

Jerzy KRASOŃ

SPYRA-PRIMO Poland Sp. z o.o.

ul. Darwina 8, 43-190 Mikołów, woj. śląskie

tel.: 32/ 330-09-30, fax: 32/330-09-31

e-mail: spyraprimo@spyraprimo.pl

## Trójwarstwowe rury z PE-HD do przesyłania wody

*Rurociągom do przesyłania wody pitnej stawiane są szczególne wymagania nie tylko w okresie eksploatacji ale także w czasie układania rurociągu i w trakcie trwania prac montażowych. Do wytwarzania rur do instalacji zimnej i gorącej wody stosowany jest sieciowany polietylen, oznaczany PE-X. Najnowszą tendencją jest wytwarzanie rur trójwarstwowych, przy czym warstwa zewnętrzna spełnia, zasadniczo, rolę ochronną. W rezultacie, otrzymuje się rury trójwarstwowe o warstwie zewnętrznej i wewnętrznej wykonanej z PE typ 100 RC w kolorze niebieskim oraz warstwie wewnętrznej wykonanej z PE 100 RC w kolorze czarnym. W artykule zredagowanym w firmie SPYRA Primo Poland w Mikołowie (woj. śląskie) przedstawiono trójwarstwowe rury z PE oraz wyniki badań wybranych właściwości tych rur. Badania wykonano wg PN-EN 12201-2:2004 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody – Polietylen (PE) Część 2.*

### THREE-LAYER PE-HD PIPES FOR WATER TRANSPORT.

*Pipelines for potable water have to meet specific requirements not only during their exploitation time but also during the whole time of the pipe-laying and assembling works. Cross linked polyethylene marked as PE-X is used for production of pipes for cold and hot water system. The newest trends is manufacturing of three-layer pipes with the external layer basically playing a role of protecting layer. As a result three-layer pipes of external and internal layer made of PE type 100 RC in blue colour and the middle layer made of PE type 100 RC in black colour are obtained. In the article by SPYRA Primo Poland in Mikołów (Silesia region) three-layer PE pipes were presented together with test results of selected properties of these pipes. Tests were performed according to PN-EN 12201-2:2004 Plastic pipelines systems for water transport – Polyethylene (PE) Part 2.*

Na rynku europejskim obserwuje się zwiększony popyt na polietylen wysokiej gęstości (PE-HD) typu 100 stosowany do produkcji rur ciśnieniowych oraz do różnych innych zastosowań. Od 1999 roku rok rocznie stosuje się więcej tego polietylenu (PE 100) w ilości od kilku do kilkunastu procent przy równoczesnym spadku zainteresowania polietylenem typ 80. Według przewidywań analityków w kolejnych latach popyt na PE 80 ustabilizuje się i z tego tworzywa będą wykonywane systemy rurowe, w których nie wymagane będą wysokie ciśnienia. Jest to bowiem dobry, tani, elastyczny materiał dla systemów rurowych wodnych i kanalizacyjnych, z którego wykonywane są instalacje

np. dla domów jednorodzinnych lub mniejszych budynków. Pomimo wzrostu zainteresowania rurami z PE 100 europejscy producenci rur mają stale na uwadze potanie swoich produktów i osiągają to między innymi przez instalowanie nowych wydajniejszych linii produkcyjnych.

Polietylen typ 100 jest z kolei doskonałym surowcem dla wykonywania m.in. rur do transportu gazu i z tych zastosowań powoli wypiera rury stalowe. Aktualnie w Europie Zachodniej systemy rur z PE zalecane są przy wymianie starych rurociągów stalowych do gazu.

Rury z PE-HD (z polietylenu wysokiej gęstości) charakteryzują się lekkością, elastycz-

nością, łatwym montażem i niższą ceną w porównaniu do materiałów tradycyjnych (np. żeliwo, kamionka); ich odporność na korozję, gładkość, niska przyczepność substancji obcych mogących występować w transportowanej wodzie ograniczają powstawanie wewnątrz rurociągu swoistego „biofilmu” prowadzącego do skażenia wody.

Szczególne wymagania stawiane są, ze zrozumiałych względów, rurociągom do przesyłania wody pitnej. Żaden z elementów systemu przewodów rurowych wykonanych zarówno z tworzyw polimerowych (sztucznych), jak i z innych materiałów, które są w stałym lub czasowym kontakcie z wodą przeznaczoną do spożycia, nie może wywierać negatywnego wpływu na jakość wody pitnej i spełniać musi wymogi higieniczne obowiązujące w odpowiednich przepisach.

