

SPIS TREŚCI

Dane do projektowania

Dopuszczalne ciśnienie, temperatura, sztywność obwodowa	3
Tabela odporności chemicznej rur PVC-U	4
Odporność chemiczna rur z polietylenu	6
Współczynniki i nomogramy: sieci ciśnieniowe	11
Współczynniki i nomogramy: sieci kanalizacyjne	23
Współczynniki i nomogramy: instalacje techniczne	25

Systemy rurowe z tworzyw sztucznych GAMRAT - część katalogowa

Rury i kształtki ciśnieniowe z nieplastifikowanego PVC-U	32
Rury do instalacji basenowych i technicznych z PVC-U	36
Rury ciśnieniowe pełne z PVC-U typu GEO-HYDRO do studni wierconych	37
Rury i kształtki kanalizacyjne z nieplastifikowanego PVC-U	38
Rury polietylenowe do przesyłania wody i kanalizacji z PE100	44
Rury polietylenowe z PE100RC TWINGAM do przesyłania wody i kanalizacji	46
Kształtki segmentowe z PE100 oraz z PE100RC TWINGAM do przesyłania wody i kanalizacji	49
Rury polietylenowe z PE100 do rozprowadzania paliw gazowych jedno i dwuwarstwowe z PE100RC	54
Rury polietylenowe jedno i dwu warstwowe TWINGAM z PE100RC do rozprowadzania paliw gazowych	56
Kształtki segmentowe z polietylenu do sieci gazowych z PE100 i PE100RC	58

Podstawowe pojęcia

PVC-U	nieplastyfikowany polichlorek winylu
PE	polietylen
PE-LD	polietylen niskiej gęstości
PE-MD	polietylen średniej gęstości
PE-HD	polietylen wysokiej gęstości
D	średnica nominalna rury z PVC-U lub PE równa średnicy zewnętrznej, podawana w mm
g	grubość nominalna ścianki rury podawana w mm
SDR	znormalizowany stosunek wymiarów, stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej do nominalnej grubości ścianki danej rury, liczba niemianowana
SDR = D / g	
S	seria (szereg), liczba niemianowana, wiąże się z SDR zależnością: $S = (SDR-1) / 2$
SN	szywność obwodowa (pierścieniowa) rury, wyraża zdolność rury do przejmowania zewnętrznych obciążeń, pochodzących od gruntu lub ruchu kołowego, zależy od struktury i grubości ścianki, wyrażana w kPa
MRS	minimalna wymagana wytrzymałość minimalna prognozowana wytrzymałość rury po 50 latach użytkowania w temperaturze 20°C, wyrażona w MPa
MRS	dla PVC-U 25 MPa dla PE-100 10 MPa dla PE-80 8 MPa
C	współczynnik bezpieczeństwa, liczba niemianowana dla rur ciśnieniowych PVC-U wynosi 2,0 i 2,5 dla rur ciśnieniowych PE do wody wynosi 1,25 dla rur ciśnieniowych PE do gazu wynosi minimum 2,0
σ	dopuszczalne naprężenie obwodowe w ściance rury, wyrażone w MPa
$\sigma = MRS / C$	
PVC-U:	$\sigma = 25 / 2,0 = 12,5$ MPa dla średnic powyżej 90 mm $\sigma = 25 / 2,5 = 10,0$ MPa dla średnic do 90 mm włącznie
PE100	$\sigma = 10 / 1,25 = 8,0$ MPa
PE80	$\sigma = 8 / 1,25 = 6,4$ MPa
PN	ciśnienie nominalne, maksymalne ciśnienie robocze przy temp. przesyłanego medium 20 st. C, wyrażone w barach
$PN = 20 \sigma g / (D - g)$	
gdzie:	g – grubość ścianki rury [mm] D – średnica zewnętrzna rury [mm]

Ciśnienie może być podawane w różnych jednostkach. Poniżej podajemy przeliczniki najczęściej spotykanych jednostek. Przeliczniki podane są z przybliżeniem stosowanym w praktyce dla porównania poszczególnych wartości ciśnienia.



MFI	wskaźnik szybkości płynięcia
MFI 190/5	ilość w gramach uplastycznionego polietylenu w temperaturze 190°C, która wypływa przez dyszę plastometru (Φ 2,095 mm) pod obciążeniem 5 kg w czasie 10 min.

Grupa wskaźnika płynięcia MFI 005 – 0,2 g do 0,7 g /10 min.

Grupa wskaźnika płynięcia MFI 010 – 0,7 g do 1,4 g /10 min.

W trakcie wykonywania obliczeń hydraulicznych, przy podstawianiu do wzorów przepływów obliczeniowych lub korzystaniu z nomogramów zachodzi konieczność operowania różnymi jednostkami przepływu. Dla ułatwienia podajemy poniżej przeliczniki najczęściej spotykanych jednostek.





Dopuszczalne ciśnienie, temperatura, sztywność obwodowa

Podawane przez GAMRAT SA ciśnienie nominalne rur PN jest maksymalnym ciśnieniem roboczym dla wody o temperaturze 20°C. Temperatura stosowania ciśnieniowych rur PVC-U i PE wynosi maksymalnie 40°C. Dopuszczalne ciśnienie robocze p_{rob} dla wody oblicza się wg następującej zależności:

$$P_{rob} = PN \times k$$

Temperatura [°C]	Współczynnik „k”	
	PVC-U	PE
20	1,0	1,00
25	1,0	0,90
30	0,9	0,87
35	0,8	0,70
40	0,7	0,74

Wartość współczynnika „k” dla różnych temperatur i materiałów rur podano w tabeli. Przy projektowaniu ciśnieniowych instalacji i sieci przemysłowych, dla określania ciśnienia roboczego należy wziąć pod uwagę temperaturę i rodzaj przesyłanego medium wg tabeli.

Zakres zastosowania	Rodzaj przepływającej cieczy lub gazu	Temperatura stosowania °C	Maksymalne ciśnienie robocze [MPa]		
			0,6	1,0	1,6
1	Ciecze i gazy bezpieczne dla otoczenia, nie wpływające wyraźnie na własności PVC-U i PE	20	0,6	1,0	1,6
		40	0,4	0,6	1,0
2	Ciecze i gazy niebezpieczne dla otoczenia, nie wpływające wyraźnie na własności PVC-U i PE	20	0,4	0,6	1,0
		40	0,1	0,25	0,4
3	Ciecze i gazy obniżające własności PVC-U i PE	20	0,25	0,4	1,0
		40	-	0,1	0,4

Sztywności obwodowe (pierścieniowe rur) PVC-U i PE w zależności od ciśnienia, materiału i SDR

Dla rur PE

SDR	41	33	26	21	17,6	17	13,6	11	9
PN (bar) dla PE80	3,2	4	5	6	7,5	8	10	12,5	16
PN (bar) dla PE100	4	5	6	8	9,5	10	12,5	16	20
Sztywność obwodowa Minimum (kPa) SN	1	2	4	8	14	16	32	64	128

Dla rur PVC-U ciśnieniowe

SDR	41	34,4	33	26	21	17
PN (bar) dla PVC 125	6	7,5	8	10	12,5	16
Sztywność obwodowa Minimum (kPa) SN	4	7	8	16	32	64

Dla rur PVC-U kanalizacyjne

SDR	51	41	34	29
Typ	lekki	średni	ciężki	superciężki
Szttywność obwodowa Minimum (kPa) SN	2	4	8	12

Zestawienie odporności PVC-U i PE nie poddanego naprężeniom mechanicznym na substancje chemiczne w temperaturze 20°C i 45°C przedstawia tabele.

Tabela odporności chemicznej rur PVC-U

W zestawieniu rozróżniono trzy rodzaje odporności chemicznej:

Z – odporność zadawalająca

O – odporność ograniczona

N – odporność niezadawalająca

Szczegóły odporności chemicznej tworzyw sztucznych podaje norma ISO/TR 10358.

Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura		Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura	
		20°C	45°C			20°C	45°C
Aceton	100%	N	N	Boraks	roztwór nasycony	Z	O
Akrylan etylu	100%	N	N	Brom ciekły	100%	N	N
Aldehyd krotonowy	100%	N	N	Butadien	100%	Z	Z
Aldehyd mrówkowy	do 10%	Z	O	Butan gaz	100%	Z	-
Aldehyd mrówkowy	40%	Z	Z	Butanole	do 100%	Z	O
Aldehyd octowy	40%	N	-	Butylofenol	100%	N	N
Aldehyd octowy	100%	N	-	Chlor, gaz suchy	100%	O	N
Alkohol allilowy	96%	O	N	Chlor roztwór wodny	roztwór nasycony	O	N
Alkohol amylowy	100%	Z	O	Cynawy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Alkohol etylowy	95%	Z	O	Cynkowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Alkohol furfurylowy	100%	N	N	Cukier	roztwór nasycony	Z	Z
Alkohol metylowy	100%	Z	O	Cykloheksanol	100%	N	N
Amoniak ciekły	100%	O	N	Cykloheksanon	100%	N	N
Amoniak gaz suchy	100%	Z	Z	Dekstryna	roztwór nasycony	Z	O
Amoniak roztwór wodny	do 10%	Z	O	Drożdże	do 10%	Z	O
Amonowy azotan	roztwór nasycony	Z	Z	Dwuchloroetan	100%	N	N
Amonowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z	Dwuchlorometan	100%	N	N
Amonowy fluorek	20%	Z	O	Dwumetyloamina	30%	Z	-
Amonowy siarczan	roztwór nasycony	Z	Z	Eter etylowy	100%	N	-
Anilina	100%	N	N	Fenol	90%	N	N
Anilina	roztwór nasycony	N	N	Fenylohydrazyna	100%	N	N
Aniliny chlorowodorek	roztwór nasycony	N	N	Fenylohydrazyny chlorowodorek	97%	N	N
Antymonawy chlorek	90%	Z	Z	Fosforu trójchlorek	100%	N	-
Benzaldehyd	0,10%	N	N	Fosforowodór	100%	Z	Z
Benzen	100%	N	N	Gliceryna	100%	Z	Z
Benzyna (węglowodory alifatyczne)	-	Z	Z	Glikol etylenowy	roztwór nasycony	Z	Z
Benzyna (węglowodory alifatyczne/benzen)	80/20	N	N	Glikoza	roztwór nasycony	Z	O
Bezwodnik octowy	100%	N	N	Glinowo-potasowy alun	roztwór nasycony	Z	Z
				Glinowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
				Glinowy siarczan	roztwór nasycony	Z	Z

Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura	
		20°C	45°C
Heksadekanol	100%	Z	Z
Krezole	roztwór nasycony	-	N
Ksylen	100%	N	N
Kwas adypinowy	roztwór nasycony	Z	O
Kwas antrachinosulfonowy	10%	Z	O
Kwas azotowy	do 45%	Z	O
Kwas azotowy	od 50% do 98%	N	N
Kwas benzoesowy	roztwór nasycony	O	N
Kwas borowy	do 10%	Z	O
Kwas bromowodorowy	10%	Z	O
Kwas bromowodorowy	50%	Z	O
Kwas bromowy	10%	Z	-
Kwas chlorooctowy	10%	Z	O
Kwas chlorosulfonowy	100%	O	N
Kwas chromowy	od 1% do 50%	Z	O
Kwas cytrynowy	roztwór nasycony	Z	Z
Kwas dwuglikolowy	18%	Z	O
Kwas fluorowodorowy	40%	O	N
Kwas fluorowodorowy	60%	O	N
Kwas fluorowodorowy gaz	100%	O	N
Kwas garbnikowy (tanina)	do 10%	Z	Z
Kwas glikolowy	do 30%	Z	Z
Kwas maleinowy	roztwór nasycony	Z	O
Kwas masłowy	20%	Z	O
Kwas masłowy	98%	N	N
Kwas metylobenzoesowy	roztwór nasycony	-	N
Kwas mlekowy	10%	Z	O
Kwas mlekowy	od 10% do 90%	O	N
Kwas mrówkowy	od 1% do 50%	Z	O
Kwas nadchlorowy	10%	Z	O
Kwas nadchlorowy	70%	O	N
Kwas nikotynowy	roztwór roboczy	Z	Z
Kwas octowy	25%	Z	O
Kwas octowy	60%	Z	O
Kwas octowy	lodowaty	N	N
Kwas olejowy	100%	Z	Z
Kwas ortoarsenowy	do 10%	Z	-
Kwas ortoarsenowy	roztwór nasycony	Z	O
Kwas ortofosforowy	30%	Z	O
Kwas ortofosforowy	powyżej 30%	Z	Z
Kwas pikrynowy	roztwór nasycony	Z	Z
Kwas siarkawy	do 10%	Z	Z
Kwas siarkawy	od 40% do 90%	Z	O
Kwas siarkawy	96%	O	N
Kwas siarkawy dymiący (oleum)	10% SO ₃	N	N
Kwas solny	20%	Z	O
Kwas solny	powyżej 30%	Z	Z

Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura	
		20°C	45°C
Kwas szczawiowy	do 10%	Z	O
Kwas szczawiowy	roztwór nasycony	Z	Z
Kwas sześćiofluoro-krzemowy	32%	Z	Z
Kwas winowy	do 10%	Z	Z
Magnezowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Magnezowy siarczan	roztwór nasycony	Z	Z
Melas	roztwór roboczy	Z	O
Metakrylan metylu	100%	N	N
Miedziowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Miedziowy fluorek	2%	Z	Z
Miedziowy siarczan	roztwór nasycony	Z	Z
Mleko	-	Z	Z
Mocz	-	Z	O
Mocznik	10%	Z	O
Mydło	do 10%	Z	O
Niklawy siarczan	roztwór nasycony	Z	Z
Ocet	do 80 g/l kwasu octowego	Z	Z
Octan amylu	100%	N	N
Octan butylu	100%	N	N
Octan etylu	100%	N	N
Octan winylu	100%	N	N
Oleje i tłuszcze	-	Z	Z
Ołowiawy octan	do 10%	Z	Z
Ołowiawy octan	roztwór nasycony	Z	Z
Ołowiu czteroelektryk	100%	Z	-
Ozon	100%	Z	Z
Pirydyna	do 100%	N	-
Piwo	-	Z	Z
Potasowy azotan	roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy bromek	roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy chromian	40%	Z	Z
Potasowy cyjanek	powyżej 10%, lecz nie roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy dwuchromian	40%	Z	Z
Potasowy nadmanganian	20%	Z	Z
Potasowy nadsiarczan	roztwór nasycony	Z	O
Potasowy wodorotlenek	powyżej 10%, lecz nie roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy żelazocyjanek	roztwór nasycony	Z	Z
Potasowy żelazocyjanek	roztwór nasycony	Z	Z
Propan ciekły	100%	Z	-
Siarki dwutlenek ciekły	100%	O	N
Siarki dwutlenek suchy	100%	Z	Z

Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura		Nazwa substancji chemicznej	Stężenie	Temperatura	
		20°C	45°C			20°C	45°C
Siarkowódz gaz	100%	Z	Z	Trój hydroksymetylopropan	do 10%	Z	O
Sodowy benzoesan	35%	Z	O	Wapniowy azotan	50%	Z	Z
Sodowy chloran	roztwór nasycony	Z	Z	Wapniowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z
Sodowy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z	Węgla czterochlorek	100%	N	N
Sodowy podchloryn (13% chloru)	100%	Z	O	Węgla dwusiarczek	100%	N	N
Sodowy siarczyn	roztwór nasycony	Z	O	Węgla dwutlenek	roztwór nasycony	Z	O
Sodowy wodorosiarczek	roztwór nasycony	Z	Z	Węgla dwutlenek gaz mokry	-	Z	Z
Sodowy wodorotlenek	do 10%	Z	Z	Węgla dwutlenek gaz suchy	100%	Z	Z
Sodowy żelazocyjanek	roztwór nasycony	Z	Z	Wino	-	Z	Z
Sodowy żelazocyjanek	roztwór nasycony	Z	Z	Woda morską	-	Z	O
Srebra azotan	roztwór nasycony	Z	O	Wodór	100%	Z	Z
Tlen	100%	Z	Z	Wodoru nadtlenuk	30%	Z	Z
Toluen	100%	N	N	Wywoływacze fotograficzne	roztwór nasycony	Z	Z
Trójchloroetylen	100%	N	N	Żelazawy chlorek	roztwór nasycony	Z	Z

Odporność chemiczna rur z polietylenu (szczegóły podaje norma ISO/TR 10358)

Odporność chemiczna rur z polietylenu – zastosowana klasyfikacja:

Odporność	Spęcznienie	Utrata wagi	Wydłużenie niszczące
S = dostateczna	< 3%	< 3%	Bez zmian
M = mała	3–8%	0,5–5%	Zmniejsza się mniej niż 50%
U = niedostateczna	> 8%	> 5%	Zmniejsza się więcej niż 50%

Możliwość zastosowania:

Y – tak

N – nie

R – z ograniczeniami

¹ – Zmiana barwy w wysokiej temp.

