

ISO 9001
ISO 14001

„ELPLAST+” Sp. z o.o.



EL-01-13/06-2011

RURY z PE

DO BUDOWY SIECI WODNYCH

Informator techniczny

Zapraszamy do współpracy

„ELPLAST +” Sp. z o. o., 44-336 Jastrzębie Zdrój, ul. Świerczewskiego 8
Tel. (032) 471 80 40, Fax (032) 471 10 43, www.elplastplus.com.pl email: elplast@elplastplus.com.pl
NIP 633-19-71-812, REGON: 276077840, kapitał zakładowy: 1 980 000 PLN
Konto bankowe: ING Bank Śląski S.A. o/Bielsko Biała nr 19 1050 1070 1000 0022 0733 1964
KRS 0000112824 Sąd Rejonowy w Gliwicach X Wydział Gospodarczy KRS

SPIS TREŚCI

1. Definicje i oznaczenia	3
1.1. Geometria rur	3
1.2. Wytrzymałość.....	3
1.3. Warunki pracy	4
1.4. Definicje dotyczące niektórych własności.	4
2. Zakres stosowania ciśnieniowych rur polietylenowych do wody.....	4
2.1. Ogólne warunki stosowania rur.....	4
2.2. Odporność chemiczna rur i kształtek z polietylenu.....	5
3. Charakterystyka i własności materiałów.....	6
3.1. Materiał bazowy.....	6
3.2. Wytrzymałość mechaniczna.....	7
3.3. Odporność na pękanie – żywotność.....	7
4. Charakterystyka ciśnieniowych rur z polietylenu.....	9
4.1. Geometria rur.....	9
4.1.1. Wymiary poprzeczne.....	9
4.1.2. Długość rur.....	11
4.1.3. Owalność	11
4.1.4. Minimalny promień gięcia	11
4.2. Oznaczenie rur.....	11
4.3. Ciśnienie robocze rurociągu.....	12
4.4. Charakterystyka hydrauliczna rur z polietylenu.....	13
4.4.1. Jednostkowe straty ciśnienia w rurach polietylenowych.....	14
4.5. Rozszerzalność termiczna i sposoby kompresji.....	17
4.5.1. Wydłużenie liniowe rur z polietylenu.....	17
4.5.2. Sposób kompensacji wydłużeń.....	17
5. Sposoby łączenia rur i armatury.....	18
5.1. Technika zgrzewania czołowego.....	19
5.2. Technika zgrzewania polifuzyjnego.....	22
5.3. Technika zgrzewania elektrooporowego.....	22
5.4. Złącza zaciskowe.....	24
5.5. Połączenia kołnierzowe.....	25
5.6. Połączenia typu Victaulic.....	26
6. Wytyczne techniczne do wykonywania budowy.....	26
6.1. Transport oraz składowanie rur i kształtek.....	26
6.2. Sieci magistralne i przyłącza.....	27
6.2.1. Roboty ziemne.....	27
6.2.1.1. Klasyfikacja gruntów.....	28
6.2.2. Montaż rurociągów.....	31
6.2.3. Przyłącza domowe.....	32
6.2.4. Badanie szczelności.....	33
6.3. Instalacje wewnętrzne.....	33
6.3.1. Ogólne warunki montażu przewodów wody zimnej z PE w budynku.....	33
6.3.2. Zasady prowadzenia przewodu.....	33
6.3.3. Mocowanie przewodów.....	34
6.3.4. Zabudowa armatury.....	35
6.3.5. Przykłady prowadzenia przewodów lokalizacji punktów przesuwnych i stałych oraz stosowania samokompensacji.....	35
6.3.6. Badanie szczelności instalacji wodociągowej w budynku.....	37
6.4. Płukanie i dezynfekcja.....	37
7. Standaryzacja parametrów rur ciśnieniowych Ekonomiczne uzasadnienie stosowania rur o wyższym MRS.....	37
Literatura-normy	43

1. Definicje i oznaczenia

Dla jednoznaczności i zrozumienia szeregu pojęć oraz terminów, na wstępie przedstawiamy definicje, symbole i skróty.

1.1. Geometria rur

e_n	– nominalna grubość ścianki;
e_{max}	– maksymalna grubość ścianki;
e_{min}	– minimalna grubość ścianki;
e_m	– średnia grubość ścianki;
d_n	– nominalna średnica zewnętrzna;
d_{max}	– maksymalna średnica zewnętrzna;
d_{min}	– minimalna średnica zewnętrzna;
d_e (d_{em})	– średnia średnica zewnętrzna – obwód rury dzielony przez π , ($\pi=3,1416$);
d_i	– średnica wewnętrzna $d_i=d_n-2e_n$;
DN/OD	– wymiar nominalny, odniesiony do średnicy zewnętrznej (liczbowe oznaczenie wymiaru elementu, jako zaokrąglona liczba w przybliżeniu równa wymiarowi rzeczywistemu w milimetrach);
S	– serie rurowe – bezwymiarowa liczba ściśle związana z geometrią rur wyrażona zależnością $S = \frac{\delta}{p}$ (δ - naprężenie w ścianie, p - ciśnienie), usystematyzowana zgodnie z szeregiem liczb normalnych Renarda (wg ISO3) 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0;
SDR	– znormalizowany stosunek wymiarów – bezwymiarowa liczba związana z geometrią rur wyrażona zależnością $SDR = \frac{d_n}{e_n}$;

Liczby S i SDR definiujące na dwa sposoby szeregi rur łączy oczywista zależność:

$$SDR = 2S + 1 \text{ lub } S = \frac{SDR - 1}{2}$$

1.2. Wytrzymałość

MRS	– minimalna żądana wytrzymałość. Zaokrąglona wartość LCL do najbliższej niższej wartości szeregu R10 liczb normalnych Renarda (w MPa);
C	– ogólny współczynnik eksploatacji (projektowy);
δ_s	– naprężenie projektowe– dopuszczalne naprężenie obliczeniowe w Mpa dla danego zastosowania. Jest to obliczane ze wzoru $\delta_s = \frac{MRS}{C}$

1.3. Warunki pracy

- PN – ciśnienie nominalne – maksymalne dopuszczalne ciśnienie wewnętrzne dla wody przy temp. 20°C i eksploatacyjnym okresie obliczeniowym 50lat;
- MOP – Maksymalne ciśnienie robocze- maksymalne rzeczywiste ciśnienie wody w systemie przewodów rurowych, wyrażone w barach, dopuszczone w ciągłej eksploatacji;
- PFA – dopuszczalne ciśnienie robocze – maksymalne ciśnienie hydrostatyczne, które element systemu wytrzymuje w ciągłej pracy;
- p_p – ciśnienie próbne;
- δ – naprężenie od ciśnienia hydrostatycznego – naprężenie w ścianie rury powstałe od czynnika (wody) pod ciśnieniem p . Naprężenie to wyraża się wzorem $\delta = p \frac{d_e - e}{2e}$;
- t – temperatura robocza, temperatura czynnika występująca w normalnych warunkach pracy.

1.4. Definicje dotyczące niektórych własności.

- MFR* – masowy wskaźnik szybkości płynięcia – liczba wyrażona w gramach na jednostkę czasu (g/10 min) związana z lepkością stopionego materiału w określonej temperaturze i przy określonym obciążeniu.

2. Zakres stosowania ciśnieniowych rur polietylenowych do wody.

2.1. Ogólne warunki stosowania rur.

Przedmiotem opracowania są polietylenowe rury przeznaczone do instalacji wodociągowych, transportu wody produkcji „ELPLAST+” Sp. z o.o.

Rury wytłaczane z polietylenów klasy PE 80 i PE 100 spełniają wymagania normy PN-EN 12201-2 [w zakresie do PN 25 (bar)] oraz przepisów w budownictwie.

Użyte surowce oraz próbki rur zostały przebadane przez PZH i otrzymały pozytywną opinię do kontaktu z wodą do picia i na potrzeby gospodarcze.

Rury polietylenowe typu PE 80 i 100 wymiarowane są zgodnie z p. 4.1. Średnice zewnętrzne przyjęte są ze standardowego szeregu wymiarowego i obejmują zakres od $\varnothing 16$ do $\varnothing 400$ mm.

Przy założeniu 50 letniego okresu eksploatacji w temp. 20°C, ciśnienia nominalnego PN dla poszczególnych typów rur wymiary podane są w poniższej tabeli.

Tabela nr 1 . Ciśnienie nominalne PN w [bar].

Klasa surowca	SDR 5	SDR 6	SDR 7,4	SDR 9	SDR 11	SDR 13,6	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33
PE80	32*	25	20	16	12,5	10	8	6	5	4
PE100	40*	32*	25	20	16	12,5	10	8	6	5

*-rury wykonywane na specjalne zamówienie

2.2. Odporność chemiczna rur i kształtek z polietylenu.

Rury polietylenowe mają bardzo dobrą odporność na związki chemiczne występujące w instalacjach i sieciach w budownictwie ogólnym. Sprawa odporności chemicznej może występować przy transporcie innych mediów, co wykracza poza zagadnienia instalacji sanitarnych i należy ją określić indywidualnie. Wybrane odporności polietylenu na działania substancji chemicznych podano poniżej na podstawie normy ISO/TR 10358.

Tabela nr 2 . Odporność chemiczna polietylenu.

ŚRODEK CHEMICZNY	20°C	60°C		20°C	60°C	
Aceton	A	A	Etylobenzen		C	E
Aldehyd benzoesowy	A	B	Fenol	n	A	A
Alkohol amyłowy			Formaldehyd	40%,w	A	A
czysty	A	A	Gliceryne		A	A
Alkohol etylowy			Glikol		A	A
(nieskażony)	A		Heptan		A	C
Alkohol metylowy			Heksan		A	C
(metanol)	A	A	Izooktan		A	C
Amoniak gazowy	A	A	Jodek potasowy	n,w	A	A
Anilina	A	B	Kwas azotowy	50%	C	C
Azotan amonowy	k	A	Kwas azotowy	25%	A	A
Azotan potasowy	n	A	Kwas azotowy	10%	A	A
Azotan sodowy	n, w	A	Kwas benzoesowy		A	A
Benzen	C	E	Kwas chromowy	20%	A	A
Benzyna lakowa	A	C	Kwas fosforowy	85%,n	A	C
Benzyna normalna	A	C	Kwas solny koncentrat		A	A
Benzyna super	A	C	Kwas solny	10%	A	A
Brom p`łynny	E	E	Kwas siarkowy	95%	A	C
Brom (pary)	E	E	Kwas siarkowy	50%	A	A
Butan gazowy	A	A	Kwas siarkowy	25%	A	A
Butan płynny	A		Kwas stearynowy		A	A
Chlor gazowy suchy	E	E	Kwas mrówkowy		A	A
Chlor gazowy wilgotny	C	E	Kwas octowy		A	A
Chlor płynny	E		Ksylen		C	E
Chloran potasowy	n	A	Krezol		A	C
Chloran sodowy	25%	A	Mocznik	n, w	A	A
Chlorek wapnia	n, w	A	Nadmanganian potasu		A	A
Chlorek potasowy	n, w	A	Nadtlenek wodoru	90%	A	E
Chlorek amonowy	k	A	Nadtlenek wodoru	30%	A	A
Chlorek cynawy	n	A	Naftalen		A	C
Chlorek etylenu	C	D	Nitrobenzen		B	C
Chlorek metylenu	C		Octan etylu		A	C
Chlorek sodowy	n, w	A	Olej napędowy		A	C
Chloroetan	C		Olej opałowy		A	C
Chloryn sodowy	5%	A	Propan gazowy		A	A
Chloroform	D	E				

Chlorobenzen	C	E	Propan płynny		A	
Cykloheksan	A	B	Podchloryn sodowy	5%	A	A
Cykloheksanol	A	A	Ropa naftowa		A	C
Cykloheksanon	A	C	Sole miedzi	w	A	A
Czterochloroetan	D	E	Sole żelaza		A	A
Czterochloroetylen	C	E	Solanka		A	A
Czterochlorek węgla	C	E	Siarka		A	A
Czterowodorofuran	C	E	Siarkowodór		A	A
Czterowodoronaftalen	A	E	Toulen		C	E
Dwusiarczek węgla	C		Trójchloroetylen		C	E
Dwutlenek siarki	C		Woda		A	A
Eter etylowy	B		Woda chlorowana		C	E
			Wodorotlenek sodowy		A	A

Oznaczenia odporności:

A – odporny,
B – praktycznie odporny,
C – wystarczająco odporny
D – mało odporny,
E – nieodporny.

Oznaczenia stężeń:

w – roztwór wodny,
n – nasycenie na zimno,
k – każde stężenie.

3. Charakterystyka i własności materiałów.

3.1. Materiał bazowy.

Materiałem bazowym do produkcji rur jest granulaty polietylenowy średniej (MDPE) i dużej (HDPE) gęstości przygotowany przez producenta surowca. Do polietylenu fabrycznie wprowadzane są dodatki stabilizacyjne, pigmenty i antyutleniacze, które stanowią mieszaninę homogeniczną.

Gęstość surowca jest wyższa od $0,938\text{g/cm}^3$.

Wskaźnik szybkości płynięcia surowca MFR określony w temperaturze 190°C przy obciążeniu 5kg zawarty jest w jednej z grup:

- grupa 005 – określa surowce MFR 190/5 od 0,3 do 0,7 g/10min,
- grupa 010 – określa surowce MFR 190/5 od 0,7 do 1,3 g/10min.

Klasa polietylenu i grupa wskaźnika płynięcia są trwale drukowane w odstępach co 1mb. W surowcu dla rur koloru czarnego zawartość sadzy mieści się w granicach $2,0 \div 2,5\%$ wagowo.

Surowce klasy PE 80 i PE 100 użyte do produkcji rur spełniają wymagania normy PN-EN 12201-1.

„ELPLAST+” produkuje również rury typu 25 z polietylenu wysokociśnieniowego LDPE gęstości $0,918 \div 0,925\text{g/cm}^3$. Wskaźnik płynięcia MFR 190/2,16 surowca do produkcji rur typu 25 mieści się w granicach 0,3 do 1,6 g/10min.

Dla wszystkich rodzajów surowca zmiana współczynnika płynięcia w wyniku przetwarzania nie przekracza 20%.

Surowce użyte do produkcji rur o odpowiednich średnicach zewnętrznych i grubościach ścianek, stosowanych do znamionowych ciśnień zapewniają minimalny współczynnik projektowy $C=1,25$ wg PN-EN ISO 12162.

3.2. Wytrzymałość mechaniczna.

Rury polietylenowe są produkowane przez „ELPLAST+” Sp. z o.o. z surowców spełniających wymagania zgodne z tabelą 3 (wg atestu surowca).

Tabela nr 3. Wytrzymałość mechaniczna rur z PE.

