

SYSTEM BOR

Polipropylen Typ 3

Wytyczne do projektowania i montażu
Tabele odpornościowe

„Plastbor”
Piaseczno - Chyliczki

SPIS TREŚCI

1. INFORMACJA O SYSTEMIE INSTALACJI „PLASTBOR”	5
1.1 RURY I KSZAŁTKI SYSTEMU „PLASTBOR”	5
1.1.1 ZASTOSOWANIE	5
1.1.2 ROZSZERZALNOŚĆ TERMICZNA RUR	8
1.1.3 ODPORNOŚĆ NA KOROZJĘ	8
1.1.4 WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE	8
1.1.5 GŁADKOŚĆ RUR	8
1.1.6 KUMULACJA ŁADUNKÓW ELEKTRYCZNYCH	8
1.2 TRANSPORT I SKŁADOWANIE	8
1.3 CHARAKTERYSTYKA TWORZYWA	9
1.4 WYMIAROWANIE PRZEWODÓW	9
1.5 ROZSZERZALNOŚĆ LINIOWA RUR PP	20
1.5.1 OBLICZANIE WIELKOŚCI WYDŁUŻEŃ	20
1.6 SIŁY SPRĘŻYSTOŚCI	21
1.7 IZOLACJE TERMICZNE	22
2. ZASADY MONTAŻU INSTALACJI	23
2.1 POŁĄCZENIA ZGRZEWANE	23
2.1.1 POŁĄCZENIA KIELICHOWE	23
2.2 WYDŁUŻENIA TERMICZNE RUR Z POLIPROPYLENU	25
2.2.1 OBLICZANIE DŁUGOŚCI („ODCINKA GIĘTKIEGO”)	26
2.2.2 ZASADY MONTOWANIA PODPÓR STAŁYCH I PRZESUWNYCH	28
2.2.3 PROWADZENIE PRZEWODÓW	30
2.2.4 MONTAŻ PRZEWODÓW W KANAŁACH PIONOWYCH Z ODGAŁĘZIENIAMI NA PIĘTRACH	31
2.2.5 MONTAŻ PRZEWODÓW POD TYNKIEM	32
2.2.6 ZASTOSOWANIE KOMPENSATORÓW	32
2.3 MOCOWANIE RUROCIĄGÓW	33
2.3.1 MONTAŻ ZAWORÓW	33
2.3.2 PODPORY PRZESUWNE – PRZYKŁADY	34
2.3.3 KONSTRUKCJA PODPÓR STAŁYCH - PRZYKŁADY	35
2.3.4 SPOSOBY PRZEJŚĆ PRZEWODÓW PRZEZ ŚCIANY	35
2.4 PRÓBY KOŃCOWE	36
2.4.1 PRÓBA SZCZELNOŚCI	36
2.4.2 URUCHOMIENIE INSTALACJI	37
3. TABELÉ ODPORNOŚCIOWE	37

1. INFORMACJA O SYSTEMIE INSTALACJI „PLASTBOR”

STAŁ OCYNKOWANA, DO NIEDAWNA JEDYNY MATERIAŁ STASOWANY W INSTALACJACH WODY CIEPŁEJ I ZIMNEJ, OKAZAŁA SIĘ BARDZO NIETRWAŁA W STYCZNOŚCI Z AGRESYWNĄ CHEMICZNIE WODĄ.

P.P.H.U. „PLASTBOR” WYCHODZĄC NAPRZECIW TEMU PROBLEMOWI OFERUJE PAŃSTWU RURY I KSZTAŁTKI ODPOWIADAJĄCE WYSOKIM WYMAGANIOM JAKOŚCIOWYM, DUŻEJ TRWAŁOŚCI, BEZPIECZNE DLA ZDROWIA, ESTETYCZNE I ŁATWE W MONTAŻU.

1.1 Rury i kształtki systemu „plastbor”

ELEMENTY SYSTEMU PRODUKOWANE SĄ Z IMPORTOWANEGO SUROWCA. JEST TO POLIPROPYLEN TYP 3 GWARANTOWANEJ JAKOŚCI O STARANNIE DOBRANYCH WŁAŚCIWOŚCIACH. S Y S T E M „ P L A S T B O R ” ODPOWIADA NIEMIECKIM NORMOM DIN 8077, 8078, 16962.

1.1.1 Zastosowanie

DLA INSTALACJI WODY ZIMNEJ O TEMPERATURZE 20°C I CIŚNIENIU ROBOCZYM DO 1,0 MPa (PN10, PN16, PN20);

DLA INSTALACJI WODY CIEPŁEJ O TEMPERATURZE DO 60°C I CIŚNIENIU ROBOCZYM DO 0,6 MPa (PN16, PN20);

DLA INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA O TEMPERATURZE OBLICZENIOWEJ 95°C/ 70°C I CIŚNIENIU ROBOCZYM DO 0,6 MPa (PN20).

Na powyższy zakres temperatur i ciśnień „COBRTI- Instal” wydał stosowne atesty.

Rury „BOR” uzyskały również pozytywną opinię Państwowego Zakładu Higieny stwierdzającą pełną ich przydatność dla instalacji wody pitnej.

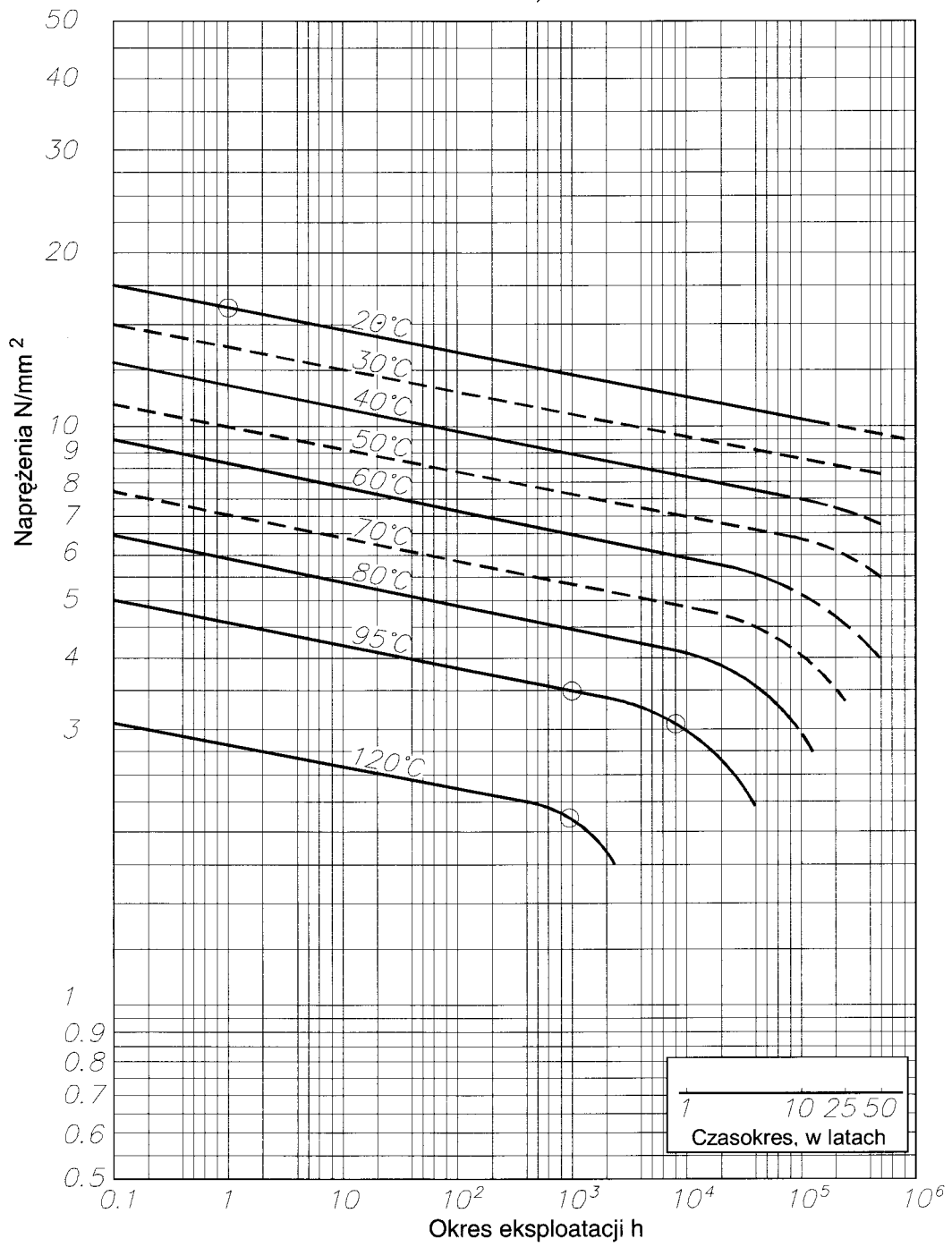
Aktualnie produkowane są rury o następujących średnicach: 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 75 mm.

Wszystkie rury mają długość handlową 4 mb. Podane wyżej średnice odnoszą się do zewnętrznego wymiaru rury, tak więc jeden rodzaj kształtek kielichowych może być łączony metodą zgrzewania ze wszystkimi typoszeregami rur- niezależnie od grubości ich ścianki.

HOSTALEN PPH 5216/34		TYPOSZEREG			
		3 PN 6	4 PN 10	5 PN 16	6 PN 20
Temperatura °C	Żywotność w latach	Odporność na ciśnienie wewnętrzne PB (bar)			
10	1	10.6	17.6	28.2	35.2
	5	9.9	16.5	26.5	33.1
	10	9.7	16.1	25.8	32.3
	25	9.4	15.6	25.0	31.2
	50	9.1	15.2	24.3	30.4
20	1	9.0	14.9	23.9	29.9
	5	8.5	14.1	22.6	28.3
	10	8.2	13.7	22.0	27.5
	25	8.0	13.3	21.3	26.7
	50	7.8	12.9	20.7	25.9
30	1	7.7	12.8	20.5	25.6
	5	7.2	12.0	19.2	24.0
	10	7.0	11.6	18.6	23.2
	25	6.7	11.2	17.9	22.4
	50	6.6	10.9	17.5	21.9
40	1	6.5	10.8	17.3	21.6
	5	6.1	10.1	16.2	20.3
	10	5.9	9.9	15.8	19.7
	25	5.7	9.5	15.2	18.9
	50	5.5	9.2	14.7	18.4
50	1	5.5	9.1	14.6	18.3
	5	5.1	8.5	13.7	17.1
	10	5.0	8.3	13.2	16.5
	25	4.8	8.0	12.8	16.0
	50	4.6	7.7	12.4	15.5
60	1	4.6	7.7	12.4	15.5
	5	4.3	7.2	11.5	14.4
	10	4.2	6.9	11.1	13.9
	25	4.0	6.7	10.7	13.3
	50	3.9	6.5	10.4	12.9
70	1	3.9	6.5	10.5	13.1
	5	3.6	6.0	9.6	12.0
	10	3.5	5.8	9.3	11.6
	25	3.0	4.9	7.9	9.9
	50	2.6	4.3	6.8	8.5
80	1	3.3	5.5	8.8	10.9
	5	2.9	4.8	7.7	9.6
	10	2.4	4.0	6.4	8.0
	25	1.9	3.2	5.1	6.4
95	1	2.3	3.9	6.2	7.7
	5	1.6	1.6	4.1	5.2
	10	1.3	1.3	3.5	4.3

Współczynnik bezpieczeństwa S=1.5

POLIPROPYLEN TYP 3, HOSTALEN PPH-5216



1.1.2. Rozszerzalność termiczna rur

Tworzywa sztuczne, w tym polipropylen, charakteryzują się znacznie wyższymi niż metale współczynnikami rozszerzalności liniowej. Dla polipropylenu współczynnik rozszerzalności liniowej wynosi $\delta=0.15$ mm/(m·K). Przy projektowaniu i wykonywaniu instalacji z rur polipropylenowych należy uwzględnić tę własność rur.