² – Twardnieje w 60°C

³ – Twardnieje

⁴ – Mięknie i odkształca się

⁵ – Lekko mięknie

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
ALKOHOLE:			
alifatyczne (+C6)	S	S	Y
alilowy	S	M	R
amylowy 100%	S	S	Y
benzylowy	S	S	Y
butylowy	S	S	Y
etylowy 96%	S	S	Y
etylowy 100%	S	M	R
furfurylowy	S	M	R
izoamylowy	S	-	Y
izopropylowy 100%	S	S	Y
metylowy	S	M	Y
propargilowy	S	S	Y
n-propylowy	S	S	Y
izopropylowy 60%	S	-	Y

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
KWASY:			
Kwas acetylosalicylowy	S	S	Y
Kwas azotowy			
· od 0 do 30%	S	M	R ¹
· od 30 do 50%	M	U	N
· od 95 do 98%	U	U	N
Opary kwasu azotowego	S	S	Y
Kwas benzenowo-sulfonowy	S	S	Y
Kwas benzoesowy – wodny roztwór 100% nasycony	S	S	Y
Kwas borny (wszystkie stężenia)	S	S	Y
Kwas bursztynowy aż do nasycenia	S	S	Y
Kwas chlorooctowy:			
· mono 50%	S	S	Y
· 100%	S	M	R

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
· dwu- 50%	S	S	Y
· 100%	S	M	R ¹
· trój- 10 do 50%	S	S	Y
Kwas chlorosulfonowy 100%	U	U	N
Kwas chlorowodorowy (solny) wszystkie stężenia	S	S	Y
Kwas chlorowodorowy (chlorowódor)	S	S	Y
Kwas chromowy:			
· 20%	S	S	Y
· 50%	S	S	Y
· 80%	S	U	R ^{1,2}
· stężony 100%	M	U	N
Kwas cyjanowodorowy	S	S	Y
Kwas cytrynowy (wszystkie stężenia)	S	S	Y
Kwas etyleno-dwuamino-czterooctowy	S	S	Y
Kwas fluoro-borowy	S	S	Y
Kwas fluorokrzemowy			
· 32%	S	S	Y
· stężony	S	S	Y
Kwas fluorowodorowy			
· 40%	S	M	R
· 60%	S	M	R
· 70%	S	M	R
Kwas fosforowy			
· od 0 do 85%	S	S	Y
· od 85 do 90%	S	M	R
· 95%	S	U	R
Kwas ftalowy 50%	S	S	Y
Kwas galusowy	S	S	Y
Kwas garbnikowy (tanina)			
· 1%	S	S	Y
· 10%	S	S	Y
Kwas glikolowy (hydroksyoctowy)			
· 30%	S	S	Y
· 70%	S	S	Y
Kwas jabłkowy	S	S	Y
Kwas krzemowy	S	S	Y
Kwas maleinowy	S	S	Y
Kwas masłowy	S	M	R
(kw. metylo-sulfonowy)	S	S	Y
Kwas mlekowy od 10 do 90%	S	S	Y
Kwas mrówkowy	S	S	Y
Kwas mrówkowy 85%	S	S	Y
Kwas nadchlorowy			
· 20%	S	M	R
· 50%	S	M	R

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
· 70%	S	U	N
Kwas octowy			
· od 1 do 10%	S	S	Y
· od 10 do 60%	S	M	R
· od 80 do 100%	S	U	R
· lodowy (100%)	S	M	R
Kwas oleinowy	S	M	R
Kwas palmitynowy 10%	S	M	R
Kwas pikrynowy (1% roztwór wodny)	S	S	Y
Kwas propionowy			
· 50%	S	M	R
· 100%	S	M	R
Kwas salicylowy	S	S	Y
	S	S	Y
Kwas siarkawy	6%	S	M ^{R2}
Kwas siarkowy			
· 10%	S	S	Y
· 50%	S	S	Y
· 70%	S	M	R ³
· 80%	S	M	R ³
· od 95 do 98%	M	U	N
Kwas siarkowy dymiący (oleum)	U	U	N
Mieszanina kwasów siarkowego i chromowego	M	U	N
Kwas siarkowo-wodorowy	S	S	Y
Kwas stearynowy	S	M	R
Kwas szczawiowy	S	S	Y
Kwasy tłuszczowe (więcej niż +C6)	S	S	Y
Kwas węglowy	S	S	Y
Kwas winowy	S	S	Y
Woda królewska	U	U	N

OLEJE:

Olej arachidowy	S	S	Y
Olej kukurydziany	S	M	R
Olej z kiełków kukurydzy	S	S	Y
Olej kokosowy	S	S	Y
Olej lniany	S	M	R
Olej miętowy	S	S	Y
Olej mineralny	S	S	Y
Olej z nasion bawełny	S	M	R
Olej z nasion winorośli	M	U	R ³
Olej oliwkowy (oliwa)	S	S	Y
Olej palmowy	S	S	Y
Olej parafinowy	S	S	Y
Olej roślinny	S	S	Y
Olej rycynowy	S	M	R
Olej silnikowy	S	S	Y

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
Olej sojowy	S	S	Y
Olej transformatorowy	S	M	R
Olej wazelinowy	S	S	Y
Tran z dorsza	S	S	Y

PERFUMY I KOSMETYKI

Brylantyna (do włosów)	S	-	Y
Krem do rąk	S	-	Y
Lakier do paznokci	S	-	Y
Olejek do opalania	S	-	Y
Płyn po goleniu	S	-	Y
Pomadka do ust	S	-	Y
Szampon (do włosów)	S	-	Y

PRODUKTY SPOŻYWCZE

Coca cola	S	S	Y
Chrzan	S	S	Y
Cukier (sacharoza)	S	S	Y
Drożdże	S	S	Y
Dżem	S	S	Y
Glukoza	S	S	Y
Glukoza	S	S	Y
Herbata	S	S	Y
Kakao	S	S	Y
Kawa	S	S	Y
Kecup (z pomidorów)	S	S	Y
Łój wołowy	S	S	Y
Majonez	S	S	Y
Margaryna	S	S	Y
Marmolada	S	S	Y
Masło	S	S	Y
Masło kakaowe	S	S	Y
Mąka	S	S	Y
Miód	S	S	Y
Mleko	S	S	Y
Musztarda	S	S	Y
Ocet	S	S	Y
Oliwki	S	S	Y
Piwo	S	S	Y
Przerobione warzywa	S	S	Y
Pulpa owocowa	S	S	Y
Sery	S	S	Y
Smalec	S	S	Y
Sok buraczany	S	S	Y
Sól kuchenna	S	S	Y
Wino	S	S	Y
Żelatyna	S	S	Y

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
RÓŻNE ZWIĄZKI CHEMICZNE:			
2-metylo-n-pentanol	S	M	R ¹
Acetofenon	S	S	Y
Aceton	S	M	Y ⁵
Aldehyd benzoesowy	S	S	Y
Aldehyd octowy	S	M	R
Alifatyczne estry	S	OD S DO M	OD Y DO R
Ałuny (Wszystkie rodzaje i we wszystkich stężeniach)	S	S	Y
Amid kwasu mrówkowego	S	S	Y
Amid kwasu octowego	S	U	R
Anilina	S	S	Y
Asfalt	S	M	R
Benzen	M	U	R ⁴
Anizol (metoksybenzen)	M	U	R ⁴
Benzoesan metylowy i etylowy	S	S	Y
Benzyna lądowa	M	M	N
Bezwodniki:			
· kwasu fosforowego	S	S	Y
· kwasu octowego	S	M	R
· kwasu siarkowego	S	S	Y
· kwasu siarkowego	U	U	N
· kwasu węglowego	S	S	Y
Bitum i smoła	S	S	Y
Boraks (Na ₂ BaO ₇ × H ₂ O)	S	S	Y
Bromek metylu (bromometan)	M	-	R
Bromo-chlorometan	U	U	N
Butan gazowy i ciekły	S	S	Y
Butylo-glikol	S	S	Y
Butylo-glikolan	S	S	Y
Chlor:			
· ciekły	U	U	N
· gazowy	M	U	N
· mokry	M	U	N
Chlorek antymonu (SbCl ₃)	S	S	Y
Chlorek baru	S	S	Y
Chlorek cyny (SnCl ₂)	S	S	Y
Chlorek fosforowy (PCl ₃)	S	M	R
Chlorek fosforylu (POCl)	S	M	R
Chlorek ołowiu (PbCl ₂)	S	S	Y
Chlorek siarczyny (SOCl ₂)	U	U	N
Chlorek tionylu (SOCl ₂)	U	U	N
Chlorobenzen	M	U	N
Chloroetan	M	M	N
Chloroetanol	S	M	R ¹
Chloroform	U	U	N
Chlorometan	U	-	N
Chloropentan 100%	M	M	N

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania	Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
Ciecz hamulcowa	S	S	Y	Fluor	U	U	N
Ciężkie benzyny	S	M	R	Formaldehyd 40%	S	S	Y
Cykloheksan	S	M	R	Fosforan butylu	S	M	R
Cykloheksanol	S	M	R	Fosforan trójbutylowy	S	S	Y
Cykloheksanon	S	M	R	Fosforan trójkrezylowy	S	S	Y ¹
Cztero-bromo-etan	U	U	N	Fosforany (sole metali w roztworach wodnych)	S	S	Y
Cztero-chloro-etan	M	U	N	Freon	M	U	N
Cztero-etylek ołowiu	S	M	R	Fruktoza	S	S	Y
Cztero-wodoro-furan	M	U	N	Furfural 100% (2-formylofural)	S	S	Y
Cztero-wodoro-naftalen	M	U	N	Gazolina	S	OD S DO M	OD Y DOR
Czterochlorek węgla	U	U	N	Gliceryna	S	S	Y
D-glikoza oraz dekstryna	S	S	Y	Glikol etylenowy	S	S	Y
Dekalina (dziesięciowodoronaftalen techniczny)	M	U	N	Glikol propylenowy	S	S	Y
Dwu-chloroetan	M	M	N	Glukoza	S	S	Y
Dwu-chloroetylen	U	U	N	Heptan	S	M	R
Dwubutylo-ftalan	S	M	R	Fydrazyna	S	S	Y
Dwuchlorobenzen	M	U	N	Hydrochinon	S	M	R
Dwuchlorometan	U	U	N	Kamfora	M	U	N
Dwuheksylo-ftalan	S	S	Y	Ketony	S	OD S DO M	OD Y DO R
Dwumetylamina	M	U	N	Krezol	S	M	R ¹
Dwumetylo-acetylo-aldehyd oraz wufenylo-acetylo-aldehyd	S	S	Y	Ksylen	M	U	N
Dwumetylo-ftalan	S	-	Y	Kumen	M	M	R
Dwumetyloformamid	S	M	Y	Kwaśny siarczyn sodu	S	-	Y
Dwumetylosulfotlenek	S	S	Y	Lateks	S	S	Y
Dwunonylo-ftalan	S	S	Y	Łój	S	S	Y
Dwuocetylo-ftalan	S	S	Y	Melasa	S	S	Y
Dwuoksan	S	S	Y	Maślan etylowy	S	M	R
Dwusiarczek węgla	M	U	N	Mentol (sześciowodorotymol)	S	M	R
Dwutlenek węgla	S	S	Y	Metoksybutanol	S	M	R
Emulganty	S	M	R	Metylo-dwuchloro-octan	S	S	Y
Emulsje:				Metylo-glikol	S	S	Y
· akrylowa	S	S	Y	Metylo-monochlorooctan	S	S	Y
· fotograficzna	S	S	Y	Metylo-parakrezol	S	S	Y
Epichloro-hydryna	S	S	Y	Metylo-salicylan	S	-	Y
Etanodiol 1,2 (glikol etylowy) (do chłodnic samochodowych)	S	S	Y	Metyloacetofenon	S	S	Y
Eter dwuglikolowy (glikol dwuetylenowy)	S	S	Y	Metylocykloheksan	M	U	N
Eter naftowy	S	U	R	Miedź	S	S	Y
Etery:				Mocznik (aż do nasycenia)	S	S	Y
· dwubutyłowy	M	U	N	Nadtlenek sodu (Na ₂ O ₂)	S	-	Y
· dwuetyłowy	M	-	R	Naftalen	S	M	R
· izopropylowy	M	U	N	Nikotyna	S	S	Y
Etyleno-dwuamina	S	S	Y	Nitrobenzen	S	M	R
Etylo-monochlorooctan	S	S	Y	Nitroetan	S	M	R
Etylobenzen	M	M	N	Nitrometan	S	M	R
Fenol przy 90%	S	S	Y	Nitryl octowy (acetonitryl)	S	S	Y
				Octan etylu	M	U	N ⁴

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
Octan butylu	S	M	R ⁵
Octan cyny	S	S	Y
Octan glinu	S	-	Y
Olej opałowy	S	S	Y
Ortonitroloen	S	M	R
Ozon	M	U	N
Parafina	S	S	Y
Perchloro-etylen	M	U	N
Pięciotlenek fosforowy (P ₂ O ₅)	S	S	Y
Pirydyna	S	M	R
Podchloryn sodu	S	M	R
Podsiarczyny sodu (hydrosulfit)	S	S	Y
Propan ciekły	S	S	Y
Propergol	S	S	Y
Roztwory dla metalizacji chromem, miedzią, kadmem złotem, nidem, ołowiem, niklem, rodem, srebrem, cyną, cynkiem	S	S	Y
Siarczan chlorohydryny	U	U	N
Siarczany i siarczyny (wszystkie rodzaje w roztworze wodnym)	S	S	Y
Siarka koloidalna	S	S	Y
Siarkowodór	S	S	Y
Skrobia	S	S	Y
Sole amonu: · azotan · chlorek · fluorek 20% · meta fosforan · nadsiarczan · octan · rodanek · siarczan i siarczyny · węglan	S S S S S S S S S	S S S S S S S S S	Y Y Y Y Y Y Y Y Y
Sole chromowe i chromowe w roztworach wodnych	S	S	Y
Sole glinu (w roztworach wodnych)	S	S	Y
Sole magnezu (w roztworach wodnych)	S	S	Y
Sole niklu (w roztworze)	S	S	Y
Sole rtęciowe i rtęciowe	S	S	Y
Styren	M	U	N
Sztuczny jedwab (wiskozowy)	S	S	Y
Talk	S	S	Y
Terpentyna	U	U	N
Tetralin (C ₁₀ H ₁₂)	S	U	R
Tiofeny	M	M	N
Tiomleczan amonowy	S	S	Y

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
Tlenek węgla	S	S	Y
Toluen	U	U	N
Trójchlorek antymonu	S	S	Y
Trójchloro-benzen	M	U	N
Trójchloro-etylen	M	U	N
Wazelina	S	S	Y
Węglan bizmutu	S	S	Y
Węglowodory: · alifatyczne · aromatyczne	S S	M M	R R
Woda	S	S	Y
Woda bromowa	U	U	N
Woda chlorowa	S	M	R
Woda morska	S	S	Y
Woda utleniona: · 30% · 100%	S S	S U	Y N
Wodzian hydrazyny	S	S	Y
Wosk pszczeli	S	U	R
Wszystkie sole żelaza	S	S	Y
wszystkie sole potasu (w roztworach wodnych)	S	S	Y
Wszystkie sole srebra (w roztworze)	S	S	Y
Wszystkie sole wapnia (w roztw.)	S	S	Y
Wywoływacz fotograficzny	S	S	Y
Żywice epoksydowe	S	S	Y

ŚRODKI KONSERWACYJNE:

Alkohol denaturowany	S	M	R
Atramenty (tusze)	S	M	R
Mydła	S	M	R
Odrzewiacz	S	S	Y
Pasta do butów	S	-	Y
Standardowe detergenty (ciekłe i proszkowe)	S	S	Y
Stężone detergenty rodki odwadniające	S S	S -	Y Y
rodki zwilżające	S	S	Y
Wodny roztwór wybielacza	S	-	Y
Wosk do wyblyszczania	S	M	R

WYROBY FARMACEUTYCZNE:

Aspiryna	S	-	Y
Błękit metylowy	S	-	Y
Eukaliptus	S	-	Y
Gliceryna	S	-	Y
Magnezja (MgO lub MgCO ₃)	S	-	Y
Tynktura jodynowa	S	-	R ¹
Woda utleniona	S	-	Y

Wyszczególnienie	20°C	40°C	Możliwość zastosowania
ZASADY:			
Amoniak (wszystkie stężenia)	S	S	Y
Amoniak gazowy	S	S	Y
Tlenek barowy 30%	S	S	Y
Mleko wapienne 30%	S	S	Y
Wodorotlenek magnezu (w roztworze)	S	S	Y
Wodorotlenek potasu 30%	S	S	Y
Wodorotlenek sodu 40%	S	S	Y

Współczynniki i nomogramy: sieci ciśnieniowe

Zasady obliczeń przewodów pod ciśnieniem podają obowiązujące normy. Przepływ cieczy w przewodzie wywołuje straty ciśnienia. Powstają one na skutek tarcia cieczy o ścianki na długości przewodu (straty liniowe) oraz zaburzeń na kształtkach i armaturze (straty miejscowe). Istotne współczynniki dla rurociągów ciśnieniowych:

- lepkość dla wody w temp. 10°C – $1,306 \times 10^{-6}$ m²/s
- gęstość wody 1000 kg/m³
- chropowatość bezwzględna (k) należy przyjmować dla rur o średnicach:

	≤ 200 mm	> 200 mm
PVC-U	0,02 mm	0,05 mm
PE	0,01 mm	0,015 mm

W tabelach podano wartości r i K dla rur PVC-U i PE produkowanych przez GAMRAT SA. Obliczono je dla wody o temperaturze 10°C i prędkości przepływu 1 m/s. Ponieważ wartości współczynnika λ , od których zależą wartości współczynników r i K, zmieniają się niezbyt mocno, podane współczynniki można stosować dla wody w temperaturze 0–20°C i dla prędkości od 0,5 do 2 m/s.

