

Dr hab. inż. Beata Kowalska, prof. PL

Dr inż. Marcin Widomski



Laboratorium: MATERIAŁOZNAWSTWO INSTALACYJNE

Specjalność: Instalacje i sieci sanitarne – 15 godzin

Lp.	Wykaz ćwiczeń
1	Zajęcia wstępne. Przepisy i zasady BHP w laboratorium Materiałoznawstwa instalacyjnego.
2	Materiały instalacyjne – rodzaje, właściwości i zastosowanie.
3	Połączenia rozłączne przewodów instalacyjnych.
4	Połączenie nierozłączne przewodów instalacyjnych.
5	Armatura instalacyjna i sieciowa.
6	Próba ciśnieniowa szczelności układu przewodów.
7	Zajęcia zaliczeniowe.

Literatura:

1. Adamski M.: Materiałoznawstwo instalacyjne. Ćwiczenia laboratoryjne. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej. Białystok 2006
2. Ashby M.F., Jones D.R.H.: Materiały inżynierskie. WNT. Warszawa 1996
3. Cieślowski S., Karpiński M., Trzaskowski W.: Instalacje sanitarne. WSiP. Warszawa 1996.
4. Dys G., Surmacz P., Życzyńska A.: Ćwiczenia laboratoryjne z materiałoznawstwa instalacyjnego. Wydawnictwa Uczelniane. Politechnika Lubelska. Lublin 2001
5. Hoffmann Z., Lisicki K.: Instalacje budowlane. WSiP. Warszawa 1995
6. Wasilewski Z.: Instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne. WSiP. Warszawa 1992.

Ćwiczenie nr 1

Materiały instalacyjne – rodzaje, właściwości i zastosowanie

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z głównymi materiałami stosowanymi do produkcji przewodów instalacyjnych i sieciowych stosowanych w wodociągach, kanalizacji, ogrzewnictwie, gazownictwie, wentylacji i klimatyzacji, oraz ich podstawowymi właściwościami fizycznymi. Celem ćwiczenia jest także zapoznanie się z metodą wagową wyznaczania gęstości ciał stałych i wyznaczenie gęstości wybranego materiału.

2. Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- prezentację materiałów instalacyjnych przez prowadzącego zajęcia;
- przedstawienie sposobu oznakowania rur i przewodów;
- zapoznanie się z najistotniejszymi właściwościami fizycznymi materiałów instalacyjnych;
- dokonanie pomiaru gęstości wybranego materiału metodą wagową.

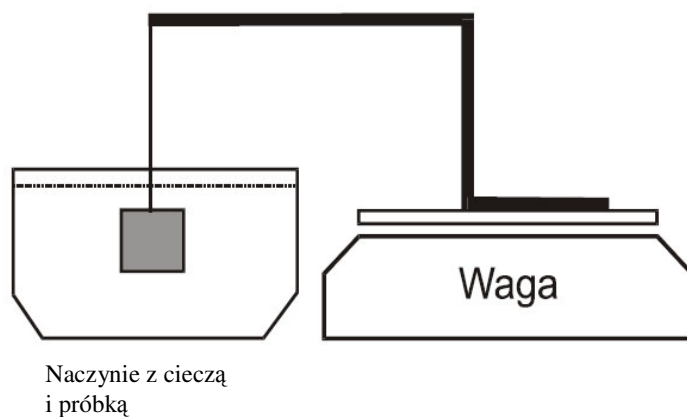
3. Wykonanie ćwiczenia

Niezbędny sprzęt:

- badane ciało (wycinek rury, kształtka połączeniowa);
- zlewka z wodą;
- waga laboratoryjna.

Przeprowadzenie doświadczenia:

1. Badane ciało zważyć na wadze laboratoryjnej.
2. Pomierzyć temperaturę wody.
3. Badane ciało umieścić w zlewce z wodą po uprzednim umocowaniu do stojaka.
4. Pomierzyć pozorną masę ciała zanurzonego w wodzie.
5. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli.
6. Z tablic odczytać gęstość wody w danej temperaturze.
7. Wyznaczyć gęstość badanego materiału.



Rysunek 1. Schemat stanowiska pomiarowego

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów

Lp.	Masa ciała m	Temperatura wody t	Pozorna masa ciała m_p	Gęstość wody ρ	Gęstość ciała ρ_c
-	[kg]	[°C]	[kg]	[kg m ⁻³]	[kg m ⁻³]
1					

Gęstość ciała wyznaczyć z równania (1):

$$\rho_c = \frac{m \cdot \rho}{m - m_p} \quad (1)$$

gdzie:

ρ_c – gęstość ciała, kg m⁻³

ρ – gęstość wody, kg m⁻³ w temperaturze t

m – masa ciała, kg

m_p – pozorna masa ciała zanurzonego w wodzie.

Po wykonaniu obliczeń należy przeprowadzić rachunek błędów metodą różniczkową.

Metoda różniczkowa wyznaczania błędu względnego

Dla wielkości $W = (x, y)$, która jest funkcją wielu zmiennych określonej np. wzorem (2):

$$W = \frac{xy}{x+y} \quad (2)$$

Gdzie wielkości x, y są mierzone bezpośrednio, w celu oszacowania poszczególnych błędów na wielkość W . Jeśli $W(x, y)$ jest wartością rzeczywistą to poszczególne błędy $\Delta x, \Delta y$, wpływają na wynik pomiaru. Poszczególne błędy ($\Delta x, \Delta y$) mogą mieć wartości dodatnie i ujemne, a więc aby wyznaczyć błąd bezwzględny maksymalny należy przyjąć bezwzględne wartości poszczególnych składników.

Błąd względny maksymalny pomiaru złożonego określamy na podstawie zależności (3):

$$\delta(W) = \left| \frac{\Delta W}{W} \right| = \left| \frac{dW}{dx} \right| \cdot \left| \frac{\Delta x}{W} \right| + \left| \frac{dW}{dy} \right| \cdot \left| \frac{\Delta y}{W} \right| \quad (3)$$

gdzie:

$\frac{dW}{dx}, \frac{dW}{dy}$ - pochodne funkcji $W(x,y)$

$\Delta x, \Delta y$ – błędy popełnione w pomiarach bezpośrednich.

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Przedstawienie i wyjaśnienie trzech przykładowych oznaczeń przewodów instalacyjnych.
3. Schemat i opis przeprowadzonego pomiaru gęstości.
4. Tabelę pomiarową wraz z wynikami obliczeń.
5. Algorytm obliczeń dla jednego z pomiarów.
6. Rachunek błędów.
7. Wnioski.

Informacje dodatkowe

Tabela 2a. Właściwości materiałów instalacyjnych – metale (Ashby i Jones, 1996)

<i>Właściwości podstawowych metali</i>					
Metal	Cena za 1 t GBP (USD)	Gęstość [Mg·m ⁻³]	Moduł Younga [GPa]	Granica plastyczności [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie [MPa]
Żelazo	100 (140)	7,9	211	50	200
Stal niskowęglowa (miękka)	200–230 (260–300)	7,9	210	220	430
Stal wysokowęglowa	150 (200)	7,8	210	350–1600	650–2000
Stale niskostopowe	180–250 (230–330)	7,8	203	290–1600	420–2000
Stale wysokostopowe	1100–1400 (1400–1800)	7,8	215	170–1600	460–1700
Żeliwa	120 (160)	7,4	152	50–400	10–800
Miedź	1020 (1330)	8,9	130	75	220
Mosiądze	750–1060 (980–1380)	8,4	105	200	350
Brązy	1500 (2000)	8,4	120	200	350
Nikiel	3200 (4200)	8,9	214	60	300
Stopy monelowe	3000 (3900)	8,9	185	340	680
Nadstopy	5000 (6500)	7,9	214	800	1300
Aluminium	910 (1180)	2,7	71	25–125	70–1635
Seria 1000	910 (1180)	2,7	71	28–165	70–180
Seria 2000	1100 (1430)	2,8	71	200–500	300–600
Seria 5000	1000 (1300)	2,7	71	40–300	120–430
Seria 7000	1100 (1430)	2,8	71	250–600	500–670
Stopy odlewnicze aluminium	1100 (1430)	2,7	71	65–350	130–400
Tytan	4630 (6020)	4,5	120	170	240
Ti–6Al4V	5780 (7510)	4,4	115	800–900	900–1000
Cynk	330 (430)	7,1	105		120
Luty ołowio-cynowe	2000 (2600)	9,4	40		
Stopy na odlewy ciśnieniowe	800 (1040)	6,7	105		280–330

Tabela 2b. Właściwości materiałów instalacyjnych – metale (Ashby i Jones, 1996)

