47,9	75,7	123,5	194,4	302,9	484,7	739,4
	R	26,1	21,9	15,9	10,5	8,4	5,5	5,1	4,4
0,15	W	46,3	71,8	113,6	185,2	291,6	454,3	727,0	1075,5
	R	53,5	43,8	31,6	21,0	16,7	11,1	9,9	8,0
0,20	W	61,7	95,8	151,4	247,0	388,8	605,7	969,4	1554,8
	R	89,2	71,7	51,5	34,2	27,2	18,1	16,0	11,2
0,25	W	77,2	119,7	189,3	308,7	486,0	757,2	1211,7	1969,4
	R	132,5	105,0	75,3	50,0	39,7	26,5	23,1	19,1
0,30	W	92,6	143,6	227,1	370,5	583,2	908,6	1544,1	2340,6
	R	183,0	143,4	102,6	68,1	54,2	36,2	31,2	23,9
0,35	W	108,1	167,6	265,0	432,2	680,5	1060,0	1696,4	2712,4
	R	240,5	186,7	133,3	88,6	70,4	47,1	40,2	32,5
0,40	W	123,5	191,5	302,9	494,0	777,7	1211,4	1938,8	3151,5
	R	304,8	234,6	167,3	111,1	88,3	59,2	50,1	39,1
0,45	W	138,9	215,4	340,7	555,7	874,9	1362,9	2181,1	3553,7
	R	375,6	287,0	204,4	135,8	107,9	72,3	60,9	48,5
0,50	W	154,4	239,4	378,6	617,5	972,1	1514,3	2423,5	3970,9
	R	452,8	343,7	244,4	162,4	129,1	86,6	72,4	55,8
0,60	W	185,2	287,3	454,3	741,0	1166,5	1817,2	2908,2	4720,2
	R	625,6	469,4	333,2	221,4	175,9	118,3	97,9	73,6
0,70	W	216,1	335,1	530,0	864,4	1360,9	2120,0	3392,9	5520,4
	R	822,2	611,1	432,9	287,7	228,7	154,0	126,2	92,1
0,80	W	247,0	383,0	605,7	987,9	1555,3	2422,9	3877,6	6300,4
	R	1041,8	767,9	543,2	361,0	286,9	193,4	157,4	115,2
0,90	W	277,9	430,9	681,4	1111,4	1749,7	2725,8	4362,2	6989,4
	R	1283,8	939,2	663,6	441,1	350,5	236,6	191,2	141,4
1,00	W	308,7	478,8	757,2	1234,9	1944,2	3028,6	4846,9	7848,5
	R	1547,5	1124,7	793,7	527,6	419,3	283,2	227,5	168,5
1,10	W	339,6	526,6	832,9	1358,4	2138,6	3331,5	5331,6	8701,4
	R	1832,4	1323,9	933,2	620,4	493,0	333,3	266,2	186,8
1,20	W	370,5	574,5	908,6	1481,9	2333,0	3634,3	5816,3	9465,2
	R	2138,1	1536,4	1081,9	719,3	571,6	386,8	307,4	203,5
1,30	W	401,4	622,4	984,3	1605,4	2527,4	3937,2	6301,0	10195,7
	R	2464,1	1761,8	1239,5	824,2	654,9	443,5	350,8	245,4
1,40	W	432,2	670,3	1060,0	1728,9	2721,8	4240,1	6785,7	11042,5
	R	2810,1	1999,9	1405,8	934,8	742,9	503,4	396,4	286,9
1,50	W	463,1	718,1	1135,7	1852,4	2916,2	4542,9	7270,4	11830,2
	R	3175,8	2250,4	1580,7	1051,2	835,3	566,4	444,3	301,9
1,60	W	494,0	766,0	1211,4	1975,9	3110,7	4845,8	7755,1	12495,5
	R	3560,9	2513,1	1763,9	1173,1	932,2	632,5	494,2	341,4
1,70	W	524,8	813,9	1287,2	2099,4	3305,1	5148,7	8239,8	13288,7
	R	3965,0	2787,7	1955,3	1300,4	1033,4	701,5	546,3	375,8
1,80	W	555,7	861,8	1362,9	2222,9	3499,5	5451,5	8724,5	14114,8
	R	4387,9	3074,0	2154,7	1433,1	1138,8	773,5	600,3	409,5
1,90	W	586,6	909,6	1438,6	2346,4	3693,9	5754,4	9209,2	15007,7
	R	4829,4	3371,9	2362,0	1571,1	1248,4	848,4	656,4	455,4
2,00	W	617,5	957,5	1514,3	2469,9	3888,3	6057,2	9693,9	15799,1
	R	5289,2	3681,1	2577,1	1714,2	1362,2	926,1	714,4	500,1

	DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
2.20	w	679.2	1053.3	1665,7	2716.8	4277.2	6663.0	10633.3	17310,2
	R	6263,0	4332,9	3030,2	2015,8	1601.7	1090,0	836,1	556,1
2.40	W	741,0	1149,0	1817.2	2963.8	4666.0	7268.7	11632,7	18922.9
	R	7307,8	5028,3	3513,0	2337,1	1857,1	1264,8	965,2	641,5
2.60	W	802.7	1244,8	1968.6	3210,8	5054.8	7874.4	12602.1	20490.4
	R	8422.2	5766,1	4024,8	2677,8	2127,8	1450,2	1101,6	730,4
2.80	W	864.4	1340,5	2120,0	3457.8	5443.7	8480.1	13571.4	22090.4
	R	9604,9	6545,4	4564,9	3037,4	2413.4	1646,1	1245,0	810,8
3.00	W	926.2	1436.3	2271,5	3704.8	5832.5	9085.9	14540.8	23648.4
	R	10854.8	7365,3	5132,6	3415,3	2713,8	1852,1	1395,2	912,9
3,50	W	1080.6	1675.7	2650.0	4322.2	6804.6	10600.2	16964.3	27443.5
	R	14266,7	9587,8	6669,5	4438,6	3526.7	2410,4	1799,5	1110,3
4.00	W	1234.9	1915.0	3028.6	4939.7	7776.6	12114.5	19387.8	31210,5
	R	18078,0	12047,8	8368,2	5569,7	4425,4	3028,4	2243,3	1416,0
4.50	W	1389.3	2154,4	3407.2	5557.2	8748.7	13628.8	21811,2	35489.2
	R	22276,7	14736,9	10222,3	6804,5	5406.4	3703,8	2724,8	1691,1
5,00	W	1543.7	2393.8	3785.8	6174,6	9720.8	15143,1	24234.7	39447.0
	R	26852.5	17647,2	12226,4	8139,2	6466,9	4434,6	3242,5	1992,5

Tabela nr 15. Spadki ciśnienia w instalacji zimnej wody 20°C

Spadek ciśnienia w instalacji zimnej wody (20°)								
DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
Spadek R [Pa/m]	Q- Wyjściowa moc cieplna w [kW] (różn. temp. 20K)				W-woda-prędkość w [m/s]			
0.5	Q				0.478	0.862	1.726	2.767
	W				0.016	0,019	0,024	0,030
1.0	Q		0.346		0,719	1,296	2.589	4,211
	W		0,019		0,024	0,028	0,036	0,040
1.5	Q		0,439		0,913	1,645	3.282	5,383
	W		0,024		0,031	0,035	0,045	0,050
2.0	Q		0.520		1.091	1,948	3.884	6.407
	W		0,029		0,037	0,042	0,054	0,067
3,0	Q	0.348		0.661	1.372	2.473	4.923	8.191
	W	0,030		0,036	0,046	0,053	0,068	0,082
4.0	Q	0.412		0.783	1,625	2.929	5.826	9.750
	W	0,036		0,043	0,055	0,063	0,080	0,091
5.0	Q	0.469		0.892	1.853	3.340	6.638	11.161
	W	0,041		0,049	0,063	0,072	0,092	0,105
6.0	Q	0.313	0.522	0.993	2.063	3.718	7.386	12.465
	W	0,042	0,046	0,055	0,070	0,080	0,102	0,114
7.0	Q	0.342	0.572	1.088	2.259	4,071	8.083	13,685
	W	0,046	0,050	0,060	0,076	0,088	0,112	0,118
8.0	Q	0.369	0.618	1.177	2.444	4.403	8.739	14.837
	w	0,050	0,054	0,065	0,083	0,095	0,121	0,128
9.0	Q	0.394	0.662	1.261	2.619	4,719	9,363	15,935
	W	0,053	0,058	0,070	0,089	0,101	0,129	0,137
10	Q	0.418	0.704	1.342	2.787	5,021	9,958	16,985
	W	0,057	0,061	0,07	0,094	0,108	0,137	0,146
15	Q	0.525	0.892	1.704	3.537	6.374	12,624	21,713
	W	0,071	0,078	0,094	0,120	0,137	0,174	0,187
20	Q	0.618	1,056	2,018	4.189	7.549	14.938	25.847
	W	0,084	0,092	0,111	0,142	0,162	0,206	0,223
30	Q	0.777	1.338	2.562	5,318	9.582	18.938	33.042
	W	0,105	0,117	0,141	0,180	0,206	0,261	0,285
40	Q	0.914	1,583	3.034	6.298	11.349	22.409	39,332
	W	0,124	0,138	0,167	0,213	0,244	0,309	0,339
50	Q	1,036	1,804	3.460	7.181	12.941	25,534	45,024
	W	0,140	0,157	0,191	0,243	0,278	0,352	0,388
60	Q	1.148	2.007	3.852	7.994	14.406	28.408	50.281
	W	0,155	0,175	0,213	0,271	0,310	0,392	0,433
80	Q	1.351	2,374	4.563	9.468	17,063	33,616	59,853
	W	0,183	0,207	0,252	0,320	0,367	0,464	0,516
100	Q	1,532	2,705	5,203	10,797	19,456	38,304	68,515
	W	0,207	0,236	0,287	0,365	0,418	0,529	0,591
120	Q	1.698	3,009	5.792	12,019	21.659	42.615	76,515
	W	0,230	0,263	0,320	0,407	0,466	0,588	0,660
160	Q	1,997	3,561	6,861	14,235	25,653	50,427	91,081
	W	0,270	0,311	0,379	0,482	0,551	0,696	0,785
200	Q	2,264	4,057	7.824	16.232	29,251	57.459	104,262
	W	0,306	0,354	0,432	0,549	0,629	0,793	0,899
250	Q	2.568	4,622	8.922	18.508	33,355	65,472	119,351
	W	0,348	0,403	0,492	0,626	0,717	0,903	1,029
300	Q	2,852	5.152	9.952	20.644	37.204	72.984	133,56
	w	0,386	0,450	0,549	0,699	0,800	1,007	1,151
400	Q	3.348	6.084	11.765	24.402	43.978	86,194	158,660
	W	0,453	0,531	0,649	0,826	0,945	1,189	1,368
500	Q	3.797	6.931	13,416	27.825	50,147	98,215	181,622
	w	0,514	0,605	0,740	0,942	1,078	1,355	1,566

Tabela nr 16. Spadki ciśnienia w instalacji ciepłej wodyj 20°C

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wody (80°)									
DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5	
Spadek R [Pa/m]	Q – wyjściowa moc cieplna w [kW] (różn. temp. 20 K)					W – woda - prędkość w [m/s]			
0.5	Q			0.465	0.838	1.677	2.689	5.721	
	W		0,336	0,018	0,023	0,023	0,030	0,030	
1.0	Q		0.336	0.699	1.259	2.516	4.092	7.228	
	W		0,019	0,024	0,028	0,035	0,035	0,040	
1,5	Q		0.427	0.887	1.598	3.190	5.231	8.344	
	W		0,024	0,030	0,034	0,044	0,045	0,050	
2.0	Q		0.506	1.051	1.893	3.774	6.227	9.986	
	W		0,028	0,036	0,041	0,052	0,054	0,065	
3.0	Q	0.338	0.642	1.334	2.403	4.785	7.960	11.494	
	W	0,030	0,035	0,045	0,052	0,068	0,069	0,080	
4.0	Q	0.400	0.761	1.580	2.846	5.662	9.475	13.111	
	W	0,035	0,042	0,053	0,061	0,078	0,082	0,090	
5.0	Q	0.456	0.867	1.801	3.246	6.451	10.847	15.482	
	W	0,040	0,048	0,061	0,070	0,089	0,094	0,102	
6.0	Q	0.305	0.508	0.965	2.005	3.613	7.177	12.113	16,615
	W	0,041	0,044	0,53	0,068	0,078	0,099	0,104	0,110
7.0	Q	0.332	0.555	1.057	2.195	3.956	7.855	13.299	17.895
	w	0,045	0,048	0,058	0,074	0,085	0,108	0,115	0,121
8,0	Q	0.358	0.600	1.144	2.375	4.279	8.493	14.419	19,011
	W	0,048	0,052	0,063	0,080	0,092	0,117	0,124	0,130
9.0	Q	0.383	0.643	1.226	2.545	4.586	9.099	15.485	20.826
	W	0,052	0,056	0,068	0,086	0,099	0,126	0,134	0,140
10	Q	0.406	0.684	1.304	2.708	4.879	9.677	16.506	26,812
	W	0,055	0,060	0,072	0,092	0,105	0,134	0,142	0,164
15	Q	0.511	0.867	1.656	3.437	6.194	12.268	21.101	33.622
	W	0,069	0,076	0,091	0,116	0,133	0,169	0,182	0,209
20	Q	0.601	1.026	1.961	4.071	7.336	14.517	25.118	40,637
	w	0,081	0,090	0,108	0,138	0,158	0,200	0,217	0,238
30	Q	0.755	1.300	2.489	5.168	9.312	18.404	32.110	49.807
	W	0,102	0,113	0,137	0,175	0,200	0,254	0,277	0,309
40	Q	0.888	1.539	2.949	6.120	11.029	21.777	38.223	69.943
	W	0,120	0,134	0,163	0,207	0,237	0,300	0,330	0,368
50	Q	1.007	1.753	3.363	6.979	12.576	24.814	43.754	68.694
	w	0,136	0,153	0,186	0,236	0,270	0,342	0,377	0,408
60	Q	1.116	1.950	3.743	7.769	14.000	27.607	48.863	76.829
	W	0,151	0,170	0,207	0,263	0,301	0,381	0,421	0,461
80	Q	1.313	2.307	4.434	9.201	16.582	32.668	58.165	87.836
	w	0,178	0,201	0,245	0,311	0,356	0,451	0,501	0,548
100	Q	1.489	2.629	5.056	10.492	18.908	37.223	66.583	99.922
	W	0,202	0,229	0,279	0,355	0,406	0,514	0,574	0,614
120	Q	1.650	2.925	5.629	11.680	21.048	41.413	74.357	114.235
	W	0,223	0,255	0,311	0,395	0,452	0,571	0,641	0,701
160	Q	1.940	3.460	6.667	13.833	24.930	49.005	88.512	136.544
	W	0,263	0,302	0,368	0,468	0,536	0,676	0,763	0,827
200	Q	2.201	3.942	7.603	15.774	28.426	55.839	101.322	151.842
	W	0,298	0,344	0,420	0,534	0,611	0,770	0,874	0,922
250	Q	2.496	4.492	8.670	17.986	32.414	63.626	115.986	172.412
	w	0,338	0,392	0,479	0,609	0,697	0,878	1	1.089
300	Q	2.771	5.007	9.671	20.062	36.154	70.926	129.790	191.892
	W	0,375	0,437	0,534	0,679	0,777	0,979	1,119	1,195
400	Q	3.253	5.912	11.433	23.714	42.737	83.764	154.186	218.316
	W	0,440	0,516	0,631	0,802	0,919	1,156	1,329	1,409
500	Q	3.689	6.736	13.037	27.040	48.732	95.445	176.500	251.314
	W	0,499	0,588	0,720	0,915	1,047	1,317	1,522	1,620

13. Rozszerzalność liniowa rur PP

Współczynniki rozszerzalności :

- dla polipropylenu 0,15 [mm/m • K]
- dla stali 0,012 [mm/m • K]
- dla miedzi 0,0165 [mm/m • K]

W instalacjach wykonywanych z polipropylenu mamy do czynienia ze stosunkowo dużymi wydłużeniami przewodów. Problem rozszerzalności należy rozwiązać już na etapie projektowania poprzez wyznaczenie niezbędnych kompensacji.