Przewodności hydrauliczne przewodów K [m³/s] dla rur PVC-U

D [mm]	SDR 41 (PN 6)	SDR 26 (PN 10)	SDR 17 (PN 16)
16	-	0,0004145	-
20	-	0,0007468	-
25	-	0,001473	-
32	-	0,002991	-
40	-	0,005453	-
50	-	0,009762	-
63	0,1962	0,01793	0,01526
90	0,5005	0,04553	0,03884
110	0,08766	0,08125	0,07160
160	0,2324	0,2153	0,1911
225	0,5527	0,5119	0,4525
250	0,7260	0,6730	0,5968
280	0,9762	0,9053	0,8015
315	1,328	1,229	1,089
400	2,473	2,291	2,030
450	3,360	3,113	2,756
500	4,415	4,094	3,624
630	8,057	7,463	6,578

Przewodności hydrauliczne przewodów K [m³/s] dla rur PE80 i PE100

D [mm]	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
20	-	-	-	0,000585
25	-	-	0,001226	0,001226
32	-	0,002661	0,002611	0,002319
40	0,005212	0,005135	0,004688	0,004199
50	0,009888	0,009215	0,008467	0,007561
63	0,01815	0,01684	0,01545	0,01384
75	0,02856	0,02662	0,02436	0,02204
90	0,04605	0,04287	0,03929	0,03540
110	0,07757	0,07239	0,06668	0,05986
125	0,1084	0,1015	0,09310	0,08341
140	0,1458	0,1364	0,1251	0,1124
160	0,2061	0,1930	0,1770	0,1587
180	0,2807	0,2622	0,2404	0,2159
200	0,3670	0,3432	0,3155	0,2829
225	0,4988	0,4662	0,4281	0,3842
250	0,6576	0,6146	0,5637	0,5064
280	0,8818	0,8250	0,7572	0,6805
315	1,199	1,120	1,028	0,9241
355	1,637	1,528	1,404	1,262
400	2,230	2,085	1,915	1,720
450	3,027	2,830	2,599	2,334
500	3,979	3,719	3,416	3,070
560	5,343	4,995	4,585	4,122
630	7,255	6,777	6,228	5,593

Hydrauliczne oporności właściwe przewodów r [s²/m⁶] dla rur PVC-U

D [mm]	SDR 41 (PN 6)	SDR 26 (PN 10)	SDR 17 (PN 16)	SDR 11
16	-	5 820 000	-	0,000585
20	-	1 793 000	-	0,001226
25	-	461 000	-	0,002319
32	-	111 800	-	0,004199
40	-	33 630	-	0,007561
50	-	10 490	-	0,01384
63	2 598	3 112	4 295	0,02204
90	399,2	482,4	662,8	0,03540
110	130,1	151,5	195,1	0,05986
160	18,51	21,58	27,39	0,08341
225	3,274	3,817	4,885	0,1124
250	1,898	2,208	2,808	0,1587
280	1,049	1,220	1,557	0,2159
315	0,5669	0,6621	0,8434	0,2829
400	0,1635	0,1905	0,2428	0,3842
450	0,08857	0,1032	0,1316	0,5064
500	0,05129	0,05965	0,07616	0,6805
630	0,01541	0,01796	0,02311	0,9241
355	1,637	1,528	1,404	1,262
400	2,230	2,085	1,915	1,720

D [mm]	SDR 41 (PN 6)	SDR 26 (PN 10)	SDR 17 (PN 16)	SDR 11
450	3,027	2,830	2,599	2,334
500	3,979	3,719	3,416	3,070
560	5,343	4,995	4,585	4,122
630	7,255	6,777	6,228	5,593

Hydrauliczne oporności właściwe przewodów r [s^2/m^6] dla rur PE80 i PE100

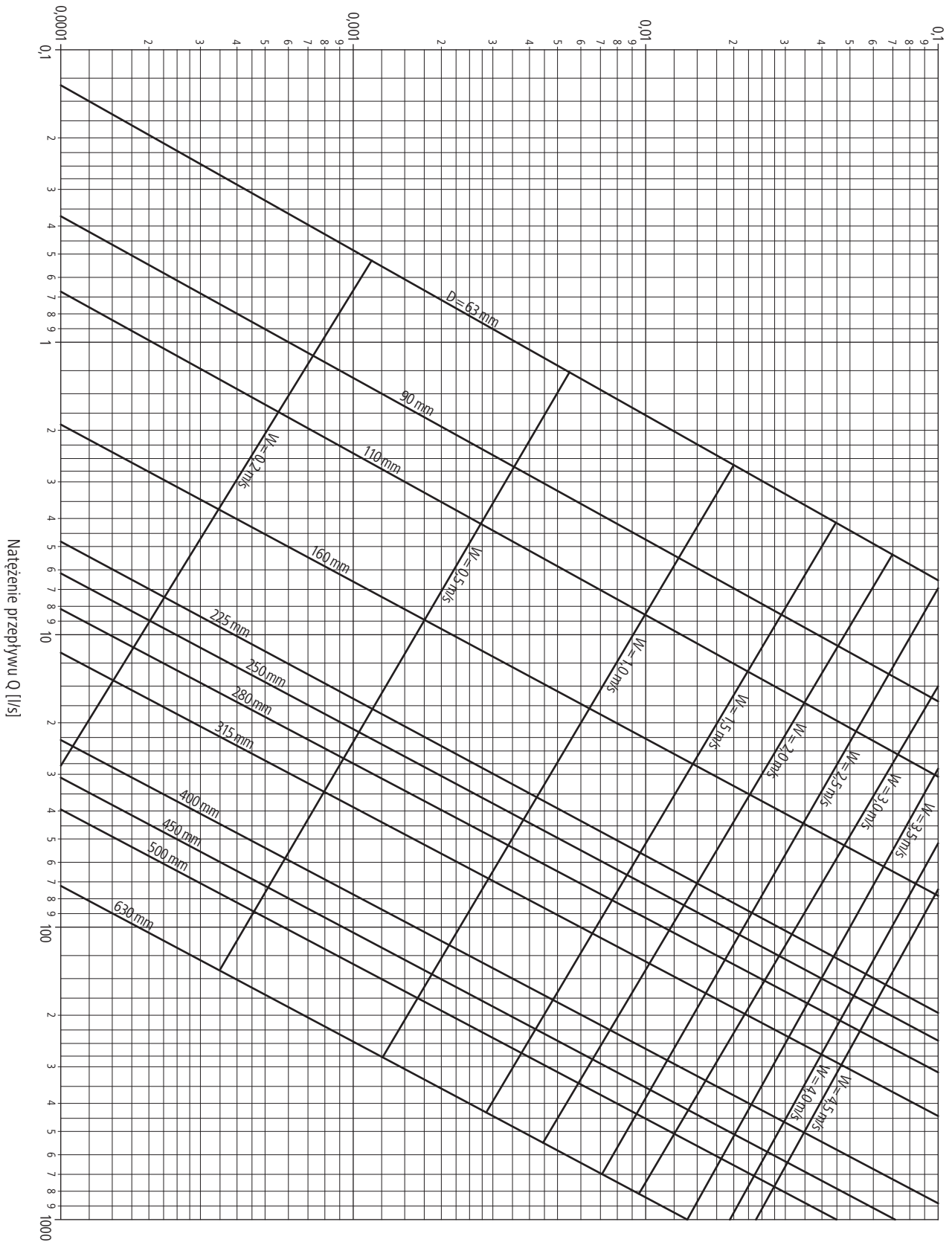
D [mm]	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
20	-	-	-	2 923 000
25	-	-	665 400	665 400
32	-	141 200	146 700	186 000
40	36 820	37 930	45 490	56 720
50	10 230	11 780	13 950	17 490
63	3 037	3 525	4 190	5 218
75	1 226	1 411	1 685	2 059
90	471,6	544,2	647,8	798,2
110	166,2	190,8	224,9	279,1
125	85,12	97,02	115,4	143,8
140	47,06	53,78	63,86	79,10
160	23,53	26,84	31,90	39,69
180	12,69	14,54	17,30	21,45
200	7,423	8,490	10,05	12,50
225	4,020	4,600	5,458	6,775
250	2,312	2,647	3,147	3,899
280	1,286	1,469	1,744	2,159
315	0,6951	0,7970	0,9460	1,171
355	0,3733	0,4285	0,5073	0,6282
400	0,2011	0,2299	0,2728	0,3380
450	0,1091	0,1248	0,1480	0,1836
500	0,06316	0,07228	0,08569	0,1061
560	0,03503	0,04008	0,04756	0,05885
630	0,01900	0,02177	0,02579	0,03197

Nomogramy pozwalają na szybsze rozwiązanie zadań. Przedstawiają one zależności pomiędzy natężeniem przepływu Q [l/s], średnicą przewodu D [mm], spadkiem hydraulicznym I [$metr$ słupa H_2O / $metr$ dł. rurociągu] i prędkością przepływu w [m/s]. Nomogramy zostały obliczone dla przepływów wody o temperaturze $10^\circ C$. Jeżeli przy obliczaniu spadku za h_s przyjęto łączną wysokość strat, to L powinno być zwiększone o odpowiedni procent ze względu na występujące straty miejscowe.

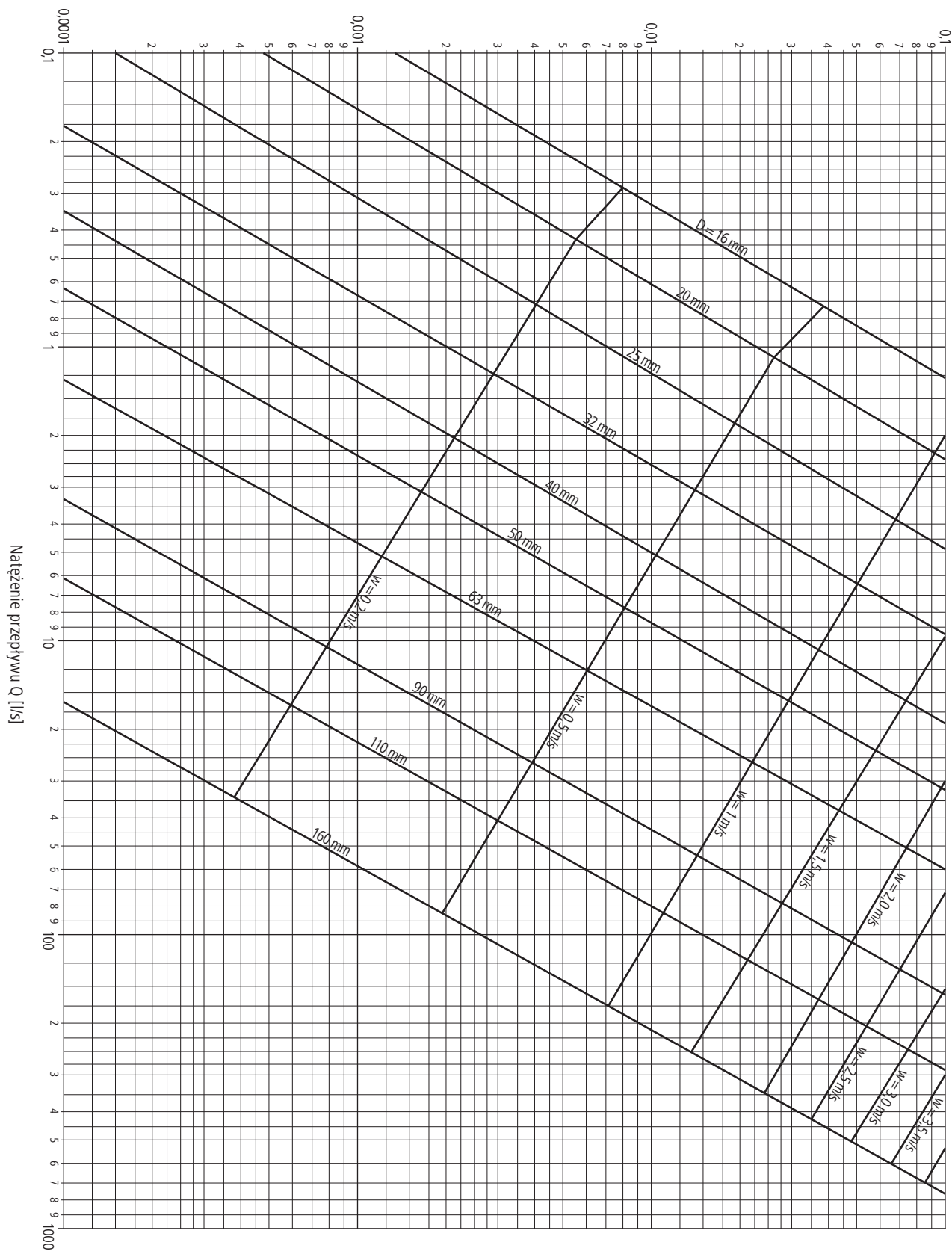
Postępowanie się wykresami polega na znalezieniu, dla dwóch parametrów znanych, punktu w polu nomogramu i odczytaniu wartości dwóch pozostałych parametrów. Np. dla przepływu $10 l/s$ w przewodzie PE100, PN 10, $D = 110 mm$, spadek hydrauliczny wynosi $0,018$ a prędkość około $1,35 m/s$.

Rury kielichowe z PVC PN 6,3

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

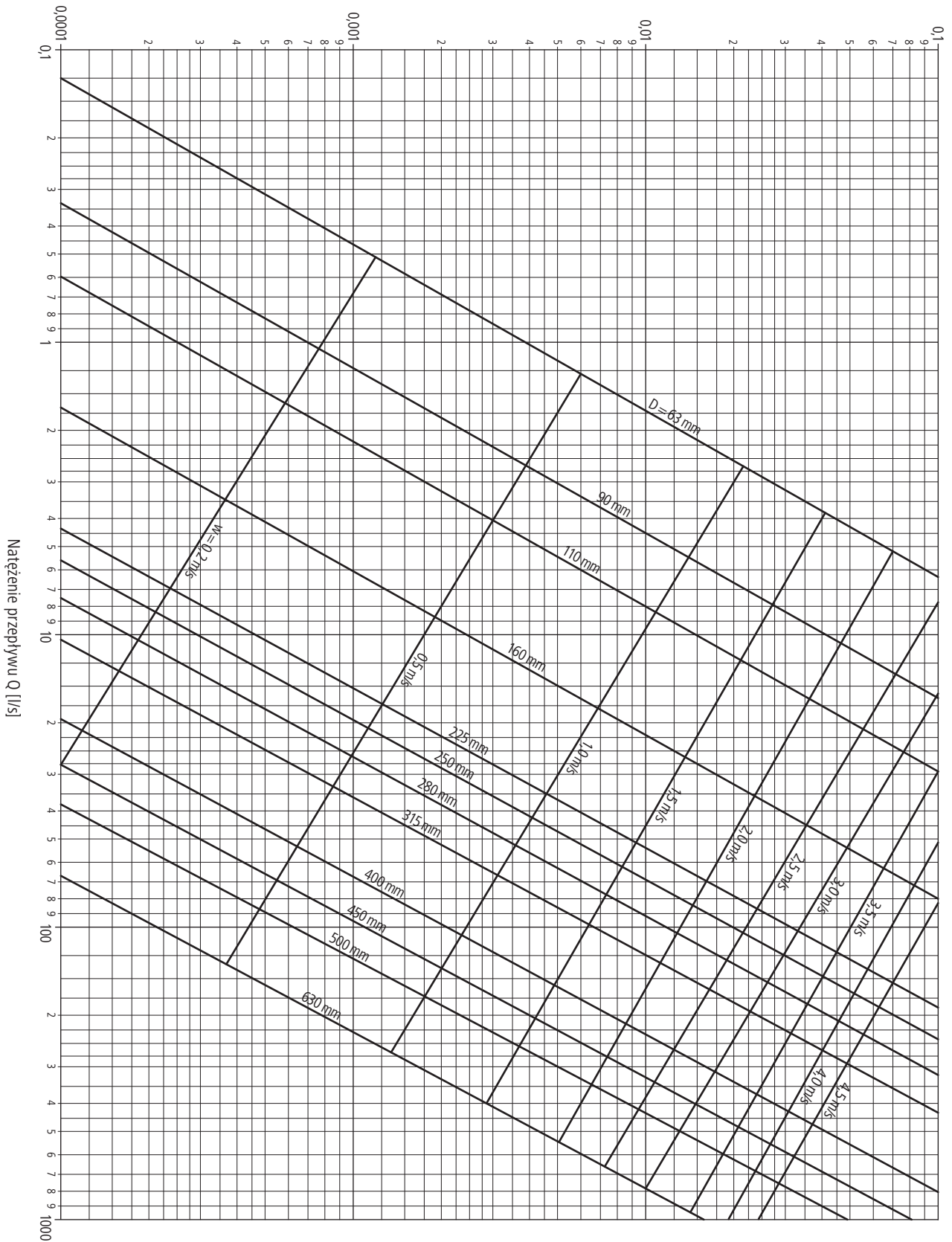


Rury bezkielichowe z PVC PN 10

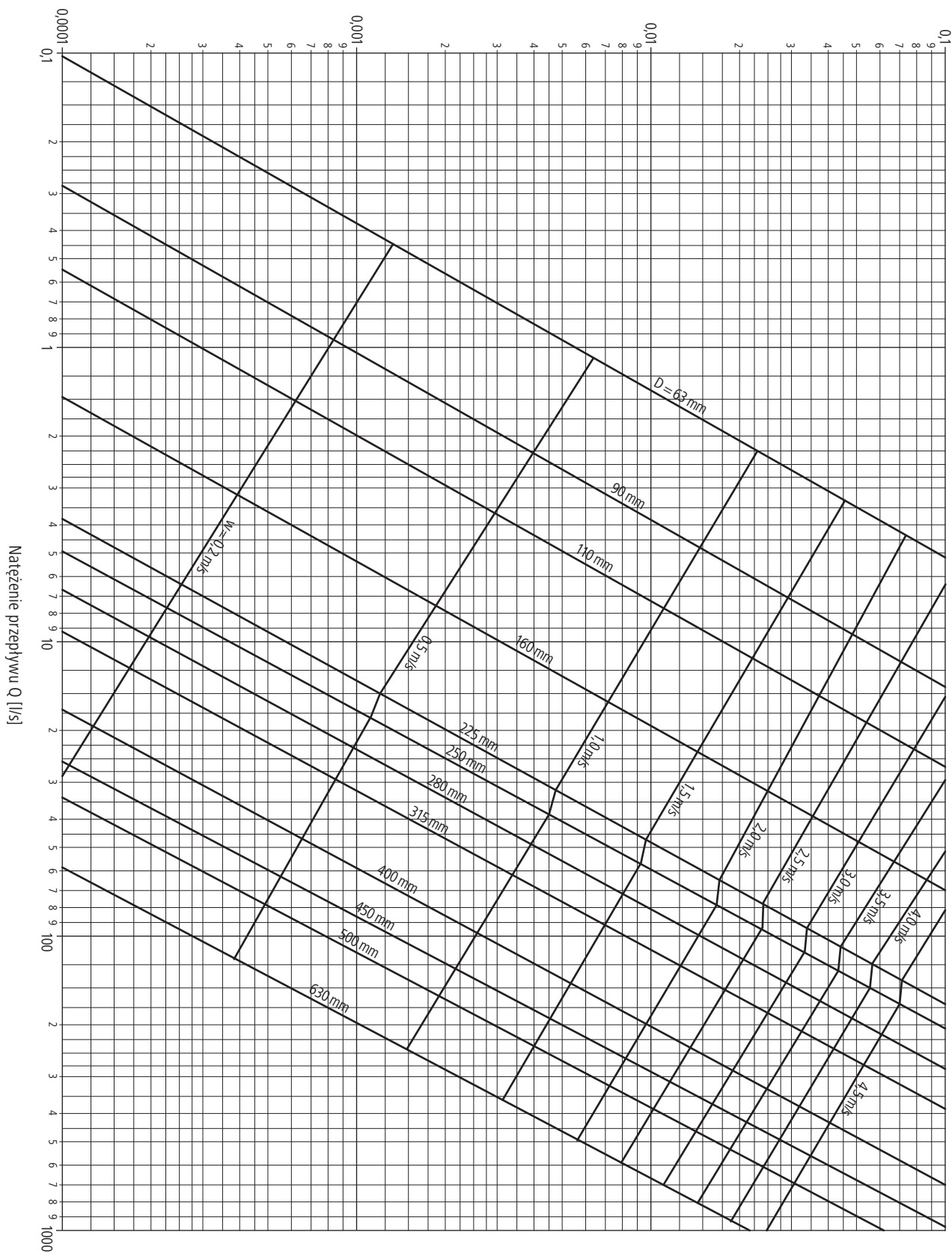
Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