<i>Właściwości podstawowych metali</i>						
Metal	Odształcenie równomierne	Odporność na pękanie K_{IC} [MPa·m ^{1/2}]	Temperatura topnienia [K]	Ciepło właściwe [J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]	Przewodność cieplna [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	Współczynnik rozszerzalności cieplnej [$\cdot 10^{-6}$ K ⁻¹]
Żelazo	0,3	80	1809	456	78	12
Stal niskowęglowa (miękka)	0,21	140	1765	482	60	12
Stal wysokowęglowa	0,1–0,2	20–50	1570	460	40	12
Stale niskostopowe	0,1–0,2	50–170	1750	460	40	12
Stale wysokostopowe	0,1–0,5	50–170	1680	500	12–30	10–18
Żeliwa	0–0,18	6–20	1403			
Miedź	0,5–0,9	>100	1356	385	397	17
Mosiądze	0,5	30–100	1190		121	20
Brązy	0,5	30–100	1120		85	19
Nikiel	0,4	>100	1728	450	89	13
Stopy monelowe	0,5	>100	1600	420	22	14
Nadstopy	0,2	>100	1550	450	11	12
Aluminium	0,1–0,5	45	933	917	240	24
Seria 1000	0,1–0,45	45	915			24
Seria 2000	0,1–0,25	10–50	860		180	24
Seria 5000	0,1–0,35	30–40	890		130	22
Seria 7000	0,1–0,17	20–70	890		150	24
Stopy odlewnicze aluminium	0,01–0,15	5–30	860		140	20
Tytan	0,25		1940	530	22	9
Ti–6Al4V	0,1–0,2	50–80	1920	610	6	8
Cynk	0,4		693	390	120	31
Luty ołowio-cynowe			456			
Stopy na odlewy ciśnieniowe	0,07–0,15		650	420	110	27

Tabela 3. Właściwości materiałów instalacyjnych – polimery (Ashby i Jones, 1996)

Polimer	Właściwości polimerów				Właściwości polimerów				
	Cena za tonę	Gęstość	Moduł Younga (20°C, 100 s)	Wytrzymałość na rozciąganie	Temperatura zeszklenia	Temperatura mięknięcia ^{b)}	Ciepło właściwe	Przewodnictwo cieplne	Współczynnik rozszerzalności cieplnej
	GBP (USD)	[Mg/m ³]	[GPa]	[MPa]	T _g [K]	T _m [K]	[J/(kg·K)]	[W/(m·K)]	[·10 ⁻⁶ K ⁻¹]
<i>Polimery termoplastyczne</i>									
Polietylen, PE (małej gęstości)	560 (780)	0,91–0,94	0,15–0,24	7–17	270	355	2250	0,35	160–190
Polietylen, PE (dużej gęstości)	510 (700)	0,95–0,98	0,55–1,0	20–37	300	390	2100	0,52	150–300
Polipropylen, PP	675 (950)	0,91	1,2–1,7	50–70	253	310	1900	0,2	100–300
Politetrafluoroetylen, PTFE	–	2,2	0,35	17–28	–	395	1050	0,25	70–100
Polistyren, PS	650 (910)	1,1	3,0–3,3	35–68	–	370	1350–1500	0,1–0,15	70–100
Poli(chlorek winylu), PVC (nieplastyfikowany)	425 (595)	1,4	2,4–3,0	40–60	350	370	–	0,15	50–70
Poli(metakrylan metylu), PMMA	1070 (1550)	1,2	3,3	80–90	378	400	1500	0,2	54–72
Nylony	2350 (3300)	1,15	2–3,5	60–110	340	350–420	1900	0,2–0,25	80–95
<i>Żywnice lub polimery termoutwardzalne</i>									
Epoksydowe	1150 (1600)	1,2–1,4	2,1–5,5	40–85	380	400–440	1700–2000	0,2–0,5	55–90
Poliestrowe	930 (1300)	1,1–1,4	1,3–4,5	45–85	340	420–440	1200–2400	0,2–0,24	50–100
Fenolowo-formaldehidowe	750 (1050)	1,27	8	35–55	–	370–550	1500–1700	0,12–0,24	26–60
<i>Elastomery (gumy)</i>									
Poliizopren	610 (850)	0,91	0,002–0,1	≈10	220	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
Polibutadien	610 (850)	1,5	0,004–0,1	–	171	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
Polichloropren	1460 (2050)	0,94	≈0,01	–	200	≈350	≈2500	≈0,15	≈600
<i>Polimery naturalne</i>									
Włókna celulozowe	–	1,5	25–40	≈1000	–	–	–	–	–
Lignina	–	1,4	2,0	–	–	–	–	–	–
Białka	–	1,2–1,4	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 4. Zestawienie średnic przewodów stalowych

śred. nominal. DN	śred. zewn. DO	grubość ścianki [mm]																					
		ISO 65			DIN 2440	DIN 2441	ASTM A-53 kl. A	BS 1387 gładkie		NF A 49-145			PN-79/H-74244, DIN 1626/2458, DIN 1615/2458										
cal	mm	1	H	S	L1	S	H	-	H	S	H	S	L	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6	
3/8"	10	17,1	-	-	-	-	-	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/8"	10	17,2	2,9	2,3	-	2,35	2,9	-	2,9	2,3	2,9	2,3	2,0	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
1/2"	15	21,3	3,2	2,6	2,3	2,65	3,25	2,77	3,2	2,6	3,2	2,6	2,3	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
3/4"	20	26,7	-	-	-	-	-	2,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4"	20	26,9	3,2	2,6	2,3	2,65	3,25	-	3,2	2,6	3,2	2,6	2,3	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
	20													-	-	x	x	x					
	23													--	-	x	x	x	x	x			
	24													-	-	x	x	x					
1"	25	33,4	-	-	-	-	-	3,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1"	25	33,7	4,0	3,2	2,9	3,25	4,05	-	4,0	3,2	4,0	3,2	2,9	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-
	30													-	-	-	x	x	x	x	x		
1 1/4"	32	42,2	-	-	-	-	-	3,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/4"	32	42,4	4,0	3,2	2,9	3,25	4,05	-	4,0	3,2	4,0	3,2	2,9	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-
	38	44,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-
1 1/2"	40	48,3	-	-	-	-	-	3,68	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-
1 1/2"	40	48,3	4,0	3,2	2,9	3,25	4,05	-	4,0	3,2	4,0	3,2	2,9	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-
	45													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	51													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2"	50	60,3	-	-	-	-	-	3,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2"	50	60,3	4,5	3,6	3,2	3,65	4,5	-	4,5	3,2	4,5	3,6	3,2	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-
	63													-	-	-	x	x	x	x	x		
2 1/2"	65							5,16						-	-	-							
2 1/2"	70	76,1	4,5	3,6	3,2	3,65	4,5	-	4,5	3,6	4,5	3,6	3,2	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-
3"	80	88,9	5,0	4,0	3,6	-	-	-	5,0	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x
3"	80	88,9				4,05	4,85	-			4,9	4,0	-										
3 1/2"	90	101,9	-	-	-	-	5,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 1/2"	90	101,6	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	4,0	3,6	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x
	100	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
4"	100	114,3	-	-	-	-	-	-	6,02	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
4"		114,6	4,5	4,0	4,5	4,5	5,4				5,4	4,5	-										
	125	133,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
5"	130		-	-	-	-	-	-	6,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5"	130	139,7	5,4	5,0	-	4,85	5,4	-	5,4	5,0	5,4	4,5	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x
	150	159,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x
6"						4,85	5,4																
	150		5,4	5,0	-	-	-	-	5,4	5,0				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6"	160	168,3	-	-	-	-	-	-	7,11	-				-	-	-	-	-	-	-	-	x	x

Tabela 5. Przykładowe średnice przewodów rurowych z PE (DYKA, Polska)

Wymiar nominalny DN/OD	Nominalna średnica zewnętrzna	Średnia średnica zewnętrzna		Maksymalna owalność
		minimalna	maksymalna	
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2

Tabela 6. Średnice nominalne oraz grubości ścianek rur z PE (DYKA, Polska)

	Seria rury							
	SDR 11		SDR 13,6		SDR 17		SDR 21	
	Ciśnienie nominalne, PN w barach							
PE 40	-		PN 5		PN 4		PN 3,2	
PE 63	PN 10		PN 8		-		PN 5	
PE 80	PN 12,5		PN 10		PN 8		PN 6	
PE 100	PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 10	
Wymiar nominalny	Grubość ścianki							
	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}	e _{min}	e _{max}
20	2,0	2,3	-	-	-	-	-	-
25	2,3	2,7	2,0	2,3	-	-	-	-
32	3,0	3,4	2,4	2,8	2,0	2,3	-	-
40	3,7	4,2	3,0	3,5	2,4	2,8	2,0	2,3
50	4,6	5,2	3,7	4,2	3,0	3,4	2,4	2,8
63	5,8	6,5	4,7	5,3	3,8	4,3	3,0	3,4
75	6,8	7,6	5,6	6,3	4,5	5,1	3,6	4,1
90	8,2	9,2	6,7	7,5	5,4	6,1	4,3	4,9
110	10,0	11,1	8,1	9,1	6,6	7,4	5,3	6,0

