INSTRUKCJA PVC CPVC

USTM

Spis treści

I. Wiadomości ogólne

II. Właściwości PVC-U i PVC-C

1. Właściwości fizyczne
2. Właściwości chemiczne
3. Właściwości ognioodporne
4. Zalety PVC-C i PVC-U jako materiałów instalacyjnych

III. Dane projektowe

1. Typy i parametry rur z PVC-U i PVC-C
2. Uderzenia wodne
3. Straty ciśnienia w przewodach z rur PVC-U i PVC-C
4. Straty ciśnienia na łącznikach
5. Straty ciśnienia na zaworach
6. Kompensacja wydłużeń termicznych

IV. Montaż

1. Klejenie elementów z PVC-U i PVC-C
2. Układanie instalacji
3. Izolacja termiczna przewodów
4. Prowadzenie rur natynkowych
5. Prowadzenie rur w przegrodach
6. Układanie rur na gruncie
7. Mocowanie rura

V. Uruchamianie instalacji

1. Próby szczelności instalacji
2. Zabezpieczenie urządzeń grzewczych
3. Podłączenie pomp

VI. Naprawy instalacji

VII. Magazynowanie i składowanie

VIII. Uwagi montażowe

IX. Tabela odporności chemicznej rur PVC-C i PVC-U

Opracowano na podstawie norm ASTM, PN-EN i publikacji producentów wyrobów z PVC i CPVC

I. Wiadomości ogólne

UST - M - spółka z ograniczoną odpowiedzialnością rozpoczęła działalność w 2005 roku. Jest firmą produkcyjno - handlową działającą w branży instalacji sanitarnych, instalacji centralnego odkurzania i filtrów wody. Firma produkuje rury i kształtki systemu klejonego zarówno z polichlorku winylu PVC (PVC-U) w zakresie średnic 1/2" do 4" jak i chlorowanego polichlorku winylu CPVC (PVC-C) w zakrasie od 1/2" do 2".

UST - M jest również jedynym producentem instalacji centralnego odkurzania w Polsce i jednym z nielicznych w Europie. Główne zastosowanie produkowanych systemów to budownictwo mieszkaniowe, systemy uzdatniania wody, technika basenowa oraz chłodnictwo i klimatyzacja. Systemy PVC-U oraz PVC-C ze względu na swoją wysoką odporność chemiczną są stosowane w przemyśle chemicznym oraz oczyszczalniach ścieków. Firma prezentowała swoje wyroby na Międzynarodowych Targach w Poznaniu i na zagranicznych imprezach targowych - Amsterdam (2008, 2011, 2013), Kijów (2007, 2009), Frankfurt (2011, 2013), Mediolan 2009, Zagrzeb 2010, Belgrad 2011 oraz Kazachstan 2013. Udział w targach międzynarodowych umocnił pozycję firmy na rynku europejskim. Oferowane w Polsce jak i zagranicą wyroby posiadają niezbędne certyfikaty techniczne oraz higieniczne.

PCV = PVC-U, gdzie U oznacza unplasticized czyli nieuplastyczniony.
CPVC=PVC-C, gdzie C oznacza chlorinated, czyli chlorowany.

Mały ciężar właściwy, duża trwałość, odporność mechaniczna, odporność na korozję, a także na liczne związki chemiczne, to właściwości polichlorku winylu (PVC-U) i chlorowanego polichlorku winylu (PVC-C), które zdecydowały o ich szerokim zastosowaniu. Surowiec do produkcji rur i kształtek z PVC-C jest wytwarzany przez jednego z liderów w produkcji tego surowca, a mianowicie przez francuski koncern chemiczny KEM ONE (poprzednio ARKEMA).

W naszym zakładzie produkowane są rury oraz kształtki z materiału PVC-C o nazwie LUCALOR. Wg normy PN EN ISO 15877 jest to Typ I PVC-C. Spełniają one wymagania amerykańskiej normy ASTM D-2846, dotyczącej stosowania ich jako materiałów instalacyjnych wody pitnej zimnej i ciepłej. Rury i kształtki z PVC-U są produkowane w dwóch wersjach:

1 - wg normy PN-EN ISO 1452

2 - wg normy ASTM D-1785 (rury) oraz ASTM D-2466 (kształtki)

Producentem surowca jest firma TTPlast, ZTW Anwil.

II. Właściwości PVC-C i PVC-U

1. Właściwości fizyczne

Tabela 1.

	Właściwości	PVC-U	PVC-C	Jednostka
	Mechaniczne przy temp. 23°C			
1	Gęstość	1.41	1.57	g/cm^3
2	Wytrzymałość na rozciąganie	48.3	57.9	MPa
3	Wytrzymałość na zginanie	100	107.7	MPa
4	Wytrzymałość na ściskanie	62.0	62.0	MPa
5	Moduł sprężystości Younga	2758	2898	MPa
6	Twardość wg Rockwella R	110-120	120	
	Termiczne			
1	Wsp. rozszerzalności liniowej	5.20	6.50	$X10^{-5}$ 1/K
2	Wsp.przewodności cieplnej	0.22	0.16	W/mK

Zgodnie z wymaganiami norm amerykańskich rury i łączniki z PVC-C wytrzymują:
- 1,0 MPa przez 48 godzin w temperaturze 99°C
- 2,6 MPa przez 4 godziny w temperaturze 82°C
- 3,7 MPA przez 6 minut w temperaturze 82°C

Rury i kształtki z PVC-C posiadają aprobatę techniczną wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej ITB.
Trwałość instalacji z PVC-C oraz PVC-U ocenia się tak jak w przypadku innych systemów tworzywowych (PP, PEX czy PB) na minimum 50 lat.
Instalacje z PVC-C zostały po raz pierwszy zastosowane w USA w 1968 roku.
Rury i kształtki PVC-U typoszerego PN15 (1/2"-3") oraz typoszeregu PN12 dla 4", spełniają wymagania normy PN EN-1452. Typoszereg Schedule 40 (Sch40) spełnia wymagania aprobaty technicznej wydanej przez ITB. Zarówno system instalacji z PVC-U jak i z PVC-C posiadajś odpowiednie atesty higieniczne PZH uprawniające je do stosowania w instalacjach wody pitnej.
Wykonane instalacje ciepłej i zimnej wody zarówno w budownictwie jednorodzinnym jak i wielokondygancyjnym budownictwie wielorodzinnym, a także instalacje przemysłowe, pracują bezawaryjnie, nie sprawiając żadnych kłopotów użytkownikom.

2. Właściwości chemiczne

Rury i kształtki wykonane z PVC-C i PVC-U posiadają znakomitą odporność chemiczną. Tabela odporności chemicznej tych materiałów znajduje się na końcu poradnika (rozdz. IX). Dla zaworów z PVC-C i PVC-U dla zastosowań przemysłowych firma UST-M dysponuje danymi nt. odporności chemicznej różnego rodzaju materiałów stosowanych do ich uszczelniania.

3. Właściwości ognioodporne

Zarówno PVC-C jak i PVC-U mają wysokie temperatury zapłonu. Dla PVC-U jest ona wyższa niż 388°C, a PVC-C wyższa niż 433°C. LOI (Limitting Oxygen Index, czyli tzw. wskaźnik graniczny tlenu) dla PVC-U jest równy 40, a dla PVC-C > 60. Oznacza to, iż materiały te wymagają przy spalaniu 40% tlenu (PVC-U) oraz > 60% (PVC-C).
Jak wiadomo w atmosferze ziemskiej zawartość tlenu wynosi 21%, tak więc zarówno PVC-U jak i PVC-C nie podtrzymają procesu palenia i w momencie usunięcia źródła ognia następuje ich samoczynne zgaszenie.
Dla porównania LOI dla polipropyleny wynosi 17, polibutylenu 18, PEX 7, PERT 7, bawełny 15, nylonu 20.
Przy spalaniu każdego produktu, a zatem również przy spalaniu PVC-U oraz PVC-C następuje wydzielanie się różnego rodzaju gazów. Z przeprowadzonych badań naukowych wynika, iż toksyczność produktów spalania PVC-U i PVC-C nie jest większa niż przy spalaniu drewna, a mniejsza niż przy spalaniu wełny czy bawełny.
Wymienione właściwości spowodowały, iż materiały te są powszechnie stosowane w budownictwie.

4. Zalety PVC-C i PVC-U jako materiałów instalacyjnych

- trwałość określona na minimum 50 lat
- brak osadzania się kamienia oraz zanieczyszczeń
- odporność na korozję
- odporność na szereg związków chemicznych
- obojętność pod względem fizjologicznym i mikrobiologicznym (możliwość stosowania w szpitalnictwie)
- łatwość i szybkość montażu bez stosowania specjalistycznych narzędzi
- kilkakrotnie mniejszy ciężar w stosunku do materiałów tradycyjnych
- duża gładkość wewnętrzna rur (zmniejszenie oporów przepływu), mpożliwość zmniejszenia średnic instalowanych rurociągów
- przepływ pełnym przekrojem
- niska przewodność cieplna, możliwość eliminacji bądź znacznego zmniejszenia grubości warstwy izolacji termicznej rury, ograniczenie zjawiska roszenia na rurociągach wody zimnej
- najmniejszy współczynnik liniowej rozszerzalności termicznej spośród tworzyw sztucznych stosowanych w instalacjach sanitarnych. Mniejszy współczynnik mają tylko rury wielowarstwowe np. PEX-AI-PEX
- doskonałe właściwości ognioodporne
- izolacyjność elektryczna, brak korozji galwanicznej i elektrochemicznej szczególnie dla rurociągów układanych w gruncie
- nie występuje przenikanie tlenu do instalacji
- podobieństwo technologii do instalacji z materiałów tradycyjnych (stal, miedź) oraz możliwość łączenia z innymi systemami (kształtki z gwintami, śrubunki i kołnierze)

III. Dane projektowe

1. Typy i parametry rur z PVC-U i PVC-C

Rury i kształtki z PVC-U produkowane są w systemie calowym w zakresie średnic od 1/2" do 4". W całym tym zakresie średnice zewnętrzne rur odpowiadają wymiarom ryr stalowych (system IPS - Iron Pipe Size). System z PVC-U proponowany jest w dwóch wersjach (szeregach wymiarowych):

- amerykańskiej (wg normy ASTM D-1785), w której rury produkowane są jako rury grubościenne typoszereg Sch40
- europejskiej, w której rury produkowane są zgodnie z normą PN-EN 1452-2 w określonych grupach ciśnieniowych PN15 (1/2" - 3") oraz 4" jako PN12

Rury i kształtki z PVC-C w zakresie średnic od 1/2" do 2" produkowane są również w systemie calowym, ale w systemie zgodnym ze standardem rur miedzianych - CTS (Copper Tube Size), szereg wymiarowy SDR11. Rury i złączki z PVC-U przeznaczone są do zimnej wody pitnej jak i klimatyzacji oraz przemysłu. Natomiast rury i złączki z PVC-C przeznaczone są do zimnej i ciepłej wody. Istnieje możliwość łączenia systemu CTS i IPS za pomocą złączek przejściowych.

