

PRZEPISY EUROPEJSKIE DLA URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH

NORMY ZHARMONIZOWANE Z DYREKTYWĄ CIŚNIENIOWĄ 2014/68/UE (PED)
W ZAKRESIE RUROCIĄGÓW TECHNOLOGICZNYCH Z TWORZYW TERMOPLASTYCZNYCH

W celu ułatwienia zadania udowodnienia zgodności z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy, korzystne jest stosowanie norm zharmonizowanych na poziomie europejskim, a w szczególności norm dotyczących projektowania, wytwarzania i badania urządzeń ciśnieniowych, ze zgodności z którymi wynika domniemanie spełnienia przez urządzenie zasadniczych wymagań.



LESZEK LEWANDOWSKI

Ekspert w dziedzinie
kluczowej Tworzywa
Sztuczne
Dział Urządzeń
Ciśnieniowych
Urząd Dozoru
Technicznego
Oddział w Bydgoszczy

Członek Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego:
KT 140 do spraw Rur,
Kształtek i Armatury
z Tworzyw Sztucznych;
KT 168 do spraw Wytrobów
z Tworzyw Sztucznych;
KT 240 do spraw Maszyn
i urządzeń do przetwórstwa
tworzyw sztucznych
i mieszanek gumowych

W artykule przedstawiono normy zharmonizowane z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/68/UE z dnia 15 maja 2014 roku w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych – rurociągów technologicznych z tworzyw termoplastycznych.

WYKAZ NORM ZHARMONIZOWANYCH

NORMY ZHARMONIZOWANE Z DYREKTYWĄ 2014/68/UE opracowane zostały na podstawie mandatu udzielonego CEN przez Komisję Europejską i Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu i wspierają zasadnicze wymagania tej dyrektywy.

- Normy zostały opracowane przez Komitet Techniczny ISO/TC 138 „Rury, kształtki i armatura z tworzyw sztucznych do przesyłania płynów”.
- Normy powstały przy współpracy z Komitetem Technicznym CEN/TC 155 „Systemy przewodów rurowych i rur osłonowych z tworzyw sztucznych”.
- W Polskim Komitecie Normalizacyjnym odpowiedzialnym za normę jest Komitet Techniczny nr 140 do spraw Rur, Kształtek i Armatury z Tworzyw Sztucznych.

AKTUALNY WYKAZ NORM ZHARMONIZOWANYCH Z DYREKTYWĄ 2014/68/UE

PN-EN ISO 10931:2007

PN-EN ISO 10931/A1:2015-09.
Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do zastosowań przemysłowych Poli(flourek winylidenu) (PVDF).
Specyfikacje elementów i systemu.

PN-EN ISO 15493:2005

PN-EN ISO 15493/A1:2017-03.
Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do zastosowań przemysłowych Akrylonitryl-butadien-styren (ABS) nieplastyfikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U) i chlorowany poli(chlorek winylu) (PVC-C).
Specyfikacje elementów i systemu. Serie metryczne.

PN-EN ISO 15494:2018-12

PN-EN ISO 15494:2021-04
Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do zastosowań przemysłowych. Polibuten (PB), polietylen (PE), polietylen o podwyższonej odporności na temperaturę (PE-RT), polietylen usieciowany (PE-X), polipropylen (PP).
Szeregi metryczne do specyfikacji elementów i systemu.

Należy zwrócić uwagę, że wymienione normy dotyczą tylko niektórych tworzyw termoplastycznych i nie obejmują takich tworzyw jak np. ECTFE (kopolimer etylen-chlorotrifluoroetylen), FEP (kopolimer perfluoro (etylen-propen), PFA (perfluoro (aloksyalkan) itd.

W przypadku stosowania PVDF norma dotyczy wyłącznie tego tworzywa w postaci homopolimeru.

ZAKRES STOSOWANIA NORM

W wymienionych Normach Międzynarodowych określono właściwości i wymagania dotyczące systemów przewodów rurowych i jego elementów układanych nad i pod ziemią.

Normy przeznaczone są do wykorzystania przez organy władzy, projektantów, jednostki certyfikujące, jednostki inspekcyjne, laboratoria badawcze, producentów i użytkowników urządzeń.