1.1.3. 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 poprzez pomalowanie powłoką ochronną.

1.1.4. Właściwości biologiczne.

Wyroby z polipropylenu są całkowicie obojętne biologicznie.

Rury wykonywane z polipropylenu posiadają dopuszczenie Państwowego Zakładu Higieny do stosowania w instalacjach do przesyłania wody do picia.

1.1.5. Gładkość rur.

Przewody z polipropylenu są bardzo gładkie w porównaniu do zwykłych rur stalowych (współczynnik chropowatości bezwzględnej wynosi około 0.007 mm). Pozwala to na stosowanie większych prędkości przepływu niż w rurach stalowych.

1.1.6. Kumulacja ładunków elektrycznych.

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

1.2 Transport i składowanie.

Rury PP należy składować w pozycji poziomej, na równym płaskim podłożu, aby uniknąć ich wyginania. Składować w stosach, których wysokość nie powinna przekraczać 1.2 m. Pomieszczenie magazynowe powinno zabezpieczać rury PP przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Mogą one być przechowywane w różnych temperaturach, należy jednak pamiętać, że w niskich temperaturach (około 0 °C i poniżej) polipropylen staje się kruchy i należy się z nim obchodzić szczególnie ostrożnie.

1.3 Charakterystyka polipropylenu typ 3

Właściwości	Typ 3
Gęstość /sprawdzona wg DIN 53479/	$\sim 0.90 \text{ g/cm}^3$
Średni termiczny współczynnik rozciągania wałka w zakresie temp. 0°C do 110°C /badane wg DIN 53752/	$\sim 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
Przewodność cieplna /badana wg DIN 52612 cz.1/	$\sim 0.24 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Współczynnik elastyczności /sprawdzony wg DIN 53457/	$\sim 800 \text{ N/mm}^2$
Opór powierzchniowy wg DIN 53482/ VDE 0303 cz.3/	$> 10^{12} \Omega$

1.4. Wymiarowanie przewodów

Dla wstępnego określenia średnicy rur możemy posłużyć się wzorami:

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

gdzie: V = prędkość przepływu w m/s
 d = wewnętrzna średnica rury w mm
 Q_1 = wielkość przepływu w m^3/h
 Q_2 = 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,
- piony 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.

Tablica 1. Normatywny wypływ z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienie przed punktem czerpalnym wg PN-92/B-01706

Rodzaj punktu czerpalnego	Wymagane ciśnienie MPa	Normatywny wypływ wody		
		mieszanej ¹⁾		tylko zimnej lub ciepłej
		q_n zimna, dm ³ /s	q_n ciepła, dm ³ /s	q_n dm ³ /s
Zawór czerpalny: bez perlatora ²⁾ dn 15 ⁴⁾	0,05		0,3
	..... dn 20	0,05		0,5
	..... dn 25	0,05		1,0
z perlatozem	..... dn 10	0,1		0,15
	..... dn 15	0,1		0,15
Głowica natrysku	..... dn 15	0,1	0,1	0,1
Płuczka ciśnieniowa	dn 15	0,12		0,7
	dn 20	0,12		1,0
	dn 25	0,04		1,0
Zawór splukujący do pisuarów	dn 15	0,1		0,3
Zmywarka do naczyń (domowa)	dn 15	0,1		0,15
Pralka automatyczna (domowa)	dn 15	0,1		0,25
Baterie czerpalne:				
dla natrysków	dn 15	0,1	0,15	0,15
dla wanien	dn 15	0,1	0,15	0,15
dla zlewozmywaków	dn 15	0,1	0,07	0,07
dla umywalek	dn 15	0,1	0,07	0,07
dla wanien do siedzenia	dn 15	0,1	0,07	0,07
Bateria czerpalna z mieszalnikiem	dn 20	0,1	0,3	0,3
Płuczka zbiornikowa	dn 15	0,05		0,13
Warnik elektryczny ³⁾	dn 15	0,1		0,1

¹⁾ woda zimna $t_z = 15^\circ\text{C}$, ciepła $t_c = 55^\circ\text{C}$
²⁾ jeżeli zawór z węzłem $L \leq 10$ m, to ciśnienie 0,15 MPa
³⁾ przy całkowicie otwartej śrubie dławiącej
⁴⁾ dn - średnica punktu czerpalnego, mm

Wartość współczynnika strat miejscowych

Nr	Opór miejscowy	Symbol graficzny	współczynnik oporu
1	złączka		0.25
2	redukcja o 2 średnice		0.55
2a	redukcja o 3 średnice		0.85
3	kolano 90°		2.0
4	kolano 45°		0.6
5	trójnik odpływ		1.8
5a	trójnik odpływ zredukowany		3.6
6	trójnik dopływ		1.3
6a	trójnik dopływ zredukowany		2.6
7	trójnik dopływ obustronny		4.2
7a	trójnik dopływ obustronny zredukowany		9.0
8	trójnik odpływ obustronny		2.2
8a	trójnik odpływ obustronny zredukowany		5.0
9	trójnik z przejściem		0.8
10	złączka z gwintem bez elementu współpracującego		0.4
11	złączka z gwintem z redukcją bez elementu współpracującego		0.85
12	kolano przejściowe bez elementu współpracującego z gwintem zewnętrznym		2.2
13	kolano przejściowe z gwintem zewnętrznym zredukowane		3.5

Tabl. Straty ciśnienia oporów miejscowych Z dla współczynnika $\zeta=1$, przy temperaturze 10°C , $\rho=999.7\text{kg/m}^3$, w zależności od prędkości przepływu V ($Z=5V\dots$) (hPa)

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

Spadek ciśnienia w przewodach									
	DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
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	7.6	2.3		
	W	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1		
0.06	R	821.4	288.3	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	0.2	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	
0.18	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	
0.20	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	
0.30	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	
0.40	R		7398.0	2365.9	685.1	251.7	79.5	30.7	12.6
	W		2.9	1.8	1.1	0.7	0.4	0.3	0.2
0.50	R		10836.4	3456.7	1001.1	367.8	116.4	44.3	18.7
	W		3.7	2.3	1.4	0.9	0.6	0.4	0.2
0.60	R		14802.3	4712.0	1364.9	501.4	158.9	59.9	23.9
	W		4.4	2.8	1.7	1.1	0.7	0.4	0.3
0.70	R		19268.3	6123.0	1773.8	651.7	206.9	77.3	29.9
	W		5.1	3.2	2.0	1.3	0.9	0.5	0.3
0.80	R			7682.5	2225.9	817.7	259.9	96.3	38.6
	W			3.7	2.3	1.4	0.9	0.6	0.4
0.90	R			9384.6	2719.3	999.0	317.9	117.0	48.2
	W			4.2	2.5	1.6	1.0	0.6	0.4
1.00	R			11224.5	3252.8	1195.0	380.6	139.2	59.3
	W			4.2	2.8	1.8	1.2	0.7	0.5
1.20	R			15300.6	4434.7	1629.1	519.7	188.1	70.2
	W			5.5	3.4	2.2	1.4	0.9	0.6
1.40	R			19882.0	5763.3	2117.2	676.4	242.6	88.2
	W			6.5	4.0	2.5	1.6	1.0	0.7
1.60	R				7232.1	2656.7	849.8	302.5	112.4
	W				4.5	2.9	1.8	1.2	0.8
1.80	R				8835.3	3245.6	1039.3	367.4	138.8
	W				5.1	3.2	2.1	1.3	0.9

	DN	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,4	63x10,5	75x12,5
2.00	R				10568.5	3882.2	1244.4	437.2	185.8
	W				5.7	3.6	2.3	1.4	1.0
2.20	R				12427.4	4565.0	1464.6	511.7	192.8
	W				6.2	4.0	2.5	1.6	1.0
2.40	R				14408.6	5292.7	1699.5	590.7	224.6
	W				6.8	4.3	2.8	1.7	1.1
2.60	R				16508.9	6064.2	1948.6	674.2	268.1
	W				7.4	4.7	3.0	1.9	1.2
2.80	R				18725.5	6878.3	2211.8	761.9	300.4
	W				7.9	5.0	3.2	2.0	1.3
3.00	R					7734.2	2488.6	853.9	342.9
	W					5.4	3.5	2.2	1.4
3.20	R					8631.0	2778.8	949.9	389.5
	W					5.8	3.7	2.3	1.5
3.40	R					9568.0	3082.2	1049.9	422.6
	W					6.1	3.9	2.5	1.6
3.60	R					10544.3	3398.5	1153.7	476.2
	W					6.5	4.2	2.6	1.7
3.80	R					11959.4	3727.6	1261.5	514.4
	W					6.8	4.4	2.7	1.8
4.00	R					12612.5	4069.1	1372.9	536.1
	W					7.2	4.6	2.9	1.9
4.20	R					13703.2	4423.0	1488.1	566.4
	W					7.6	4.9	3.0	2.0
4.40	R					14830.8	4789.1	1606.9	609.1
	W					7.9	5.1	3.2	2.2
4.60	R					15994.9	5167.1	1729.3	654.8
	W					8.3	5.3	3.3	2.3
4.80	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
5.20	R					19701.3	6371.7	2117.2	815.7
	W					9.4	6.0	3.8	2.6
5.40	R						6796.3	2253.3	846.5
	W						6.2	3.9	2.7
5.60	R						7232.2	2392.7	904.3
	W						6.5	4.0	2.7
5.80	R						7679.2	2535.5	950.8
	W						6.7	4.2	2.8
6.00	R						8137.3	2681.4	1030.0
	W						6.9	4.3	2.9
6.20	R						8606.4	2830.6	1115.4
	W						7.2	4.5	3.0
6.40	R						9086.4	2982.9	1210.2
	W						7.4	4.6	3.1
6.60	R						9577.1	3138.3	1299.8
	W						7.6	4.8	3.2
6.80	R						10078.4	3296.9	1365.7
	W						7.9	4.9	3.3
7.00	R						10950.4	3458.5	1428.2
	W						8.1	5.1	3.4
7.50	R						11915.8	3875.7	1525.0
	W						8.7	5.4	3.6
8.00	R						13305.5	4311.5	1760.8
	W						9.2	5.8	3.8
9.00	R						16272.9	5236.9	2020.0
	W						10.4	6.5	4.0
10.00	R						19483.8	6231.9	2480.0
	W						11.6	7.2	4.3