Rury z PVC - U do wody zimnej Sch 40. Tabela 2a

Rozmiar cale	Max. ciśn. pracy (23°C) typ / kPa	Max. średnica zewn. mm	Średnica wewn. mm	Min. gr. ścianki mm	Ciężar kg / mb
1/2	Sch 40 / 4140	21.34 ± 0.10	15,80	2,77	0,24
3/4	Sch 40 / 3310	26.67 ± 0.10	20,93	2,87	0,32
1	Sch 40 / 3100	33.40 ± 0.13	26,64	3,38	0,47
1 1/4	Sch 40 / 2550	42.16 ± 0.13	35,04	3,56	0,64
1 1/2	Sch 40 / **2280**	**48.26 ± 0.15**	40,90	**3,68**	0,76
2	Sch 40 / 1930	60.32 ± 0.15	52,50	3,91	1,02
2 1/2	Sch 40 / 2070	73.02 ± 0.18	62,70	5,16	1,59
3	Sch 40 / 1790	88.90 ± 0.20	77,82	5,49	2,10
4	Sch 40 / 1520	114.30 ± 0.23	102,26	6,02	3,00

Rury z PVC - C do wody ciepłej i zimnej CTS - SDR11. Tabela 2b

Rozmiar cale	Max. ciśn. pracy (23°C) kPa	Max. średnica zewn. mm	Średnica wewn. mm	Min. gr. ścianki mm	Ciężar kg / mb
1/2	2760	16.90 ± 0.08	12,44	1,73	0,13
3/4	2760	22.20 ± 0.08	18,14	2,03	0,21
1	2760	28.60 ± 0.08	23,42	2,59	0,33
1 1/4	2760	34.90 ± 0.08	28,54	3,18	0,49
1 1/2	2760	41.30 ± 0.10	33,78	3,76	0,69
2	2760	54.00 ± 0.10	44,20	4,90	1,18

Rury z PVC - U do wody zimnej PN15 i PN12. Tabela 2c

Rozmiar cale	Max. ciśn. pracy (23°C) typ	Max. średnica zewn. mm	Średnica wewn. mm	Min. gr. ścianki mm	Ciężar kg / mb
1/2	PN15	21.20 ± 0.30		1,70	0,17
3/4	PN15	26.60 ± 0.30		1,90	0,23
1	PN15	33.40 ± 0.30		2,20	0,33
1 1/4	PN15	42.10 ± 0.30		2,70	0,53
1 1/2	PN15	48.10 ± 0.30		3,10	0,68
2	PN15	60.20 ± 0.30		3,90	1,03
3	PN15	88.70 ± 0.40		5,70	2,15
4	PN12	114.10 ± 0.40		6,00	2,94

Surowce użyte do produkcji rur i kształtek z PVC-U oraz PVC-C **nie** zawierają stabilizatorów ołowianych.
Dla PVC-U stosowane są stabilizatory cynkowo-wapniowe, a dla PVC-C cynoorganiczne.
Rur z PVC-C i PVC-U nie należy stosować w instalacjach sprężonego powietrza oraz instalacjach gazowych.
Dla temperatury powyżej 23°C maksymalne ciśnienie pracy ulega zmniejszeniu.

Mnożnik Fr zmniejszający ciśnienie przedstawiają tabele 3a i 3b.

Tabela 3a

PVC-C		PVC-U Sch40
Temp. °C	Fr	Fr
23	1,00	1,00
27	0,96	0,90
32	0,92	0,75
38	0,85	0,62
43	0,77	0,50
49	0,70	0,40
54	0,62	0,30
60	0,55	0,22
66	0,47	
71	0,40	
77	0,32	
82	0,25	
93	0,18	
99	0,15	

Tabela 3b

PVC-U PN	
Temp. °C	Fr
10	1,00
15	1,00
20	1,00
25	1,00
30	0,90
35	0,80
40	0,70
45	0,62

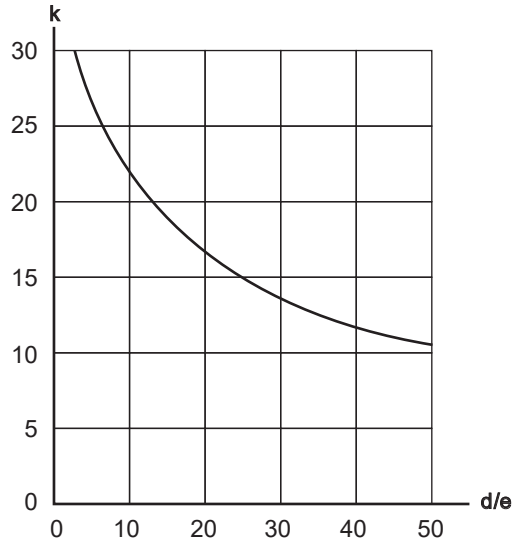
2. Uderzenia wodne

Uderzenie wodne może mieć miejsce w przypadku gwałtownego otawierania lub zamykania zaworów lub w przypadku, gdy płynąca z dużą szybkością woda zmienia kierunek np. wskutek napotkania kolanka. Powstający udar ciśnienia, nawet chwilowy, może spowodować zniszczenie złaczek lub zaworów. Powstający udar ciśnienia można wyliczyć ze wzoru:

$$P = 0{,}023 \cdot k \cdot V_W$$

gdzie:
P - udar ciśnienia w [MPa]
k- stała udaru ciśnienia
V_W - prędkość przepływu wody w [m/s]

Całkowite ciśnienie w instalacji Pt tj. ciśnienie pracy Po wraz z udarem ciśnienia P nie może przekraczać maksymalnego ciśnienia pracy elementów instalacji Po_{max}, czyli Pt = Po + P musi być mniejsze od Po_{max}.
Wartość k można wyznaczyć z rys. 1.



Rys. 1. Wykres wartości **k** dla ilorazu **d/e**.

Przykład:
Rura z PVC-U Sch40 o średnicy 1 1/2" prowadzi wodę o ciśnieniu 1250 kPa z prędkością 1,5 m/s.
Jakie pojawi się ciśnienie w przypadku gwałtownego zamknięcia zaworu?
Z tabeli 2a. Dla rury PVC-U Sch40:
d - (zewnętrzna średnica rury) wynosi 48,26 mm
e - (grubość ścianki rury) wynosi 3,68 mm
stąd: d/e = 48,26/3,69 = 13,1 mm
Zgodnie z wykresem Rys. 1 wartości tej odpowiada k = 20.

$$P = 0{,}023 \cdot 20 \cdot 1{,}5 = 0{,}69 \text{ MPa} = 690 \text{ kPa}$$

Całkowita wartość ciśnienia w rurze wynosi:
1250 kPa + 690 kPa = 1940 kPa
Maksymalne ciśnienie pracy rury PVC-U 1 1/2" Sch40 (tabela 2a) wynosi 2280 kPa, a zatem stosowana rura jest właściwa dla wspomnianych warunków pracy.

Problemów wynikających z uderzeń wodnych można uniknąć poprzez:
- prawidłowe odpowietrzenie intsalacji
- ograniczenie prędkości przepływu wody do 1,5 m/s
- stosować zawory z wyzwalaczami (pneumatyczne lub elektryczne), dzięki którym nie będzie możliwe gwałtowne zamknięcie lub otwarcie zaworu.

3. Straty ciśnienia w przewodach z rur PVC-U i PVC-C

Straty ciśnienia w przewodach z rur PVC-C i PVC-U zależą od wielu czynników m.in. prędkości przepływu, długości instalacji i układu połączeń (ilość łączników).

Prędkość przepływu wody można obliczyć ze wzoru:

$$V_w = 1273\ Q/d_2$$

gdzie:
Vw - prędkość przepływu wody w [m/s]
d - średnica wewnętrzna rury w [mm]
Q - przepływ wody w [l/s]

Całkowitą stratę ciśnienia obliczeniowego odcinka instalacji określa zależność:

$$\Delta p = \Sigma\ L_i \bullet R_i + \Sigma \xi_i \bullet Pd_i$$

gdzie
R - jednostkowa liniowa strata ciśnienia w wyniku tarcia w [Pa/m]
L - długość obliczeniowych działek obiegu w [m], na których występują opory tarcia R w [Pa/m]
ξ - współczynnik starty miejscowej
Pd - wartość ciśnienia dynamicznego strumienia wody i pokonującego dany opór miejscowy w [Pa]

Jednostkowe liniowe straty ciśnienia można wyliczyć z równania Hazena-Williamsa:

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

gdzie:
R - straty ciśnienia w wyniku tarcia w [Pa/m]
d - średnica wewnętrzna rury w [mm]
Q - przepływ wody w [l/s]
c - stała gładkość wewnętrznej powierzchni rury
Dla rur z PVC-C oraz PVC-U przyjmuje się c = 150. Dla porównania dla rur miedzianych c = 140.
Dla rur stalowych, ocynkowanych 5-letnich c = 110.

W praktyce dla określenia strat ciśnienia na tarcie korzysta się najczęściej z programów komputerowych dla danego systemu, bądź z Tabel 4 i 5 niniejszego opracowania - zwykle znany jest przepływ wody Q [l/s] wynikający z zalecanych lub normatywnych wypływów z punktów czerpalnych.

Jednostkowe straty ciśnienia dla rur z PVC-U (Sch40) przy zadanym przepływie Q (l/s). Tabela 4.

Q	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		2 1/2"		3"		4"	
l/s	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R
0,1	0,55	269	0,3	64,6	0,19	19,6	0,11	5	0,08	2,4								
0,12	0,66	377	0,36	90,5	0,22	27,5	0,13	7,1	0,09	3,3	0,06	1,2						
0,14	0,77	501	0,42	120,4	0,26	36,5	0,15	9,4	0,11	4,4	0,07	1,6						
0,16	0,87	643	0,48	154,4	0,3	46,9	0,17	12,1	0,13	5,7	0,08	2						
0,18	0,98	798	0,55	192	0,34	58,2	0,19	15	0,14	7	0,09	2,5						
0,2	1,1	970	0,61	233	0,37	70	0,21	18,2	0,15	10,5	0,1	3						
0,3	1,64	2057	0,91	494	0,56	150	0,32	38,7	0,23	18,1	0,15	6,4						
0,4	2,19	3506	1,22	842	0,75	256	0,43	66	0,31	30,8	0,2	10,8						
0,5	2,74	5301	1,52	1273	0,93	386	0,53	100	0,39	47	0,25	16	0,16	5,7	0,1	1,9	0,06	0,5
0,6	3,28	7426	1,82	1783	1,12	541	0,64	140	0,47	65	0,3	23	0,2	8	0,12	2,7	0,075	0,7
0,7	3,83	9875	2,13	2370	1,3	720	0,75	186	0,55	87	0,36	31	0,23	10,7	0,14	3,5	0,085	0,92
0,8	4,38	12650	2,43	3037	1,49	922	0,85	220	0,62	103	0,41	39	0,26	13,7	0,17	4,5	0,01	1,18
0,9			2,74	3782	1,68	1148	0,96	296	0,7	139	0,46	49	0,3	17	0,19	5,6	1,68	1148
1			**3,04**	**4595**	**1,86**	**1395**	**1,07**	**360**	**0,78**	**168**	**0,51**	**59**	**0,33**	**20,7**	**0,21**	**6,9**	**0,12**	1,78
1,2			3,65	6442	2,23	1956	1,28	505	0,94	236	0,61	83	0,4	29	0,25	9,6	0,15	2,5
1,4			4,26	8569	2,61	2602	1,49	671	1,09	314	0,71	111	0,46	38,7	0,29	12,8	0,17	3,33
1,6					2,98	3331	1,71	860	1,25	402	0,81	142	0,53	49,5	0,34	16,4	0,2	4,26
1,8					3,35	4143	1,92	1069	1,4	500	0,92	176	0,59	61,6	0,38	20,4	0,22	5,3
2					**3,73**	**5036**	**2,14**	**1300**	**1,56**	**608**	**1,02**	**214**	**0,66**	**74,8**	**0,42**	**24,8**	**0,25**	6,44
2,2					4,1	6008	2,35	1550	1,72	725	1,12	255	0,73	89,3	0,46	29,5	0,27	7,69
2,4					4,47	7059	2,56	1822	1,87	852	1,22	300	0,79	105	0,5	34,7	0,3	9,03
2,6							2,78	2112	2,03	988	1,32	348	0,86	122	0,55	40	0,32	10,48
2,8							2,99	2424	2,19	1072	1,43	399	0,92	140	0,59	46,2	0,35	12
3							**3,2**	**2754**	**2,34**	**1287**	**1,53**	**453**	**0,99**	**159**	**0,63**	**52,5**	**0,37**	13,65
3,2							3,42	3104	2,5	1451	1,63	511	1,05	179	0,67	59,1	0,4	15,39
3,4							3,63	3472	2,66	1623	1,73	572	1,12	200	0,71	66,2	0,42	17,22
3,6							3,85	3859	2,81	1804	1,83	653	1,19	222	0,75	73,5	0,44	19,14
3,8							4,06	4266	2,97	1994	1,94	702	1,25	246	0,8	81,3	0,47	21,15
4							**4,27**	**4691**	**3,13**	**2193**	**2,04**	**772**	**1,32**	**270**	**0,84**	**89,4**	**0,49**	23,26
4,2							4,48	5134	3,28	2400	2,14	845	1,39	296	0,88	97,8	0,52	25,46
4,4									3,44	2617	2,24	922	1,45	322	0,92	107	0,55	27,75
4,6									3,6	2841	2,34	1000	1,52	350	0,97	116	0,57	30,13
4,8									3,75	3075	2,44	1083	1,58	379	1	125	0,59	32,6
5									**3,91**	**3316**	**2,55**	**1168**	**1,65**	**408**	**1,05**	**135**	**0,62**	35,16
5,2									4,06	3565	2,65	1257	1,72	439	1,1	145	0,64	37,82
5,4									4,22	3824	2,75	1347	1,78	471	1,13	156	0,67	40,55
5,6									4,38	4090	2,85	1440	1,85	504	1,17	167	0,69	43,38
5,8									5,54	4364	2,95	1537	1,91	538	1,22	178	0,72	46,29
6											**3,05**	**1630**	**1,98**	**572**	**1,26**	**189**	**0,74**	49,3
6,2											3,16	1739	2,04	608	1,3	201	0,77	52,38
6,4											3,26	1844	2,11	645	1,35	213	0,79	55,55
6,6																	0,81	58,8
6,8																	0,84	62,15
7																	0,86	65,58
8																	0,99	84
9																	1,11	104,45