Tabela 7. Przykładowe średnice i grubości ścianek kanalizacyjnych kielichowych instalacyjnych rur z PVC (Pipelife Polska)

d _n [mm]	L [mm]	e _n [mm]		t [mm]	NUMER KATALOGOWY
		S 20	S 14		
32	250	1,8	1,8	41	3400
32	500	1,8	1,8	41	3401
32	1000	1,8	1,8	41	3402
32	2000	1,8	1,8	41	3403
40	250	1,8	1,8	48	3405
40	500	1,8	1,8	48	3406
40	1000	1,8	1,8	48	3407
40	2000	1,8	1,8	48	3408
50	250	1,8	1,8	45	3410
50	315	1,8	1,8	45	3411
50	500	1,8	1,8	45	3412
50	1000	1,8	1,8	45	3413
50	2000	1,8	1,8	45	3414
50	250	1,8	1,8	45	3610
50	500	1,8	1,8	45	3612
50	1000	1,8	1,8	45	3613
50	2000	1,8	1,8	45	3614
75	250	1,9		59	3415
75	315	1,9		59	3416
75	500	1,9		59	3417
75	1000	1,9		59	3418
75	2000	1,9		59	3419
110	315	2,7	3,8*	87	3421
110	500	2,7	3,8*	87	3422
110	1000	2,7	3,8*	87	3423
110	2000	2,7	3,8*	87	3424
160	500	3,9	5,6*	107	3425
160	1000	3,9	5,6*	107	3426
160	2000	3,9	5,6	107	3427

Tabela 8. Średnice przewodów instalacyjnych miedzianych (twardych)

Średnica zew. mm	Grubość ścianki/mm
15	1
18	1
22	1
28	1
35	1,5

Tabela 9. Średnice przewodów instalacyjnych miedzianych (miękkich)

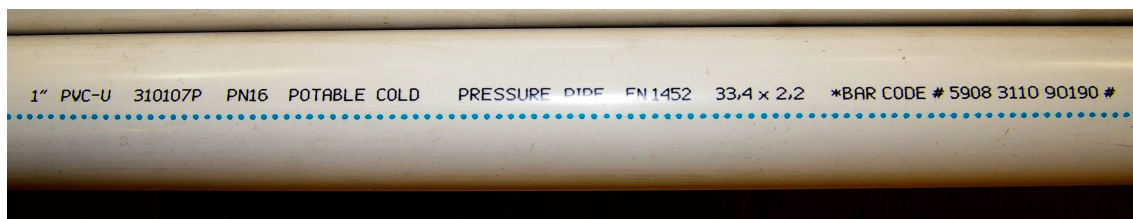
Średnica zew. mm	Grubość ścianki/mm	długość kręgu m
15	1	50
18	1	50
22	1	25



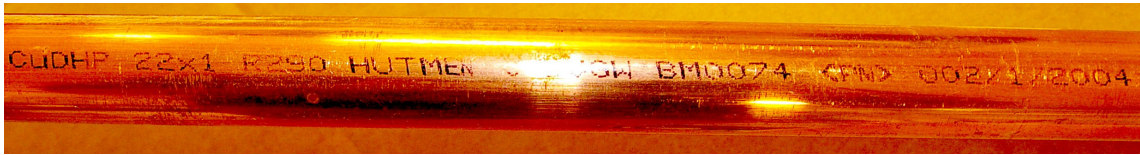
Rysunek 2. Oznaczenia na przewodzie c.o. PE



Rysunek 3. Oznaczenia na przewodzie wodociągowym z PE



Rysunek 4. Oznaczenia na przewodzie wodociągowym z PVC-U



Rysunek 5. Oznaczenia na przewodzie c.o. z Cu

Tabela 10. Oznaczenia dodatkowe przewodów

Oznaczenie	Wyjaśnienie
DN	Średnica nominalna przewodu rurowego [mm]
PN	Ciśnienie robocze [bar]
SDR	Standard Dimension Ratio – Standardowy Wskaźnik Wymiaru $SDR = \frac{d_z}{e}$
PE, PE-X, PE80, PE100, PVC, PVC-U, CuDHP	Rodzaj materiału
XxY np. 22x1, 33,4x2,2	Średnica zewnętrzna x grubość ścianki [mm]

Ćwiczenie nr 2

Połączenia rozłączne przewodów instalacyjnych

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z głównymi rodzajami połączeń rozłącznych stosowanych w instalacjach sanitarnych, wykonanie połączenia rozłącznego z wykorzystaniem gotowych kształtek oraz własnoręczne wykonanie gwintu zewnętrznego na przewodzie stalowym.

2. Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- prezentację najczęściej stosowanych połączeń rozłącznych przewodów w instalacjach sanitarnych;
- omówienie sposobów uszczelniania połączeń;
- montaż połączenia rozłącznego z wykorzystaniem gotowych elementów na rurach stalowych i polimerowych;
- wykonanie gwintu zewnętrznego na udostępnionym przewodzie stalowym.

3. Wykonanie ćwiczenia

Niezbędny sprzęt:

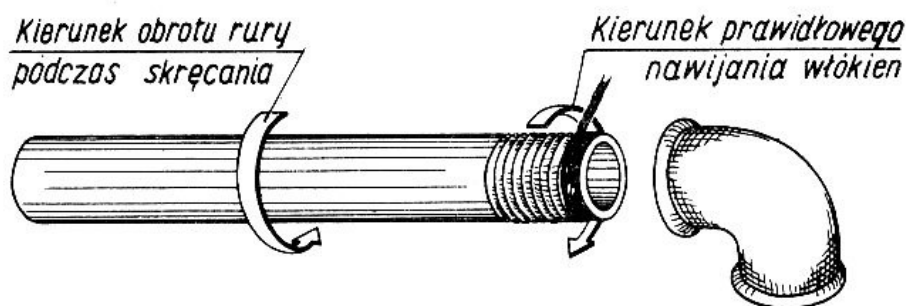
- przewody instalacyjne;
- materiały uszczelniające;
- kształtki połączeniowe z gwintem wewnętrznym i zewnętrznym;
- gwintownica ręczna oraz gwintownica z napędem elektrycznym;
- odzież ochronna.

Przebieg ćwiczenia

- zmontować połączenie rozłączne z otrzymanych elementów wraz z wybranym rodzajem uszczelnienia;
- wykonać gwint zewnętrzny za pomocą gwintownicy ręcznej i/lub elektrycznej.

Montaż połączenia rozłącznego

- a) Otrzymane od prowadzącego elementy połączenia wraz z materiałem uszczelniającym złożyć na stole warsztatowym.
- b) Przewód rurowy umieścić w imadle do rur lub element z gwintem wewnętrznym umieścić w imadle.
- c) Wybrany rodzaj uszczelnienia nałożyć na gwint zwracając uwagę na kierunek nawijania włókien lub taśmy – w kierunku przeciwnym do obrotów nakręcanego elementu.



Rysunek 1. Prawidłowe nawijanie uszczelnienia na gwint zewnętrzny (Cieślowski i in. 1996)

- d) Po założeniu uszczelnienia za pomocą szczypiec nastawnych (żabki) wykonać połączenie dokręcając elementy łączone ręcznie do wyczuwalnego oporu.



Rysunek 2. Instalatorski klucz nastawny - żabka

Wykonanie gwintu zewnętrznego

- a) Otrzymany od prowadzącego odcinek przewodu zamontować w uchwycie imadła do rur.
- b) Sprawdzić prostopadłość płaszczyzny czołowej rury do osi przewodu.
- c) Za pomocą pilnika dokonać ewentualnego fazowania powierzchni zewnętrznej rury.
- d) Dobrać odpowiedni komplet narzynek do średnicy przewodu.
- e) Na koniec rury nałożyć gwintownicę zwracając szczególną uwagę na jej osiowe ustawienie.



Rysunek 3. Gwintownice ręczne

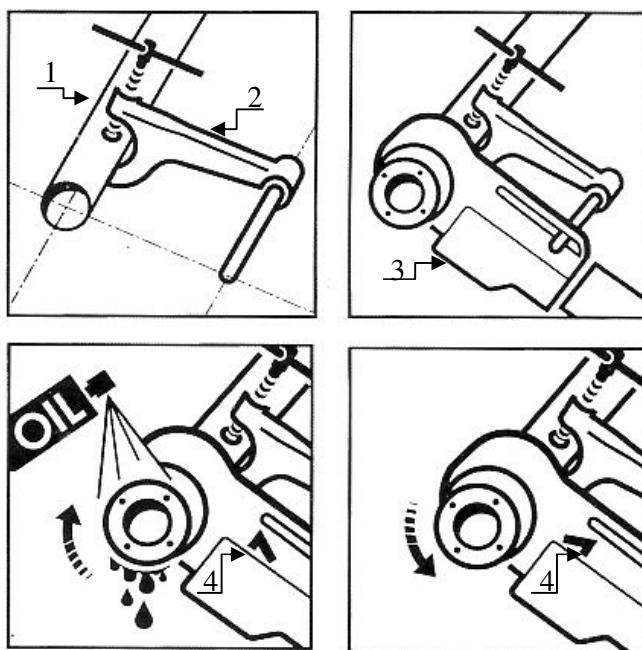
- f) W przypadku używania gwintownicy elektrycznej na przewód założyć uchwyt prowadzący, na którym należy umieścić uchwyt gwintownicy.