Parametr	Jednostka	LDPE Typ 25	PE 80		PE 100
			HDPE	MDPE	
Napężenie na granicy wytrzymałości	[Mpa]	>12,6	>21	>19,0	>23
Wydłużenie przy zerwaniu	[%]	>350	>350	>350	>350

3.3. Odporność na pełzanie – żywotność.

W celu określenia żywotności rur polietylenowych i pełzania pod wpływem ciśnienia wewnętrznego, producenci surowców do produkcji rur podają dla nich tzw. „krzywe regresji”. Zastosowane ciśnienie przelicza się na napężenie zredukowane w ścianie wg równoważnych wzorów:

$$\delta = p \frac{d_e - e}{2e};$$

$$\delta = P \cdot S;$$

$$\delta = P \frac{SDR-1}{2}$$

gdzie:

δ – napężenie w ścianie w [MPa],

P – ciśnienie wewnętrzne w [MPa],

d – średnica zewnętrzna rury w [mm],

e – grubość ścianki w [mm],

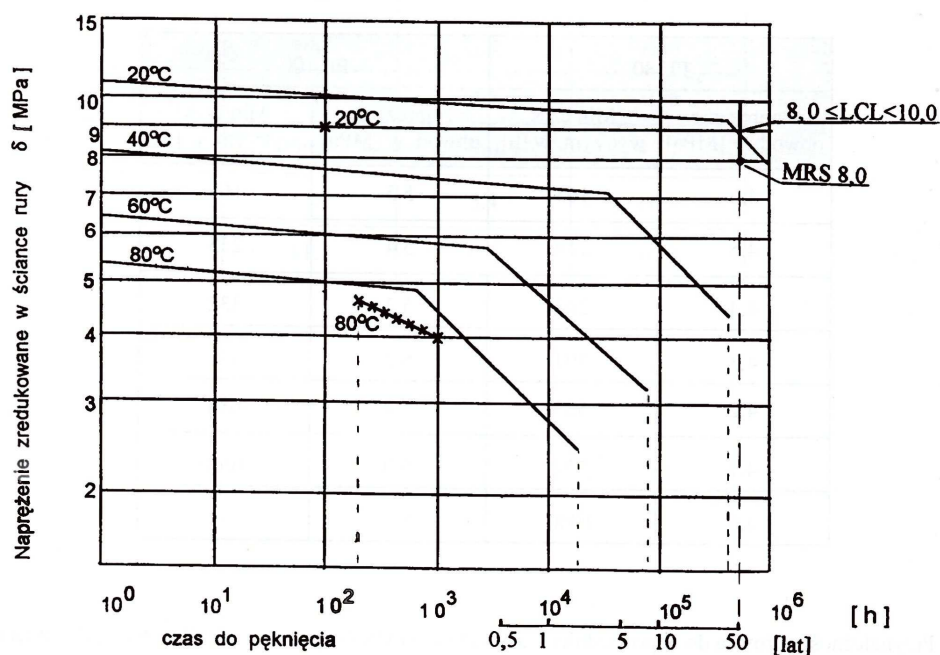
S – bezwymiarowa liczba ze standardowego szeregu rur,

SDR – współczynnik wymiarowy

Najistotniejszym z punktu widzenia eksploatacji przewodów rurowych są:

- przebieg krzywej niszczącego napężenia obwodowego w ścianie rury w czasie dla określonej temperatury stosowania (krzywa regresji),
- graniczna wartość czasu pracy (trwałość) w określonych warunkach (ciśnienie, temperatura).

Rysunek 1. Przykładowa krzywa regresji materiału MRS 80 na tle wymagań normy ISO 4427.



x - wymagania wg ISO 4427.

Krytyczny punkt na krzywej regresji (tzw. kolano) tj. przejście z pęknięć plastycznych na pęknięcia kruche można przez ekstrapolację (wg wzoru Arrheniusa) uchwycić w temp. 80°C w czasie do 10³ h (patrz rysunek nr 1).

Tabela nr 4. Mechaniczna charakterystyka rur.

Materiał PE/MRS	20 °C	80 °C	
	100h [MPa]	165h [MPa]	1000h [MPa]
100	12,4	5,4	5,0
80	9,0	4,5	4,0

Jeżeli próbka nie przejdzie testu na rozerwanie w próbie 165 godzin ponowny test może być przeprowadzony przy najniższym naprężeniu, ale w dłuższym czasie odpowiednio wg tabeli nr 5 (na rys. nr 1 jest to zilustrowane jako przecięcie się linii zalecanego naprężenia i punktów czasowych).

Tabela nr 5. Próba wytrzymałości na ciśnienie przy 80°C

PE 80		PE 100	
s [MPa]	Minimalny czas do uszkodzenia [godz]	s [MPa]	Minimalny czas do uszkodzenia [godz]
4,5	165	5,4	165
4,4	233	5,3	256
4,3	331	5,2	399
4,2	474	5,1	629
4,1	685	5,0	1000
4,0	1000	-	-

Przynależność surowca do odpowiedniej klasy surowca (MRS) zgodnie z ISO/TR 9080 udokumentowana jest przez dostawcę surowca.

4. Charakterystyka ciśnieniowych rur z polietylenu.

4.1. Geometria rur.

4.1.1. Wymiary poprzeczne

Rury z polietylenu PE 80 produkowane są w SDR 5; 6;7,4; 9; 11; 13,6; 17; 21; 26; 33.
Rury z polietylenu PE 100 produkowane są w SDR 5;6;7,4; 9; 11; 13,6; 17; 21; 26; 33.

Tabela nr 6 . Wymiary rur LDPE typu 25.

Średnica zewnętrzna w [mm]	Tolerancja średnicy w [mm]	Grubość ścianki w [mm]	Tolerancja grubości ścianki w [mm]
16	+0,5	2,0	+0,4
20	+0,5	2,2	+0,5
25	+0,6	2,7	+0,5
32	+0,7	3,4	+0,6
40	+0,8	4,3	+0,7
50	+1,0	5,4	+0,8
63	+1,2	6,7	+0,9

PE100		PN -5		PN -6,3		PN -8		PN-10		PN - 12,5		PN -16		PN-20		PN -25		PN -32*		PN -40*		Owalizacja	
PE 80		PN -4		PN -5		PN -6,3		PN -8		PN-10		PN - 12,5		PN -16		PN-20		PN -25		PN -32*			
		SDR - 33		SDR - 26		SDR - 21		SDR - 17		SDR - 13,6		SDR -11		SDR -9		SDR - 7,4		SDR - 6		SDR - 5			
Średnica nominalna rury	Dopuszcz. odchyłka średnicy nominalnej	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Nominalna grubość ścianki rury	Dopuszcz. odchyłka grubości ścianki rury	Rura w zwojach	Rura w odcinkach prostych
DN/OD	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja	e _n	Tolerancja		
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
16	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	3,3	+0,5		
20	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	3,4	+0,5	4,1	+0,6	1,2	1,2
25	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	3,5	+0,5	4,2	+0,6	5,1	+0,7	1,5	1,2
32	+0,3	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,3	2,4	+0,4	3,0	+0,4	3,6	+0,5	4,4	+0,6	5,4	+0,7	6,5	+0,8	2,0	1,3
40	+0,4	-	-	-	-	2,0	+0,3	2,4	+0,4	3,0	+0,5	3,7	+0,5	4,5	+0,6	5,5	+0,7	6,7	+0,8	8,1	+1,0	2,4	1,4
50	+0,4	-	-	2,0	+0,3	2,4	+0,4	3,0	+0,4	3,7	+0,5	4,6	+0,6	5,6	+0,7	6,9	+0,8	8,3	+1,0	10,1	+1,2	3,0	1,4
63	+0,4	-	-	2,5	+0,4	3,0	+0,4	3,8	+0,5	4,7	+0,6	5,8	+0,7	7,1	+0,9	8,6	+1,0	10,5	+1,2	12,7	+1,4	3,8	1,5
75	+0,5	-	-	2,9	+0,4	3,6	+0,5	4,5	+0,6	5,6	+0,7	6,8	+0,8	8,4	+1,0	10,3	+1,2	12,5	+1,4	15,1	+1,7	4,5	1,6
90	+0,6	-	-	3,5	+0,5	4,3	+0,6	5,4	+0,7	6,7	+0,8	8,2	+1,0	10,1	+1,2	12,3	+1,4	15,0	+1,7	18,1	+2,0	5,4	1,8
110	+0,7	-	-	4,2	+0,6	5,3	+0,7	6,6	+0,8	8,1	+1,0	10,0	+1,2	12,3	+1,4	15,1	+1,7	18,3	+2,0	22,1	+2,4	6,6	2,2
125	+0,8	-	-	4,8	+0,6	6,0	+0,7	7,4	+0,9	9,2	+1,1	11,4	+1,3	14,0	+1,6	17,1	+1,9	20,8	+2,2	25,1	+2,7	7,5	2,5
140	+0,9	-	-	5,4	+0,7	6,7	+0,8	8,3	+1,0	10,3	+1,2	12,7	+1,4	15,7	+1,7	19,2	+2,1	23,3	+2,5	28,1	+2,9	8,4	2,8
160	+1,0	-	-	6,2	+0,8	7,7	+0,9	9,5	+1,1	11,8	+1,3	14,6	+1,6	17,9	+1,9	21,9	+2,3	26,6	+2,8	32,1	+3,4	9,6	3,2
180	+1,1	-	-	6,9	+0,8	8,6	+1,0	10,7	+1,2	13,3	+1,5	16,4	+1,8	20,1	+2,2	24,6	+2,6	29,9	+3,1	36,1	+3,8	-	3,6
200	+1,2	-	-	7,7	+0,9	9,6	+1,1	11,9	+1,3	14,7	+1,6	18,2	+2,0	22,4	+2,4	27,4	+2,9	33,2	+3,5	40,1	+4,2	-	4,0
225	+1,4	-	-	8,6	+1,0	10,8	+1,2	13,4	+1,5	16,6	+1,8	20,5	+2,2	25,2	+2,7	30,8	+3,2	37,4	+3,9	-	-	-	4,5
250	+1,5	-	-	9,6	+1,1	11,9	+1,3	14,8	+1,6	18,4	+2,0	22,7	+2,4	27,9	+2,9	34,2	+3,6	41,5	+4,3	-	-	-	5,0
280	+1,7	-	-	10,7	+1,2	13,4	+1,5	16,6	+1,8	20,6	+2,2	25,4	+2,7	31,3	+3,3	38,3	+4,0	46,5	+4,8	-	-	-	9,8
315	+1,9	9,7	+1,1	12,1	+1,4	15,0	+1,6	18,7	+2,0	23,2	+2,5	28,6	+3,0	35,2	+3,7	43,1	+4,5	52,3	+5,4	-	-	-	11,1
355	+2,2	10,9	+1,2	13,6	+1,5	16,9	+1,8	21,1	+2,3	26,1	+2,8	32,2	+3,4	39,7	+4,1	48,5	+5,0	-	-	-	-	-	12,5
400	+2,4	12,3	+1,4	15,3	+1,7	19,1	+2,1	23,7	+2,5	29,4	+3,1	36,3	+3,8	44,7	+4,6	54,7	+5,6	-	-	-	-	-	14,0

4.1.2. Długość rur.

Rury do średnicy 75 mm oraz na życzenie klienta do 110 mm są produkowane w zwojach.

Standardowa długość rury w zwojach wynosi:

300 m – dla średnic do 32 mm włącznie,

100 m – dla średnic do 110 mm włącznie.



Rury o średnicach powyżej 75mm są produkowane w odcinkach prostych po 12m. Na życzenie odbiorcy rury mogą być produkowane w innych długościach oraz zamiast w zwojach – w odcinkach prostych.



4.1.3. Owalność

Owalność rur rozumiana jako różnica pomiędzy największą i najmniejszą średnicą zewnętrzną zmierzoną w tej samej płaszczyźnie:

$$\Delta = d_{\max} - d_{\min} [mm]$$

spełnia wymagania normy PN-C-89222:1997.

Dla rur zwijanych w kręgi stopień tolerancji K wynosi $\Delta d = 0,06d_n$ zaokrąglony do najbliższej wartości w górę z dokładnością do 0,1mm.

Dla rur w odcinkach prostych stopień tolerancji N:

- dla $d_n \leq 75$ $\Delta d = (0,008 d_n + 1,0)$ [mm]
- dla $75 < d_n \leq 250$ $\Delta d = 0,02 d_n$ [mm]
- dla $d_n > 250$ $\Delta d = 0,035 d_n$ [mm]

4.1.4. Minimalny promień gięcia

Mogą być dokonywane zmiany kierunku trasy przewodów przez wykorzystanie elastyczności rur z polietylenów stosując promienie gięcia, których minimalne wartości podano w tabeli.

Tabela nr 7. Wpływ temperatur na promień gięcia rur z polietylenu.

Temperatura	LDPE	HDPE	MDPE
20°C	13 d _n	24 d _n	20 d _n
10°C	20 d _n	42 d _n	35 d _n
0°C	36 d _n	60 d _n	50 d _n

4.2. Oznaczenie rur

Polietylenowe rury ciśnieniowe PE 80 i PE 100 w kolorze czarnym przeznaczone do przesyłania wody są fabrycznie oznaczone podłużnymi pasami koloru niebieskiego (4 do 8 pasów szerokości od 2 do 5 mm w zależności od średnicy) biegnącymi wzdłuż rury

po zewnętrznej powierzchni, symetrycznie po całym obwodzie. Nadruk na rurach jest również w kolorze niebieskim. Polietylenowe rury typu PE100 niebieskie posiadają jednolitą w kolorze powierzchnię z nadrukiem koloru żółtego.

Na powierzchni rury metodą „gorącej czcionki” drukowane są następujące informacje:

- numer normy PN-EN 12201-2
- nazwa producenta ELPLAST+
- średnica zewnętrzna x grubość ścianki np. 90 x 8,2
- przeznaczenie woda
- typoszereg rury np. SDR 11
- klasa materiału np. PE 100;
- ciśnienie nominalne np. PN 16;
- data i zmiana produkcji np. 24.08.04 C;
- numer linii produkcyjnej np. L -6;
- numer partii np. 1006.
- znak budowlany (umieszczony na etykiecie)



Napisy są powtarzane wzdłuż rury co ok. 1m.

4.3. Ciśnienie robocze rurociągu.

Ciśnienie nominalne PN dla rur polietylenowych przeznaczonych do transportu wody uzależnione jest od klasy surowca i współczynnika wymiarowego SDR.

Tabela nr 8. Ciśnienie nominalne PN w barach dla rur polietylenowych.

Typ rury	SDR 5	SDR 6	SDR 7,4	SDR 9	SDR 11	SDR 13,6	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33
PE 80	32*	25	20	16	12,5	10	8	6	5	4
PE 100	40*	32*	25	20	16	12,5	10	8	6	5
LDPE typ 25	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-

Ciśnienie nominalne jest rozumiane jako ciśnienie wewnętrzne dla wody przy temperaturze 20 °C i eksploatacyjnym okresie obliczeniowym 50 lat.

W przypadku stosowania rur polietylenowych do transportu cieczy w temperaturze różnej od 20°C należy zastosować bezwymiarowy współczynnik $f_T \leq 1$ obniżający ciśnienie nominalne PN do dopuszczalnego ciśnienia roboczego PFA.

Tabela nr 9. Wartość współczynnika f_T w zależności od temperatury.

Temperatura [°C]	10	20	25	30	35	40
LDPE typ 25	1	1	0,82	0,65	0,46	0,30
HDPE 80, 100	1	1	0,93	0,87	0,8	0,74

Dopuszczalne ciśnienie robocze obliczamy:

$$PFA = f_r \cdot f_A \cdot PN$$

gdzie:

f_T – współczynnik z tabeli nr 9.

f_A – współczynnik obniżenia (podwyższenia) w zależności od zastosowania (dla przesyłania wody $f_A = 1$)

PN – ciśnienie nominalne.