R - spadek ciśnienia w (Pa/m) w - prędkość w (m/s)

Jednostkowe straty ciśnienia dla rur z PVC-C CTS (SDR11) przy zadanym przepływie Q (l/s). Tabela 5.

Q	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"	
l/s	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R
0,05	**0,43**	**221,5**	**0,2**	**34,3**	**0,12**	**11**	**0,08**	**3,96**				
0,08	0,68	528,8	0,32	81,9	0,2	26,4	0,13	9,5	0,09	3,3		
0,1	0,85	796	0,4	123,8	0,25	39,6	0,16	14,3	0,12	4,4	0,07	1,7
0,12	1,03	1120	0,48	173,5	0,3	55,8	0,19	20	0,14	5,7	0,08	2,4
0,14	1,2	1489	0,56	230,7	0,35	74,2	0,23	26,6	0,16	7	0,1	3,2
0,14	1,37	1910	0,64	295,8	0,4	95	0,26	34,1	0,19	10,5	0,11	4,1
0,18	1,54	2371	0,72	367,2	0,45	118	0,29	42,4	0,21	18,1	0,12	5
0,2	1,71	2882	0,8	446,4	0,5	144	0,33	51,5	0,23	30,8	0,14	6,1
0,3	2,56	6112	1,2	946,5	0,75	304	0,49	109	0,35	47	0,2	13
0,4	3,42	10416	1,59	1613	1	519	0,65	186	0,46	65	0,27	22,2
0,5	4,27	15750	1,98	2439	1,25	785	0,82	281	0,58	87	0,34	33,5
0,6			2,38	3416	1,5	1099	0,98	394	0,7	103	0,41	47
0,7			2,78	4543	1,75	1461	1,15	524	0,81	139	0,48	62,5
0,8			3,18	5820	2	1872	1,31	671	0,93	168	0.55	80
0,9			3,57	7246	2,25	2331	1,47	836	1,05	236	0,61	99,6
1			**3,97**	**8805**	**2,5**	**2832**	**1,84**	**1016**	**1,16**	**314**	**0,68**	**121**
1,2					3	3970	1,96	1424	1,4	402	0,82	170
1,4					3,5	5282	2,29	1896	1,63	500	0,96	226
1,6					4	6763	2,62	2426	1,86	608	1,09	289
1,8							2,94	3017	2,09	725	1,23	360
2							**3,27**	**3668**	**2,33**	**852**	**1,36**	**437**
2,2							3,6	4376	2,56	988	1,5	521
2,4							3,92	5141	2,79	1072	1,64	613
2,6									3,02	1287	1,77	710
2,8									3,25	1451	1.91	815
3									**3,5**	**1623**	**2,05**	**926**
3,2									3,72	1804	2,18	1044
3,4									3,95	1994	2,32	1168
3,6											2,46	1298
3,8											2,59	1435
4											**2,73**	**1578**
4,2											2,87	1726
4,4											3	1883
4,6											3,13	2043
4,8											3,27	2212
5											**3,41**	**2385**

R - spadek ciśnienia w (Pa/m) w - prędkość w (m/s)

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

Tabela 6

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

* woda zimna = 15°C, woda ciepła = 55°C

4. Straty ciśnienia na łącznikach

Straty ciśnienia na łącznikach (oporach miejscowych) są trudne do obliczenia ze względu na ich skomplikowany kształt. Dla obliczeń projektowych przyjmuje się spadek ciśnienia na łącznikach jako równoważny spadkowi ciśnienia na rurze odpowiedniej długości.
Tabele 6a i 6b podają dla typowych łaczników zastępczą długość rury w metrach.

PVC-C - CTS zastępcza długość rury w metrach **Tabela 6a**

Typ łącznika	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Kolanko 90°	0,49	0,64	0,79	1,06	1,22	1,67
Kolanko 45°	0,24	0,34	0,44	0,55	0,64	0,85
Trój. przelot.	0,30	0,43	0,52	0,70	0,82	1,31
Trój. rozgał.	1,22	1,56	1,83	2,10	2,47	3,66

PVC-U-IPS zastępcza długość rury w metrach **Tabela 6b**

Typ łącznika	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	3"	4"
Kolanko 90°	0,46	0,61	0,77	1,16	1,23	1,75	2,42	3,49
Kolanko 45°	0,25	0,34	0,43	0,55	0,64	0,80	1,23	1,56
Trój. przelot.	0,31	0,43	0,52	0,70	0,83	1,23	1,87	2,42
Trój. rozgał.	1,16	1,50	1,84	2,24	2,57	3,66	5,02	6,74

5. Straty ciśnienia na zaworach

Podobnie jak dla łączników podaje się dla zaworów straty ciśnienia jako równoważne spadkom ciśnienia na rurze odpowiedzniej długości. Tabela 7a podaje dla różnych zaworów zastępczą długość rury w metrach.

Zastępcza długość rury w metrach **Tabela 7a**

Typ zaworu	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	5,27	7,86

Straty ciśnienia na zaworach kulowych można wyliczyć zw wzoru:

$$P = 1733 \cdot Q^2/k$$

gdzie:
P - strata ciśnienia na zaworach kulowych [kPa]
Q - przepływ w [l/s]
k - współczynnik zależny od średnicy i konstrukcji zaworu.
Wartość tego wspólczynnika dla zaworów kulowych podane są w Tabeli 7b.

Wartość współczynników "k" dla zaworów kulowych **Tabela 7b**

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

Producenci zaworów podają współczynnik przepływu dla zaworów C, gdzie $k = Cv^2$
W praktyce straty ciśnienia na zaworach kulowych są pomijane ze względu na małą wartość strat.

6. Kompensacja wydłużeń termicznych

Ze względu na to, iż w przypadku jednorodnych rur z tworzyw sztucznych ich współczynnik rozszerzalności termicznej jest znacznie większy niż rur metalowych czy też rur tworzywowych z wkładką aluminiową (Al), to podstawową sprawą systemu PVC-C czy też mniej PVC-U, jest kompensacja wydłużeń termicznych instalacji.
Przyrost długości rury δ spowodowany zmianą temperatury wyznacza się ze wzoru:

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

gdzie:
δ - przyrost dlugosci rury [mm]
l - dlugosc rury [m]
α - wspolczynnik rozszerzalnosci temp.= $6{,}2 \cdot 10^{-5}$[1/°K] dla PVC-C i $5{,}2 \cdot 10^{-5}$[1/°K] dla PVC-U
Δt - przyrost temperatury [°K] gdzie: $\Delta t = t_i - t_m$
t_i - temperatura czynnika w rurze
t_m - temperatura montazu
Dla PCV-C oznacza to praktycznie przyrost 0,065 mm/m°K
Przyrost dlugosci rur PVC-C δ w [mm] w zaleznosci od przyrostu temperatury przedstawiono w Tabeli 8.

Wartość δ w mm przyrostu długości rur CVP-C zależne od przyrostu temperatury Δt **Tabela 8**

Długość rury	Przyrost temperatury									
m	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
0,1	0,065	0,13	0,195	0,26	0,325	0,39	0,455	0,520	0,585	0,65
0,2	0,130	0,26	0,390	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30
0,3	0,195	0,39	0,585	0,78	0,975	1,17	1,365	1,56	1,755	1,95
0,4	0,26	0,52	0,78	1,04	1,3	1,56	1,82	2,08	2,34	2,6
0,5	0,325	0,65	0,975	1,3	1,625	1,95	2,275	2,6	2,925	3,25
0,6	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,34	2,73	3,12	3,51	3,9
0,7	0,455	0,91	1,365	1,82	2,275	2,73	3,185	3,64	4,095	4,55
0,8	0,52	1,04	1,56	2,08	2,6	3,12	3,64	4,16	4,68	5,2
0,9	0,585	1,17	1,755	2,34	2,925	3,51	4,095	4,68	5,265	5,85
1,0	0,65	1,3	1,95	2,6	3,25	3,9	4,55	5,2	5,85	6,5
2,0	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0
3,0	1,95	3,9	5,85	7,8	9,75	11,7	13,65	15,6	17,55	19,5
4,0	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0
5,0	3,25	6,5	9,75	13,0	16,25	19,5	22,75	26,0	29,25	32,5
6,0	3,9	7,8	11,70	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0
7,0	4,55	9,1	13,65	18,2	22,75	27,3	31,85	36,4	40,95	45,5
8,0	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0
9,0	5,85	11,7	17,55	23,4	29,25	35,1	40,95	46,8	52,65	58,5
10	6,5	13,0	19,5	26,0	32,5	39	45,5	52,0	58,5	65,0
11	7,15	14,3	21,45	28,6	35,75	42,9	50,05	57,2	64,35	71,5
12	7,8	15,6	23,4	31,2	39,0	46,8	54,5	62,4	70,2	78,0

W większości przypadków elastyczność rur jak i ich układ kompensuje wpływ temperatury. Następuje zjawisko samokompensacji. Dla długich odcinków instalacji niezbędną dla kompensacji długość wydłużki (ramię kompensacyjne) oblicza się z równania:

$$L = (30 \cdot E \cdot D \cdot \delta/\sigma)^{1/2}$$

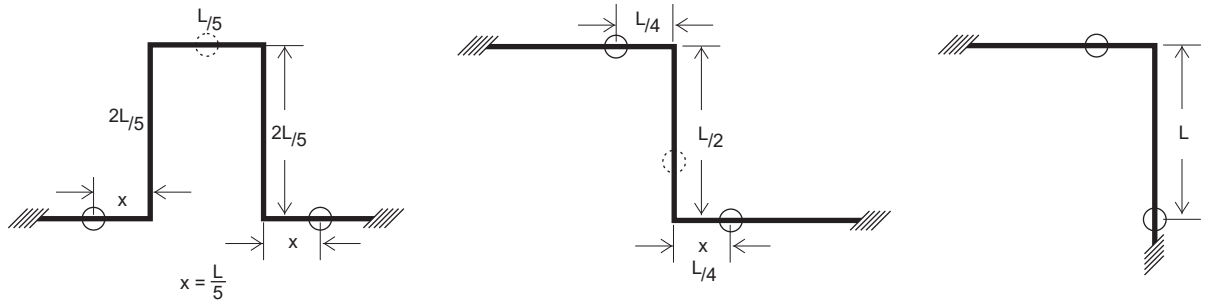
gdzie:
E - moduł sprężystości Younga [MPa]
D - średnica zewnętrzna [mm]
δ - przyrost długości rury [m]
α - dopuszczalne naprężenie rozciągające [MPa]
Wartość zarówno modułu Younga oraz dopuszczalnych naprężeń rozciągających zmienia się wraz ze zmianą temperatury. Ilustruje to Tabela 9.