Rysunek 4. Gwintownica elektryczna

- g) Rozpocząć nacinanie gwintu poprzez obrót gwintownicy ręcznej lub włączenie napędu gwintownicy elektrycznej.

- h) W przypadku stosowania gwintownicy z napędem elektrycznym dbać o odpowiednie naoliwienie narzynek.
- i) W przypadku stosowania gwintownicy ręcznej ruch obrotowy należy wykonywać etapami po ¼ obrotu (90 stopni).
- j) Po każdej ¼ obrotu gwintownicy ręczną cofnąć nieco, następnie wykonać kolejny ćwierćobrót. (Punkty i) oraz j) nie dotyczą wykonywania gwintu zewnętrznego za pomocą gwintownicy z głowicą zapadkową – w tym wypadku gwint wykonuje się ruchami wahadłowymi.)
- k) Wykonanie pełnego gwintu na przewodzie o DN do 25 mm powinno zostać zrealizowane po dwóch, natomiast DN powyżej 25 mm po trzech pełnych obrotach.
- l) Po wykonaniu gwintu gwintownicy należy cofnąć w kierunku przeciwnym do wykonywanego ruchu gwintującego i zdjąć z przewodu. W przypadku stosowania gwintownicy z napędem elektrycznym przełączyć kierunek obrotów głowicy (patrz rysunek poniżej) oraz włączyć napęd w celu wycofania narzynek z wykonanego gwintu.
- m) Sprawdzić jakość wykonanego gwintu oraz usunąć wióry i opiłki metalu.



Rysunek 5. Wykonywanie gwintu zewnętrznego za pomocą gwintownicy z napędem elektrycznym
 1 – gwintowana rura, 2 – uchwyt prowadzący, 3 – gwintownica, 4 – dźwignia zmiany kierunku obrotów głowicy

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Schematy techniczne wykonanych połączeń.
3. Opis wykonania gwintu zewnętrznego wraz z czynnościami przygotowawczymi.
4. Wnioski.

Ćwiczenie nr 3

Połączenia nierozłączne przewodów instalacyjnych

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z głównymi rodzajami połączeń nierozłącznych stosowanych w instalacjach sanitarnych, wykonanie połączenia nierozłącznego zgrzewanego na przewodach polimerowych oraz wykonanie połączenia lutowanego na przewodach miedzianych.

2. Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- prezentację najczęściej stosowanych połączeń nierozłącznych przewodów w instalacjach sanitarnych;
- omówienie sprzętu wykorzystywanego w realizacji połączeń nierozłącznych;
- montaż połączenia nierozłącznego zgrzewanego przewodów polimerowych;
- montaż połączenia lutowanego lutem miękkim przewodów miedzianych.

3. Wykonanie ćwiczenia

Niezbędny sprzęt:

- przewody instalacyjne;
- materiały połączeniowe;
- zgrzewarka kielichowa;
- lutownica płomieniowa lub oporowa;
- odzież ochronna.

Przebieg ćwiczenia

- wykonanie połączenia zgrzewanego na przewodzie PE lub PP;
- wykonanie połączenia lutowanego na przewodzie miedzianym za pomocą lutu miękkiego.

Wykonanie połączenia zgrzewanego za pomocą zgrzewarki kielichowej

- a. Wyjąć zgrzewarkę z opakowania transportowego, zamontować podpory, ustawić sprzęt na stole warsztatowym oraz włączyć zasilanie.
- b. Dobrać odpowiednie końcówki zgrzewające od średnicy otrzymanego przewodu oraz złączki kielichowej.
- c. Zamontować elementy grzejne do korpusu zgrzewarki.
- d. Nałożyć złączkę kielichową oraz przewód na elementy zgrzewające.
- e. Włączyć zasilanie zgrzewarki przyciskiem na obudowie – rozpocząć ogrzewanie zgrzewanych elementów.
- f. Ostrożnie (możliwość oparzenia) zdjąć rozgrzane elementy ze zgrzewarki i nasunąć kielich na przewód dociskając połączenie.
- g. Po ostygnięciu zdemontować zgrzewarkę i złożyć ją do opakowania.



Rysunek 1. Zgrzewarki kielichowe

Wykonanie połączenie lutowanego na przewodzie miedzianym za pomocą lutu miękkiego

- a) Po przycięciu przewodu skalibrować bosy koniec kalibratorem.



Rysunek 2. Obcinak do rur miedzianych

- b) Za pomocą ekspandera o odpowiednio dobranej średnicy wykonać kielich na odcinku rurowym (nieistotne w przypadku użycia gotowej kształtki kielichowej).



Rysunek 3. Ekspander ręczny

- c) Oczyszczyć łączone elementy. Wnętrze kielicha oczyścić szczotką do czyszczenia wnętrza rur miedzianych.



Rysunek 4. Szczotki do czyszczenia ścianek wewnętrznych rur miedzianych

- d) Odtłuścić powierzchnię rury poprzez równomierne nałożenie na nią topnika lub pasty lutowniczej.

- e) Złączkę (kielich) nałożyć na rurę aż do oporu kielicha, obrócić kilkakrotnie celem równomiernego rozłożenia topnika lub pasty po czym jej nadmiar usunąć ściereczką.
- f) Kielich złączki i rurę podgrzewać równomiernie lutownicą płomieniową lub oporową. W przypadku użycia pasty z zawartością cyny właściwy moment do podania lutowia następuje w chwili pokazania się na krawędzi połączenia rozpuszczonej cyny.



Rysunek 5. Lutownica elektryczna Rotherm 2000

- g) Kontynuować podgrzewanie rury i złączki podając równocześnie cynę (lut miękki) aż do momentu powstania zamkniętego pierścienia lutowia na krawędzi rura-złączka.



Rysunek 6. Lut miękki

- h) Poczekać aż połączenie swobodnie ostygnie i oczyścić je z resztek przepalanej pasty lutowniczej.

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Schematy techniczne wykonanych połączeń.
3. Opis wykonania zrealizowanego połączenia lutowanego lutem miękkim.
4. Opis wykonanego połączenia zgrzewanego.
5. Wnioski.

Ćwiczenie nr 4

Armatura instalacyjna i sieciowa

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z głównymi rodzajami armatury stosowanej w instalacjach i sieciach sanitarnych.

2. Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- omówienie rodzajów i przeznaczenia armatury stosowanej w instalacjach i sieciach sanitarnych;
- prezentację wybranych rodzajów armatury najczęściej stosowanej w sieciach i instalacjach sanitarnych;
- montaż wybranego rodzaju armatury instalacyjnej.

3. Wykonanie ćwiczenia

Niezbędny sprzęt:

- przykładowa armatura instalacyjna;
- przewody instalacyjne;
- uszczelnienie i sprzęt instalatorski.

Przebieg ćwiczenia

- prezentacja instalacyjnej i sieciowej armatury sanitarnej;
- wykonanie montażu wybranej armatury za pomocą połączenia rozłącznego.

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Podział armatury sanitarnej.
3. Schemat 3 zadanych przykładów armatury sanitarnej.
4. Opis wykonania zrealizowanego montażu armatury sanitarnej.