14. Obliczanie wielkości wydłużeń

Wielkość wydłużenia (lub skrócenia) odcinka rury określa się w/g wzoru :

$$\Delta l = L \times \Delta T \times \alpha$$

Δl - wielkość wydłużenia (skrócenia) [mm]

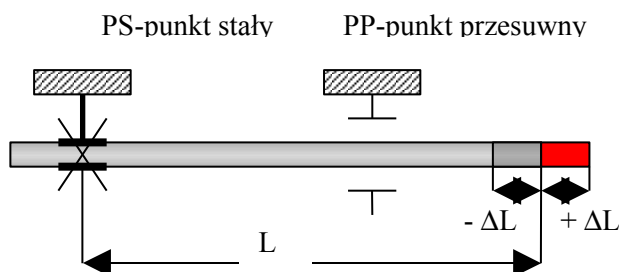
L - długość przewodu [m]

ΔT - różnica pomiędzy temperaturą w czasie montażu i temperaturą pracy [K]

α - współczynnik rozszerzalności [mm/m•K]

α - liniowy współczynnik rozszerzalności (dla PP przyjmujemy wartość $\alpha = 0,15$ [mm/m • K]),

Jeżeli temperatura robocza instalacji jest wyższa od temperatury otoczenia w czasie montażu wówczas mamy do czynienia z wydłużeniem przewodu, gdy temperatura robocza instalacji jest niższa od temperatury otoczenia w czasie montażu, to mamy do czynienia ze skróceniem przewodu.



Temperatura w czasie montażu

Wydłużenie odcinka (+ΔL)

Temperatura robocza > od temperatury montażu

Skrócenie odcinka (-ΔL)

Temperatura robocza < od temperatury montażu

Rys. nr 2. Rozszerzalność liniowa rur

Przykład:

L - długość rurociągu od punktu stałego do załamania

t_m - temperatura montażu

t_{r1} - temperatura robocza maksymalna

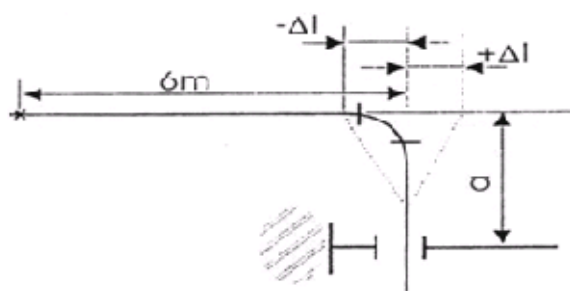
t_{r2} - temperatura robocza minimalna

- 6 m

- 25°C

- 65°C

- 10°C



Wydłużenie odcinka:

$$+\Delta l = L \cdot \Delta T_1 \cdot \alpha = 6 \cdot 40 \cdot 0,15 = 36mm$$

Skrócenie odcinka:

$$-\Delta l = L \cdot \Delta T_2 \cdot \alpha = 6 \cdot 15 \cdot 0,15 = 13,5mm$$

Różnice temperatur:

$$\Delta T_1 = tr_1 - tm = 40^\circ C; \Delta T_2 = tm - tr_2 = 15^\circ C$$

Rys. nr 3. Przykład kompensacji wydłużeń –ramie kompensacyjne

Wydłużenia liniowe powinny być kompensowane przez odpowiednie prowadzenie przewodów lub przez stosowanie kompensatorów. Zostało to szerzej omówione w dalszej części niniejszego opracowania.

15. Dopuszczalne promienie gięcia

Jeżeli warunki montażowe na to pozwalają to rury z PP można giąć na określony promień.

Jest on zależny od temperatury i średnicy rury.

Wartości minimalnego promienia gięcia przedstawia poniższa tabela. (wartości podane jako krotność średnicy zewnętrznej dn [mm]).

Tabela nr 17. Minimalny promień gięcia

Tworzywo	Temperatura		
	0 °C	10 °C	20 °C
PP	75	50	30

16. Siły sprężystości

Siły sprężystości powstające w rurach w wyniku ich rozszerzalności cieplnej działające na punkty stałe można określić wg wzoru:

$$F = E \cdot A \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

F – siła sprężystości [N]

E – moduł sprężystości [N/m²]

A – przekrój rury [m²]

α - współczynnik rozszerzalności liniowej [mm/m•K]

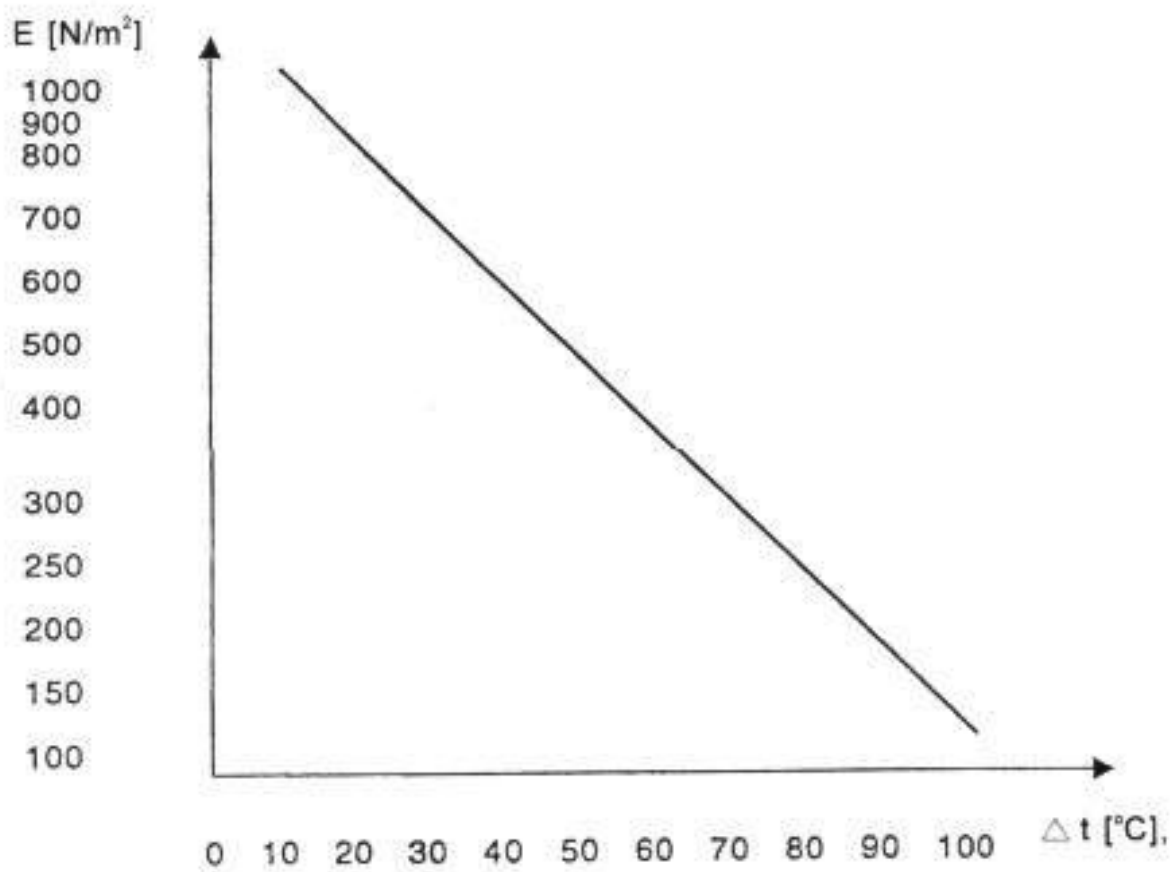
Wartość: $A = \pi / 4 (D^2 - d^2)$

gdzie: D – średnica zewnętrzna [m]

d – średnica wewnętrzna [m]

Δt - różnica temperatur (w czasie montażu i temperaturą pracy) [°C]

Poniższy wykres obrazuje zmiany modułu sprężystości (E) w zależności od wielkości różnicy temperatur – przy wzroście temperatury sprężystość maleje.



Rys. nr 4. Wykres: Zmiana modułu sprężystości w zależności od temperatury

17. Izolacje termiczne

Decyzję o zakresie stosowania izolacji termicznych i jej grubości powinny być podejmowane indywidualnie dla każdego przypadku przez projektanta.

Należy pamiętać o tym, że polipropylen jest tworzywem o dużo niższym współczynniku przewodzenia ciepła (ok. 0,22 [W/mxK]) niż stal czy inne metale. Wynikać stąd mogą oszczędności na grubości izolacji, bądź też całkowite pominięcie.

Izolacje stosuje się ze względu na:

- obniżenie temperatury wody ciepłej w instalacjach ciepłej wody- straty ciepłne,
- podwyższenie temperatury wody zimnej w instalacjach zimnej wody,
- skraplanie się pary wodnej na zewnętrznej powierzchni rur (roszenie),

Izolacja termiczna nie powinna ograniczać kompensacji przewodów przy zmianie kierunku.

Powinna być wykonana na rurach, kształtkach, armaturze po odbiorze instalacji.

18. Zasady montażu instalacji

Wytyczne odnośnie instalacji ciśnieniowych systemów rurowych do wody zimnej i ciepłej wewnątrz budynków podane są w normie PN-ENV 12108.

Instalacje rurowe z polipropylenu możemy montować :

- a) na ścianach budynków
- b) w brzdach ściennych
- c) w kanałach (szybach) instalacyjnych
- d) w przestrzeniach nadstropowych lub podłogowych We wszystkich tych przypadkach należy uwzględnić wydłużenie termiczne przewodów.

19. Rodzaje stosowanych połączeń

- Zgrzewane :

- a) polifuzyjne (przy użyciu kształtek kielichowych do zgrzewania)
- b) doczołowe (bez użycia kształtek)

- Gwintowane :

- a) kształtki z gwintem wykonanym w tworzywie
- b) kształtki z wtopionym gwintem metalowym

Rury przystosowane są do typowych kształtek polipropylenowych produkowanych w systemie PP-R.

20. Połączenia polifuzyjne

Połączenie takie polega na jednoczesnym podgrzaniu i uplastycznieniu końcówek powierzchni zewnętrznej rury i wewnętrznej kształtki, a następnie wciśnięciu końca rury do kielicha kształtki.

21. Wymogi ogólne

- Jedynie te same rodzaje materiałów mogą być zgrzewane (tzn. PP tylko z PP)
- Polifuzyjne połączenie zgrzewane należy stosować maksymalnie dla ciśnienia $p=10$ bar (przy temp. 20°C dla wody)
- Wymagany współczynnik płynięcia powinien mieścić się w granicach $0,4 \div 0,8$ g/10min -MFR -190/5
- Nie należy wykonywać połączeń w temp. $< 5^{\circ}\text{C}$.

22. Narzędzie do połączeń zgrzewanych

Zgrzewarka (Zdj. nr 14) jest to narzędzie posiadające elektryczny element grzejny z regulacją temperatury oraz wymienne końcówki, nasadki grzewcze - trzpień i tuleję (Zdj. nr 15) skompletowane parami dla poszczególnych średnic rur. Końcówki po użyciu powinny być każdorazowo czyszczone, aby pozostałe na ich powierzchni zanieczyszczenia nie przedostały się do zgrzewanych połączeń.

Zdj. nr 14



Zdj. nr 15



Zgrzewarka posiada sygnalizację świetlną, która informuje o włączeniu zgrzewarki do sieci, a następnie o osiągnięciu właściwej temperatury pracy.

Zgrzewarki do zgrzewania polifuzyjnego najczęściej dostarczane są w zestawach instalacyjnych (walizka metalowa –Zdj. nr 16) zawierających min.:

- zgrzewarkę ze stojakiem,
- nasadki grzewcze (trzpień i tuleję),
- zestaw naprawczy,
- nożyce,
- metr, poziomicę,
- instrukcję.

Zdj. nr 16



Przy wykonywaniu większej ilości połączeń np. przygotowanie prefabrykacji lub zgrzewanie przewodów o większych średnicach uzasadnione jest stosowanie zgrzewarki stacjonarnej.

Umożliwia ona :

- dokładne osiowe ustawienie łączonych elementów
- uzyskanie wymaganej siły nacisku
- ponadto przewody zamocowane w obejmach zgrzewarki nie mają możliwości przemieszczania się gdy połączenie nie jest jeszcze wychłodzone.

23. Przygotowanie narzędzi i materiału do zgrzewania polifuzyjnego

1) ustawić zgrzewarkę na stojaku,



Zdj. nr 17



Zdj. nr 18

2) dobrać odpowiednie nasadki grzewcze i sprawdzić ich stan techniczny i czystość,



Nasadki grzewcze

Zdj. nr 19



Tuleja

Trzpień

Zdj. nr 20

3) zamocować nasadki grzewcze na zgrzewarce za pomocą dostarczonego klucza, tak aby ściśle przylegały do płyty grzewczej i nie wystawały poza obrys płyty grzewczej. Nie można używać nieodpowiednich narzędzi, które mogą uszkodzić powłokę teflonową nasadek grzewczych.