Zmiany modułu Younga oraz dopuszczalnych naprężeń rozciągających **Tabela 9**

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

Znając wielkość ramienia kompensacyjnego, w zależności od dysponowanego miejsca i sposobu prowadzenia instalacji, można zastosować jeden z trzech przedstawionych na rys. 2 kompensatorów.

Rys. 2. Rodzaje kompensatorów.



kompensator "U" odsadzka "Z" ramię kompensujące "L"

L - długość ramienia kompensującego wydłużenie
○ - podpora ślizgowa (pełne koło na rysunku)
◌ - dodtakowe punkty mocowania wydłużki gdy wystąpi taka konieczność (punkt stały)
x - odległość mocowania od wydłużki. Przyjmuje się ją od 0,3 m dla rur o małych średnicach (do 3/4") i do 0, 45 m przy większych średnicach.

Uwaga:
Zjawisko kompensacji należy również uwzględnić w instalacji PVC-U gdy temperatura czynnika w instalacji przekracza 25°C.
W przypadku gdy mamy do czynienia z temperaturą pracy niższą od temperatury montażu wystąpi zjawisko kurczenia się rur. Obliczenia kompensatorów prowadzi się w sposób analogiczny jak przy wydłużaniu instalacji.

IV. Montaż

1. Klejenie elementów z PVC-C i PVC-U

Łączenie rur i łączników odbywa się metodą klejenia przy pomocy klejów agresywnych. Kleje agresywne zawierają rozpuszczalniki (metylo-etylo-keton, cykloheksanon), które rozpuszczają powierzchnie łączonych elementów tworząc jednolitą masę. Połączenie jest szczelne, trwałe i nierozłączne, Przed klejeniem, kształtkę i rurę należy oczyścić suchą szmatką z wilgoci i zabrudzeń, a następnie "na sucho" wsunąć końcówkę rury w gniazdo złączki - rura powinna swobodnie wchodzić do 2/3 głębokości gniazda złączki. Cięcie rur najlepiej jest wykonać specjalnymi nożycami lub, w przypadku większych średnic, przecinakami rolkowymi. Można je również ciąć przy pomocy piłki do metalu, pamiętając o zachowaniu kąta prostego w stosunku do osi rury.
Końcówki przeciętych rur należy sfazować. Zapobiega to zgarnianiu kleju przy wkładaniu rury do wnętrza złączki. Za pomocą suchej szmatki należy usunąć opiłki i wszelkie inne zanieczyszczenia.
Przed przystąpieniem do właściwego klejenia należy użyć oczyszczacza (PRIMER/CLEANER USTM), co ma na celu wstępne zmiękczenie oraz oczyszczenie powierzchni łączonych elementów. Następnie przystępujemy do klejenia właściwego, pokrywając rurę grubszą, a kształtki cieńszą warstwą kleju. Proces klejenia nie powinien przekroczyć 1 minuty. Po wciśnięciu do oporu rury w gniazdo złączki należy dokonać obrotu o 1/4 uzyskując równomierne rozprowadzenie kleju. Łączone elementy przytrzymujemy przez 15 - 30 sek. nie dopuszczając do wysunięcia się rury z gniazda złączki. Nadmiar kleju wycieramy suchą szmatką. Przy prawidłowym połączeniu na styku rury i złączki powstaje wałeczek kleju.
NALEŻY PAMIETAĆ, IŻ POSAMROWANIE KLEJEM POWIERZCHNI RURY ORAZ GNIAZDA ŁĄCZNIKA WRAZ Z UMIESZCZENIEM RURY W GNIEŹDZIE NIE POWINNO TRWAĆ DŁUŻEJ NIŻ 1 MIN.
W PRZECIWNYM WYPADKU MOGĄ POWSTAĆ TZW. "SUCHE ZŁĄCZA".
Do łączenia rur i kształtek PVC-U i PVC-C należy używać kleju specjalnie do tego celu przeznaczonych i zalecanych przez UST-M. Producentem klejów jest firma Chemistik s.j.
UNIKAĆ KONTAKTU KLEJU ZE SKÓRĄ.

Łączenie rur o średnicach powyżej 1 1/2" powinno się odbywać przy udziale dwóch osób. W przypadku gdyby nie nastąpiło połączenie elementów (np. w wyniku zbyt szybkiego wyschnięcia kleju) należy ponownie rurę pokryć cienką warstwą kleju i ponownie wprowadzić do gniazda złączki.
Czas po którym klejone złącze uzyskuje właściwą wytrzymałość zależy od temperatury, w której odbywa się łączenie jak i od średnicy łączonych elementów. Proces ten ilustruje Tabela 10.

Tabela 10

Klej HT - 120	Średnica łączonych elementów	
Temperatura °C	1/2" - 2"	2 1/2" - 4"
powyżej 10°C	2 godz.	4 godz.
od 5°C do 10°C	4 godz.	8 godz.
od -10°C do +5°C	50 godz.	72 godz.

Po czasie ukazanym w Tabeli 10 można wykonać sprawdzenie instalacji pod ciśnieniem 1,05 MPa.
W przypadku dużej wilgotności powietrza > 60%, czas po którym mozna wykonać sprawdzenie instalacji należy wydłużyć o połowę.

Uwaga:

1. Kleje agresywne są łatwopalne.
   Trzymać z daleka og ognia!
2. Zalecana temperatura magazynowania klejów - od 5°C do 25°C.
   Lepkość kleju rośnie wraz z obniżeniem temperatury i przechowywanie w temperaturze poniżej 0°C może spowodować iż klej stanie się galaretowaty. W takim przypadku należy puszkę przenieść do pomieszczenia o temperaturze powyżej 5°C. Klej powinien wrócić do pierwotnej konsystencji, jeśli nie wróci, to klej taki nie nadaje się do użytku.
   Nie rozczieńczać zżelowanego kleju rozpuszczalnikami!
3. Pojemniki z klejem należy trzymać szczelnie zamknięte.
4. Unikać wdychania oparów rozpuszczalników, a w przypadku pomieszczeń zamkniętych zapewnić odpowiednią wentylację stanowiska pracy.
5. Unikać bezpośredniego kontaktu kleju ze skórą.
6. Nie stosować klejów przeterminowanych.

W tabeli 11 podano wydajność typowej puszki kleju.
Liczba połączeń uzyskiwanych z jednej puszki kleju o pojemności 120ml

Tabela 11

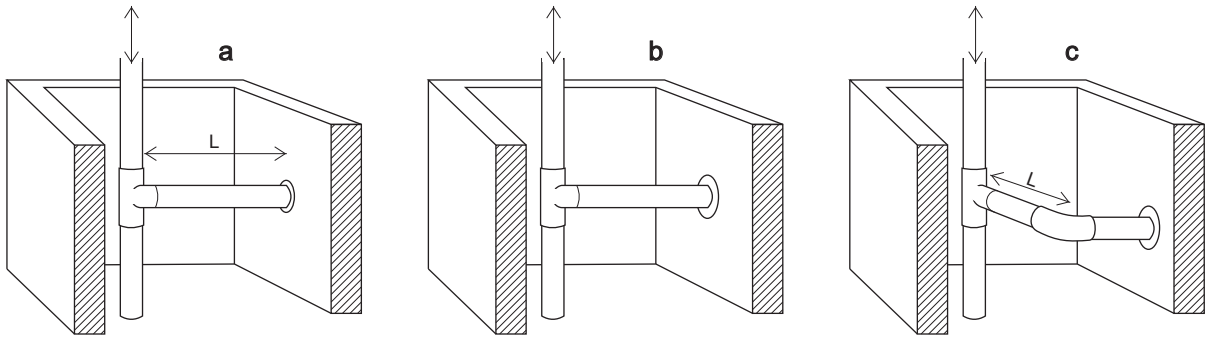
Rozmiary rury i łącznika		PVC-U	PVC-C
1/2"	(16 mm)	100	110
3/4"	(20 mm)	70	80
1"	(25 mm)	55	60
1 1/4"	(32 mm)	50	55
1 1/2"	(40 mm)	35	38
2"	(50 mm)	20	22
2 1/2"	(63 mm)	12	12
3"	(75 mm)	11	11
4"	110 mm)	5	5

Wydajność środka czyszczącego należy przyjąć 1/3 zużytego kleju na połączenie

2. Układanie instalacji

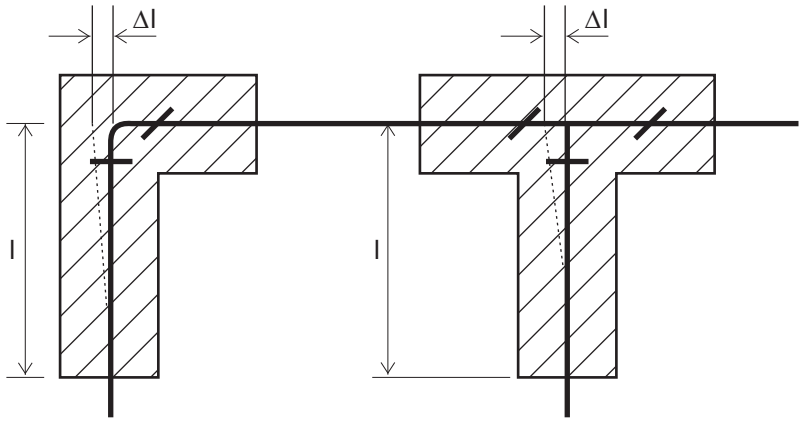
Instalacje z PVC-C i PVC-U to instalacje "sztywne", a zatem zasady ich układania nie odbiegają od zasad obowiązujących w instalacjach z rur stalowych i miedzianych. Dodatkowe wymagania wynikają głównie z większej rozszerzalności cieplnej stosowanego materiału. Zjawisko rozszerzalności oraz kurczliwości uwzględnia się w projektowaniu stosując odpowiednie kompensacje (Rozdział III.6).
Na etapie projektowania trasy rurociągu, dla naturalnej kompensacji wydłużeń termicznych trzeba uwzględnić warunki budowlane tj. w maksymalny sposób wykorzystać np. uskoki i załamania ścian oraz możliwość wykonywania punktów stałych przy przejściach przez ściany i stropy. Ważnym jest również to,

by instalację montować i układać możliwie bez naprężeń, a zatem przejścia przez przegrody budowlane oraz montaż uchwytów należy wykonywać w dostatecznej odległości od punktów zmiany kierunku instalacji. Konieczny jest również wystarczający luz w przejściach przez ściany. W pionach należy zwrócić uwagę na to, żeby odgałęzienie na piętro miało zapewnioną możliwość kompensowania zmian długości trasy pionowej. Uzyskuje się przez to:
- odpowiednią lokalizację pionowej rury w kanale (rys. 3a)
- odpowiednio przewymiarowany otwór dla wyprowadzenia odgałęzienia (rys. 3b)
- odpowiedznie ramię kompensacyjne (rys. 3c)



Rys. 2. Kompensacja wydłużeń termicznych w kanałach pionowych.