5. Wnioski.

Informacje dodatkowe

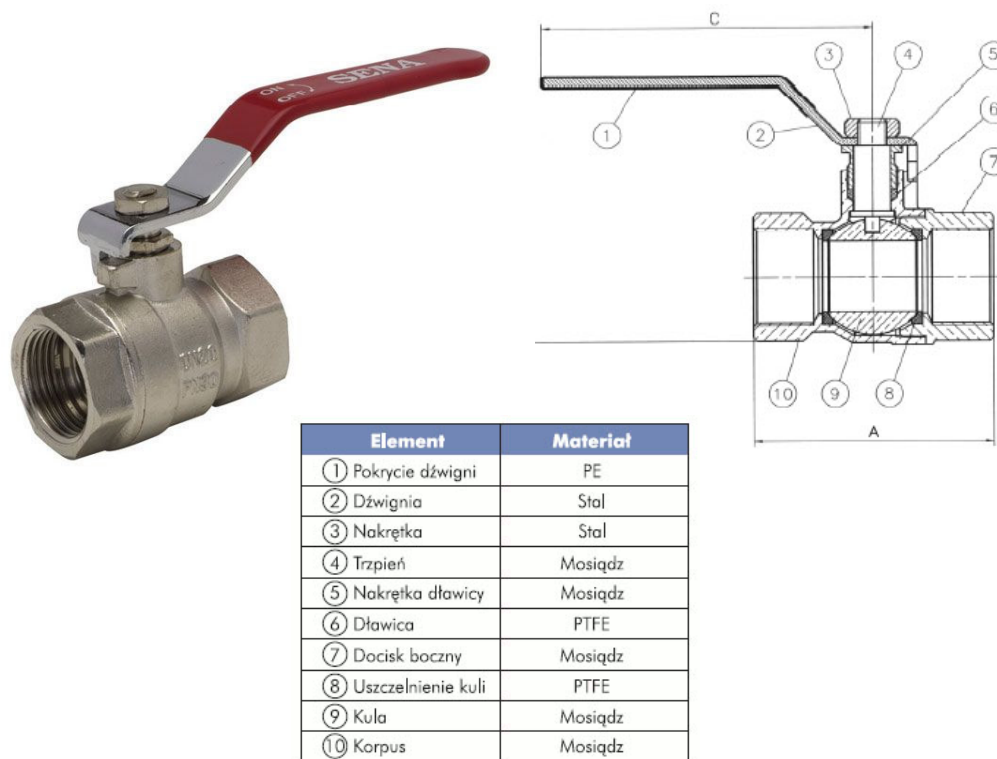
Armatura sanitarna – za Vademecum Instalacji Sanitarnych i Grzewczych, Murator

Armatura wodociągowa i kanalizacyjna

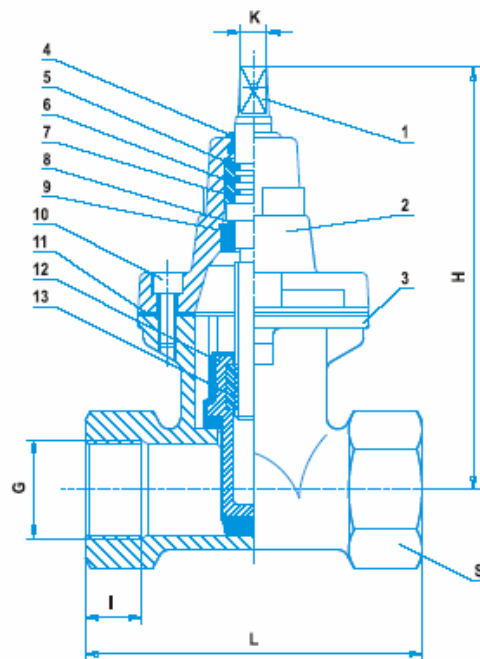
W zależności od rodzaju instalacji lub sieci stosuje się różne rodzaje armatury zapewniające jej prawidłową i bezpieczną pracę.

Armatura wodociągowa

- **Armatura regulacyjna** - różnego rodzaju zawory redukcyjne, przelotowe i zasuwki służące do odcinania i regulacji natężenia przepływu wody.



Rysunek 1. Armatura regulująca - zawór kulowy



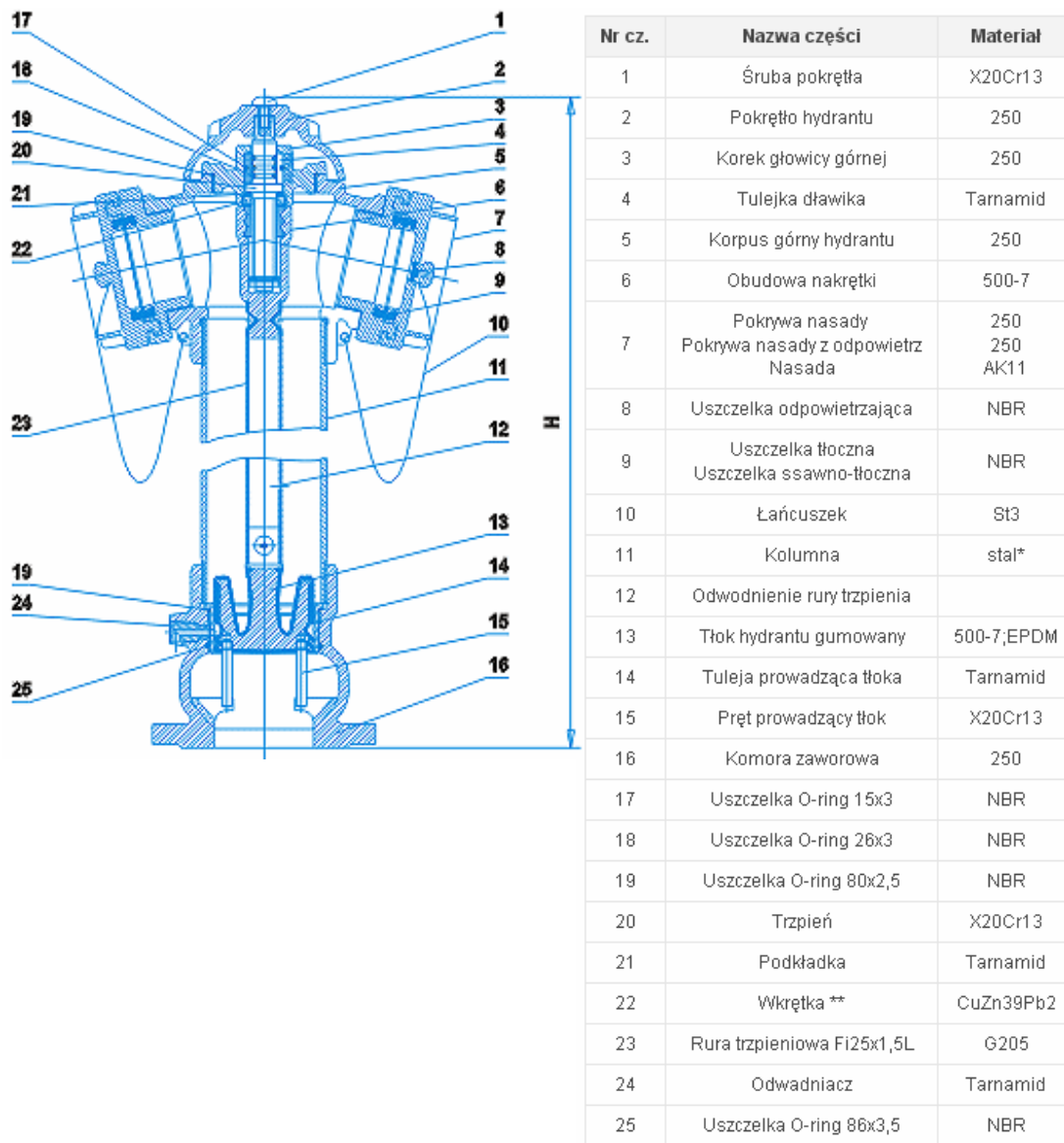
Opis:

1. Trzpień; 2. Pokrywa; 3. Kadłub; 4. Uszczelka zabezpieczająca z NBR; 5, 6, Oringi z NBR; 7. Tulejka; 8. Podkładka; 9. Nakrętka blokująca; 10. Śruba pokrywy; 11. Uszczelka pokrywy; 12. Kjin gumowany; 13. Nakrętka

DN	H	L	I	K	S	G	masa (kg)	Nr katalogowy
32	168	133	20	12	55	11/4"	3,0	ZGW32
40	220	160	22	14	60	11/2"	5,9	ZGW40
50	230	183	25	14	75	2"	6,8	ZGW50

Rysunek 6. Armatura regulacyjna - zasuwa klinowa z gwintem wewnętrznym f. AKWA

- **Armatura czerpalna** - wyróżniamy tu dwie podstawowe grupy urządzeń: armaturę przeznaczoną dla straży pożarnej i służb komunalnych (hydranty zewnętrzne i wewnętrzne, czyli zawory hydrantowe) oraz armaturę do stosowania w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, czyli zawory czerpalne do poboru jednego rodzaju wody (zimnej lub ciepłej) i baterie czerpalne, które umożliwiają pobór wody zimnej, ciepłej lub zmieszanej w dogodnych dla użytkownika proporcjach.



