

# RURY POLIETYLENOWE PE100RC TWINGAM ZGODNE Z PAS 1075 do budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych

## Wprowadzenie

Nowe rodzaje surowca oraz nowe konstrukcje rur z PE, zaspokajają aktualne potrzeby rynkowe oraz przyczyniły się do wprowadzenia bardziej ekonomicznych technologii ich posadawiania. Tym rozwiązaniem są rury polietylenowe wykonane z surowca klasy PE100RC (Resistant to Crack) przeznaczone do alternatywnych technik układania (posadawiania) rur.

## Co to jest PAS 1075:2009-04

Rury z polietylenu (PE100RC) dla alternatywnych technik układania. Wymagania techniczne i badania (PAS – Publicly Available Specification). To zestaw zaleceń, wymagań i badań, które potwierdzają ich odporność na skutki zarysowań i obciążeń punktowych, mogących powstawać w wyniku budowy sieci w gruncie rodzimym bez stosowania podsypki i obsypki oraz do budowy i renowacji sieci metodami tradycyjnymi i bezwykopowymi.

Sytuacje wywołujące zjawisko propagacji pęknięć w rurach polietylenowych

1. Zarysowania lub nacięcia zewnętrznej powierzchni rury powstałe przed instalacją (niewłaściwe składowanie, transport) lub w czasie montażu. (Powszechna zasada – rura z uszkodzeniami zewnętrznej powierzchni sięgającej głębiej niż 10% grubości ścianki nie powinna być instalowana ze względów bezpieczeństwa).

2. „Naciski punktowe” – bezpośredni kontakt z zewnętrzną powierzchnią rury twardego (ostrego) elementu (np. kamienia), który jest przyczyną powstawania w ściance rury dodatkowych naprężeń. Wraz z upływem czasu, po przeciwnej stronie ścianki rury w wyniku jednoczesnego powstawania naprężeń od ciśnienia wewnętrznego, zewnętrznego i naprężeń od nacisku elementu zostaje zainicjowane pęknięcie, które propaguje z postępem czasu. Na zjawiska propagacji pęknięć rury PE100RC „TWINGAM” są odporniejsze od klasycznych rur PE100.

## Charakterystyka rur „TWINGAM” z PE100RC

Wyniki badań rur „TWINGAM” prowadzonych w instytucie Hessel Ingenieurtechnik GmbH oraz w INiG Kraków potwierdziły ich wyjątkową odporność na skutki zary-

sowań oraz obciążeń punktowych mogących powstać w wyniku bezwykopowego układania rur lub prowadzenia prac montażowych.

Charakterystyka badań wykonywanych zgodnie z wymaganiami specyfikacji PAS (Publicly Available Specification) 1075:2009-04 przez Instytut Hessel Ingenieurtechnik GmbH zostały potwierdzone zestawem Certyfikatów wydanych przez INSTYTUT „DIN CERTCO” w zależności od typu rury, zakresu średnic jak i jej przeznaczenia (sieć wodociągowa, gazowa czy kanalizacyjna).

## Zalety rur PE100RC „TWINGAM” oraz zastosowania ich w metodach wykopowych i bezwykopowych:

- ekonomiczne układanie bez podsypki piaskowej w technologii wykopowej,
- dużo większa odporność na obciążenia punktowe i zarysowania oraz karby i związana z tym duża odporność na zjawiska propagacji pęknięć,
- zastosowanie w technologiach bezwykopowych bez ryzyka uszkodzenia rury,

zapewnienie znacznych oszczędności w inwestycji w porównaniu do tradycyjnych metod wykopowych,

- brak utrudnień w ruchu drogowym, oraz zminimalizowanie utrudnień w ruchu pojazdów,
- mniejsze oddziaływanie na środowisko,
- obniżenie kosztów poprzez wyeliminowanie części robót, takich jak: wykonywanie wykopów, zasypywanie, wymianę gruntu, zagęszczanie,
- skrócenie czasu montażu, prac wykonawczych,
- ograniczenie do minimum powierzchni wykopu,
- najmniejszy stopień ingerencji w infrastrukturę,
- możliwość wykorzystania istniejących tras przewodów,
- wzrost bezpieczeństwa robót,
- mniejsza możliwość uszkodzenia już istniejących sieci podziemnych znajdujących się w pobliżu budowanego rurociągu,
- odwodnienia wymagają tylko wykopy początkowe i końcowe, a nie cała trasa nowego rurociągu,
- większa trwałość konstrukcji.