Pod tynkiem w bruzdach instalacja może być na całej długości izolowana powszechnie stosowanymi materiałami. W punktach zmiany kierunku kształtki i ramię kompensacyjne należy izolować materiałami elastycznymi, tak aby nie krępowały one ewentualnych zmian długości - tzw. izolacja rejonów gięcia (rys. 4). Należy upewnić się, iż stosowane otuliny mogą pracować z PVC-C oraz PVC-U.



Rys. 3. Izolacja rejonów gięcia.

Przy podtynkowym prowadzeniu instalacji w izolacji (otulina, "peszel") niezbędne jest stosowanie kompensacji wydłużeń termicznych przewodów. Wszystkie elementy osłonowe należy dokładnie ze sobą połaczyć tak, aby uniknąć zalania betonem instalacji w miejscach przypadkowych (mogą powstać niepożądane punkty stałe). Prowadzenie instalacji bezpośrednio w betonie nie wymaga kompensacji, lecz niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej warstwy betonu utwierdzającej rurę.
Minimalne grubości warstwy betonu dla różnych średnic rur podano w Tabeli 12.

Tabela 12

Średnica rury D (cale)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
Minimalna grubość warstwy betonu Hmin (mm)	25	33	43	54	66	83

Przed układaniem instalacji w betonie należy upewnić się, iż nie nastąpi uszkodzenie wylewki spowodowane dylatacją.
Przed zalaniem instalacji betonem należy przeprowadzić próbę szczelności. Warto również sfotografować przebieg instalacji (lub sporządzić szkic), aby uniknąć w przyszłości przewiercenia rury przy montażu elementów wykończeniowych (np. szafki łazienkowej lub wieszaka na ręczniki).

3. Izolacja termiczna przewodów

Przepisy oraz zalecenia dotyczące izolacji przewodów w instalacjach wodociągowych ujęte są w opracowaniu ITB "Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych Nr E4/2012, Część E: Roboty instalacyjne, sanitarne, Zeszyt 4: Instalacje wodociągowe".
Stosowane materiały izolacyjne nie powinny wchodzić w reakcje z PVC-C. W przypadku wątpliwości proszę o kontakt z Działem Produktu UST-M Sp. z o.o.

4. Prowadzenie rur natynkowe

Przy prowadzeniu natynkowym rur w celu samokompensacji należy wykorzystywać wszelkie łuki i załamania wynikające z konstrukcji budynku. Jeśli to konieczne, stosować elementy kompensacji wg rozdziału III.6.
Dla uniknięcia uszkodzeń mechanicznych, rury można prowadzić za listwami przypodłogowymi.
Pamiętać o mocowaniach rur.

5. Prowadzenie rur w szachtach i warstwach posadzkowych

W szachtach instalacyjnych należy zwrócić uwagę na to, aby odgałęzienie miało zapewnioną możliwość kompensowania zmian długości trasy pionowej. Zapewnia to odpowiednia lokalizacja rury pionowej lub montaż odpowiedniego ramienia kompensującego.
W przypadku pionu dwururkowego oba przewody należy układać równolegle do siebie, zachowując stałą odległość miedzy osiami np. przy średnicy przewodu nie przekraczającej 40 mm - wynosząca 80 mm.
Rury prowadzone w warstwach posadzkowych można układać w otulinie peszlowej z uwzględnieniem ramion kompensacyjnych. Minimalna grubość wylewki liczona od powierzchni rury "peszel" powinna wynosić 2,5 cm. W pomieszczeniach piwnicznych rurociągi poziome należy prowadzić pod stropem lub w kanałach podłogowych ze spadkiem zapewniającym odwodnienie instalacji.
Przy przejściach rur przez przegrody budowlane np. przez ścianę czy przez strop należy stosować przepusty w tulejach ochronnych. Tuleja ochronna powinna byc dłuższa niż grubość przegrocy pionowe o ok. 2 cm z każdej strony, a przy przejściach przez strop powinna wystawać około 2 cm powyżej posadzki i około 1 cm poniżej tynku na stropie.
Nie stosować rur stalowych jako tulei ochronnych.

6. Układanie rur w gruncie

Na zewnątrz instaluje się rury plastykowe w wykopach. Wykop winien być szeroki na tyle, aby umożliwić w nim prace łączeniowe oraz wężowe prowadzenie rur - samokompensacja. Dno wykopu winno być gładkie, wolne od kamieni. Głębokość wykopu zależy od poziomu przemarzania. Rury plastykowe w każdym przypadku wunny być położone poniżej poziomu przemarzania. Ułożone w wykopach instalacje należy przykrywać zasypką. Granulacja zasypki - 12 mm. W przypadku zasypywania wykopu piaskiem lub żwirem stosować ubijanie mechaniczne. Przykrywanie winno odbywać się warstwami.

7. Mocowanie rur

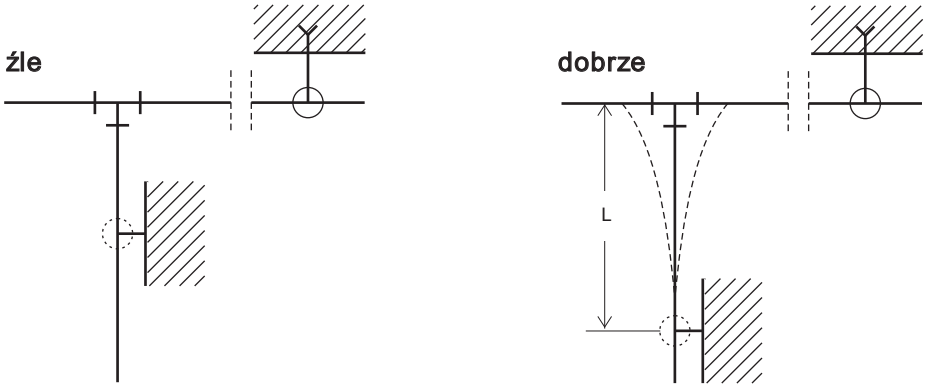
Rozstaw podpór ślizgowych plastikowych zależy zarówno od średnicy rury jak i od temperatury czynnika wewnątrz instalacji. Dla systemów klejonych produkowanych przez UST-M odległości między podporami ślizgowymi przedstawia kolejna tabela.

W przypadkach koniecznych np. punkty stałe, mocowanie przyborów, stosować uchwyty metalowe z podkładką ściśliwą. Należy upewnić się, iż materiał podkładki nie wchodzi w reakcję z materiałem rury.
Firma UST-M zaleca stosowanie podkładek ściśliwych z EPDM.

Rozstaw podpór (m) dla rur poziomych.

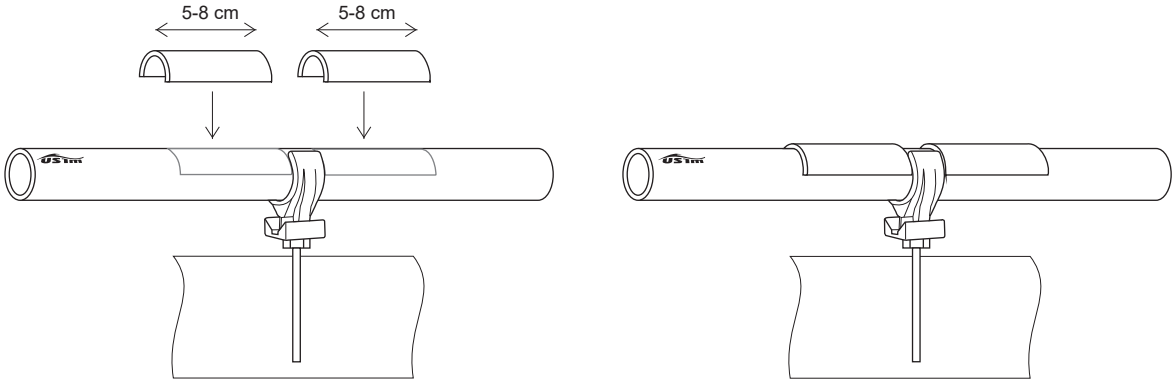
Średnica rury (cale)	PVC-U Sch40			PVC-U PN15/12		PVC-C CTS				
	Temperatura °C			Temperatura °C		Temperatura °C				
	20	40	60	25	45	20	40	60	80	90
1/2	1,10	1,05	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,50
3/4	1,25	1,10	1,00	0,95	0,85	0,85	0,80	0,70	0,65	0,55
1	1,45	1,25	1,10	1,10	1,00	0,90	0,85	0,75	0,70	0,60
1 1/4	1,60	1,40	1,20	1,10	1,00	1,00	0,95	0,85	0,75	0,65
1 1/2	1,65	1,60	1,35	1,20	1,10	1,10	1,05	0,95	0,80	0,75
2	1,90	1,70	1,50	1,30	1,20	1,25	1,15	1,05	0,90	0,80
2 1/2	2,20	1,90	1,65							
3	2,40	2,10	1,80	1,90	1,60					
4	2,80	2,40	2,10	2,20	1,90					

Uwaga:
Dla rur prowadzonych pionowo podane odległości można zwiększyć mnożąc je przez 1,3 dla temperatury do 60°C i przez 1,2 dla wyższej temperatury.
Rury pionowe winny mieć mocowanie przy każdym przejściu przez stropy oraz przy zmianie kierunku o 90°.
Przy montowaniu na rurze przyborów, baterii etc. należy zapewnić im należyte podparcia.
Mocowania muszą uwzględniać ramię kompensacyjne - Rys. 5.

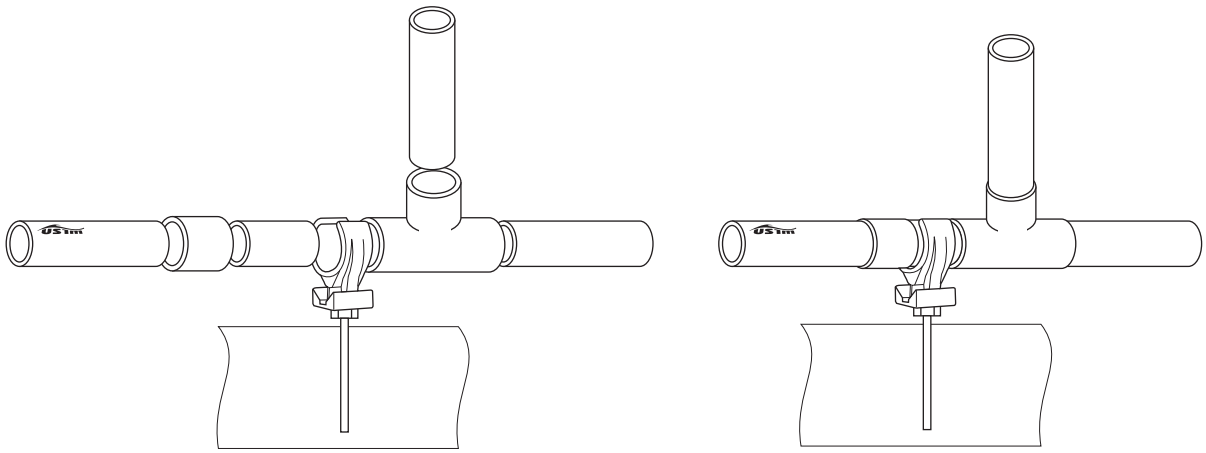


Rys. 5. Nieprawidłowe i poprawne uwzględnienie ramienia kompensującego.

Istotną rolę przy kompensacji wydłużeń termicznych długich, prostych odcinków rur, odgrywają punkty stałe. Odpowiednio rozmieszczone punkty stałe - zerowe, poprzez podział długich odcinków rur pozwalają na zmniejszenie wymiarów wydłużki (ramienia kompensacyjnego L).
Sposoby tworzenia punktów stałych (podpór stałych) pokazano na rys. 6 i 7.