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wody (20°)										
	DN	16×2,7	20×3,4	25×4,2	32×5,4	40×6,7	50×8,4	63×10,5	75×12,5	
Spadek R	Pa/m	Q - wyjściowa moc cieplna w kW (róż. temp. 20 K)					W - woda- prędkość w m/s			
0.5	Q				0.478	0.862	1.726	2.767	3.805	
	W				0.016	0.019	0.024	0.024	0.030	
1.0	Q			0.346	0.719	1.296	2.589	4.211	7.326	
	W			0.019	0.024	0.028	0.036	0.036	0.040	
2.0	Q			0.439	0.913	1.645	3.282	5.383	8.507	
	W			0.024	0.031	0.035	0.045	0.046	0.050	
3.0	Q			0.520	1.091	1.948	3.884	6.407	10.152	
	W			0.029	0.037	0.042	0.054	0.055	0.067	
4.0	Q		0.348	0.661	1.372	2.473	4.923	8.191	11.852	
	W		0.030	0.036	0.046	0.053	0.068	0.071	0.082	
6.0	Q		0.412	0.783	1.625	2.929	5.826	9.750	13.425	
	W		0.036	0.043	0.055	0.063	0.080	0.084	0.091	
7.0	Q		0.469	0.892	1.853	3.340	6.638	11.161	15.940	
	W		0.041	0.049	0.063	0.072	0.092	0.096	0.105	
8.0	Q	0.369	0.618	1.177	2.444	4.403	8.739	14.837	19.512	
	W	0.050	0.054	0.065	0.083	0.095	0.121	0.128	0.133	
9.0	Q	0.394	0.662	1.261	2.619	4.719	9.363	15.935	21.312	
	W	0.053	0.058	0.070	0.089	0.101	0.129	0.137	0.142	
10.0	Q	0.418	0.704	1.342	2.787	5.021	9.958	16.985	27.325	
	W	0.057	0.061	0.074	0.094	0.108	0.137	0.146	0.168	
15.0	Q	0.525	0.892	1.704	3.537	6.374	12.624	21.713	34.235	
	W	0.071	0.078	0.094	0.120	0.137	0.174	0.187	0.212	
20.0	Q	0.618	1.056	2.018	4.189	7.549	14.938	25.847	47.286	
	W	0.084	0.092	0.111	0.142	0.162	0.206	0.223	0.244	
30.0	Q	0.777	1.338	2.562	5.318	9.582	18.938	33.042	50.812	
	W	0.105	0.117	0.141	0.180	0.206	0.261	0.285	0.317	
40.0	Q	0.914	1.583	3.034	6.298	11.349	22.409	39.332	61.840	
	W	0.124	0.138	0.167	0.213	0.244	0.309	0.339	0.374	
50.0	Q	1.036	1.804	3.460	7.181	12.941	25.534	45.024	69.992	
	W	0.140	0.157	0.191	0.243	0.278	0.352	0.388	0.422	
60.0	Q	1.148	2.007	3.852	7.994	14.406	28.408	50.281	78.235	
	W	0.155	0.175	0.213	0.271	0.310	0.392	0.433	0.475	
80.0	Q	1.351	2.374	4.563	9.468	17.063	33.616	59.853	89.512	
	W	0.183	0.207	0.252	0.320	0.367	0.464	0.516	0.556	
100	Q	1.532	2.705	5.203	10.797	19.456	38.304	68.515	102.358	
	W	0.207	0.236	0.287	0.365	0.418	0.529	0.591	0.633	
120	Q	1.698	3.009	5.792	12.019	21.659	42.615	76.515	116.850	
	W	0.230	0.263	0.320	0.407	0.466	0.588	0.660	0.715	
160	Q	1.997	3.561	6.861	14.235	25.653	50.427	91.081	139.512	
	W	0.270	0.311	0.379	0.482	0.551	0.696	0.785	0.847	
200	Q	2.264	4.057	7.824	16.232	29.251	57.459	104.262	156.800	
	W	0.306	0.354	0.432	0.549	0.629	0.793	0.899	0.851	
250	Q	2.568	4.622	8.922	18.508	33.355	65.472	119.351	176.580	
	W	0.348	0.403	0.492	0.626	0.717	0.903	1.029	1.095	
300	Q	2.852	5.152	9.952	20.644	37.204	72.984	133.556	195.260	
	W	0.386	0.450	0.549	0.699	0.800	1.007	1.151	1.224	
400	Q	3.348	6.084	11.765	24.402	43.978	86.194	158.660	222.660	
	W	0.453	0.531	0.649	0.826	0.945	1.189	1.368	1.449	
500	Q	3.797	6.931	13.416	27.825	50.147	98.215	181.622	262.490	
	W	0.514	0.605	0.740	0.942	1.078	1.355	1.566	1.655	

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wody (20°)									
	DN	16×2,7	20×3,4	25×4,2	32×5,4	40×6,7	50×8,4	63×10,5	75×12,5
Prędkość w 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	748.1	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	171.2	272.7	444.8	700.2	1098.8	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	1061.6	1600.5	2493.2	3990.1	6423.2
	R	1096.0	806.4	570.3	379.0	301.2	23.1	165.0	122.4
0.90	W	285.9	443.4	701.2	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	261.5
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	14364.2
	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	16×2,7	20×3,4	25×4,2	32×5,4	40×6,7	50×8,4	63×10,5	75×12,5
2.20	W	698.9	1083.8	1714.1	2795.7	4401.3	6656.3	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	6873.7	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	9349.5	14962.8	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	R	1270.8	1970.6	3116.5	5083.0	8002.3	12466.0	19950.4	31920.0
	W	19018.6	12651.9	8785.0	5847.3	4645.9	3180.1	2351.8	1523.5
4.50	R	1429.6	15475.9	10731.4	5718.4	9002.6	14024.3	22444.2	36135.2
	W	23435.7	15475.9	10731.4	7143.5	5675.8	3889.3	2856.6	1823.9
5.00	R	1588.5	2463.3	3895.6	6353.8	10002.9	15582.6	24938.0	40150.9
	W	28249.6	18532.2	12835.3	8544.8	6789.1	4656.8	3399.3	2141.8

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wody (80°)									
	DN	16×2,7	20×3,4	25×4,2	32×5,4	40×6,7	50×8,4	63×10,5	75×12,5
Spadek R	Pa/m	Q - wyjściowa moc cieplna w kW (róż. temp. 20 K)				W - woda- prędkość w m/s			
0.5	Q				0.465	0.838	1.677	2.986	5.721
	W				0.016	0.018	0.023	0.023	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	3.0190	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	9.745	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	6.246	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	0.053	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
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	13.83	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	15.744	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	0.967	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

Spadek ciśnienia w instalacji ciepłej wody (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	1454.1	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	15.4	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	985.3	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	1515.3	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	3677.8	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	669.5	4438.6	3526.7	2410.4	1799.5	1110.3
4.00	R	1234.9	1915.0	3028.6	4939.7	777.6	12114.5	1987.8	31210.5
	W	18078.0	12047.8	8368.2	5569.7	4425.4	3028.4	2243.3	1416.0
4.50	R	1389.3	2154.4	3407.2	5557.2	8748.7	13628.8	21811.2	35489.2
	W	22276.7	14736.9	10222.3	6804.5	5406.4	3703.8	2724.8	1691.1
5.00	R	1543.7	2393.8	3785.8	6174.6	9720.8	15143.1	24234.7	39447.0
	W	26852.5	17647.2	12226.4	8139.2	6466.9	4434.6	3242.5	1992.5

1.5. Rozszerzalność liniowa rur PP.

Rozszerzalność liniowa PP jest znacznie większa niż stali czy miedzi.

Współczynniki rozszerzalności wynoszą:

- 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 więc do czynienia ze stosunkowo dużymi wydłużeniami przewodów. Zjawisko to przeważnie nie występuje w instalacjach tradycyjnych. Problem rozszerzalności należy rozwiązać już na etapie projektowania poprzez wyznaczenie niezbędnych kompensacji.

1.5.1. Obliczanie wielkości wydłużeń.

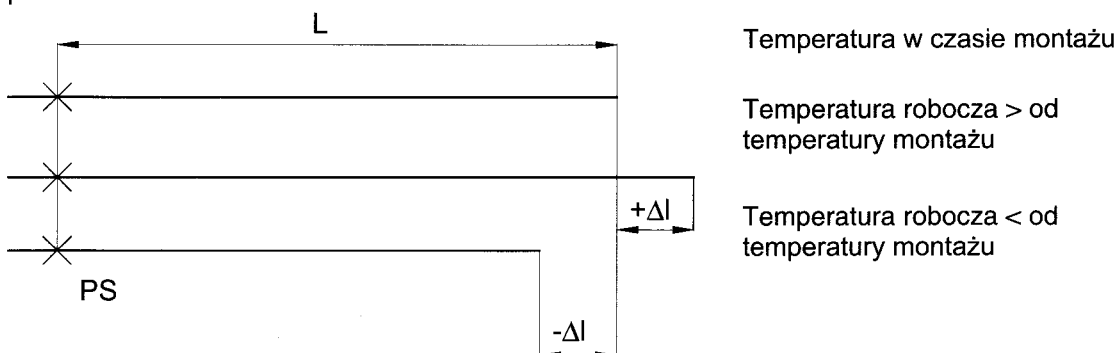
Wielkość wydłużenia określa się wg wzoru:

$$l = L \cdot \Delta t \cdot \delta$$

- l - wielkość wydłużenia (mm)
- L - długość przewodu (m)
- Δt - różnica pomiędzy temperaturą w czasie montażu i temperaturą pracy (K)
- δ - współczynnik rozszerzalności (mm/m·K)

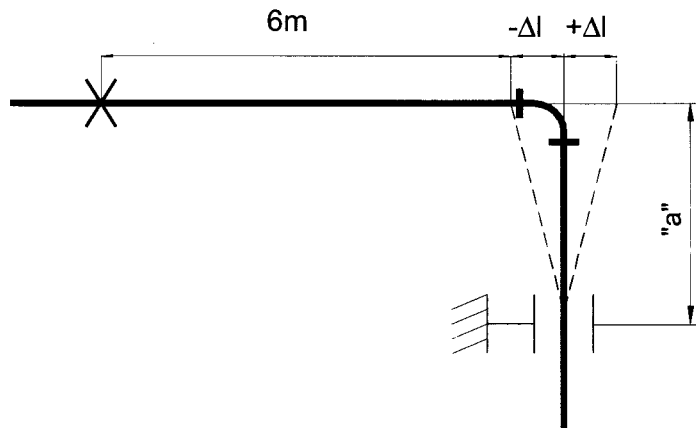
δ - liniowy współczynnik rozszerzalności (dla PP przyjmujemy wartość $\delta = 0.15$ [mm/m·K])

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.



