

1. Informacje ogólne

PVC i CPVC nie są materiałami nowymi. W USA PVC stosuje się od 1959 r., a CPVC od 1968 r. Tam zostały opracowane normy ASTM (American Society of Testing and Materials), dotyczące stosowania tych materiałów w instalacjach budowlanych. Posiadają one również dopuszczenie do stosowania dla wody pitnej, wydane przez NSF (National Sanitation Foundation), tj. Narodowy Amerykański Instytut Higieny. W Europie PVC i CPVC zaczęto stosować od 1979 r. Angielskie urzędy takie jak WRC (Water Research Council), WFD (Water Fittings Directory) oraz BBA (British Board of Agreement) wydały odpowiednie zaświadczenia i certyfikaty o pełnej przydatności tych tworzyw w wodnych instalacjach wewnętrznych. W roku 1979 Niemcy (DVGW-Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches) dopisują je do norm DIN jako kolejne materiały do stosowania w instalacjach wody pitnej.

Obecnie PVC i CPVC są najbardziej rozpowszechnionymi materiałami na świecie służącymi do produkcji rur instalacyjnych. W wielu krajach instalatorzy i użytkownicy uznali wyższość tworzyw sztucznych nad metalami ze względu na ich odporność na korozję, małą oporność hydrauliczną, trwałe połączenia.

Zalety instalacji z PVC i CPVC to:

- odporność na korozję,
- doskonałe parametry hydrauliczne,
- szczelność połączeń,
- obojętność i odporność chemiczna na ponad 500 różnych związków chemicznych, włącznie z większością kwasów, zasad i alkoholi, detergentów, wybielaczy,
- łatwy i szybki montaż, niewymagający specjalistycznego sprzętu oraz energii elektrycznej,
- doskonałe właściwości ognioodporne.

2. Charakterystyka PVC i CPVC

2.1. Właściwości fizyczne

Tworzywa sztuczne PVC i CPVC charakteryzują się własnościami, które zdecydowały o szerokim zastosowaniu w budowie instalacji. Cechuje je ogólnie mały ciężar właściwy, duża trwałość oraz wytrzymałość mechaniczna.

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizyczne PVC i CPVC.

Właściwości	Jednostka	PVC	CPVC
<i>mechaniczne w temp. 23°C</i>			
Ciężar właściwy	g/cm ³	1,41	1,57
Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	48,3	57,9
Wytrzymałość na zginanie	MPa	100	107,7
Wytrzymałość na ściskanie	MPa	62	62
Moduł sprężystości Younga	MPa	2758	2898
Twardość wg Rockwella		110-120	120
<i>termiczne</i>			
współczynnik rozszerzalności liniowej	x 10 ⁻⁵ 1/K	5,2	6,2
współczynnik przewodności cieplnej	W/mK	0,22	0,16

2.2. Właściwości chemiczne

Instalacje USMetrix charakteryzują się bardzo dobrą odpornością chemiczną. Badania próbek z PVC i CPVC zanurzonych na okres 90 dni w różnego rodzaju chemikaliach o różnych temperaturach stały się podstawą do określenia ich odporności na zasady, kwasy, utleniacze, paliwa i inne związki chemiczne. Ogólna ocena średniej odporności, w stosunku do różnych substancji chemicznych (w skali od 0 - nieodporne do 10 całkowicie odporne), dla CPVC wynosi 8,6 a np. dla polipropylenu 6,2.

2.3. Właściwości ognioodporne

Zarówno PVC, jak i CPVC wykazują doskonałe właściwości ognioodporne. Temperatura zapłonu PVC przekracza 388°C, a CPVC 433°C i w normalnych warunkach są praktycznie niepalne. Czynnikiem, który o tym decyduje jest wskaźnik graniczny tlenu LIO (Limiting Oxygen Index). Określa on minimalne zapotrzebowanie tlenu potrzebnego do podtrzymywania procesu spalania. Dla PVC wynosi on 40%, a dla CPVC 42%. Zawartość tlenu w atmosferze ziemskiej wynosi 21%, tak więc PVC i CPVC nie podtrzymują procesu palenia i samoczynnie gasną w chwili usunięcia źródła ognia. Dla porównania LIO dla polipropylenu wynosi 17%, polibutylen 18%, bawełny 15%, a nylonu 20%. Badania przeprowadzone przez niezależne uniwersytety i laboratoria dowiodły, że wydzielające się przy spalaniu PVC i CPVC gazy nie są bardziej niebezpieczne niż gazy palącego się drewna.

3. Aprobaty i atesty

Rury i złączki USMetrix wykonane z PVC-U produkowane są wg normy PN 1452. Elementy systemu z C-PVC zostały zbadane i dopuszczone do stosowania w budownictwie przez COBRTI INSTAL. Wszystkie elementy posiadają atesty wydane przez Państwowy Zakład Higieny w Warszawie.

4. Typy rur i parametry pracy

System USMetrix obejmuje szeroki zakres rur, kształtek i zaworów z PVC i CPVC.

Rury i złączki ciśnieniowe z PVC-U przeznaczone są do przesyłania wody zimnej o temperaturze nieprzekraczającej 50°C. Produkowane są wg polskiej normy PN 1452 w odcinkach 3 m i należą do szeregu ciśnieniowego PN 16, a 1/2", 3/4", 1" także do PN 20. Średnice od 1" do 2" należą do PN 16, zaś powyżej 2" do PN 12,5. Parametry techniczne rur z PVC-U przedstawiono w tabeli 2. Złączki z PVC systemu USMetrix należą do szeregu ciśnieniowego PN 25.

Tabela 2. Parametry techniczne rur z PVC.

Rozmiar	Szereg ciśnieniowy	Min. grubość ścianki	Średnica wewnętrzna	Średnica zewnętrzna
cale	PN	mm	mm	mm
1/2	16	1,7	17,94	21,34
1/2	20	2,1	17,14	21,34
3/4	16	1,9	22,87	26,67
3/4	20	2,5	21,67	26,67
1	16	2,2	29,00	33,40
1	20	3,1	27,20	33,40
1 1/4	16	2,7	36,76	42,16
1 1/2	16	3,1	42,06	48,26
2	16	3,9	52,52	60,32
2 1/2	12,5	5,16	62,70	73,02
3	12,5	5,5	77,90	88,90
4	12,5	6	102,30	114,3
6	12,5	7,11	153,22	168,28

Rury i złączki z CPVC przeznaczone są do przesyłania wody zimnej i gorącej nieprzekraczającej 95°C. Rury z CPVC standardowo produkowane są w wersji SDR 11 CTS (Copper Tube Size). Mają długość 3,048 m i wymiarowo odpowiadają rurom miedzianym. Parametry techniczne rur z C-PVC przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Parametry techniczne rur z CPVC.

Rozmiar	Max. ciśnienie pracy przy 23°C	Min. grubość ścianki	Średnica wewnętrzna	Średnica zewnętrzna
cale	kPa	mm	mm	mm
1/2	2760	1,73	12,40	15,86
3/4	2760	2,03	18,16	22,22
1	2760	2,59	23,38	28,56
1 1/4	2760	3,18	28,55	34,91
1 1/2	2760	3,76	33,74	41,26
2	2760	4,90	44,16	53,96

Uwaga:

1. Nie należy stosować rur z PVC i CPVC do instalacji sprężonego powietrza i instalacji gazowych.
2. Rury nie nadają się do gwintowania.
3. Dla temperatury powyżej 23°C maksymalne ciśnienie robocze ulega obniżeniu. Współczynnik zmniejszający kr przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wartość współczynnika kr dla danej temperatury wody.

Temperatura wody °C	kr		Temperatura wody °C	kr	
	PVC	CPVC		PVC	CPVC
23	1,00	1,00	60	0,22	0,55
27	0,90	0,96	66	x	0,47
32	0,75	0,92	71	x	0,40
38	0,62	0,85	77	x	0,32
43	0,50	0,77	82	x	0,25
49	0,40	0,70	93	x	0,18
54	0,30	0,62	99	x	0,15

5. Projektowanie instalacji z PVC i CPVC

5.1. Wskazówka ogólna

Przy projektowaniu instalacji należy posługiwać się aktualnymi normami, łącznie z informacjami i danymi zawartymi w niniejszym opracowaniu. Zawarto tu elementy konieczne do uwzględnienia w projektowaniu ze względu na specyfikę rur z PVC-U i C-PVC.

5.2. Ustalanie trasy przewodów

- Przewody powinny być prowadzone w sposób uniemożliwiający oddziaływanie na instalację naprężeń pochodzących z konstrukcji budynku.
- Trasa powinna być możliwie najkrótsza i najprostsza. Korzystny jest taki przebieg, by przy wykorzystaniu konstrukcji budynku powstały naturalne kompensacje przewodów rozdzielczych lub pionów. Przy braku takich możliwości konieczne jest zaprojektowanie kompensatorów.
- Piony i podejścia do punktów czerpalnych najlepiej jest prowadzić w bruzdach, w których odpowiedni o zamocowane przewody ulegając wydłużeniu układają się w bruzdzie, dzięki czemu można uniknąć wbudowywania kompensatorów. Wnętrze bruzdy należy wygładzić, aby nie doszło do zarysowania i uszkodzenia rur.

5.3. Uderzenia hydrauliczne

Uderzenia hydrauliczne występują w przypadku gwałtownego otwierania zaworów, zmiany kierunku przepływającej z dużą prędkością masy wody. Powstające uderzenie chociaż chwilowe może spowodować zniszczenie złączy lub zaworów.

Równanie pozwalające obliczyć powstające uderzenie hydrauliczne ma postać:

$$P = 0,023 \times k \times w \quad [\text{MPa}]$$

gdzie: k - stała uderzenia hydraulicznego
 w - prędkość przepływu wody [m/s]

Całkowite ciśnienie w instalacji nie powinno przekraczać 150% ciśnienia znamionowego instalacji. Dla uniknięcia problemów uderzeń hydraulicznych należy:

- ograniczyć prędkość przepływu wody ($w < 1,5$ m/s).

5.4. Straty ciśnienia w przewodach z rur z PVC i CPVC

Straty ciśnienia w przewodach z PVC i CPVC zależą od wielu czynników m.in. prędkości przepływu i układu połączeń.

Całkowitą stratę ciśnienia obliczeniowego odcinka instalacji określa równanie:

$$p = \sum l_i \cdot R_i + \sum \xi_i \cdot P_{di}$$

gdzie:

R_i - jednostkowa liniowa strata ciśnienia w wyniku tarcia

l_i - długość obliczeniowych działek obiegu w (m), na których występują opory tarcia R_i w [Pa/m]

ξ_i - współczynnik straty miejscowej

P_{di} - wartość ciśnienia dynamicznego strumienia wody pokonującego dany opór miejscowy w [Pa]

Jednostkowe liniowe straty ciśnienia dokładnie można obliczyć z równania Williama Hazena:

$$R = 3468,85 (100/c)^{1,852} Q^{1,852} (0,04d)^{-4,8655}$$

gdzie:

R - straty ciśnienia w wyniku tarcia w [Pa/m]

d - średnica wewnętrzna rury

Q - przepływ wody w [l/s]

c - stała gładkości wewnętrznej powierzchni rury

5.5. Straty ciśnienia na łącznikach

Straty ciśnienia na oporach miejscowych oblicza się w zależności:

$$Z = \sum \xi_i P_{di} \quad [\text{Pa}]$$

gdzie:

Z - strata ciśnienia na oporze miejscowym

ξ_i - współczynnik straty miejscowej

P_{di} - wartość ciśnienia dynamicznego strumienia wody pokonującego dany opór miejscowy w [Pa]

Wartości współczynników strat miejscowych dla najczęściej występujących łączników przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wartości oporów miejscowych.