Rury kielichowe z PVC PN 10

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

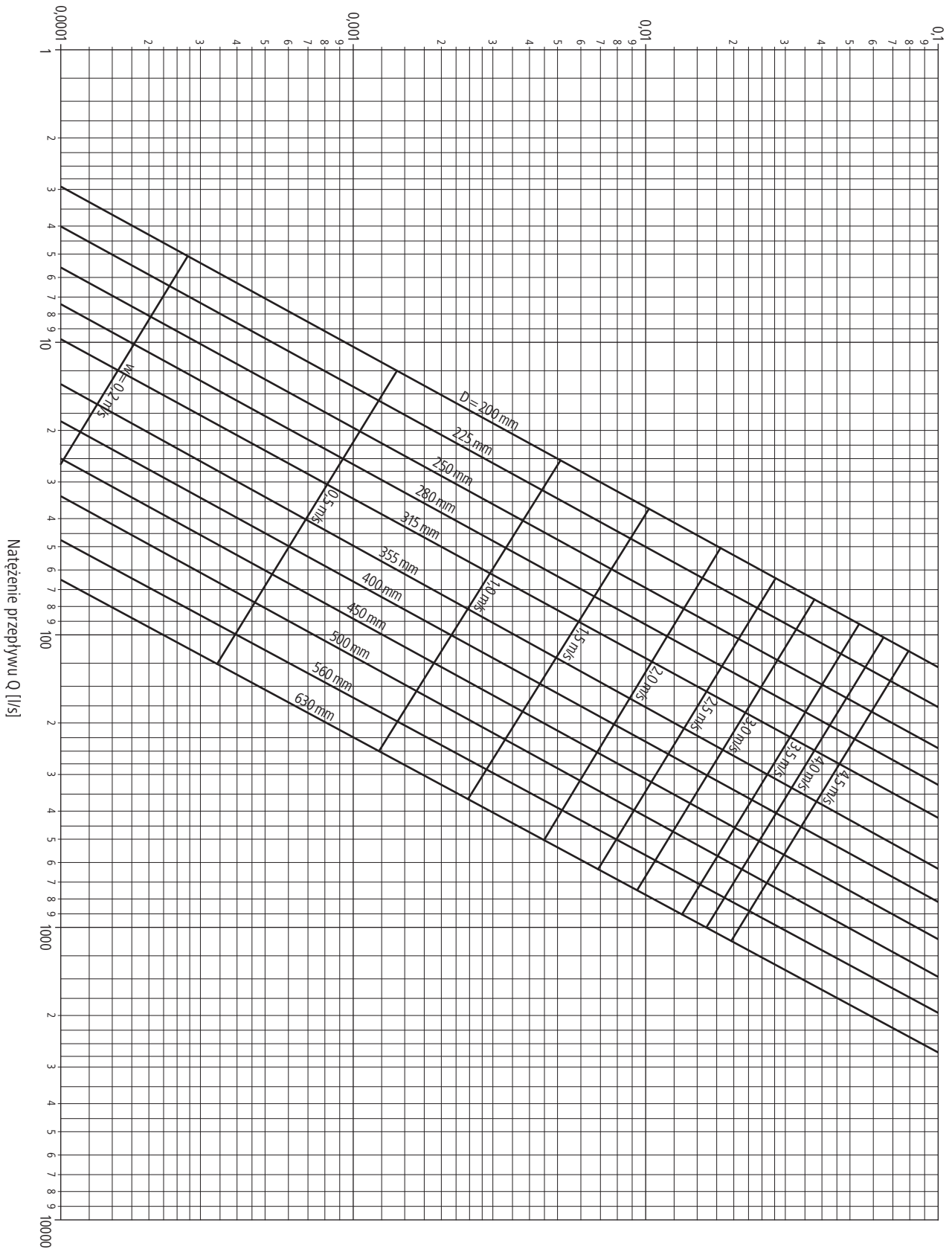


Rury kielichowe z PVC PN 16

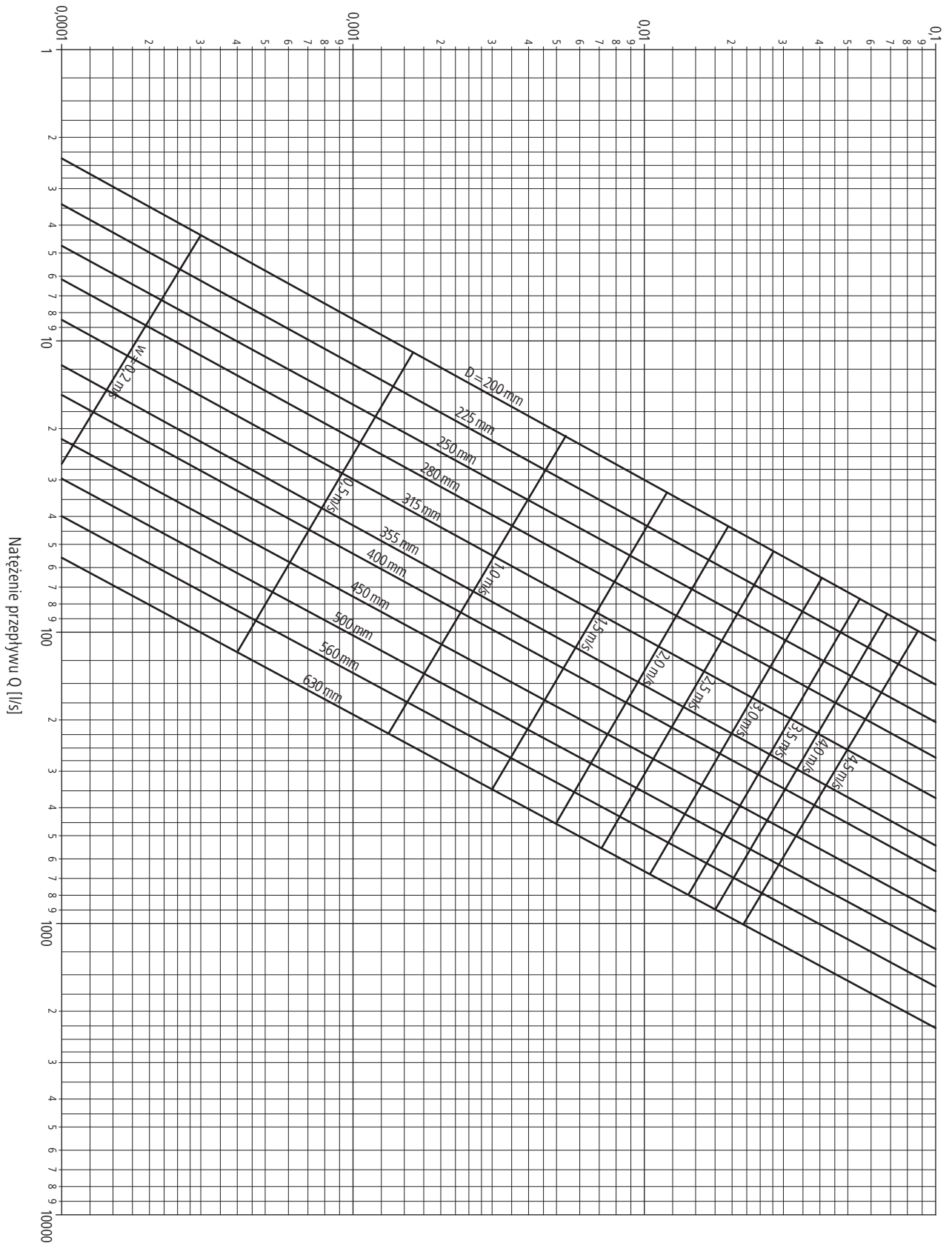
Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

Rury z PE80 PN 6

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

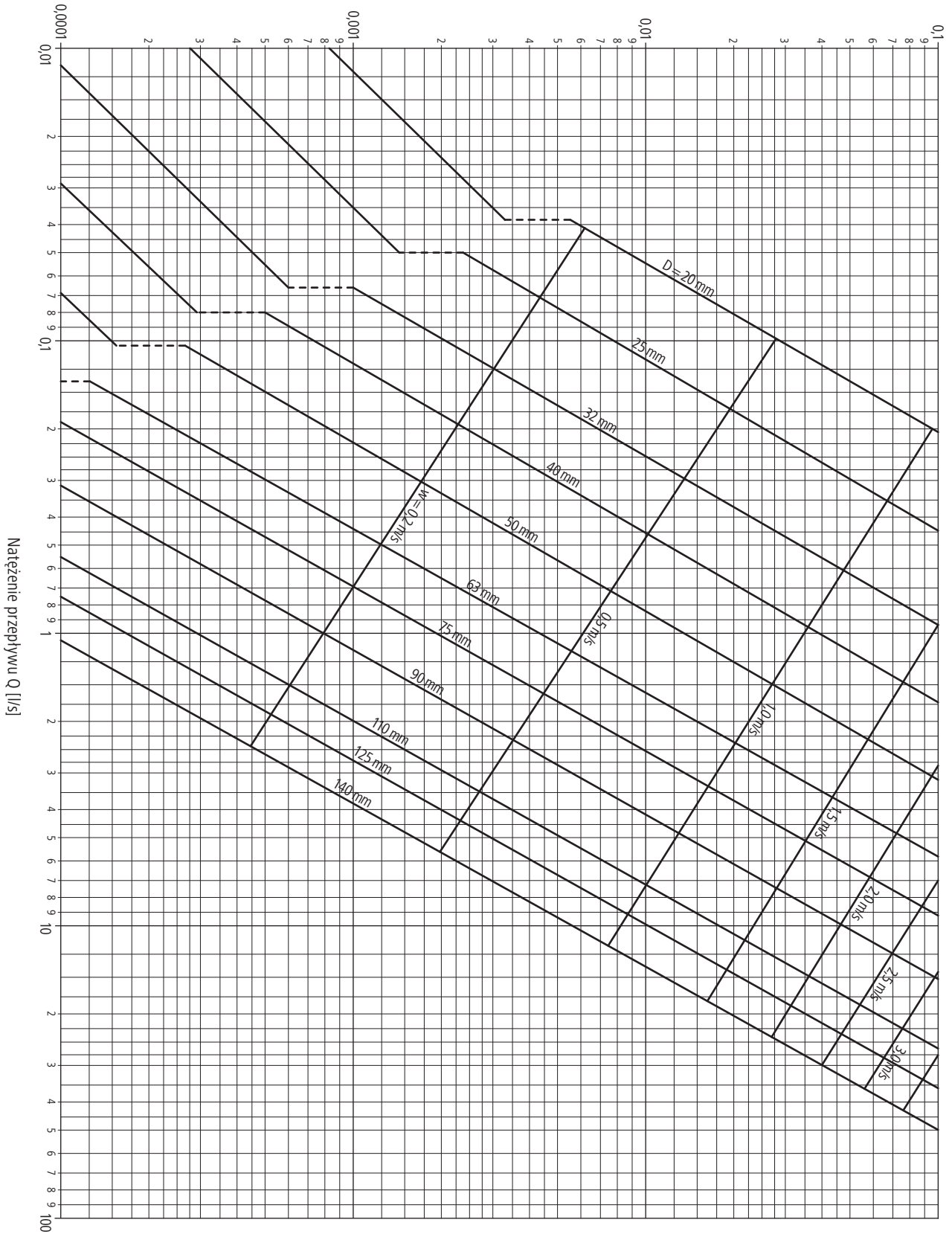


Rury z PE80 PN 10

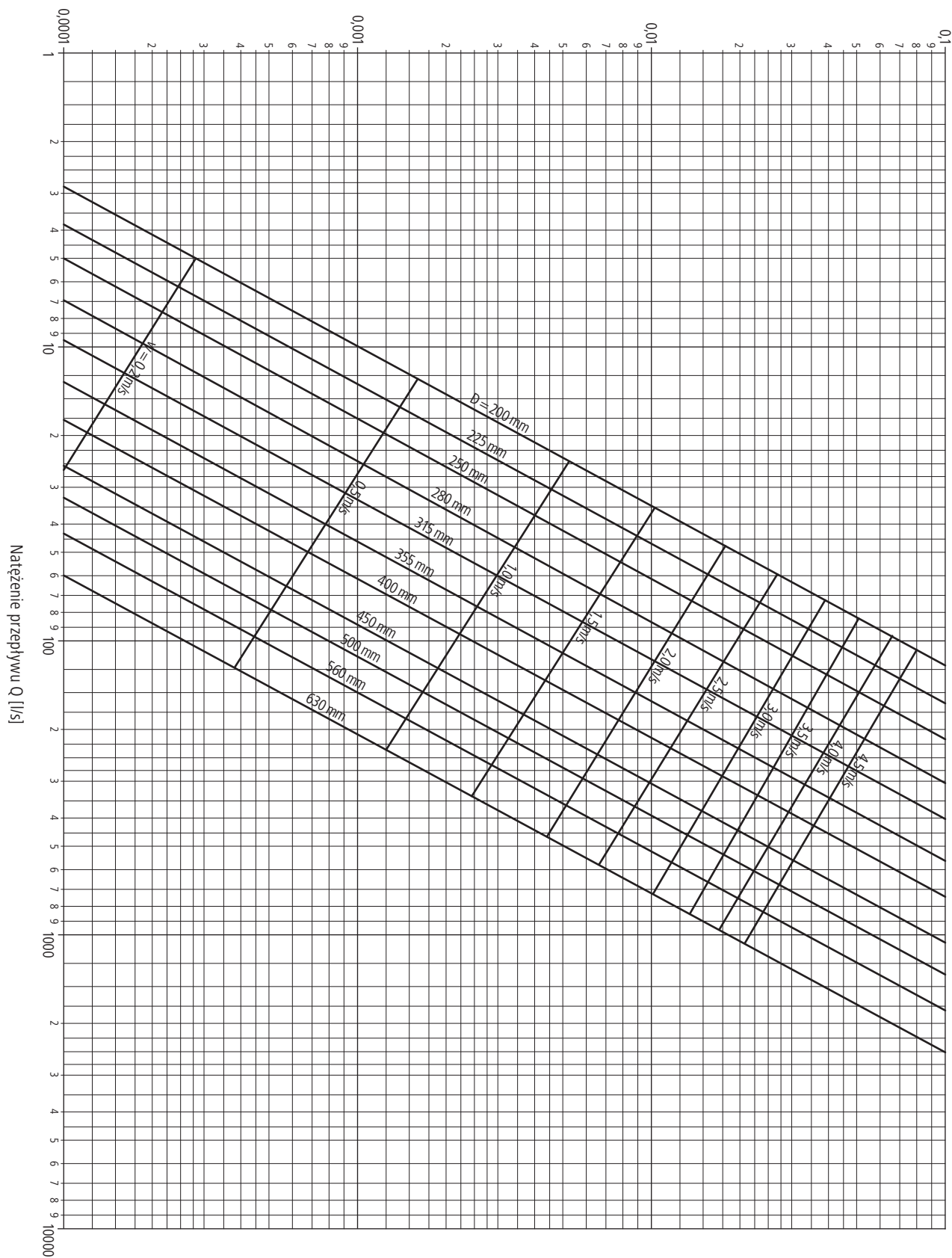
Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

Rury z PE80 PN 8 i rury z PE100 PN 10

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

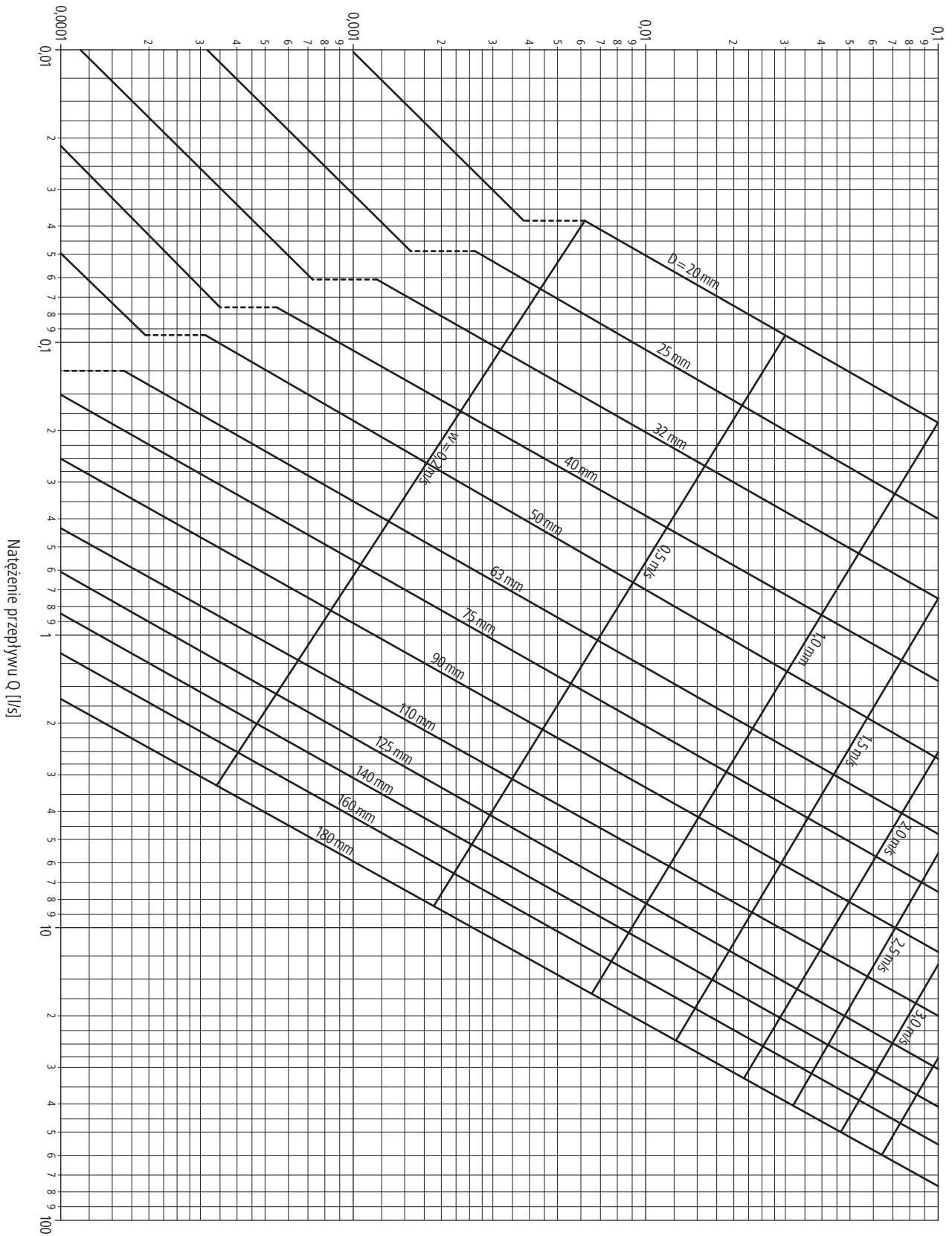


Rury z PE80 PN 8 oraz PE100 PN 10

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]

Rury z PE80 PN 12,5 oraz PE100 PN 16

Spadek linii ciśnień [metr słupa H₂O / metr dł. rurociągu]



Współczynniki i nomogramy: sieci kanalizacyjne

Zalecane prędkości przepływu, napełnienia, spadki:

	Kanalizacja sanitarna	Kanalizacja ogólnospławna	Kanalizacja deszczowa
Prędkość min. [m/s]	0,8	1,0	0,6
Prędkość max. [m/s]	5,0	7,0	7,0

Podane prędkości minimalne zapewniają tzw. „samooczyszczanie” się kanałów.