Przykład

L- długość rurociągu od punktu stałego do załamania	- 6m
tm- temperatura montażu	- 25°C
tr ₁ - temperatura robocza maksymalna	- 65°C
tr ₂ - temperatura robocza minimalna	- 10°C



Wydłużenie odcinka

$$+\Delta L=L\cdot\Delta T_1\cdot\delta=6\cdot40\cdot0.15=36\text{ mm}$$

Skrócenie odcinka

$$-\Delta L=L\cdot\Delta T_2\cdot\delta=6\cdot15\cdot0.15=13.5\text{ mm}$$

Różnice temperatur

$$\Delta T_1=tr_1\cdot tm=40^\circ\text{C}; \Delta T_2=tr_2\cdot tm=15^\circ\text{C}$$

Wydłużenia liniowe powinny być kompensowane przez odpowiednie prowadzenie przewodów lub przez stosowanie kompensatorów. Zostało to szerzej omówione w rozdziale 2.2. niniejszego opracowania.

1.6 Siły sprężystości

Siły sprężystości, powstające w rurach w wyniku ich wydłużenia, można określić wg wzoru:

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

F - siła sprężystości (N)

E - moduł sprężystości (N/m²)

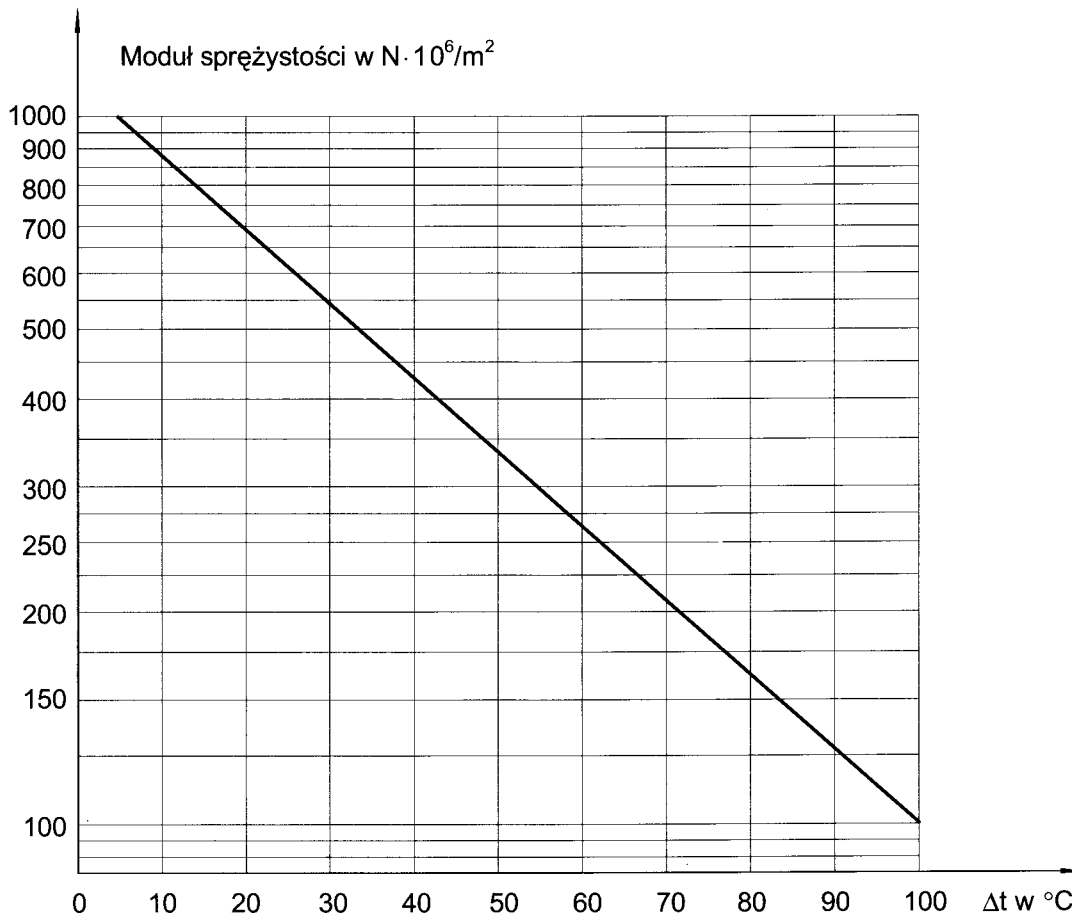
A - przekrój rury (m²)

Wartość A obliczamy ze wzoru $\pi/4\cdot(D^2-d^2)$

gdzie: d średnica wewnętrzna rury (m)

D średnica zewnętrzna rury (m)

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



Wykres: Zmiana modułu sprężystości w zależności od temperatury.

W porównaniu z metalami, polipropylen posiada bardzo niski moduł sprężystości. Ma to istotny wpływ na rodzaj stosowanych kompensatorów. Rodzaje kompensacji zostały omówione w dalszej części niniejszego opracowania.

1.7 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 przenikania ciepła (ok. 0.22 W/m·K) niż stal czy inne metale. Wynikać stąd mogą oszczędności na grubości izolacji, bądź też całkowite jej pominięcie.

2. ZASADY MONTAŻU INSTALACJI

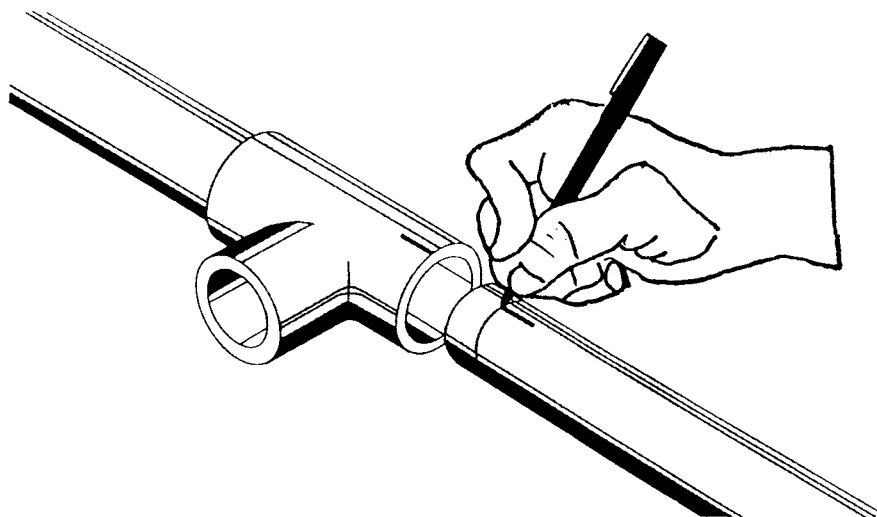
2.1. Połączenia zgrzewane

2.1.1. Połączenia kielichowe

POŁĄCZENIA TAKIE POLEGAJĄ NA JEDNOCZESNYM PODGRZANIU KOŃCÓWEK PRZEWODÓW (RURY, KSZTAŁTKI) - DOPROWADZENIU ICH DO WYMAGANEGO STOPNIA PLASTYCZNOŚCI, A NASTĘPNIE WCIŚNIĘCIU KOŃCA RURY DO KIELICHA KSZTAŁTKI. PO WYCHŁODZENIU ZŁĄCZA OTRZYMUJEMY JEDNORODNE POŁĄCZENIE BEZ UŻYCIA JAKICHKOLWIEK DODATKOWYCH MATERIAŁÓW. PRZY PRAWIDŁOWO WYKONANYM ZŁĄCZU, WIDOCZNY JEST NADMIAR TWORZYWA NA OBWODZIE ZGRZEWU.

Przygotowanie do połączeń zgrzewanych.

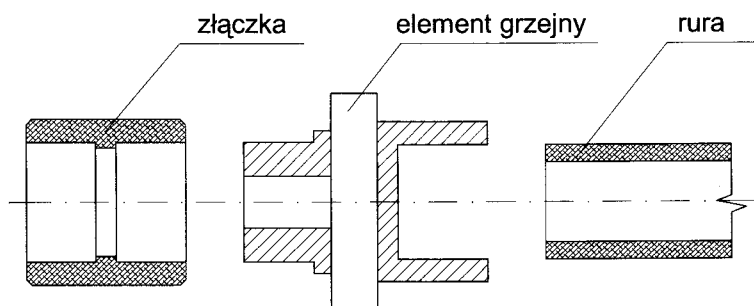
- ustawić temperaturę zgrzewarki na 260 °C;
- obciąć rurę na odpowiednią długość- uwzględniając część osadzoną w kielichu kształtki;
- zaznaczyć wymaganą pozycję i głębokość osadzenia rury w kształtce.



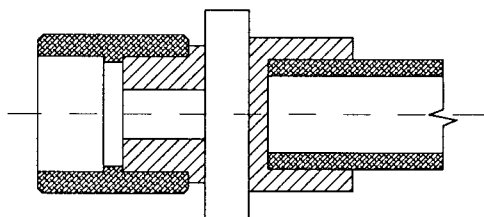
Rys. Zaznaczenie wzajemnego usytuowania rury i kształtki przed zgrzewaniem.

Sposób zgrzewania kielichowego.

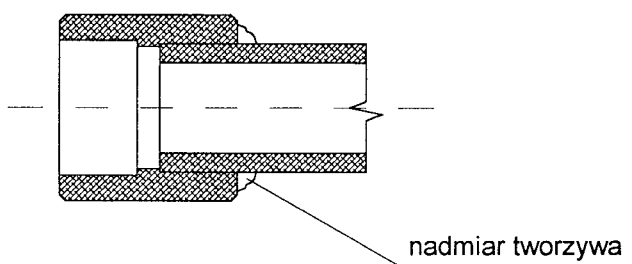
I. Elementy przed przystąpieniem do zgrzewania.



II. Nagrzewanie elementów.



III. Gotowe połączenie.



Wykonane złącze pozostawić nieruchomo do ostygnięcia i uzyskania żądanej trwałości. Stygnięcie powinno przebiegać w warunkach naturalnych bez użycia wentylatorów, dmuchaw itp. W zależności od średnicy przewodu czas przeprowadzania poszczególnych operacji jest różny. Podaje to tabela:

Tabela wymaganych czasów dla poszczególnych operacji - połączeń zgrzewanych.