Łącznik	
Złączka równoprzelotowa	0,25
Złączka zwięzkowa	
o dwie średnice	0,55
o trzy średnice	0,85
Kolano równoprzelotowe 90°C	1,20
Kolano równoprzelotowe 45°C	0,50
Trójnik równoprzelotowy - dopływ	0,80
Trójnik równoprzelotowy - odpływ	1,20
Trójnik równoprzelotowy - obustronny dopływ	3,00
Trójnik równoprzelotowy rozplywowy	1,80
Śrubunek	0,40

Dla uproszczonych obliczeń strat miejscowych w tabeli 6 podano zależność straty Z od prędkości przepływu wody w [m/s] dla współczynnika strat miejscowych $\xi = 1$ (dla temperatury wody $t = +10^{\circ}\text{C}$).

Tabela 6. Zależność straty ciśnienia w zależności od prędkości przepływu wody.

Prędkość przepływu wody	Spadek ciśnienia Z	Prędkość przepływu wody	Spadek ciśnienia Z
m/s	Pa	m/s	Pa
0,1	5	2,6	3380
0,2	20	2,7	3655
0,3	45	2,8	3920
0,4	80	2,9	4200
0,5	125	3	4500
0,6	180	3,1	4800
0,7	245	3,2	5120
0,8	320	3,3	5440
0,9	400	3,4	5780
1	500	3,5	6125
1,1	600	3,6	6480
1,2	720	3,7	6845
1,3	845	3,8	7220
1,4	980	3,9	7600
1,5	1125	4	8000
1,6	1280	4,1	8400
1,7	1445	4,2	8820
1,8	1620	4,3	9245
1,9	1800	4,4	9680
2	2000	4,5	10125
2,1	2200	4,6	10580
2,2	2420	4,7	11045
2,3	2645	4,8	11520
2,4	2880	4,9	12000
2,5	3125	5	12500

Często dla obliczeń projektowych przyjmuje się spadek ciśnienia na łącznikach jako równoważny spadkowi ciśnienia na rurze odpowiedniej długości. Tabele 7 i 8 podają dla typowych łączników zastępczą długość rury w metrach.

Tabela 7. Zastępcze długości rury w metrach dla typowych łączników z CPVC.

Typ łącznika	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Kolanko 90°C	0,49	0,64	0,79	1,06	1,22	1,67
Kolanko 45°C	0,24	0,34	0,34	0,55	0,64	0,85
Trójnik rozgał.	1,22	1,55	1,83	2,1	2,47	3,66
Trójnik przelot.	0,3	0,43	0,52	0,7	0,82	1,31

Tabela 8. Zastępcze długości rury w metrach dla typowych łączników z PVC.

Typ łącznika	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
Kolanko 90°C	0,46	0,61	0,77	1,16	1,23	1,75	2,11	2,42	3,49	5,11
Kolanko 45°C	0,25	0,34	0,43	0,55	0,64	0,8	0,95	1,23	1,56	2,45
Trójnik rozgał.	1,16	1,5	1,84	2,24	2,57	3,68	4,5	5,02	6,74	10,01
Trójnik przelot.	0,31	0,43	0,52	0,7	0,83	1,23	1,5	1,87	2,42	3,77

5.6. Straty ciśnienia na zaworach

Podobnie jak dla łączników podaje się dla zaworów straty ciśnienia jako równoważne spadkom ciśnienia na rurze odpowiedniej długości. Tabela 9 podaje zastępczą długość rury w metrach dla różnych zaworów.

Tabela 9. Zastępcze długości rury w metrach dla zaworów.

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Zasuwa	0,13	0,17	0,21	0,28	0,33	0,42
Zawór grzybkowy	5,36	7,10	9,05	11,90	13,90	17,90
Zawór kątowy	2,37	3,14	3,99	5,27	6,13	7,86

Straty ciśnienia na zaworach kulowych można wyliczyć ze wzoru:

$$P=1733 *G^2/k \text{ [kPa]}$$

gdzie:

G przepływ w [l/s]

k współczynnik zależny od średnicy i konstrukcji zaworu

Dla zaworów kulowych wartości tego współczynnika podano w tabeli 10.

W praktyce straty ciśnienia na zaworach kulowych są pomijane ze względu na małą wartość strat.

Tabela 10. Wartość współczynnika k dla zaworów kulowych.

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
k	64	225	841	5625	8100	19600

5.7. Kompensacja przewodów instalacji z PVC i CPVC

5.7.1. Wydłużenie liniowe

PVC oraz CPVC, jak większość materiałów, podlega wpływom temperatury. Wraz z jej wzrostem rury z tworzyw sztucznych ulegają wydłużeniu i to w znacznie większym stopniu niż rury stalowe czy miedziane.

Wydłużenie l (w cm) wywołane przyrostem temperatury t (w °C) oblicza się według poniższego wzoru:

$$l = \alpha \cdot l_0 \cdot t$$

gdzie:

- współczynnik rozszerzalności liniowej (dla CPVC = $6,2 \cdot 10^{-5}$ [1/K])
- l_0 - długość odcinka rury [m]
- t - przyrost temperatury [K]

Przyrost temperatury t jest różnica między temperaturą czynnika w instalacji a temperaturą, w której odbywał się montaż. Dla rur z CPVC przyrost długości l w zależności od przyrostu temperatury t podaje tabela 11.

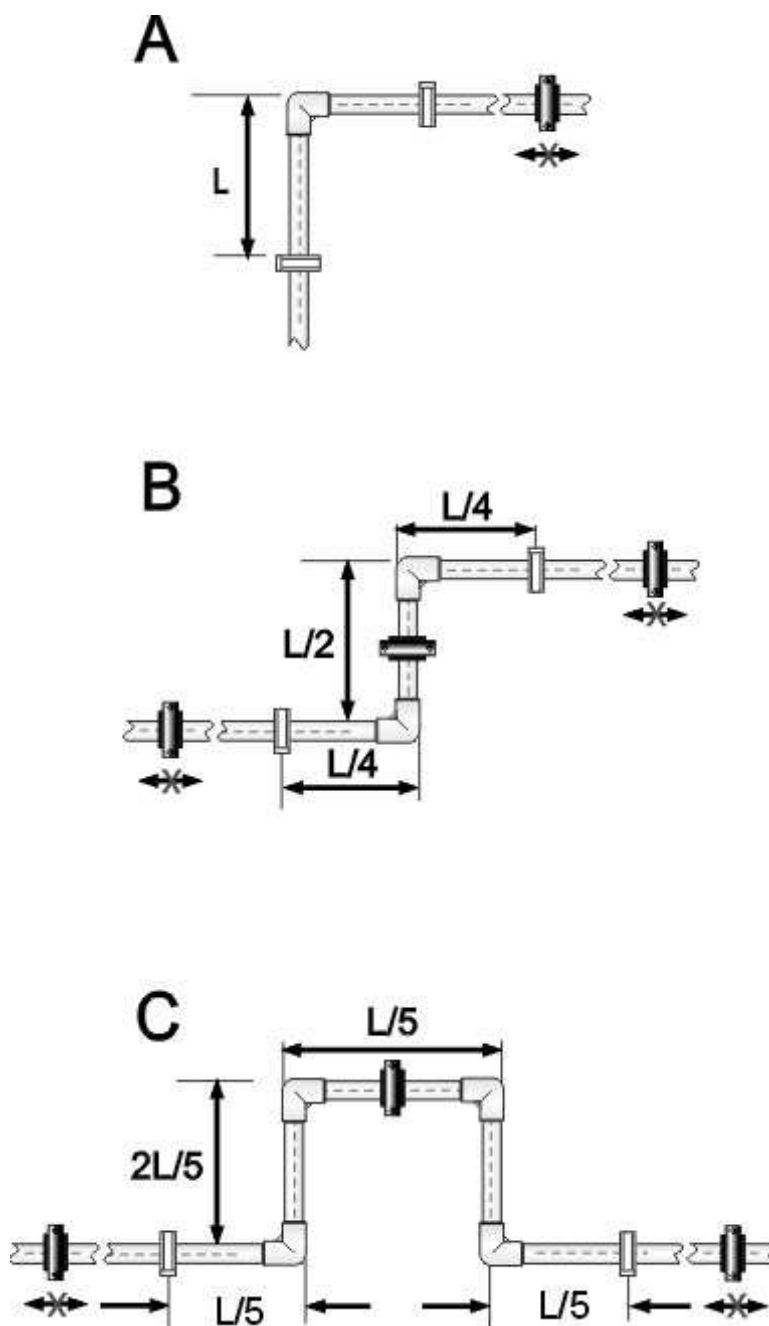
Tabela 11. Przyrost długości rury w mm.

Długość rury m	Przyrost temperatury									
	10K	20K	30K	40K	50K	60K	70K	80K	90K	100K
0,1	0,062	0,124	0,186	0,248	0,31	0,372	0,434	0,496	0,558	0,62
0,2	0,124	0,248	0,372	0,496	0,62	0,744	0,868	0,992	1,116	1,24
0,3	0,186	0,372	0,558	0,744	0,93	1,116	1,302	1,488	1,674	1,86
0,4	0,248	0,496	0,744	0,992	1,24	1,488	1,736	1,984	2,232	2,4
0,5	0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,86	2,17	2,48	2,79	3,1
0,6	0,372	0,744	1,116	1,488	1,86	2,232	2,604	2,976	3,348	3,72
0,7	0,434	0,868	1,302	1,736	2,17	2,604	3,038	3,472	3,906	4,34
0,8	0,496	0,892	1,488	1,984	2,48	2,976	3,472	3,968	4,464	4,96
0,9	0,558	1,116	1,736	2,232	2,79	3,348	3,906	4,464	5,022	5,58
1,0	0,62	1,24	1,984	2,48	3,1	3,72	4,34	4,96	5,58	6,2
2,0	1,24	2,48	2,232	4,96	6,2	7,44	8,68	9,92	11,16	12,4
3,0	1,86	3,72	2,48	7,44	9,3	11,16	13,02	14,88	16,74	18,6
4,0	2,48	4,96	4,96	9,92	12,4	14,88	17,36	19,84	22,32	24,8
5,0	3,1	6,2	7,44	12,4	15,5	18,6	21,7	24,8	27,9	31
6,0	3,72	7,44	9,92	14,88	18,6	22,32	26,04	29,76	33,48	37,2
7,0	4,34	8,68	12,4	17,36	21,7	26,04	30,38	34,72	30,06	43,4
8,0	4,96	9,92	14,88	19,84	24,8	29,76	34,72	39,68	44,64	49,6
9,0	5,58	11,16	16,74	22,32	27,9	33,48	39,06	44,64	50,22	55,8
10,0	6,2	12,4	18,6	24,8	31	37,2	43,4	49,6	55,8	62
11,0	6,82	13,64	20,46	27,28	34,1	40,92	47,74	54,56	61,38	68,2
12,0	7,44	14,88	22,32	29,76	37,2	44,64	52,08	59,52	66,96	74,4

5.7.2. Metody kompensowania wydłużeń

Powstawanie wydłużeń liniowych nie może powodować zagrożenia uszkodzenia instalacji musi przebiegać w sposób dla niej bezpieczny. W tym celu należy wykorzystywać kompensację naturalną przez odpowiednie prowadzenie przewodów. Jeśli jednak takie rozwiązanie nie jest możliwe, należy na trasie przewodów poziomych i pionowych zaprojektować kompensatory. Wielkość kompensatorów zależy od wielkości wydłużenia odcinka przewodu i jego średnicy. Poniżej zilustrowano sposoby kompensacji przewodów przez załamanie trasy "A", przez wbudowanie kompensatora Z-kształtowego "B" i przy pomocy kompensatora U-kształtowego "C".