Mniejsza elastyczność i odporność na uszkodzenia przy naprężeniach punktowych.

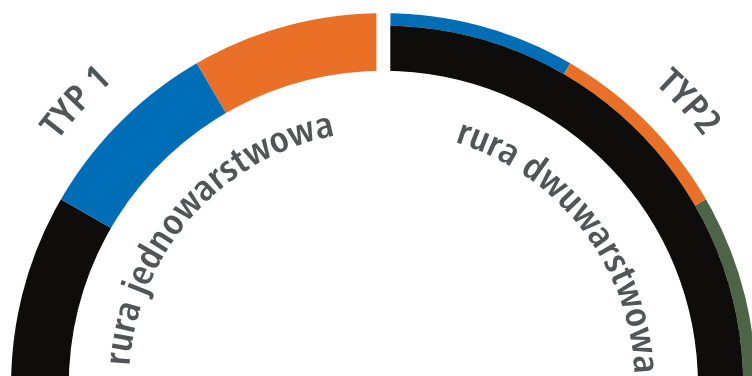
Zwiększona elastyczność i odporność na uszkodzenia przy naprężeniach punktowych.



## Konstrukcja rur PE100RC „TWINGAM” i jej typy.

Polietylenowa rura TWINGAM może być wykonana jako rura jednowarstwowa, której ścianka wykonana jest w całości z surowca PE100RC tzw. TYP 1 lub alternatywnie jako rura dwuwarstwowa gdzie warstwy tworzywa połączone są molekularnie - TYP 2. Rury „TWINGAM” wykonywane są z surowca klasy PE100RC o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych. Surowiec typu PE100RC to materiał o wysokiej odporności na propagację pęknięć oraz obciążenia punktowe. Surowiec oraz wyrób (rura) poddawany jest specjalistycznym badaniom zgodnymi z wymogami PAS 1075 takimi jak:

- Test punktowego obciążenia PLT dr. Hessela
- Test FNCT (Full Notch Creep Test) / ACT
- Odporność na powolną propagację pęknięć (Notch Test)



## Przeznaczenie, klasa ciśnień, typy, kolorystyka i rodzaje zastosowań rur klasy PE100RC „TWINGAM” zgodne z certyfikatem PAS 1075.

### Asortyment produkcji:

#### Sieci gazowe:

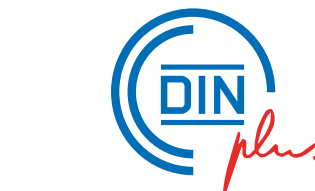
Do budowy sieci gazowych rury „TWINGAM” produkowane są w typie 1 jako rury jednowarstwowe w kolorze pomarańczowym w zakresie średnic 20 – 63 mm oraz w typie 2 jako rury dwuwarstwowe, gdzie warstwa wewnętrzna rury wykonana jest w kolorze czarnym, a warstwa zewnętrzna w kolorze pomarańczowym (identyfikacyjnym) w zakresie średnic 25–630 mm do budowy sieci niskiego i średniego ciśnienia do 0,5 MPa oraz do budowy sieci gazowych podwyższonego ciśnienia do 1 MPa w tradycyjnych i alternatywnych technikach budowy gazociągów z wyłączeniem techniki Berstlingu.

#### Wodociągi:

Rury „TWINGAM” przeznaczone są do budowy instalacji i sieci wodociągowych. Produkowane są jako rury jednowarstwowe w kolorze granatowym w zakresie średnic 20 – 63 mm jako typ 1, oraz w typie 2 jako rury dwuwarstwowe, gdzie warstwa wewnętrzna rury wykonana jest w kolorze czarnym, a warstwa zewnętrzna w kolorze granatowym (identyfikacyjnym) w zakresie średnic 32–800 mm, dla klas ciśnienia PN16 (SDR11) i PN 10 (SDR17).