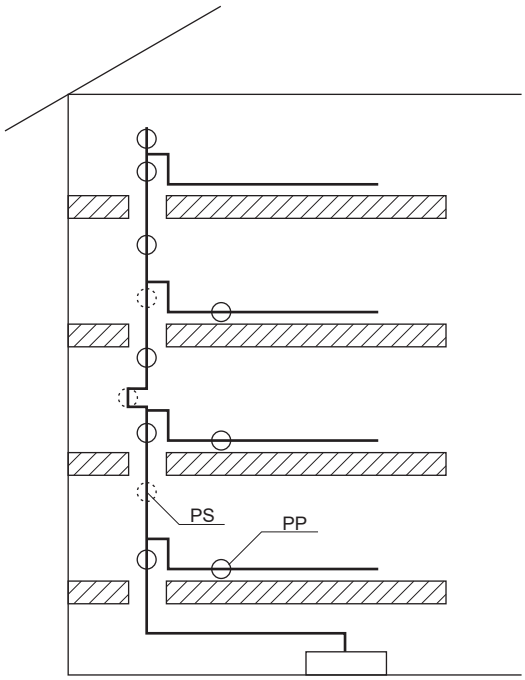


Rys. 6. Podpora stała wykonana na rurze (za pomocą naklejki).

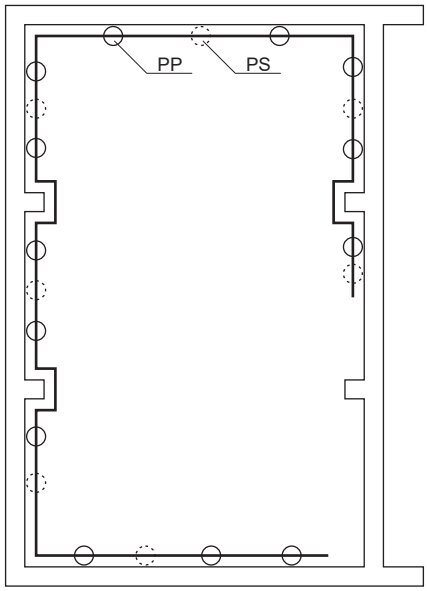


Rys. 7. Podpora stała wykonana na rurze (za pomocą złączek).

Przykładowe rozmieszczenie podpór mocujących ślizgowych jak i stałych w pionie budynku wielokondygancyjnego ilustruje rysunek 8, a dla poziomych przewodów rozprowadzających rysunek 9.
Podpora ślizgowa (przesuwna) powinna umożliwić ruch osiowy rurociągu nie powodując uszkodzenia powierzchni rury.



Rys. 8. Rozmieszczenie podpór mocujących w pionie budynku.



○ PS - punkt stały
◌ PP - podpora ślizgowa

Rys. 9. Rozmieszczenie podpór mocujących na poziomych przewodach rozprowadzających.

W pewnych przypadkach występuje konieczność stosowania uchwytów podwieszanych. Uchwyty te pozwalają na przesuwanie się rury we wszystkich kierunkach, a ich rozstaw jest taki sam jak rur prowadzonych poziomo.

V. Uruchamianie instalacji

1. Próby szczelności instalacji

Wytyczne badania szczelności ujęte są w "Warunkach wykonania i odbioru instalacji wodociągowych, zeszyt 7 wydanych przez COBR TI INSTAL w 2001 roku. Generalnie próbę należy wykonać przy ciśnieniu 1,5 raza większym od ciśnienia roboczego.
Maksymalne ciśnienie powinno spełniać warunek: Pmax. < PN + 5 bar.

Uwaga!
W czasie próby należy utrzymywać stałą temperaturę, ponieważ może to wpływać na zmiany ciśnienia. Wszystkie próby muszą być przeprowadzone przed zakryciem instalacji.

2. Zabezpieczenie urządzeń grzewczych i instalacji PVC-C

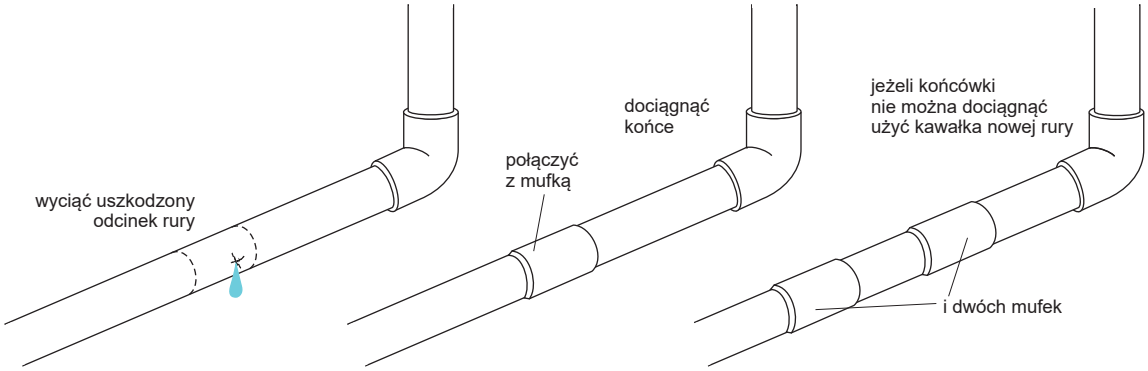
Zabezpieczenie źródeł gorącej wody tj. kotłów czy pieców zapewniają ich producenci. Urządzenia te winny być zaopatrzone na wyjściu w sprawne urządzenie termostatyczne eliminujące możliwość dostania się do instalacji wykonanej z PVC-C wody o temperaturze przekraczającej dopuszczalną tj. 70°C.
Producenci pieców czy kotłów w instrukcjach użytkowania precyzują w jaki sposób należy podłączać instalacje z tworzyw sztucznych do tych urządzeń. Na ogół dla zabezpieczenia instalacji w PVC-C, należy ją podłączyć do źródła ciepłej wody poprzez króciec metalowy długości 30 cm w przypadku pieców naściennych lub długości 1 m w przypadku pieców stojących.

3. Podłączenie pomp

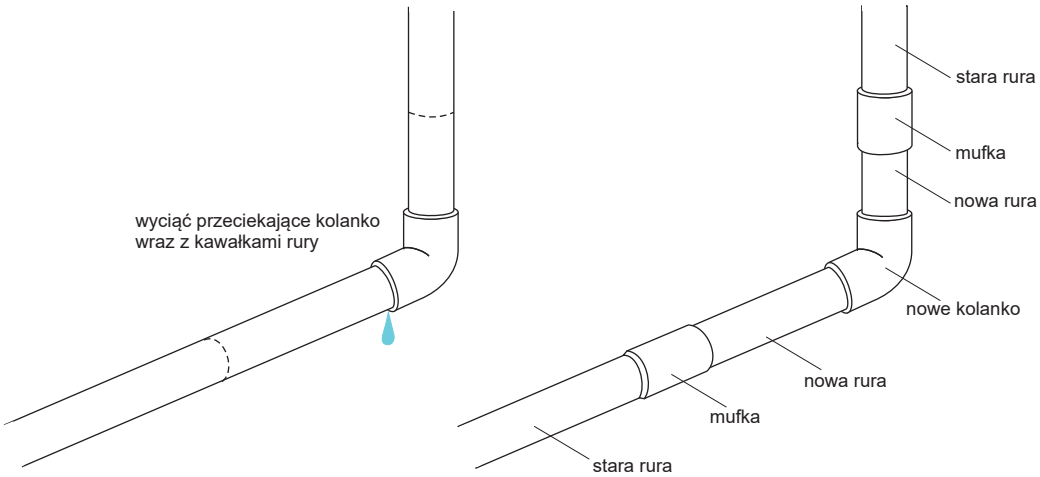
Podłączenie pomp z systemem instalacyjnym powinno byc zrealizowane poprzez kompensatory mieszkowe lub sprężyste. Bez[pośrednie podłączenie pomp, w wyniku powstających drgań, może doprowadzić do uszkodzenia elementów zainstalowanego systemu z PVC-U lub PVC-C.

VI. Naprawy rur z PVC-C i PVC-U

Niezależnie od tego czy mamy do czynienia z przeciekiem na rurze czy też na kształtce, w pierwszej kolejności należy wyłączyć dopływ wody, spuścić wodę z danego odcinka instalacji, następnie wyciąć uszkodzony fragment rury czy też rury z kształtką (przeciek na kształtce) i wysuszyć naprawiany fragment instalacji. Naprawę rury możemy przeprowadzić przy pomocy jednej mufki, gdy końce rury można wprowadzić do mufki, lub przy pomocy kawałka rurki i dwóch mufek, gdy nie jest to możliwe.
Ilustruje to **rys. 10.**



Gdy przeciek ma miejsce na kształtce najpewniejszą metodą jest wycięcie kształtki wraz z kawałkami rury i wstawienie w to miejsce nowego połączenia, co ilustruje **rys. 11.**



VII. Magazynowanie i składowanie

Rury i kształtki z PVC-C oraz PVC-U mozna przechowywać zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budynku. Na wolnym powietrzu, ze względu na wrażliwość PVC-U i PVC-C na promieniowanie UV, powinny być zabezpieczone przed działaniem słońca. Należy również zapewnić swobodny przepływ powietrza między rurami, zmniejszający wzrost temparatury przy wysokiej temperaturze zewnętrznej i dużym nasłonecznieniu. Rury ponadto winny być tak składowane, aby nie uległy zginaniu oraz uszkodzeniom mechanicznym (ścieranie, zgniatanie).
Przy składowaniu warstwami, poszczególne warstwy należy zabezpieczyć przed przemieszczaniem.
Rury o większych średnicach winny być umieszczane na dole.
W temperaturze poniżej 0°C wyroby z PVC-C i PVC-U stają się kruche, należy zatem unikać rzucania ich z wiekszej wysokości. Wewnątrz budynku rury winny być magazynowane na stojakach. Jeśli to możliwe, ich podparcie powinno mieć miejsce na całej długości rury, jesli nie, to wówczas odstęp pomiedzy podporami nie powinien przekraczać 1 m (szerokość podpory co najmniej 8 cm).
Kształtki powinny być przechowywane w pomieszczeniach zamkniętych w oryginalnych opakowaniach - kartonach lub torebkach plastykowych.

VIII. Uwagi montażowe

W prawidłowym funkcjonowaniu nowoczesnej instalacji budowlanej istotną rolę odgrywa nie tylko rodzaj materiału użytego do tej budowy, ale również zastosowany system automatycznej regulacji parametrów jej pracy i jakość elementów składowych automatyki.

Urządzenia grzewcze, do których podłączona jest instalacja z PVC-C, winny posiadać zabezpieczenia przed przegrzaniem.

Przy łaczeniu z innymi systemami lub urządzeniami, do instalacji wody zimnej można stosować złączki z gwintem zewnętrznym. W instalacjach wosy ciepłej stosować tylko połączenia śrubunkowe.

Dla instalacji PVC-U przy transporcie czynnika, którego temperatura > od 25°C należy pamietać o kompensacji. Instalacja prowadzona bezpośrednio w betonie nie wymaga kompensacji.

Stosowanie właściwych złączek adaptacyjnych, tzw. śrubunków pozwalających na łączenie metalu z tworzywem sztucznym, stanowi gwarancję prawidłowo wykonanej instalacji.

Przy instalacjach podtynkowych należy pamietać, iż próba ciśnieniowa instalacji musi się odbyć przed położeniem tynku.

Dla uszczelniania łączników gwintowanych z PVC-C oraz PVC-U stosować taśmę PTFE (teflonową) dużej gęstości o grubości min. 0,1 mm. Ręczne dokręcanie połaczenia powinno być wystarczające (zasada finger-tight). Dopuszcza siędalsze dokręcenie za pomocą klucza paskowego z zachowaniem maksymalnej ostrożności o maksimum 1 - 2 obroty. Szczególną uwagę należy zwrócić przy łączeniu plastykowych złaczek z gwintem wewnętrznym z metalowym gwintem zewnętrznym.