Rys. 5.7.2. Metody kompensowania wydłużeń.



We wszystkich tych przypadkach wykorzystuje się ograniczoną możliwość odkształcenia rur. Elementami, bez których kompensatory nie mogą spełniać swojej funkcji są odpowiednio rozmieszczone podpory stałe i przesuwne. Stałe podpory mocujące wyznaczają długość przewodu, jaki ulega odkształceniu o l . Podpory przesuwne muszą być tak usytuowane, by nie hamować pracy kompensatora.

Długość ramienia elastycznego oblicza się przy zastosowaniu wzoru:

$$L = \frac{3 \times E \times D \times l}{\sigma}$$

gdzie:

E - moduł sprężystości Young'a

l - przyrost długości [mm]

D - średnica zewnętrzna [mm]

σ - dopuszczalne naprężenia rozciągające [MPa]

Moduł sprężystości i dopuszczalne naprężenia rozciągające mają różne wartości dla różnych temperatur. Zależność tą przedstawia tabela 12.

Tabela 12. Zależność modułu sprężystości i dopuszczalnych naprężeń i temperatury.

T °C	E MPa	MPa
23	2920	13,8
32	2780	12,4
43	2560	10,4
49	2450	9,0
60	2227	6,9
71	2006	5,2
82	1855	3,5

6. Montaż

6.1. Zasady montażu instalacji

Instalacje sanitarne z PVC i CPVC można montować:

- na ścianach wewnętrznych budynków i w szachtach,
- w bruzdach pod tynkiem i pod posadzką,
- w wykopach.

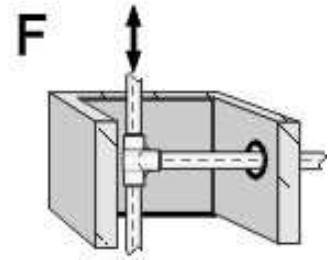
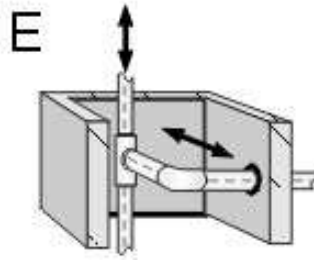
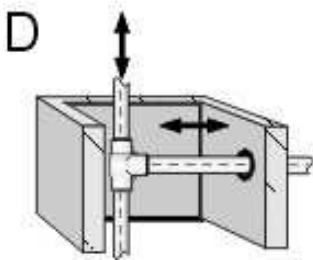
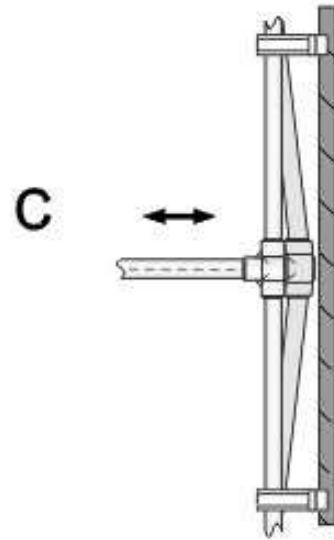
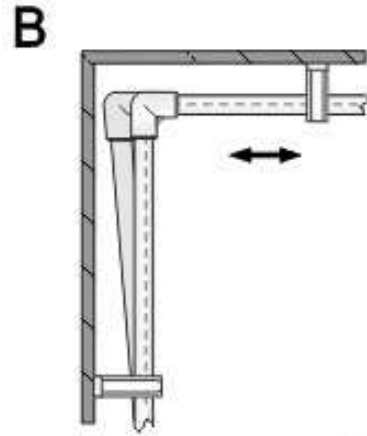
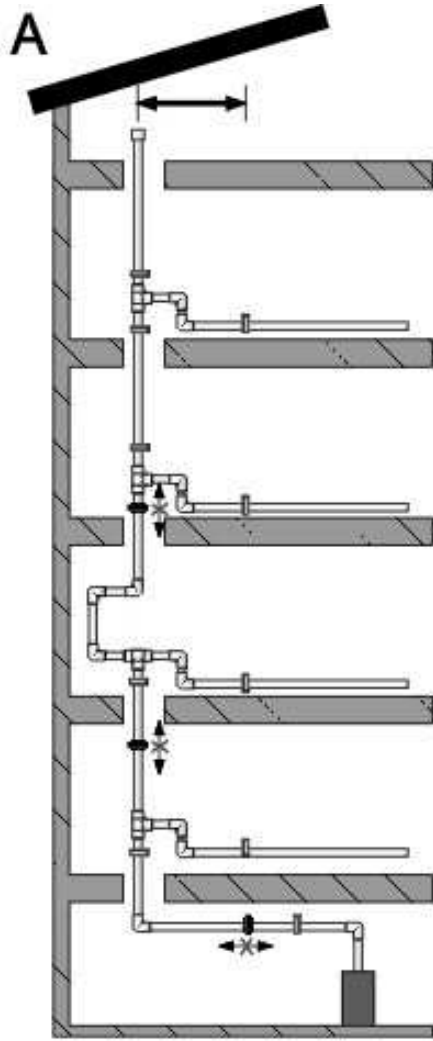
6.1.1. Układanie instalacji na ścianach i w szachtach

Zasady prowadzenia instalacji USMetrix nie odbiegają od zasad obowiązujących w instalacjach metalowych. Rury należy mocować do elementów konstrukcji za pomocą podpór stałych i przesuwnych. Sposób mocowania powinien zabezpieczyć je przed wyboczeniem i bezpośrednim stykiem z powierzchnią przegrody. Przewody instalacji USMetrix należy prowadzić po ścianach wewnętrznych. W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się prowadzenie przewodów po wewnętrznej stronie ścian zewnętrznych. Należy wówczas zabezpieczyć je przed zamarzaniem i skraplaniem pary wodnej. To samo dotyczy instalacji prowadzonej w pomieszczeniach nieogrzewanych. Instalacje USMetrix powinny być prowadzone w odległości min. 10 cm od rurociągów cieplnych lub innych źródeł ciepła. W przypadku gdy odległość ta jest mniejsza należy stosować izolację cieplną. Przewody powinny być także izolowane, gdy działanie dowolnego źródła ciepła mogłoby spowodować podwyższenie temperatury ścianki rurociągu o 30°C. Rury prowadzone w miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne powinny być dodatkowo zabezpieczone. Uwaga! PVC i CPVC nie przewodzą prądu elektrycznego. Nie wolno traktować instalacji wykonanej w systemie USMetrix jako uziemienia.

Dodatkowe wymagania dotyczą instalacji ciepłej wody użytkowej i c.o. i wynikają z powodu większej rozszerzalności cieplnej zastosowanego materiału. Dlatego jest bardzo ważne, by piony i przewody rozprowadzające były montowane bez jakichkolwiek naprężeń i z możliwie częstym wykorzystaniem samokompensacji "A". Oznacza to, że montaż uchwytów należy wykonywać w dostatecznej odległości od punktów zmiany kierunku "B" i rozgałęzień instalacji "C". Przy przejściach przez przegrody budowlane (ściany, stropy, ławy fundamentowe) należy montować przewody w tulejach ochronnych (najlepiej rurach o większych średnicach lub w rurach typu peszel), wypełnionych izolacją polietylenową, pianką poliuretanową lub innym dostępnym elastycznym szczeliwem. Należy stosować materiały chemicznie obojętne w stosunku do CPVC. Tuleje powinny nieznacznie wystawać z powierzchni przegrody. W miejscach przejść nie należy umieszczać połączeń rur ani mocowań.

Pionom i rozgałęzieniom prowadzonym szachtami instalacyjnymi należy zapewnić możliwość kompensowania zmian długości trasy pionowej. Uzyskuje się to przez odpowiednią lokalizację rury pionowej w kanale "D", montaż ramienia kompensacyjnego "E" lub odpowiednio przewymiarowany otwór dla wyprowadzenia odgałęzienia "F".

Rys. 6.1.1. Układanie instalacji na ścianach i w szachtach.



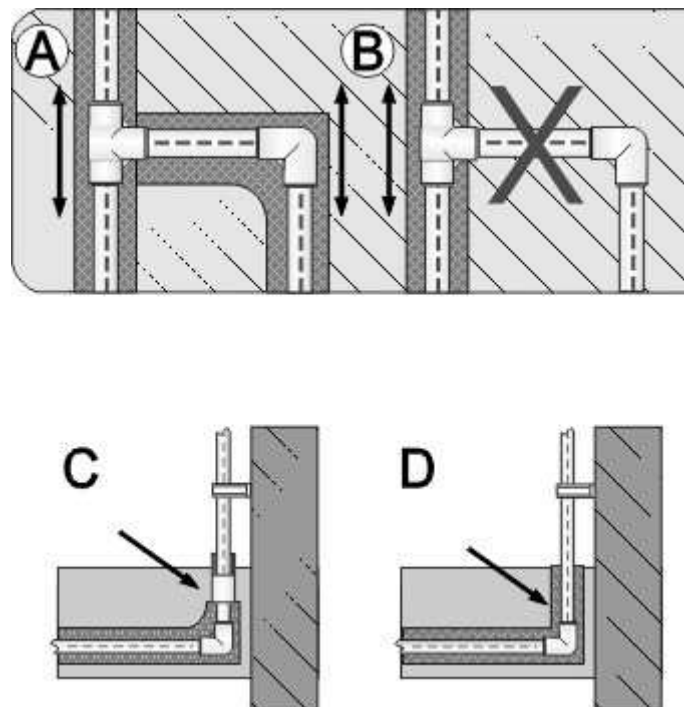
6.1.2. Układanie instalacji w bruzdach pod tynkiem i pod posadzką

Przewody prowadzone w bruzdach ściennych, podłogowych lub szlichtach powinny być układane w miarę możliwości w kierunkach prostopadłych lub równoległych do krawędzi przegród. Trasy przewodów powinny być oznaczone w dokumentacji powykonawczej.

Przewody prowadzone w bruzdach należy montować na wspornikach i uchwytach w sposób zabezpieczający je przed zetknięciem ze ścianą bruzdy. W przypadku instalacji wody ciepłej i c.o. ze względu na pracę wywołaną rozszerzalnością termiczną, niedopuszczalny jest kontakt rury z zaprawą wypełniającą bruzdę. Dlatego powinna być układana w rurze osłonowej (np. typu peszel). Dopuszcza się układanie w bruzdzie przewodu owiniętego tekturą falistą lub folią, pod warunkiem zapewnienia wokół rury przestrzeni powietrznej. W miejscach rozgałęzień i punktach zmiany kształtki i rury należy izolować materiałami elastycznymi w sposób zapewniający kompensację wydłużeń "A". Najlepszym rozwiązaniem jest otulina typu TERMAFLEX. Niedopuszczalne jest zabetonowanie odcinka przewodu nieizolowanego "B".