#### Kanalizacje:

Do budowy sieci i instalacji kanalizacyjnych ciśnieniowych, podciśnieniowych i grawitacyjnych produkowane są rury „TWINGAM” klasy PE100RC jako rury w typie 1 w kolorze



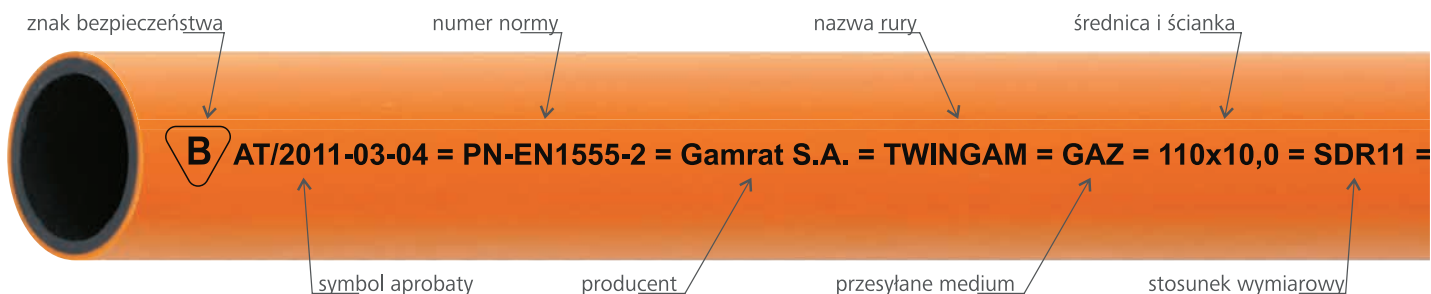
### Dopuszczenia i certyfikaty:

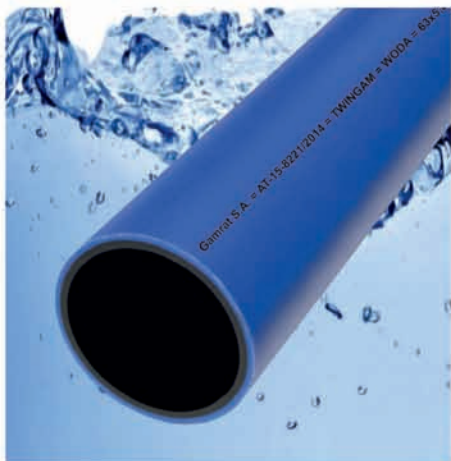
1. Certyfikaty Zgodności wyrobu z wymaganiami PAS 1075 wydany przez DIN CERTCO na podstawie wyników badań z Instytutu Hessel Ingenieurtechnik GmbH w zależności od przeznaczenia zakresu i średnic.
2. Aprobata techniczna Instytutu Nafty i Gazu dopuszczająca rury PE100RC „TWINGAM” do technologii wykopowych i bezwykopowych oraz podwyższająca ciśnienie robocze do 1 MPa w sieciach gazowych.
3. Opinia Głównego Instytutu Górnictwa Katowice dopuszczająca stosowanie rur na terenach szkód górniczych.
4. Atest PZH dopuszczający rury „TWINGAM” do przesyłania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
5. Aprobata Instytutu Badawczego Dróg i Mostów dopuszczająca rury „TWINGAM” do budowy sieci w inżynierii komunikacyjnej.
6. Aprobata techniczna Instytutu Techniki Budowlanej dopuszczająca rury „Twingam” do stosowania w technologiach bezwykopowych.

czarnym w zakresie średnic 32 – 800 mm lub w typie 2 jako rury dwuwarstwowe, gdzie warstwa wewnętrzna rury wykonana jest w kolorze czarnym, a warstwa zewnętrzna w kolorze zielonym. Rury dwuwarstwowe produkowane są w zakresie średnic od 75 – 630 mm w klasie SDR-ów 11 i 17. Mogą być również stosowane jako rury osłonowe. Technologie połączeń rur i kształtek „TWINGAM” wykonuje się identycznie jak typowe rury PE100. Nie wymagają one usuwania połączonej molekularnie warstwy wyróżnikowej. Średnice rur „TWINGAM” są kompatybilne z innymi rurami PE. Rury produkowane są w oparciu o normy PN EN 12201-2 (woda, kanalizacja) oraz PN EN 1555-2 (sieci gazowe).