Normy znajdują zastosowanie do rur, kształtek, armatury i wyposażenia dodatkowego z tworzyw termoplastycznych, do ich połączeń oraz do połączeń z elementami wykonanymi z innych tworzyw sztucznych i z materiałów nie polimerowych, zależnie od ich przydatności, przeznaczonych do przesyłania płynów ciekłych i gazowych jak również zawiesin cząstek stałych w płynach. Normy te wykorzystywane są w branżach i zastosowaniach przemysłowych takich jak:

- zakłady chemiczne,
- instalacje ścieków przemysłowych,
- energetyka (woda chłodząca i ogólnoużytkowa),
- górnictwo,
- galwanizernie i wytrawialnie,
- przemysł półprzewodników,
- zakłady produkcji rolnej,
- instalacje przeciwpożarowe,
- oczyszczalnie ścieków,
- uzdatnianie wody,
- instalacje geotermalne.

Tam, gdzie takie istnieją, mają zastosowanie przepisy krajowe do określonych zastosowań (np. stacje uzdatniania wody).

Norma Międzynarodowa PN-EN ISO 10931 znajduje zastosowanie do systemów przewodów rurowych z PVDF eksploatowanych w temperaturach do 150°C. Jednakże dla zastosowań powyżej 120°C, gdzie istotny staje się punkt topnienia fazy krystalicznej PVDF, zaleca się skorzystanie z porady producenta elementu (elementy muszą znosić przewidywane obciążenia mechaniczne, cieplne i chemiczne oraz być odporne na działanie przesyłanego płynu).

Jeśli spełnione są wymagania niniejszej Normy Międzynarodowej i/lub odpowiednie wymagania krajowe dopuszcza się inne obszary zastosowań. Jeżeli przewiduje się przesyłanie mediów łatwopalnych, to mają zastosowanie odpowiednie przepisy pożarowe i odnoszące się do zagrożenia wybuchem.

PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW PRZEWODÓW RUROWYCH

Ponieważ istnieją różne metody obliczeniowe stosowane do projektowania systemów przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych do zastosowań przemysłowych, normy podają jedynie pewne ogólne parametry.

Przy projektowaniu systemu przewodów rurowych (np. określeniu maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia PS) zaleca się uwzględnić następujące parametry:

- temperaturę, T , zwykle stałą, a jeśli zmienną to zaleca się zastosować zasadę Minera zgodnie z ISO 13760,
- ciśnienie, p , zwykle stałe, tam gdzie zmienne zaleca się zastosować zasadę Minera zgodnie z ISO 13760,
- trwałość, t , wynoszącą zwykle 25 lat,
- naprężenie, σ , obliczone za pomocą Równań (np. A1 i A2 dla PVDF),
- odporność na szybką propagację pęknięć dla rur do przesyłania powietrza lub sprężonego gazu,
- odporność chemiczną materiału na działanie płynu,
- wymagany współczynnik projektowy C zgodnie z ISO 12162,
- wpływ substancji stałych w płynie na zużycie i ścieranie,
- wpływ zmian długości (wywołanych zmianami temperatury; pęcznieniem, ciśnieniem wewnętrznym),
- rodzaj instalacji (ustalona, przesuwana, etc.),
- odległości między podporami w zmontowanym systemie przewodów rurowych.

Wykorzystując te parametry oraz krzywe minimalnej wymaganej wytrzymałości hydrostatycznej, można zaprojektować system przewodów rurowych, biorąc pod uwagę wymagania prawne, a tam, gdzie jest to właściwe, uzupełnienie eksperymentalnymi metodami projektowania.

Bardzo istotnym zagadnieniem przy projektowaniu systemu przewodów rurowych jest uwzględnienie lokalnych warunków atmosferycznych i warunków sejsmicznych w miejscu eksploatacji.

Nadmienić należy, że aktualnie coraz częściej projektowanie oparte jest na metodzie elementów skończonych MES.

POŁĄCZENIA NIEROZŁĄCZNE

Jeśli do wytwarzania części elementów stosowane są połączenia nierozłączne, proces zgrzewania lub klejenia powinien być wykonywany przez wyszkolony i nadzorowany personel zgodnie z pisemnymi instrukcjami.

- Rury i kształtki takie powinny być przygotowane i połączone zgodnie z instrukcjami producenta.
- Producent elementów powinien zadeklarować, które elementy i materiały zgodne z niniejszą Normą Międzynarodową mogą być zgrzewane z zastosowaniem tych samych procedur (np. czasami, temperaturami i ciśnieniami zgrzewania), tak aby spełnić wymagania wymienionych Norm Międzynarodowych.
- Jeśli zachodzi potrzeba zmiany parametrów zgrzewania, producent powinien to zaznaczyć.