Przewody prowadzone w szlichtach podłogowych należy umieszczać w rurze osłonowej z tworzywa lub w izolacji. W miejscach wyjść instalacji z podłogi rury powinny być prowadzone w tulejach ochronnych "C" lub w izolacji "D".

Rys. 6.1.2. Sposób układania instalacji w bruzdzie.



6.1.3. Układanie instalacji w wykopach

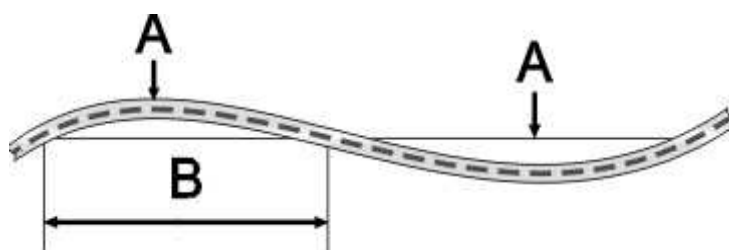
Rury USMetrix można instalować w odpowiednio do tego przygotowanych wykopach. Dno wykopu powinno być gładkie, wolne od kamieni. Gdy w wykopie występują kamienie lub zanieczyszczenia należy je usunąć lub wykonać podsypkę. Wykop powinien być wykonany i zabezpieczony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz być na tyle szeroki, by swobodnie wykonywać w nim prace łączeniowe i tzw. wężowanie.

Wężowanie polega na takim usytuowaniu rury w wykopie, aby była ona na przemian prawo- lub lewoskrętnie wygięta w stosunku do środkowej osi wykopu. Zastosowanie wężowania zapewnia odpowiedni luz dla rury kurczącej się i rozciągającej pod wpływem zmian temperatur w ziemi.

Tabela 13. Parametry prawidłowego wężowania.

	Max. odchylenie temperatury w °C pomiędzy temperaturą otoczenia w czasie montażu a temperaturą stałej pracy instalacji									
	-12,2	-6,7	-1,1	4,4	10	15,6	21,1	26,7	32,2	37,8
B [m] - długość cięciwy łuku	A [mm] - wysokość pojedynczego łuku wygięcia od osi środkowej wykopu									
6,1	76,2	88,9	114,3	127,0	152,4	165,1	177,8	177,8	203,2	203,2
15,2	117,8	228,6	279,4	330,2	355,6	393,7	431,8	457,2	482,6	508,0
30,5	330,2	457,2	558,8	660,4	736,6	800,1	889,0	939,8	1016,0	1066,8

Rys. 6.1.3. Układanie instalacji w wykopach.



Przewody powinny być ułożone w gruncie w sposób uniemożliwiający:

- zamarzanie w nich wody w okresie zimowym,
- nadmierne ich nagrzewanie w okresie letnim,
- powstawanie uszkodzeń pod wpływem obciążeń zewnętrznych,
- negatywny wpływ innych elementów uzbrojenia podziemnego.

Głębokość ułożenia przewodów bezpośrednio w gruncie i bez dodatkowych środków zabezpieczających określa norma.

6.2. Mocowanie rur

Instalacje z PVC i CPVC mają ograniczoną zdolność przenoszenia obciążeń wynikających z ich ciężaru własnego oraz ciężaru przesyłanej wody. Wraz ze wzrostem temperatury wody następuje zmniejszenie sztywności i przyrost długości rur, co dodatkowo sprzyja powstawaniu niepożądanych odkształceń. Dlatego istotne jest zaprojektowanie właściwych uchwytów rozmieszczonych w odpowiednich odstępach. Wszystkie rury systemu USMetrix należy mocować do elementów konstrukcji za pomocą obejm odpowiadających ich średnicy zewnętrznej. Obejmy nie powinny powodować uszkodzeń mechanicznych umocowanych w nich rur.

A. Obejmy uchwyty stałe powinny uniemożliwiać przesuwanie się rury względem uchwytu. Idealnym rozwiązaniem jest obejma metalowa z wkładką z gumy lub innego elastycznego materiału (nie stosować obejm z wkładkami z plastycznym PCV, gdyż mogą powodować rozpuszczanie się rury). Podpora stała może być realizowana poprzez umieszczenie stałych elementów rurociągu (np. zaworów, kształtek, złączek) pomiędzy uchwytami z tworzywa sztucznego. Istotne jest wówczas, aby taka konstrukcja przejmowała siły wynikające z wydłużenia przewodów.

B. Obejmy uchwyty przesuwne wykonane zazwyczaj z tworzywa sztucznego, powinny pozwalać na swobodny przesuw rury względem uchwyty.

Dla zapewnienia prawidłowej pracy oraz estetycznego wyglądu instalacji, należy mocować rury w określonych odległościach. Tabela 14 przedstawia maksymalny rozstaw podpór dla odcinków poziomych.

Dla odcinków pionowych można zwiększyć odległość pomiędzy podporami o 20%. Należy jednak pamiętać, aby rury pionowe miały mocowania przy każdym przejściu przez stropy, przy rozgałęzieniach i zmianie kierunku o 90°. W miejscach, gdzie występują zakończenia instalacji (odpowietrzenia, odwodnienia, itp.), są zamontowane baterie, zawory lub inne przybory, należy zapewnić im niezależne podparcie. Mocowania powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby zapewniały kompensację wydłużeń termicznych. Mocowania muszą uwzględniać ramię kompensujące.

Tabela 14. Maksymalny rozstaw podpór dla odcinków pionowych.

Rodzaj rury	Rodzaj instalacji	
	woda zimna	woda ciepła i c.o.
	cm	cm
1/2" CPVC	75	60
3/4" CPVC	85	65
1" CPVC	90	70
1 1/4" CPVC	100	75
1 1/2" CPVC	110	80
2" CPVC	125	90
1/2" PVC	90	
3/4" PVC	100	
1" PVC	110	
1 1/4" PVC	120	
1 1/2" PVC	130	
2" PVC	165	
3" PVC	180	
4" PVC	210	
6" PVC	250	

6.3. Połączenia systemu USMetrix z rurami stalowymi

W skład systemu USMetrix wchodzi złączki PVC i CPVC z gwintem zewnętrznym i wewnętrznym, tuleje przejściowe z uszczelką oraz śrubunki metalowe z elementem CPVC. Umożliwiają one wykonanie wszelkich połączeń z innymi systemami instalacyjnymi. W instalacjach wody zimnej do połączeń z muflą metalową można stosować złączki z gwintem zewnętrznym "A". Do uszczelniania połączeń należy używać tylko i wyłącznie taśmę teflonową, nawijając ją na zakładkę na całej długości gwintu.

Do uszczelniania nie należy stosować pakul. Przed nawinięciem taśmy należy stepić gwint złączki z tworzywa.

Ze względu na stożkowy profil gwintu, nie należy łączyć złączek z gwintem wewnętrznym z metalowymi elementami wkrętnymi "B".

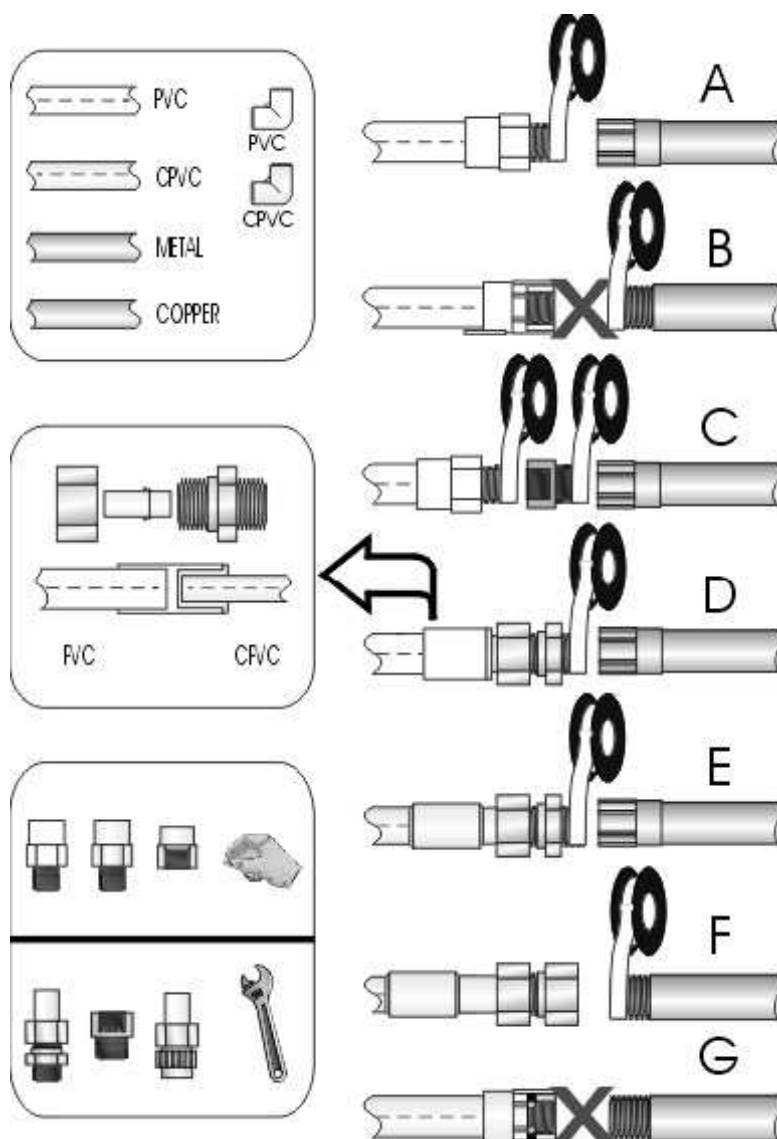
Przy połączeniach gwintowanych tworzywo - metal, dla średnic powyżej 1 1/2" wymagane jest stalowych tulei przejściowych z gwintu amerykańskiego na europejski "C".

Możliwe jest też wykonywanie połączeń instalacji USMetrix z PVC z rurami i elementami metalowymi za pomocą śrubunków z elementem z CPVC. W tym przypadku należy użyć tuleję przejściową PVC/CPVC, aby połączyć element z CPVC ze złączką z PVC "D".

W instalacjach wody ciepłej i c.o. do połączeń systemu USMetrix z tradycyjną instalacją stalową oraz wszelkiego rodzaju elementami metalowymi (grzejniki, zawory, wodomierze, itp.) należy stosować wyłącznie śrubunki metalowe z elementem z CPVC "E" i "F".

Niedopuszczalne jest wykonywanie w instalacjach c.o. i ciepłej wody połączeń gwintowanych plastik - metal, uszczelnianych na gwincie G.

Rys. 6.1. Połączenia systemu USMetrix z rurami stalowymi.



6.4. Połączenia kołnierzowe

W skład systemu USMetrix wchodzi kołnierze o średnicach od 1/2" do 6":

- z obręczą stałą po naklejeniu na rurę nie dają możliwości zmiany pozycji otworów na śruby mocujące. Należy pamiętać, aby przed dokonaniem klejenia dokładnie ustawić otwory na obręczy w pozycji odpowiadającej otworom drugiego elementu kołnierzowego. Następnie dokonać próbnego połączenia przy użyciu śrub mocujących i dopiero wtedy skleić kołnierz z rurą.