Napełnienia:

Ze względu na przewietrzanie kanałów sanitarnych ich maksymalne napełnienie nie może przekraczać:

- 60% dla średnic 160–315 mm
- 70% dla średnic 400–500 mm
- 80% dla średnic równych lub większych od 630 mm

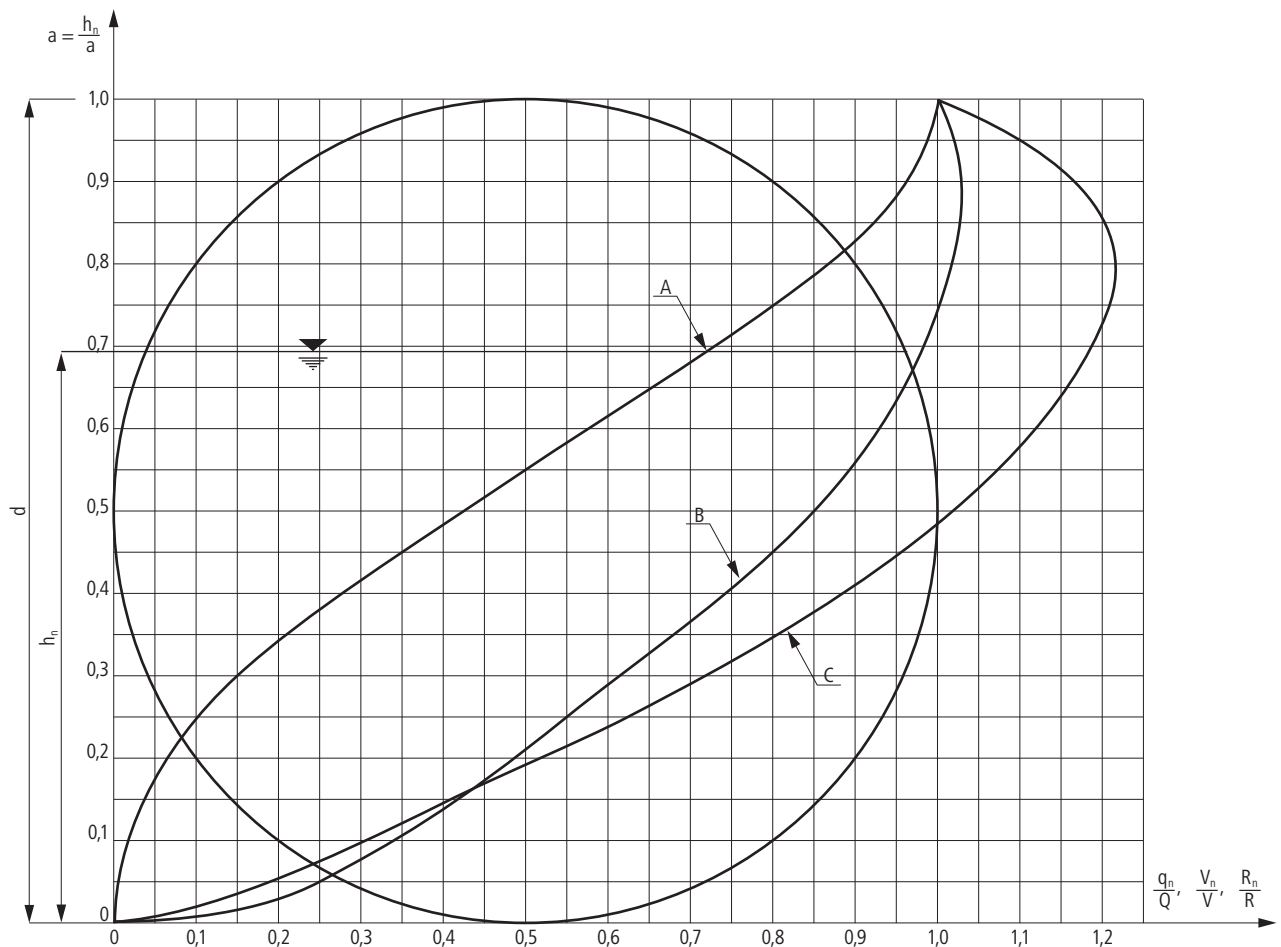
Dla kanałów deszczowych można przyjmować maksymalne napełnienie do 100% dla wszystkich średnic.

Spadki:

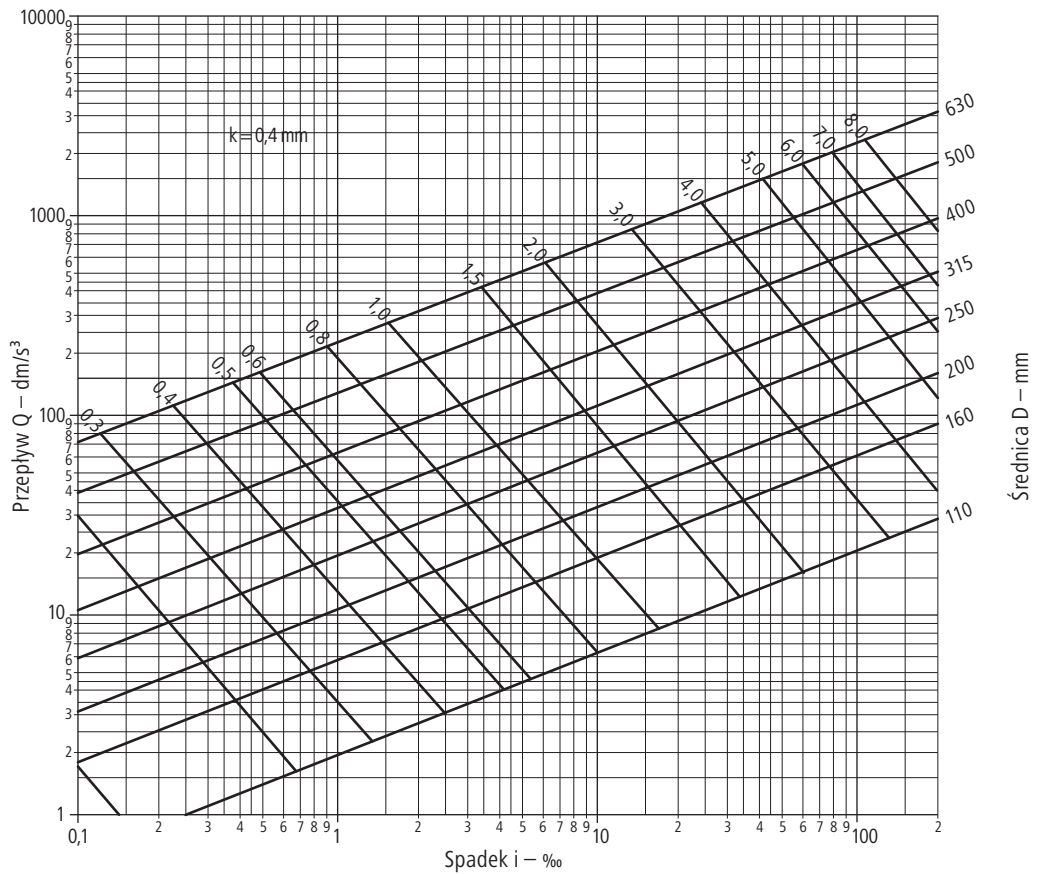
Za spadki minimalne należy przyjmować spadki wyliczone jako odwrotność średnicy wewnętrznej kanału. Przy założonym spadku i przepływie obliczeniowym, wyliczona prędkość przepływu i napełnienie kanału nie powinny przekraczać podanych wyżej skrajnych wartości.

Współczynnik tarcia „k”:

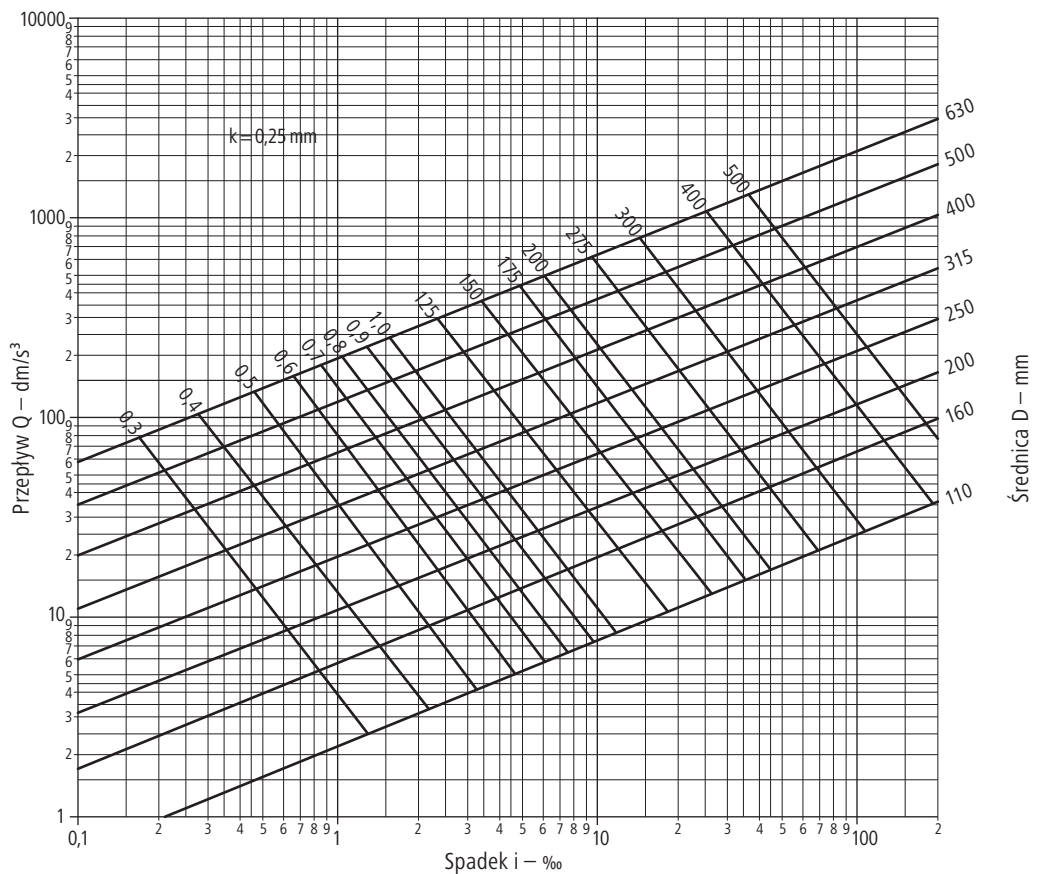
W obliczeniach hydraulicznych przewodów kanalizacyjnych, dla kanałów z bocznymi dopływami zalecane jest stosowanie współczynnika „k” = 0,4 mm. Dla kanałów tranzytowych bez bocznych dopływów można stosować współczynnik „k” = 0,25 mm.



Nomogram: zależności przepływów, prędkości ścieków i promienia hydraulicznego od stopnia napełnienia kanału.



Nomogram do obliczenia przepływów w rurach z PVC-U przy całkowitym ich napełnieniu wg wzoru Prandla-Colebrooka przy $k = 0,40 \text{ mm}$ i temperaturze 10°C .



Nomogram do obliczenia przepływów w rurach z PVC-U przy całkowitym ich napełnieniu wg wzoru Prandla-Colebrooka przy $k = 0,25 \text{ mm}$ i temperaturze 10°C .

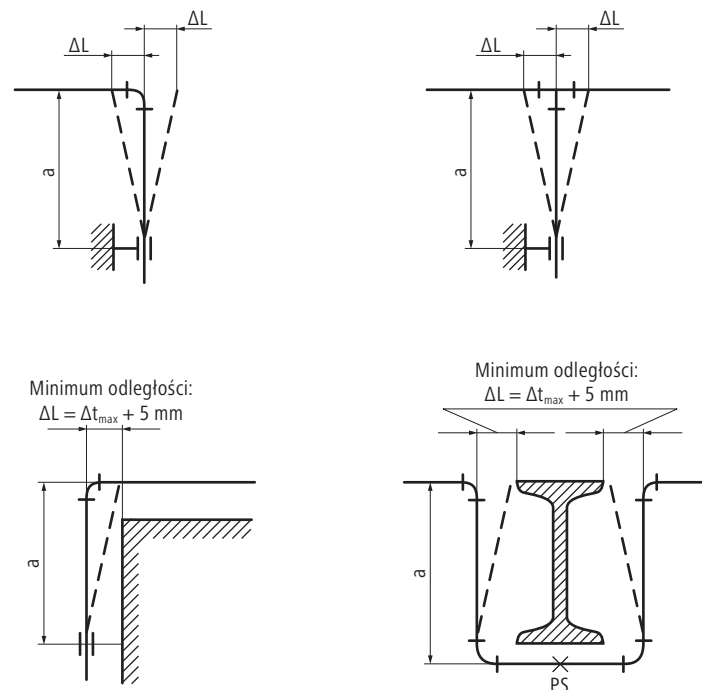
Współczynniki i nomogramy: instalacje techniczne

Wydłużenie liniowe przewodów

Przy wahaniami temperatury rurociągi z PVC-U i PE, podobnie jak i z innych materiałów ulegają wydłużeniu lub skróceniu. Współczynnik rozszerzalności liniowej rur z PVC-U wynosi $a = 0,08 \text{ mm / m}^\circ\text{C}$, natomiast rur z PE - $a = 0,20 \text{ mm / m}^\circ\text{C}$. W przypadku PVC-U jest to wielkość około siedmiokrotnie, a w przypadku PE około dwudziestokrotnie większa od współczynnika rozszerzalności liniowej dla rur stalowych. Konieczność zastosowania urządzeń kompensacyjnych zależy od sposobu łączenia rur, ich lokalizacji, materiału z jakiego są wykonane oraz wielkości wahań temperatury.

Zastosowanie samokompensacji

Zastosowanie samokompensacji w formie ramienia giętkiego jest najprostszym i najtańszym sposobem uwzględnienia wydłużenia termicznego rur z PE i PVC-U. Długość ramienia giętkiego „a” jest praktycznie uzależniona od średnicy rury i wielkości wydłużenia termicznego. Temperatury ścianki rury, jako trzeciej wielkości wpływającej na pracę „ramienia gięcia”, w projektowaniu i budowie nie uwzględnia się, przy założeniu że temperatura układania przewodów przebiega w temperaturach od $+5^\circ\text{C}$ do 25°C . Zastosowanie ramienia giętkiego ma miejsce przy zmianie kierunku przewodu, rozgałęzieniu, jak i omińnięciu przeszkody np. belki dwuteowej.



Przykładowe zastosowanie samokompensacji – ramion giętkich w instalacji.

Obliczenie wielkości wydłużenia termicznego

Wielkość liniowego wydłużenia termicznego rur z PE i PVC-U określa się wzorem:

$$\Delta L = L \times \Delta t \times a$$

gdzie:

ΔL = wielkość wydłużenia [mm]

L = długość odcinka rury [m]

Δt = różnica temp. pomiędzy temperaturą montażu rurociągu a maksymalną temperaturą roboczą względnie minimalną temperaturą roboczą [$^\circ\text{C}$]

a = współczynnik rozszerzalności liniowej rur [mm / m $^\circ\text{C}$]: PE - 0,20; PVC-U - 0,08

Uwaga: Jeżeli temperatura robocza rurociągu jest wyższa od temperatury montażu, występuje wydłużenie rurociągu, jeżeli niższa – rurociąg ulega skróceniu. W związku z powyższym należy w obliczeniach brać pod uwagę zarówno temperaturę montażu jak i minimalne i maksymalne temperatury robocze.