Rysunek 7. Hydrant zewnętrzny naziemny DN80 PN10 - typ A f. AKWA

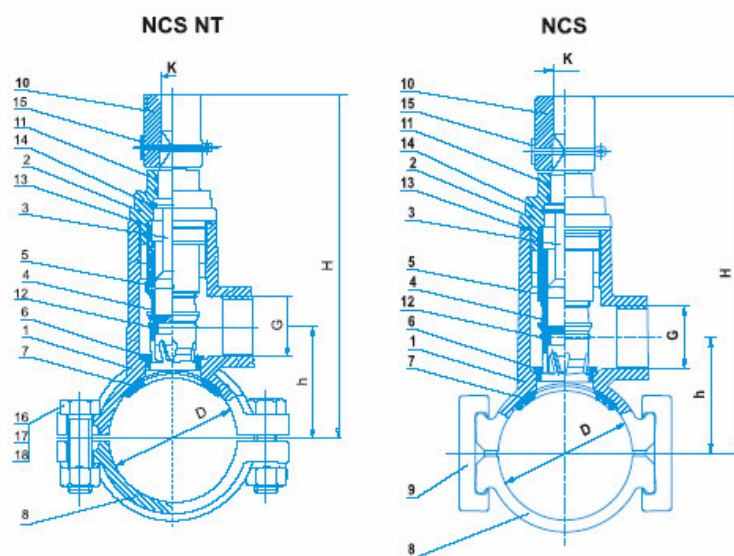
- **Armatura zabezpieczająca** - jej zadaniem jest utrzymanie odpowiedniej jakości wody w instalacji wodociągowej poprzez uniemożliwienie wystąpienia przepływu zwrotnego, który może także przyczynić się do niszczenia instalacji wskutek przyspieszonej korozji materiału, z którego jest ona wykonana; podstawowymi urządzeniami tego typu są zawory zwrotne, napowietrzające oraz zawory antyskażeniowe.
- **Armatura pomiarowa** - podstawowym urządzeniem w tej grupie są **wodomierze**; produkuje się je w czterech klasach metrologicznych: A, B, C i D, które określają dokładność pomiaru; wodomierze klasy A są najmniej dokładne, a klasy D

charakteryzują się największą dokładnością pomiaru; odczyt wskazań wodomierza może być bezpośredni lub zdalny; do wykonywania zdalnego odczytu zużycia wody stosuje się wodomierze z nadajnikiem impulsów - montowane w mieszkaniu, a poza mieszkaniem - liczniki zliczające impulsy. Licznik jest połączony z wodomierzem za pomocą przewodu elektrycznego. W instalacjach wodociągowych stosuje się wodomierze wirnikowe, w których wirnik jest poruszany przez przepływającą wodę. W zależności od konstrukcji wodomierze tego typu można podzielić na: skrzydełkowe, śrubowe i sprzężone. Średnica przyłączy wodomierzy skrzydełkowych wynosi 15-40 mm, śrubowych min. 40 mm, natomiast wodomierzy sprzężonych od 50/20 do 150/40 mm. Do montażu w domu jednorodzinnym stosuje się wodomierze skrzydełkowe jedno- i wielostrumieniowe.

- **wodomierze skrzydełkowe** mają wbudowany wirnik (oś wirnika umieszczona jest prostopadle do kierunku przepływającej przez wodomierz wody), zaopatrzony w kilka rozmieszczonych równomiernie łopatek (skrzydełek); wodomierze te można podzielić na:
 - **jednostrumieniowe**, w których woda dopływa do wirnika jednym zwartym strumieniem; przeznaczone są do pomiaru zużycia wody zimnej o temp. do $+50^{\circ}\text{C}$ i wody ciepłej o temp. do $+90^{\circ}\text{C}$ w budynkach mieszkalnych; nominalny strumień objętości (Q_n) wynosi od 1 do $10\text{ m}^3/\text{h}$,
 - **wielostrumieniowe**, w których woda dopływa do wirnika wieloma strumieniami - symetrycznie wokół wirnika; przeznaczone są do pomiaru zużycia wody zimnej o temp. do $+50^{\circ}\text{C}$ i wody gorącej o temp. do $+120^{\circ}\text{C}$; zaleca się ich stosowanie w piwnicach i studzienkach wodomierzowych; dostępne średnice przyłączy tych wodomierzy wynoszą od 15 do 40 mm, a nominalny strumień objętości (Q_n) od 1,5 do $10\text{ m}^3/\text{h}$;
- **wodomierze śrubowe** mają wirnik wyposażony w łopatki tworzące śrubę wielozwojową; wyróżnić można wodomierze śrubowe z pionową lub poziomą osią wirnika; stosuje się je do pomiaru objętości wody zimnej o dużej zmienności natężenia przepływu, przy Q_n rzędu $15\text{-}500\text{ m}^3/\text{h}$; dostępne średnice przyłączy tych wodomierzy wynoszą od 50 do 500 mm;
- **wodomierze sprzężone** zbudowane są z dwóch wodomierzy o różnych nominalnych strumieniach objętości oraz z urządzenia przełączającego, regulującego samoczynnie strumień objętości w obu wodomierzach;

najczęściej są to: wodomierz śrubowy (do pomiaru dużych strumieni objętości wody) i skrzydełkowy wielostrumieniowy (do pomiaru małych strumieni objętości wody). Stosuje się je w instalacjach, w których występuje bardzo duże zróżnicowanie w poborze wody (np. w szpitalach, hotelach, szkołach, budynkach użyteczności publicznej o dużym zagrożeniu pożarowym, gdzie znaczne pobory wody mogą występować w sporadycznych i awaryjnych sytuacjach). Nominalny strumień objętości (Q_n) wynosi od 15/2,5 do 150/10 m³/h. Wymagania metrologiczne, którym powinny odpowiadać wodomierze, określone zostały w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 20 lutego 2004 r. (DzU nr 40, poz. 360).

- **Armatura przyłączeniowa** – umożliwiająca podłączenie przyłączy wodociągowych do istniejącej sieci wodociągowej.



Opis:
 1. Kadłub; 2. Korek; 3. Trzpień; 4. Wiercio; 5. Tuleja; 6. Pierścień uszczelniający; 7. Uszczelka labiryntowa; 8. Obejma; 9. Zamek; 10. Orzech; 11. Oring z NBR; 12. Oring z NBR; 13. Uszczelka z NBR; 14. Pierścień osadczy; 15. Zawleczka; 16. Śruba; 17. Podkładka; 18. Nakrętka;

NCS D/G	DN	G	D	H	h	K	masa (kg)	NR KAT. GJL = 250	NR KAT. NT GJS = 500-7	NR KAT. NT GJL = 250
90/11/4"	80	11/4"	90	240	78	14	5,5	NCS80/5/4	NCS80/5/4S	NCS80/5/4NT
110/11/4"	100	11/4"	110	250	88	14	6,7	NCS100/5/4	NCS100/5/4S	NCS100/5/4NT
160/11/4"	150	11/4"	160	275	113	14	8,2	NCS150/5/4	NCS150/5/4S	NCS150/5/4NT
110/2"	100	2"	110	268	98	14	7,1	NCS100/2	NCS100/2S	NCS100/2NT
160/2"	150	2"	160	292	122	14	8,3	NCS150/2	NCS150/2S	NCS150/2NT

Rysunek 8. Armatura przyłączeniowa - nawiertki PN 10

Armatura kanalizacyjna

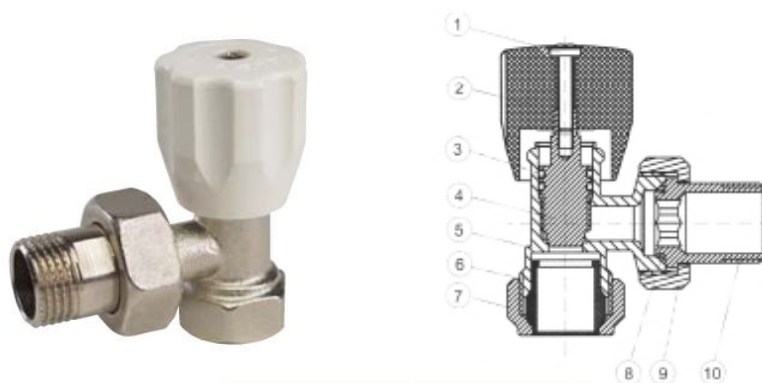
- **Wpusty kanalizacyjne** - służą do odprowadzania do kanalizacji wód z powierzchni płaskich; z uwagi na przeznaczenie możemy je podzielić na podłogowe, podwórzowe i dachowe.
- **Syfony kanalizacyjne** - swego rodzaju zamknięcie wodne montowane na odpływach przyborów sanitarnych, które uniemożliwia przedostawanie się gazów i przykrych zapachów z instalacji kanalizacyjnej do pomieszczenia; mogą być wykonane z żeliwa, tworzywa sztucznego lub stali.
- **Armatura zabezpieczająca** - to głównie urządzenia przeciwwzalewowe i zawory napowietrzające:
 - **urządzenia przeciwwzalewowe**, zwane również zaworami zwrotnymi lub burzowymi; montowane są na przewodach odpływowych w celu zabezpieczenia piwnic przed zalaniem podczas ulewnych deszczy oraz uniemożliwiają gryzoniom dostanie się do instalacji; wyróżnić można zawory jedno- lub dwuklapowe, z mechanizmem automatycznego, ewentualnie (jako opcja) awaryjnego zamknięcia;
 - **zawory napowietrzające** umożliwiają dopływ powietrza atmosferycznego do instalacji kanalizacyjnej, zabezpieczając jednocześnie otoczenie przed wydostawaniem się z niej nieprzyjemnych zapachów.
- **Armatura pomocnicza** - zamknięcia przeciwpożarowe, które podczas pożaru zapobiegają rozprzestrzenianiu się ognia, dymu i trujących gazów poprzez piony kanalizacyjne na inne kondygnacje lub do innych pomieszczeń.