- z obręczą ruchomą pozwalają na zmianę pozycji otworów na śruby mocujące.

Przy wykonywaniu połączeń kołnierzowych zaleca się, aby jeden z kołnierzy posiadał obręcz ruchomą. Śruby łączące dwa elementy kołnierzowe powinny być dociągane w odpowiedniej kolejności i z odpowiednim momentem siły A. Zestawienie zalecanych wartości momentu siły dociągu śrub przedstawia tabela 15.

Tabela 15. Zalecane wartości momentu siły dociągu śrub.

Rozmiar rury	Ilość otworów w kołnierzu	Wymiar otworów na śrubę [mm]	Średnica kołnierza [mm]	Moment siły dociągu śruby [Nm]
1/2"	4	12,70	88,90	13,56 - 20,33
3/4"	4	12,70	99,43	13,56 - 20,33
1"	4	12,70	107,95	13,56 - 20,33
1 1/4"	4	12,70	117,48	13,56 - 20,33
1 1/2"	4	12,70	127,00	13,56 - 20,33
2"	4	15,88	152,40	27,12 - 40,67
2 1/2"	4	15,88	177,80	27,12 - 40,67
3"	4	15,88	190,50	27,12 - 40,67
4"	8	15,88	228,60	27,12 - 40,67
6"	8	19,05	279,40	44,74 - 67,80

W przypadku użycia uszczelki z tworzyw sztucznych, takich jak Kapron[®] i Teflon[®], moment siły dociągu śruby powinien być mniejszy o 1/8. Jeżeli otwory łączonych kołnierzy nie pasują do siebie, należy w metalowym kołnierzu przewiercić otwory w miejscach odpowiadających otworom kołnierza z tworzywa B. Nigdy na odwrót!

Rys. 6.4. Połączenia kołnierzowe.



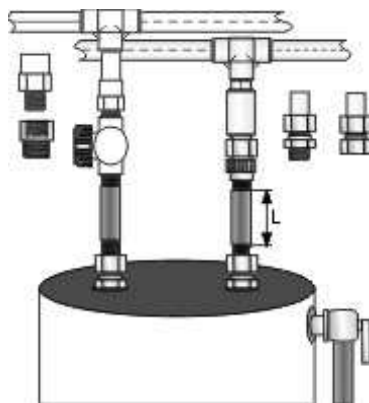
6.5. Podłączenia do podgrzewaczy wody

Podłączając przepływowe ogrzewacze wody (gazowe i elektryczne) oraz piece c.o., należy zwrócić uwagę na ochronę rur przed nadmiernym, niekontrolowanym wzrostem temperatury. Urządzenia grzewcze, do których podłączany jest system USMetrix powinny posiadać termostatyczne zabezpieczenia przed przegrzaniem ustawione na temperaturę nieprzekraczającą 90°C. W przypadku urządzeń grzewczych, których powierzchnie zewnętrzne mogą osiągać wysoką temperaturę, należy pomiędzy nimi a instalacją z tworzywa zamontować rurę metalową o długości L co najmniej:

- 0,3 m dla temperatury obliczeniowej czynnika 60°C,
- 1 m dla temperatury obliczeniowej czynnika powyżej 60°C.

Stanowi to dodatkową ochronę instalacji z tworzywa sztucznego w sytuacjach awaryjnych.

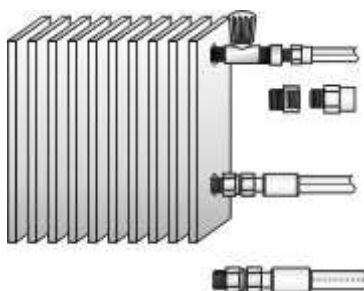
Rys. 6.5. Podłączenia do podgrzewaczy wody.



6.6. Podłączenia grzejników

Przy wykonywaniu połączeń rur systemu USMetrix z grzejnikami obowiązują zasady opisane w punkcie 6.2. Należy zatem stosować wyłącznie śrubunki z elementem CPVC lub tuleje przejściowe z uszczelką.

Rys. 6.6. Podłączenia do grzejników.

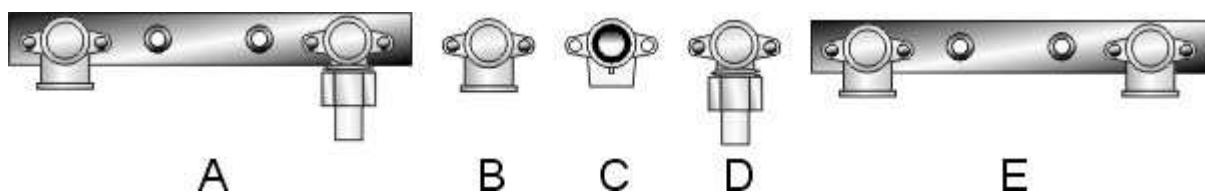


6.7. Podłączenia baterii.

Baterie i inna armatura sanitarna czerpalna, podłączone do rur z tworzywa sztucznego, powinny posiadać niezależne mocowanie. Asortyment systemu USMetrix obejmuje kolanka montażowe: mosiężne nakrętne B, mosiężne z półśrubunkiem D, z CPVC nakrętne C i płytki montażowe: z kolankiem nakrętnym i z kolankiem z półśrubunkiem A, z dwoma kolankami nakrętnymi E. Umożliwiają one prawidłowe podłączenie pojedynczych punktów czerpalnych i baterii.

Przy łączeniu elementów z tworzywa z elementami mosiężnymi należy przestrzegać zasad opisanych w punkcie 6.2.

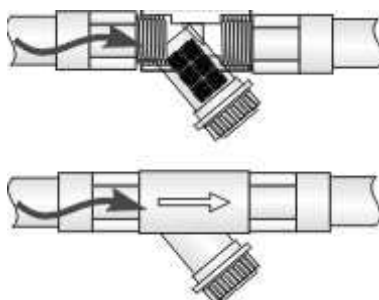
Rys. 6.7. Podłączenia do baterii.



6.8. Osadniki liniowe

W przypadku łączenia systemu USMetrix z doprowadzającą wodę instalacją metalową zaleca się, na styku obu instalacji, zamontować osadnik liniowy. Chroni on przed uszkodzeniami oraz przedłuża trwałość filtrów wodnych, urządzeń i armatury regulacyjnej. Osadnik powinien być zainstalowany pomiędzy dwoma zaworami odcinającymi, koszyczkiem na zanieczyszczenia do dołu. Montując go należy zwrócić uwagę na zwrot strzałki znajdującej się na jego korpusie. Powinien być zgodny z kierunkiem przepływu wody. Zanieczyszczenia gromadzące się w koszyczku powodują zmniejszenie przepływu i spadek ciśnienia. Przy wystąpieniu takich objawów należy wykręcić koszyczek i wyczyścić. Uwaga! Króćce osadnika mają gwint wewnętrzny. Należy zachować maksimum ostrożności instalując osadnik na rurociągu metalowym, aby nie doprowadzić do jego pęknięcia lub zerwania gwintu.

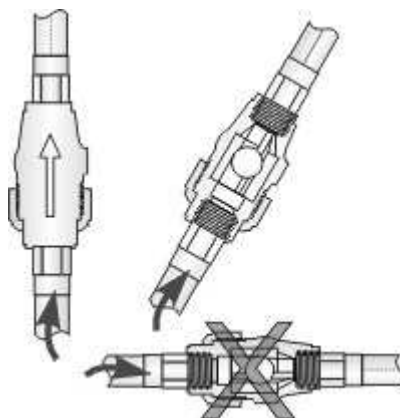
Rys. 6.8. Osadniki liniowe.



6.9. Zawory zwrotne

W instalacjach, gdzie może nastąpić niepożądana zmiana kierunku przepływu czynnika należy stosować zawory zwrotne. Prawidłowe ich funkcjonowanie uwarunkowane jest poprawnym zamontowaniem. Zwrot strzałki na zaworze powinien być zgodny z kierunkiem przepływu. Uwaga! Zawór może nie zadziałać, jeżeli będzie zamontowany na instalacji prowadzonej poziomo lub ze spadkiem.

Rys. 6.9. Zawory zwrotne.



7. Łączenie rur i kształtek z PVC i CPVC

7.1. Klejenie przy użyciu klejów agresywnych

Łączenie rur i kształtek z PVC i CPVC odbywa się przy użyciu klejów agresywnych. Technologia łączenia elementów zwana potocznie klejeniem, jest w istocie „zgrzewaniem na zimno”. Klej rozpuszcza obie powierzchnie, a w miejscu ciasnego pasowania rury i złączki dochodzi do dyfuzji (przeniknięcia) materiału ścianek łączonych elementów. W ten sposób powstaje jednorodna struktura złącza.

7.2. Przygotowanie elementów

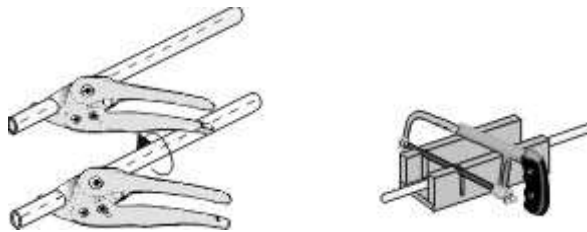
Przed przystąpieniem do klejenia należy przygotować:

- elementy instalacji: rury, kształtki, złączki, zawory,
- niezbędne narzędzia: nożyce lub piłkę do metalu, gradownik lub ostry nóż, czysta szmatka,
- kleje i środki czyszczące.

7.2.1 Cięcie rur

Rury należy ciąć prostopadłe do ich osi. Do cięcia zaleca się używanie specjalnych nożyc (dla średnic 1/2" - 2") albo zwykłej piłki do metalu lub innej o drobnych ząbkach. Przy cięciu nożycami należy uważać, aby nie zgniatać ścianek. Dlatego w pierwszej fazie cięcia wymagane jest delikatne obrócenie rury, aż do momentu, gdy nóż zagłębi się w ściance. Przy cięciu rur piłką zaleca się korzystanie ze skrzynki uciosowej. Ułatwia ona uzyskanie przekroju dokładnie prostopadłego do osi rury.

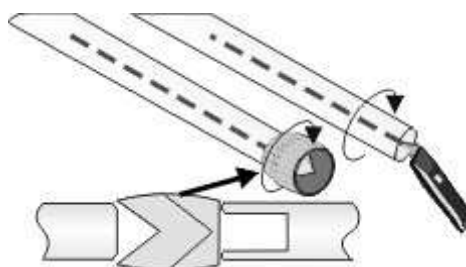
Rys. 7.2.1. Cięcie rur.



7.2.2. Gradowanie końców

Po przecięciu należy stępić krawędzie rur, a w przypadku cięcia piłką usunąć z nich zadziory. Można to wykonać ostrym nożem, lub specjalnym skrobakiem. Posiada on dwa kształtowane końce do gradowania zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni rury.

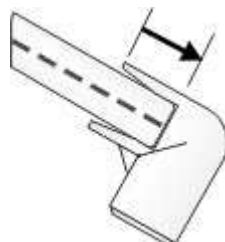
Rys. 7.2.2. Gradowanie końców..