Przykład:

Dla rury ciśnieniowej z polietylenu HDPE PN 10 użytej do przesyłania medium o temperaturze 30 °C dopuszczalne ciśnienie robocze obliczamy:

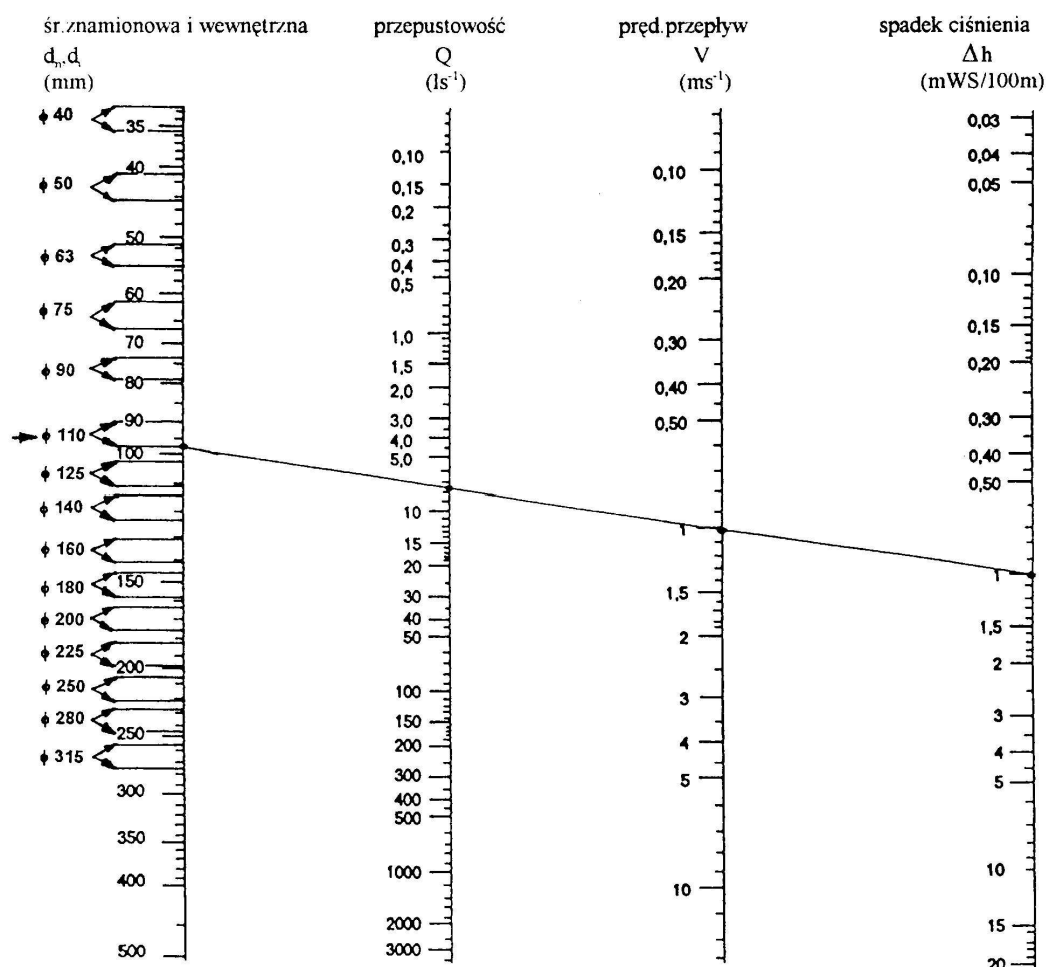
$$PFA = f_r \cdot f_A \cdot PN$$

$$PFA = 0,87 \cdot 1 \cdot 10 \text{ bar} = 8,7 \text{ bar}$$

4.4. Charakterystyka hydrauliczna rur z polietylenu.

Z uwagi na dużą gładkość powierzchni wewnętrznych rur polietylenowych, opory przepływu wody w rurach są znacznie niższe niż w rurociągach wykonanych z materiałów tradycyjnych. Dla wykonania obliczeń spadków ciśnień w rurociągu wygodnie jest posługiwać się nomogramami uwzględniającymi przepustowość rurociągu, szybkość przepływu i spadki ciśnienia.

Na nomogramie należy za pomocą prostej połączyć punkty z linii średnicy wewnętrznej d_i , przepływu Q , prędkości V i spadku ciśnienia Δh . Dla ułatwienia, punkty na osi średnic wewnętrznych d_i wskazane są z kolumny średnic znamionowych d_n . Odnośnik górny dotyczy rur szeregu SDR 11 (mniejsze d_i), odnośnik dolny dotyczy rur szeregu SDR 17 (większe d_i).



Przykład z nomogramu: dla $\varnothing 110$ mm i SDR 17 (dolny odnośnik) średnica wewnętrzna $d_i = 97$ mm, przy przepływie $Q = 7,7$ L/s prędkość wynosi $V = 1$ m/s, a spadek ciśnienia $\Delta h = 1$ mWS/100.

Przy rozważaniu oporów hydraulicznych dla średnich prędkości przepływu, kształtki można traktować jako zastępczą długość rurociągu. I tak trójnik, redukcję oraz kąt 90° można zastąpić około 20 m rurociągu, kolano o promieniu $r = d$ zastąpić można około 10 m oraz kolano o promieniu $r = 1,5 d$ odpowiada około 5 m rurociągu.

W innych zastosowaniach rur polietylenowych, tj. do transportu cieczy o odmiennych lepkościach kinematycznych i gęstościach należy indywidualnie dokonać obliczeń jednostkowych strat ciśnienia.

4.4.1. Jednostkowe straty ciśnienia w rurach polietylenowych.

Jednostkowe straty ciśnienia w rurach określa się wzorem Darcy'ego – Weisbacha (dla $l = 1$ m) (identycznie PN-M-34034:1976).

$$\Delta h_r = \lambda \cdot \frac{w^2 \zeta}{2d_i} \left[\frac{\left(\frac{m}{s} \right) \cdot \frac{kg}{m^3}}{m} \right]^2 = \left[\frac{\frac{N}{m^2}}{m} \right] = \left[\frac{Pa}{m} \right] \quad 1.$$

gdzie:

ζ – gęstość płynu w $[kg/m^3]$

d_i – średnica wewnętrzna w $[m]$

w – prędkość przepływu w $[m/s]$

Aby można było wyznaczyć jednostkowe straty ciśnienia, wcześniej należy określić wartość bezwymiarowego współczynnika liniowych oporów przepływu λ (współczynnik tarcia rury). Współczynnik ten w zależności od charakteru przepływu wody i chropowatości ścianki rury może przyjmować bardzo zróżnicowane wartości. W celu ustalenia charakteru rury (hydraulicznie gładka czy szorstka) skorzystać można ze wzoru:

$$e_{gr} = \frac{23}{Re} \quad 2.$$

na graniczną chropowatość rur hydraulicznych gładkich:

gdzie:

Re – liczba Reynoldsa

$$Re = w \times \frac{d_i}{\nu} \left[\frac{m}{s} \cdot \frac{m}{m^2/s} \right] = [1] \quad 3.$$

gdzie:

ν – lepkość kinematyczna m^2/s

Przyjmuje się, że dla rur z polietylenu przy chropowatości = 0,01 mm (chropowatość względna) współczynnik oporów przepływu

dla warunków:

$$d_w \geq 10mm$$

$$0,2m/s \leq w \leq 3m/s$$

może być obliczany ze wzorów jak dla rur hydraulicznych gładkich.

Wyznaczony badaniami dla w/w warunków wzór Sevieleva na współczynnik liniowych oporów przepływu na postać:

$$\lambda = 0,25 Re^{-0,226} \quad 4.$$

Jednak w praktyce występują dodatkowe opory przepływu (opalizacja, nierówności na łączeniach, łagodne łuki), w związku z czym dla wyznaczenia rzeczywistych strat ciśnienia przyjmuje się 10% dodatek do tego wzoru.

Ostatecznie współczynnik liniowych oporów przepływu wyznaczamy:

$$\lambda = 0,275 Re^{-0,226} \quad 5.$$

Po podstawieniu wzoru 5 do wzoru 1 otrzymamy:

$$\Delta h_r = \frac{0,275}{\text{Re}^{-0,226}} \cdot \frac{w^2 \zeta}{2d_i} \quad 6.$$

i dalej podstawiając wzór 3 na liczbę Reynoldsa do wzoru 6

$$\Delta h_r = 0,275 \left(\frac{v}{w \cdot d_i} \right)^{0,226} \frac{w^2 \zeta}{2d_i} \quad 7.$$

$$\Delta h_r = \frac{0,275}{2} v^{0,226} \frac{w^{1,774}}{d_i^{1,226}} \zeta$$

Zastępując prędkość przepływu $\left[\frac{m}{s} \right]$ przepływem $Q \left[\frac{m^3}{s} \right]$

$$Q = \frac{\pi}{4} d_i^2 w \Rightarrow w = \frac{4}{\pi} \frac{Q}{d_i^2}$$

wzór 7 ma postać :

$$\Delta h_r = \frac{0,275}{2} \left(\frac{4}{\pi} \right)^{1,774} v^{0,226} \frac{Q^{1,774}}{d_i^{4,774}} \zeta$$

ostatecznie (w jednostkach SI)

$$\Delta h_r = 0,211 v^{0,226} \frac{Q^{1,774}}{d_i^{4,774}} \zeta \left[\frac{Pa}{m} \right] \quad 8.$$

gdzie:

$$d_i [m], v \left[\frac{m^2}{s} \right], Q \left[\frac{m^3}{s} \right], \zeta \left[\frac{kg}{m^3} \right],$$

Dla jednostek bardziej praktycznych, tj.

$$d_i [dm], v \left[\frac{m^2}{s} \right], Q \left[\frac{dm^3}{s} \right], \zeta \left[\frac{kg}{dm^3} \right].$$

$$\Delta h_r = 59,7 v^{0,226} \frac{Q^{1,774}}{d_i^{4,774}} \zeta \left[\frac{Pa}{m} \right] \quad 9.$$

Na przykład dla wody o temperaturze 10°C $v = 1,31 \times 10^{-6} \left[\frac{m^2}{s} \right] i \zeta = 1,0007 \left[kg/m^3 \right]$

wzór 9 ma postać:

$$\Delta h_r = 2,8 \frac{Q^{1,774}}{d_i^{4,774}} \left[\frac{Pa}{m} \right]$$

lub

$$\Delta h_r = 0,285 \frac{Q^{1,774}}{d_i^{4,774}} \left[mmH_2O / m \right]$$

i może służyć do obliczeń jednostkowych strat ciśnienia przy przesłaniu wody rurami polietylowymi w typowych warunkach.

4.5. Rozszerzalność termiczna i sposoby kompensacji.

4.5.1. Wydłużenie liniowe rur z polietylenu.

Tworzywa sztuczne mają stosunkowo wysoki współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej, co należy uwzględnić przy układaniu i instalowaniu rur z PE.

W przypadku długich odcinków rur z PE zgrzewanych cały odcinek jako monolit będzie doznawał znacznych zmian długości. Wielkość wydłużenia można wyliczyć ze wzoru:

$$\Delta L = \Delta t \cdot L \cdot \alpha$$

gdzie:

ΔL	- wielkość wydłużenia lub skurczenia	[m]
Δt	- $T_1 - T_2$	[°C]
T_1	- stabilna temperatura gruntu	[°C]
T_2	- temperatura rury przy układaniu	[°C]
L	- długość przewodu	[m]
α	- współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej równy $2,0 \times 10^{-4}$ oraz $2,2 \times 10^{-4}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$ dla HDPE $^{\circ}\text{C}^{-1}$ dla LDPE

Przykład:

Odcinek rurociągu PE 80 o długości 200m zgrzewany w letni dzień na skutek ogrzania przez słońce osiągnął temperaturę 45°C. Po wprowadzeniu do okopu i zasypaniu ziemią osiągnął temperaturę gruntu 10°C. Zmianę długości odcinka rurociągu można wyliczyć:

$$\Delta L = (10 - 45) \times 200 \times 2,0 \times 10^{-4}$$

$$\Delta L = - 1,4 \text{ m}$$

Rzeczywista zmiana długości będzie mniejsza na skutek oporów gruntu. Jednak wielkości skurczu w żadnym wypadku nie można pominąć i należy się liczyć z jego wystąpieniem. Dopuszczalne jest unieruchomienie obydwu końców, przez co wystąpią naprężenia wzdłużne w rurociągu i dopóki różnica temperatur nie osiągnie 70 °C, nie spowodują one uszkodzenia.

4.5.2. Sposób kompensacji wydłużeń.

W przypadku instalacji wewnętrznych należy stosować samokompensację jako najtańszy środek zapobiegawczy, poprzez stosowanie ramienia giętkiego. Chociaż rozważana jest instalacja rur polietylenowych wypełnionych wodą zimną, to jednak w praktyce należy się liczyć z zmianami temperatur rurociągu, np. w ciepłym pomieszczeniu przy braku przepływu wody. Obliczenie długości ramienia giętkiego h dla dowolnego wydłużenia termicznego ΔL można wykonać wzorem:

$$h = G\sqrt{\Delta L \times d_n}$$

gdzie:

h - długość minimalnego giętkiego ramienia kompensacyjnego w mm,

ΔL - z poprzedniego wzoru obliczona zmiana długości rurociągu do skompensowania w mm,

G - bezwymiarowy współczynnik dla polietylenów $G = 26$,

d_n - znamionowa średnica zewnętrzna rurociągu w mm.

Przykład:

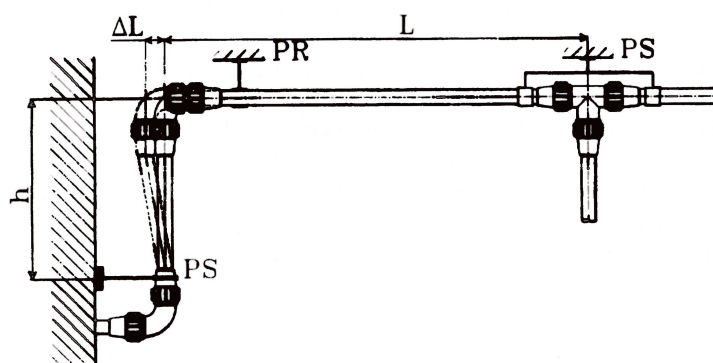
Prosty odcinek rurociągu $\varnothing 40$ mm o długości $L = 7$ m od podpory stałej rozprawdza się wodę zimną o temp. 10°C w kotłowni, w której panuje temperatura 25°C . Przy długich okresach braku poboru wody możliwe jest nagrzanie się rurociągu do temperatury otoczenia.

$$\begin{aligned}\Delta L &= (25 - 10) \times 7 \times 10^3 \times 2,0 \times 10^{-4} = \\ &= 15 \times 0,7 \times 2,0 = 21\text{mm}\end{aligned}$$

długość ramienia kompensacyjnego h powinna wynosić:

$$h = 26\sqrt{\Delta L \times d_n} \qquad h = 26\sqrt{21 \times 40} = 754\text{mm}$$

rys. do przykładu:



PS – punkt stały,

PR – punkt ruchomy.