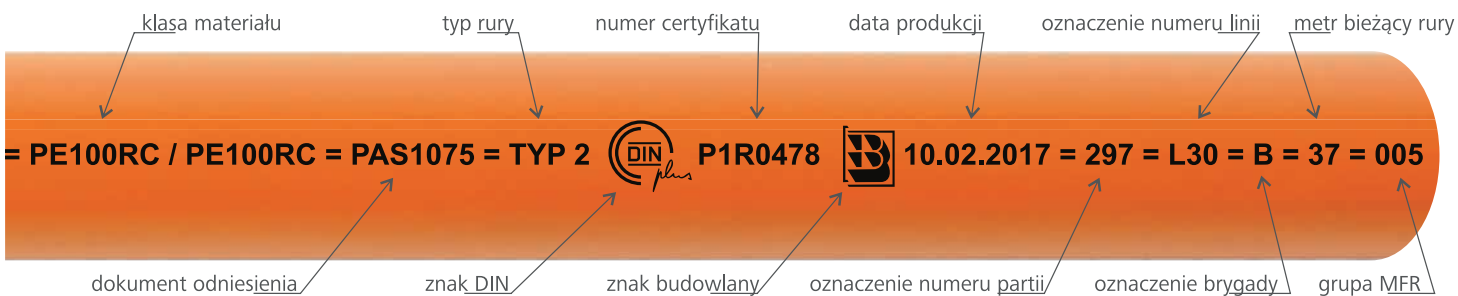
## Cechowanie i pakowanie rur PE100RC zgodnych z PAS 1075

Rury polietylenowe PE100RC z przeznaczeniem do budowy sieci wodociągowych, gazowych czy kanalizacyjnych produkowane są w zakresie średnic 90 – 800 mm w standardowych odcinkach prostych o długości 12 mb i są pakowane w pakiety,





a rury w zakresie średnic 20 – 110 mm zwijane są w kręgi o długościach od 60 do 200 mb w zależności od średnicy rury. Cechowanie (znakowanie rur) odbywa się zgodnie z dokumentami odniesienia z podaniem obowiązujących parametrów wg wzoru:



## Metody wykonywania połączeń dla rur „TWINGAM”

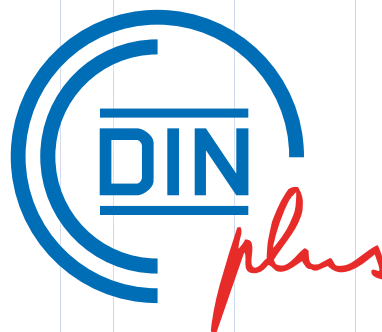
- zgrzewanie doczołowe,
- zgrzewanie przy pomocy złączy elektrooporowych,
- połączenia mechaniczne przy pomocy złączy zaciskowych i złączy kołnierzowych przeznaczonych do rur polietylenowych (z wyłączeniem sieci gazowych).