Armatura grzewcza

W zależności od rodzaju instalacji różne elementy wchodzi w skład niezbędnego osprzętu zapewniającego jej prawidłową i bezpieczną pracę.

Podział armatury grzewczej (c.o.)

- **Armatura odcinająca i sterująca** - zawory służące do odcinania (zamykania) i otwierania przepływu wody grzewczej. Można tu zaliczyć zawory odcinające (w instalacji grzewczej są to zawory kulowe), zawory odcinające z możliwością spustu wody (spustowe) oraz termostatyczne zawory grzejnikowe.



Element	Materiał
① Śruba	Mosiądz
② Uchwyt	ABS
③ O-ring	EPDM
④ Trzpień	Mosiądz
⑤ Korpus	Mosiądz
⑥ Złączka	NBR
⑦ Nakrętka	Mosiądz
⑧ O-ring	NBR
⑨ Nakrętka	Mosiądz
⑩ Złączka	Mosiądz

Rysunek 5. Armatura odcinająco - sterująca - zawór grzejnikowy kątowy

- **Armatura sterująco-regulująca** - zawory służące do regulowania przepływu i parametrów wody grzewczej. Są to przede wszystkim zawory regulujące (np. redukcyjne i obrotowe), podpiłowe regulatory przepływu, temperatury i różnicy ciśnień, regulatory nadmiarowo-upustowe i ograniczniki temperatury.
- **Armatura zabezpieczająca** - zawory bezpieczeństwa chroniące instalację przed nadmiernym wzrostem ciśnienia oraz zawory zwrotne zabezpieczające ją przed wstecznym przepływem nośnika ciepła. W celu kompensacji zmian objętości wody wynikającej ze zmian temperatury oraz do utrzymania w instalacji systemu zamkniętego założonego ciśnienia montuje się:
 - **naczynia zbiorcze** mogą być otwarte lub zamknięte (również przeponowe lub ciśnieniowe):
 - **naczynie zbiorcze otwarte** to zbiornik, prostopadłościenny lub cylindryczny (poziomy lub pionowy), wyposażony we wznosną i opadową rurę bezpieczeństwa, rurę przelewową oraz połączony z nią odpowietrznik,
 - **przeponowe naczynie zbiorcze** składa się ze stalowej obudowy i przepony (membrany) z tworzywa sztucznego, dzielącej naczynie na pół (naczynia

z membraną połówkową); po jednej stronie przepony przestrzeń jest wypełniona gazem (najczęściej azotem), po drugiej - wodą; gdy temperatura wody grzewczej w instalacji wzrasta, zwiększa się jej objętość, a nadmiar wpływa do naczynia; następuje wówczas sprężenie gazu; gdy temperatura wody maleje, maleje także jej objętość i gaz się rozpręża; w dużych naczyniach przepona otacza odrębną, zamkniętą przestrzeń wodną wewnątrz zbiornika, a przestrzeń wypełniona azotem otacza przeponę jak płaszcz (naczynia z membraną typu workowego) - w takich naczyniach przepony są wymienne; większe naczynia zbiorcze mogą być wyposażone w sprężarkę w celu utrzymania wymaganego ciśnienia w części gazowej.

- **Armatura pomiarowa** - ciepłomierze i podzielniki kosztów ogrzewania:
 - **ciepłomierze** służą do pomiaru ilości ciepła oddanego przez przepływającą w instalacji ciepłą wodę; w skład ciepłomierza wchodzi: przetwornik przepływu, dwa czujniki temperatury (na wejściu i na wyjściu obiegu wymiany ciepła) oraz przelicznik wskazujący; w zależności od konstrukcji dzielą się na **składane**, będące rozdzielnymi zestawami elementów, **kompaktowe**, gdy wszystkie elementy są zespolone i **hybrydowe**, w których poszczególne elementy można rozdzielić w sposób ściśle określony przez producenta; przetwornik przepływu montuje się na przewodzie zasilającym lub powrotnym, a na obu przewodach instaluje się czujniki temperatury; przelicznik można umieścić w dowolnym miejscu, np. na ścianie węzła cieplnego lub przetworniku przepływu; przeliczniki, w zależności od konstrukcji, mogą mierzyć także inne parametry, takie jak moc cieplna, temperatura zasilania i powrotu, natężenie przepływu; przetworniki przepływu mogą być wirnikowe, śrubowe (z częściami ruchomymi), magnetoindukcyjne, ultradźwiękowe, wirowe, zwężkowe; wymagania metrologiczne, którym powinny odpowiadać ciepłomierze do wody i ich elementy, precyzuje Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 13 lutego 2004 roku (DzU nr 37, poz. 332);
 - **podzielniki kosztów ogrzewania** nie są przyrządami pomiarowymi mierzącymi bezpośrednio zużycie energii cieplnej, określają jedynie pomocniczą wielkość służącą do rozdziału kosztów ogrzewania pomiędzy poszczególnych użytkowników, dzieli się je na:

- **cieczowe (wyparkowe) podzielniki kosztów** - działają bez dodatkowego źródła zasilania; charakteryzują się prostą budową - do korpusu podzielnika jest przymocowana ampułka z cieczą pomiarową, najczęściej benzoesanem metylu lub innym rozpuszczalnikiem organicznym, który odparowuje tym szybciej, im wyższa jest temperatura otoczenia, ubytek cieczy jest przeliczany na wartość ciepła wyemitowanego przez dany grzejnik; produkuje się także podzielniki cieczowe z ampułkami kapilarnymi, kapilary zawierają w porównaniu z tradycyjnymi ampułkami kilkakrotnie mniej płynu, a ich zaletą jest możliwość montażu na grzejniku w pozycji poziomej,

- **elektroniczne podzielniki kosztów** - mierzą dokładnie temperaturę grzejnika i powietrza w pomieszczeniu oraz określają bieżące zużycie energii cieplnej; wszystkie informacje rejestruje procesor, a dane te są pokazywane na ciekłokrystalicznym wyświetlaczu; dodatkowo można uzyskać wiele innych informacji, np. takich jak: wartość zużycia energii cieplnej w roku poprzednim, data odczytu, maksymalna temperatura grzejnika i powietrza w pomieszczeniu w bieżącym roku (w zależności od typu podzielnika); urządzenia te mogą współpracować ze zdalnym odczytem za pomocą fal radiowych, dzięki czemu dane o zużyciu ciepła są przekazywane automatycznie, bez zakłócania spokoju mieszkańców.

- **Armatura pomocnicza** - umożliwia utrzymanie instalacji we właściwym stanie. Są to głównie urządzenia do odpowietrzania i odwadniania instalacji oraz do czyszczenia nośnika ciepła. W celu odpowietrzania montuje się automatyczne odpowietrzniki na szczytach pionów lub w innych najwyższych punktach instalacji. Przed urządzeniami wymagającymi czystego strumienia nośnika ciepła umieszcza się filtry zatrzymujące osady.

Armatura gazowa

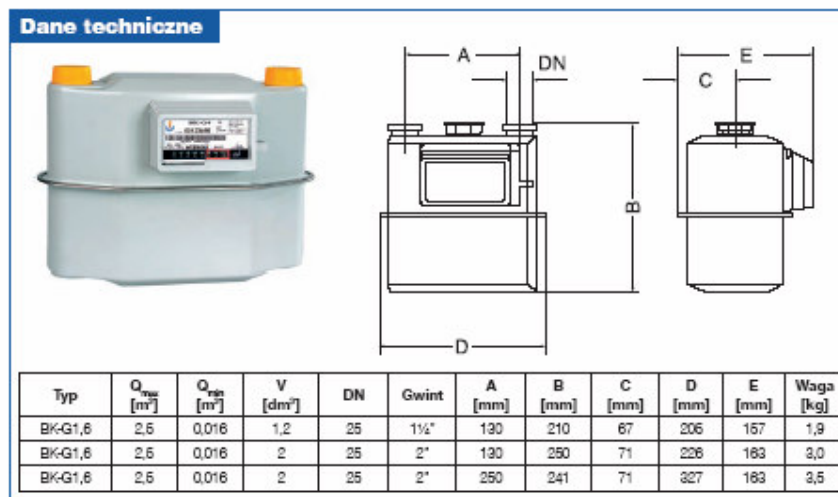
W zależności od rodzaju instalacji, różne elementy wchodzi w skład niezbędnego osprzętu zapewniającego jej prawidłową i bezpieczną pracę.