7.2.3. Pasowanie łączonych elementów

Technologia połączenia wymaga dokładnego pasowania, dlatego przed przystąpieniem do klejenia należy na sucho sprawdzić pasowanie łączonych elementów. Rura powinna wejść do 2/3 głębokości gniazda złączki swobodnie, a dalej z wyraźnym oporem. Jeśli rura wsuwa się swobodnie do końca, należy zmienić kształtkę lub rurę.

Rys. 7.2.3. Pasowanie łączonych elementów.



7.2.4. Środki czyszczące i kleje

Do klejenia należy używać tylko środków czyszczących i klejów USMetrix. Inne nie gwarantują poprawności i trwałości wykonanych połączeń. Kleje powinny być świeże, z nieprzekroczonym okresem trwałości. Są wówczas klarowne i posiadają konsystencję miodu. Zgęstniałe, o konsystencji galaretowatej, nie nadają się do użycia. Przy stosowaniu klejów i środków czyszczących wymagana jest ostrożność. Zawarte w nich substancje lotne szybko parują. Należy unikać wdychania ich oparów i ich bezpośredniego kontaktu ze skórą. Nie wolno zbliżać ich do źródeł ognia, gdyż są to substancje łatwopalne. Pojemniki należy szczelnie zamykać, nawet podczas krótkich przerw w pracy. Uwaga! Niedopuszczalne jest rozcieńczanie kleju i środka czyszczącego.

Rys. 7.2.4. Środki czyszczące i kleje.



7.3. Klejenie

7.3.1. Przygotowanie powierzchni do klejenia

Powierzchnie łączonych elementów powinny być suche i czyste. Przed nałożeniem kleju należy je dokładnie wytrzeć suchą szmatką a następnie posmarować środkiem oczyszczającym. Zabieg ten ma na celu usunięcie zanieczyszczeń mechanicznych, odtłuszczenie oraz zmiękczenie powierzchni. Ułatwia to wnikanie kleju w głąb materiału.

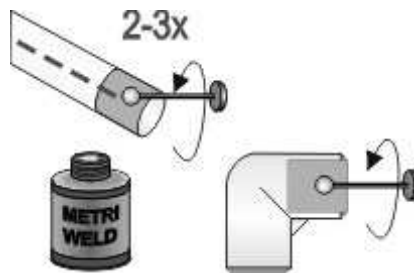
Rys. 7.3.1. Przygotowanie powierzchni do klejenia.



7.3.2. Nanoszenie kleju

Do nanoszenia kleju służy specjalny tampon przymocowany do wieczka puszkę z klejem. Trzymając za wieczko, należy umoczyć tampon w kleju i zdecydowanym okrężnym ruchem posmarować klejone powierzchnie rury i złączki. W zależności od średnic klejonych elementów należy stosować kleje o różnych pojemnościach ze względu na wielkości tamponów. Do małych średnic- pojemniki 0,118 l, 0,236 l, do większych pojemniki 0,473 l lub 1 l. Przy łączeniu rur o średnicach 4" i 6" najlepiej wylać odpowiednią ilość kleju do płaskiego naczynia i nanosić go pędzlem.

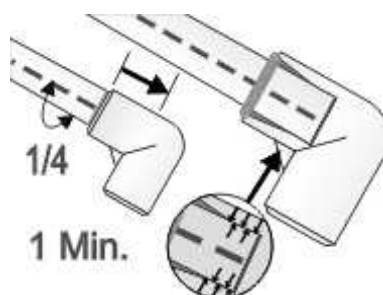
Rys. 7.3.2. Nanoszenie kleju.



7.3.3. Klejenie

Po posmarowaniu klejem łączonych powierzchni należy szybko wsunąć rurę w gniazdo złączki (do oporu) i obrócić ją o ćwierć obrotu. Ma to na celu równomierne rozprowadzenie kleju. Następnie obydwa elementy należy przytrzymać nieruchomo przez 10-30 sekund. Czas całej operacji klejenia nie powinien przekraczać 1 minuty. W przeciwnym razie mogą powstawać tzw. suche złącza. Poprawnie wykonane połączenie charakteryzuje się cienkim wałeczkiem kleju wokół rury, u nasady złączki. W przypadku rur o małych średnicach połączenie osiąga odpowiednią wytrzymałość praktycznie od razu. Można więc sklejać kolejne miejsca bez przerwy. Przy średnicach większych należy odczekać ok. 1-2 min.

Rys. 7.3.3. Klejenie.



7.3.4. Zużycie kleju

Zużycie kleju podczas łączenia systemu USMetrix uzależnione jest od średnicy klejonych elementów. Poniższa tabela zawiera szacowaną wydajność poszczególnych opakowań klejów.

Tabela 16 Liczba połączeń uzyskiwanych z jednej puszką kleju o podanych pojemnościach.

Tabela. 16. Przybliżona wydajność typowych opakowań klejów.

Średnica łączonych elementów	Wielkość opakowania			
	0,118 l	0,236 l	0,473 l	1 l
	Liczba połączeń			
1/2"	63	126	255	510
3/4"	42	84	170	340
1 1/2"	17	34	68	136
2"	9	18	38	76
3"	7	14	30	60
4"	5	10	21	42

7.3.5. Czas schnięcia połączeń

Czas, po którym wykonane połączenia uzyskują właściwą wytrzymałość zależy od temperatury i wilgotności powietrza oraz średnicy łączonych elementów.

Tabela 17. Przybliżony czas, po którym połączenie można poddać obciążeniu.

Temperatura otoczenia	Średnica łączonego elementu	Czas schnięcia kleju	Testować po czasie (10,5 bar)
15°C - 40°C	1/2" - 1 1/4"	15 minut	1 godzina
	1 1/2" - 3"	30 minut	2 godziny
	4" - 6"	1 godzina	6 godzin
5°C - 15°C	1/2" - 1 1/4"	1 godzina	2 godziny
	1 1/2" - 3"	2 godziny	4 godziny
	4" - 6"	4 godziny	12 godzin

W przypadku dużej wilgotności powietrza czas schnięcia należy wydłużyć o 50%.

8. Próba ciśnieniowa

Wykonaną instalację należy poddać próbie szczelności, nie wcześniej jednak niż po upływie czasu potrzebnego na osiągnięcie przez połączenia wymaganej wytrzymałości.

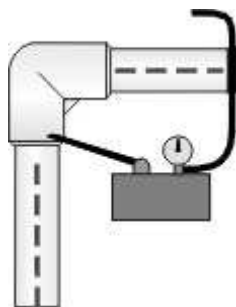
Przed przystąpieniem do próby instalację należy przygotować w następujący sposób:

- usunąć wszystkie ujawnione wcześniej nieszczelności,
- odłączyć elementy i armaturę, które podczas podwyższonego ciśnienia mogłyby zostać uszkodzone lub zakłócić próbę,

- odłączone elementy zastąpić korkami lub zaworami odcinającymi, w miejscu, gdzie występuje najwyższe ciśnienie w instalacji, najczęściej będzie to najniższy punkt instalacji, przyłączyć manometr o odpowiednim zakresie pomiarowym z dokładnością odczytu 0,01 MPa.

Tak przygotowaną instalację należy napełnić czystą wodą (najpóźniej na 24 godziny przed przeprowadzeniem próby), dokładnie odpowietrzyć i dokonać starannego przeglądu wszystkich elementów kontrolując ich szczelność. Dopiero po tych zabiegach można podnieść ciśnienie do wartości ciśnienia próbnego.

Rys. 8. Próba ciśnieniowa.



Ciśnienie próbne wynosi:

- 1,5 najwyższego ciśnienia pracy dla sieci wodociągowych i instalacji wody zimnej i ciepłej,
- max. ciśnienie pracy +0,2 MPa, nie mniej jednak niż 0,4 MPa dla instalacji c.o.

Ciśnienie to w okresie 30 minut należy dwukrotnie, co 10 minut, podnosić do pierwotnej wartości. Wynik próby jest pozytywny, jeśli po dalszych 30 minutach spadek ciśnienia nie przekracza 0,06 MPa, a po dwóch godzinach 0,02 MPa. W przypadku wystąpienia przecieków, należy je usunąć i ponownie wykonać próbę od początku.

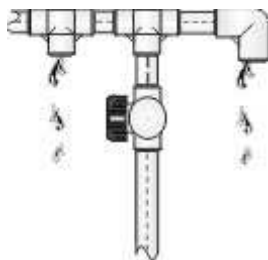
Po uzyskaniu pozytywnego wyniku badania szczelności na zimno można przystąpić do badania szczelności i działania instalacji w stanie gorącym. Próbę tę przeprowadza się po uruchomieniu źródła ciepła, przy najwyższych parametrach roboczych czynnika grzewczego. Czas trwania próby działania instalacji w stanie gorącym powinien wynosić co najmniej 72 godziny. Podczas badania szczelności na gorąco należy dokonać oględzin wszystkich połączeń oraz skontrolować zdolność przejmowania wydłużeń termicznych wszystkich kompensatorów i elementów samokompensacji.

Uwaga! Wszystkie próby powinny być wykonane przed zakryciem instalacji. W czasie próby należy utrzymać stałą temperaturę czynnika. Zmiana temperatury czynnika powoduje zmianę ciśnienia.

9. Płukanie instalacji

Po przeprowadzeniu próby ciśnieniowej należy daną instalację przepłukać zimną wodą, aby usunąć z niej zanieczyszczenia. Zwykle są to opiłki, które występują, gdy do cięcia rur używana jest piłka, a nie nożyce. Następnie można ponownie podłączyć armaturę i wyregulować ją według znanych parametrów.

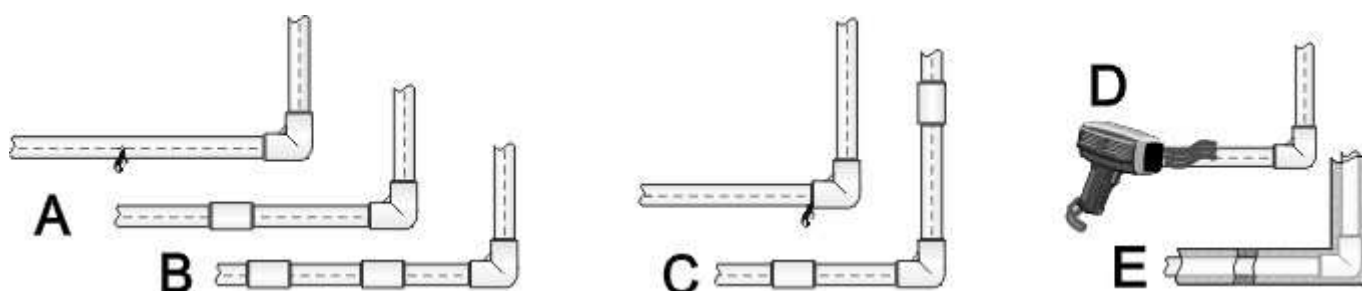
Rys. 9. Płukanie instalacji.



10. Naprawy instalacji

W przypadku drobnego przecieku na odcinku rury należy wyciąć uszkodzony kawałek i gdy oba końce rury dadzą się dociągnąć, skleić za pomocą pojedynczej złączki A. Gdy dociągnięcie nie jest możliwe, konieczne jest użycie odcinka nowej rury i dwóch złączek B. W przypadku przecieku na łączniku najlepszą metodą jest wycięcie połączenia wraz z odcinkiem rury i wstawienie w to miejsce nowego połączenia z dwiema złączkami C. W razie zamarznięcia instalacji, należy przy użyciu suszarki rozmrozić lód D. Nie wolno stosować palnika, aby płomień nie uszkodził powierzchni rury. Wszędzie tam, gdzie może dojść do zamarznięcia wody w instalacji należy zastosować izolację termiczną E.