Zdj. nr 21



Zdj. nr 22

4) przed uruchomieniem zgrzewarki zapoznać się z instrukcją obsługi i zasadami BHP,

5) podłączyć zgrzewarkę do sieci i sprawdzić czy zaświeciła się lampka (dioda) kontrolna,

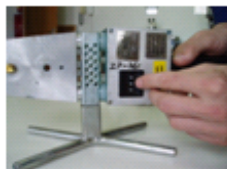


Zdj. nr 23



Zdj. nr 24

6) nastawić na regulatorze wymaganą temperaturę (tj. 260°C),



Zdj. nr 25



Zdj. nr 26

7) po uzyskaniu wymaganej temperatury (sygnalizowane jest to zgaśnięciem lub zapaleniem lampki, diody termostatu) można przystąpić do procesu zgrzewania.

8) za pomocą nożyc (lub innych odpowiednich narzędzi) obciąć rurę prostopadle do jej osi na odpowiednią długość (uwzględniając część osadzaną w kielichu kształtki), nie powodując zadziorów.



Zdj. nr 27



Zdj. nr 28

9)

sprawdzić stan techniczny materiału i czystość. W razie potrzeby oczyścić łączone elementy z zabrudzeń, tłuszczu za pomocą szmatki nie zostawiającej włókien oraz spirytusu.



Zdj. nr 29



Zdj. nr 30

10) zaznaczyć wymaganą pozycję i głębokość (zgodnie z tabelą nr 5) osadzenia rury w kształtce



Zdj. nr 31



Zdj. nr 32

24. Zgrzewanie polifuzyjne

Proces zgrzewania odbywa się w kilku fazach :

I faza nagrzewania - końcówki przewodów i kształtki wciska się równomiernie bez obracania w trzpień i do tulei na zgrzewarce oraz podgrzewa do osiągnięcia wymaganej plastyczności.



33

II faza łączenia - wciśnięcie rury do kielicha kształtki zgodnie z wcześniej zaznaczoną pozycją i głębokością (osiowo bez obracania jednego elementu względem drugiego)



34

III faza stygnięcia - wykonane złącze pozostawić nieruchomo do ostygnięcia i uzyskania żądanej trwałości. Stygnięcie powinno przebiegać w warunkach naturalnych bez użycia wentylatorów, dmuchaw itp.



35

W zależności od średnicy przewodu czas przeprowadzania poszczególnych operacji jest różny. Głębokość zgrzewania oraz poszczególne czasy dla procesu zgrzewania podano w poniższej tabeli.

Tabela nr 18. Wymagane czasy dla poszczególnych operacji — połączeń zgrzewanych

Średnica rury	Głębokość zgrzewania	Czas nagrzewania	Czas łączenia (zgrzewania)	Czas stygnięcia (chłodzenia)
[mm]	[mm]	[s]	[s]	[min]
16	13,0	5	4	2
20	14,0	5	4	2
25	15,0	7	4	2
32	16,5	8	6	4
40	18,0	12	6	4
50	20,0	18	6	4
63	24,0	24	8	6
75	26,0	30	8	8
90	29,0	40	8	8
110	32,5	50	10	8

Czas nagrzewania podany jest od chwili gdy rura i kształtka wejdą na pełną głębokość zgrzewania. Czas nagrzewania w temperaturach otoczenia poniżej +5°C powinien być zwiększony o ok. 50%. Miejsce zgrzewania powinno być wykonywane w stałej temperaturze i powinno być osłonięte od wiatru.

Zdj. nr 36



Zdj. nr 37



Zdj. nr 38



Zdj. nr 39



Zdj. nr 40



1. Wsunąć rurę i kształtkę do nasadek grzewczych

2. Nagrzewać przez czas zgodnie z tabelą

3. Po upływie czasu nagrzewania ściągnąć równomiernie rurę i kształtkę

4. Wsunąć bez obrotu rurę w kształtkę do zaznaczonej głębokości zgrzewu

5. Przytrzymać łączone elementy do czasu schłodzenia

Zbyt mała głębokość zgrzewania może osłabić połączenie, natomiast zbyt duża może spowodować przewężenie lub zaślepienie rury.

Podczas czasu łączenia łączone elementy należy unieruchomić, można jedynie dokonać drobnych korekt osiowego położenia rury i kształtki. W tym czasie nie można obracać elementów. Po upływie czasu łączenia (zgrzewania) nie można już korygować połączenia.

Po ochłodzeniu złącza otrzymujemy jednorodne połączenie (Zdj. nr 41).

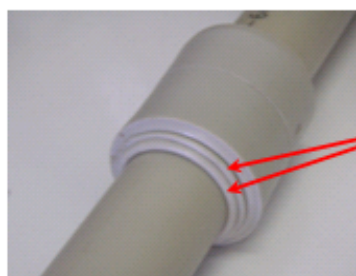


Zdj nr 41

Kontrola zgrzewu

- 1) Po wykonaniu połączenia należy sprawdzić wizualnie kształt i jakość zgrzeiny (wypływkę).
- 2) Kontroli wizualnej podlegają wałeczki (wypływkę) na obwodzie pomiędzy rurą a kształtką.
- 3) Na całym obwodzie pomiędzy rurą a kształtką powinny być widoczne równomiernie ułożone dwa wałeczki.

Zdj. nr 42. Prawidłowo wykonany zgrzew polifuzyjny



Widoczne równomierne dwa wałeczki wypływkę

- 4) Niedopuszczalne są pęcherze, rysy i pęknięcia widoczne gołym okiem.

Zakończenie zgrzewania

- 1) Po zakończeniu zgrzewania wyłączyć zgrzewarkę i ostudzić. Nie wolno chłodzić zgrzewarki za pomocą wody.
- 2) Oczyszczyć i ewentualnie usunąć, przyczepione do nasadek zanieczyszczenia.
- 3) Skontrolować stan techniczny nasadek i zgrzewarki.
- 4) Uszkodzone nasadki wymienić na nowe
- 5) Uszkodzoną zgrzewarkę nie należy naprawiać samemu, w takim przypadku odesłać do serwisu firmowego.

25. Wydłużenie termiczne rur z polipropylenu

Wielkość wydłużeń termicznych rur PP w praktyczny sposób można określić z poniższej tabeli lub wykresu.

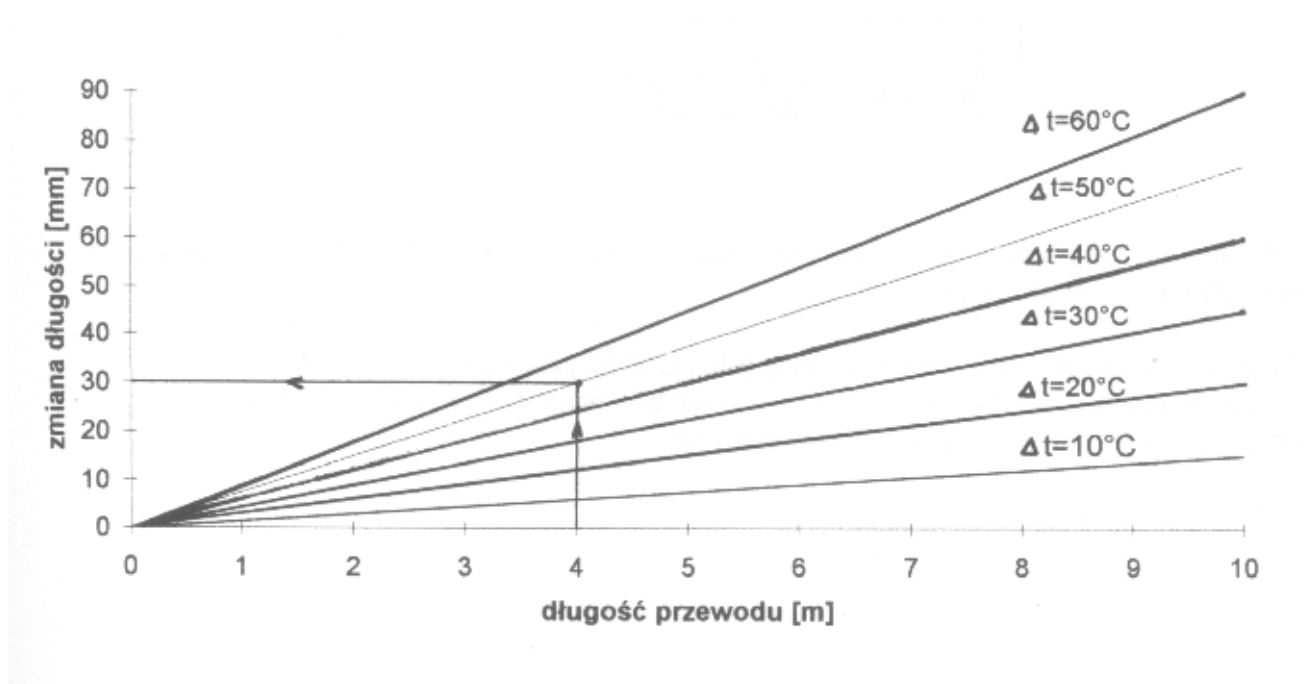
Tabela nr 19. Zmiany długości przewodów w zależności od różnicy temperatur dla rur PP dla

$$\alpha = 0,15 \left[\frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$$

Długość rury w [m]	Zmiany długości [mm]					
	$\Delta t \sim 10^\circ\text{C}$	$\Delta t \sim 20^\circ\text{C}$	$\Delta t \sim 30^\circ\text{C}$	$\Delta t \sim 40^\circ\text{C}$	$\Delta t \sim 50^\circ\text{C}$	$\Delta t \sim 60^\circ\text{C}$
1	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
2	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0
3	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0
4	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0
5	7,5	15,0	22,5	30,0	37,5	45,0
6	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0
7	10,5	21,0	31,5	42,0	52,5	63,0
8	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0
9	13,5	27,0	40,5	54,0	67,5	81,0
10	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0

Wykres długości przewodów z zależności od różnicy temperatur dla rur PP dla

$$\alpha = 0,15 \left[\frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$$



Rys. nr 5. Wykres zmiany długości przewodów w zależności od różnicy temperatur.

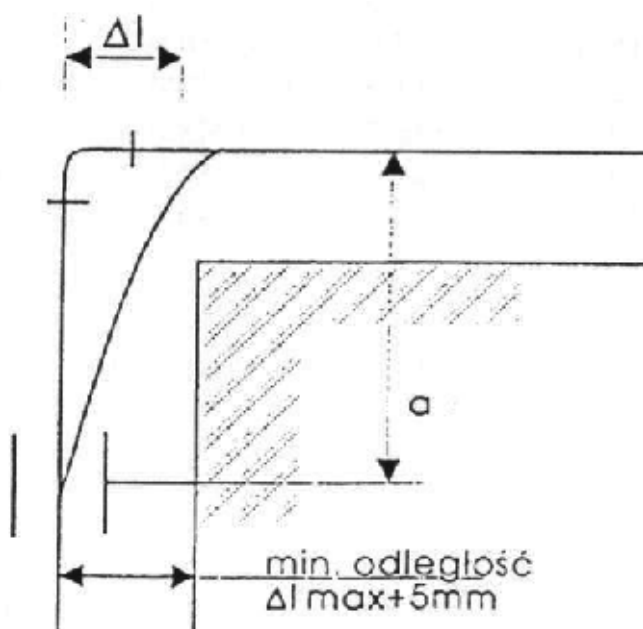
26. Usytuowanie „odcinków giętkich”

Wydłużenia liniowe przewodów mogą być przejęte przez tzw. „odcinki giętkie”, albo przez kompensatory.

Duża elastyczność przewodów polipropylenowych pozwala na przejmowanie wydłużeń liniowych przez tzw. „odcinki giętkie”. Spełniają one rolę kompensacji. Jest to najbardziej ekonomiczny sposób kompensacji wydłużeń rurociągów. Długość „odcinka giętkiego” zależy od wartości wydłużenia termicznego i średnicy przewodu. Dla uproszczenia pomija się trzeci czynnik „temperaturę ścianki przewodu” szczególnie biorąc pod uwagę fakt, że większość instalacji jest montowana w temperaturze otoczenia od 5 do 25°C.

Przykłady samokompensacji.

Poniżej podano najczęściej spotykane przykłady samokompensacji wynikające z warunków prowadzenia przewodów w budynku



Rys. nr 6. Przykład kompensacji wydłużeń przy zmianie kierunku instalacji – ramię kompensacyjne

Odległość przewodów od ściany pomieszczenia powinna umożliwić ich przemieszczanie się pod wpływem zmian temperatury.

Możliwości samokompensacji wzrastają, gdy rurociąg posiada naturalne załamania. Przemieszczanie „odcinków giętkich” nie może być ograniczone przez zablokowanie obejmami, wypukłością ścian, belkowaniem itp.