Określenie długości ramienia giętkiego

Dla dowolnego wydłużenia termicznego ΔL , długość ramienia giętkiego „a” można określić na podstawie następującego wzoru dla rur PE:

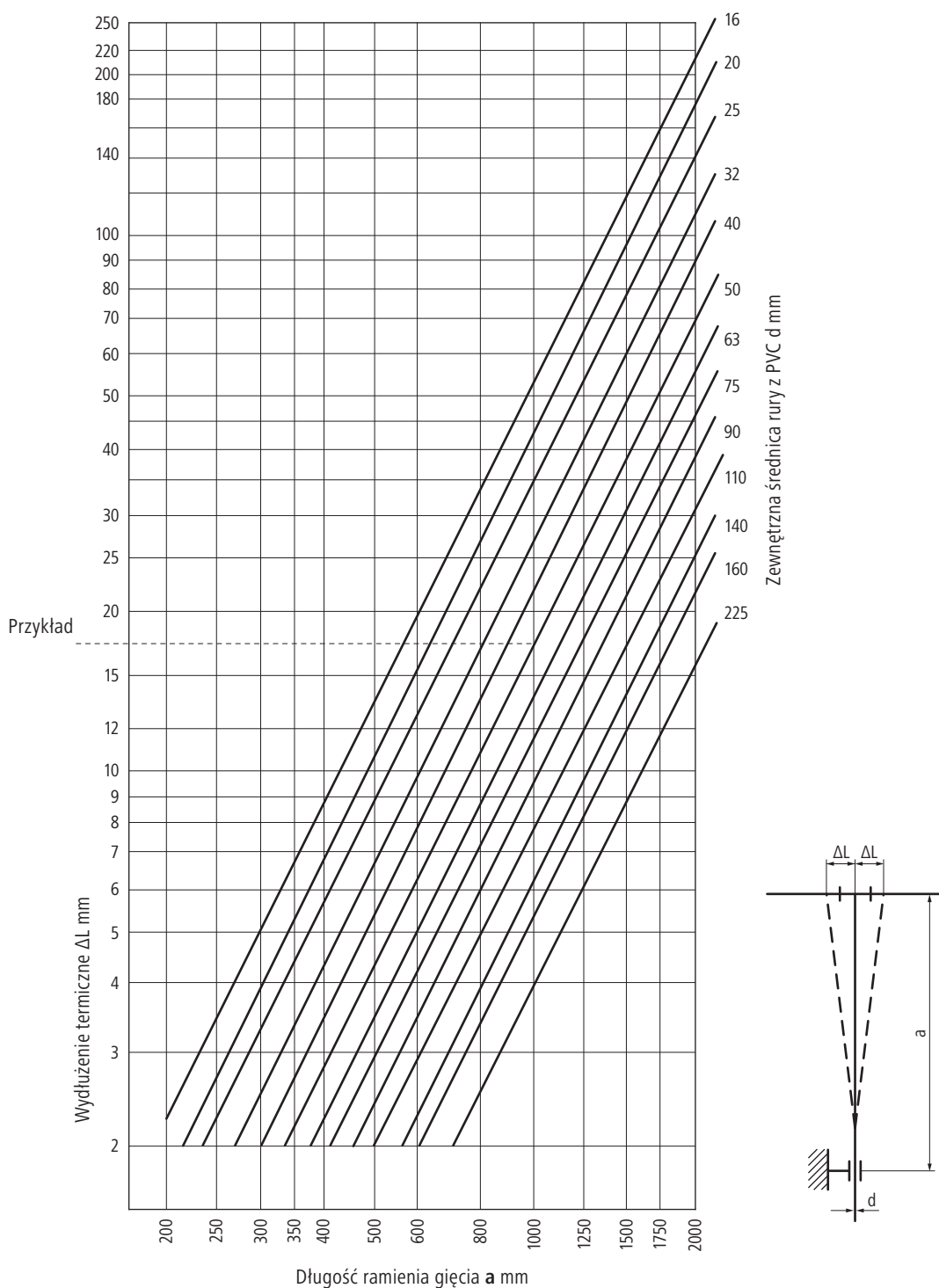
$$a = 26 \sqrt{(d \times \Delta L)}$$

oraz następującego wzoru dla rur PVC-U:

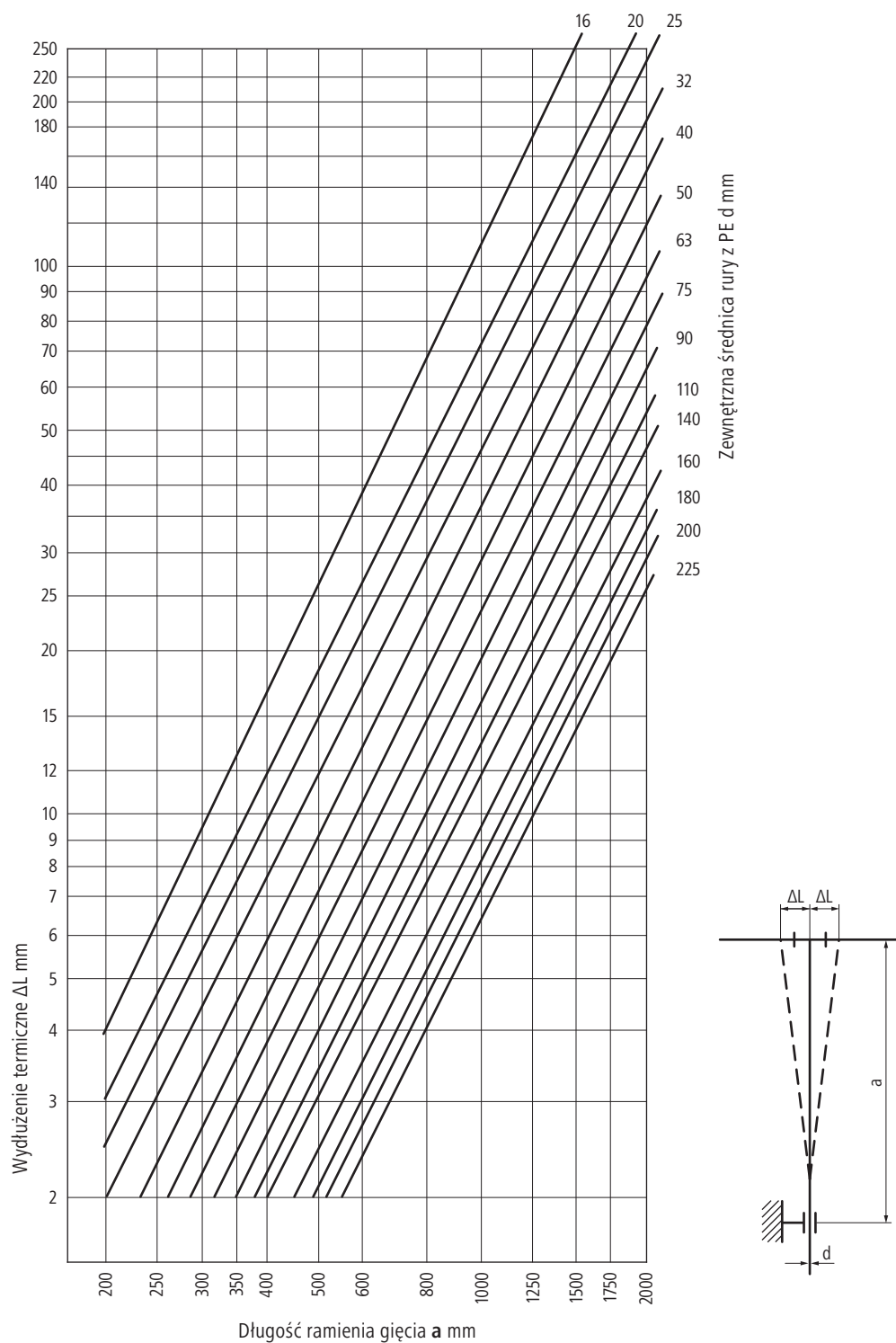
$$a = 33,5 \sqrt{(d \times \Delta L)} \quad (\text{wartości } a, d, \Delta L \text{ w mm})$$

Względnie skorzystać z załączonych nomogramów.

Nomogram dla określania długości „A” ramienia giętkiego w zależności od wielkości wydłużenia termicznego ΔL dla rur PVC-U przy temperaturze $+20^\circ\text{C}$.



Nomogram dla określania długości „A” ramienia giętkiego w zależności od wielkości wydłużenia termicznego ΔL dla rur PE przy temperaturze $+20^{\circ}\text{C}$.



Przykład: Dla uwypuklenia problematyki wydłużenia termicznego przyjęto instalację chłodniczą z założeniem:

- długość przewodu od punktu stałego PS do jego załamania $L = 8$ m,
- temperatura układania przewodu: $t_u = 15^\circ\text{C}$,
- temperatura robocza solanki chłodniczej $t_1 = -12^\circ\text{C}$,
- temperatura rozmrażania instalacji $t_2 = +35^\circ\text{C}$,
- rurociąg z PVC-U.

Różnice temperatur:

$$\Delta t_1 = t_u - t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_u = 20^\circ\text{C}$$

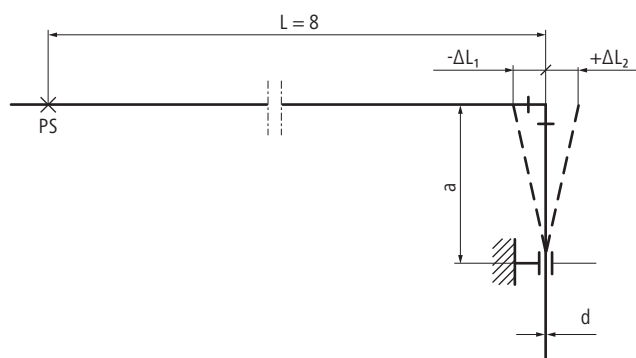
Skrócenie rurociągu przy temperaturze roboczej solanki:

$$-\Delta L_1 = L \times \Delta t_1 \times \alpha = 8 \times 27 \times 0,08 = 17,28 \text{ mm}$$

Wydłużenie rurociągu przy rozmrażaniu:

$$+\Delta L_2 = L \times \Delta t_2 \times \alpha = 8 \times 20 \times 0,08 = 12,08 \text{ mm}$$

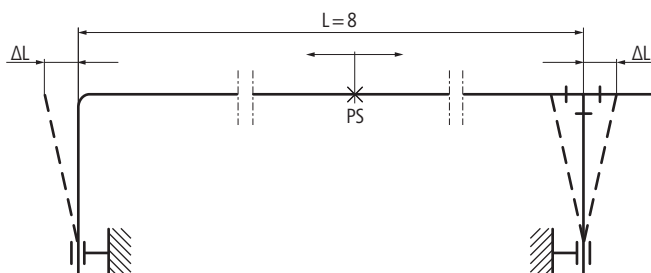
Dla określenia długości ramienia giętkiego przyjmuje się większą wartość obliczeniową bez względu na znak „+” lub „-”.



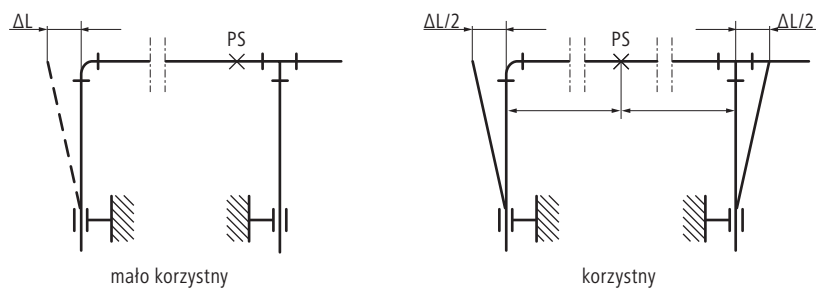
Rysunek do przykładu.

Wytyczne mocowania rurociągu przy kompensacji

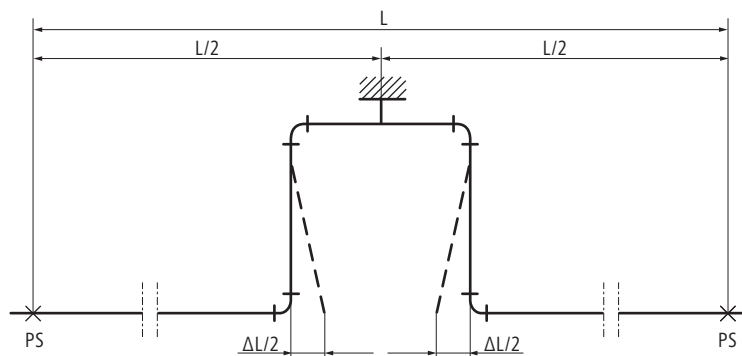
Zmiana długości i kierunku ruchu odcinka rurociągu podlegającego wydłużeniu termicznemu musi być zawsze jednoznacznie ustalona przez zastosowanie zamocowań – uchwytów stałych PS. Przy właściwej lokalizacji uchwytów stałych na rurociągu, uzyskuje się korzystny podział wydłużenia termicznego odcinka rurociągu. Dla uchwytów stałych nie wolno stosować konstrukcji, w których rurę unieruchamia się przez zaciśnięcie na jej obwodzie. Do konstrukcji punktów stałych należy użyć ograniczników, którymi mogą być kształtki z tworzywa sztucznego. Jeżeli przy zmianie kierunku lub przy odgałęzieniu nie można umieścić ramienia giętkiego, lub też należy uwzględnić większe długości w przebiegu prostych odcinków rurociągu, to można zastosować kompensator U-kształtny. Przedmiotowy odcinek należy w tym wypadku podzielić punktem stałym PS na dwie części. W nawiązaniu do podanego przykładu, wynika że przy zmianie długości $\Delta L = 17,28 / 2 = 8,64$ mm, długość ramienia ugięcia wyniesie $a = 700$ mm, zamiast 1000 mm.



Przykładowe zastosowanie uchwytów stałych PS.



Przykładowe zastosowanie uchwytów stałych PS.



Zastosowanie kompensatora U-kształtnego na długim odcinku rurociągu.

Układanie rurociągów na podporach

Przy układaniu rur na estakadach, ścianach lub w kanałach należy uwzględnić takie czynniki jak:

- temperaturę medium
- temperaturę otoczenia
- promieniowanie UV
- wydłużenia termiczne

W poniższych tabelach podano maksymalne rozstawy podpór dla rur PVC-U i PE.

Maksymalny rozstaw podpór dla rur PVC-U

Średnica zewnętrzna D [mm]	Rury ciśnieniowe PN 6 oraz rury kanalizacyjne typ „N” i „S”		Rury ciśnieniowe PN 10 i PN 16	
	20°C	40°C	20°C	40°C
16	-	-	0,80	0,70
20	-	-	0,90	0,80
25	-	-	0,95	0,85
32	-	-	1,05	0,90
40	-	-	1,20	1,10
50	-	-	1,40	1,30
63	-	-	1,50	1,40
90	1,50	1,50	1,50	1,50
110	1,50	1,50	2,00	1,50
160	2,00	2,00	2,00	2,00
200	2,00	2,00	2,00	2,00
225	2,00	2,00	3,00	2,00
250	3,00	2,00	3,00	3,00
280	3,00	3,00	3,00	3,00
315	3,00	3,00	3,00	3,00
↓ 400	3,00	3,00	3,00	3,00

Średnica zewnętrzna D	Rury ciśnieniowe PN 6 oraz rury kanalizacyjne typ „N” i „S”		Rury ciśnieniowe PN 10 i PN 16	
	[mm]	20°C	40°C	20°C
↑ 500	3,00	3,00	3,00	3,00
630	4,00	4,00	4,00	4,00

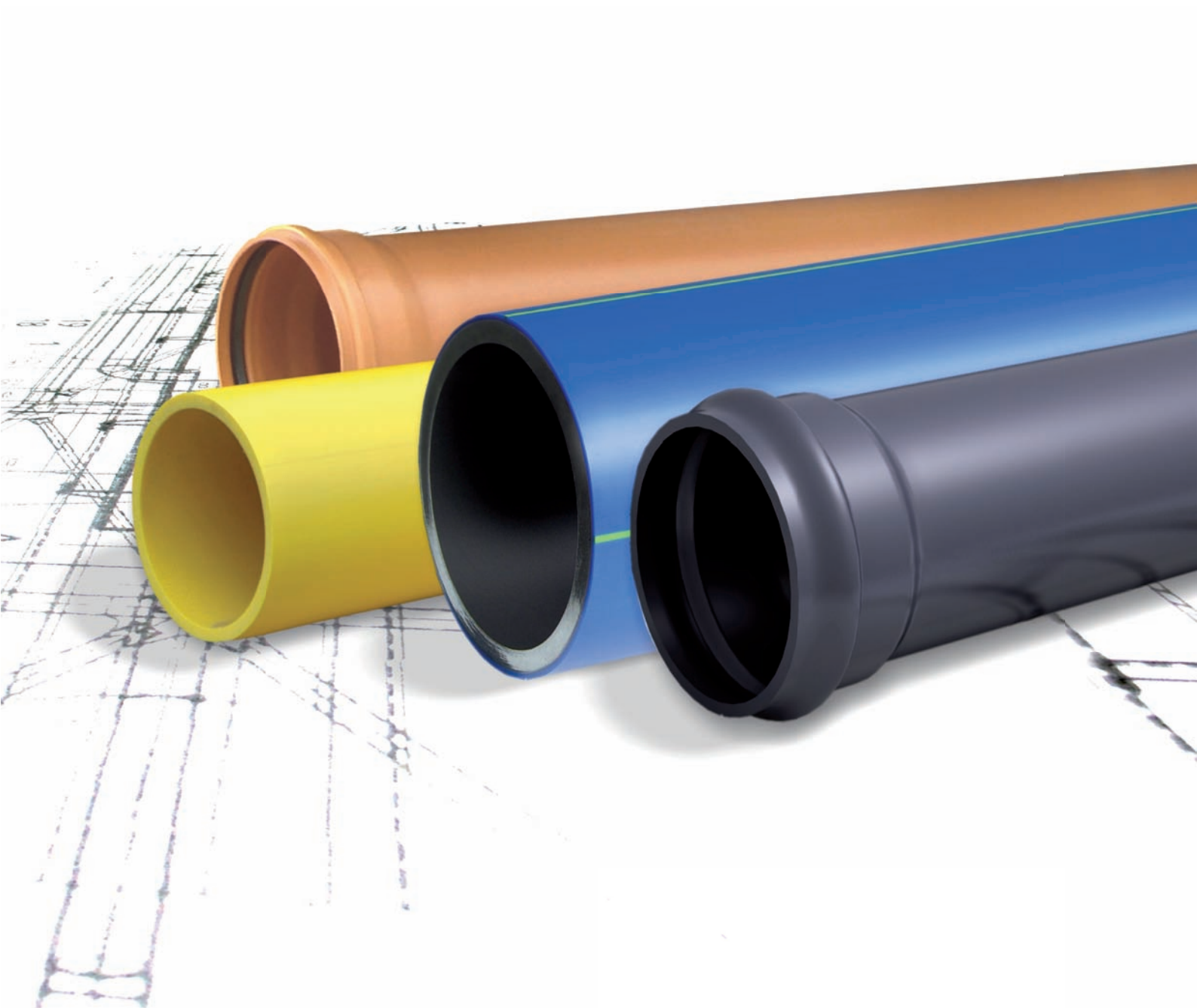
Maksymalny rozstaw podpór dla rur PE80

Średnica zewnętrzna D	Rury ciśnieniowe PN 8 SDR 17		Rury ciśnieniowe PN 12,5 SDR 11	
	[mm]	20°C	40°C	20°C
20	0,45	0,40	0,45	0,40
25	0,50	0,45	0,50	0,45
32	0,60	0,55	0,60	0,55
40	0,65	0,60	0,75	0,70
50	0,70	0,65	0,75	0,70
63	0,80	0,75	0,90	0,85
75	0,95	0,85	1,05	0,95
90	1,00	0,90	1,10	1,00
110	1,15	1,05	1,25	1,15
125	1,25	1,15	1,35	1,25
160	1,50	1,40	1,65	1,55
180	1,65	1,55	1,80	1,50
200	1,80	1,65	1,95	1,80
225	1,95	1,80	2,15	2,00
250	2,10	1,95	2,35	2,15
280	2,30	2,15	2,55	2,35
315	2,50	2,30	2,75	2,55
400	3,00	2,80	3,30	3,10