średnica rury [mm]	czas nagrzewania [s]	czas zespolenia [s]	czas stygnięcia [min]
16	5	4	2
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	10	8

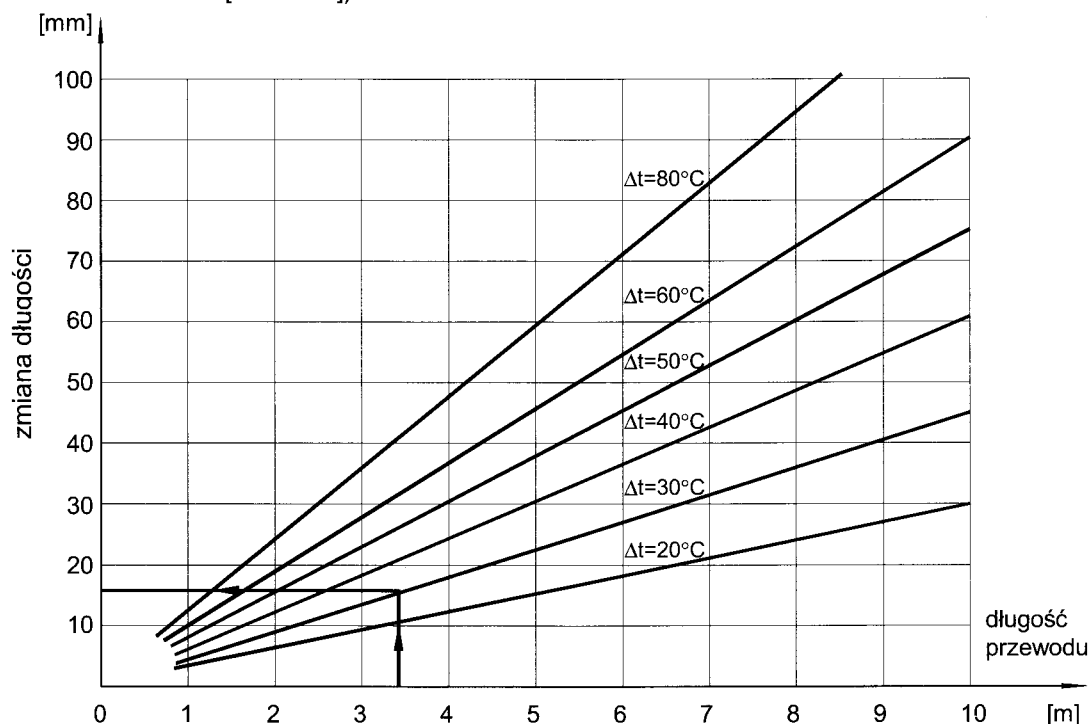
2.2. Wydłużenie termiczne rur z polipropylenu

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

Tabela. Zmiany długości przewodów w zależności od różnicy temperatur (dla rur z PP $\delta=0.15$ [mm/m°C])

Dł. rury [m]	zmiany długości [mm]							
	$\Delta t=10^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=20^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=30^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=40^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=50^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=70^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=80^{\circ}\text{C}$
1	1.5	3.0	4.5	6.0	7.50	9.0	10.5	12.0
2	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0
3	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0
4	6.0	12.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0
5	7.5	15.0	22.5	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0
6	9.0	18.0	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0
7	10.5	21.0	31.5	42.0	52.5	63.0	73.5	84.0
8	12.0	24.0	36.0	48.0	60.0	72.0	84.0	96.0
9	13.5	27.0	40.5	54.0	67.5	81.0	94.5	108.0
10	15.0	30.0	45.0	60.0	75.0	90.0	105.0	120.0

Wykres. Zmiany długości przewodów w zależności od różnicy temperatur (dla rur z PP $\delta=0.15$ [mm/m°C])

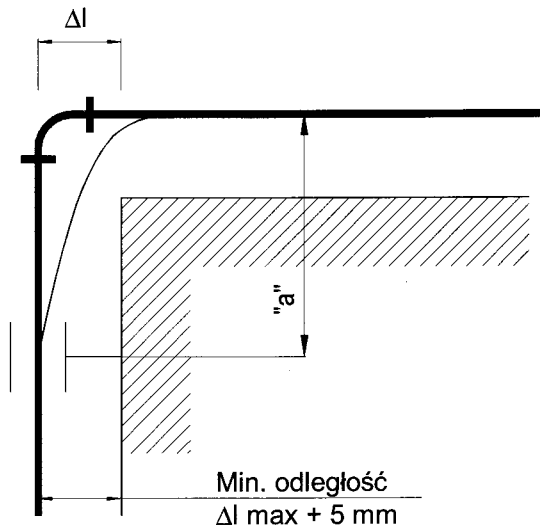


Wydłużenia liniowe przewodów mogą być przejęte przez tzw. „odcinki giętkie”, albo przez kompensatory.

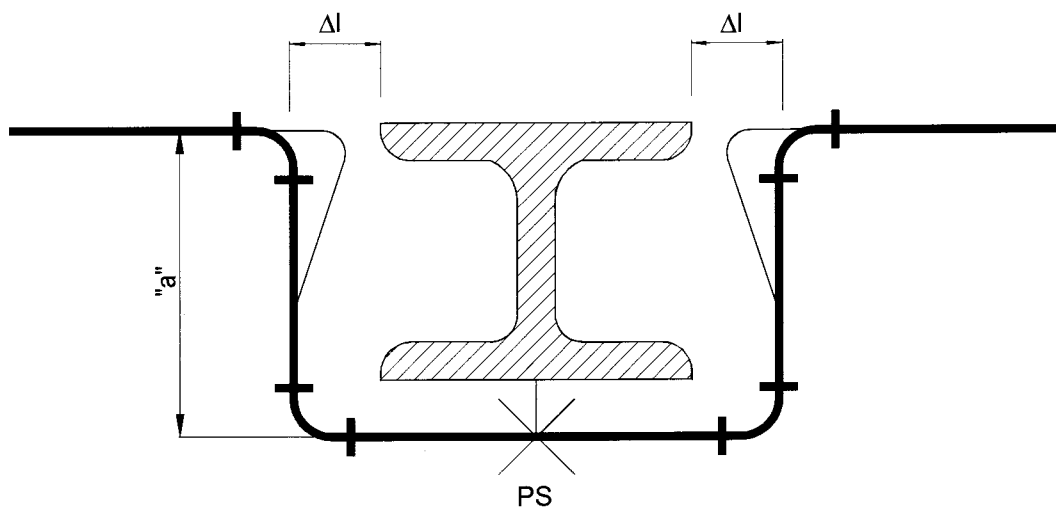
Duża elastyczność przewodów polipropylenowych pozwala na przejmowanie wydłużeń liniowych przez tzw. „odcinki giętkie”. Spełniają one rolę samokompensacji. Jest to najekonomiczniejszy sposób kompensacji wydłużeń rurociągów. Długość „odcinka giętkiego” zależy od wartości **wydłużenia termicznego** i średnicy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

Przykłady kompensacji.

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



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



Możliwość kompensacji wzrasta, gdy rurociąg posiada naturalne załamania. Przemieszczanie „odcinków giętkich” nie może być ograniczone przez zablokowanie obejmami, wypukłością ścian, belkowaniem itp.

2.2.1. Obliczanie długości „odcinka giętkiego”

Obliczenia długości „odcinka giętkiego” dokonuje się wg wzoru:

$$a = 30\sqrt{d \cdot \Delta l}$$

a- długość „odcinka giętkiego” w mm

d- średnica przewodu w mm

Δl- maksymalne wydłużenie odcinka przewodu w mm.

Przykład liczbowy:

Określić długość „odcinka giętkiego” dla wydłużenia przewodu obliczonego w rozdz. 1.5.1:

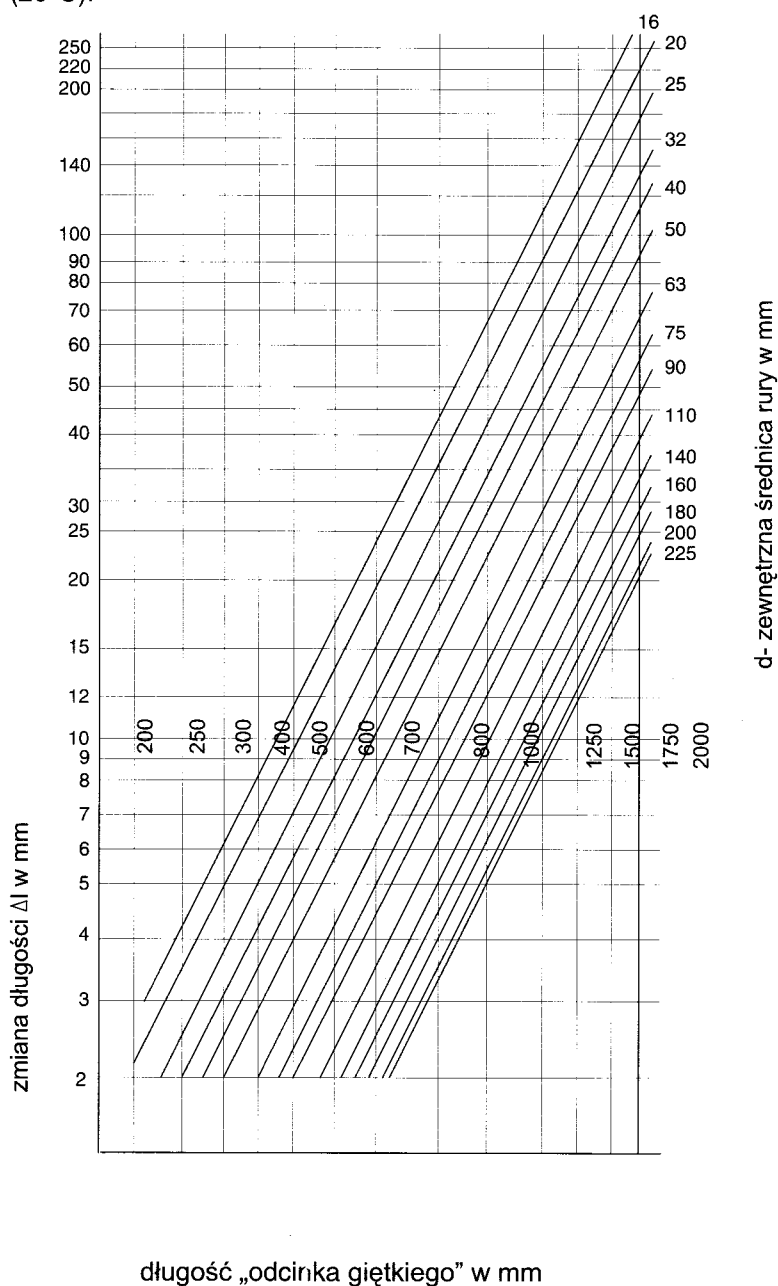
- średnica przewodu - w naszym przykładzie $d=50$ mm,
- wyliczona wcześniej wielkość wydłużenia przewodu $d=36$ mm.