## Asortyment produkcji:



### RURY PE100RC "TWINGAM" GAZ

SDR 11					SDR 17					SDR 17,6				
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)
811110102	1	20 x 3,0	pomarańczowa	0,16										
811110103	1	25 x 3,0		0,21										
811110104	1	32 x 3,0		0,28										
811110105	1	40 x 3,7		0,43										
811110106	1	50 x 4,6		0,66										
811110107	1	63 x 5,8		1,05										
841140103	2	25 x 3,0		pomarańczowo - czarna	0,21									
841140104	2	32 x 3,0	0,28											
841140105	2	40 x 3,7	0,43											
841140106	2	50 x 4,6	0,66											
841140107	2	63 x 5,8	1,05											
841140108	2	75 x 6,8	1,45		841340108	2	75 x 4,5	pomarańczowo - czarna	1,00	841440108	2	75 x 4,3	pomarańczowo - czarna	0,96
841140109	2	90 x 8,2 KR	2,10		841340109	2	90 x 5,4 KR		1,43	841440109	2	90 x 5,2 KR		1,39
841140111	2	110 x 10,0 KR	3,11		841340111	2	110 x 6,6 KR		2,13	841440111	2	110 x 6,3 KR		2,05
841140309	2	90 x 8,2	2,10		841340309	2	90 x 5,4		1,43	841440309	2	90 x 5,2		1,39
841140311	2	110 x 10,0	3,11		841340311	2	110 x 6,6		2,13	841440311	2	110 x 6,3		2,05
841140312	2	125 x 11,4	4,04		841340312	2	125 x 7,4		2,72	841440312	2	125 x 7,1		2,62
841140313	2	140 x 12,7	5,03		841340313	2	140 x 8,3		3,42	841440313	2	140 x 8,0		3,30
841140314	2	160 x 14,6	6,61		841340314	2	160 x 9,5		4,47	841440314	2	160 x 9,1		4,30
841140315	2	180 x 16,4	8,35		841340315	2	180 x 10,7		5,65	841440315	2	180 x 10,3		5,46
841140316	2	200 x 18,2	10,30		841340316	2	200 x 11,9		6,98	841440316	2	200 x 11,4		6,71
841140317	2	225 x 20,5	13,04		841340317	2	225 x 13,4		8,85	841440317	2	225 x 12,8		8,47
841140318	2	250 x 22,7	16,04		841340318	2	250 x 14,8		10,85	841440318	2	250 x 14,2		10,45
841140319	2	280 x 25,4	20,11	841340319	2	280 x 16,6	13,63		841440319	2	280 x 15,9	13,08		
841140320	2	315 x 28,6	25,47	841340320	2	315 x 18,7	17,26		841440320	2	315 x 17,9	16,56		
841140326	2	355 x 32,2	32,32	841340326	2	355 x 21,1	21,96		841440326	2	355 x 20,2	21,08		
841140321	2	400 x 36,3	41,04	841340321	2	400 x 23,7	27,77		841440321	2	400 x 22,8	26,78		
841140322	2	450 x 40,9	51,99	841340322	2	450 x 26,7	35,18		841440322	2	450 x 25,6	33,83		
841140323	2	500 x 45,4	64,14	841340323	2	500 x 29,7	43,47	841440323	2	500 x 28,4	41,71			
841140327	2	560 x 50,8	80,36	841340327	2	560 x 33,2	54,45	841440327	2	560 x 31,9	52,42			
841140324	2	630 x 57,2	101,81	841340324	2	630 x 37,4	68,98	841440324	2	630 x 35,8	66,19			



KR - rury w kręgach, długość odcinków rur 12 mb

RURY PE100RC „TWINGAM” jednowarstwowe - WODA TYP 1									
SDR 11					SDR 17				
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)
821120102	1	20 x 2,0	niebieska	0,12					
821120103	1	25 x 2,3		0,17					
821120104	1	32 x 3,0		0,28	821320104	1	32 x 2,0	niebieska	0,19
821120105	1	40 x 3,7		0,43	821320105	1	40 x 2,4		0,29
821120106	1	50 x 4,6		0,66	821320106	1	50 x 3,0		0,45
821120107	1	63 x 5,8		1,05	821320107	1	63 x 3,8		0,72
821160108	1	75 x 6,8*		1,45	821360108	1	75 x 4,5 *		czarna z niebieskimi paskami
821160109	1	90 x 8,2 KR	2,10	821360109	1	90 x 5,4 KR	1,43		
821160111	1	110 x 10,0 KR	3,11	821360111	1	110 x 6,6 KR	2,13		
821160309	1	90 x 8,2	2,10	821360309	1	90 x 5,4	1,43		
821160311	1	110 x 10,0	3,11	821360311	1	110 x 6,6	2,13		
821160312	1	125 x 11,4	4,04	821360312	1	125 x 7,4	2,72		
821160313	1	140 x 12,7	5,03	821360313	1	140 x 8,3	3,42		
821160314	1	160 x 14,6	6,61	821360314	1	160 x 9,5	4,47		
821160315	1	180 x 16,4	8,35	821360315	1	180 x 10,7	5,65		
821160316	1	200 x 18,2	10,30	821360316	1	200 x 11,9	6,98		
821160317	1	225 x 20,5	13,04	821360317	1	225 x 13,4	8,85		
821160318	1	250 x 22,7	16,04	821360318	1	250 x 14,8	10,85		
821160319	1	280 x 25,4	20,11	821360319	1	280 x 16,6	13,63		
821160320	1	315 x 28,6	25,47	821360320	1	315 x 18,7	17,26		
821160326	1	355 x 32,2	32,32	821360326	1	355 x 21,1	21,96		
821160321	1	400 x 36,3	41,04	821360321	1	400 x 23,7	27,77		
821160322	1	450 x 40,9	51,99	821360322	1	450 x 26,7	35,18		
821160323	1	500 x 45,4	64,14	821360323	1	500 x 29,7	43,47		
821160327	1	560 x 50,8	80,36	821360327	1	560 x 33,2	54,45		
821160324	1	30 x 57,2	101,81	821360324	1	630 x 37,4	68,98		
821160333	1	710 x 64,5	129,34	821360333	1	710 x 42,1	87,52		
				821360325	1	800 x 47,4	111,00		