Maksymalny rozstaw podpór dla rur PE100

Średnica zewnętrzna D	Rury ciśnieniowe PN 10 SDR 17		Rury ciśnieniowe PN 16 SDR 11	
	[mm]	20°C	40°C	20°C
20	0,45	0,40	0,45	0,40
25	0,50	0,45	0,50	0,45
32	0,60	0,55	0,60	0,55
40	0,65	0,60	0,75	0,70
50	0,70	0,65	0,75	0,70
63	0,80	0,75	0,90	0,85
75	0,95	0,85	1,05	0,95
90	1,15	1,05	1,25	1,15
110	1,30	1,20	1,40	1,30
125	1,40	1,30	1,60	1,45
160	1,70	1,60	1,90	1,75
180	1,90	1,75	2,10	1,95
200	2,05	1,90	2,25	2,10
225	2,25	2,10	2,45	2,30
250	2,40	2,20	2,65	2,45
280	2,60	2,40	2,90	2,70
315	2,85	2,65	3,15	2,95
400	3,40	3,20	3,80	3,50

**SYSTEMY RUROWE
Z TWORZYW SZTUCZNYCH GAMRAT
- CZĘŚĆ KATALOGOWA**



RURY I KSZTAŁTKI CIŚNIENIOWE Z NIEPLASTYFIKOWANEGO PVC



GAMRAT SA produkuje rury z PVC-U dla trzech zakresów ciśnień roboczych: 0,6; 1,0 oraz 1,6 MPa. Rury ciśnieniowe produkowane są metodą wytłaczania z PVC z dodatkiem stabilizatorów, barwników i środków smarnych. Są barwy popielatej o gładkiej powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej.

Rury o średnicy od 63 mm na jednym końcu posiadają uformowany kielich z rowkiem na uszczelkę gumową. Elementem łączącym i uszczelniającym jest uszczelka ze specjalnej gumy o profilowanym kształcie, którą umieszcza się w rowku kielicha. Złącze tego typu jest połączeniem rozłącznym umożliwiającym wzajemne przesunięcie części rurociągu i kompensację wydłużeń. Rury z PVC-U można również łączyć z armaturą tradycyjną (żeliwną, stalową).

PN 6 (SDR 41)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
90 ^{+0,3 *}	2,8 ^{+0,5}	1,18
110 ^{+0,4}	2,7 ^{+0,5}	1,41
125 ^{+0,4}	3,1 ^{+0,6}	1,85
140 ^{+0,5}	3,5 ^{+0,6}	2,31
160 ^{+0,5}	4,0 ^{+0,6}	3,00
200 ^{+0,6}	4,9 ^{+0,7}	4,58
225 ^{+0,7}	5,5 ^{+0,8}	5,80
250 ^{+0,8}	6,2 ^{+0,9}	7,28
280 ^{+0,9}	6,9 ^{+0,9}	9,03
315 ^{+1,0}	7,7 ^{+1,0}	11,36
400 ^{+1,2}	9,8 ^{+1,2}	18,36
450 ^{+1,0}	11,0 ^{+1,3}	23,20
500 ^{+1,0}	12,3 ^{+1,5}	28,93
630 ^{+1,0}	15,4 ^{+1,8}	45,79

* SDR 33 (typ 100)

PN 10 (SDR 26)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
63 ^{+0,3 *}	3,0 ^{+0,5}	0,85
90 ^{+0,3 *}	4,3 ^{+0,7}	1,77
110 ^{+0,4}	4,2 ^{+0,7}	2,14
↓ 125 ^{+0,4}	4,8 ^{+0,7}	2,76

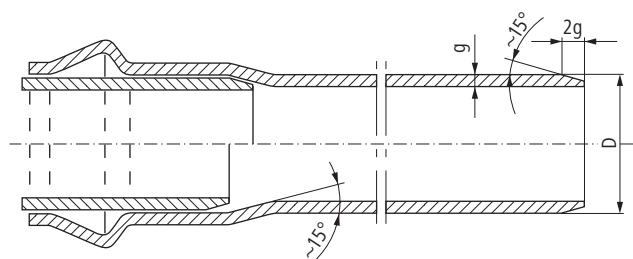


D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
↑ 140 ^{+0,5}	5,4 ^{+0,8}	3,49
160 ^{+0,5}	6,2 ^{+0,9}	4,57
200 ^{+0,6}	7,7 ^{+1,0}	7,06
225 ^{+0,7}	8,6 ^{+1,1}	8,88
250 ^{+0,8}	9,6 ^{+1,2}	11,01
280 ^{+0,9}	10,7 ^{+1,3}	13,87
315 ^{+1,0}	12,1 ^{+1,5}	17,54
400 ^{+1,2}	15,3 ^{+1,8}	28,18
450 ^{+1,0}	17,2 ^{+2,0}	35,71
500 ^{+1,0}	19,1 ^{+2,1}	44,03
630 ^{+1,0}	24,1 ^{+2,7}	70,46

* SDR 21 (typ 100)

PN 16 (SDR 17)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
110 ^{+0,4}	6,6 ^{+0,9}	3,24
160 ^{+0,5}	9,5 ^{+1,2}	6,81
225 ^{+0,7}	13,4 ^{+1,6}	13,52
280 ^{+0,9}	16,6 ^{+1,9}	20,78
315 ^{+1,0}	18,7 ^{+2,1}	26,34



Temperatura stosowania rur wynosi max. 45°C.

Dopuszczalne ciśnienie robocze maleje wraz ze wzrostem temperatury, dla której przeznaczona jest instalacja.

Wartość współczynników przeliczeniowych ciśnienia nominalnego na robocze dla różnych zakresów temperatury wody podaje tabela.

Temperatura (°C)	Współczynnik „k”
20	1,0
25	1,0
30	0,9
↓ 35	0,8

Temperatura (°C)	Współczynnik „k”
40	0,7
45	0,63

Poniżej 0°C wzrasta kruchość rur. Rury posiadają atest PZH zezwalający na stosowanie ich do przesyłania wody pitnej.

Łączenie na uszczelkę gumową

Po oczyszczeniu kielicha rury lub kształtki należy włożyć uszczelkę w suchy rowek kielicha częścią grubszą do tyłu. Dla ułatwienia można ją ścisnąć w ósemkę. Następnie należy oczyścić zewnętrzną stronę końca rury, smarując środkiem poślizgowym dla zwiększenia poślizgu, dokonać połączeń przez wciśnięcie rury w kielich na odpowiednią głębokość. Uszczelki w rurach i kształtkach montowane są fabrycznie.

Rury ciśnieniowe z PVC-U rodzaj „WK”

GAMRAT SA jest jedynym w Polsce producentem systemów rurowych z PVC-U rodzaju „WK” służących do budowy podziemnych przewodów i sieci na terenach podlegających wpływowi eksploatacji górniczej. Zmodyfikowanie głębokości kielicha umożliwia zastosowanie rur i kształtek z PVC-U rodzaju „WK” na terenach podlegających wpływowi deformacji ciągłej o intensywności odpowiadającej IV kategorii terenu.

Rury ciśnieniowe z PVC-U rodzaju „WK” stosuje się do budowy sieci wody pitnej oraz innych cieczy o ciśnieniu roboczym 0,6; 1,0 i 1,6 MPa o temperaturze 20°C. Niezależnie od ogólnych zalet, wyróżniających rury z tworzyw sztucznych spośród rur z innych materiałów, rurociągi wykonane z rur PVC-U rodzaju „WK” nie wymagają dodatkowych urządzeń kompensujących, koniecznych na terenach górniczych w przypadku innych rozwiązań konstrukcyjnych.

Rury Gamrat ciśnieniowe z PVC-U rodzaj „WK” PN 6 (SDR 41)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
90 ^{+0,3 *}	2,8 ^{+0,5}	1,20
110 ^{+0,4}	2,7 ^{+0,5}	1,43
160 ^{+0,5}	4,0 ^{+0,6}	3,05
225 ^{+0,7}	5,5 ^{+0,8}	5,91
280 ^{+0,9}	6,9 ^{+0,9}	9,19
315 ^{+1,0}	7,7 ^{+1,0}	11,56
400 ^{+1,2}	9,8 ^{+1,2}	18,68
450 ^{+1,0}	11,0 ^{+1,3}	23,61
500 ^{+1,0}	12,3 ^{+1,5}	29,44
630 ^{+1,0}	15,4 ^{+1,8}	46,60

* SDR 33 (typ 100)

Rury Gamrat ciśnieniowe z PVC-U rodzaj „WK” PN 10 (SDR 26)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
63 ^{+0,3 *}	3,0 ^{+0,5}	0,88
90 ^{+0,3 *}	4,3 ^{+0,7}	1,80
110 ^{+0,4}	4,2 ^{+0,7}	2,18
160 ^{+0,5}	6,2 ^{+0,9}	4,65
225 ^{+0,7}	8,6 ^{+1,1}	9,03
280 ^{+0,9}	10,7 ^{+1,3}	14,11
315 ^{+1,0}	12,1 ^{+1,5}	17,85

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
400 ^{+1,2}	15,3 ^{+1,8}	28,68
450 ^{+1,0}	17,2 ^{+2,0}	38,27
500 ^{+1,0}	19,1 ^{+2,1}	45,63
630 ^{+1,0}	24,1 ^{+2,7}	71,69

* SDR 21 (typ 100)

Rury Gamrat ciśnieniowe z PVC-U rodzaj „WK” PN 16 (SDR 17)

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg)
110 ^{+0,4}	6,6 ^{+0,9}	3,27
160 ^{+0,5}	9,5 ^{+1,2}	6,84
225 ^{+0,7}	13,4 ^{+1,6}	13,69

Standardowa montażowa długość rur dla wszystkich zakresów ciśnień roboczych L = 6 m + 0,02 m.

Ciśnienie nominalne jest to maksymalne ciśnienie robocze w temperaturze 20°C.

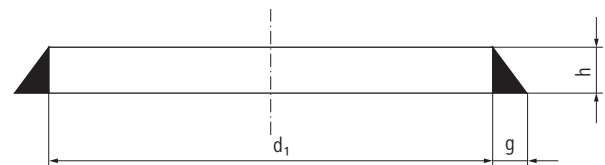
Głębokość kielicha rur rodzaju „WK” jest powiększona o 110 mm w stosunku do kielicha rury typowej.

Elementy uszczelnienia złącza dla rur rodzaju „WK”

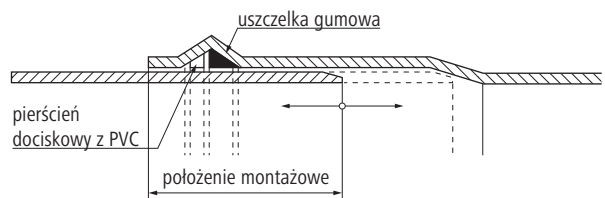
Dla średnic od 63 do 450 mm stosowana jest uszczelka elastomerowa z EPDM.

Uwaga: Przy montażu rurociągu rodzaju „WK” w zakresie średnic 160–450 mm kierunek zakładania uszczelki jest odwrotny. Dla średnic 63–110 mm uszczelkę zakłada się w sposób tradycyjny.

Pierścień oporowy z PVC-U



D	Wymiar	160	225	280	315	450
d	mm	161	226	281	316	451
g	mm	6,2	86	10,7	12,1	17,2
h	mm	17	19	20	24	34



Uwaga: Dla średnic rur 500 i 630 mm stosowana jest uszczelka z wewnętrznym dzielonym pierścieniem rozprężnym, montowana fabrycznie.

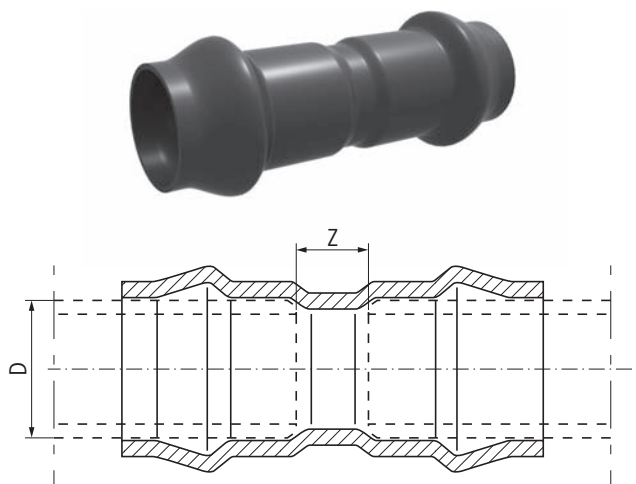
Montaż złączy w rurociągach Φ 160–450 mm, układanych na terenach podlegających wpływowi eksploatacji górniczej, różni się od montażu rurociągów tradycyjnych następującymi elementami: uszczelka umieszczana jest w rowku kielicha odwrotnie tj. zbieżnością do wewnątrz, a następnie do rowka wprowadzany jest pierścień oporowy z PVC-U.

Kształtki ciśnieniowe z PVC-U

Kształtki ciśnieniowe dla rur z PVC-U produkuje się standardowo na ciśnienie robocze 1 MPa. Wymiary kielichów kształtek jak dla kielicha rury.

Na specjalne zamówienie istnieje możliwość produkcji tych kształtek dla ciśnień roboczych 0,6 MPa i 1,6 MPa oraz dla rur z wydłużonym kielichem rodzaju „WK”.

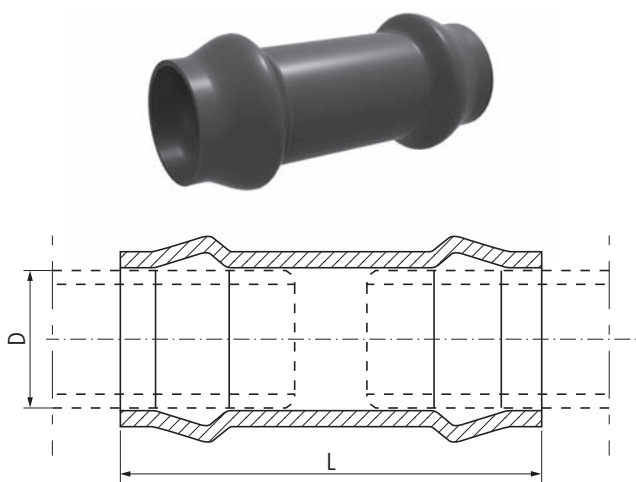
Złączki dwukielichowe PN 10



D	Z	Waga kg/szt
63	2	0,26
90	3	0,63
110	4	0,75
125	4	1,03
140	5	1,52
160	5	2,31
200	6	3,51
225	7	5,14
250	8	6,42
280	8	8,08
315	8	11,22
450	8	25,17

*D - średnica zewnętrzna
Z - długość montażowa*

Nasuwki kielichowe PN 10

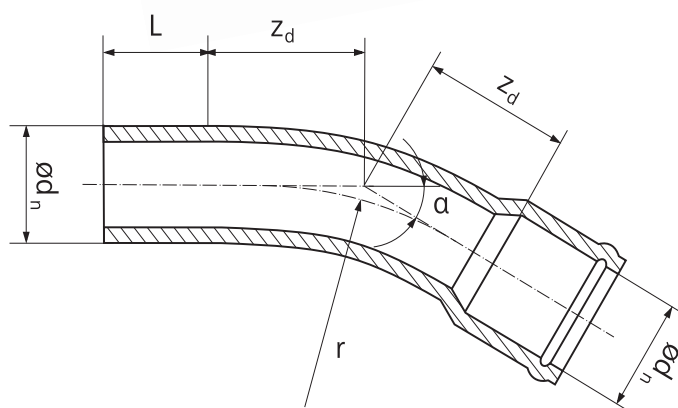


D	L	Waga kg/szt
63	245	0,25
90	262	0,59
110	285	0,73
125	287	0,94
140	385	1,37
160	335	1,82
200	369	3,14
225	400	4,09
250	450	5,77
280	455	7,30
315	490	10,10
400	560	17,97
450	610	24,22
500	650	32,60
630	740	59,28