Stosowanie do transportu wody sieci wykonanych z rur i kształtek z polietylenu jest w tym odniesieniu bardzo efektywne. Są to ponadto rury zalecane do transportu wody i ścieków na terenach narażonych na wstrząsy sejsmiczne i na terenach szkód górniczych.

Rury z polietylenu mogą być łączone przy wykorzystaniu takich technik jak:

- zgrzewanie czołowe, stosowane głównie do rur o średnicach powyżej 63 mm
- zgrzewanie elektrooporowe, przede wszystkim dla średnic poniżej 110 mm
- połączenia zaciskowe (dla rur wodnych specjalnymi złączkami, dla rur gazowych przy pomocy tzw. kształtek przejściowych)
- połączenia kołnierzowe przy zastosowaniu tulei kołnierzowych.

### **Materiały do wytwarzania rur**

W firmie SPYRA-PRIMO omawiane rury wytwarzane są, zasadniczo, z dwóch typów polietylenu wysokiej gęstości tj. PE HD (oznaczane też HD PE) typ 80 oraz PE typ 100.

Firma produkuje rury osłonowe kabli energetycznych i telekomunikacyjnych, do przesyłania wody, do gazu oraz do innych zastosowań.

Podstawowe właściwości fizyczne polietylenów stosowanych w firmie SPYRA PRIMO do wytwarzania szerokiego asortymentu rur do różnego rodzaju osłon kablowych:

- gęstość >941 kg/m<sup>3</sup>
- MFR 190/5 0,3÷1,3 g/10 min (wskaźnik szybkości płynięcia)
- temperatura eksploatacji -25÷90 °C (w niektórych zastosowaniach -40÷90 °C).

Podstawowe właściwości fizyczne polietylenów stosowanych w firmie SPYRA PRIMO do wytwarzania rur do wody:

- gęstość >930 kg/m<sup>3</sup>
- MFR dla grupy 005 wynosi 0,2÷0,7 g/10 min (190/5) (wskaźnik szybkości płynięcia)
- MFR dla grupy 010 wynosi 0,7÷1,3 g/10 min (190/5) (wskaźnik szybkości płynięcia)
- temperatura eksploatacji -25÷90 °C.

Wskaźnik szybkości płynięcia oznaczany angielskim skrótem MFR to masa tworzywa wyciśnięta przez kapilarę o określonej średnicy przy obciążeniu tłoka najczęściej siłą 50 N w temperaturze 190 °C w czasie 10 minut.

Znajomość wskaźnika jest szczególnie ważna w odniesieniu do metody łączenia rur przez zgrzewanie. Łączenie elementów rurociągu wykonanych z materiałów o zbliżonych wielkościach MFR daje gwarancję odpowiedniej jakości tych złącz.

Porównanie wielkości MFR surowca (granulatu PE) z wielkościami MFR oznaczonymi dla gotowego wyrobu (tj. rury) pozwala na określenie wielkości zmian w strukturze polimeru wywołanych procesem przetwórstwa (tj. procesem produkcji rury).

Dla poszczególnych zastosowań rur obowiązują szczegółowe przepisy i normy. Szczegółowe wymagania dotyczą zarówno surowca do wytworzenia rur, procesu technologicznego produkcji oraz gotowych wyrobów.

### **Istotne parametry oraz specyficzne cechy fizyczne i mechaniczne rur z PE**

Standardowe wymagania dotyczące samego tworzywa polietylenowego i wymaganych badań rur ciśnieniowych do wody użytkowej

Tabela 1.