ZALECANE PRZEZ NORMY RODZAJE POŁĄCZEŃ NIEROZŁĄCZNYCH

Metoda łączenia	PVDF	PB	PE	PP	ABS	PVC-U	PVC-C
Zgrzewanie doczołowe gorącym narzędziem	X		X	X			
Zgrzewanie doczołowe promiennikami podczerwieni	X						
Zgrzewanie elektrooporowe	X	X	X	X			
Zgrzewanie kielichowe	X	X	X	X			
Klejenie					X	X	X
Połączenia mechaniczne	X	X	X	X	X	X	X

Nadmienić należy, że bardzo istotnym zagadnieniem przy zgrzewaniu i klejeniu połączeń nierozłącznych jest uwzględnienie lokalnych warunków atmosferycznych.

WYMAGANIA STAWIANE MATERIAŁOM

Wytrzymałość hydrostatyczna

Materiał tworzywa termoplastycznego powinien być badany w temperaturach wyszczególnionych w normach przy różnych naprężeniach hydrostatycznych (obwodowych) w taki sposób, aby w każdej temperaturze przynajmniej trzy czasy do uszkodzenia przypadały na każdy niżej wskazanych przedziałów czasowych.

10 h do 100 h	100 h do 1 000 h	1 000 h do 8 760 h	> 8 760 h
------------------	---------------------	-----------------------	-----------

W badaniach trwających dłużej niż 8 760 h każdy czas, osiągnięty przy danym poziomie naprężenia i odpowiadający punktowi leżącemu co najmniej na krzywej lub powyżej odpowiedniej krzywej odniesienia, może być uważany jako czas do uszkodzenia.

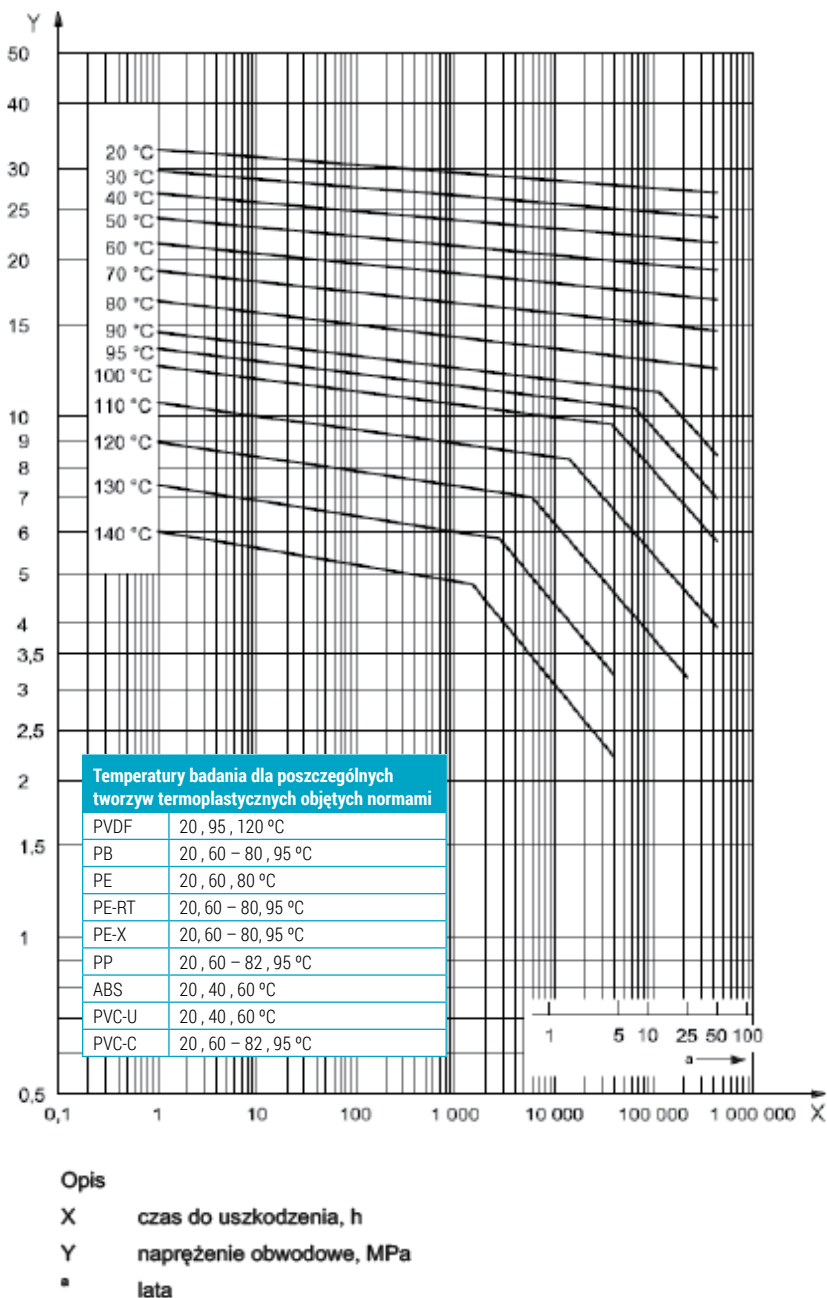
W niniejszym artykule podano przykładowe wartości minimalnej wymaganej wytrzymałości hydrostatycznej dla PVDF (krzywe odniesienia pokazane na Rysunku A.1) w zakresie temperatur od 10 °C do 140 °C obliczono korzystając z Wzoru (A.1) do (A.2).