27. Obliczanie długości „odcinka (ramienia) giętkiego”

Minimalną długość „odcinka (ramienia) giętkiego” można obliczyć wg wzoru:

$$a = c\sqrt{d_n \times \Delta L} \quad [mm]$$

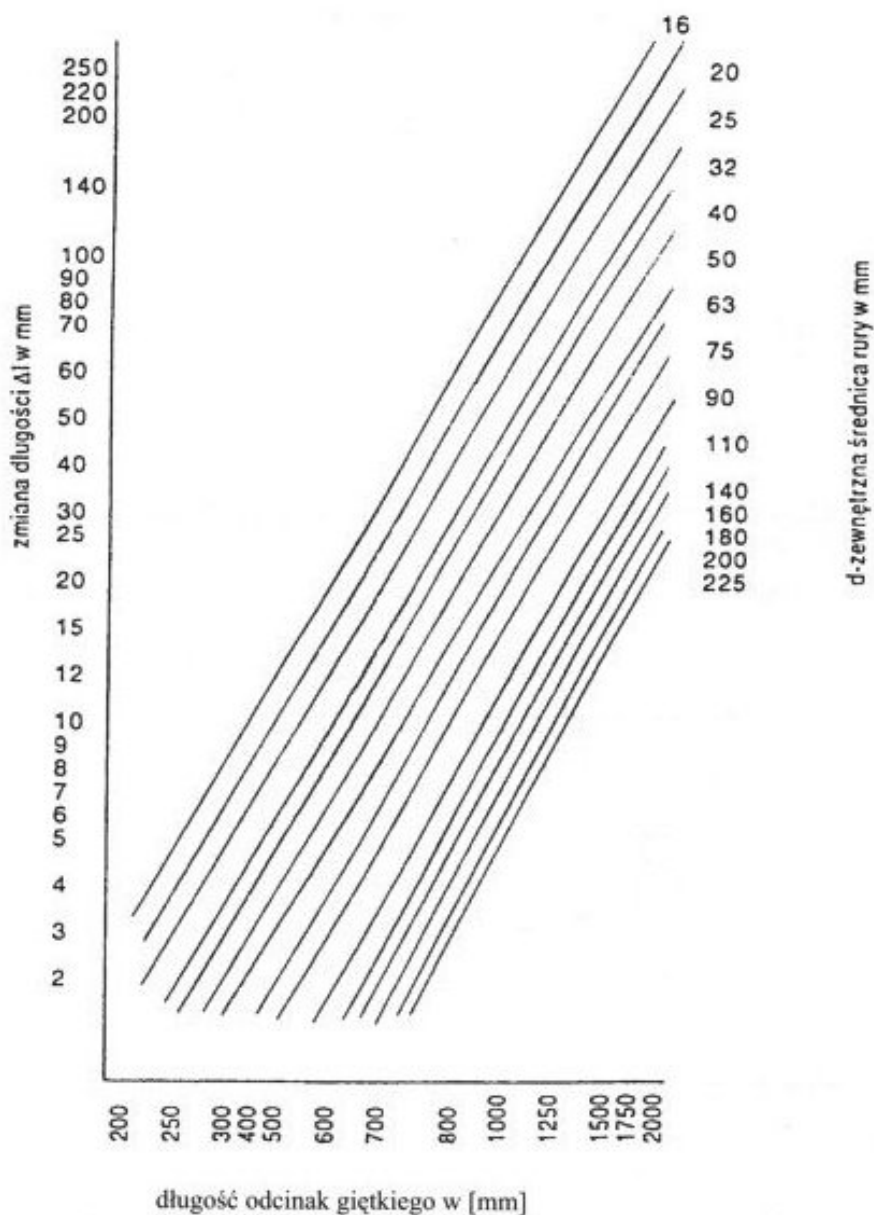
Gdzie:

a - minimalna długość „odcinka (ramienia) giętkiego” (oznaczana często L_B) [mm]

c - stała materiałowa, dla PP-R wynosi $c=20$

d_n - średnica nominalna (zewnętrzna) rury [mm]

ΔL - zmiana długości (wydłużenie lub skrócenie) odcinka rury [mm]



Rys. nr 7. Wykres do wyznaczania odcinka giętkiego w zależności od zmiany długości L dla rur PP (20°C).

28. Zasady montowania podpór

Wykonując trasę danego rurociągu należy brać pod uwagę właściwości materiałowe, warunki pracy danej instalacji, potrzeby wykonania kompensacji oraz sposoby połączeń.

Przy wykonaniu instalacji należy uwzględnić dwa rodzaje podpór:

- punkt stały (PS)
- punkt przesuwny (PP)-często oznaczany (PR)

Punkt stały (PS) -jest to takie zamocowanie rurociągu, w którym rura nie ma możliwości przemieszczania się wzdłuż swej osi.

Punkt przesuwny (PP)-jest to takie zamocowanie rurociągu, w którym rura ma możliwości przemieszczania się wzdłuż swej osi.

Odpowiedni dobór i ilość podpór powinna być dostosowana do przewidywanej trasy, uwzględniającej min. przewidywane zmiany długości i zmiany kierunku.

Punkty stałe powinny być tak dobrane i wykonane, aby mogły przejmować:

- siły pochodzące od wydłużeń termicznych rur,
- dodatkowe obciążenia (np. ciężar instalacji, armatury),
- siły działające podczas eksploatacji instalacji.

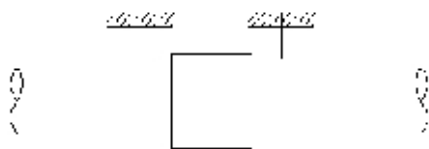
Punkty przesuwne powinny być montowane w taki sposób i odległościach, aby kształtki i armatura nie utrudniała ruchu podłużnego przewodów.

Rodzaje punktów stałych (PS):

- obejmą pomiędzy dwoma kształtkami

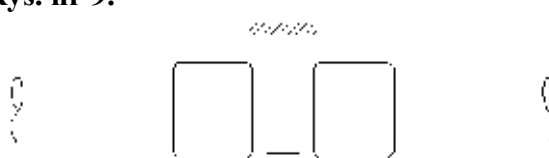
- kształtka uchwycona dwoma obejmami

Rys. nr 8



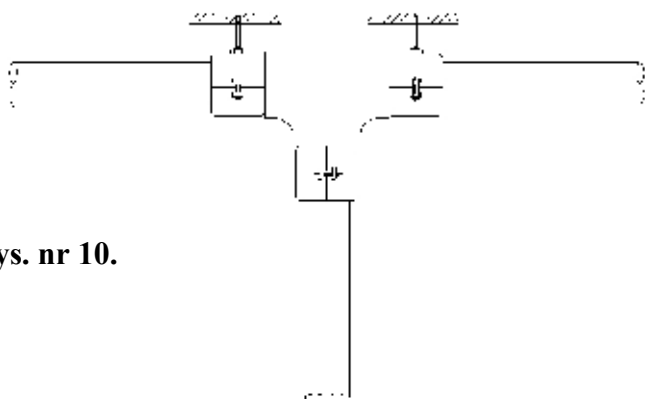
-w miejscu odgałęzienia

Rys. nr 9.



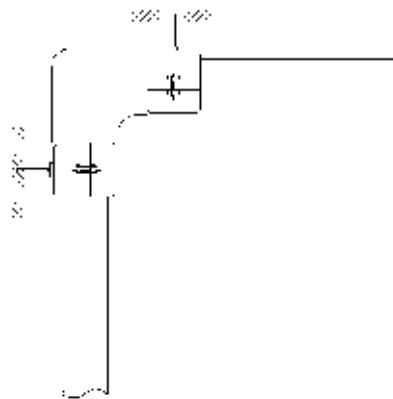
-w miejscu zmiany kierunku rurociągu

Rys. nr 10.



-w miejscu osadzenia rury w armaturze

Rys. nr 11.

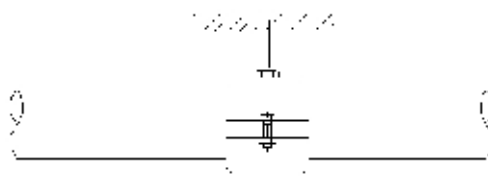


-w przypadku mocno zaciśniętej obejmki

Rys. nr 12.

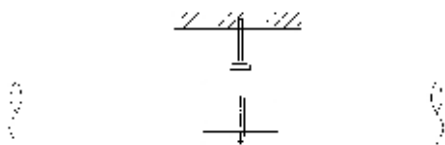


Rys. nr 13.



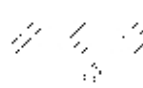
Rodzaje punktów przesuwnych (PP):

-luźna obejmą



Rys. nr 14.

-obojma mocowana na zawieszaniu



Rys. nr 15.



Zdj. nr 43



Zdj. nr 44

-w przypadku luźnego ułożenia rury w korytku

Rys. nr 16.



Rys. nr 17.



Rys. nr 18.



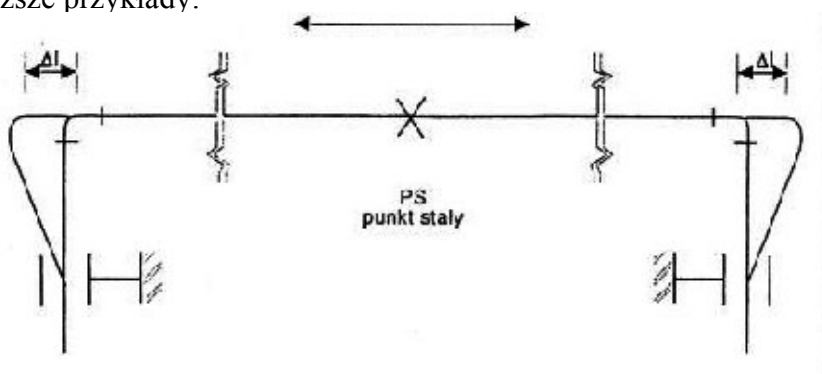
-w przypadku prowadzenia rury w izolacji

Rys. nr 19.

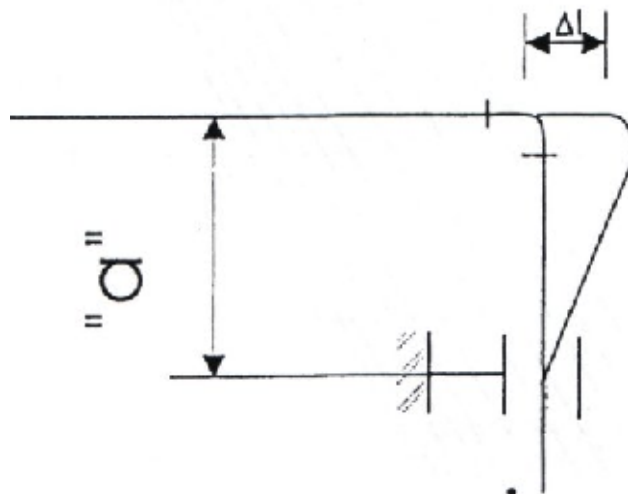


Długość przemieszczającego się odcinka giętkiego jest regulowana przez zmianę usytuowania obejm.

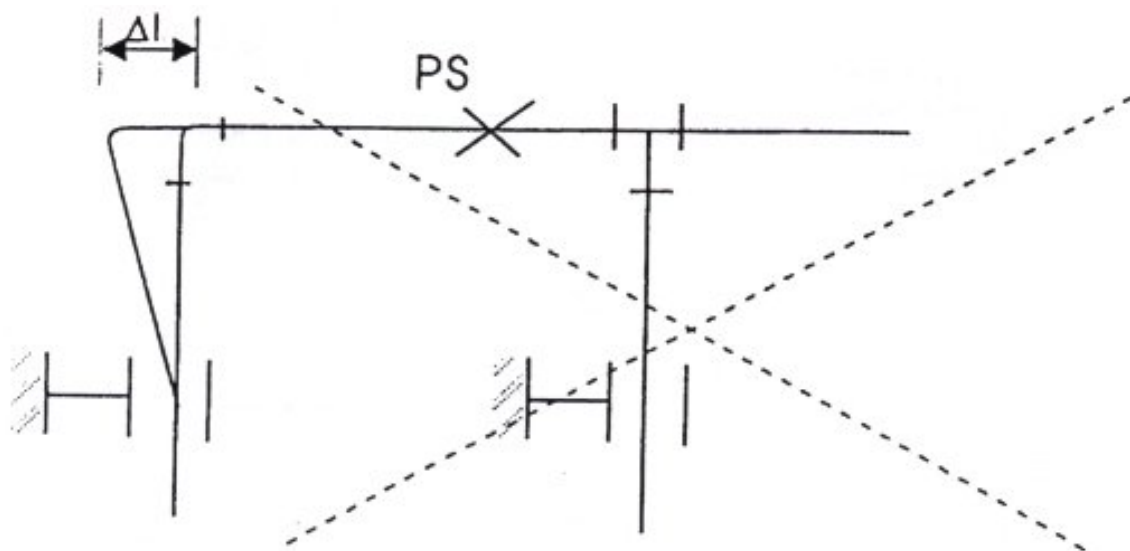
Ilustrują to poniższe przykłady:



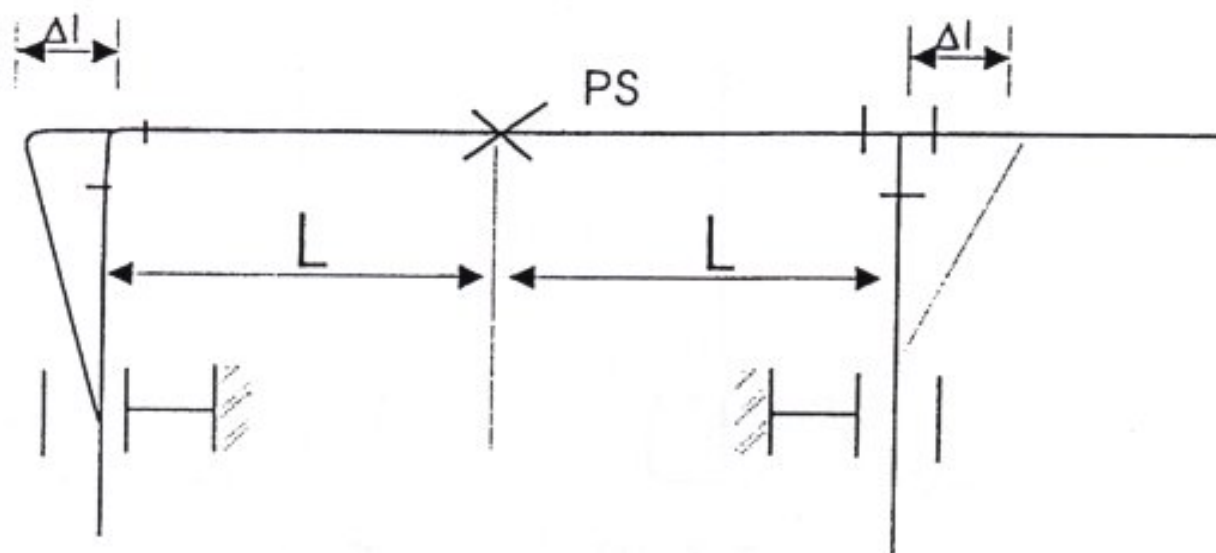
Rys. nr 20. Centralne usytuowanie punktu stałego. Wielkość wydłużenia po obu stronach punktu stałego jest taka sama.