5. Sposoby łączenia rur i armatury.

Zgrzewanie jest dziś najbardziej rozpowszechnioną metodą łączenia elementów z polietylenu. Metodę tą można stosować do łączenia rury z rurą, rury z kształtką lub kształtki z kształtką.

Wyróżniamy:

- zgrzewanie czołowe,
- zgrzewanie elektrooporowe,
- zgrzewanie polifuzyjne.

Inne metody łączenia rur polietylenowych i kształtek to połączenia mechaniczne jak:

- złącza zaciskowe,
- połączenia kołnierzowe,
- przejście PE/stal.
- złączki Victaulic.

5.1. Technika zgrzewania doczołowego.

Polega na ogrzaniu czołowych powierzchni łączonych elementów na styku z płytą grzewczą aż do ich uplastycznienia, a następnie po odjęciu od nich płyt na wzajemnym docięnięciu do siebie uplastycznionych powierzchni.

Zgrzewanie doczołowe umożliwia łączenie rur i kształtek oraz wykonywanie w warunkach warsztatowych segmentowych kolan, łuków i trójkątów. Jest ono na ogół stosowane dla średnic powyżej 63mm.

Decydujący wpływ na wytrzymałość spoiny ma czystość łączonych powierzchni, właściwa siła docisku i czas nagrzewania w głąb płytą o równomiernym rozkładzie temperatur, odpowiedni docisk do siebie uplastycznionych powierzchni i czas schładzania.

Jeżeli zachodzi konieczność wykonania zgrzewów w warunkach: poniżej 0 °C, w czasie deszczu, silnego wiatru lub w czasie gęstej mgły należy stosować namiot osłonowy. Na czas zgrzewania końce rur powinny być zamknięte, aby uniknąć chłodzenia przez ruchy powietrza (przeciąg).

Ażeby uzyskać prawidłową spoinę należy zapewnić:

- prostopadłe do osi rur obcięcie i oczyszczenie z wiórów zgrzewanych końców,
- maksymalną czystość zgrzewanych powierzchni – niedopuszczalne jest dotykane palcami sfrezowanych powierzchni,
- współosiowość i eliminację owalu – wzajemne przemieszczenie ścianek nie może przekraczać 0,1 jej grubości,
- utrzymanie w czystości płyty grzewczej – usuwanie zanieczyszczeń tylko za pomocą drewnianego skrobaka i czyściwa nie pozostawiającego resztek włókien,
- dotrzymanie czasu poszczególnych operacji, temperatur i sił nacisku wg zalecanego cyklu procesu zgrzewania jak na poniższym rysunku.
- naturalne temperatury studzenia zgrzeiny – niedopuszczalne jest użycie wentylatora lub wody do przyspieszenia schłodzenia.

Kształtki do zgrzewania doczołowego:

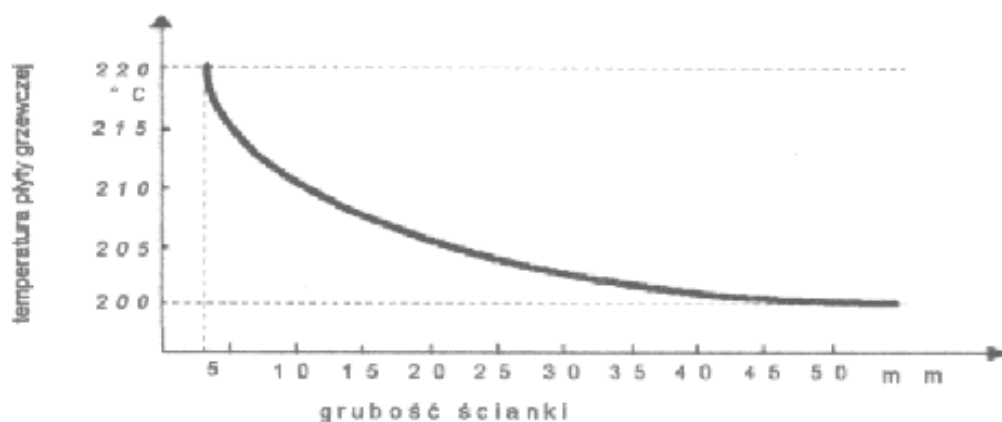


Cykl procesu zgrzewania doczołowego.

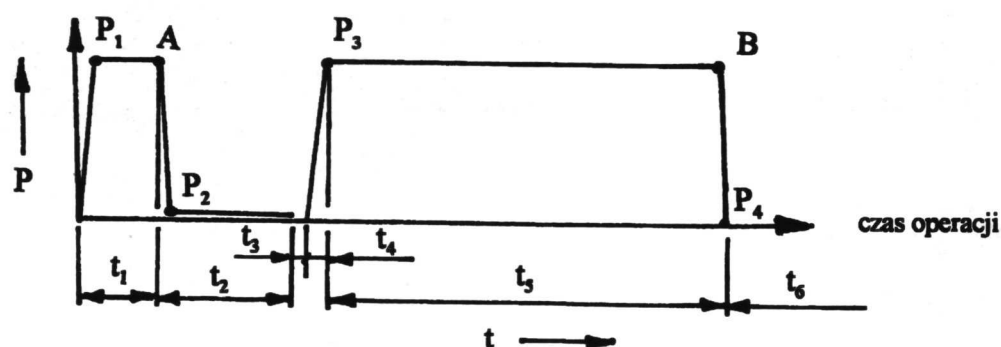
Bardziej szczegółowe wytyczne dotyczące zgrzewania doczołowego rur z PE opisane są w instrukcji nr EL-20.

Temperatura płyty grzewczej powinna oscylować w granicach:

- $210 \pm 10^\circ\text{C}$ dla rur o średnicy $\varnothing 63\text{mm} \leq d_n \leq 250\text{mm}$
- $225 \pm 10^\circ\text{C}$ dla rur o średnicy $d_n > \varnothing 250\text{mm}$.



P – ciśnienie (siła docisku/pole przekroju poprzecznego ścianki rury).



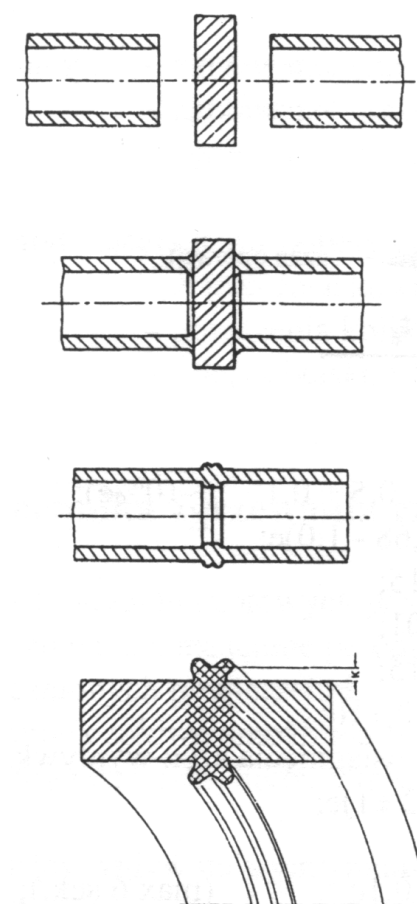
Grubość ścianki [mm]	t ₁ Wyplývka	t ₂ Czas nagrzewania wgłęb = 10 x gr. ścianki	t ₃ Max czas wyjścia płyty grzewczej	t ₄ Czas do uzyskania ciśnienia zgrzewania	t ₅ Minimalny czas łączenia
	[mm]	[s]	[s]	[s]	[min]
do 4,5	0,5	45	5	5	6
4,5÷7	1,00	45÷70	5÷6	5÷6	6÷10
7÷12	1,5	70÷120	6÷8	6÷8	10÷16
12÷19	2,00	120÷190	8÷10	8÷11	16÷24
19÷26	2,5	190÷260	10÷12	11÷14	24÷32
26÷37	3,00	260÷370	12÷16	14÷19	32÷45
37÷50	3,5	370÷500	16÷20	19÷25	45÷60
50÷70	4,00	500÷700	20÷25	25÷35	60÷80

A	- szerokość wyplývki wyrównania	[mm]	ok. 0,5 + 0,1 (~10%)e;
B	- szerokość wyplývki	[mm]	(0,68 – 1,0)e;
P ₁	- ciśnienie przy zgrzewaniu wstępnym	[N/mm ²]	0,15;
P ₂	- ciśnienie przy nagrzewaniu wgłęb	[N/mm ²]	0,01;
P ₃	- ciśnienie łączenia	[N/mm ²]	0,15
T	- temperatura płyty grzewczej	[°C]	210 ±10;
t ₁	- czas nagrzewania wstępnego	[s]	do osiągnięcia szer. wyplývki A
t ₂	- czas nagrzewania w głęb	[s]	(12 ± 1)e
t ₃	- max czas od momentu wyjęcia płyty grzewczej do zetknięcia powierzchni zgrzewanych	[s]	4 + 0,1e (max 6 sek)

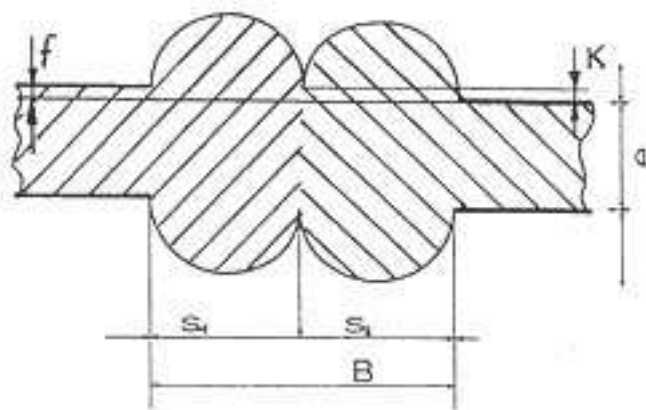
t_4	- max czas do uzyskania P_3	[s]	$4+0,3e$
t_5	- min czas łączenia	[min]	$3 + e$
t_6	- min czas chłodzenia	[min]	$1,5e;$
gdzie e – grubość ścianki zgrzewanej rury		[mm]	

Prawidłowo wykonana spoina po wystygnięciu charakteryzuje się geometrią, na podstawie, której można w pewnym stopniu określić jej jakość.

Ponieważ spoiny wykonywane są przez profesjonalnych fachowców, nierzadko automatycznym sprzętem, dlatego przyjmuje się, że prawidłowa geometria spoiny jest wystarczającym dowodem jej wytrzymałości.



Schemat wykonania zgrzewu doczołowego.



Kryterium oceny prawidłowości zgrzewu:

- dno rowka K nie może być zagłębione poniżej powierzchni łączonych rur, $K > 0$,
- przesunięcia ścianek rur f nie może przekraczać 10% grubości ścianki
 $f = 0,1 \times e$,
- szerokość wypływk B w dowolnym miejscu powinna spełniać warunki:

$$B = (0,68 \div 1,0) \times e$$

oraz

$$B_{\min} \geq 0,9B_{sr}$$

$$B_{\max} \leq 1,1B_{sr}$$

gdzie:

$$B_{sr} = \frac{B_{\min} + B_{\max}}{2}$$

Różnica szerokości wałeczków na obwodzie zgrzewu nie powinna przekroczyć 10% szerokości wypływk B

$$S_{\max} - S_{\min} \leq 0,1B_{sr}$$

5.2. Technika zgrzewania polifuzyjnego.

Zgrzewanie polifuzyjne jest metodą ogólnie stosowaną przy wykonywaniu instalacji wewnętrznych dla mniejszych średnic szczególnie dla takich surowców jak PP lub PB, rzadziej przy rurach polietylenowych. Metoda ta polega na równoczesnym nagrzaniu zewnętrznej powierzchni rury i wewnętrznej złączki polifuzyjnej, a następnie na ich zespoleniu poprzez wciśnięcie z określoną siłą rury do złączki. Końcówki rur, wymiary gniazda i trzpienia zgrzewarki oraz wymiary złączki mają tak dobrane wymiary, że podczas spajania tworzy się ciśnienie niezbędne do powstania jednorodnego połączenia.

Podczas zgrzewania należy dbać o to aby:

- temperatura elementów zgrzewających była stabilna i wynosiła 260°C,
- owalność rury została zlikwidowana odpowiednimi zaciskami,
- końcówka rury była obrobiona wiórowo na długości:

Średnica rury [mm]	25	32	40	50	63	75	90	110
Długość obróbki [mm]	15	18	20	23	27	31	35	41

- dokładnie odłuszczyć łączone powierzchnie,
- czas rozgrzewania dobrać wg poniższej tabeli.

Grubość Ścianki [mm]	2,3	3,0	3,7	4,6	3,6	5,8	4,3	6,8	5,2	8,2	6,2	10
Czas Nagrzewania [s]	7	8	12	18	10	24	15	30	22	40	30	50

- po upływie czasu nagrzewania rurę i złączkę połączyć ze sobą zachowując współosiowość i utrzymywać pod naciskiem przez czas równy czasowi nagrzewania,
- próbę ciśnieniową należy przeprowadzić po czasie min 1 godziny po zakończeniu zgrzewania.

5.3. Technika zgrzewania elektrooporowego.

Zgrzewanie elektrooporowe jest stosunkowo nową techniką wypierającą technikę zgrzewania polifuzyjnego. Istnieje wiele systemów kształtek elektrooporowych. Znamienne dla niej jest to, że wszystkie kształtki PE posiadają wbudowany element grzejny. Kształtki tego typu mogą być używane do budowy sieci rozdzielczych i przyłączy.



Podstawowymi kształtkami elektrooporowymi są mufy i trójniki siodłowe (odgałęzienia), a ostatnio coraz częściej redukcje, trójniki zaślepki, kolana i inne. Kształtki elektrooporowe posiadają wbudowany element w postaci spiralnie zwiniętego druta oporowego zatopionego w wewnętrznej powierzchni kształtki. Podczas przepływu prądu elektrycznego przez drut, wydzielające się ciepło rozgrzewa polietylen na wewnętrznej powierzchni złączki i na zewnętrznej powierzchni rury powodując jego topienie oraz wzajemne przenikanie polietylenów na skutek dużych ciśnień od temperatury. Pełną wytrzymałość połączenia uzyskuje się po ostudzeniu. Zgrzewanie rozpoczyna się od przygotowania końcówek łączących elementów poprzez usunięcie z ich powierzchni utlenionej warstwy polietylenu. Następnie, elementy wsuwa się i unieruchamia specjalnymi uchwytami montażowymi, po czym do zacisków kształtki podłącza się kable zgrzewarki elektrooporowej i uruchamia automatyczny proces. Napięcie zgrzewania w zależności od typu kształtek wynosi 24 lub 36V.

Minimalny czas schładzania określany jest przez producenta złączek i wynosi nie mniej niż:

- 10 min dla średnic od 20 do 32 mm;
- 15 min dla średnic od 40 do 50 mm;
- 20 min dla średnic od 63 do 90 mm;
- 30 min dla średnicy 110mm.