Pierwsza gałąź (tzn. lewostronna część krzywych pokazanych na Rysunku A.1):

$$\lg t = -165,4958 - 36518,7 \cdot \frac{\lg \sigma}{T} + 78465,65 \cdot \frac{1}{T} + 57,0467 \cdot \lg \sigma \quad (\text{A.1})$$

Druga gałąź (tzn. prawostronna część krzywych pokazanych na Rysunku A.1):

$$\lg t = -23,19426 - 1611,69 \cdot \frac{\lg \sigma}{T} + 12100 \cdot \frac{1}{T} - 0,40473 \cdot \lg \sigma \quad (\text{A.2})$$



Należy zwrócić uwagę, że omawiane normy dopuszczają stosowanie własnego materiału przetworzonego otrzymanego w trakcie produkcji i badania, elementów jako dodatek do materiału pierwotnego, pod warunkiem, że wymagania niniejszych Norm Międzynarodowych zostaną spełnione. Wyjątkiem jest własny materiał przetworzony PE-X, którego nie wolno stosować.

UWAGA! Obcy materiał z recyklingu nie powinien być stosowany jako dodatek do materiału pierwotnego.

MINIMALNA WYMAGANA WYTRZYMAŁOŚĆ MRS

Minimalna wymagana wytrzymałość wyznaczana zgodnie z ISO 12162	MRS [MPa]
PVDF	25,0
PB	12,5
PE 63	6,3
PE 80	8,0
PE 100	10,0
PP-H	10,0
PP-B	8,0
PP-R	8,0
PP-RCT	11,2
ABS	14,0
PVC-U	25,0
PVC-C	25,0

Badania ciśnieniowe wykonuje się zgodnie z ISO 1167.



Rysunek A.1 - Krzywe minimalnej wymaganej wytrzymałości hydrostatycznej dla PVDF

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU

Zgodność z wymaganiami norm powinna być deklarowana przez producenta surowca. Normy określają właściwości materiałów tworzyw termoplastycznych opisane w tabelach.