Rys. nr 21. Usytuowanie podpory przesuwnej wyznacza długość odcinka giętkiego – „a”

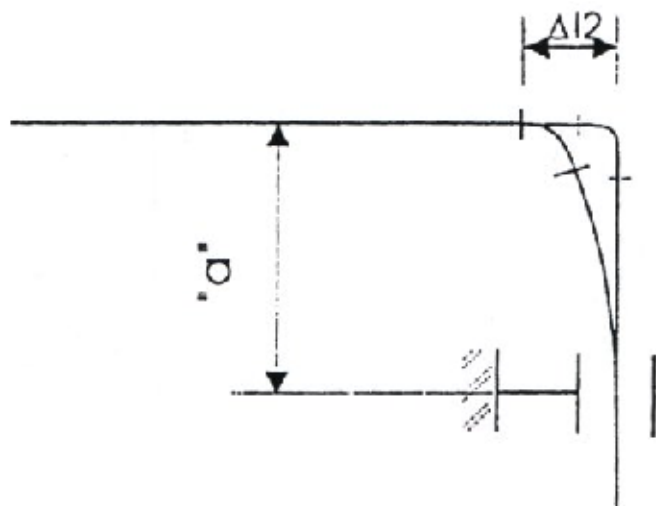


a) nie zalecane



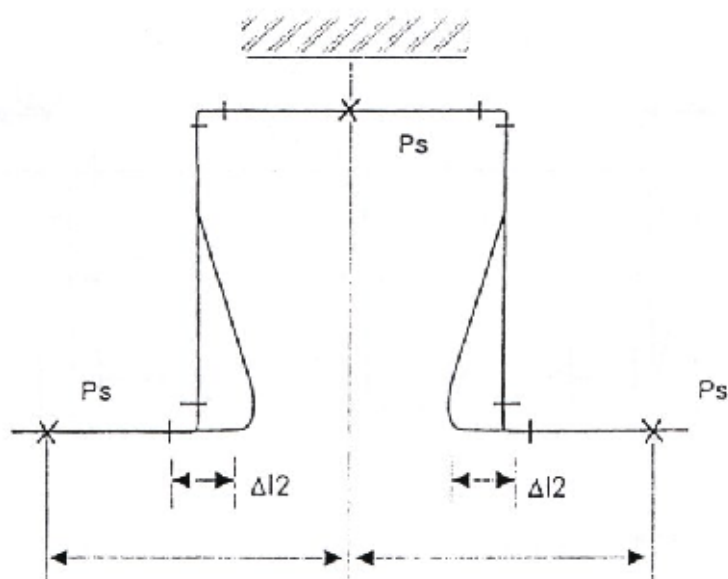
b) zalecane

Rys. nr 22, 23. Różne przykłady usytuowania punktu stałego przy rozgałęzionym systemie instalacji.



Rys. nr 24. Przykład naprężenia wstępnego podczas montażu.

W tym przypadku odcinek giętki może mieć długość odpowiedni mniejszą.



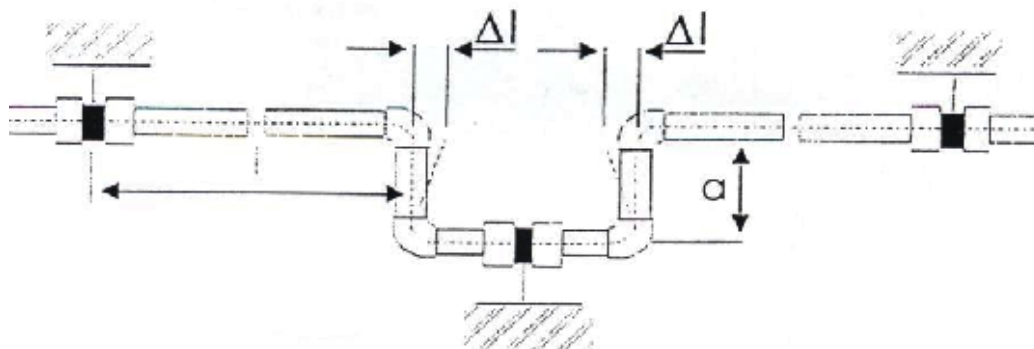
Rys. nr 25. Przykład naprężenia wstępnego podczas montażu kompensatora U-kształtnego.

Na środku kompensatora należy wykonać punkt stały.

29. Zastosowanie kompensatorów

W przypadkach gdy wydłużenia nie mogą być skompensowane przez naturalne załamania rurociągu należy stosować kompensatory. Niska wartość modułu sprężystości polipropylenu powoduje, że siła oddziaływania PP przy zmianach termicznych jest mała w porównaniu do rur stalowych. Oznacza to, że zwykle kompensatory wykorzystywane w instalacjach tradycyjnych (dławicowe, mieszankowe itp.) są nieprzydatne z powodu wysokich oporów – możliwość wyboczenia rur polipropylenowych. W systemach rur polipropylenowych do kompensacji zmian długości wykorzystuje się kompensatory:

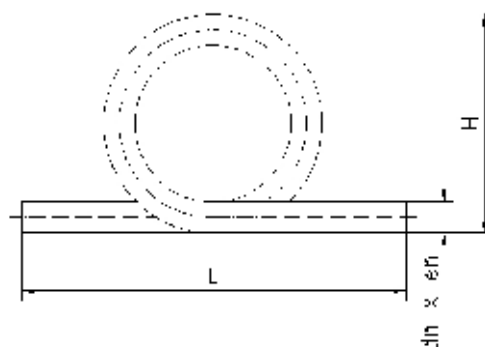
- w kształcie litery „U”,
- pętlicowe.



Rys. nr 26. Konstrukcja kompensatora typu „U” wykonanego z rur i kształtek.

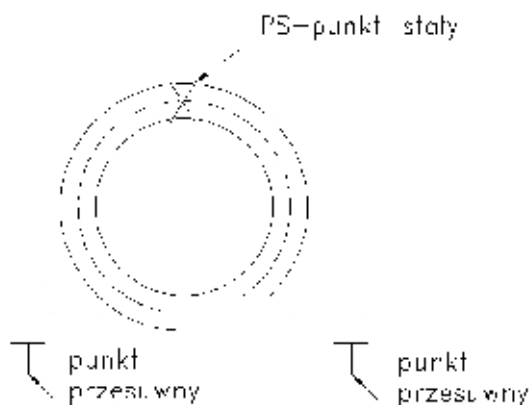
Tabela nr 20. Wymiary kompensatora pętlicowego

Średnica nominalna (zewnętrzna) dn [mm]	Grubość ścianki en [mm]	H [mm]	L min [mm]	Maks. wielkość kompensacji Δl [mm]
16	2,7	98	250	85÷90
20	3,4	156	250	80
25	4,2	185	320	65÷70
32	5,4	224	390	55
40	6,7	260	500	45



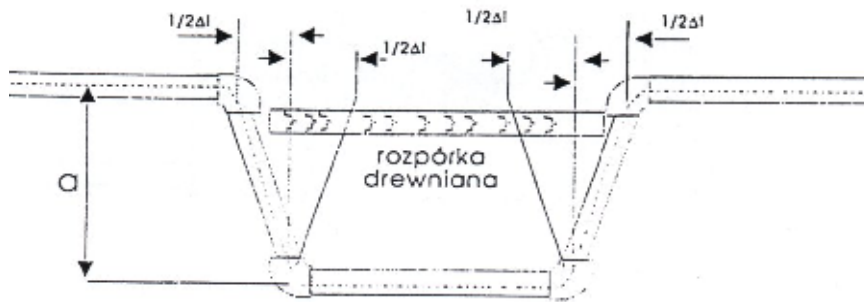
Rys. nr 27. Kompensator pętlicowy.

Stosując kompensatory należy starannie wyznaczyć usytuowanie punktów stałych. W środku kompensatora należy montować punkt stały.



Rys. nr 28. Przykład zamocowania punktów stałych i przesuwnych na kompensatorze pętlicowym.

30. Napężanie wstępne kompensatorów



Rys. nr 29. Napężanie wstępne kompensatorów.

Stosując wstępne napężenie możemy zmniejszyć wysięg ramion kompensatora „a”

31. Zasady instalowania rur w pionie

Zasady montażu rur prowadzonych pionowo są podobne jak w poziomie. Dla przewodów pionowych można zwiększyć odległości między podporami o ok. 30 %, mnożąc $L_1 \times 1,3$ (patrz tabela nr 21).

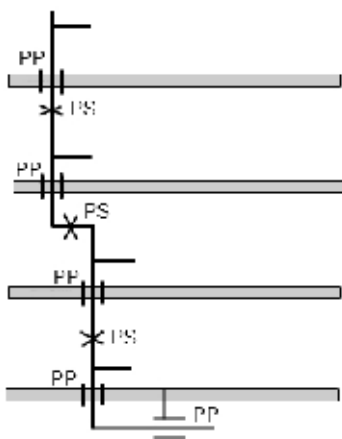
Podczas montażu rur w instalacjach pionowych należy szczególnie zwrócić uwagę na:

- rozmieszczenie podpór stałych,
- rozmieszczenie podpór przesuwnych,
- sposób kompensacji wydłużeń,
- prawidłowe wykonanie odgałęzienia do poziomu.

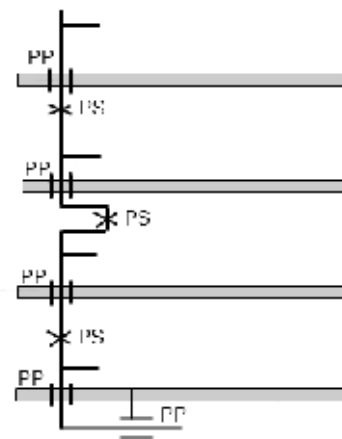
Podpory stałe.

Podpory stałe powinny być montowane przy odgałęzieniu od instalacji pionowych na każdej kondygnacji oraz przy punktach czerpalnych.

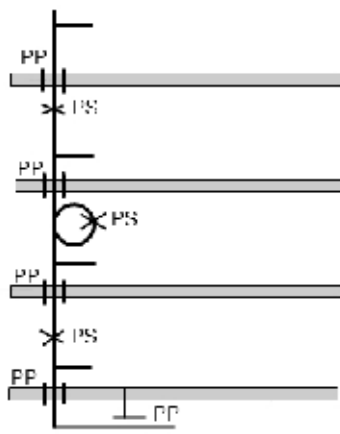
Przykłady rozmieszczenia podpór stałych na kompensatorach:



Rys. nr 30.



Rys. nr 31.



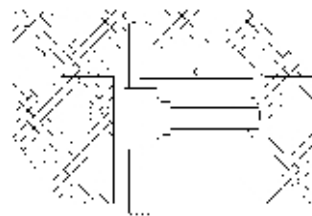
Rys. nr 32.

Sposoby kompensacji wydłużeń:

- przez zmianę trasy rur,
- zastosowanie kompensatora pętlicowego,
- zastosowanie kompensatora U-kształtnego

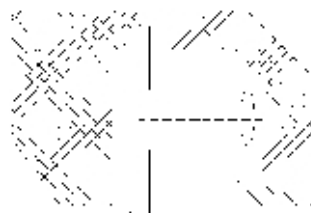
Sposoby wykonania odgałęzień:

- przez zastosowanie odpowiednio długiego ramienia uwzględniającego możliwość przemieszczania rur w pionie,



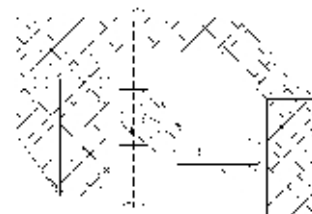
Rys. nr 33.

- przez odpowiednio dużą średnicę otworu, rury osłonowej przejmującej ruchy wzdłużne,



Rys. nr 34.

- przez zastosowanie ramienia kompensacyjnego z dodatkowym załamaniem,



Rys. nr 35.

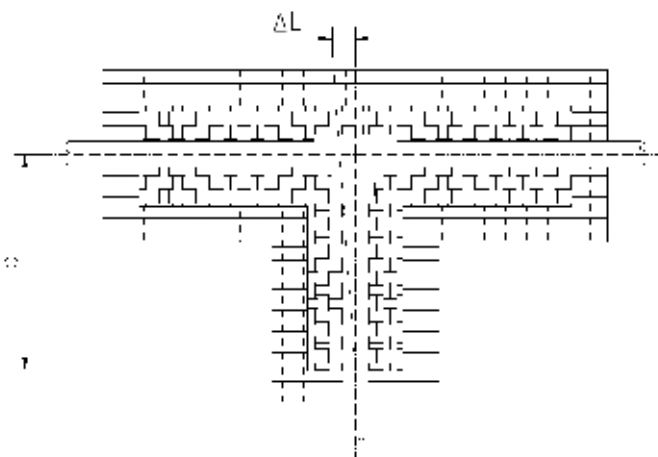
32. Zasady instalowania rur podtynkowo

Przy wykonaniu bruzd należy wziąć pod uwagę średnicę zewnętrzną rury, grubość pokrywającej ją osłony (lub średnicę zewnętrzną osłony) oraz grubość nakładanego tynku.

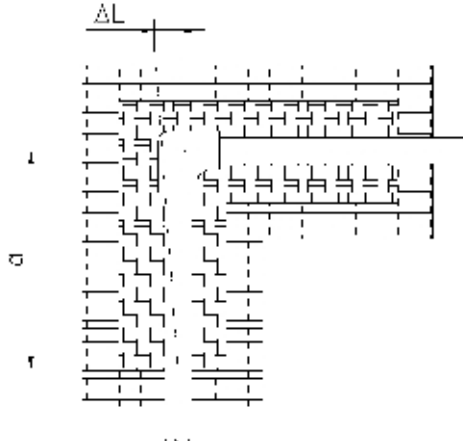
Osłony mogą być wykonane np.:

- z tworzywowej rury karbowanej typu „peszel”
- ze spienionego polietylenu,
- ze spienionego poliuretanu,
- ze spienionego polistyrenu (styropianu),
- wełny mineralnej.

Rury w ścianie na całej długości powinny mieć swobodę przesuwania oraz na narożach i odejściach musza mieć możliwość przemieszczeń np. przez stworzenie przestrzeni wypełnionej wełną mineralną.



Rys. nr 36.



Rys. nr 37.

Po hydraulicznej próbie szczelności bruzdę zakrywa się lub zamurowuje warstwą tynku z pozostawieniem wewnętrznej pustej przestrzeni. Zamurowanie przewodów na stałe w ściankach i bruzdach jest niedopuszczalne z wyjątkiem krótkich odcinków np. podejść do armatury czerpanej. Przy układaniu rur w stropie lub podłodze zaleca się wykonywanie ich w rurach ochronnych typu „peszel”, które zapewniają ochronę mechaniczną oraz izolację cieplną, dzięki powietrzu znajdującemu się pomiędzy rurą a rurą ochronną typu „peszel”. Płynny beton nie może dostać się do rury ochronnej. System z rurami ochronnymi jest w większości używany dla średnic ≤ 25 mm.

33. Zasady instalowania rur nadtynkowo

W przypadku braku możliwości wykonania instalacji podtynkowych oraz w instalacjach przemysłowych przewody prowadzi się nadtynkowo.

Prowadzenie rurociągów nadtynkowo powinno zapewnić ich wydłużalność spowodowaną zmianami temperatury. Usytuowanie punktów powinno być starannie dobrane aby zapewnić kompensację przewodów. Odległości pomiędzy obejmami przesuwными zależne są od temperatury czynnika i średnicy przewodu.