Próby ciśnienia można przeprowadzić po czasie nie krótszym niż 5 min na każdy 1 mm grubości ścianki rury. Pamiętać należy jednak, że każdy system elektrołączek posiada inny sposób wprowadzania informacji o złączce, temperaturze i napięciu zgrzewania, dlatego elektrołączki danej firmy należy zgrzewać zgrzewarkami tej samej firmy lub zgrzewarkami uniwersalnymi.

Dla złączki prostej, katowej, zaślepki i redukcji należy wyczyścić i obrobić wiórowo zewnętrzną powierzchnię na długości:

Średnica rury [mm]	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
Długość obróbki [mm]	55	60	65	75	85	100	105	115	125	130	140	150	160	190

Ażeby nie zaniżyć średnicy zewnętrznej rury należy zdejmować delikatnie bardzo cienką warstwę. Powierzchnie zgrzewane utrzymywać w idealnej czystości (nie dotykać). W razie potrzeby należy powierzchnię odtłuścić np. spirytusem etylowym.

Dla złączek siodłowych – przygotowanie powierzchni rury polega na:

- oczyszczeniu w miejscu zgrzewania na całym obwodzie rury na długości nie mniejszej niż 300mm;
- zdjęciu utlenionej powierzchni rury;
- odtłuszczeniu miejsca obrobionego i wewnętrznej powierzchni złączki;
- nałożeniu złączki na miejscu dogrzania i dociśnięciu do powierzchni rury w sposób przewidywany przez producenta.

Po podłączeniu zgrzewarki i naciśnięciu przycisku „start” proces przebiega bez ingerencji człowieka, a poprawność wykonanego zgrzewu potwierdzona jest przez urządzenie zgrzewające.

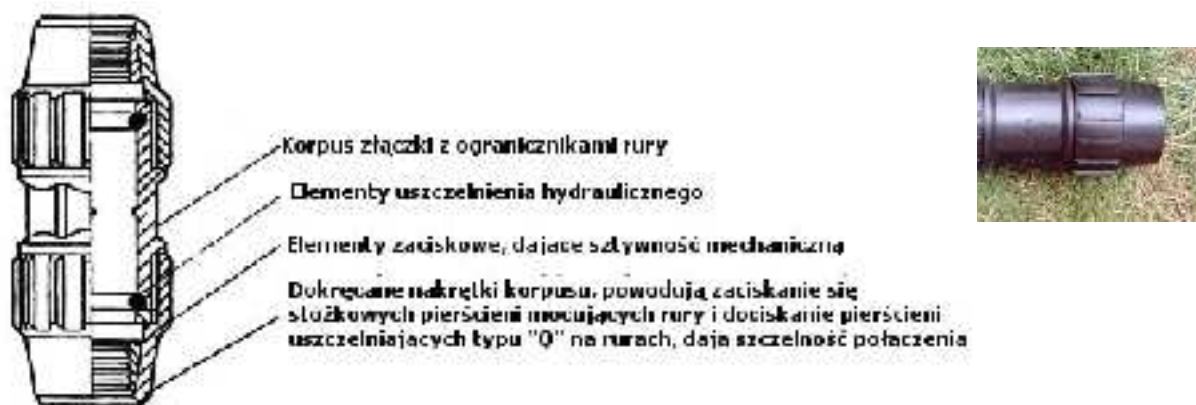
5.4. Złącza zaciskowe.

W sytuacjach gdzie nie jest możliwe użycie techniki zgrzewania lub gdzie nie jest to uzasadnione ekonomicznie należy użyć odpowiednich złączy zaciskowych. Szeroki asortyment kształtek na rynku umożliwia rozwiązanie większości problemów pojawiających się przy wykonywaniu przyłączy wodociągowych, zasilaniu placów budów, nawadnianiu. Podstawową zaletą tych systemów jest prosty i szybki montaż, możliwość wielokrotnego zastosowania (są rozbieralne) oraz brak konieczności użycia specjalistycznego sprzętu przy montażu. Montaż kształtek jest bardzo prosty. Obciętą prostopadle do osi rurę należy sfazować.

Dla mniejszych średnic wystarczy złuzować nakrętkę i wcisnąć końce rury do oporu, a następnie dokręcić nakrętkę. Dla złączy o większych średnicach należy ją zdemontować, zamontować jej elementy na rurze, a następnie całość złożyć i skręcić.

Dla połączeń gwintowych (złączka zakończona gwintem rurowym) zalecane jest stosowanie jako uszczelnienia taśmy teflonowej zamiast tradycyjnych pakuł. Złączki zaciskowe o zbliżonych konstrukcjach i parametrach produkowane są przez wiele firm, np. PLASSON, PLASSIM, GEORG FISCHER, JIMTEN i inne.

Rysunek 2. Przykład budowy kształtki ze złączem zaciskowym.



Złączki zaciskowe umożliwiają wykonanie następujących typów połączeń:

- połączenia rur polietylenowych ze sobą,
- połączenia rur polietylenowych z rurkami metalowymi,
- połączenia rur polietylenowych z redukcją średnicy jednej z rur,
- zaślepienie rurociągu,
- zmiana kierunku rurociągu o kąt 45° i 90° z możliwością zredukowania średnicy jednej z rur,
- wykonanie rozgałęzienia „T” i rozgałęzienie z redukcją jednej z średnic,
- przejście na połączenie kołnierzowe,
- wykonanie wcinki rurociągu odbiorczego do rurociągu magistralnego.

Połączenia zaciskowe stosuje się najczęściej dla średnic do Ø63 mm, chociaż produkowane są one również dla rur do Ø110 mm.

5.5. Połączenia kołnierzowe.

Możliwe jest zakończenie rury polietylenowej tuleją kołnierzową PE ze stalowym kołnierzem luźnym.

Takie zakończenie umożliwia nawiązanie do armatury żeliwnej lub stalowej oraz kołnierzowych zaworów tworzywowych.

Przy skręcaniu połączeń kołnierzowych śruby należy dokręcać naprzemianlegle (na krzyż) za pomocą klucza dynamometrycznego. Wartość momentu dokręcania śrub podaje producent kołnierzy. W połączeniach tych należy stosować uszczelki zalecane przez producenta kołnierzy.

Wymiary polietylenowych tulei kołnierzowych oraz stalowych kołnierzy luźnych wg normy PN-ISO 9624 -"Rury z tworzyw termoplastycznych do przesyłania płynów pod ciśnieniem. Dopasowanie wymiarów tulei kołnierzowych i luźnych kołnierzy mocujących"

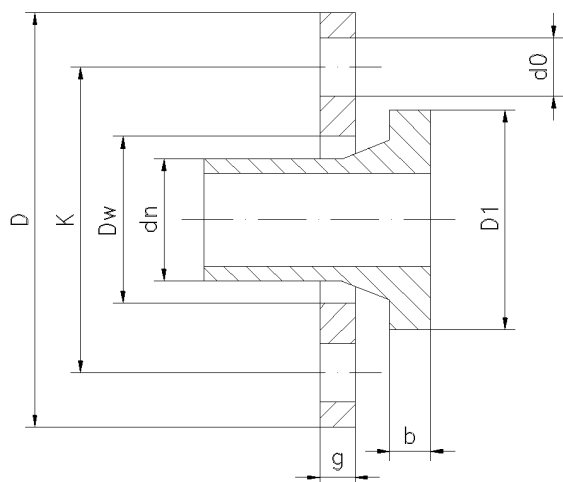


Tabela nr 10 . Wymiary kołnierzy i tulei na PN 16

DN	Rura PE	Kołnierz stalowy luźny					Tuleja z PE		Śruba (zalecana klasa materiału min. 5.6)		Moment siły (Nm)
		D	D _w	K	d _o	g	D ₁	b	gwint	ilość	
15	20	95	28	65	14	14	45	7	M12	4	10
20	25	105	34	75	14	16	58	9	M12	4	15
25	32	115	42	85	14	16	68	10	M12	4	20
32	40	140	51	100	18	18	78	11	M16	4	25
40	50	150	62	110	18	18	88	12	M16	4	35
50	63	165	78	125	18	20	102	14	M16	4	35
65	75	185	92	145	18	20	122	16	M16	4	40
80	90	200	108	160	18	20	138	17	M16	8	40
100	110	220	128	180	18	22	158	18	M16	8	40
100	125	220	135	180	18	22	158	25	M16	8	45
125	140	250	158	210	18	22	188	25	M16	8	50
150	160	285	178	240	22	24	212	25	M20	8	60
150	180	285	188	240	22	24	212	30	M20	8	60
200	200	340	235	295	22	26	268	32	M20	8	70

200	225	340	238	295	22	26	268	32	M20	8	70
250	250	405	288	355	26	28	320	35	M24	12	100
250	280	405	294	355	26	28	320	35	M24	12	100
300	315	460	338	410	26	32	370	35	M24	12	110
350	355	520	376	470	26	35	430	40	M24	16	110
400	400	580	430	525	30	38	482	46	M27	16	120

5.6. Połączenia typu Victaulic

W przypadkach, gdzie jest wymagany szybki montaż lub demontaż rur polietylenowych można stosować złączki zaciskowe typu Victaulic typ 995 M. Zakres oferowanych średnic dla rur polietylenowych jest od Ø90 mm do Ø500 mm. Złączki zaciskowe typu 995 M do rur polietylenowych standardowo są na maksymalne ciśnienie robocze PN 25 przy współczynniku bezpieczeństwa wynoszącym co najmniej 2.

Złączki te posiadają „ząbki” na powierzchni wewnętrznej, które umożliwiają montaż na rurze polietylenowej gładkiej.

Montaż.

1) Ustawić i wyosiować rury oraz założyć uszczelkę



2) Założyć obejmę



3) Włożyć śruby do obejm



4) Dokręcić śruby



6. Wytyczne techniczne do wykonywania budowy.

6.1. Transport oraz składowanie rur i kształtek.

Do załadunku i rozładunku rur w kęgach, wiązkach lub pojedynczych używać należy specjalnych niemetalowych pasów.

Przy transporcie bardzo ważnym jest, aby rury leżały na całej swej długości. Powierzchnia załadowcza powinna być czysta, wolna od wystających ostrych części (śrub, gwoździ, blach itp.) Należy unikać przewożenia rur z końcówkami wystającymi poza obręb środka transportu. Przy przewożeniu różnych średnic należy zachować kolejność od dużych średnic na dnie do najmniejszych na górze stosu. Do zabezpieczenia ładunku mogą być używane wyłącznie niemetalowe taśmy. Załadunek i rozładunek należy prowadzić tak, aby nie doprowadzić do zarysowań rur. Miejsce składowania rur na budowie powinno być równe,

o czystym podłożu, wolnym od kamieni. Rury w kręgach należy składać w pozycji leżącej. Wysokość składowania nie powinna przekraczać 1,5 m. Zaleca się zabezpieczyć rury w miejscu składowania przed działaniem promieni światła słonecznego oraz przed możliwością kontaktu rur z olejami, tłuszczami, farbami, benzyną itp.

6.2. Sieci magistralne i przyłącza.

Rurociągi ułożone w ziemi powinny być zaprojektowane i powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1295-1-„Obliczenia statyczne rurociągów ułożonych w ziemi w różnych warunkach obciążenia. Część 1. Wymagania ogólne”.

6.2.1. Roboty ziemne.

Roboty ziemne związane z układaniem rurociągu powinny być prowadzone zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami m.in.:

- PN-ENV 1046, PN-B-10736:1999-„Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania”,
- PN-B-02480:1986 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów”,
- PN-B-10725:1997 „Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania”.

Dla potrzeb budowy przewodów wodociagowych z rur PE stosowane są wykopy ciągłe, wąskoprzestrzenne, o ścianach pionowych i rozpartych lub ścianach skarpowych bez obudowy. Wybór rodzaju wykopu i zabezpieczenia ścian jest zależny od głębokości wykopów i warunków hydrogeologicznych.

Przy montażu rur na powierzchni terenu, a jest to najczęstsza metoda postępowania, przy rurach polietylenowych, dopuszcza się zmniejszenie szerokości wykopu do podanych w tabelce poniżej.

Tabela nr 11 . Szerokość w świetle wyrobiska na dnie wykopu w [cm].

Średnica rur z PE [mm]	Wykop odeskowany	Wykop nieodeskowany pionowy lub skarpowy
do 50	50 ÷ 60	30 ÷ 50
63	60 ÷ 70	30 ÷ 50
90	60 ÷ 70	40 ÷ 60
110	70 ÷ 80	50 ÷ 70
160	70 ÷ 90	50 ÷ 70
200	80 ÷ 100	60 ÷ 80

Przed przystąpieniem do rozkładania wykopu należy dokładnie rozpoznać całą trasę rurociągu. Wzdłuż wytyczonej osi przygotować punkty wysokościowe, a kołki osiowe zabezpieczyć przez umieszczenie poza gabarytami wykopu i przyszłym odkładem ziemi dodatkowych kołków – świadków.

W pierwszej kolejności należy wykonać wykopy przeznaczone dla obiektów specjalnych, np. studnie dla węzłów z zasuwami.

Wszystkie napotkane przewody podziemne na trasie wykonywanego wykopu krzyżujące się lub biegnące równolegle z wykopem powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem.

W warunkach ruchu ulicznego należy przewidzieć konieczność przykrywania wykopów pomostami do przejścia dla pieszych. Wykop powinien być zabezpieczony barierką o wysokości 1,0 m, a na noc oświetlony światłami ostrzegawczymi. Odkład urobku powinien być wykonywany tylko po jednej stronie wykopu w odległości, co najmniej 0,5 m od krawędzi.

Głębokość ułożenia przewodu powinna być taka, aby jego przykrycie h_n mierzone od powierzchni przewodu do rzędnej projektowanego terenu było większe niż głębokość przemarzania gruntów h_z wg PN-B-03020:1981. Głębokość ta powinna być ustalona na podstawie projektu, właściwości i rozmiaru rur, właściwości gruntu raz obciążeń statycznych gruntach dynamicznych.

6.2.1.1. Klasyfikacja gruntów.

Rozróżnia się trzy rodzaje gruntów: -sypkie,
-spoiste,
-organiczne.

Grunty sypkie podzielone są na trzy główne grupy oraz podgrupy uzależnione od uziarnienia gruntu.

Grunty spoiste posiadają jedną grupę główną oraz podgrupy uzależnione od stopnia plastyczności gruntu.

Grunty organiczne podzielone są na dwie grupy główne.

Tabela nr 12 . Podział gruntów.