Ze względu na mały współczynnik przewodności cieplnej PVC-C oraz PVC-U nie ma miejsca "pocenia się" rur. Nie ma potrzeby izolowania rur wody zimnej i c.w.u. wewnątrz budynku. Zjawisko to może wystąpić jedynie w pomieszczeniach o bardzo dużej wilgotności i temperaturze powietrza (łaźnie, natryski, pralnie).

W miejscach, gdzie istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia dużych nacisków (krany, głowice pryszniców), zaleca się stosowanie wkrętnych złączek metalowych.

Przed użyciem kleju należy upewnić się, że ma on konsystencję płynną, a nie galaretowatą. Przeterminowany klej zmienia swoją barwę oraz przybiera konsystencję galarety. Pod żadnym pozorem takiego kleju nie należy stosować. Nie używać rozpuszczalników do rozcieńczania kleju.

Cięcia rur należy dokonywać za pomocą specjalnych nożyc - najlepiej krążkowych, które zapewniają prostopadłość cięcia. Można również ciąć domowymi sposobami (piłka do metalu), ale przed przystąpieniem do klejenia należy łączone elementy starannie oczyścić.

W punktach stałych mocowań rur, między rurą a obejmą, instalować podkładki ściśliwe. Przed ich zastosowaniem należy upewnić się, iż materiał podkładki nie wchodzi w reakcje z PVC-C czy PVC-U, Najlepiej do tego celu nadają się podkładki z EPDM.

W miejscach przejść przez stropy i ściany zaleca się stosowanie przepustów z gąbczastej izolacji lub tulei z tworzyw sztucznych.

NIE DOPUSZCZAĆ DO ZAMARZANIA WODY W RURACH PVC-C I PVC-U.
W przypadku zamarznięcia wody w rurach należy ogrzewać rurę ciepłym powietrzem, a następnie izolować aby uchronić przed ponownym zamarznięciem. Nie należy stosować otwartego płomienia.

W przypadku transportu innego czynnika niż woda w instalacjach z PVC-U lub PVC-C należy skontaktować się z Działem Produktu firmy UST-M dla upewnienia się, iż systemy te nadają się do transportu tego czynnika.

Tabela odporności chemicznej.

Tabela określająca przydatność stosowania PVC i CPVC dla różnych mediów..

R - oznacza, iż dla danego czynnika chemicznego instalacja z PVC lub CPVC jest zalecana.

NR - oznacza, iż nie jest zalecana,

(-) - brak danych

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Aceton	NR	NR	NR	NR	NR
Acetylen	R	R	-	-	-
Akrylan etylu	NR	NR	NR	NR	NR
Aldehyd benzoesowy, 10%	R	R	-	-	-
Aldehyd benzoesowy, > 10%	NR	NR	-	-	-
Aldehyd krotonowy	NR	NR	-	-	-
Aldehyd octowy	NR	NR	NR	R	NR
Alkohol allilowy, 96%	R	NR	-	-	-
Alkohol amylowy	R	NR	R	NR	NR
Alkohol biały (wódka)	R	R	R	R	R
Alkohol butylowy	R	R	-	-	-
Alkohol etylowy	R	R	-	-	-
Alkohol metylowy	R	R	R	-	-
Alkohol propargilowy	R	R	-	-	-
Alkohol propylowy	R	R	R	-	-
Ałun	R	R	R	R	R
Ałun amonowy	R	R	-	-	-
Ałun chromowy	R	R	-	-	-
Ałun glinowy	R	R	-	-	-
Ałun potasu	R	R	R	R	R
Ałun sodu	R	R	R	R	R
Amoniak (ciecz)	NR	NR	NR	NR	NR
Amoniak (gaz suchy)	R	R	R	R	R
Anilina	NR	NR	NR	NR	NR
Antrachinon	-	-	-	-	-
Azotan amonowy	R	R	R	R	R
Azotan cynku	R	R	R	R	R
Azotan glinu	R	R	R	R	R
Azotan magnezu	R	R	-	-	-
Azotan miedzi	R	R	-	-	-
Azotan niklu	R	R	-	-	-
Azotan potasu	R	R	R	-	-
Azotan rtęciowy	R	R	-	-	-
Azotan sodu	R	R	R	R	R
Azotan srebra	R	R	R	R	R
Azotan wapnia	R	R	R	R	R
Benzen	NR	NR	NR	NR	NR
Benzoesan sobu	R	R	R	R	R
Benzyna	NR	NR	NR	NR	NR

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Benzyna, paliwo odrzutowe JP-4	NR	NR	NR	NR	NR
Benzyna, paliwo odrzutowe JP-5	NR	NR	NR	NR	NR
Benzyna wysokooktanowa	NR	NR	NR	NR	NR
Bezwodnik octowy	NR	NR	NR	NR	NR
Boraks	R	R	R	-	-
Boran potasu	R	R	R	R	R
Breeders pellets (pochodna ryby)	R	R	-	-	-
Brom, ciecz	NR	NR	-	-	-
Brom, para 25%	R	R	-	-	-
Bromek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR
Bromek litowy	R	R	-	-	-
Bromek potasu	R	R	-	-	-
Bromek sodu	R	R	R	R	R
Bromian potasu	R	R	R	-	-
Bromowa woda	R	R	-	-	-
Butadien	R	R	R	R	-
Butan	R	-	-	-	-
Butanol, drugorzędowy	R	NR	R	R	NR
Butanol, pierwszirzędowy	R	R	R	R	NR
Butynodiol	R	NR	-	-	-
Chlor, gaz	NR	NR	NR	NR	NR
Chlor, gaz (mokry)	NR	NR	NR	NR	NR
Chlor (suchy)	NR	NR	-	-	-
Chloran potasu	R	R	R	-	-
Chloran sodu	R	R	R	R	R
Chlorek allilu	NR	NR	-	-	-
Chlorek amonowy	R	R	R	R	R
Chlorek amylowy	NR	NR	-	-	-
Chlorek baru	R	R	R	-	-
Chlorek cynawy	R	R	R	R	R
Chlorek cynku	R	R	R	R	R
Chlorek cynowy	R	R	R	R	R
Chlorek etylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorek glinowy	R	R	R	R	R
Chlorek laurynowy	R	-	-	-	-
Chlorek magnezu	R	R	R	R	R
Chlorek metylenowy	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorek metylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorek miedzi	R	R	R	R	R
Chlorek miedziawy	R	R	-	-	-
Chlorek niklowy	R	R	R	R	R
Chlorek ołowiawy	R	R	R	-	-
Chlorek potasu	R	R	R	R	R

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Chlorek rtęciowy	R	R	R	-	-
Chlorek sodu	R	R	R	R	R
Chlorek tionylu	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorek wapnia	R	R	R	R	R
Chlorek (woda)	R	R	-	-	-
Chlorek żelazawy	R	R	R	R	R
Chlorobenzen	NR	NR	NR	NR	NR
Chloroform	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorohydryna etylenowa	NR	NR	NR	NR	NR
Chlorowodorek anilinowy	NR	NR	-	-	-
Chlorowodorek fenylohydrazyny	R	NR	-	-	-
Chlorowodzian anilinowy	NR	NR	-	-	-
Chromian potasu	R	R	R	-	-
Cukier gronowy	R	R	R	R	R
Cyjanek kadmu	R	R	-	-	-
Cyjanek miedzi	R	R	-	-	-
Cyjanek potasu	R	R	-	-	-
Cyjanek rtęciowy	R	R	R	R	R
Cyjanek sodu	R	R	R	R	R
Cyjanek srebra	R	R	R	R	R
Cykloheksanol	NR	NR	NR	NR	NR
Cykloheksanon	NR	NR	NR	NR	NR
Cytrynian magnezu	R	R	R	R	R
Czterochlorek tytanu	NR	NR	-	-	-
Czterochlorek węgla	R	NR	NR	NR	NR
Cztreoetylek ołowiu	R	-	-	-	-
Czterowodorofuran	NR	NR	NR	NR	NR
D-fruktoza	R	R	R	R	R
Dekstroza	R	R	R	R	R
Dekstryna	R	R	R	R	R
Detergenty	R	R	R	R	R
Dwuchlorek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR
Dwuchlorek propylenu	NR	NR	NR	NR	NR
Dwuchromian potasu	R	R	R	R	R
Dwuchromian sodu	R	R	R	R	R
Dwuetyloamina	R	R	-	-	-
Dwutlenek siarki, (mokry)	R	NR	R	R	-
Dwutlenek siarki, (suchy)	R	R	R	R	-
Dwutlenek węgla	R	R	R	R	R
Estry	NR	NR	NR	NR	NR
Eter etylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Etery	NR	NR	NR	NR	NR
Fenol	R	NR	R	R	-

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Fenol butylu	R	NR	-	-	-
Fenylodydraksyna	NR	NR	-	-	-
Fluor, gaz	R	NR	-	-	-
Fluor, gaz (mokry)	R	R	-	-	-
Fluorek amonowy, 25%	R	NR	-	-	-
Fluorek glinowy	R	R	R	R	R
Fluorek miedzi	-	-	-	-	-
Fluorek miedziowy	R	R	R	-	-
Fluorek potasu	R	R	-	-	-
Fluorek sodu	R	R	R	R	R
Formaldehyd	R	R	R	R	-
Fosfor, żółty	R	-	-	-	-
Fosforan amonowy	R	R	-	-	-
Fosforan dwusodowy	R	R	R	R	R
Fosforan trójbutylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Fosforan trójsodowy	R	R	R	R	R
Fosforowodór	R	R	-	-	-
Fosgen, ciecz	NR	NR	-	-	-
Fosgen, gaz	R	-	-	-	-
Freon 11	R	R	R	R	-
Freon 12	R	R	R	R	-
Freon 22	NR	-	-	-	-
Ftalan oktylu	NR	NR	NR	NR	NR
Furfural	NR	NR	-	-	-
Gaz wyprodukowany	R	R	R	R	R
Gaz ziemny	R	R	R	R	-
Gliceryna	R	R	R	R	R
Glikol	R	R	R	R	R
Glikol etylenowy	R	R	R	R	R
Glukoza	R	R	R	R	R
Heksan	R	-	R	R	-
Heksanol, trzeciorzędowy	R	R	-	-	-
Heptan	R	R	R	-	-
Hydrochinon	R	R	-	-	-
Jodyna	NR	NR	-	-	-
Kąpiel koagulująca szt. włókno celulozowe	R	R	-	-	-
Keton metylowoetylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Keton metylowoizobutylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Ketony	NR	NR	NR	NR	NR
Krezol	R	NR	-	-	-
Krochmal	R	R	R	R	R
Ksylen	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas adypinowy	R	R	R	R	R