Gęstość			
Materiał	Wymaganie	Parametry badania	Metoda badania
PVDF	≥ 1,76 g/cm ³	ISO 1183-2	ISO 1183-2
PE	≥ 930 kg/m ³	23°C	ISO 1183-1, ISO 1183-2
ABS	1000 – 1070 kg/m ³	23°C	ISO 1183-2
PVC-U	1330 – 1460 kg/m ³	23°C	ISO 1183-2
PVC-C	1450 – 1650 kg/m ³	23°C	ISO 3514
MFR – masowy wskaźnik szybkości płynięcia			
PE	0,2 – 1,4 g/10 min	190°C 5 kg	ISO 1133
PP	0,18 – 0,5 g/10 min	230°C 2,16 kg	ISO 1133
PP	0,28 – 1,1 g/10 min	190°C 5 kg	ISO 1133
Zdyspergowanie pigmentu			
PB	≤ 3 Stopień	ISO 13949	ISO 13949
PE	≤ 3 Stopień	ISO 13949	ISO 13949
PP	≤ 3 Stopień	ISO 13949	ISO 13949
Stabilność termiczna określana za pomocą odporności na ciśnienie wewnętrzne			
PB	Brak uszkodzeń	2,4 MPa, 110°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PP-H	Brak uszkodzeń	1,9 MPa, 110°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PP-B	Brak uszkodzeń	1,4 MPa, 110°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PP-R	Brak uszkodzeń	1,9 MPa, 110°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PP-RCT	Brak uszkodzeń	2,6 MPa, 110°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PVC-C rury	Brak uszkodzeń	3,6 MPa, 95°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
PVC-C kształtki	Brak uszkodzeń	3,1 MPa, 90°C, ≥ 8760 h	ISO 1167
Właściwość	Wymaganie	Parametry badania	Metody badania
Punkt topnienia fazy krystalicznej: PVDF	≥ 168 °C	ISO 11357-3	ISO 11357-3, DSC
Zawartość chloru: PVC-C	≥ 60 % wg masy	23°C	ISO 1158
Stabilność termiczna: PE	OIT ≥ 20 min	200°C	ISO/TR 10837
Zawartość sadzy: PE	2 – 2,5 %	ISO 6964	ISO 6964
Odporność na szybką propagację pęknięć: PE	Pc ≥ 1,5 x MOP	0°C	ISO 13477
Udarność metodą Charpy'ego PP-H	≥ 7 kJ/m ²	23°C, z karbem	ISO 179-2
Udarność metodą Charpy'ego PP-B	≥ 25 kJ/m ²	23°C, z karbem	ISO 179-2
Udarność metodą Charpy'ego PP-R	≥ 25 kJ/m ²	23°C, z karbem	ISO 179-2
Udarność metodą Charpy'ego PP-RCT	≥ 15 kJ/m ²	23°C, z karbem	ISO 179-2
Barwa			
PVDF			Brak wymagań
ABS, PVC-U, PVC-C, PP			Szara
PE			Czarna
PB			Kolor uzgodnić z odbiorcą
PE-RT, PE-X			Rury niepigmentowane

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE RUR I KSZTAŁTEK

Normy określają następujące wymagania dla rur i kształtek:

Wymagania badania odporności na ciśnienie wewnętrzne					
Przykładowe wymagania dla tworzyw PVDF, ABS i PVC-U są następujące:					
Materiał	Temperatura °C	Wymaganie MPa	Parametry badania		Metoda badania
			Napężenie hydrostatyczne (obwodowe) h	Czas	
PVDF	95	Brak uszkodzenia w trakcie badania	11,5	≥ 200	ISO 1167 ISO 12092
ABS	20/20/60	Brak uszkodzenia w trakcie badania	25/ 20,6/7	≥ 1/100/1000	ISO 1167 ISO 12092
PVC-U	20/20/20/60	Brak uszkodzenia w trakcie badania	42/35/32/10	≥ 1/100/1000/1000	ISO 1167 ISO 12092
Wymagania badania odporności rur na uderzenia					
Przykładowe wymagania dla tworzyw ABS, PVC-U i PVC-C są następujące:					
Materiał	Temperatura °C	Wymaganie	Parametry badania		Metoda badania
			Masa ciężarka kg	Wysokość m	
ABS	0	Brak pęknięć TIR ≤ 10%	0,5 – 9	2	ISO 3127
PVC-U	0	Brak pęknięć TIR ≤ 10%	0,5 – 6,3	0,4 – 2	ISO 3127
PVC-C	0	Brak pęknięć TIR ≤ 10%	0,5 – 2,5	0,4 – 2	ISO 3127

TIR – rzeczywisty stopień udarności

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE ARMATURY

Armatura, w zależności od typu, powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w ISO 16135, ISO 16136, ISO 16137, ISO 16138, ISO 16139 lub ISO 21787.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE RUR I KSZTAŁTEK

Normy określają następujące wymagania dla rur i kształtek.