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy:

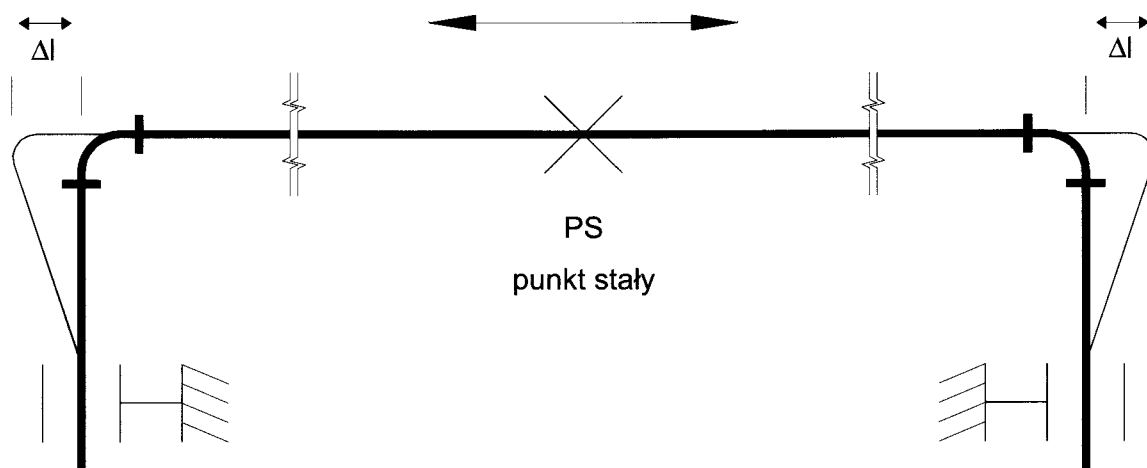
$$a = 30\sqrt{50 \cdot 36} = 1273 \text{ mm}$$

Długość „odcinka giętkiego” w tym przypadku wynosi 1273 mm.

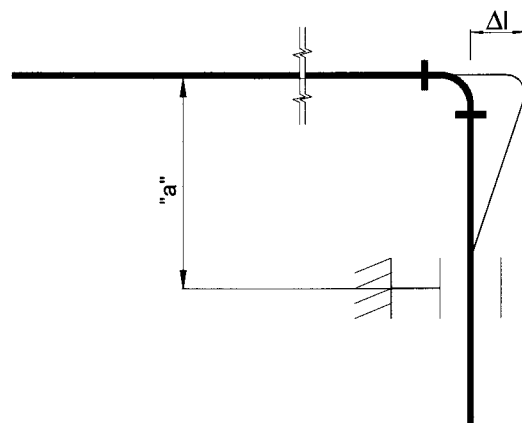
Wykres do wyznaczania „odcinka giętkiego” w zależności od zmiany długości L dla rur PP (20°C).



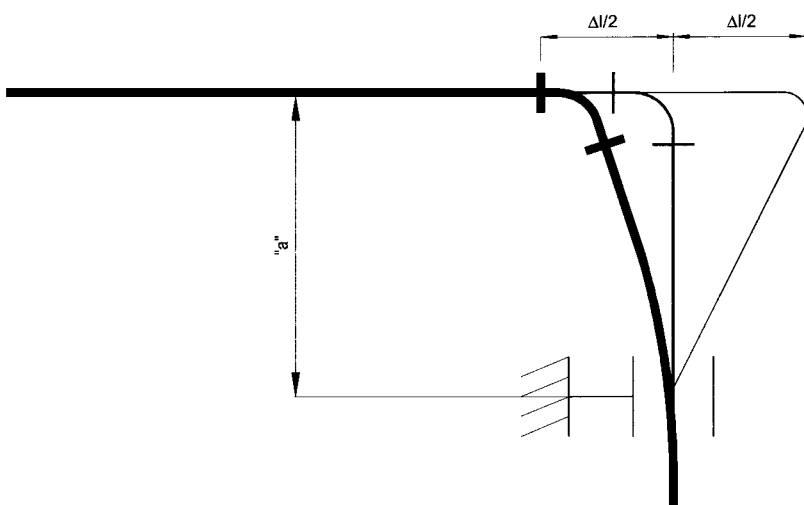
2.2.2. Zasady montowania podpór stałych i przesuwnych



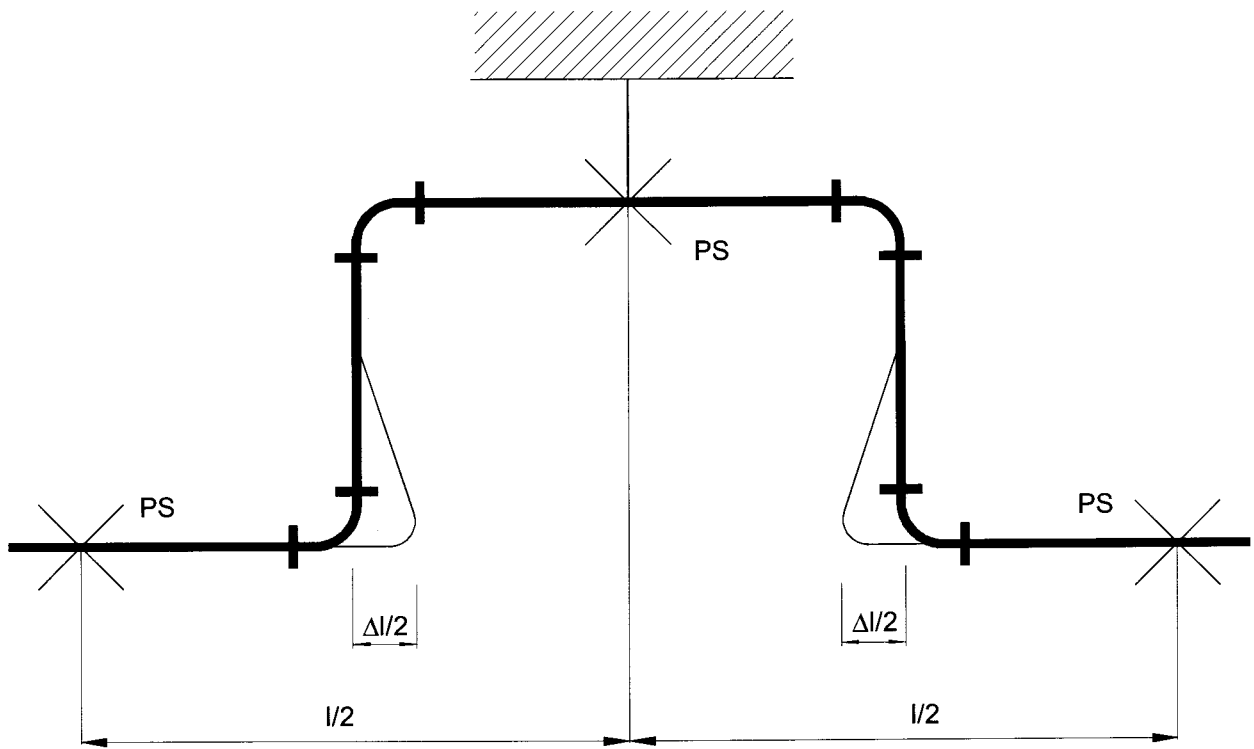
Rys. Centralne usytuowanie punktu stałego. Wielkość wydłużenia po obu stronach punktu stałego jest taka sama.



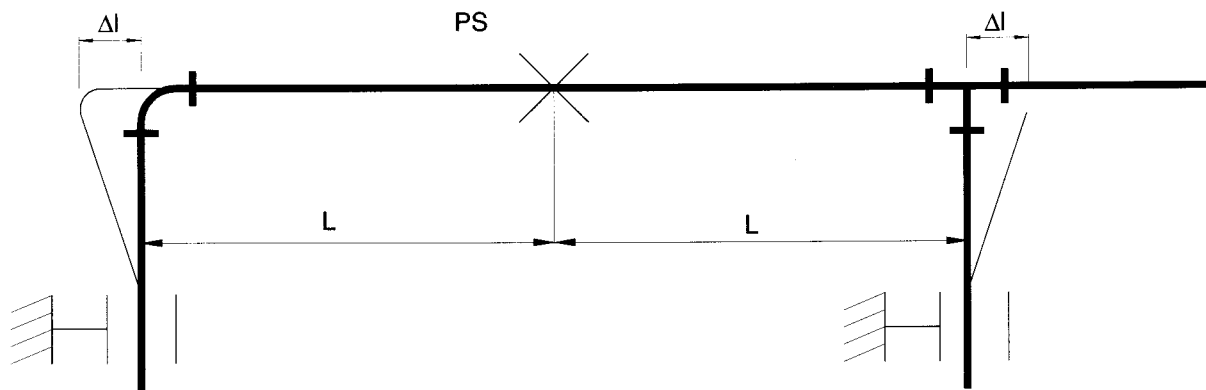
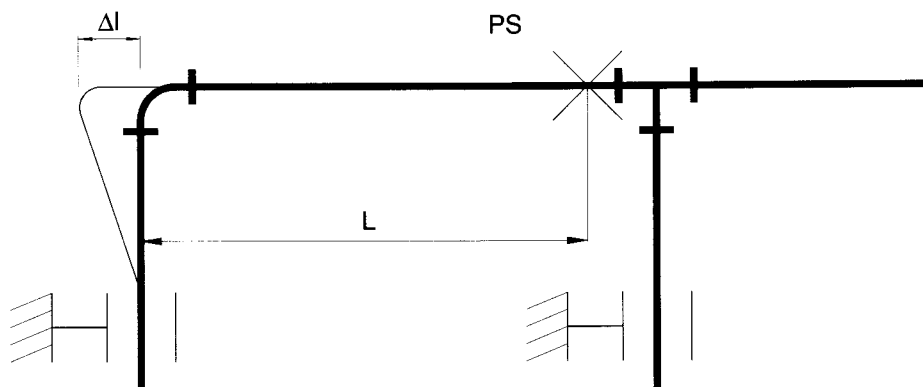
Rys. Usytuowanie podpory przesuwniej wyznacza długość „odcinka giętkiego” - „a”



Stosując w czasie montażu naciąg wstępny można odpowiednio skrócić „odcinek giętki”.



Na środku kompensatora należy wyznaczyć punkt stały.

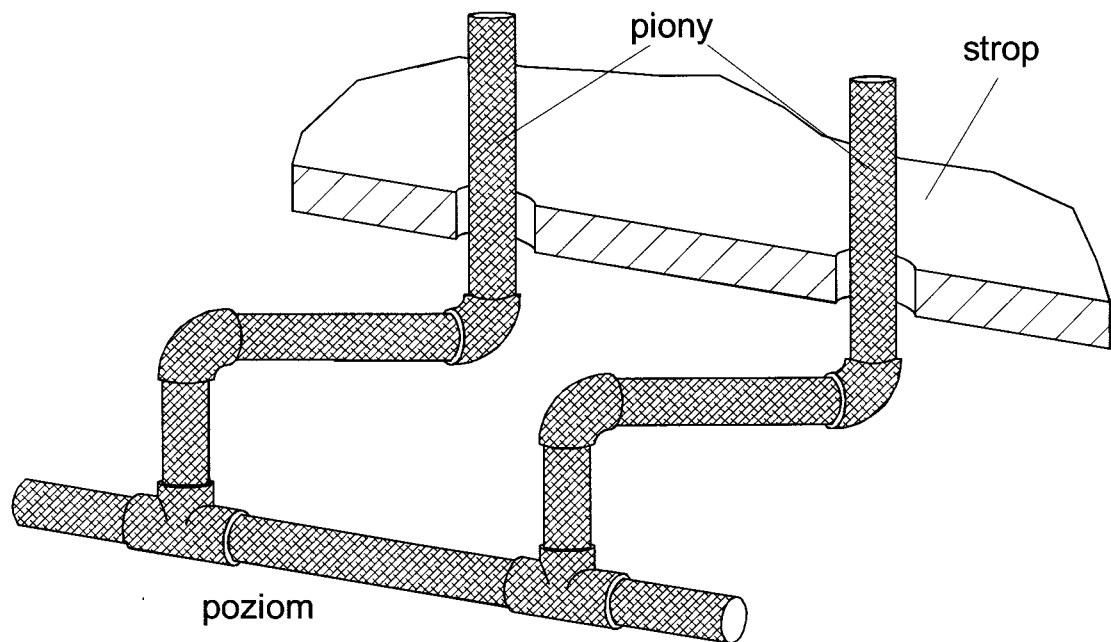


Rys. Różne przykłady usytuowania punktu stałego przy rozgałęzionym systemie instalacji.