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Kwas antrachinonosulfonowy	R	R	-	-	-
Kwas arsenowy, 80%	R	R	-	-	-
Kaws arysufoniczny	R	R	-	-	-
Kwas azotowy, 10%	R	R	R	R	R
Kwas azotowy, 30%	R	R	R	R	R
Kwas azotowy, 60%	R	R	R	R	R
Kwas azotowy, 68%	R	R	R	R	R
Kwas azotowy, bezwodnik (używać wył.1120)	R	NR	NR	NR	NR
Kwas benzoesowy	R	R	-	-	-
Kwas borny	R	R	R	R	R
Kwas bromowowodorowy 20%	R	R	-	-	-
Kwas bromowy	R	R	R	R	R
Kwas chlorooctowy	R	R	-	-	-
Kwas chlorosulfonowy	R	-	-	-	-
Kwas chlorowodorowy, 10%	R	R	R	R	R
Kwas chlorowodorowy, 30%	R	R	R	R	R
Kwas chlorowodorowy, 35%	R	R	R	R	R
Kwas chlorowodorowy stęż. (uż. wył. 1120)	R	NR	-	-	-
Kwas chlorowy, 20%	R	R	-	-	-
Kwas chromowy, 10%	R	NR	R	R	R
Kwas chromowy, 50%	NR	NR	R	R	R
Kwas cyjanowodorowy	R	R	-	-	-
Kwas cytrynowy	R	R	-	-	-
Kwas dwuglikolowy	R	R	-	-	-
Kwas fluoroborowy	R	R	R	R	R
Kwas fluorokrzemowy, 25%	R	R	R	R	R
Kwas fluorowodorowy, 48%	R	NR	-	-	-
Kwas fluorowodorowy, 50%	R	NR	-	-	-
Kwas fosforowy, 10%	R	R	R	R	R
Kwas fosforowy, 25%	R	R	R	R	R
Kwas fosforowy, 75%	R	R	R	R	R
Kwas fosforowy, 85%	R	R	R	R	R
Kwas galusowy	R	R	-	-	-
Kwas glikolowy	R	R	-	-	-
Kwas jabłkowy	R	R	-	-	-
Kwas krezylitowy, 50%	R	R	-	-	-
Kwas krzemowy	R	R	R	-	-
Kwas laurynowy	R	R	-	-	-
Kwas linolowy	R	R	-	-	-
Kwas myleinowy	R	R	-	-	-
Kwas masłowy	R	NR	-	-	-
Kwas metylosiarkowy	R	R	-	-	-
Kwas mlekowy, 25%	R	R	R	R	R

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Kwas mrówkowy	R	NR	-	-	-
Kwas nadchlorowy, 10%	R	R	R	-	-
Kwas nadchlorowy, 15%	R	NR	-	-	-
Kwas nadchlorowy, 70%	R	NR	-	-	-
Kwas nadoctowy, 40%	-	-	-	-	-
Kwas nikotynowy	R	R	-	-	-
Kwas octowy, 10%	R	R	R	R	R
Kwas octowy, 20%	R	R	R	R	R
Kwas octowy, 80%	R	R	-	-	-
Kwas octowy, czysty	NR	NR	NR	NR	NR
Kwas octowy, lodowaty	R	NR	-	-	-
Kwas oleinowy	R	R	-	-	-
Kwas polmitynowy, 10%	R	R	-	-	-
Kwas polmitynowy, 70%	R	NR	R	R	-
Kwas pikrynowy	NR	NR	-	-	-
Kwas podchlorawy	R	R	-	-	-
Kwas podchlorowy	R	R	-	-	-
Kwas selenowy	R	-	-	-	-
kwsa siarkawy	R	R	-	-	-
Kwas siarkowy, 3%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 10%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 20%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 33%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 50%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 70%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 80%	R	R	R	R	R
Kwas siarkowy, 85%	R	R	R	-	-
Kwas siarkowy, 93%	R	R	R	NR	NR
Kwas siarkowy, 95%	NR	NR	-	NR	NR
Kwas solny	R	NR	R	R	R
Kwas stearynowy	R	R	R	R	R
Kwas szczawiowy	R	R	R	R	R
Kwas węglowy	R	R	-	-	-
Kwas winowy	R	R	R	-	-
Kwasy mieszane	R	R	R	R	R
Kwasy tłuszczowe	R	R	-	-	-
Kwaśna ropa naftowa (Zachodni Teksas)	R	R	-	-	-
Kwaśny fluorek amonowy	R	R	R	R	R
Likiery	R	R	-	-	-
Ług czarny	R	R	R	R	R
Melasa	R	R	R	R	R
Meta-fosforan amonowy	R	R	R	R	R
Mleko	R	R	R	R	-

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Mocz	R	R	R	R	R
Mocznik	R	R	R	R	R
Mydła	R	R	R	R	R
Nadboran potasu	R	R	R	R	R
Nadchloran potasu	R	R	R	-	-
Madmanganian potasu, 10%	R	R	R	-	-
Nadmanganian potasu, 25%	R	NR	-	-	-
Nadsiarczan amonowy	R	R	R	-	-
Nadtlenek sodowy	R	R	-	-	-
Nadtlenek wodoru, 30%	R	R	R	-	-
Nadtlenek wodoru, 50%	R	R	-	-	-
Nadtlenek wodoru, 90%	R	R	-	-	-
Nafta	R	R	R	R	R
Naftalina	R	NR	-	-	-
Nikotyna	R	R	-	-	-
Nitrobenzen	NR	NR	NR	NR	NR
Ocenol	R	R	-	-	-
Ocet	R	R	R	R	R
Octan amonu	R	R	R	R	R
Octan amylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Octan butylu	R	R	NR	NR	NR
Octan etylu	NR	NR	NR	NR	NR
Octan ołowiawy	R	R	R	R	R
Octan sodu	R	R	R	R	R
Octan winylowy	NR	NR	NR	NR	NR
Olej bawełniany	R	R	R	R	R
Olej garbnikowy	R	R	-	-	-
Olej, kwaśna ropa naftowa	R	R	R	R	R
Olej linolowy	R	R	-	-	-
Olej lniany	R	R	R	R	R
Olej maszynowy	R	R	-	-	-
Olej rycynowy	R	R	-	-	-
Olej smalcowy	R	R	R	R	R
Olej smarowy, ASTM#1	R	R	R	-	-
Olej smarowy, ASTM#2	R	R	R	-	-
Olej smarowy, ASTM#3	R	R	R	-	-
Oleje tłuszczowe	R	R	R	R	R
Oleje mineralne	R	-	R	-	-
Oleum	NR	NR	NR	NR	NR
Ozon	R	R	-	-	-
Parafina	R	R	R	-	-
Pięciotlenek fosforu	R	R	-	-	-
Piwo	R	R	-	-	-

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Płyn siarczanowy	R	R	R	R	R
Płyn z cukru buraczanego	R	R	-	-	-
Płyny garbujące	R	R	R	R	R
Podchloryn wapnia	R	R	R	R	R
Podchloryn sodu	R	R	R	R	R
Padtlenek azotu	R	R	-	-	-
Potas żrący	R	R	R	R	R
Propan	R	R	R	R	-
Propan, gaz	R	R	-	-	-
Przerywacz Kodak	R	R	R	R	R
Ropa naftowa	R	R	R	R	R
Rozpuszczalnik z grupy glikolu etylenowego	R	NR	-	-	-
Roztwory fotograficzne DK#3	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające mosiądz	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające kadm	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające miedź	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające złoto	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające ind	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające ołów	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające nikiel	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające rod	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające srebro	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające cynę	R	R	R	R	R
Roztwory pokrywające cynk	R	R	R	R	R
Roztwór Stoddard'a	NR	NR	-	-	-
Rtęć	R	R	R	R	R
Siarczan amonowy	R	R	-	-	-
Siarczan baru	R	R	R	R	R
Siarczan cynku	R	R	R	R	R
Siarczan glinu	R	R	R	R	R
Siarczan hydroksylaminy	R	R	-	-	-
Siarczan magnezu	R	R	R	R	R
Siarczan metylowy	R	NR	-	-	-
Siarczan miedzi	R	R	R	R	R
Siarczan miedziowy	R	R	R	R	R
Siarczan niklu	R	R	R	R	R
Siarczan ołowiawy	R	R	R	R	R
Siarczan potasu	R	R	R	R	R
Siarczan sodowy	R	R	R	R	R
Siarczan srebra	R	R	R	R	R
Siarczan wapnia	R	R	-	-	-
Siarczan żelazawy	R	R	R	R	R
Siarczek amonowy	R	R	-	-	-

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Siarczek baru	R	R	R	R	R
Siarczek sodowy	R	R	R	R	R
Siarczyn sodowy	R	R	R	R	R
Siarka	R	R	R	R	R
Siarkowodór	R	R	-	-	-
Skraplacz ropy naftowej	R	R	-	-	-
Soda żrąca	R	R	R	R	R
Soki i pulpa owocowa	R	R	R	R	R
Sole dwuazowe	R	R	-	-	-
Sól Seignette'a	R	R	-	-	-
Srebrny roztwór pokrywający	R	R	R	R	R
Substancje rybne rozpuszczone	R	R	-	-	-
Syrop skrobiowy kukurydziany	R	R	-	-	-
Ścieki	R	R	R	R	R
Tanina	R	R	R	R	R
Terpentyna	R	R	R	-	-
Terpineol	R	-	-	-	-
Tiocyjanian amonowy	R	R	R	R	R
Tlen	R	R	R	R	R
Tlenek etylenu	NR	NR	NR	NR	NR
Tlenek wapnia	R	R	-	-	-
Tlenek węgla	R	R	R	R	R
Tenochlorek glinu	R	R	-	-	-
Toluen	NR	NR	NR	NR	NR
Trójchlorek antymonu	R	R	-	-	-
Trójchlorek fosforu	NR	NR	NR	NR	NR
Trójchloroetylen	NR	NR	NR	NR	NR
Trójetanoloamina	R	NR	-	-	-
Trójmetylopropan	R	R	-	-	-
Trójtlenek siarki	R	R	R	R	R
Utrwalacz Kodak	R	R	R	R	R
Węglan amonowy	R	R	R	R	R
Węglan baru	R	R	R	R	R
Węglan bizmutu	R	R	-	-	-
Węglan magnezu	R	R	R	R	R
Węglan miedzi	R	R	R	-	-
Węglan potasu	R	R	R	R	R
Węglan sodu	R	R	R	R	R
Węglan wapnia	R	R	R	R	R
Węglowodory aromatyczne	NR	NR	NR	NR	NR
Whiskey	R	R	R	R	R
Wina	R	R	R	R	R
Woda chlorowa	R	R	R	R	R

Materiał	PVC		CPVC		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Woda dejonizowana	R	R	R	R	R
Woda demineralizowana	R	R	R	R	R
Woda destylowana	R	R	R	R	R
Woda królewska	R	R	-	-	-
Woda kwaśna kopalniana	R	R	R	R	R
Woda morska	R	R	R	R	R
Woda słona	R	R	R	R	R
Woda świeża	R	R	R	R	R
Wodorochromian potasu	R	R	-	-	-
Wodorosiarczan sodu	R	R	R	R	R
Wodorosiarczek wapnia	R	R	R	R	R
Wodorosiarczek węgla	NR	NR	NR	NR	NR
Wodorosiarczyn sodu	R	R	R	-	-
Wodorosiarczyn wapnia	R	R	-	-	-
Wodorotlenek amonowy	R	R	NR	NR	NR
Wodorotlenek amonowy, 10%	R	R	R	R	R
Wodorotlenek amonowy, 28%	R	R	NR	NR	NR
Wodorotlenek baru	R	R	-	-	-
Wodorotlenek glinowy	R	R	R	R	R
Wodorotlenek magnezu	R	R	R	R	R
Wodorotlenek potasu	R	R	R	R	R
Wodorotlenek sodu, 10%	R	R	R	R	R
Wodorotlenek sodu, 30%	R	R	R	R	R
Wodorotlenek sodu, 50%	R	R	R	R	R
Wodorotlenek wapnia	R	R	R	R	R
Wodorowęglan potasu	R	R	R	R	R
Wodorowęglan sodu	R	R	R	R	R
Wodór	R	R	-	-	-
Wodzian chloralu	R	R	-	-	-
Wybielacz (12% Cl)	R	R	R	R	R
Wywoływacz Dektal	R	R	R	R	R
Żelazicyjanek potasu	R	R	-	-	-
Żelazicyjanek sodu	R	R	R	R	R
Żelazocyjanek potasu	R	R	-	-	-
Żelazocyjanek sodu	R	R	R	R	R

UST-M Sp. z o.o.
ul. Piaskowa 124a
97-200 Tomaszów Mazowiecki

www.ustm.pl