Rodzaj gruntu	Grupa gruntów					Możliwość użycia do podsypki i obsypki
	Numer grupy gruntu	Symbol wg DIN 18196	Nazwa	Charakterystyka	Przykład	
Sypkie	1	GE	żwir o nieciągłym uziarnieniu	stroma krzywa uziarnienia, dominacja jednej frakcji	Kamień łamanym, żwir rzeczny i morski, żwir morenowy, skoria	TAK
			żwir o ciągłym uziarnieniu, pospółka	ciągła krzywa uziarnienia, kilka frakcji		
		GI	pospółka o nieciągłym uziarnieniu	Schodkowa krzywa uziarnienia, brak niektórych frakcji		
	2	SE	Piasek o nieciągłym uziarnieniu	Stroma krzywa uziarnienia, dominacja jednej frakcji	Piaski wydymowe, naniesione, dolinowe i nieckowe	TAK
			Piasek o ciągłym uziarnieniu, pospółka	Ciągła krzywa uziarnieni, kilka frakcji	Piaski morenowe, tarasowe i brzegowe	
		SI	Pospółka	Schodkowa krzywa uziarnienia, brak niektórych frakcji		
	3	GU	Żwir ilasty, pospółka ilasta o nieciągłym uziarnieniu	Nieciągłe uziarnienie, zawartość frakcji ilastej	Zwietrzały żwir, rumosz skalny, żwir gliniasty	TAK
		GT	żwir gliniasty, pospółka gliniasta o nieciągłym uziarnieniu	Nieciągłe uziarnienie, zawartość ciągłej gliny		
			SU	Piasek ilasty,	Nieciągłe uziarnienie,	

			mieszanka piaskowo-ilasta o nieciągłym uziarnieniu	zawartość drobnego iłu	nawodniony, piasek gliniasty, less piaszkowy	
		ST	Piasek gliniasty, mieszanka piaskowo-gliniasta o nieciągłym uziarnieniu	Nieciągle uziarnienie, zawartość drobnej gliny	Piasek gliniasty, glina aluwialna, margiel	
Spoiste	4	UL	Il nieograniczony, piasek drobny, mączka kamienna, piasek gliniasty i ilasty	Słaba stabilność, szybka reakcja mechaniczna, plastyczność zerowa do małej	Less, glina piaszczysta	TAK
		TA CTL TM	Gлина nieograniczona, bardzo plastyczna glina	Stabilność średnia do bardzo dobrej, niezbyt wolna reakcja mechaniczna, plastyczność niska do średniej	Margiel aluwialny, glina	
Organiczne	5		Grunt sypki wielofrakcyjny z domieszką humusu	Domieszki roślinne gruntach nieroślinne, mały ciężar objętościowy, duża porowatość	Humus, piasek kredowy, tuf	NIE
		OU	Il organiczny i organiczna mieszanka glinowo-iłowa	Średnia stabilność, reakcja mechaniczna wolna do bardzo szybkiej, plastyczność niska do średniej	Kreda morska, humus	
		OT	Gлина organiczna, glina z domieszkami organicznymi	Wysoka stabilność, brak reakcja mechanicznej, plastyczność średnia do wysokiej	Muł, glina formierska	
	6	HN HZ	Torf, inne grunty wysokoorganiczne	Torf rozkładowy, włóknisty gruntach kolorach od brązowego do czarnego	Torf	NIE
			Muły	Szlam osadzony na dnie cieku, często zmieszany z piaskiem/gliną/kredą, bardzo miękki	Muły	

W gruntach piaszczystych, piaszczysto-gliniastych, gliniasto-piaszczystych lub innych średniozwartych i luźnych nie zawierających kamieni lub ostrych przedmiotów nasypowych, rury z polietylenu mogą być układane bezpośrednio na wyrównywanym podłożu rodzimym (wg PN-B-02480:1986).

W gruntach skalistych, zbitych ilach, gruntach nasypowych i gruzach należy wykonać umocnienie podłoża - podsypkę z piasku i żwiru o maksymalnej wielkości kamienia wynoszącej 20 mm. Minimalna grubość podsypki powinna wynosić 100 mm. Podsypka powinna być wyrównana zgodnie ze spadkiem rurociągu, bez zagęszczania, jeżeli jej grubość nie przekracza 150 mm.

W gruntach bagnistych, torfowych i kurzawkowych wykonanie podłoża wymaga zbadania warunków hydrogeologicznych i specjalnego projektu.

Na gruntach górniczych należy stosować podsypkę pod rurę grubości 200 do 300mm oraz zasypkę o grubości około 300 mm ponad powierzchnię rury stosując w tym celu wyłącznie piasek.

W każdym przypadku grunt wypełniający wykop z boków rur powinien być zasypywany i zagęszczany warstwami wg PN-B-06050:1999. Stopień zagęszczenia zależy od warunków obciążenia, a tym samym od miejsca zabudowy np. tereny zielone, drogi. Im większe

zakładane obciążenie tym większy powinien być stopień zagęszczenia gruntu. Ponadto większy stopień zagęszczenia gruntu zmniejsza możliwość erozji wodnej i osiadania gruntu. Stopnie zagęszczenia gruntu wg Standardowej Metody Proctora (SPD) określone wg DIN 18127 w zależności od klasy zagęszczenia i rodzaju zastosowanego gruntu zamieszczono w tabeli poniżej.

Tabela nr 13 . Stopnie zagęszczenia gruntu.

Klasa zagęszczania	Grupa gruntu stosowanego na obsypkę			
	4	3	2	1
	SPD[%]	SPD[%]	SPD[%]	SPD[%]
N -niska	75 ÷ 80	79 ÷ 85	84 ÷ 89	90 ÷ 94
M -średnia	81 ÷ 89	86 ÷ 92	90 ÷ 95	95 ÷ 97
W -wysoka	90 ÷ 95	93 ÷ 96	96 ÷ 100	98 ÷ 100

Tabela nr 14 .Liczba cykli i max grubość warstw dla osiągnięcia określonego stopnia zagęszczenia.

Sprzęt	Ilość cykli dla klasy zagęszczenia		Max grubość warstwy po ubiciu (zagęszczeniu) [m]				Min. grubość warstwy nad rurą przed zagęszczaniem
	dla W	dla M	1	2	3	4	
Zagęszczenie ręczne min. 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Ubijak wibracyjny min. 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Wibrator płaszczyznowy min. 50 kg	4	1	0,10	-	-	-	0,15
min. 100 kg	4	1	0,15	0,10	-	-	0,15
min. 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10	-	0,20
min. 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
min. 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Walec wibracyjny 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	-	0,60
30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	-	1,20
45 kN/m	6	2	1,0	0,75	0,40	-	1,80
60 kN/m	6	2	1,5	1,10	0,60	-	2,40
Walec wibracyjny podwójny 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	-	-	0,20
10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	-	0,45
20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	-	0,60
30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	-	0,85
Ciężki walec potrójny (bez wibracji) min. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	-	1,00

W przypadku gruboziarnistego jednorodnego materiału (np. żwir rzeczny) wymagane jest jedynie warstwowe zasypywanie bez zagęszczania. Bardzo ważne jest wyeliminowanie pustych przestrzeni pod rurą. Do połowy rury należy zagęszczać ostrożnie, by uniknąć uniesienia się rury. Zasyпка nad rurą o wysokości 300 mm powinna być z tego samego materiału co obsypka. Pozostała część wypełnienia może być wykonana za pomocą gruntu

rodzimego, jednak maksymalna wielkość kamieni, korzeni itp. nie może przekraczać 300 mm.

6.2.2. Montaż rurociągów.

Pojedyncze rury (dla rur 12 m) należy dostarczać do miejsca zgrzewania nad wykopem. Za pomocą zgrzewania czołowego łączyć je wzdłuż przygotowanego wykopu w odcinku 100 m. Podobnie rury o mniejszych średnicach dostarczane na budowę w zwojach lub bębnach rozwijać wzdłuż przygotowanego wykopu. W przypadku montażu uzbrojenia lub kształtek należy w określonych miejscach dokonać przecięcia rury i wmontować je w przewód. Przygotowane odcinki należy ostrożnie zsunąć na dno przygotowanego wykopu za pomocą taśm lub lin niemetalowych. W przypadku wykopu odeskowanego lub konieczności ułożenia rury pod przeszkodami poprzecznymi do wykopu należy przewód przesuwając po dnie wzdłuż wykopu aż do miejsca przeznaczenia. W tym wypadku, jeżeli nie dysponujemy urządzeniami ułatwiającymi przemieszczanie przewodu po dnie, odcinki powinny być znacznie krótsze. Tak ułożone przewody najkorzystniej jest łączyć przez użycie mufy elektrooporowej lub przez zgrzew doczołowy. Jeżeli warunki na to pozwalają najkorzystniej zgrzew doczołowy wykonać nad wykopem poprzez wyjęcie końców rury na dostatecznie długim odcinku zależnie od średnicy. Koniecznym warunkiem jest zapewnienie nie wystąpienia naprężeń na zgrzewarce od tak uformowanego przewodu. Trzecią możliwością jest znaczne poszerzenie wykopu i wykonanie zgrzewu doczołowego na jego dnie. Jednak w tym przypadku jest bardzo trudne utrzymanie wysokiej czystości podczas operacji zgrzewania, co jest podstawowym warunkiem jego prawidłowego wykonania.

W przypadku przekraczania przewodami PE torowisk kolejowych i tramwajowych oraz dróg o ciężkim ruchu pojazdów należy stosować, zgodnie z PN-B-10725:1997, ochronne rury płaszczowe zgodnie z dokumentacją. Przestrzeń pomiędzy ścianką rury ochronnej i rury roboczej PE, należy uszczelnić na obu końcach.

Zasadniczo, przewody z polietylenu jako monolityczne nie wymagają stosowania bloków oporowych dla zabezpieczenia przed bocznymi siłami, które występują dla złącz rozsuwanych (kielichowych). Jednak ze względu na możliwość powstania uderzeń hydraulicznych w instalacjach wodnych zaleca się stosowanie bloków, szczególnie w sytuacji stosowania kształtek segmentowych. Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowość przy ich wykonywaniu, wyeliminować możliwość miejscowych nacisków, które mogą się stać źródłem awarii. Biorąc pod uwagę ciężar armatury żeliwnej w porównaniu z rurą polietylenową, co powoduje różne parcie na podłoże w dnie wykopu, należy przyjąć generalnie zasadę zabezpieczenia blokami podporowymi wszystkich węzłów, w których zastosowano tę armaturę. Duża elastyczność tych rur umożliwia zmianę kierunku trasy bez potrzeby stosowania kolan, jednak minimalne promienie gięcia nie mogą być mniejsze od wielkości podanych w tabeli w punkcie 4.1.4.

6.2.3. Przyłącza domowe.

Ogólne zasady budowy przewodów z rur z PE dotyczą również podłączeń domowych. Podłączenia w zależności od rodzaju rury rozdzielczej mogą być rozwiązane na wiele sposobów:

- podłączenie z wcinki,
- podłączenie z istniejącego trójnika,
- podłączenie z opaski z nawierceniem otworów,
- podłączenie z siodła elektrooporowego – nawiercającego.

Podłączenie z wcinki stosowane dla rur żeliwnych, azbestowo-cementowych i PCV polega na:

- wycięciu w przewodzie rozdzielczym odcinka rury w celu umożliwienia wstawienia trójnika i kształtek przejściowych,
- montażu zespołu kształtek (węzła) na powierzchni terenu,
- wmontowaniu w wykopie przygotowanego węzła i wyregulowanie w osi i spadku,
- montażu zasuwy domowej na odgałęzieniu,
- montażu elementów dodatkowych do zasuwy domowej umożliwiających podłączenie rury polietylenowej,
- montażu przewodu PE,
- wykonaniu oporów betonowych pod trójnikiem i zasuwą.

Podłączenie z istniejącego trójnika polega na:

- wymontowaniu korka lub pokrywy na odnodze trójnika,
- podłączeniu zasuwy z trójnikiem za pomocą zestawu elementów węzła
- podłączenie rury z PE na odgałęzieniu.

Obie metody w każdym przypadku budowy wycinku wymagają zamknięcia dopływu wody w przewodzie rozdzielczym.

Metodą nie wymagającą zamknięcia przepływu wody w przewodzie rozdzielającym jest podłączenie z opaski nawierceniem otworu. Uzyskuje się to przez założenie na rurę przewodu rozdzielającego, w miejscu odgałęzienia, specjalnego urządzenia umożliwiającego nawiercenie otworu. W starszych rozwiązaniach aparat do nawiercania był oddzielnym urządzeniem, w nowszych rozwiązaniach stanowi integralną część opaski z zasuwą.

Jeżeli przewód rozdzielczy stanowi rura polietylenowa istnieje możliwość wykorzystania siołek elektrooporowych. Przy zgrzewaniu siołek należy wykonać następujące czynności:

- oczyścić z brzegu polietylenowy przewód rozdzielczy,
- oskrobać rurę zgrzewania skrobakiem na 1/3 obwodu i co najmniej na długości 200 mm wzdłuż rury,
- przed samym zgrzewaniem rozpakować z oryginalnego opakowania siołko (czyszczenie nie jest wymagane) nie dotykając powierzchni zgrzewanej osadzić na niej siołko,
- używając specjalnych przyrządów (różne sposoby w zależności od producenta) spowodować docisk siołka do rury,

- podłączyć przewody automatu zgrzewającego,
- przestrzegając instrukcji obsługi aparatu rozpocząć zgrzewanie,
- w większości typów siodełek kontrola zgrzewu polega na obserwacji wypływu stopionego materiału z otworków górnej powierzchni siodełka,
- strefę zgrzewania pozostawić do wychłodzenia nie krócej niż 10 min przed następnym etapem, tj. np. połączenie siodełka (rura przyłącza domowego).

6.2.4. Badanie szczelności.

Badanie szczelności rurociągów z polietylenu należy przeprowadzić wg normy PN-EN 805-„Zaopatrzenie w wodę. Wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowe”.

6.3. Instalacje wewnętrzne.

6.3.1. Ogólne warunki montażu przewodów wody zimnej z PE w budynku.

Montaż przewodów wewnętrznej instalacji wody zimnej należy wykonywać w temperaturach dodatnich ze względu na uciążliwość związaną z formatowaniem przewodu polietylenowego, szczególnie, kiedy przewód rozwijany jest z kręgu.

Elastyczność i lekkość rur z PE umożliwia montaż odcinków rurociągów z wcześniej przygotowanych zastawów prefabrykacyjnych. Przy montażu przewodów z rur PE należy zwracać uwagę na ściśle przestrzeganie prowadzenia trasy przewodu, umieszczenia uchwytów stałych i ruchomych, ich ilości i konstrukcji oraz kompensatorów, które są wskazane w projekcie.

6.3.2. Zasady prowadzenia przewodu.

Wewnętrzne przewody instalacji wodociągowej powinny być układane w kierunku prostym lub równoległym do najbliższych ścian, ze spadkiem umożliwiającym spuszczenie z nich wody w jednym lub kilku punktach.

Przewody poziome instalacji wodociągowych z rur polietylenowych powinny być prowadzone powyżej przewodów centralnego ogrzewania, ciepłej wody, przewodów gazowych i przewodów elektrycznych bez osłony.

Minimalna odległość przewodów polietylenowych od przewodów cieplnych wynosi 10 cm mierząc od powierzchni rury. Jeżeli odległość jest mniejsza lub jeżeli dowolne źródło ciepła mogłoby spowodować podwyższenie temperatury ścianki przewodu powyżej 30°C, należy zastosować izolację termiczną.

Przewody instalacji wodociągowych w budynkach należy prowadzić tak, aby były zabezpieczone przed uszkodzeniami. Można je prowadzić po ścianach, w kanałach lub szybach instalacyjnych oraz bruzdach ściennych z pozostawieniem swobodnej przestrzeni dookoła i na długości rury dla zapewnienia swobodnego jej wydłużenia.