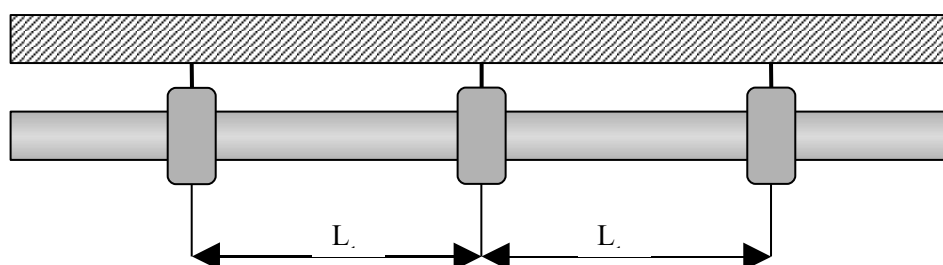
Odległość przewodu od ścian, podłóg i stropów powinna wynosić co najmniej:

- dla rur o średnicy do $\varnothing 40$ mm – 3 cm;
- dla rur o średnicy powyżej $\varnothing 40$ mm – 5 cm.

Jeżeli przewód jest w otulinie podane odległości odnoszą się do zewnętrznej powierzchni otuliny.

34. Mocowanie rurociągów

Mocowanie rurociągów powinno zapewnić ich wydłużalność spowodowaną zmianami temperatury. Usytuowanie punktów powinno być starannie dobrane aby zapewnić kompensację przewodów. Odległości pomiędzy obejmami przesuwными zależne są od temperatury czynnika i średnicy przewodu.



Rys. nr 38. Rozmieszczenie obejm na rurociągu

Odległości L_1 [cm] pomiędzy podporami dla przewodów poziomych podane są w poniższej tabeli nr 21.

Tabela nr 21. Odległości L_1 [cm] dla przewodów poziomych.

Średnica zewnętrzna rurociągu dn [mm]	Temperatura przepływającej wody						
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
16	75	70	70	65	65	55	40
20	80	75	70	70	65	60	45
25	85	85	85	80	75	70	50
32	100	95	95	90	85	75	55
40	110	110	105	100	95	85	60
50	125	120	115	110	105	90	70
63	140	135	130	125	120	105	80
75	155	150	145	135	130	115	85
90	165	165	155	150	145	125	95
110	185	180	175	165	160	140	105

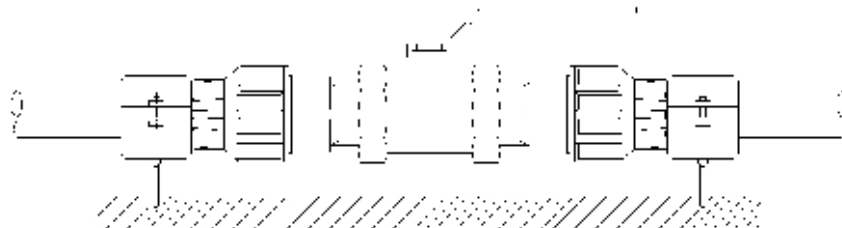
Dla przewodów pionowych można zwiększyć odległości między podporami o ok. 30 %, mnożąc $L_1 \times 1,3$. Powyższe odległości podano dla cieczy o gęstości do 1 g/cm^3 (woda). Natomiast przy gęstościach większych należy stosować współczynniki zmniejszające.

Tabela nr 22. Współczynniki zmniejszające odległości L_1

Gęstość cieczy w $[\text{g/cm}^3]$	Współczynnik zmniejszający
1,25	0,90
1,50	0,83
1,75	0,77
2,00	0,70

35. Montaż zaworów, armatury

Należy stosować obustronne zamocowanie rurociągu – za i przed zaworem, armaturą ponieważ armatura stanowi duże obciążenie instalacji polipropylenowej. Dobrym rozwiązaniem jest usytuowanie punktu stałego w miejscu zamontowania zaworu (dotyczy to szczególnie mniejszych średnic).

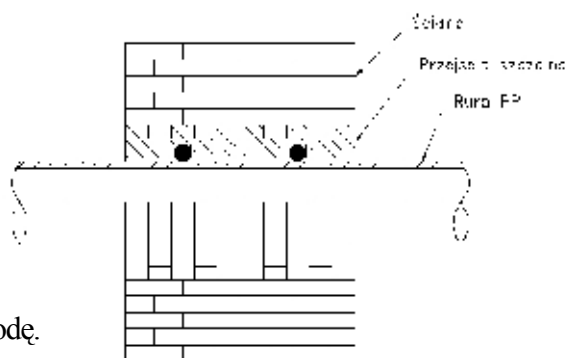


Rys. nr 39. Przykład zamocowania zaworu.

36. Przejście przez przegrody

Przejście rurociągu przez przegrody budowlane (stropy, ściany) należy prowadzić w przejściach szczelnych lub tulejach ochronnych. Przejścia wykonuje się z zastosowaniem tulei dłuższej, o co najmniej 2 cm od grubości ściany lub stropu. Przestrzeń między rurą a tuleją powinna być wypełniona materiałem elastycznym zapewniającym swobodne przesuwanie przewodu.

Należy zwrócić uwagę, aby połączenia zgrzewane znajdowały się poza przejściem przez przegrodę.



Rys. nr 40. Przejście rury przez przegrodę.

37. Łączenie instalacji z PP z innymi instalacjami

Do łączenia instalacji wykonanej z PP z armaturą sanitarną, grzewczą oraz metalową stosuje się kształtki z gwintami lub połączenie kołnierzowe. Kształtki z PP posiadają wtopki mosiężne o gwintach zewnętrznych lub wewnętrznych, które powlekane są galwanicznie warstwą chromu lub niklu.

Gwinty na wtopkach:

- gwint wewnętrzny-gwint rurowy cylindryczny wg PN-EN ISO 228-1,
- gwint zewnętrzny-gwint rurowy stożkowy wg PN-EN 10226-1.

Do połączeń gwintowych zaleca się używanie taśmy teflonowej lub pasty.

Nie polecane jest stosowanie pakuł.

W celu wykonania połączeń szybko rozłącznych stosuje się min. połączenia rozłączne, śrubunki i półśrubunki.



Zdj. nr 45. Połączenie rozłączne.

38. Połączenie instalacji z PP z kotłami i podgrzewaczami wody

Instalacje wykonane z PP-R mogą być bezpośrednio połączone z kotłami i przepływowymi podgrzewaczami wody pod warunkiem, że posiadają urządzenia zabezpieczające przed nadmiernym wzrostem temperatury i ciśnienia. Urządzenia te nie powinny dopuszczać do tego by krótkotrwała maksymalna temperatura nie przewyższała temperatury wadliwego działania instalacji-temperatury awaryjnej (95°C dla gorącej wody pitnej oraz 100°C dla centralnego ogrzewania) oraz ciśnienie wewnętrzne nie przewyższało 1,2 razy ciśnienia projektowego. W praktyce pomiędzy kotłem lub przepływowymi podgrzewaczami wody i rurami PP stosuje się metalowe elementy przejściowe, umieszczone w odległości minimum 350 mm od połączenia do kotła.

39. Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem, obniżeniem temperatury

Instalacje wykonane z tworzyw sztucznych z PP-R:

- powinny posiadać zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem temperatury,
- powinny posiadać zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem ciśnienia,
- wypełnione zimną wodą nie powinny pracować w temperaturach ujemnych, gdyż może to spowodować ich uszkodzenie (korki lodowe), chyba że będą odpowiednio izolowane.

40. Malowanie

Jeżeli jest to wymagane instalację można pomalować stosując zwykłe farby domowe oraz standardowe metody nanoszenia. Należy jednak zwrócić uwagę na odporność chemiczną instalacji z PP-R na daną farbę. Farba nie powinna powodować degradacji tworzywa i pęknięć naprężeniowych.

41. Płukanie i dezynfekcja

Zabudowana instalacja z rur polipropylenowych przed oddaniem do eksploatacji powinna być poddana dokładnemu przepłukaniu czystą wodą wodociągową przy szybkości przepływowej dostatecznej dla wypłukania zanieczyszczeń mechanicznych, tj. co najmniej 1m/s.

Przewody z rur PP po ich dokładnym przepłukaniu wodą wodociągową nie wymagają zasadniczo dezynfekcji, chyba że wymagają tego dodatkowe uwarunkowania i przepisy np. w szpitalach.

42. Próba szczelności

Po zamontowaniu instalacji należy przeprowadzić próbę szczelności. Zaleca się przeprowadzenie takiej próby nie wcześniej niż po 1 godzinie od zakończenia zgrzewania. Przed próbą należy sprawdzić czy armatura posiada wytrzymałość na ciśnienie próbne. Należy otworzyć zawory odcinające oraz odpowietrzające. Zawór główny należy otwierać powoli, aby napełniana woda całkowicie usunęła kieszenie powietrzne oraz aby zapobiec nagłemu wzrostowi ciśnienia.

Norma PN-ENV 12108 dopuszcza dwie procedury badania:

- procedura badania A,
- procedura badania B.

PROCEDURA BADANIA A

Uwagi ogólne do próby szczelności

Próbie szczelności rurociągu z PP przeprowadza się metodą hydrauliczną po uprzednim przepłukaniu i odpowietrzeniu rurociągu.

Próba szczelności

Próba szczelności rurociągu z PP składa się z dwóch części i obejmuje próbę wstępną zawierającą okres relaksacji i próbę główną.

a) Próba wstępna

Zaczyna się od podnoszenia w sposób ciągły ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego $P_p = 1,5 \times P_{robocze}$ (pkt. A) i kolejnym dwukrotnym uzupełnieniu tego ciśnienia po 10 i 20 minutach do wartości ciśnienia próbnego (pkt. A). W tym okresie następuje znaczny spadek ciśnienia (zjawisko pełzania lepkosprężystego rur PP spowodowanego naprężeniami wywołanymi od zadanego ciśnienia). Następnie po 30 min. (pkt. B) obniżamy nagle ciśnienie poprzez sączenie wody do ciśnienia $P_p = 0,5 \times P_{robocze}$ (pkt. C). Zamykamy zawór i obserwujemy ciśnienie.

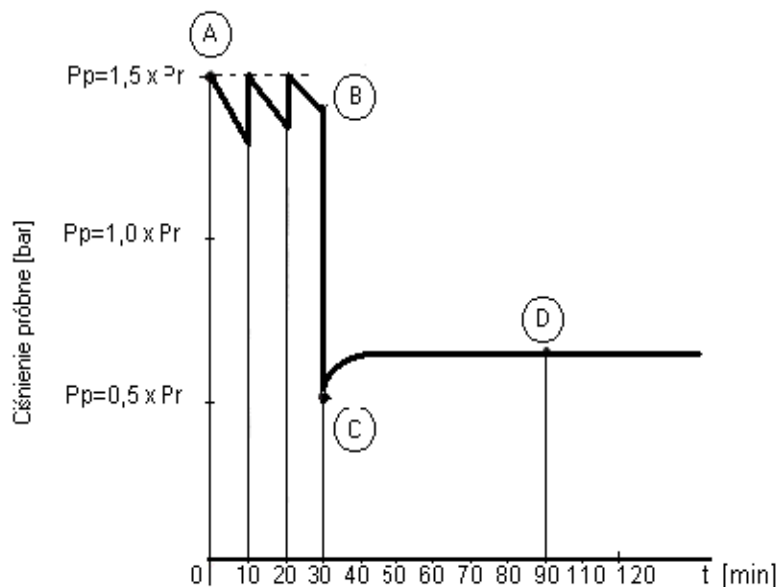
b) Próba główna

Zaczyna się od 30 min do 90 min (od pkt. C do pkt. D) w czasie której należy monitorować ciśnienie. Gwałtowne zmniejszenie ciśnienia prowadzi do skurczu rurociągu. Skurcz rurociągu z kolei prowadzi do wzrostu ciśnienia. Uważa się fazę próby głównej za udaną, jeżeli krzywa ciśnienia rośnie i potem utrzymuje się na stałej wartości, wyższej niż $P_p = 0,5 \times P_{robocze}$ do pkt. D do 90 min. Jeżeli podczas tego okresu występuje spadek ciśnienia, wskazuje to na wyciek w systemie.

c) Ciśnienie próbne P_p [bar]

Dla ciśnienia roboczego

$$P_p = 1,5 \times P_{robocze} \quad [\text{bar}] ; P_p = 0,5 \times P_{robocze} \quad [\text{bar}]$$



Rys. nr 41. Wykres zmian ciśnienia dla procedury badania "A"

PROCEDURA BADANIA B

Uwagi ogólne do próby szczelności

Próbę szczelności rurociągu z PP przeprowadza się metodą hydrauliczną po uprzednim przepłukaniu i odpowietrzeniu rurociągu.

Próba szczelności

Próba szczelności rurociągu z PP składa się z dwóch części i obejmuje próbę wstępną zawierającą okres relaksacji i próbę główną.

a) Próba wstępna

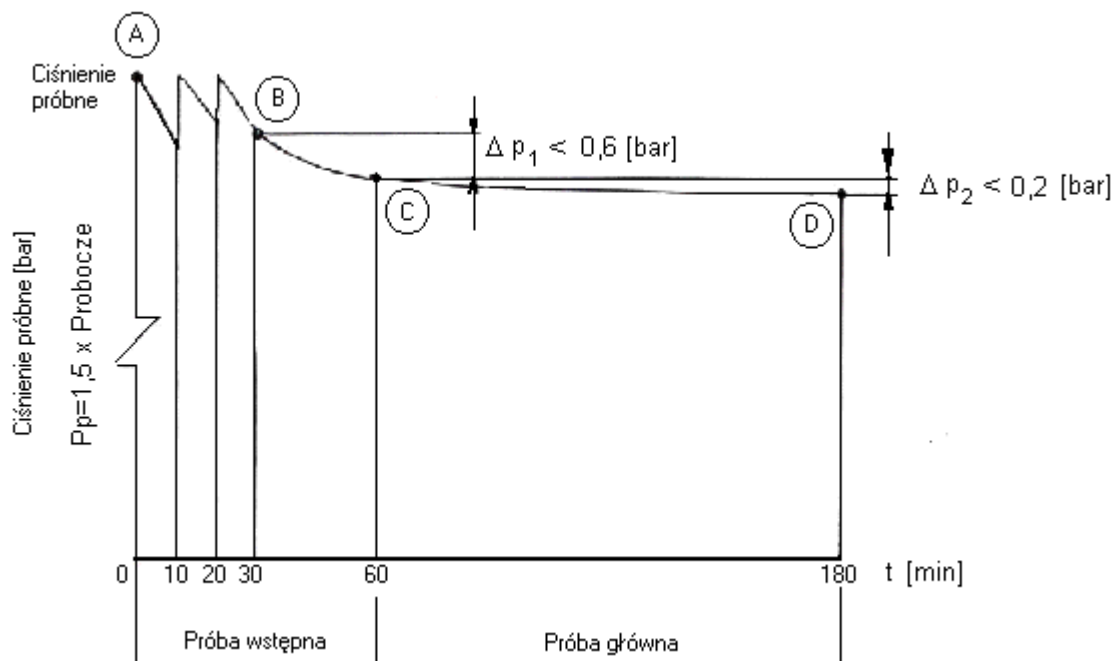
Zaczyna się od podnoszenia w sposób ciągły ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego $P_p = 1,5 \times P_{\text{robocze}}$ (pkt. A) i kolejnym dwukrotnym uzupełnieniu tego ciśnienia po 10 i 20 minutach do wartości ciśnienia próbnego (pkt. A). W okresie przeprowadzania próby wstępnej obejmującej czas od 0 do 60 min następuje znaczny spadek ciśnienia (zjawisko pełzania rur PP). Następnie wartość ciśnienia należy zmierzyć po 30 min. (pkt. B) i 60 min. (pkt. C) i obliczyć różnicę ciśnień Δp_1 . Różnica nie powinna być większa niż 0,6 [bar] – przyjmuje się, że instalacja nie ma przecieków i kontynuuje się dalsze badanie bez dalszego pompowania.

b) Próba główna

Zaczyna się od 60 min do 180 min (od pkt. C do pkt. D) w czasie której należy zmierzyć ciśnienie w pkt. C i pkt. D oraz obliczyć różnicę ciśnień Δp_2 . Różnica nie powinna być większa niż 0,2 [bar]. Jeżeli różnica jest większa to wskazuje że jest przeciek w systemie, który należy usunąć.

c) Ciśnienie próbne P_p [bar]

Dla ciśnienia roboczego $P_p = 1,5 \times P_{\text{robocze}}$ [bar]



Rys. nr 42. Wykres zmian ciśnienia dla procedury badania "B"

Pomiaru ciśnienia należy dokonywać w najniższym punkcie instalacji. Na wyniki pomiaru istotny wpływ może mieć temperatura wody i temperatura otoczenia – ze względu na rozszerzalność termiczną przewodów.