KR - rury w kręgach, długość odcinków prostych rur 12 mb

Ulepszona technologia na uszkodzenia przy naprężeniach punktowych.



RURY PE100RC „TWINGAM” dwuwarstwowe - WODA TYP 2 (granatowo-czarna)										
SDR 11					SDR 17					
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	
851150104	2	32 x 3,0	granatowo-czarna	0,28						
851150105	2	40 x 3,7		0,43						
851150106	2	50 x 4,6		0,66	851350106	2	50 x 3,0	granatowo-czarna	0,45	
851150107	2	63 x 5,8		1,05	851350107	2	63 x 3,8		0,72	
851150108	2	75 x 6,8		1,45	851350108	2	75 x 4,5		1,00	
851150109	2	90 x 8,2 KR		2,10	851350109	2	90 x 5,4 KR		1,43	
851150111	2	110 x 10,0 KR		3,11	851350111	2	110 x 6,6 KR		2,13	
851150309	2	90 x 8,2		2,10	851350309	2	90 x 5,4		1,43	
851150311	2	110 x 10,0		3,11	851350311	2	110 x 6,6		2,13	
851150312	2	125 x 11,4		4,04	851350312	2	125 x 7,4		2,72	
851150313	2	140 x 12,7		5,03	851350313	2	140 x 8,3		3,42	
851150314	2	160 x 14,6		6,61	851350314	2	160 x 9,5		4,47	
851150315	2	180 x 16,4		8,35	851350315	2	180 x 10,7		5,65	
851150316	2	200 x 18,2		10,30	851350316	2	200 x 11,9		6,98	
851150317	2	225 x 20,5		13,04	851350317	2	225 x 13,4		8,85	
851150318	2	250 x 22,7		16,04	851350318	2	250 x 14,8		10,85	
851150319	2	280 x 25,4		20,11	851350319	2	280 x 16,6		13,63	
851150320	2	315 x 28,6		25,47	851350320	2	315 x 18,7		17,26	
851150326	2	355 x 32,2		32,32	851350326	2	355 x 21,1		21,96	
851150321	2	400 x 36,3		41,04	851350321	2	400 x 23,7		27,77	
851150322	2	450 x 40,9		51,99	851350322	2	450 x 26,7		35,18	
851150323	2	500 x 45,4		64,14	851350323	2	500 x 29,7		43,47	
851150327	2	560 x 50,8		80,36	851350327	2	560 x 33,2		54,45	
851150324	2	630 x 57,2		101,81	851350324	2	630 x 37,4		68,98	
851150333	2	710 x 64,5		129,34	851350333	2	710 x 42,1		87,52	
						851350325	2		800 x 47,4	111,00