Przewód w bruzdach powinien być zabezpieczony przez owinięcie papierem falistym, a najwłaściwiej przez wprowadzenie do karbowanej rury osłonowej.

Po próbie hydraulicznej bruzdą zakrywa się lub zamurowuje cienką ścianką z pozostawieniem wewnętrznej pustej przestrzeni. Zamurowanie przewodów na stałe w ściankach i bruzdach

jest niedopuszczalne z wyjątkiem krótkich odcinków, podejść do armatury czerpanej lub dłuższych z zastosowaniem karbowanej rury osłonowej. Przejścia przez przegrody budowlane wykonuje się z zastosowaniem tulei dłuższej, o co najmniej 2 cm od grubości ściany lub stropu. Przestrzeń między rurą a tuleją powinna być wypełniona materiałem elastycznym zapewniającym swobodne przesuwanie przewodu. Odległość przewodu od ścian, podłóg i stropów powinna wynosić co najmniej:

- Dla rur o średnicy do Ø40mm – 3 cm;
- Dla rur o średnicy powyżej Ø40mm – 5 cm.

Jeżeli przewód jest w otulinie podane odległości odnoszą się do zewnętrznej powierzchni otuliny.

6.3.3. Mocowanie przewodów.

Przewody z polietylenów należy mocować do elementu konstrukcji budynku za pomocą uchwytów. Konstrukcja uchwytów stosowanych do mocowania przewodów powinna zapewniać swobodne przesuwanie się rury oraz ograniczenie rozprzestrzeniania się drgań i hałasów. Pomiedzy przewodem a obejmą uchwytu należy stosować podkładki elastyczne.

Na przewodzie pionowym powinny być co najmniej 2 uchwyty na każdej kondygnacji.

Odległość między punktami mocowania (podporami) zależy min. od ciężaru właściwego medium, jego temperatury oraz wymiarów rury.

Na przewodzie poziomym maksymalna odległość pomiędzy punktami mocowania jest podana w tabeli nr 15 przy założonej gęstości medium (wody) 1 [g/cm³]

Tabela nr 15 . Maksymalna odległość pomiędzy punktami mocowania (podporami) [cm].

Rury ciśnieniowe z PE 100 PN 10 SDR 17

dn [mm]	en [mm]	20°C	30°C	40°C
20	-	75	70	65
25	-	80	75	75
32	2	90	90	85
40	2,4	100	100	95
50	3	115	110	105
63	3,8	130	125	120
75	4,5	140	135	130
90	5,4	155	150	145
110	6,6	170	165	160
125	7,4	185	175	170
140	8,3	195	185	180
160	9,5	205	200	190
180	10,7	218	213	203
200	11,9	230	225	215
225	13,4	245	235	225
250	14,8	260	250	240
280	16,6	275	265	255
315	18,7	290	280	270
355	21,1	310	300	285
400	23,7	330	315	305

Rury ciśnieniowe z PE 100 PN 16 SDR 11

dn [mm]	en [mm]	20°C	30°C	40°C
20	2	45	42,50	40
25	2,3	50	47,50	45
32	3	60	57,50	55
40	3,7	75	72,50	70
50	4,6	75	72,50	70
63	5,8	90	87,50	85
75	6,8	105	100,00	95
90	8,2	125	120,00	115
110	10	140	135,00	130
125	11,4	160	152,50	145
140	12,7	175	167,50	160
160	14,6	190	182,50	175
180	16,4	210	202,50	195
200	18,2	225	217,50	210
225	20,5	245	237,50	230
250	22,7	265	255,00	245
280	25,4	290	280,00	270
315	28,6	315	305,00	295
355	32,2	350	337,50	325
400	36,3	380	365,00	350

W przypadku innych mediów podane wartości należy skorygować o:

- + 30 % dla gazów
- 10 % dla gęstości medium 1,25 [g/cm³]
- 15 % dla gęstości medium 1,5 [g/cm³]
- 20 % dla gęstości medium 1,75 [g/cm³]

W przypadku innych wymiarów rur podane wartości należy skorygować o:

- 10 % dla PN 6
- 15 % dla PN 4

Dla rur układanych pionowo odległości wg tabeli nr 15 należy pomnożyć przez 1,3.

6.3.4. Zabudowa armatury.

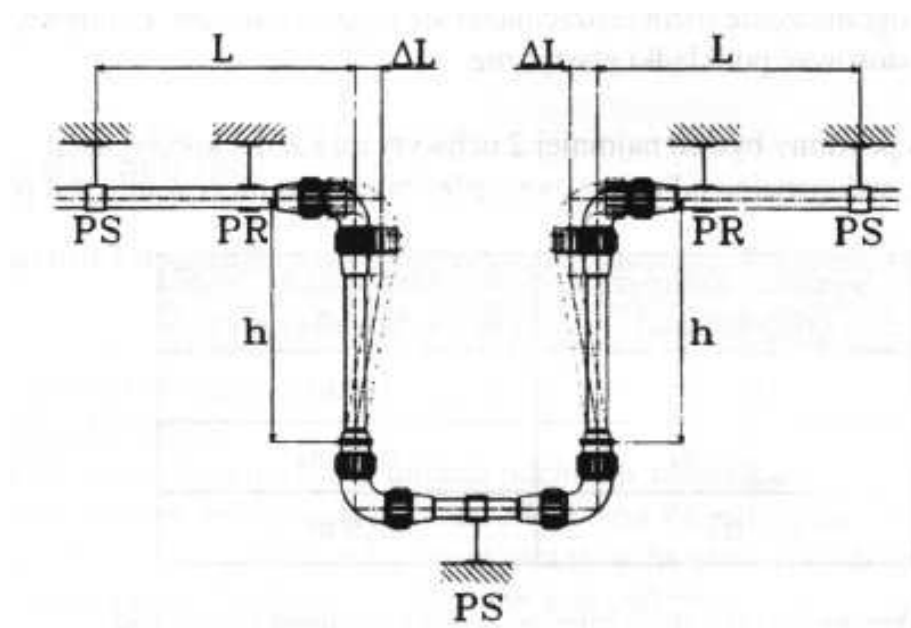
Armaturę zaporową, pomiarową oraz punkty czerpalne w instalacji należy traktować jako punkty stałe. Wiąże się to z koniecznością mocowania jej do konstrukcji budynków. Uchwytów stabilizujących armaturę nie wolno lokalizować bezpośrednio na przewodach PE przy armaturze. Istnieje możliwość zastosowania armatury PE (import) wyposażonej w uchwyty do zamocowania jej na elementach konstrukcyjnych budynku. W innym przypadku należy armaturę wyposażyć w króćce stalowo-ocynkowane celem unieruchomienia na nich uchwytów montażowych.

6.3.5. Przykłady prowadzenia przewodów lokalizacji punktów przesuwnych i stałych oraz stosowania samokompensacji.

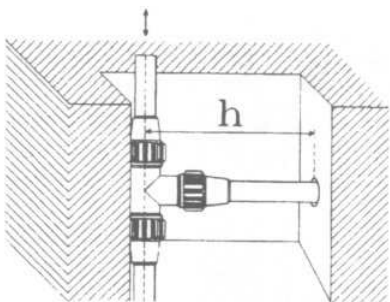
Odległość pomiędzy podporami, długości ramion kompensacyjnych, uwzględnienie rozszerzalności liniowej, odległości od ścian, przejścia przez przegrody budowlane należy konkretnie dobierać zgodnie z wcześniejszymi zaleceniami w 4.5.2.

Przykład prawidłowej instalacji z zastosowaniem samokompensacji ramieniem giętkim h.

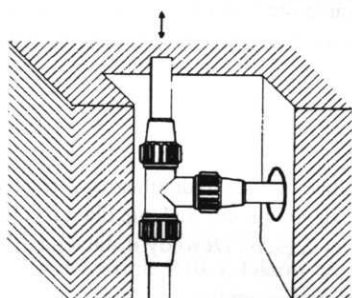
Rysunek 3. Sposób kompensacji przez zastosowanie U – kompensatora.



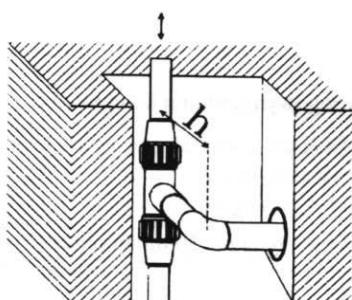
Poniżej przedstawiono 3 sposoby rozwiązywania odejścia z rury zainstalowanej w szybie (pionu).



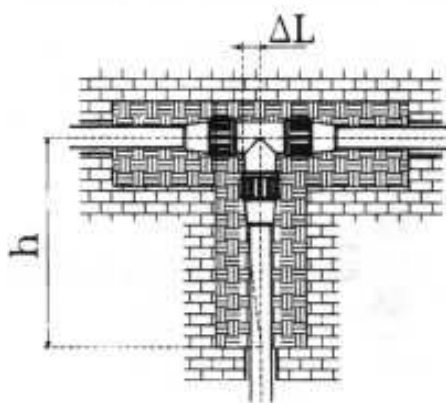
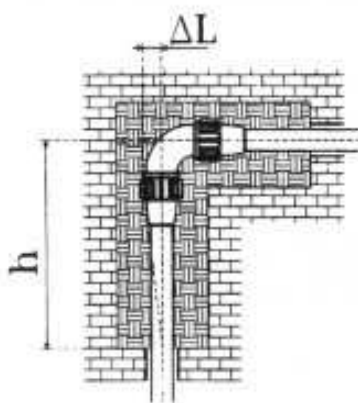
1. Dostatecznie długie ramię „h” uwzględniające możliwość przemieszczeń rury w szybie.



2. Wielkość otworu w ścianie na tyle duża, że przejmuje ruchy wzdłużne rury w szybie.



3. Odejście z przesunięciem rury (h mniejsze niż w przykładzie 1).



Rury w ścianie na całej długości powinny mieć swobodę przesuwania oraz na narożach i odejściach muszą mieć możliwość przemieszczeń, np. przez stworzenie przestrzeni wypełnionej wełną mineralną.

6.3.6. Badanie szczelności instalacji wodociągowej w budynku.

Próbę szczelności złącz oraz wytrzymałości rur należy przeprowadzić metodą hydrauliczną. Z reguły próbę szczelności instalacji wodociągowej przeprowadza się dla całego obiektu, jedynie dla dużych budynków o rozległej instalacji można zrobić to dla oddzielnych jej części. Przewody instalacji należy napęlić wodą i podnieść ciśnienie do wartości:

- a) dla rurociągu o ciśnieniu roboczym do 1 MPa, ciśnienie próby

$$p_p = 1,5 p_r$$

Lecz nie mniejsze niż 1 MPa;

- b) dla rurociągów o ciśnieniu roboczym wyższym niż 1 MPa, ciśnienie próby

$$p_p = p_r + 0,5[MPa]$$

- c) dla rurociągów ułożonych w rurach pod ciekami drogowymi, torami kolejowymi w kanałach i tunelach

$$p_p = 2 p_r$$

Lecz nie mniejsze niż 1 MPa.

Po ustabilizowaniu się ciśnienia na wysokości ciśnienia próbnego należy przez 30 min obserwować przewody i armaturę. W żadnym miejscu nie powinny się ukazać objawy nieszczelności w postaci kropel czy zawilgocenia.

6.4. Płukanie i dezynfekcja.

Wbudowany przewód z rur polietylenowych przed oddaniem go do eksploatacji powinien być poddany dokładnemu przepłukaniu czystą wodą wodociągową przy szybkości przepływowej dostatecznej dla wypłukania zanieczyszczeń mechanicznych, tj. co najmniej 1m/s.

Przewody z rur PE po ich dokładnym przepłukaniu wodą wodociągową nie wymagają zasadniczo dezynfekcji.

7. Standaryzacja parametrów rur ciśnieniowych Ekonomiczne uzasadnienie stosowania rur o wyższym MRS.

Pojawienie się na rynku surowców o coraz lepszych parametrach spowodowało potrzebę wprowadzenia standaryzacji tych parametrów oraz w konsekwencji cech eksploatacyjnych wyprodukowanych z nich rur.

W opracowaniu tym w sposób bardzo skrótowy podjęto próbę przedstawienia tej standaryzacji oraz w drugiej części pokazano korzyści ekonomiczne wynikające ze stosowania nowych surowców, tj. o wyższym MRS na przykładzie rur PE 63 (MRS 6,3) oraz PE 100 (MRS 10).

Idea standaryzacji polega na sprawdzeniu wszystkich parametrów do dziedziny liczb należących do szeregu Renarda,

[tj. R10 {1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0} lub dla $(\sqrt[10]{10})^n$ $n=0 \div 10$].

Iloczyn liczb Renarda jest liczbą R10 co daje możliwość zmniejszenia do minimum możliwości pojawienia się nowych wartości jako wynik iloczynu lub ilorazu parametrów.

Ponieważ podstawowa zależność pomiędzy parametrami geometrycznymi rury wyraża się wzorem :

$$\delta = PN \times S \text{ [MPa]}$$

gdzie: S – bezwymiarowa liczba związana z geometrią rury $S = \frac{d_n - e_n}{2e_n}$

PN – ciśnienie znamionowe wyrażone w MPa należą zgodnie z ISO 161/1 do R10.

Również zależność opisująca własności wytrzymałościowe materiału tj. $\delta = \frac{MRS}{C}$. Pozwala

poruszać się tylko w dziedzinie R10. Z faktów tych wynika, możliwość przedstawienia w sposób przejrzysty wszystkich możliwości kombinacji parametrów projektowych (C), materiałowych (MRS), konstrukcyjnych (S) i wytrzymałościowych (PN) (rys. 3).

Uporządkowany tabularyczny wykaz parametrów jest uniwersalny i pozwala dobrać odpowiedni materiał przy zadanym współczynniku projektowym $C \geq 1,25$ (dla gazu $C \geq 2$) wyznaczyć naprężenie zredukowane δ , a następnie dla oczekiwanego ciśnienia znamionowego PN wyznaczyć konstrukcję rury – liczbę S ($SDR 11 = 2S + 1$).

Dwie linie przerywane na wykazie z rys. 3 reprezentują dwie rury o identycznym ciśnieniu znamionowych $PN = 10$ bar i współczynniku projektowym $C = 1,25$. Pierwsza rura z PE 63 ($MRS 6,3$) jest w szeregu $S = 5$ ($SDR = 11$) natomiast druga rura z materiału PE 100 ($MRS 10$) jest w szeregu $S = 8$ ($SDR 17$).

Zastosowanie lepszego materiału PE 100 daje ewidentne korzyści wynikające z pocienienia ścianek przy zachowaniu parametrów wytrzymałościowych.

Masa rury PE 63 SDR 11 jest większa od masy rury PE 100 SDR 17 blisko 50%. I chociaż lepszy materiał PE 100 jest droższy od surowca PE 63 o $\sim 25\%$ ostatecznie nowa rura PE 100 jest tańsza o 20% (analogicznie jak rura PE 63 PN 6 jest tańsza o 20% od rury LDPE PN 6).