Zalecane jest najpierw wykonanie próby wstępnej, a potem próby zasadniczej.

Z próby należy sporządzić protokół.

43. Uruchomienie instalacji

Po wykonaniu próby szczelności można przystąpić do uruchomienia instalacji

- w przypadku instalacji wody zimnej jest to po prostu napełnienie instalacji wodą;
- dla instalacji wody ciepłej i centralnego ogrzewania jest to próba na gorąco.

W czasie próby na gorąco należy sprawdzić zachowanie się punktów stałych, kompensatorów i czy nie nastąpiło wyboczenie przewodów.

44. Tabela odporności chemicznej

Tabela nr 23. Odporność chemiczna PP-R

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	30°C	60°C
1,2-dwuaminoetan	tech czysty	+	+	
1,2-dwubromometan		/		
1,3-butadien gazowy	tech czysty	/	-	
2-butendiol-1,4	tech czysty	+	+	
2-butindiol-1,4	tech czysty	+		
4-metynopentanol-2		+		
Acetamid		+	+	
Aceton (keton dwumetylowy)	tech czysty	+	+	
Akrylan butylu		+		
Akrylonitryl	tech czysty	+		
Aldehyd benzoesowy, roztwór wodny	każde	+		
Aldehyd krotonowy	tech czysty	+		
Aldehyd octowy	tech czysty	/		
Aldehyd octowy roztwór wodny	każde	+	+	
Alkohol allilowy	96%	+	+	
Alkohol amylowy		+	+	+
Alkohol benzylowy		+	+	
Alkohol butylowy (butanol)		+		
Alkohol etylowy		+	+	+
Alkohol fenylowo-metylowy		+		
Alkohol furfurylowy		+	/V	
Alkohol izobutylowy		+		
Alkohol izopropylowy	tech czysty	+	+	+
Alkohol palmitynowy		+	+	
Alkohol propargilowy, roztwór wodny	7%	+	+	
Alkohole woskowe	tech czyste	/	-	
Alkoholowy roztwór tłuszczu kokosowego	tech czysty	+	/	
Ałun chromowo-potasowy, roztwór wodny	Nasycony	+	+	
Ałun chromowy, roztwór wodny	Nasycony	+	+	
Amidy kwasu tłuszczowego		+		
Amoniak, gazowy		+	+	
Amoniak, płynny		+		
Anilina (aminobenzen)	każde	+	+	
Anizol (metoksybenzen, eter metylowofenylowy)				
Asfalt	+			
Aspiryna	+			
Atrament	+	+		
Azotan amonowy (saletra amonowa), roztwór wodny	każde	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	30°C	60°C
Azotan miedzi, roztwór wodny	30%	+	+	
Azotan żelazawy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Azotan żelazowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Azotan potasowy	każde	+	+	
Azotan sodowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Azotan srebra		+	+	
Azotan srebra, roztwór wodny	każde	+	+	+
Azotan wapniowy, roztwór wodny	50%	+	+	
Azotyn niklu		+	+	
Azotyn sodowy, roztwór wodny	każde	+		
Barwnik piwny	handlowe	+	+	
Benzen	techn. czysty	/	-	
Benzoesan sodowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Benzoesan sodowy, roztwór wodny	36%	+		
Benzyna	techn. czysta	/		
Benzyna/benzol-mieszanina	80/20	/		
Benzyna normalna		/		
Benzyna testowa	techn. czysta	/		
Bezwodnik fosforowy	100%	+		
Bezwodnik octowy	techn. czysty	+	/V	
Bitum		+	/V	
Boraks (czteroboran sodowy), roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Boraks, roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Boran potasowy, roztwór wodny	1%	+	+	
Boran sodowy		+	+	
Brom, para		-		
Brom płynny	100%	-		
Bromek litu		+	+	
Bromek potasowy, roztwór wodny		+	+	+
Bromek sodowy		+	+	
Bromian potasowy, roztwór wodny		+	+	+
Bromochlorometan		-		
Bromornetan, gazowy		-		
Butan, gazowy		+	+	
Butandiol, roztwór wodny		+	+	
Butanon		+	/	
Butantriol, roztwór wodny				
Butylen (buten), płynny				
Butylofenol				
Butylofenon				

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	60°C	100°C
Chromian potasowy, roztwór wodny	40%	+	+	+
Chromian sodu		+	+	
Clophen ® A50 i A60, chlorodwufenyl				
(niepalny środek izolacyjny)		+	/	
Cukier gronowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Cukier trzcinowy, roztwór wodny	każde	-I-	+	
Cyjanek amonowy		+	+	
Cyjanek miedzi, roztwór wodny	nasycony	-I-	+	
Cyjanek potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Cyjanek potasu, roztwór wodny	każde	+	+	
Cyjanek sodu		+	+	
Cykloheksan		+		
Cykloheksanol (alkohol cykloheksylowy)		+	+	
Cykloheksanon		+	/	
Czterobromometan		/do-		
Czterochlorek węgla	techn. czysty			
Czterochloroetan		/		
Czterochloroetylen		/		
Czteroetylołowi (czteroetylołów)		+		
Czterowodorofuran	techn. czysty	/-		
Czterowodoronaftalen	techn. czysty			
D-glikoza (cukier gronowy)		+	+	
DDT, proszek		+	+	
Dekalina (dziesięciowodoronaftalen)	techn. czysty	/	/	
Dekstryna (guma skrobiowa), roztwór wodny	18%	+	+	
Detergenty		+	+	
Dioksan		/	/	
Drożdże		+		
Dwuchlorek propylenu	100%			
Dwuchlorobenzen		/		
Dwuchloroetan		+		
Dwuchloroetylen	techn. czysty			
Dwuchromian potasowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Dwuchromian sodu		-I-	+	
Dwumetyloamina		+		
Dwumetyloformamid	techn. czysty	+	+	
Dwusiarczek węgla		/		
Dwutlenek siarki, gazowy		+	+	
Dwutlenek siarki, roztwór wodny	każde	+	+	
Dwutlenek węgla	100%	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	60°C	100°C
Ekstrakt garbnikowy roślinny	handlowe	+	/	
Ekstrakt kawy		+	+	
Emulgator		+	+	
Emulsja fotograficzna	handlowe	+	+	
Emulsja silikonowa	handlowe	+	+	
Ephetin®, roztwór wodny	10%	+	+	+
Epichlorodyna		+		
Ester etylowy kwasu jednochlorowego		+	+	
Ester kwasu ftalowego		+	/	
Ester metylowy kwasu dwuchlorooctowego		+	+	
Ester metylowy kwasu jednooctowego		+	+	
Etanol	96%	+	+	+
Etanol zanieczyszczony toulenem	96%(obj.)	+		
Etanoloamina	techn. czysta	+		
Eter		/		
Eter dwubutynu		/	-	
Eter dwuizopropółowy	techn. czysty	/	-	
Eter etylowy	techn. czysty	/		
Eter jednobutylowy glikolu etylenowego	techn. czysty	+		
Etylenoglikol		+	+	+
Etylobenzen		/	-	
Fenol		+	+	V
Fenylhydrazyna	techn. czyste	/		
Fluor gazowy		-		
Fluorek amonowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Fluorek miedzi, roztwór wodny	nasycony	+		
Fluorek potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Fluorek sodowy		+	+	
Formaldehyd, roztwór wodny	Do 40%	+	+	
Formamid		+	+	
Fosforan dwusodowy		+	+	
Fosforan sodu, roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Fosforan trójbutylowy		+	+	
Fosforan trójkrezylu		+	/	
Fosgen, oztwór wodny	100%	-		
Fosgen (tlenochlorek węgla), gazowy		/	/	
Fotograficzne środki wywołujące		+V	+V	
Frigen 12® (Freon12)	100%	/		
Fruktoza (cukier owocowy), roztwór wodny	każde	+	+	+
Ftalan dwubuyłu	techn. czysty	+	/	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	60°C	100°C
Ftalan dwuheksylowy	techn. czysty	+	/	
Ftalan dwuizooktylu	techn. czysty	+	/	
Ftalan dwuoktylu		+	/	
Gaz chlorowodny suchy i mokry		+	+	V
Gaz świetlny	handlowy	+		
Gaz ziemny	techn. czysty	+		
Gazy z prażenia	każde	+	+	
Genentin®		+	+	+
Gin		+		
Gliceryna, roztwór wodny		+	+	+
Gliceryna, kwas aminooctowy		+	+	
Glikol butylenu	techn. czysty	+		
Glikol etylowy, roztwór wodny	handlowe	+	+	+
Glikol propylenu		+	+	
Glukoza, roztwór wodny	każde	+	+	+
Glysantin®		+	+	+
Gnojówka		+	+	
Heksan		+	/	
Heksantriol		+	+	+
Heptan		/	/	
Hydrat chloranu	każde	/	-	
Hydrat hydrazyny		+		
Hydrochinol, p-dwuhydroksybenzen		+	V	
I-propanol		+	+	
Izooctan, 2.2.4-trójmetylopentan		+	/	
Jodek magnezu		+	+	
Jodek potasowy	3%jod	+	+	
Jodek potasowy	każde	+		
Jodyna DAB6	handlowe	+		
Kamfora		+		
Karbazol (dwubenzopiról)		+	+	
Karbolineum	handlowe	+		
Karbolineum sadownicze, roztwór wodny		+	V	/V
Keton		+	do/	
Keton dwuizobutylu	techn. czysty	+	-	
Keton metylowo-izobutyłowy		+		
Klej		+		
Koncentrat Coli		+	+	
Kondensat pary nasyconej		+	+	
Koniak		+		