Badana właściwość	Wymaganie	Parametry badania		Metoda
Wygląd	Powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne rur czyste, pozbawione wad powierzchniowych, porów i wgłębień	Zgodne z wymaganiami		PN-EN 13244-1,2
Barwa, cechowanie	Rury powinny mieć barwę czarną lub czarną z niebieskimi paskami. Rury powinny być trwale i czytelnie oznakowane w taki sposób aby oznakowanie to nie powodowało uszkodzeń i było trwałe w transporcie i robotach ziemnych	Zgodne z wymaganiami		PN-EN 13244-2
Wymiary	Średnice zewnętrzne, grubości ścianek, owalność rur	Zgodne z wymaganiami		PN-EN 13244-2
Gęstość tworzywa	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	23°C		ISO 1183
Zawartość sadzy	Od 2-2,5 ułamka masowego	Zgodne z ISO 6964		ISO 6964
Zdyspergowanie sadzy	Stopień $\leq 3$	Zgodne z ISO 18553		ISO 18553
Zawartość wody	$\leq 300 \text{ mg/kg}$	Zgodne z PN-EN 12118		PN-EN 12118
Czas indukcji utleniania	$\geq 20 \text{ min}$	Temp. badania 200°C		PN-EN 728
Masowy wskaźnik szybkości płynięcia (MFR) dla PE typ 63, 80, 100	Od 0,2 g/10 min do 1,4 g/10 min, maksymalna odchyłka $\pm 20 \%$ wartości podanej	Temp czas obciążenie	200°C 10 min 5 kg	PN-EN ISO 1133 Warunki T
Wytrzymałość hydrostatyczna w 20°C	Bez uszkodzenia w czasie badania woda/w wodzie	Temp Czas ciśnienie	20°C 100 h zależne od typu PE	PN-EN 921+AC
Wytrzymałość hydrostatyczna w 80°C	Bez uszkodzenia w czasie badania woda/w wodzie	Temp Czas ciśnienie	80°C - 165 h - 1000 h zależne od typu PE	PN-EN 921+AC
Wytrzymałość na rozciąganie zgrzewu doczołowego	Badanie do uszkodzenia Plastyczne przechodzi Krucze nie przechodzi	Temp. Średn. rury	23°C 110 mm	PN-ISO 13953
Powolny wzrost pęknięć	Brak uszkodzenia w trakcie badania woda/w wodzie	Temp. Ciśnienie czas	80°C zależne od typu PE 165 h	PN-EN ISO 13479
Odporność na szybką propagację pęknięć	Zatrzymane	Temp Ciśnienie	0 °C zależne od typu PE	PN-EN ISO 13478(FST)

Właściwości tworzywa i wymagania stawiane rurom z PE wg PN-EN 13244-1, 2: 2004. *Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do ciśnieniowych rurociągów do wody użytkowej i kanalizacji deszczowej oraz sanitarnej, układane pod ziemią i nad ziemią. Polietylen (PE) część 1: Wymagania ogólne. Część 2: Rury*

i kanalizacji ciśnieniowej deszczowej i sanitarnej przedstawiono w tabeli 1.

Sytuacja w Polsce związana z zapotrzebowaniem na rury i systemy ich połączeń prze-

znaczona dla wodociągów i kanalizacji, jest odbiciem ogólnych tendencji w Europie i świecie.

Przyjęte w firmie SPYRA PRIMO dopuszczalne (maksymalne) ciśnienie robocze w rurow-

ciągu, w temperaturze 20 °C równe jest ciśnieniu nominalnemu PN i wynosi:

- dla przewodów wodociągowych wykonanych z PE typu 80 (w kolorze jasnoniebieskim):
  - dla szeregu SDR<sup>1)</sup> 11 – 1,25 MPa
  - dla szeregu SDR 17,1 – 0,80 MPa
  - dla szeregu SDR 13,6 – 1,00 MPa
  - dla szeregu SDR 21 – 0,63 MPa
- dla przewodów wodociągowych wykonanych z PE typ 100 (w kolorze ciemnoniebieskim):
  - dla szeregu SDR 11 – 1,60 MPa
  - dla szeregu SDR 17 – 1,00 MPa
  - dla szeregu SDR 26 – 0,60 MPa
- dla rur gazowych z PE typ 80 (w kolorze żółtym):
  - dla szeregu SDR 11 – 0,4 MPa
  - dla szeregu SDR 17,6 – 0,1 MPa
- dla rur gazowych z PE typ 100 (w kolorze pomarańczowym):
  - dla szeregu SDR 11 – 0,7 MPa
  - dla szeregu SDR 17,6 – 0,4 MPa
  - dla szeregu SDR 26 – 0,1 MPa

Gdy spodziewana temperatura eksploatacji rury (rurociągu) mieścić się będzie w granicach 20 – 40 °C należy ocenić jej wpływ na wielkość dopuszczalnego (maksymalnego) ciśnienia roboczego. Gdy spodziewane są temperatury powyżej 40 °C zaleca się zasięgnąć informacji u producenta.

Wymagania dotyczące wyrobów z tworzyw stosowanych w budownictwie, w tym dla rur z polietylenu określono także w Dyrektywie 89/106 EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. z późniejszymi zmianami wprowadzonymi Dyrektywą RADY 93/68/EWG z dnia 22 lipca 1993 r.