Rys. 10. Naprawy instalacji.



11. Magazynowanie i transport wyrobów

Rury i złączki z PVC i CPVC mogą być przechowywane zarówno w pomieszczeniach, jak i na zewnątrz (zabezpieczone przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych). Nie należy ich jednak szczelnie okrywać, aby zapewnić wentylację i tym samym nie dopuścić do wzrostu temperatury przy dużym nasłonecznieniu.

Rury należy składować tak, aby nie ulegały zginaniu, zgniataniu czy ścieraniu. Nie wolno zatem układać ich razem z rurami metalowymi. Powinny być układane w stosach na równym podłożu lub podkładkach, najlepiej drewnianych o szerokości co najmniej 10 cm. Odstęp pomiędzy podkładkami powinien być nie większy niż 1 m. Dopuszcza się układanie rur w siedmiu warstwach. Warstwy należy zabezpieczyć przed przemieszczaniem. Wysokość warstw nie powinna przekraczać:

- 1 m dla rur o mniejszych średnicach,
- 2 m - dla rur o większych średnicach.

W przypadku składowania różnych rur na jednym stosie, rury o większych średnicach powinny być umieszczane na dole. W temperaturach ujemnych wyroby z PVC i CPVC stają się podatne na uszkodzenia spowodowane uderzeniami. Należy zatem unikać rzucania ich z większych wysokości. Złączki, kształtki, zawory, kołnierze itp. powinny być przechowywane w opakowaniach zamkniętych, zabezpieczających je przed zabrudzeniem i uszkodzeniami.

Każdorazowo przed montażem należy sprawdzać rury i kształtki, czy nie mają uszkodzeń mechanicznych.

Kleje i środki czyszczące powinny być składowane w pomieszczeniach wentylowanych, gdzie temperatura powietrza wynosi od 0°C do 40°C. Są to substancje łatwopalne, dlatego należy je przechowywać z dala od źródła ognia, zachowując należyłą ostrożność.

12. Tablice określające przydatność stosowania PVC i CPVC dla mediów chemicznych

Substancja	PVC		CPVC			Substancja	PVC		CPVC		
	23	60	23	60	82		23	60	23	60	82
Temperatura C	23	60	23	60	82	Temperatura C	23	60	23	60	82
Aceton	NR	NR	NR	NR	NR	Bromek sodu	R	R	R	R	R
Acetylen	R	R	•	•	•	Bromian potasu	R	R	R	•	•
Akrylan etylu	NR	NR	NR	NR	NR	Bromowa woda	R	R	•	•	•
Aldehyd benzoesowy - 10%	R	R	•	•	•	Butadien	R	R	R	R	•
Aldehyd benzoesowy > 10%	NR	NR	•	•	•	Butan	R	•	•	•	•
Aldehyd krotonowy	NR	NR	•	•	•	Butanol, drugorzędowy	R	NR	R	R	NR
Aldehyd octowy	NR	NR	NR	NR	NR	Butanol, pierwszorzędowy	R	R	R	R	NR
Alkohol allilowy - 96 %	R	NR	•	•	•	Butynodiol	R	NR	•	•	•
Alkohol amylowy	R	NR	R	R	NR	Chlor (ciekły)	R	R	•	•	•
Alkohol butylowy	R	R	•	•	•	Chlor (suchy)	NR	NR	•	•	•
Alkohol etylowy	R	R	•	•	•	Chlor, gaz	NR	NR	NR	NR	NR
Alkohol metylowy	R	R	R	R	•	Chlor, gaz (mokry)	NR	NR	NR	NR	NR
Alkohol propargilowy	R	R	•	•	•	Chloran potasu	R	R	R	•	•
Alkohol propylowy	R	R	R	R	•	Chloran sodu	R	R	R	R	R
Ałun	R	R	R	R	R	Chlorek allilowy	NR	NR	•	•	•
Ałun amonowy	R	R	•	•	•	Chlorek amonowy	R	R	R	R	R
Ałun glinowy	R	R	•	•	•	Chlorek amylowy	NR	NR	•	•	•
Ałun potasu	R	R	R	R	R	Chlorek baru	R	R	R	•	•
Ałun sodu	R	R	R	R	R	Chlorek cynawy	R	R	R	R	R
Amoniak (ciecz)	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorek cynku	R	R	R	R	R
Amoniak (gaz suchy)	R	R	R	R	R	Chlorek cynowy	R	R	R	R	R
Anilina	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorek etylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Antrachinon	•	•	•	•	•	Chlorek glinowy	R	R	R	R	R
Atun chromowy	R	R	•	•	•	Chlorek laurynowy	R	•	•	•	•
Azotan amonowy	R	R	R	R	R	Chlorek magnezu	R	R	R	R	R
Azotan cynku	R	R	R	R	R	Chlorek metylenowy	NR	NR	NR	NR	NR
Azotan glinu	R	R	R	R	R	Chlorek metylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Azotan magnezu	R	R	•	•	•	Chlorek miedzi	R	R	R	R	R
Azotan miedzi	R	R	•	•	•	Chlorek miedziawy	R	R	•	•	•
Azotan niklu	R	R	•	•	•	Chlorek niklowy	R	R	R	R	R
Azotan potasu	R	R	R	•	•	Chlorek ołowiawy	R	R	R	•	•
Azotan rtęciawy	R	R	•	•	•	Chlorek potasu	R	R	R	R	R
Azotan sodu	R	R	R	R	R	Chlorek rtęciowy	R	R	R	•	•
Azotan srebra	R	R	R	R	R	Chlorek sodu	R	R	R	R	R
Azotan wapnia	R	R	R	R	R	Chlorek tionylu	NR	NR	NR	NR	NR
Benzen	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorek wapnia	R	R	R	R	R
Benzen	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorek żelazawy	R	R	R	R	R
Benzoesan sodu	R	R	R	R	R	Chlorobenzen	NR	NR	NR	NR	NR
Benzyna	NR	NR	NR	NR	NR	Chloroform	NR	NR	NR	NR	NR
Benzyna, wysokooktanowa	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorohydryna etylenowa	NR	NR	NR	NR	NR
Bezwodnik octowy	NR	NR	NR	NR	NR	Chlorowodorek anilinowy	NR	NR	•	•	•
Biały alkohol	R	R	R	R	R	Chlorowodorek fenylodryksyny	R	NR	•	•	•
Boraks	R	R	R	•	•	Chlorowodnian anilinowy	NR	NR	•	•	•
Boran potasu	R	R	R	R	R	Chromian potasu	R	R	R	•	•
Brom (ciecz)	NR	NR	•	•	•	Cukier gronowy	R	R	R	R	R
Brom (para 25%)	R	R	•	•	•	Cyjanek kadmu	R	R	•	•	•
Bromek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR	Cyjanek miedzi	R	R	•	•	•
Bromek litowy	R	R	•	•	•	Cyjanek potasu	R	R	•	•	•
Bromek potasu	R	R	•	•	•	Cyjanek rtęciowy	R	R	R	R	R

Substancja	PVC		CPVC			Substancja	PVC		CPVC		
	23	60	23	60	82		23	60	23	60	82
Temperatura C						Temperatura C					
Cyjanek sodu	R	R	R	R	R	Gaz wyprodukowany	R	R	R	R	R
Cyjanek srebra	R	R	R	R	R	Gaz ziemny	R	R	R	R	•
Cykloheksanol	NR	NR	NR	NR	NR	Gliceryna	R	R	R	R	R
Cykloheksanon	NR	NR	NR	NR	NR	Glikol	R	R	R	R	R
Cytrynian magnezu	R	R	R	R	R	Glikol etylenowy	R	R	R	R	R
Czeroetylek ołowiu	R	•	•	•	•	Glukoza	R	R	R	R	R
Czerowodorofuran	NR	NR	NR	NR	NR	Haksan	R	•	R	R	•
Czterochlorek tytanu	NR	NR	•	•	•	Heksanol, trzeciorzędowy	R	R	•	•	•
Czterochlorek węgla	R	NR	NR	NR	NR	Heptan	R	R	R	•	•
Dekstroza	R	R	R	R	R	Hydrochinon	R	R	•	•	•
Dekstryna	R	R	R	R	R	Jodyna	NR	NR	•	•	•
Detergenty	R	R	R	R	R	Kąpiel koagulująca					
D-fruktoza	R	R	R	R	R	sztuczne włókno celulozowe	R	R	•	•	•
Dwuchlorek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR	Keton metylowoetylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Dwuchlorek propylenu	NR	NR	NR	NR	N	Keton metylowoizobutylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Dwuchromian potasu	R	R	R	R	R	Ketony	NR	NR	NR	NR	NR
Dwuchromian sodu	R	R	R	R	R	Krezol	R	NR	•	•	•
Dwumetyloamina	R	R	•	•	•	Krochmal	R	R	R	R	R
Dwutlenek siarki, (mokry)	R	NR	R	R	•	Ksylen	NR	NR	NR	NR	NR
Dwutlenek siarki, (suchy)	R	R	R	R	•	Kwas adypinowy	R	R	R	R	R
Dwutlenek węgla	R	R	R	R	R	Kwas antrachinonosufonowy	R	R	•	•	•
Estry	NR	NR	NR	NR	NR	Kwas arsenowy - 80%	R	R	•	•	•
Eter etylowy	NR	NR	NR	NR	NR	Kwas arysufoniczny	R	R	•	•	•
Etery	NR	NR	NR	NR	NR	Kwas azotowy - 10-68%	R	R	R	R	R
Fenol	R	NR	R	R	•	Kwas azotowy, bezwodnik					
Fenol butylu	R	NR	•	•	•	(używać wyłącznie 1120)	R	NR	NR	NR	NR
Fenylohydraksyna	NR	NR	•	•	•	Kwas benzoesowy	R	R	•	•	•
Fluor, gaz	R	NR	•	•	•	Kwas borny	R	R	R	R	R
Fluor, gaz (mokry)	R	R	•	•	•	Kwas bromowodorowy, 20%	R	R	•	•	•
Fluorek amonowy - 25%	R	NR	•	•	•	Kwas bromowy	R	R	R	R	R
Fluorek glinowy	R	R	R	R	R	Kwas chlorooctowy	R	R	•	•	•
Fluorek miedzi	•	•	•	•	•	Kwas chlorosulfonowy	R	•	•	•	•
Fluorek miedziowy	R	R	R	•	•	Kwas chlorowodorowy - 10-35%	R	R	R	R	R
Fluorek potasu	R	R	•	•	•	Kwas chlorowodorowy - 10-35%	R	R	R	R	R
Fluorek sodu	R	R	R	R	R	Kwas chlorowodorowy, stęż.					
Formaldehyd	R	R	R	R	•	(używać wyłącznie 1120)	R	NR	•	•	•
Fosfor, żółty	R	•	•	•	•	Kwas chlorowy - 20%	R	R	•	•	•
Fosforan amonowy	R	R	•	•	•	Kwas chromowy - 10%	R	NR	R	R	R
Fosforan dwusodowy	R	R	R	R	R	Kwas chromowy - 50%	NR	NR	R	R	R
Fosforan trójbutylowy	NR	NR	NR	NR	NR	Kwas cyjanowodorowy	R	R	•	•	•
Fosforan trójsodowy	R	R	R	R	R	Kwas cytrynowy	R	R	•	•	•
Fosforowodor	R	R	•	•	•	Kwas dwuglikolowy	R	R	•	•	•
Fosgen, ciecz	NR	NR	•	•	•	Kwas fluoroborowy	R	R	R	R	R
Fosgen,gaz	R	•	•	•	•	Kwas fluorokrzemowy - 25%	R	R	R	R	R
Freon 11	R	R	R	R	•	Kwas fluorowodorowy - 48-50%	R	NR	•	•	•
Freon 12	R	R	R	R	•	Kwas fosforowy - 10-85%	R	R	R	R	R
Freon 22	NR	•	•	•	•	Kwas galusowy	R	R	•	•	•
Ftalan oktylu	NR	NR	NR	NR	NR	Kwas glikolowy	R	R	•	•	•
Furfural	NR	NR	•	•	•	Kwas laurynowy	R	R	•	•	•