KR - rury w kręgach, długość odcinków prostych rur 12 mb

RURY PE100RC „TWINGAM” jednowarstwowe - KANALIZACJA TYP 1 (czarna)									
SDR 11					SDR 17				
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)
831130104	1	32 x 3,0	czarna	0,28	831330104	1	32 x 2,0	czarna	0,19
831130105	1	40 x 3,7		0,43	831330105	1	40 x 2,4		0,29
831130106	1	50 x 4,6		0,66	831330106	1	50 x 3,0		0,45
831130107	1	63 x 5,8		1,05	831330107	1	63 x 3,8		0,72
831130108	1	75 x 6,8		1,45	831330108	1	75 x 4,5		1,00
831130109	1	90 x 8,2 KR		2,10	831330109	1	90 x 5,4 KR		1,43
831130111	1	110 x 10,0 KR		3,11	831330111	1	110 x 6,6 KR		2,13
831130309	1	90 x 8,2		2,10	831330309	1	90 x 5,4		1,43
831130311	1	110 x 10,0		3,11	831330311	1	110 x 6,6		2,13
831130312	1	125 x 11,4		4,04	831330312	1	125 x 7,4		2,72
831130313	1	140 x 12,7		5,03	831330313	1	140 x 8,3		3,42
831130314	1	160 x 14,6		6,61	831330314	1	160 x 9,5		4,47
831130315	1	180 x 16,4		8,35	831330315	1	180 x 10,7		5,65
831130316	1	200 x 18,2		10,30	831330316	1	200 x 11,9		6,98
831130317	1	225 x 20,5		13,04	831330317	1	225 x 13,4		8,85
831130318	1	250 x 22,7		16,04	831330318	1	250 x 14,8		10,85

## RURY PE100RC „TWINGAM” jednowarstwowe - KANALIZACJA TYP 1 (czarna)

SDR 11					SDR 17				
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)
↑ 831130319	1	280 x 25,4	czarna	20,11	831330319	1	280 x 16,6	czarna	13,63
831130320	1	315 x 28,6		25,47	831330320	1	315 x 18,7		17,26
831130326	1	355 x 32,2		32,32	831330326	1	355 x 21,1		21,96
831130321	1	400 x 36,3		41,04	831330321	1	400 x 23,7		27,77
831130322	1	450 x 40,9		51,99	831330322	1	450 x 26,7		35,18
831130323	1	500 x 45,4		64,14	831330323	1	500 x 29,7		43,47
831130327	1	560 x 50,8		80,36	831330327	1	560 x 33,2		54,45
831130324	1	630 x 57,2		101,81	831330324	1	630 x 37,4		68,98
831130333	1	710 x 64,5		129,34	831330333	1	710 x 42,1		87,52
KR - rury w kręgach, długość odcinków prostych rur 12 mb					831330325	1	800 x 47,4		111,00

## RURY PE100RC "TWINGAM" dwuwarstwowe - KANALIZACJA TYP 2 (zielono-czarna)

SDR 11					SDR 17				
indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)	indeks	typ	średnica x grubość ścianki (mm)	kolor	waga 1mb (kg)
861170108	2	75 x 6,8	zielono - czarna	1,45	861370108	2	75 x 4,5	zielono - czarna	1,00
861170109	2	90 x 8,2 KR		2,10	861370109	2	90 x 5,4 KR		1,43
861170111	2	110 x 10 KR		3,11	861370111	2	110 x 6,6 KR		2,13
861170309	2	90 x 8,2		2,10	861370309	2	90 x 5,4		1,43
861170311	2	110 x 10,0		3,11	861370311	2	110 x 6,6		2,13
861170312	2	125 x 11,4		4,04	861370312	2	125 x 7,4		2,72
861170313	2	140 x 12,7		5,03	861370313	2	140 x 8,3		3,42
861170314	2	160 x 14,6		6,61	861370314	2	160 x 9,5		4,47
861170315	2	180 x 16,4		8,35	861370315	2	180 x 10,7		5,65
861170316	2	200 x 18,2		10,30	861370316	2	200 x 11,9		6,98
861170317	2	225 x 20,5		13,04	861370317	2	225 x 13,4		8,85
861170318	2	250 x 22,7		16,04	861370318	2	250 x 14,8		10,85
861170319	2	280 x 25,4		20,11	861370319	2	280 x 16,6		13,63
861170320	2	315 x 28,6		25,47	861370320	2	315 x 18,7		17,26
861170326	2	355 x 32,2		32,32	861370326	2	355 x 21,1		21,96
861170321	2	400 x 36,3		41,04	861370321	2	400 x 23,7		27,77
861170322	2	450 x 40,9		51,99	861370322	2	450 x 26,7		35,18
861170323	2	500 x 45,4		64,14	861370323	2	500 x 29,7		43,47
861170327	2	560 x 50,8		80,36	861370327	2	560 x 33,2		54,45
861170324	2	630 x 57,2		101,81	861370324	2	630 x 37,4		68,98

KR - rury w kręgach, długość odcinków prostych rur 12 mb