### Trójwarstwowe rury z PE wytwarzane w firmie „SPYRAPRIMO”

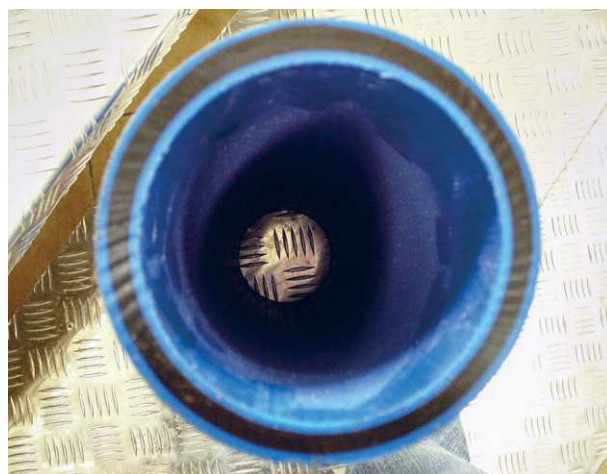
Do wytwarzania rur do instalacji zimnej i gorącej wody stosowany jest sieciowany (nadtlenkami, związkami azowymi, silanami lub wiązką elektronów) polietylen, oznaczany PE-X. Sieciowanie zmienia strukturę chemiczną tworzywa w taki sposób, że łańcuchy poli-

meru łączą się jeden z drugim za pomocą wiązań chemicznych tworząc trójwymiarową sieć. Rury takie znajdują zastosowanie do instalacji gorącej wody w ogrzewaniu domów oraz jako rurki stosowane w instalacjach ogrzewania podłogowego pod ciśnieniem i o temperaturach projektowych, zgodnych z klasami zastosowań.

Taki materiał zastosowano w Firmie do wyprodukowania nowego asortymentu rur tj. rur trójwarstwowych, w których materiał z sieciowanego PE stanowi warstwę środkową. Warstwę środkową można także wykonać z tzw. „nawrotu technologicznego” tj. ze starannie wyselekcjonowanego „przemiału” rozdrobionych rur z PE-X.

Trójwarstwowe rury wytwarza się na specjalnej linii technologicznej wyposażonej w trzy wylączarki oraz w specjalną głowicę. Wylączarki zasilane są, odpowiednio, dwoma rodzajami tworzywa. W rezultacie, otrzymuje się rury trójwarstwowe o warstwie zewnętrznej i wewnętrznej wykonanej z PE typ 100 RC w kolorze niebieskim oraz warstwie wewnętrznej wykonanej z PE 100 RC w kolorze czarnym. Wygląd trójwarstwowej rury przedstawiono na rys. 1.

Rury trójwarstwowe poddano zalecanej przez odpowiednią normę (PN-EN 12201-2) procedurze badawczej, w ramach której przeprowadzono m.in. badania ciśnieniowe (hydrostatyczne) w stałej temperaturze.



Rys. 1. Rura trójwarstwowa

**Tabela 2. Wyniki badania rur z PE do przesyłania wody**

L.p.	Rodzaj badania	Metoda badania	Wymagania	Wynik badania
1.	Wygląd zewnętrzny	PN-EN 12201-2:2004 p. 5.1	powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne gładkie, czyste, pozbawione porów, wgłębień i innych wad powierzchniowych	Zgodny z wymaganiami
2.	Barwa	PN-EN 12201-2:2004 p. 5.2	niebieska lub czarna z niebieskimi paskami	Zgodna w wymaganiami
3.	Cechowanie	PN-EN 12201-2:2004 p. 11	nadruk trwały i czytelny, zawierający informacje o producencie i wyrobie	Zgodne z wymaganiami
4.	Wymiary geometryczne, mm a) Średnica – nominalna średnica zewnętrzna, dn – średnia średnica zewnętrzna dem, mm dem,min mm dem,max mm – owalność mm b) Grubość ścianki emin, mm emax, mm	PN-EN 12201-2:2004	Tablica 1,2	110 110,37 110,0 110,7 1,8 10,60 11,10 Wymiary zgodne
5.	Gęstość, kg/m <sup>3</sup>	PN-EN ISO 1183-1: 2006	≥930	939
6.	Zdyspergowanie sadzy	PN-ISO 18553:2002	Stopień ≤ 3	2,7
7.	Zawartość części lotnych, mg/kg	PN-EN 12099:2002	≤350	133,14
8.	Czas indukcji utlenienia, min	PN- ISO 728:1999	≥20	spełnia wymagania (50)
9.	Masowy wskaźnik szybkości płynięcia (MFR) 190°C/5 kg g/10 min; granulat nieb. granulat czarny rura	PN-EN ISO 1133:1999	od 0,2 do 1, 4  zmiana wywołana przetwórstwem mniejsza niż 20%	0,29 0,29 0,27 6,9
10.	Wydłużenie przy zerwaniu, %	PN-EN ISO 6259-1:2003	>350	813
11.	Wytrzymałość hydrostatyczna 20 °C, 100 h, s = 12,4 MPa 80 °C, 165 h, s = 5,4 MPa 80 °C, 1000 h, s = 5,0 MPa	PN-EN ISO 1167/1-4/2007	PN-EN 12201-2:2004 p.7.2 bez uszkodzenia w trakcie próby	bez uszkodzeń w trakcie próby