Skurcz wzdłużny rur			
Materiał	Wymaganie	Parametry badania	Metoda badania
PVDF	≤ 2%	150°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PB	≤ 3%	110°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PE	≤ 3%	110°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PP-H, PP-B	≤ 2%	150°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PP-R, PP-RCT	≤ 2%	135°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
ABS	≤ 5%	150°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PVC-U	≤ 5%	150°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
PVC-C	≤ 5%	150°C	ISO 2505-1:1994, ISO 2505-2:1994
MFR rur i kształtek			
PB	+/- 20 % - rury +/- 20 % - kształtki	190°C 5 kg	ISO 1133
PE	+/- 20 % *	190°C 5 kg	ISO 1133
PP	+/- 30 % *	230°C 2,16 kg	ISO 1133
* wartość w stosunku do MFR określonej przez producenta surowca			
Temperatura mięknięcia według Vicata rur i kształtek			
ABS	≥ 90°C	6h – w powietrzu 80°C	ISO 306
ABS	≥ 70°C	16h – w wodzie 90°C	ISO 306
PVC-U – rury	≥ 80°C	ISO 2507-2	ISO 2507-1
PVC-U – kształtki	≥ 74°C	ISO 2507-2	ISO 2507-1
PVC-C – rury	≥ 110°C	ISO 2507-2	ISO 2507-1
PVC-C – kształtki	≥ 103°C	ISO 2507-2	ISO 2507-1
Odporność na dichlorometan rur			
PVC-U	Brak śladu oddziaływania	15°C, 30 min	ISO 9852
Wpływ ogrzewania kształtek			
PVC-U	Brak pęcherzy, śladów rozszczepienia linii łączenia tworzywa	150°C, 15-240 min rozcięcie ostrym ostrzem na całej długości	ISO 580

SIECIOWANIE POLIETYLENU

Polietylen PE-X sieciowany jest w następujący sposób.

PE-Xa Sieciowanie nadtlenkami
PE-Xb Sieciowanie silanami
PE-Xc Sieciowanie wiązką elektronów

Badanie usieciowania polietyleny przeprowadza się w oparciu o wymagania normy ISO 10147.

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE – wpływ na materiał(-y) elementu

Jeżeli mają być przesyłane płyny inne niż woda, wówczas można określić wpływ płynu na materiał(-y) elementu poprzez powołanie się na producenta elementu lub na ISO/TR 10385.

WPLYW NA PŁYNY

Jeżeli mają być przesyłane płyny inne niż woda, wówczas można określić wpływ elementów systemu na płyny poprzez powołanie się na producenta elementów systemu.

Właściwości elektryczne

Zabezpieczenia elektryczne, które powinny być zapewnione w czasie zgrzewania, zależą od właściwości źródła prądu elektrycznego.

- Istotny w czasie procesu zgrzewania element jest częścią systemu elektrycznego zdefiniowanego w IEC 60364-1 lub IEC 60449.
- Wymagana jest ochrona przed bezpośrednim kontaktem z częściami aktywnymi (przewodami pod napięciem) zgodna z IEC 60529. Ochrona ta zależy od warunków na stanowisku pracy.
- Stan powierzchni końcówek zaciskowych powinien zapewniać minimalną oporność styku.

PRZYDATNOŚĆ SYSTEMU DO STOSOWANIA**Przykładowe wymagania dla tworzyw PB, ABS, PVC-U i PVC-C**

Materiał	Temperatura	Parametry badania	Metoda badania
	°C	MPa, h	
PB	95	6 MPa ≥ 1000 h	ISO 1167
ABS	20	15,6 MPa ≥ 1000 h	ISO 1167, ISO 12092
PVC-U	20	16,8 MPa ≥ 1000 h	ISO 1167, ISO 12092
PVC-C	60	6,1 MPa ≥ 1000 h	ISO 1167, ISO 12092

System przewodów rurowych powinien być uznany za przydatny do stosowania jeżeli zestawy do badań spełniają wymagania w zakresie wytrzymałości hydrostatycznej określonej w załącznikach do norm.

ZWIĄZEK POMIĘDZY NORMAMI MIĘDZYNARODOWYMI A ZASADNICZYMI WYMAGANIAMI DYREKTYWY 2014/68 (PED)

Odkąd niniejsze normy zostały zacytowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej pod tą Dyrektywą i zostały wprowadzone jako normy krajowe przynajmniej przez jeden kraj członkowski, zgodność z normatywnymi rozdziałami niniejszych norm podanymi w Tablicach ZA lub ZB oznacza, w granicach zakresu niniejszych norm, domniemanie zgodności z określonymi zasadniczymi wymaganiami właściwej dyrektywy UE i związanych z nią przepisów EFTA.

UWAGA: Rurociągi technologiczne z tworzyw termoplastycznych mogą wymagać uwzględnienia wymagań innych Dyrektyw UE.