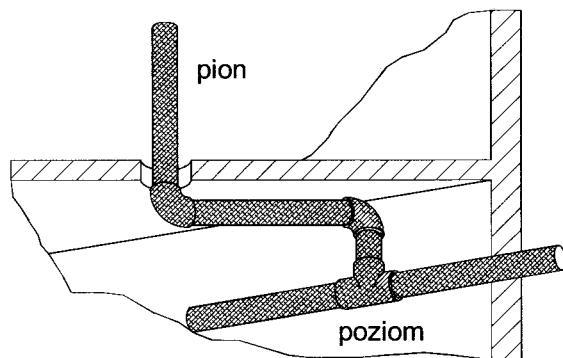
2.2.3. Prowadzenie przewodów.

Proponowane poniżej sposoby prowadzenia przewodów umożliwiają naturalną kompensację wydłużeń.

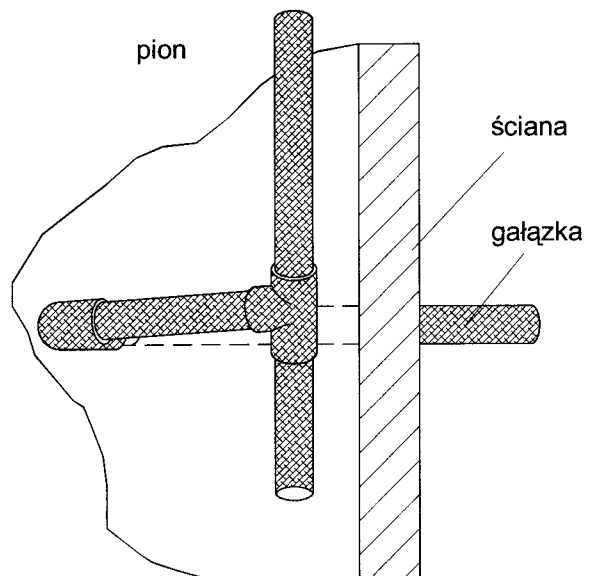
a)



b)

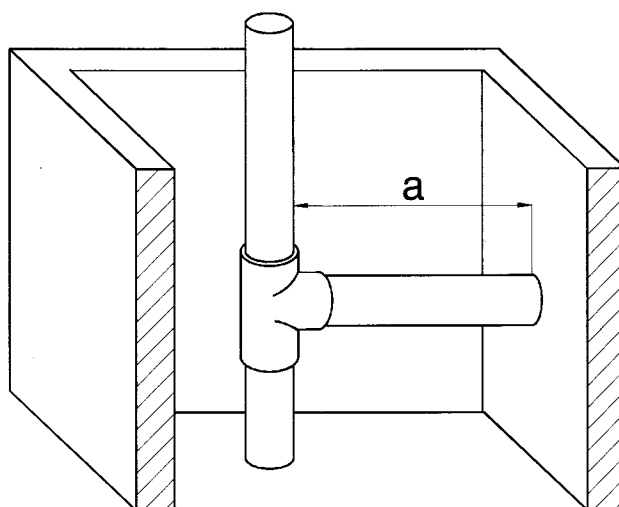


c)

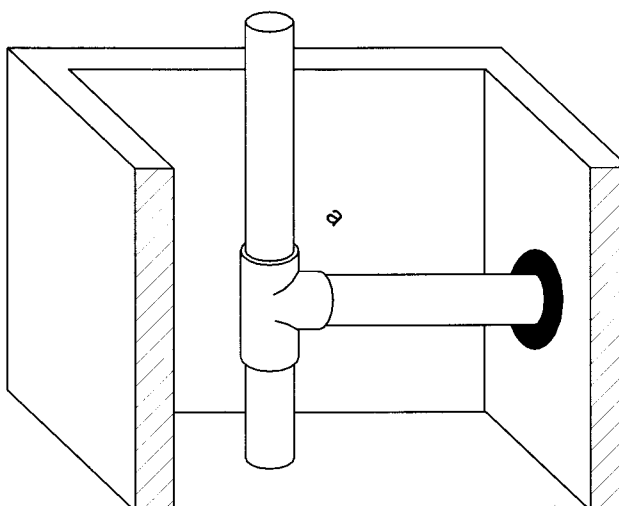


Przy takim montowaniu instalacji tworzą się tzw. „zawiasy”, powodujące lepszą kompensację wydłużeń.

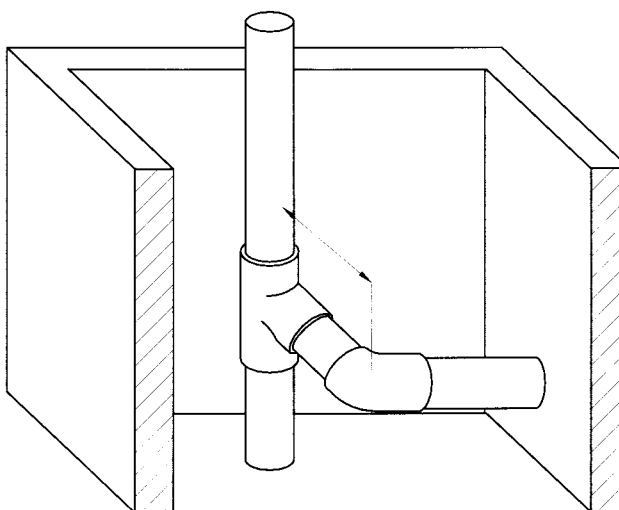
2.2.4. Montaż przewodów w kanałach pionowych z odgańzzeniami na piętrach.



Odległość „a” pozwala na sprężyste wygięcie przewodu poziomego przy wydłużeniu przewodu pionowego.



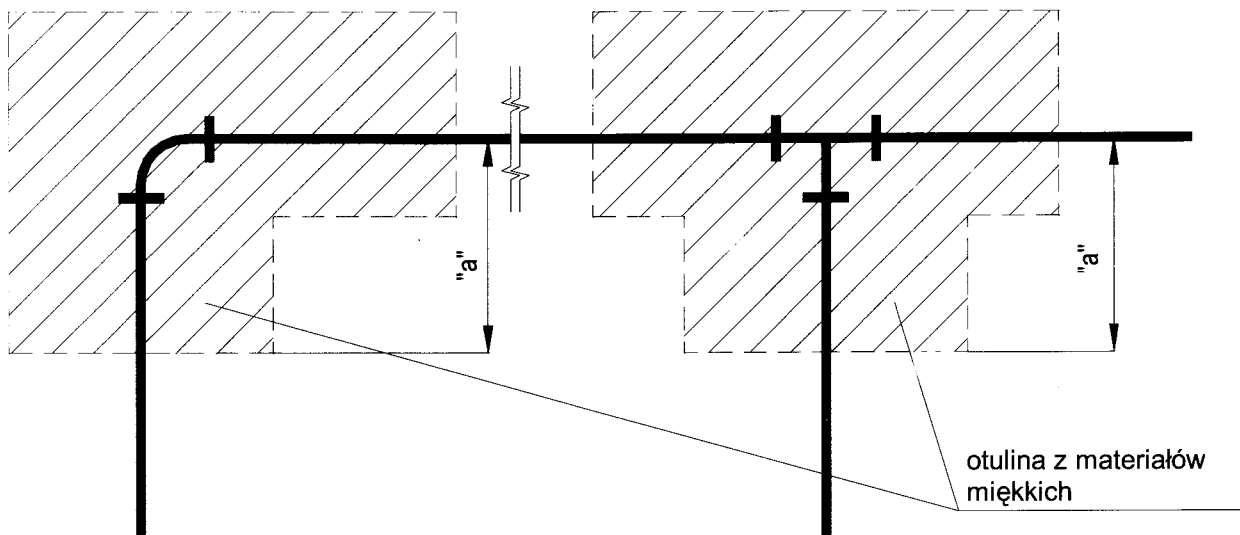
Przy niewielkiej odległości od ściany wymagany jest większy otwór w ścianie bocznej.



Ramię sprężyste przenosi wydłużenia termiczne przewodów pionowych.

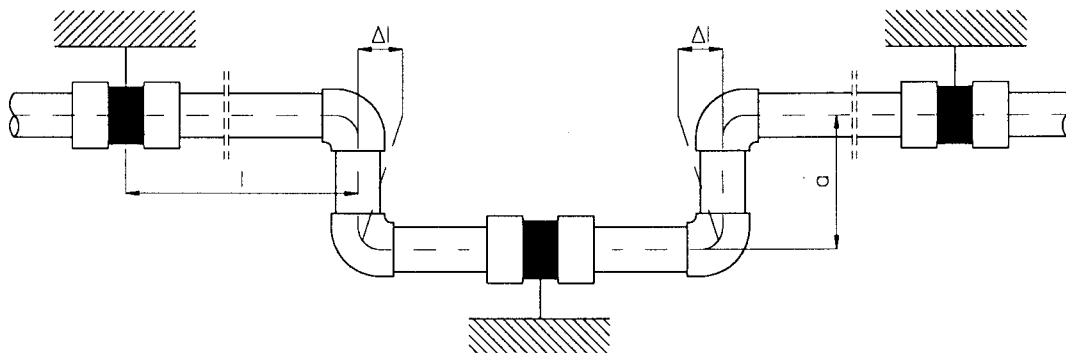
2.2.5. Montaż przewodów pod tynkiem.

Gdy montujemy przewody pod tynkiem lub w bruzdach, ramię giętkie na załamaniach lub rozgałęzieniach należy otulić na wyliczonej wcześniej długości, aby mogło się ono przemieszczać przy zmianie temperatury. Do otulenia należy używać materiałów miękkich, takich jak wełna mineralna, wełna szklana, pianki poliuretanowe i inne.



2.2.6. Zastosowanie kompensatorów.

W przypadkach, gdy wydłużenia nie mogą być skompensowane przez naturalne załamania rurociągu, należy stosować kompensatory. Niska wartość sprężystości polipropylenu powoduje, że siła oddziaływania PP przy zmianach termicznych jest mała w porównaniu do rur stalowych. Oznacza to, że kompensatory wykorzystywane zwykle w instalacjach tradycyjnych (dławicowe, mieszkowe itp.) są nieprzydatne z powodu ich wysokich oporów (możliwość wyboczenia rur polipropylenowych). W systemach rur plastikowych zaleca się kompensatory w kształcie litery „U”.



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

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

2.3. Mocowanie rurociągów.

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

Poniższa tabela podaje w [cm] takie odległości przewodów poziomych.