Przebadano 6 odcinków trójwarstwowych rur z PE, materiał Borstar® HE3494-LS-H (warstwa zewnętrzna i wewnętrzna) w standardowym kolorze niebieskim, oraz z PE, materiał Borstar®HE3490-LS-H, w kolorze czarnym, warstwa wewnętrzna.

Badaniom poddano także granulat, z którego wyłoczone zostały poszczególne warstwy rury tj. granulat w kolorze niebieskim, materiał Borstar®HE3494-LS oraz w kolorze czarnym, materiał Borstar®HE3490-LS-H.

### Badania rur trójwarstwowych z PE

#### Opis badania:

Wykonano badania wg PN-EN 12201-2:2004 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody – Polietylen (PE) Część 2: Rury, w zakresie:

- wygląd zewnętrzny, barwa, cechowanie, wymiary wg PN-EN 12201-2:2004 pkt.5.1; 5.2; 6 i pkt. 11
- gęstość wg PN-EN ISO wg 1183-1:2006

- zdyspergowanie sadzy wg PN-ISO 18553:2002
- zawartość części lotnych wg PN-EN 12099:2002
- czas indukcji utlenienia wg PN-ISO 728:1999
- masowy wskaźnik szybkości pływnięcia wg PN-EN ISO 1133:1999
- odporność na ciśnienie wewnętrzne wg PN-EN ISO 1167/1-4/2007
- wydłużenie przy zerwaniu wg PN-EN ISO 6259-1:2003

Wyniki badania zestawiono w tabeli 2.

Wytrzymałość hydrostatyczną przy stałej temperaturze metodą „woda w wodzie” badano przyjmując odpowiednie dla każdej z zadanych temperatur dopuszczalne naprężenie  $\sigma$  (tabela 2. pkt. 9). Korzystając ze stosowanej w tym badaniu zależności:

$$p = \sigma (2e_{\min} / [D_n - e_{\min}]),$$

gdzie:

$\sigma$  – dopuszczalne naprężenie w ściance rury

$e_{\min}$  – minimalna zmierzona grubość ścianki rury

$D_n$  – średnica nominalna rury

obliczono wielkość ciśnienia, jakie należy przyłożyć do rury w trakcie badania dla poszczególnych czasów trwania próby (100, 165 i 1000 godz.). I tak, dla

- $s_{20} = 12,4$  MPa i dla 100 godz. ciśnienie  $p_{20} = 2,63$  MPa
- $s_{80} = 5,4$  MPa i 165 godz. ciśnienie  $p_{80} = 1,14$  MPa

- $s_{80}' = 5,0$  MPa i 1000 godz. ciśnienie  $p_{80}' = 1,06$  MPa

Jak wykazano w tabeli 2 trójwarstwowe rury z PE spełniają wymagania normy PN-EN 12201-2 i wszystkie przewidziane normą badania dały zdecydowanie pozytywne wyniki.

### Podsumowanie

Produkcja rur z PE-HD rozwija się systematycznie w Europie i w Polsce. Szacuje się, że na koniec 2005 r. w Europie produkcja rur wzrosła nieznacznie w stosunku do 2003 roku i wyniosła 2,5 miliona ton. Poli(chlorek winylu) z ilością 1,3 miliona ton rocznie pozostaje nadal pierwszym tworzywem w produkcji rur, lecz polietylen z 38% udziałem na rynku powoli „odbiera” mu to miejsce.

Firma „SPYRA PRIMO” wytwarza rury z PE w szerokim zakresie średnic do montowania rurociągów podziemnych ciśnieniowych i bezciśnieniowych, do wody wodociągowej (zwanej też wodą użytkową) tj. wody pitnej uzdatnionej lub nieuzdatnionej a także wody dla zastosowań przemysłowych, do nawadniania, wód opadowych (woda deszczowa), ścieków (oczyszczonych i nieoczyszczonych), do paliw gazowych a także rury dla telekomunikacji i energetyki służące jako osłony dla kabli i przewodów.