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°C	60°C	100°C
Kreozot		+	+	V
Krezol	100%	+	/V	
Krezol oktylu	techn. czysty	/	-	
Krezol, roztwór wodny	rozcieńczony	+	+V	+V
Krzemian sodowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Ksylen		-		
Kwas adypinowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Kwas akumulatorowy		+	+	
Kwas aminokarboksylowy		+	+	
Kwas arsenowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas askorbinowy		+	+	
Kwas azotowy	25%	+	-	
Kwas azotowy	50%	/	-	
Kwas benzenosulfonowy		+	+	
Kwas benzoesowy (kwas benzenokarboksylowy), roztwór wodny	każde	+	+	+
Kwas bromowodorowy, roztwór wodny	50%	+	+	
Kwas bromowy	stężony	/		
Kwas bursztynowy, roztwór wodny	50%	+	+	
Kwas chlorooctowy (mono), roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas chlorooctowy, roztwór wodny	< 85%	+	+	
Kwas chlorosulfonowy	techn. czysty	-		
Kwas chlorowy, roztwór wodny	1%	+	/	-
Kwas chlorowy, roztwór wodny	10%	+	/	-
Kwas chlorowy, roztwór wodny	15%	+	-	
Kwas chloromowy, roztwór wodny	50%	/V	/V	
Kwas cyjanowodorowy (kwas pruski)		+	+	
Kwas cytrynowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Kwas dodecylobenzosulfonowy		+		
Kwas dwuchlorooctowy	50%	+		
Kwas dwuchlorooctowy	techn. czysty	+		
Kwas dwuglikowy, roztwór wodny	30%	+	+	
Kwas fluorowodorowy	40-85%	+	+	
Kwas fosforowy, roztwór wodny	50%	+	+	+
Kwas fosforowy, roztwór wodny	80-95%	+	+V	+V
Kwas ftalowy, roztwór wodny	50%	+	+	
Kwas garbnikowy (tanina), roztwór wodny	10%	+	+	
Kwas glikowy, roztwór wodny	do 70%	+		
Kwas jabłkowy (kwas etanodwukarboksylowy)	50%	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Kwas jednochlorooctowy		+	+	
Kwas krzemowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas maleinowy, roztwór wodny	do 100%	+	+	
Kwas masłowy (kwas butanowy), roztw. wodny	każde	+		
Kwas metakrylowy		+	+	
Kwas mlekowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Kwas moczowy		+		
Kwas mrówkowy, roztwór wodny	85%	+	/	
Kwas mrówkowy, roztwór wodny	105	+	+	
Kwas nadchlorowy, roztwór wodny	20%	+	+	
Kwas nikotynowy	< 10%	+		
Kwas octowy (kwas etanowy)	100%	+	/V	-
Kwas octowy lodowaty (100%)	techn. czysty	+	/V	
Kwas octowy, roztwór wodny	70%	+	+	+
Kwas oleinowy		+	/	-
Kwas ortoborowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Kwas palmitynowy (kwas heksadekanowy)		+	+	
Kwas pikrynowy (trójnifitrofenol), roztw. wodny	1 %	+		
Kwas propionowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas salicylowy		+	+	
Kwas siarkowy, roztwór wodny	do 50%	+	+	
Kwas siarkowy, roztwór wodny	70%	+	/	
Kwas siarkowy, roztwór wodny	80%	+	/	
Kwas siarkowy, roztwór wodny	98%	/	-	
Kwas solny, roztwór wodny	każde	+V	+V	/V
Kwas stearynowy		+	/	
Kwas szczawiowy (kwas etanodiowy)	każde	+	+	+
Kwas sześćfluorowodorowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas trioglikolowy		+	+	
Kwas trójchlorooctowy	techn. czysty	+		
Kwas trójchlorooctowy, roztwór wodny	50%	+	+	
Kwas tłuszczowy		+	+	
Kwas winny, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas węglowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Kwas węglowy suchy	100%	+	+	
Kwasy antrachinosulfonowe, roztwór wodny		+		
Kwasy aromatyczne		+	+	
Kąpiel utrwalająca (fotograficzna)	handlowe	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Laktoza (cukier mleczny)		+	+	
Lanolina		+	/	
Lateks, mleczko kauczukowe		+	+	
Likier		+	+	
Lysol		+	/	
Łój	techn. czysty	+	+	
Majonez		+		
Margaryna		+	+	
Marmolada		+	+	+
Masło		+	+	
Melasa		+	+	
Mentol		+		
Metafosforan amonowy		+	+	
Metafosforan glinu		+	+	
Metanol (alkohol metylowy)	techn. czysty	+	+	
Metoksybutanol		+		
Metyloamina, roztwór wodny	32%	+		
Metylobenzen		/	-	
Metylocykloheksan		/		
Metyloetyloketon	techn. czysty	+	/	
Metyloglikol		+	+	
Metylopropyloketon		+		
Mieszanina chromowa		-		
Miód pszczeli		+	+	
Mleko		+	+	+
Mocz		+	+	
Mocznik (karbamid), roztwór wodny	do 33%	+	+	
Monochlorobenzen		+		
Morfolina		+	+	
Musztarda		+		
Mydło do metalu		+		
Mydło szare (miękkie, beczkowe)		+	+	
n-propanol		+	+	
Nadchloran potasowy	1 %	+		
Nadchloroetylen		/	-	
Nadmanganian potasu		+		
Nadmanganian potasu, roztwór wodny	do 6%	+	+	V
Nadsiarczyn potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Nadtlenek wodoru, roztwór wodny	40%	+	+	
Nadtlenek wodoru, roztwór wodny	30%	+	/	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Nadtlenoboran sodowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Nafta (ropa naftowa, olej skalny)		+	/	
Nafta świetlna		/	/	-
Naftalina (naftalen)		+		
Nawozy mineralne, roztwór wodny	każde	+	+	
Nitrobenzen		+	+	
Nononol		+		
o-nitrotoluen		+	/	
Ocet (ocet winny)	handlowe	+	+	
Octan amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Octan amylu	techn. czysty	/	-	
Octan butylu	techn. czysty	/	-	
Octan butylu		/	-	
Octan celulozy (nitroceluloza)		+		
Octan etylu		+	/	
Octan etylu	techn. czysty	+	+	
Octan metoksybutylu (Butoxyl ®)		+		
Octan metylu	techn. czysty	+	/	
Octan ołowiowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Octan sodu, roztwór wodny	każde	+	+	+
Octan winylu		+	/	
Olbrót		+		
Oleista smoła z węgla kamiennego		+	V	
Olej arachidowy (olej z orzeszków ziemnych)	techn. czysty	+	+	
Olej bawełniany	techn. czysty	+	+	
Olej do silników dwutaktowych		+		
Olej do smarowania	techn. czysty	+		
Olej lniany	techn. czysty	+	+	+
Olej maszynowy		+	/	-
Olej mineralny		+	/	-
Olej napędowy		+	/	
Olej opałowy		+	/	
Olej palmowy (tłuszcz palmowy)		+		
Olej parafinowy (parafina ciekła)		+	/	-
Olej rycynowy		+	+	
Olej silikonowy	techn. czysty	+	+	+
Olej silnikowy typu HD		+	/	
Olej sojowy		+	/	
Olej tementvnowv (tementvna)	techn. czysty	-		

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Olej transformatorowy	techn. czysty	+	/	
Olej wazelinowy	techn. czysty	+	/	-
Olej wrzecionowy		+	-	
Olej z igieł świerkowych		+	+	
Olej z orzecha włoskiego		+		
Oleje roślinne i zwierzęce		+	+do/	
Oleje zwierzęce		+	/	
Olejek kamforowy		-		
Olejek miętowy		+		
Olejek orzechowy		+		
Olejek sosnowy		+	+	
Olejki eteryczne		/	-	
Oleum (kwas siarkowy dymiący)	każde	-		
Oliwa		+	+	+
Ortofosforan amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Ortofosforan trójwapniowy		+	+	
Ozon 50 pphn		+	/	
Parafina-emulsja	handlowe	+	+	
Paraformaldehyd		+		
Pentanol (alkohol amylowy)		+		
Pirydyna		/	/	
Piwo		+	+	
Pięciochlorek antymonu		+	+	
Plastyfikatory poliestrowe		+		
Pochloryn wapniowy, roztwór wodny, (suspensja)	każde	+	+	
Podchloryn sodowy				
z 12,5% aktywnym tlenem		/	/	-
Podsiarczyn, wodorosiarczek, roztwór wodny do 10%		+	+	
Poliglikole		+	+	
Powietrze	techn. czysty	+	+	+
Preparaty witaminowe, suche		+		
Propan, gazowy	techn. czysty	+		
Propanol		+	+	
Pulpa owocowa		+	+	
Płyn hamulcowy		+	+	
Płynne mydło		+	+	
Ropa naftowa		+		
Rozjaśniacz optyczny		+	+	
Roztwór mydła, roztwór wodny	każde	+	+	
Rtęć		+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Sagrotan ®		+	/	
Salicylan metylu		+		I
Sebacynian dwubutylu		+		
Serwatka		+	+	I
Siarczan amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Siarczan cynku, roztwór wodny	każde	+	+	+ ~ ₂
Siarczan dwusodowy		+	+	
Siarczan fenylu		+	+	
Siarczan glinowo-sodowy		+	+	
Siarczan glinu, roztwór wodny	nasycony	+	+	+ ~ ₂
Siarczan glinu, stały		+	+	i
Siarczan magnezu		+		
Siarczan magnezu, roztwór wodny	każde	+	+	
Siarczan miedzi, roztwór wodny	każde	+	+	
Siarczan niklu, roztwór wodny	każde	+	+	
Siarczan żelazawy, roztwór wodny	nasycony	+	+ ~	₂
Siarczan żelazowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Siarczan potasowo-glinowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Siarczan potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	' ₂
Siarczan sodowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Siarczan wapniowy		+	+	
Siarczek amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Siarczek potasowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Siarczek sodowy, roztwór wodny zimny	nasycony	+	+	
Siarczyn potasowy , roztwór wodny	nasycony	+	+	
Siarczyn sodowy, roztwór wodny	40%Io	+	+	+ ~ ₂
Siarka		+	+	+
Siarkowodór, gazowy		+	+	' ₂
Siarkowodór, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Soda kaustyczna, soda żrąca		+	+	
Soda, roztwór wodny	każde	+	+	+ ' ₂
Sok ananasowy		+	+	
Sok cytrynowy		+	+	' ₂
Sok owocowy	każde	+	+	+
Sok owocowy niesfermentowany	każde	+	+	+
Sok pomarańczowy		+	+	
Sok pomidorowy		+	+	
Sok z buraka cukrowego		+	+	+
Soki cytrusowe		+	+	
Solanka	nasycona	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Sole baru, roztwór wodny	każde	+	+	+
Sole bizmutu		+		
Sole chromu, roztwór wodny	każde	+	+	
Sole cynku	każde	+	+	
Sole miedzi, roztwór wodny zimny	nasycony	+	+	
Sole rtęci		+	+	
Sole srebra, roztwór wodny zimny	nasycony	+	+	
Spaliny zaw. CO ₂	każde	+	+	
Spaliny zaw. CO	każde	+	+	
Spaliny zaw. H ₂ SO ₄	każde	+	+	
Spaliny zaw. HCl	każde	+	+	
Spaliny zaw. HCO ₃	każde	+	+	
Spaliny zaw. SO ₂	małe	+	+	
Spirytus winny		+	+	+
Stearynian cynku		+	+	+
Styren		/		
Syrop cukrowy		+	+	+
Syrop skrobiowy		+	+	
Sześciocyjanożelazian potasowy	każde	+		
Sześciocyjanożelazian sodowy (II)		+	+	
Sześciometafosforan sodowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Szkło wodne		+	+	
Szlam anodowy chromowy		+		
Sól gorzka (epsomit), roztwór wodny	każde	+	+	+
Sól gorzka (glauberska), roztwór wodny	każde	+	+	+
Sól kuchenna, roztwór wodny	każde	+	+	
Środek antyadyhezyjny		+	+	
Środek do wiercenia „Hoechst”-		/	/	
Środek mrozoodporny	handlowy	+	+	+
Środek przeciwpieniący		+		
Środki do prania, syntetyczne	użytkowe	+	+	
Środki myjące, do płukania	zwykłe	+	+	
Środki ochrony roślin (pestycydy)	użytkowe	+		
Tanina, roztwór wodny	10°0	+	+	
Tiofen		/		
Tiosiarczan potasowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Tiosiarczan sodowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Tlen		+	+	
Tlenek cynku		+	+	+
Tlenek etylenu	techn. czysty	+		

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Tlenek wapniowy, proszek		+	+	
Toluen	techn. czysty	/	-	
Tran z wątroby ryby		+		
Trójdychlorek antymonu		+	+	
Trójdychlorek fosforu		+		
Trójdychloroetylen	techn. czysty	/	/	
Trójetanolamina		+	+	V
Trójetylenoglikol		+	+	
Trójmetylopropan, roztwór wodny		+	+	
Trójtlenek chromu, bezwodnik chromowy, roztwór wodny	50°70	/V	/V	
Trójtlenek siarki		-		
Tłuszcz kokosowy		+		
Tłuszcz kostny		+	+	
Tłuszcz wołowy		+	+	
Ług ołowiowy z 12,5% aktywnym chlorem		/	/	-
Ług potasowy	50°70	+	+	+
Ług sodowy	każde	+	+	+
Utrwalacz, roztwór wodny	każde	+	+	
Utrwalacz, stały		+	+	
Wapno		+	+	+
Wapno bielące		+	+	
Wazelina	techn. czysta	+	/	
Whisky		+		
Winiak		+		
Wino		+	+	
Wino jabłkowe		+	+	
Wiskoza-roztwór przędzalniczy		+	+	
Witamina C		+		
Węglan amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	+
Węglan cynku		+	+	
Węglan magnezu		+	+	
Węglan potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Węglan sodu, roztwór wodny	każde	+	+	+
Węglan wapniowy		+	+	+
Węglik wapniowy		+	+	
Woda amoniakalna	każde	+	+	
Woda bromowa nasycona zimna		/		
Woda chlorowa	nasycony	/	-	
Woda destylowana		+	+	+

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Woda królewska (HCl+HNO ₃)		-	-	
Woda mineralna		+	+	+
Woda morska (woda z jeziora)		+	+	+
Woda pitna, także chlorowana		+	+	+
Woda wapienna		+	+	
Woda z Javelle		+	do/	/
Woda z Labarraque		+	do/	/
Wodorochromian potasowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Wodorosłarczan potasowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	+
Wodorosiarczan sodowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Wodorosiarczek amonowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Wodorosiarczyn sodowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Wodorotlenek baru, roztwór wodny	każde	+	+	
Wodorotlenek glinu		+	+	
Wodorotlenek magnezu		+	+	
Wodorotlenek potasowy		+	+	
Wodorotlenek potasowy	każde	+		
Wodorotlenek sodowy, roztwór wodny	każde	+	+	
Wodorotlenek sodowy, stały		+	+	
Wodorotlenek wapniowy		+	+	
Wodorowęglan amonowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Wodorowęglan potasowy		+		
Wodorowęglan potasowy, roztwór wodny	nasycony	+	+	
Wodorowęglan sodowy	nasycony	+	+	+
Wodór		+	+	
Wosk pszczeli		+	/do-	
Woski		+	+do/	
Wódka		+	+	
Wywoływacze fotograficzne		+V	+V	
Zacier		+	+	
Zacier sodowy fermentacyjny		+	+	
Zmywacz do paznokci		+	/	
Żelatyna		+	+	
Żelazocyjanek potasu	każde	+	+	
Żywica kumaronowa		+		
Żywice poliestrowe		/		

Legenda:

+ odporne

/ warunkowo odporne

- nieodporne

V możliwość zabarwienia

Odporność PP w temp. 20°C, pęcznienie materiału nie przekracza 3%, utrata wagi nie przekracza 0,5%.

45. Literatura – normy

PN-EN ISO 15874-1:2005	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej. Polipropylen (PP). Część 1. Wymagania ogólne.
PN-EN ISO 15874-2:2005	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej. Polipropylen (PP). Część 2. Rury.
PN-EN ISO 15874-3:2005	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej. Polipropylen (PP). Część 3. Kształtki.
PN-EN ISO 15874-5:2005	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do instalacji wody ciepłej i zimnej. Polipropylen (PP). Część 5. Przydatność systemu do stosowania.
PN-EN 921+AC:1998	Systemy z tworzyw sztucznych. Rury z tworzyw termoplastycznych. Oznaczenie odporności na wewnętrzne ciśnienie w stałej temperaturze.
PN-ENV 12108:2002 (U)	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Zalecenia dotyczące wykonania instalacji ciśnieniowych systemów przewodów rurowych do przesyłania ciepłej i zimnej wody pitnej wewnątrz konstrukcji budowli.
PN-C-89029:1983	Tworzywa sztuczne. Oznaczanie udarności metodą Charpy.
PN-ISO 4440-1:2000	Rury i kształtki z tworzyw termoplastycznych. Oznaczanie masowego wskaźnika szybkości płynięcia. Metoda badania.
PN-C-89218:1993	Rury i kształtki z tworzyw sztucznych. Sprawdzanie wymiarów.
PN-EN 578:1996	Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Rury i kształtki z tworzyw sztucznych. Oznaczanie nieprzezroczystości.
PN-EN 743:1996	Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Rury z tworzyw termoplastycznych. Oznaczanie skurczu wzdłużnego.

Uwagi końcowe

Zawarte uwagi należy traktować jako ogólne, nie zwalniające wykonawcę montażu od stosowania wszelkich przepisów, norm i instrukcji obowiązujących w tym zakresie. Przestrzeganie powyższego będzie warunkiem rozstrzygnięcia wszelkich roszczeń.

Rury z PP-R mogą być wykorzystane do recyklingu (po oczyszczeniu).