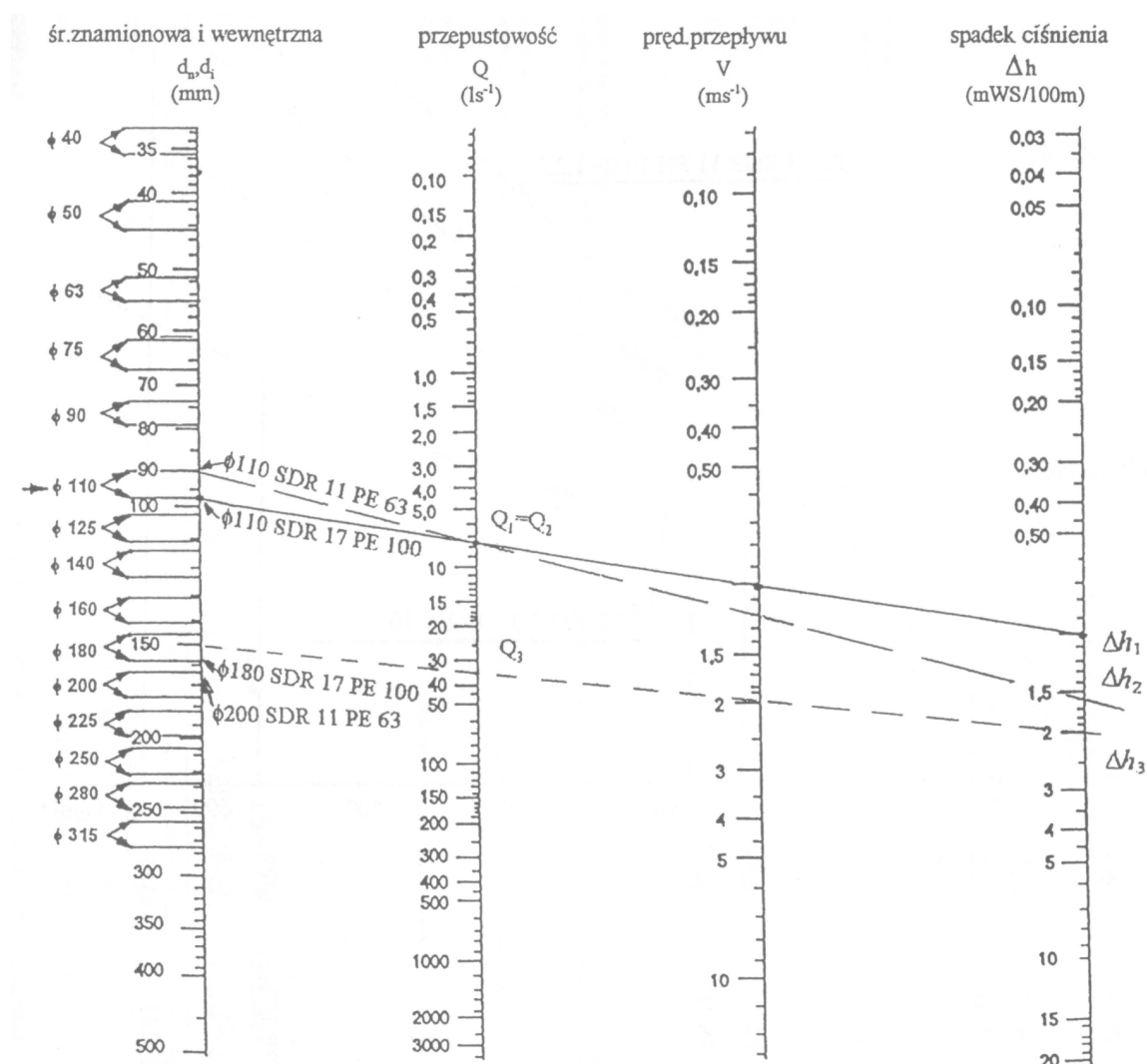
Poza obniżeniem ceny 1 mb rury przez zastosowanie materiału PE 100 uzyskuje się znaczącą poprawę hydrauliki dzięki zwiększaniu jej średnicy wewnętrznej.

[illegible]

Na nomogramie (rys. 4) dwie linie reprezentują dwie rury z materiałów PE 100 SDR 17 i PE 63 SDR 11 dla przykładowej średnicy $\varnothing 110\text{mm}$ (współczynnik projektowy C oraz ciśnienie znamionowe PN identyczne). Widać, że dla tego samego przepływu $7,7\text{ l/s}$ spadek ciśnienia dla rury PE 100 wynosi $\Delta h_1 = 1\text{mWS}/100\text{m}$, a dla rury PE 63 wynosi $\Delta h_2 = 1,6\text{mWS}/100\text{m}$ jest więc o 60% większy dla rury PE63.

Na nomogramie należy za pomocą prostej połączyć punkty z linii średnicy wewnętrznej d_i przepływu Q , prędkości V i spadku ciśnienia Δh . Dla ułatwienia punkty na osi średnic wewnętrznych d_i wskazane są z kolumny średnic znamionowych d_n . Odnośnik górny dotyczy rur szeregu SDR 11 (mniejsze d_i , odnośnik dolny dotyczy rur szeregu SDR 17 (większe d_i).

Rysunek 5. Nomogram z przykładami porównania rur pod względem hydraulicznym.



Innym przykładem może być trzecia linia, kiedy mamy narzucony przepływ 35 l/s i spadek ciśnienia $\Delta h_3 = 2\text{mWS}/100\text{ m}$ dla ciśnienia PN 10 można zaproponować:

rury o $\varnothing 180\text{mm}$ SDR 17 z PE 100 (~40 zł mb)

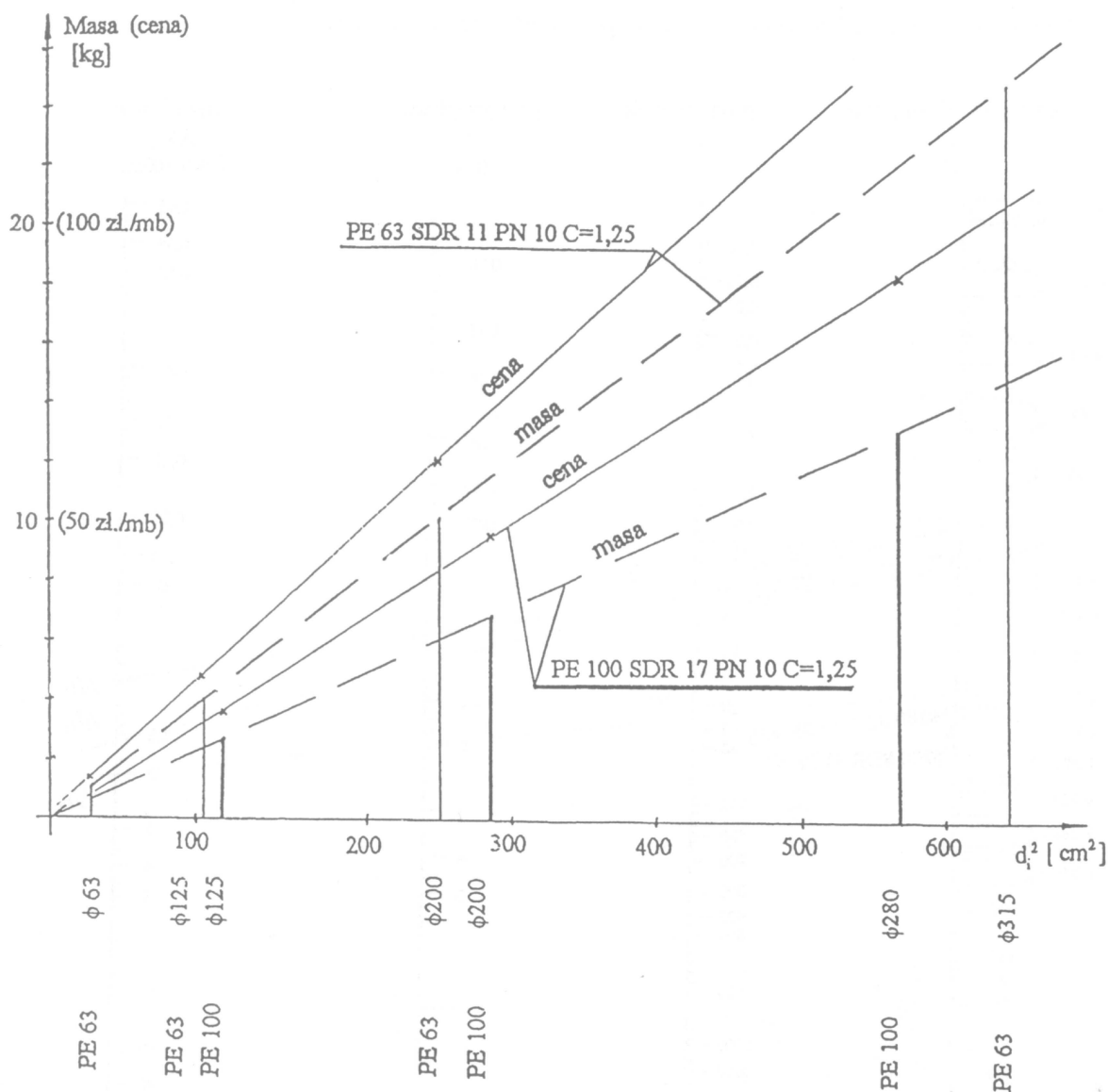
lub o $\varnothing 200\text{mm}$ SDR 11 z PE 63 (~60 zł mb).

Koszty rury (masa rury) jako funkcja kwadratu średnicy wewnętrznej (czyli przepływu Q [l/s] przy założonej stałej prędkości przepływu V [m/s]) przedstawia rysunek nr 5. Tangens kąta

(nachylenia) prostych łączących rury tego samego typu mówi o cenie 1 mb rurociągu dla zapewnienia jednostkowego przepływu (jak widać nie zależy od średnicy rury). Parametr ten jest droższy o 70% dla rur PE 63 w stosunku do rur z PE 100.

Całkiem oddzielnym problemem jest możliwość uzyskania wyższych ciśnień dla PE 100 wg rys. 3 dla $S = 5 - 16\text{bar}$, a dla $S = 4$ nawet 20 bar ciśnień nieosiągalnych dla materiału PE 63.

Rysunek 6. Porównanie masy i ceny rur PE 100 oraz PE 63 dla tych samych ciśnień nominalnych funkcji przekroju czynnego rury.





Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice, skrytka pocztowa 3672
Tel.: 258 163 1÷9 Fax: 259 65 33 e-mail: gig@gig.katowice.pl http://gig.katowice.pl
Rachunek bankowy: BPHPBK S.A. O/Katowice nr 23 1060 0076 0000 3200 0027 5674
Regon 000023461 NIP 634-012-60-16 KRS: 0000090660 GIG jest płatnikiem VAT
Posiadamy wdrożony zintegrowany system zarządzania (jakość, bhp, środowisko) spełniający wymagania norm:
PN-EN ISO 9001:2001 PN-N-18001:2004 PN-EN ISO 14001:1998
certyfikat PCBC nr JBS-54/3/2005



GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA JEST JEDNOSTKĄ NOTYFIKOWANĄ Nr 1453

**ZAKŁAD
INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ**

LABORATORIA AKREDYTOWANE PRZEZ:
POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI
CERTYFIKAT AKREDYTACJI NR
AB 072:

CENTRALNE LABORATORIUM
BADAŃ RUR Z TWORZYW
SZTUCZNYCH

LABORATORIUM
BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI
FIZYKO-CHEMICZNYCH
MATERIAŁÓW NIEMETALOWYCH

LABORATORIUM UZNANE:
UZNANIE II STOPNIA UDT
LB-063/09

CENTRALNE
LABORATORIUM
BADAŃ RUR Z TWORZYW
SZTUCZNYCH

Informacje:
TEL: (0-32) 2592484, 2592644
e-mail:
h.rydarowski@gig.katowice.pl

Katowice 28.04.2006 r.

Opinia Techniczna

**dotycząca możliwości stosowania na terenach objętych
wpływami eksploatacji górniczej**

rur z PE 80 i PE 100

produkcji „ELPLAST+” Sp. z o.o. Jastrzębie Zdrój

Zleceniodawca: „ELPLAST+” Sp. z o.o.

ul. Świerczewskiego 8, 44-336 Jastrzębie Zdrój

Zlecenie: pismo znak: DN/III-2006/684 z dnia: 16.03.2006 r.

Producent: „ELPLAST+” Sp. z o.o.

ul. Świerczewskiego 8, 44-336 Jastrzębie Zdrój

Kierownik Laboratorium:

KIEROWNIK
Centralnego Laboratorium
Badań Rur z Tworzyw Sztucznych
.....
dr inż. Kazimierz Walczak
(pieczęć i podpis)

Kierownik Zakładu:

KIEROWNIK
Zakładu Inżynierii Materiałowej
Głównego Instytutu Górniczego
.....
dr inż. Henryk Rydarowski
(pieczęć i podpis)

Egzemplarz nr 2



ZINTEGROWANY INSTYTUT NAUKOWO-TECHNOLOGICZNY

Paliwa-Bezpieczeństwo-Środowisko

Literatura – normy.

1. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Rurociągów z Tworzyw Sztucznych – A. Pusz (Gliwice 1996r.)
2. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. – o wyrobach budowlanych. Dz.U. 2004 nr 92 poz.881. z późniejszymi zmianami.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. - w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem
4. budowlanym (Dz. U. z 2004r. nr 198 poz. 2041)

PN-EN 12201-1:2004	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody. Polietylen (PE). Część 1: Wymagania ogólne.
PN-EN 12201-2:2004	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody. Polietylen (PE). Część 2: Rury.
PN-EN 12201-3:2004	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody. Polietylen (PE). Część 3: Kształtki.
PN-EN 12201-5:2004	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody. Polietylen (PE). Część 5: Przydatność do stosowania w systemie.
PN-EN ISO 1167-1:2007	Rury, kształtki i zestawy z termoplastycznych tworzyw sztucznych do przesyłania płynów. Oznaczanie wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne. Część 1: Metoda ogólna
PN-EN ISO 1167-2:2007	Rury, kształtki i zestawy z termoplastycznych tworzyw sztucznych do przesyłania płynów. Oznaczanie wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne. Część 2: Przygotowanie próbek do badań w postaci rur.
PN-ENV 12108:2002	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Zalecenia dotyczące wykonania instalacji ciśnieniowych systemów przewodów rurowych do przesyłania ciepłej i zimnej wody pitnej wewnątrz konstrukcji budowli.
PN-ENV 1046:2007	Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków. Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią
PN-EN ISO 12162:2010	Materiały termoplastyczne do wytwarzania rur i kształtek do zastosowań ciśnieniowych. Klasyfikacja, oznaczenie oraz współczynnik projektowy.
PN-EN 1295-1:2002	Obliczenia statyczne rurociągów ułożonych w ziemi w różnych warunkach obciążenia. Część 1. Wymagania ogólne.
PN-EN 1717:2003	Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociagowych rurociągów ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczaniu przez przepływ zwrotny.
PN-EN 805:2002/Ap1: 2006	Zaopatrzenie w wodę. Wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych.
PN-86/B-02480	Grunty budowlane – Podział, nazwy, symbole i określenia.
PN-B-06050:1999	Geotechnika – Roboty ziemne – Wymagania ogólne.
PN-B-10725:1997	Wodociągi – Przewody zewnętrzne – Wymagania i badania.