Rodzaje armatury gazowej

- **Armatura regulacyjna** - zawory umożliwiające zamykanie i otwieranie przepływu gazu, mogą występować również zawory odcinające w wersji przystosowanej do współpracy z detektorami gazu.
- **Armatura czerpalna** - szybkozłacza składające się z kurka i przewodu elastycznego, wykorzystywane do podłączenia kuchenek gazowych.
- **Armatura pomiarowa** - gazomierze służące do pomiaru objętości przepływającego przez nie gazu; informacja o ilości gazu, który przepłynął przez urządzenie, jest wskazywana na liczydłe mechanicznym, natomiast nadajniki umożliwiają współpracę gazomierza z zewnętrznymi urządzeniami elektronicznymi.

Podział gazomierzy ze względu na konstrukcję:

- **miechowe** stosowane są do opomiarowania niewielkich ilości przepływającego gazu przy ciśnieniu nieprzekraczającym 5 kPa oraz 100 m³ na godzinę; właśnie ten typ gazomierzy najczęściej jest używany w gospodarce komunalnej;



Rysunek 6. Gazomierz miechowy

- **turbinowe** są przeznaczone do pomiaru objętości gazu w celach rozliczeniowych lub opomiarowania linii przesyłowych i dystrybucji gazów technologicznych;
- **rotorowe** stosowane są do pomiarów rozliczeniowych i technologicznych gazu

ziemnego; ze względu na swoje własności metrologiczne, łatwość oraz wygodę obsługi w miejscu pracy są one optymalnymi urządzeniami pomiarowymi do małych

i średnich stacji pomiarowych lub redukcyjno-pomiarowych, np. w kotłowniach c.o., do opomiarowania pieców technologicznych itp.; dzięki bardzo dużemu zakresowi (nawet 1:200) doskonale sprawdzają się tam, gdzie występuje duża różnica między maksymalnym a minimalnym przepływem gazu. Wymagania metrologiczne, którym powinny odpowiadać gazomierze oraz przeliczniki do gazomierzy, określone zostały w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 24 marca 2004 r. (DzU nr 63, poz. 588).

- **Armatura zabezpieczająca** - zadaniem reduktorów jest utrzymanie stałego ciśnienia gazu na wyjściu niezależnie od parametrów gazu na wejściu (ciśnienia, natężenia przepływu).

Dane techniczne i wymiary												
Typ	Przepustowość (gaz ziemny [m ³]/h)				Przyłącze		Wymiary [mm]			Waga [kg]		
	Q _{max} Δp 4 mbar	Q _{max1} Pe 50 mbar	Q _{max2}	Q _{max3}	liniowy	gwint/kolnierz	D	B1	B2	H		
M2R 25 MG	1,75	3	19	10	DN 25	gwint zew. R 1 1/2	120	78	62	140		
M2R 25 MF						kolnierz PN 16				160		
M2R 25 MF-G						Kolnierz PN 16 Gwint zew. R 1 1/2				140		
M2R 25 MGZ						Gwint zew. R 1/2 współos. (R2) licznik				140		
M2R Kątowy*			25 at 750 mbar	25		R 3/4" – NF E29-536 R 1 1/4" złącze licznika				155	-	1,5
M2R 25 ME	1,75	3	19	19	DN 25	jednokrócowy	120	78	62	184	-	1,8
Przepływ = 20 wg standard DIN Q _{max1} qpe _{min} =maks. przepływ przy min. ciśn. wlot. Q _{max2} qpe _{min} =maks. przepływ przy max. ciśn. wlot.						* wykonanie standard, pozostałe na życzenie wykonanie z ręcznym lub automatycznym odblokowywaniem						

Rysunek 7. Reduktory firmy ELSTER Handel

- **Armatura pomocnicza** - filtry chroniące urządzenia (np. gazomierze) przed ewentualnymi zanieczyszczeniami niesionymi przez gazy, trójniki rewizyjne stosowane do inspekcji rur gazowych.

Ćwiczenie nr 5

Próba ciśnieniowa szczelności układu przewodów

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zasadami prowadzenia ciśnieniowej próby szczelności w instalacjach wykonanych z przewodów stalowych oraz polietylenowych.

2. Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje:

- omówienie przebiegu ciśnieniowej próby szczelności w instalacjach wykonanych z rur stalowych oraz z PE;
- prezentację pompy kontrolnej do ciśnieniowego sprawdzania szczelności;
- wykonania próby szczelności układu przewodów ze stali oraz z PE.

3. Wykonanie ćwiczenia

Niezbędny sprzęt:

- pompa kontrolna do ciśnieniowego sprawdzania szczelności;
- badane układy przewodów.

Przebieg ćwiczenia

- podłączyć pompę kontrolną do układu przewodów stalowych;
- wykonać ciśnieniową próbę szczelności;
- podłączyć pompę kontrolną do układu przewodów PE;
- wykonać ciśnieniową próbę szczelności.

Próba ciśnieniowa układu przewodów z wodociągowych rur stalowych

Czynności przygotowawcze

- a. Podłączyć pompę kontrolną do badanego układu przewodów.
- b. Zbiornik pompy kontrolnej napełnić wodą.
- c. Rozpocząć napełnianie badanego układu jednocześnie przeprowadzając jego odpowietrzenie poprzez np. najwyżej usytuowany przybór armatury czerpalnej.
- d. Określić ciśnienie próbne – 1,5 wartości ciśnienia roboczego.

Próba wstępna

- a. Podnieść ciśnienie w układzie za pomocą pompy wodnej do wysokości ciśnienia testowego.
- b. W ciągu 30 minut należy dwukrotnie podnieść ciśnienie próbne do pierwotnej wartości w odstępie 10 minut.
- c. W ciągu następnych 30 minut próby spadek ciśnienia w układzie nie może przekroczyć 0,06 MPa.

Próba główna

- a. Podnieść ciśnienie w układzie do wartości ciśnienia próbnego.
- b. W czasie 120 minut ciśnienie pozostałe po próbie wstępnej nie może spaść więcej niż o 0,02 MPa.
- c. Przeprowadzić wzrokową kontrolę szczelności połączeń.



Rysunek 1. Pompa kontrolna do ciśnieniowego sprawdzania szczelności układu

Próba ciśnieniowa układu przewodów z wodociągowych z tworzyw sztucznych wg PN-EN

805

Czynności przygotowawcze

- a. Podłączyć pompę kontrolną do badanego układu przewodów.
- b. Zbiornik pompy kontrolnej napełnić wodą.
- c. Rozpocząć napełnianie badanego układu jednocześnie przeprowadzając jego odpowietrzenie poprzez np. najwyżej usytuowany przybór armatury czerpalnej.
- d. Określić ciśnienie próbne – 1,5 wartości ciśnienia roboczego.

Faza wstępna

- a. Zapewnić ciśnienie atmosferyczne w układzie i przez 60 minut pozwolić na relaksację naprężeń w przewodach PE.
- b. Po upływie tego czasu w ciągu co najwyżej 10 minut podnieść ciśnienie do poziomu próbnego.
- c. Przez 30 minut utrzymywać poziom ciśnienia próbnego w razie konieczności dopompowując wodę.
- d. Przez 60 minut nie pompować wody pozwalając na rozciąganie się przewodów, monitorując poziom ciśnienia.

Faza zintegrowanej próby spadku ciśnienia

- a. Gwałtownie obniżyć ciśnienie o 10-15% ciśnienia próbnego poprzez upuszczenie wody z układu.
- b. Dokładnie odmierzyć objętość upuszczonej wody ΔV .
- c. Obliczyć maksymalny dopuszczalny ubytek wody ΔV_{max} i sprawdzić czy ΔV spełnia następujący warunek (1):

$$\Delta V_{max} = 1,2V\Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{eE_R} \right) \quad (1)$$

gdzie:

ΔV_{max} – dopuszczalny ubytek wody, m³;

V – objętość badanego układu przewodów, m³;

Δp – dopuszczalna strata ciśnienia, Pa;

E_w – współczynnik sprężystości objętościowej wody, Pa;

D – wewnętrzna średnica przewodu, m;

e – grubość ścianki przewodu, m;

E_R – moduł sprężystości ścianki przewodu w kierunku obwodowym, Pa;

Faza zasadniczej próby szczelności

- a. Przez okres 30 minut obserwować i rejestrować wzrost ciśnienia wywołany kurczeniem się rurociągu po fazie próby zintegrowanej.
- b. Próbę uznajemy za pozytywnie zakończoną jeżeli zmiana ciśnienia wykazuje tendencje wzrostową i w ciągu 30 minut nie zachodzi spadek ciśnienia.
- c. W razie wątpliwości czas trwania testu przedłużyć do 90 minut.
- d. Jeżeli w teście podstawowym nie wystąpi spadek ciśnienia lub w teście przedłużonym spadek ciśnienia nie będzie większy niż 25 kPa próbę należy uznać za zakończoną pozytywnie.

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Opis i podział ciśnieniowych prób szczelności.
3. Schemat układu i sposób wykonania ćwiczenia
4. Wnioski