Substancja	PVC		CPVC			Substancja	PVC		CPVC		
	23	60	23	60	82		23	60	23	60	82
Temperatura C	23	60	23	60	82	Temperatura C	23	60	23	60	82
Kwas jabłkowy	R	R	•	•	•	Nadmanganian potasu, 10%	R	R	R	•	•
Kwas krezylitowy - 50%	R	R	•	•	•	Nadmanganian potasu, 25%	R	NR	•	•	•
Kwas krzemowy	R	R	R	•	•	Nadsiarczan amonowy	R	R	R	•	•
Kwas linolowy	R	R	•	•	•	Nadtlenek sodowy	R	R	•	•	•
Kwas maleinowy	R	R	•	•	•	Nadtlenek wodoru - 30-90%	R	R	•	•	•
Kwas masłowy	R	NR	•	•	•	Nafta	R	R	R	R	R
Kwas metylosiarkowy	R	R	•	•	•	Naftalina	NR	NR	•	•	•
Kwas mlekowy - 25%	R	R	R	R	R	Nikotyna	R	R	•	•	•
Kwas mrówkowy	R	NR	•	•	•	Nitrobenzen	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas nadchlorowy, 10%	R	R	R	•	•	Ocenol	R	R	•	•	•
Kwas nadchlorowy, 15%	R	NR	•	•	•	Ocet	R	R	R	R	R
Kwas nadchlorowy, 70%	R	NR	•	•	•	Octan amonowy	R	R	R	R	R
Kwas nadoctowy, 40%	•	•	•	•	•	Octan amyłowy	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas nikotynowy	R	R	•	•	•	Octan butylu	R	NR	NR	NR	NR
Kwas octowy - 10%	R	R	R	R	R	Octan etylu	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas octowy - 20%	R	R	R	R	R	Octan ołowiawy	R	R	R	R	R
Kwas octowy - 80%	R	R	•	•	•	Octan sodu	R	R	R	R	R
Kwas octowy - czysty	NR	NR	NR	NR	NR	Octan winylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas octowy - lodowaty	R	NR	•	•	•	Olej bawełniany	R	R	R	R	R
Kwas oleinowy	R	R	•	•	•	Olej garbnikowy	R	R	•	•	•
Kwas palmitynowy, 10%	R	R	•	•	•	Olej lniany	R	R	R	R	•
Kwas palmitynowy, 70%	R	NR	R	R	•	Olej linolowy	R	R	•	•	•
Kwas pikrynowy	NR	NR	•	•	•	Olej maszynowy	R	R	•	•	•
Kwas podchlorawy	R	R	•	•	•	Olej rycynowy	R	R	•	•	•
Kwas podchlorowy	R	R	•	•	•	Olej smalcowy	R	R	R	R	R
Kwas selenowy	R	•	•	•	•	Olej smarowy - ASTM # 1-3	R	R	R	•	•
Kwas siarkawy	R	R	•	•	•	Oleje i tłuszcze	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy - 3-80%	R	R	R	R	R	Oleje mineralne	R	•	R	•	•
Kwas siarkowy - 85%	R	R	R	•	•	Oleum	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas siarkowy - 93%	R	NR	R	NR	NR	Ozon	R	R	•	•	•
Kwas siarkowy - 95%	NR	NR	•	NR	NR	Paliwo odrzutowe JP-4	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas solny	R	R	R	R	R	Paliwo odrzutowe JP-5	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas stearynowy	R	R	R	R	R	Parafina	R	R	R	•	•
Kwas szczawiowy	R	R	R	R	R	Pięciotlenek fosforu	R	•	•	•	•
Kwas węglowy	R	R	•	•	•	Piwo	R	R	•	•	•
Kwas winowy	R	R	R	•	•	Płyn siarczanowy	R	R	R	R	R
Kwasy mieszane	R	R	R	R	R	Płyn z cukru buraczanego	R	R	•	•	•
Kwasy tłuszczowe	R	R	•	•	•	Płyny garbujące	R	R	R	R	R
Kwaśny fluorek amonowy	R	R	R	R	R	Podchloryn sodu	R	R	R	R	R
Likiery	R	R	•	•	•	Podchloryn wapnia	R	R	R	R	R
Ług czarny	R	R	R	R	R	Podtlenek azotu	R	R	•	•	•
Mączka rybna	R	R	•	•	•	Potas żrący	R	R	R	R	R
Melasa	R	R	R	R	R	Propan	R	R	R	R	•
Metafosforan amonowy	R	R	R	R	R	Propan,gaz	R	R	•	•	•
Mleko	R	R	R	R	•	Przerywacz Kodak	R	R	R	R	R
Mocz	R	R	R	R	R	Ropa naftowa	R	R	R	R	R
Mocznik	R	R	R	R	R	Rozpuszczalnik z grupy					
Mydła	R	R	R	R	R	glikolu etylowego	R	NR	•	•	•
Nadboran potasu	R	R	R	R	R	Roztwory fotograficzne DK#3	R	R	R	R	R
Nadchloran potasu	R	R	R	•	•						

Substancja	PVC		CPVC			Substancja	PVC		CPVC		
	23	60	23	60	82		23	60	23	60	82
Roztwory pokrywające:						Toluen	NR	NR	NR	NR	NR
Cyna	R	R	R	R	R	Trójchlorek antymonu	R	R	•	•	•
Cynk	R	R	R	R	R	Trójchlorek fosforu	NR	NR	NR	NR	NR
Ind	R	R	R	R	R	Trójchloroetylen	NR	NR	NR	NR	NR
Kadm	R	R	R	R	R	Trójetanoloamina	R	NR	•	•	•
Miedź	R	R	R	R	R	Trójmetylopropan	R	R	•	•	•
Mosiądz	R	R	R	R	R	Trójtlenek siarki	R	R	R	R	R
Nikiel	R	R	R	R	R	Utrwalacz Kodak	R	R	R	R	R
Ołów	R	R	R	R	R	Węglan magnezu	R	R	R	R	R
Rod	R	R	R	R	R	Węglan potasu	R	R	R	R	R
Srebro	R	R	R	R	R	Węglan amonowy	R	R	R	R	R
Złoto	R	R	R	R	R	Węglan baru	R	R	R	R	R
Roztwór Stoddard'a	NR	NR	•	•	•	Węglan bizmutu	R	R	•	•	•
Rtęć	R	R	R	R	R	Węglan miedzi	R	R	R	•	•
Siarczan amonowy	R	R	•	•	•	Węglan sodu	R	R	R	R	R
Siarczan baru	R	R	R	R	R	Węglan wapnia	R	R	R	R	R
Siarczan cynku	R	R	R	R	R	Węglowodory aromatyczne	NR	NR	NR	NR	NR
Siarczan glinu	R	R	R	R	R	Whiskey	R	R	R	R	R
Siarczan hydroksylaminy	R	R	•	•	•	Wina	R	R	R	R	R
Siarczan magnezu	R	R	R	R	R	Woda chlorowa	R	R	R	R	R
Siarczan metylowy	R	NR	•	•	•	Woda destylowana	R	R	R	R	R
Siarczan miedzi	R	R	R	R	R	Woda królewska	R	R	•	•	•
Siarczan miedziowy	R	R	R	R	R	Woda morską	R	R	R	R	R
Siarczan niklu	R	R	R	•	•	Woda, dejonizowana	R	R	R	R	R
Siarczan ołowiawy	R	R	R	R	R	Woda, destylowana	R	R	R	R	R
Siarczan sodowy	R	R	R	R	R	Woda, kwaśna kopalniana	R	R	R	R	R
Siarczan srebra	R	R	R	R	R	Woda, słona	R	R	R	R	R
Siarczan wapnia	R	R	•	•	•	Woda, świeża	R	R	R	R	R
Siarczan żelazawy	R	R	R	R	R	Wodorochromian potasu	R	R	•	•	•
Siarczek amonowy	R	R	•	•	•	Wodorotlenek potasu	R	R	R	R	R
Siarczek baru	R	R	R	R	R	Wodorosiarczan sodu	R	R	R	R	R
Siarczek sodowy	R	R	R	R	R	Wodorosiarczek wapnia	R	R	R	R	R
Siarczyn sodowy	R	R	R	R	R	Wodorosiarczek węgla	NR	NR	NR	NR	NR
Siarka	R	R	R	R	R	Wodorosiarczyn sodu	R	R	R	•	•
Siarkowodór	R	R	•	•	•	Wodorosiarczyn wapnia	R	R	•	•	•
Skrapacz ropy naftowej	R	R	•	•	•	Wodorotlenek amonowy - 10%	R	R	R	R	R
Soda żrąca	R	R	R	R	R	Wodorotlenek amonowy - 28%	R	R	NR	NR	NR
Soki i pulpa owocowa	R	R	R	R	R	Wodorotlenek baru	R	R	•	•	•
Sole dwuazowe	R	R	•	•	•	Wodorotlenek glinowy	R	R	R	R	R
Sól Seignette'a	R	R	•	•	•	Wodorotlenek magnezu	R	R	R	R	R
Srebrny roztwór pokrywający	R	R	R	R	R	Wodorotlenek sodu - 10-50%	R	R	R	R	R
Substancje rybne rozpuszczone	R	R	•	•	•	Wodorotlenek wapnia	R	R	R	R	R
Syrop skrobiowy kukurydziany	R	•	•	•	•	Wodorowęglan potasu	R	R	R	R	R
Ścieki	R	R	R	R	R	Wodorowęglan sodu	R	R	R	R	R
Terpentyna	R	R	R	•	•	Wodór	R	R	•	•	•
Terpineol	R	•	•	•	•	Wodzian chloralu	R	R	•	•	•
Tiocyanian amonowy	R	R	R	R	R	Wybielacz (12% Cl)	R	R	R	R	R
Tlen	R	R	R	R	R	Wywolywacz Dektal	R	R	R	R	R
Tlenek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR	Żelazocyjanek potasu	R	R	•	•	•
Tlenek wapnia	R	R	•	•	•	Żelazocyjanek sodu	R	R	R	R	R
Tlenek węgla	R	R	R	R	R	Żelazocyjanek potasu	R	R	•	•	•
Tlenochlorek glinu	R	R	•	•	•	Żelazocyjanek sodu	R	R	R	R	R

R - zaleca się, NR - nie zaleca się, • - nieodporna