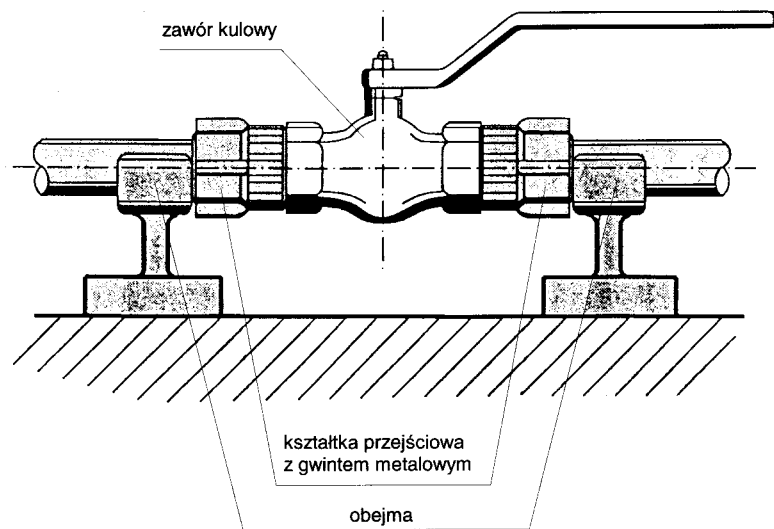
d [mm]	Temperatura przepływającej wody						
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	80 °C	100 °C
16	75	70	70	65	65	55	40
20	80	75	70	70	65	60	45
25	85	85	85	80	75	70	50
32	100	95	95	90	85	75	55
40	110	110	105	100	95	85	60
50	125	120	115	110	105	90	70
63	140	135	130	125	120	105	80
75	155	150	145	135	130	115	80
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%. Powyższe odległości podano dla cieczy o gęstości 1g/cm³ (woda). Natomiast przy gęstościach większych należy stosować współczynniki zmniejszające.

Gęstość cieczy w g/cm ³	Współczynnik zmniejszający
1.25	0.90
1.50	0.83
1.75	0.77
2.00	0.70

2.3.1. Montaż zaworów.

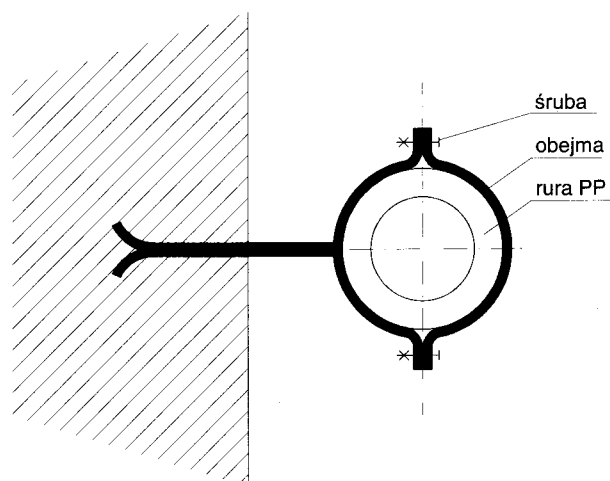
Należy stosować obustronne zamocowanie rurociągu za i przed zaworem, ponieważ armatura stanowi duże obciążenie instalacji polipropylenowej. Dobrym rozwiązaniem jest usytuowanie punktu stałego w miejscu zamontowania zaworu (dotyczy to szczególnie mniejszych średnic).



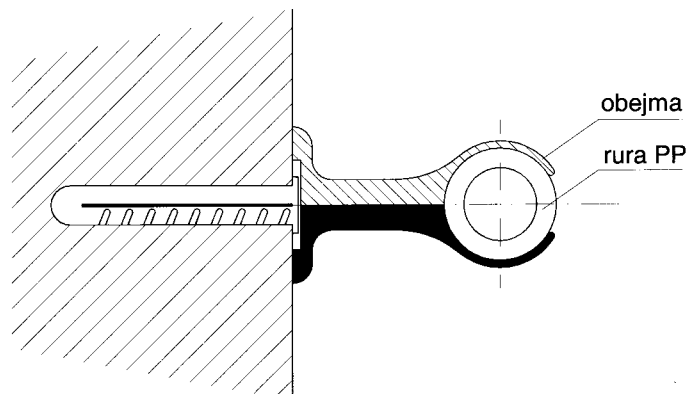
Zawór kulowy jako punkt stały.

2.3.2. Podpory przesuwne. Przykłady:

a)



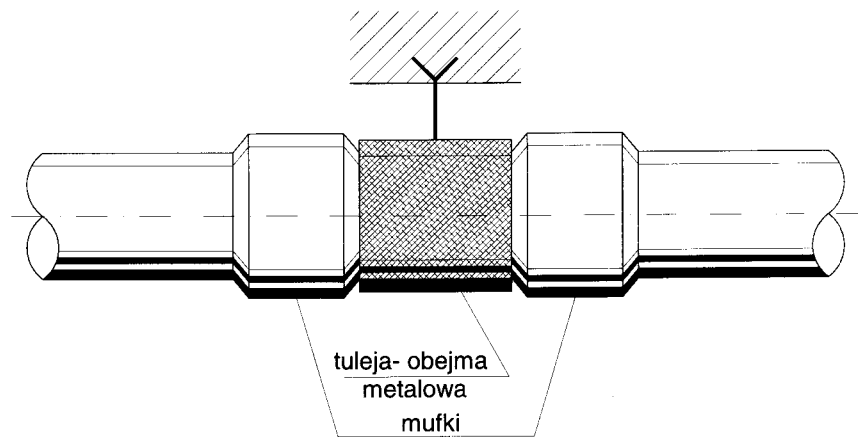
b)



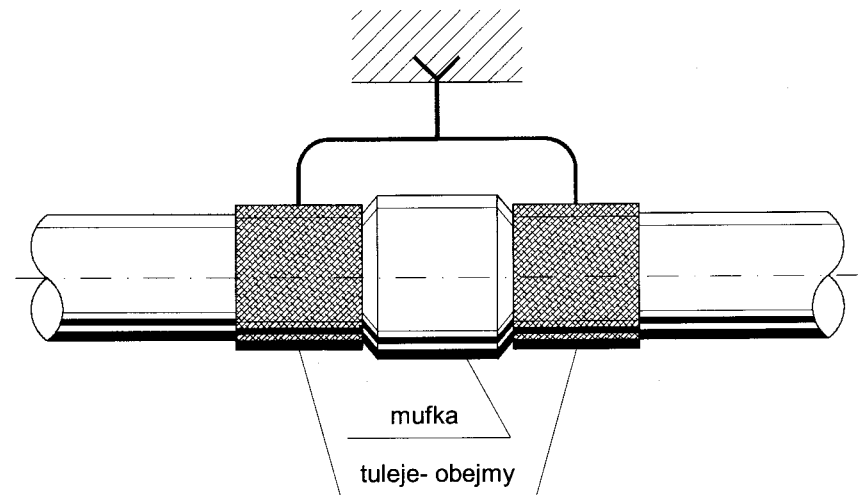
Rys. Obejmy muszą zapewniać swobodne przesuwanie się rury wzdłuż osi.

2.3.3. Konstrukcja podpór stałych. Przykłady:

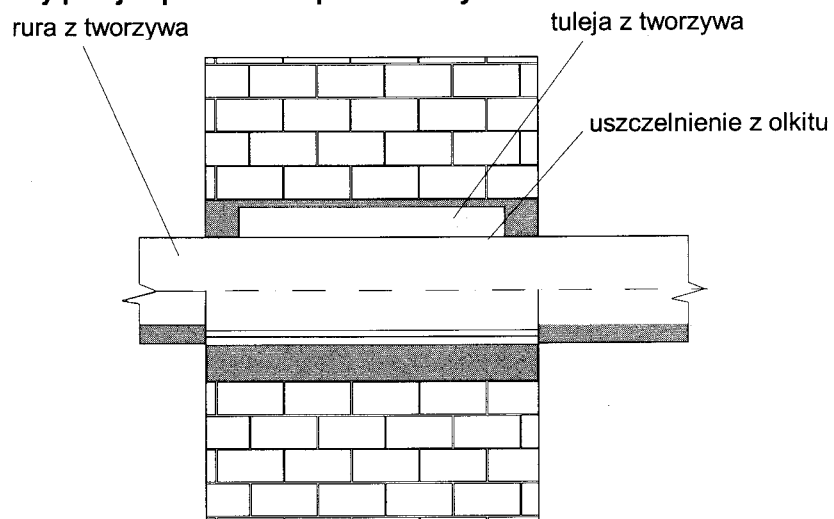
a)



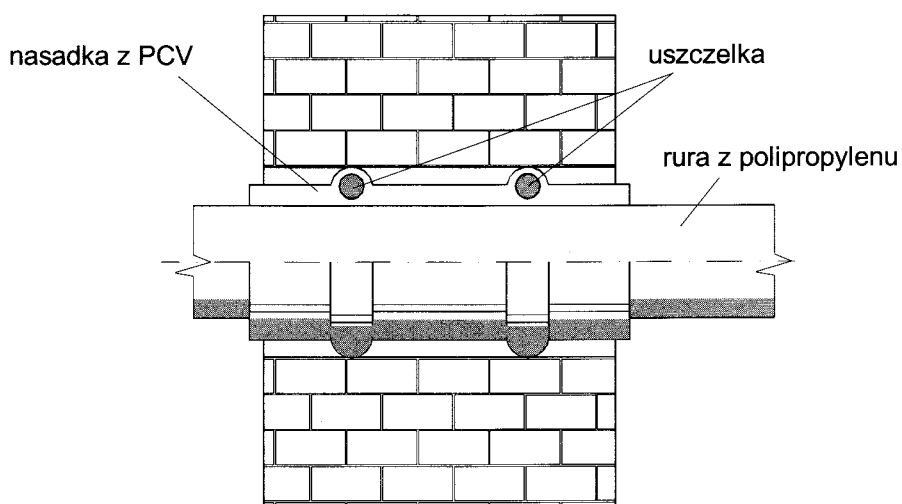
b)



2.3.4. Sposoby przejść przewodów przez ściany.



Przejście przez mur z zastosowaniem tulei stalowej.



Przejście przez mur z zastosowaniem tulei PP lub PE

2.4. Próby końcowe.

2.4.1. Próba szczelności.

Po zamontowaniu instalacji należy przeprowadzić próbę szczelności. Generalnie należy wykonywać próbę przy ciśnieniu 1.5 raza większym od ciśnienia roboczego, jednak maksymalne ciśnienie próbne nie może przekroczyć wartości $P_N + 5$ bar.

Pomiar 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 wykonanie najpierw próby wstępnej, a potem próby zasadniczej. Spadek ciśnienia przy próbie wstępnej nie powinien wynosić więcej niż 0.8 bara/h.

Z próby należy sporządzić protokół.

2.4.2. 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.

Instalacja powinna spełniać wymogi zawarte w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych - tom II - „Instalacje Sanitarne i Przemysłowe”.