L - długość montażowa



Łuki jednokielichowe PN 10



Średnica nominalna ϕd_n	Minimalny promień łuku $r_{min.}$	Minimalna długość projektowa $Z_{d,min.}$									
		$\alpha 11^\circ$	waga kg/szt	$\alpha 22^\circ$	waga kg/szt	$\alpha 30^\circ$	waga kg/szt	$\alpha 45^\circ$	waga kg/szt	$\alpha 90^\circ$	waga kg/szt
63	221	46	0,45	68	0,49	84	0,53	117	0,59	246	0,87
90	315	66	1,05	97	1,18	120	1,28	166	1,47	351	2,26
110	385	81	1,42	119	1,63	147	1,78	203	2,05	429	3,27
125	438	92	1,86	135	2,23	167	2,46	231	2,83	488	4,62
140	490	103	2,44	151	2,91	187	3,37	259	3,89	546	6,44
160	560	118	3,36	173	4,40	214	5,01	296	5,70	624	9,33
200	700	147	6,42	216	7,83	268	8,77	370	10,38	780	17,62
225	788	166	9,03	243	10,73	301	11,90	416	14,42	878	24,41
250	875	184	13,13	270	14,25	334	15,88	462	18,93	975	32,62
280	980	206	16,11	302	19,82	375	22,11	518	26,95	1092	44,68
315	1103	232	22,80	340	27,56	421	30,84	583	37,77	1229	65,55
400	1400	295	43,43	432	52,63	535	59,36	740	71,96	-	-
450	1575	332	59,25	486	72,75	602	81,93	832	101,55	-	-

Normy, atesty, dokumenty związane z rurami i kształtkami ciśnieniowymi z PVC-U

- PN-EN ISO 1452 – Systemy przewodowe ze zmiękzonego poli (chloru winylu) (PVC-U) do przesyłania wody
- Opinia techniczna dotycząca możliwości stosowania rur ciśnieniowych z PVC-U produkcji GAMRAT SA na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej
- Atest PZH Warszawa

RURY Z PVC-U DO INSTALACJI BASENOWYCH I TECHNICZNYCH

System przeznaczony jest do budowy instalacji basenowych, jak również różnego rodzaju instalacji technicznych mających zastosowanie w hydroforniach, szklarniach, rolnictwie, laboratoriach, zakładach przemysłowych. Ciśnienie nominalne systemu (maksymalne ciśnienie robocze) wynosi 1,0 MPa (10 bar) przy temperaturze eksploatacji do 25°C. Przy wyższych temperaturach eksploatacji należy stosować współczynniki redukujące ciśnienie nominalne. Maksymalna dopuszczalna temperatura eksploatacji wynosi 45°C.

temperatura (°C)	współczynnik redukujący
25	1,00
30	0,90
35	0,80
40	0,70
45	0,63

Zalety systemu

Łatwy i szybki w montażu, estetyczny wygląd, nie wymaga specjalistycznego sprzętu, nie wymaga konserwacji, jest odporny na korozję i zarastanie kamieniem, tańszy od instalacji stalowych i miedzianych, charakteryzuje się bardzo niskimi oporami hydraulicznymi i wysoką odpornością chemiczną, wysoka trwałość – minimum 50 lat, obojętność fizjologiczna – bezpieczny dla zdrowia.

PN 10			
średnica zewnętrzna (mm)	dopuszczalna odchyłka średnicy (mm)	grubość ścianki (mm)	waga kg/mb
25	+0,2	1,5	0,18
32	+0,2	1,6	0,24
40	+0,2	1,9	0,35
50	+0,2	2,4	0,55
63	+0,3	3,0	0,85
75	+0,3	3,6	1,21
90	+0,3	4,3	1,74
110	+0,4	4,2	2,10
125	+0,4	4,8	2,70
140	+0,5	5,4	3,41
160	+0,5	6,2	4,47
200	+0,6	7,7	6,89
225	+0,7	8,6	8,65

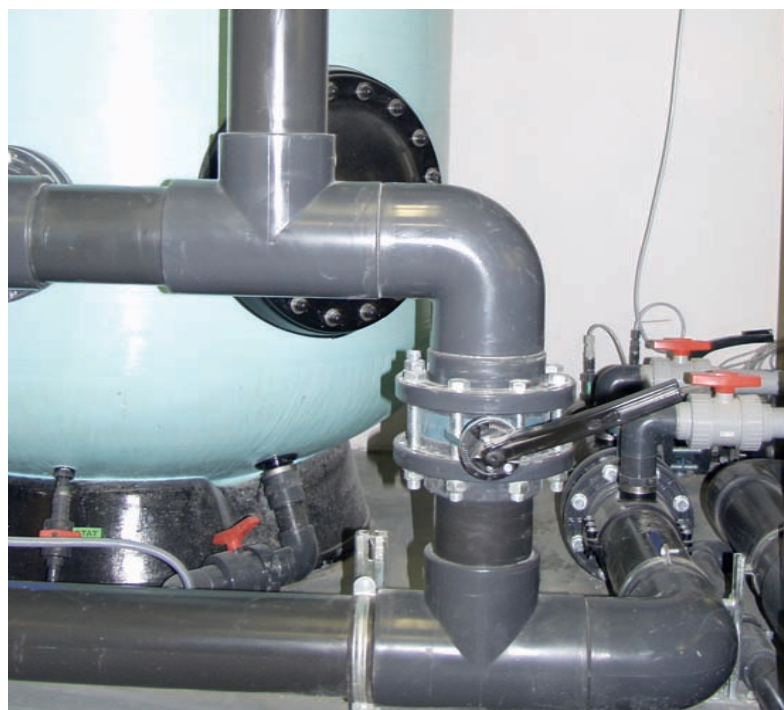
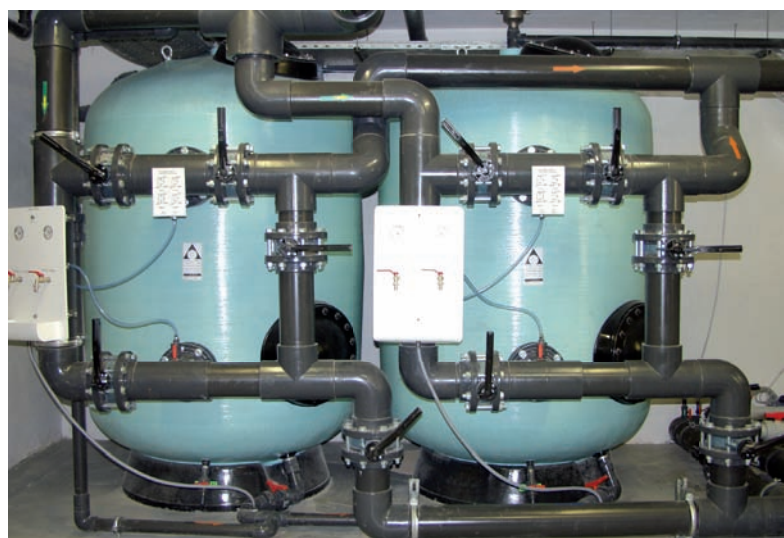
* Na zamówienie wykonujemy rury o średnicy do 315 mm wyłącznie oraz na ciśnienie nominalne 1,6 MPa (16 bar).

Szeroki asortyment dostępnych na rynku kształtek PVC-U na klej oraz kształtek przejściowych (w zakresie średnic 16–225 mm)

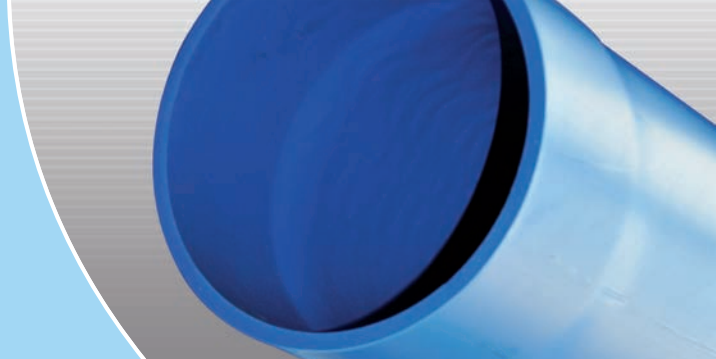
umożliwia wykonanie kompletnej instalacji stosując połączenia klejone, gwintowane i kołnierzowe. Uzupełnienie systemu stanowią uchwyty do rur oraz zawory PVC-U.

Metody połączeń

Podstawową metodą łączenia rur i kształtek jest metoda klejenia. Należy stosować wyłącznie klej agresywny do PVC – zalecamy klej TANGIT lub EFFAST-TITE. Dokładną instrukcję klejenia można uzyskać w naszej firmie. W przypadku stosowania kształtek przejściowych na gwint, do uszczelnienia połączeń gwintowych należy stosować taśmę teflonową.



RURY CIŚNIENIOWE PEŁNE Z PVC-U TYPU GEO-HYDRO DO STUDNI WIERCONYCH



Rury studzienne z PVC-U

Materiał PVC-U łączy w sobie szereg cech i zalet, które są szczególnie pożądane przy budowie studni głębinowych do wody pitnej.

Zalety tworzywa PVC-U

- jest odporne na korozję,
- ma niski ciężar właściwy, dzięki czemu rury z PVC-U łatwo transportować i instalować,
- łatwo poddaje się obróbce,
- rury i filtry wykonane z PVC-U mają gładką powierzchnię co jest hydraulicznie korzystne i zapobiega inkrustacjom,
- jest atrakcyjne cenowo w porównaniu do rur z innych materiałów.

Rury GEO-HYDRO są dopuszczone do stosowania w systemach wody pitnej, a proces produkcji rur kontrolowany jest w regularnych odstępach czasu. Barwa rur jest koloru niebieskiego.

Rury GEO-HYDRO do studni wierconych produkowane są wg normy PN-G-02323 oraz posiadają polski atest higieniczny wydany przez Państwowy Zakład Higieny. Oferowane przez nas produkty spełniają najwyższe kryteria jakości gwarantowane przez certyfikowany system kontroli jakości, zarządzania i produkcji **ISO 9001:2008**.

Rury ciśnieniowe PVC-U GEO-HYDRO

Oferujemy na ciśnienie nominalne PN 10, PN 12,5, PN 16 w następujących wersjach:

- bezmufowa,
- mufowana,
- mufa do gwintowania.

Zalety stosowania rur studziennych z PVC-U:

- szybki i łatwy montaż,
- duża odporność tworzywa PCV na siły zewnętrzne,
- szczelne połączenia gwintowe.

Standardowe długości montażowe rur to:

- 1,0 • 2,0 • 3,0 • 4,0 • 6,0 mb.

Atesty i normy:

PN-G-02323 – Studnie wiercone. Rury studzienne pełne i rury studzienne filtrowe z PVC-U. Wymagania. Atest higieniczny wydany przez Państwowy Zakład Higieny Warszawa.



wymiar nominalny DN/OD	PN 10		PN 12,5		PN 16	
	grubość ścianki	ciężar 1 mb/kg	grubość ścianki	ciężar 1 mb/kg	grubość ścianki	ciężar 1 mb/kg
90	-	-	5,4	2,14	-	-
110	-	-	5,3	2,60	6,6	3,18
125	4,8	2,70	6,0	3,32	7,4	4,05
140	5,4	3,41	6,7	4,16	8,3	5,08
160	6,2	4,47	7,7	5,45	9,5	6,63
200	7,7	6,89	9,6	8,48	11,9	10,34
225	8,6	8,65	10,8	10,71	13,4	13,11
280	10,7	13,35	13,4	16,53	16,6	20,17
315	12,1	17,00	15,0	20,76	18,7	25,53
400	15,3	27,22	19,1	33,59	23,7	41,05
450	17,2	34,41	21,5	42,47	26,7	52,00

RURY I KSZTAŁTKI KANALIZACYJNE Z NIEPLASTYFIKOWANEGO PVC-U



Zalety rur kanalizacyjnych z PVC-U

- znaczna odporność na działanie wielu substancji chemicznych,
- całkowita odporność powierzchni zewnętrznych na korozyjne, destruktywne działanie wód gruntowych (nie wymagają stosowania powłok ochronnych),
- gładkość wewnętrznej powierzchni, z czym wiąże się odporność na powstawanie wewnętrznych osadów, zatykanie przewodów, jak też zmniejszenie oporów przepływu cieczy,
- duża łatwość układania i montażu z uwagi na ich długość, niewielki ciężar i rodzaj złączy,
- duża żywotność rur,
- szczelność połączeń w zakresie eksfiltracji ścieków do gruntu zapewniająca ochronę środowiska, jak również w zakresie infiltracji wód gruntowych do wnętrza kanałów, co wiąże się z ekonomią budowy i eksploatacji oczyszczalni ścieków,
- niski ciężar rur, kilkunastokrotnie mniejszy od substytutów (beton, kamionka, żeliwo),
- duża odporność na ścieranie.

Właściwości fizyczno-mechaniczne

Właściwości	Jednostka	Wielkość
Gęstość	g / cm ³	1,38–1,40
Wytrzymałość na rozciąganie - (próba krótkotrwała) do 3 min. - obliczeniowa	Mpa Mpa	48–50 10
Wydłużenie względne przy zerwaniu	%	10
Współczynnik rozszerzalności liniowej	1 / OC	80 × 10 ⁻⁶
Moduł sprężystości (Younga) - krótkotrwały 1 min - długotrwały 50 lat	Mpa Mpa	3000–3200 1000
Temperatura kształtowania wyrobów	°C	120–130
Temperatura mięknięcia met. Vicata B	°C	≥80
Współczynnik przewodności cieplnej	WM h OC	0,16–0,21
Rzeczywisty wskaźnik uduchności - dla temp. 0°C - dla temp. 20°C	% %	5 10
Odporność elektryczna powierzchniowa	Ω	>10 ¹²
Odporność na zamarzanie wody w przewodzie	-	nieodporne – zamarzanie niszczy rurę
Palność	-	materiał samogasnący
Chłonność gorącej wody	g / cm ³	40

Zastosowanie

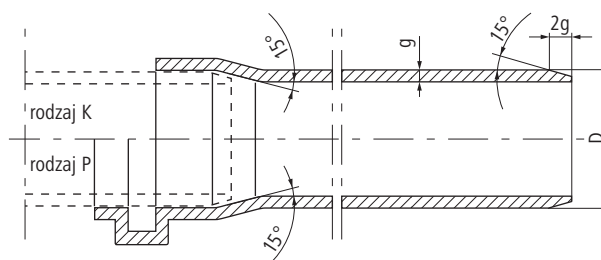
Budowa sieci kanalizacyjnych, sanitarnych, ogólnospławnych i deszczowych, do beciśnieniowego transportu ścieków.

Sposób łączenia

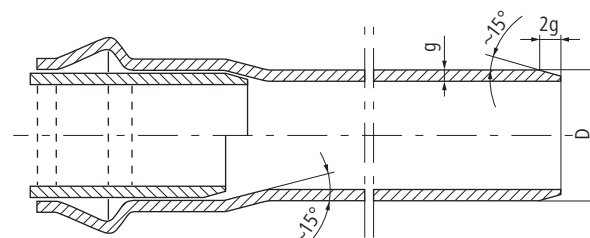
- w wykonaniu standardowym złącze kielichowe na wciśk (P,W)

W zależności od budowy kielicha rozróżnia się dwie odmiany rur kanalizacyjnych z PVC-U

P – rura z prostokątnym rowkiem kielicha w zakresie średnic zewnętrznych 110–500 mm.



W – rura z owalnym rowkiem kielicha o średnicy zewnętrznej 630 mm.



Rury kanalizacyjne z PVC-U do budowy zewnętrznych sieci kanalizacyjnych produkowane są w wersjach jako rury:

- jednorodne wg normy PN EN 1401-1.
- warstwowe wg normy PN EN 13476-2.

**Rura kanalizacyjna z PVC-U GAMRAT
szereg lekki „L” (SDR 51) – SN 2
wg PN EN 1401**

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg) *
160 ^{+0,4}	3,2 ^{+0,5}	2,56
200 ^{+0,5}	3,9 ^{+0,5}	3,86
250 ^{+0,5}	4,9 ^{+0,7}	6,06
315 ^{+0,6}	6,2 ^{+0,9}	9,71
400 ^{+0,7}	7,9 ^{+0,5}	15,70
500 ^{+0,9}	9,8 ^{+1,2}	24,50
630 ^{+1,1}	12,3 ^{+1,5}	39,11

* waga 1 mb rury podana jest dla odcinka rury 6 metrowej

**Rura kanalizacyjna z PVC-U GAMRAT
szereg superciężki (SDR 29) – SN 12
wg AT-15-8095/2011**

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg) *
160 ^{+0,4}	5,5 ^{+0,8}	4,24
200 ^{+0,5}	6,9 ^{+0,9}	6,64
250 ^{+0,5}	8,6 ^{+1,1}	10,39
315 ^{+0,6}	10,8 ^{+1,3}	16,46
400 ^{+0,7}	13,7 ^{+1,6}	26,69
500 ^{+0,9}	17,1 ^{+2,0}	41,97
630 ^{+1,1}	21,6 ^{+2,4}	67,25

* waga 1 mb rury podana jest dla odcinka rury 6 metrowej

**Rura kanalizacyjna z PVC-U GAMRAT
szereg średni „N” (SDR 41) – SN 4
wg PN EN 1401**

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg) *
160 ^{+0,4}	4,0 ^{+0,6}	3,13
200 ^{+0,5}	4,9 ^{+0,7}	4,80
250 ^{+0,5}	6,2 ^{+0,9}	7,63
315 ^{+0,6}	7,7 ^{+1,0}	11,92
400 ^{+0,7}	9,8 ^{+1,2}	19,35
500 ^{+0,9}	12,3 ^{+1,5}	30,58
630 ^{+1,1}	15,4 ^{+1,8}	48,60

* waga 1 mb rury podana jest dla odcinka rury 6 metrowej

**Rura kanalizacyjna PVC-U GAMRAT
szereg superciężki (SDR 26) – SN 16
wg AT-15-8095/2011**

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg) *
160 ^{+0,4}	6,2 ^{+0,9}	4,77
200 ^{+0,5}	7,7 ^{+1,0}	7,38
250 ^{+0,5}	9,6 ^{+1,2}	11,53
315 ^{+0,6}	12,1 ^{+1,5}	18,39
400 ^{+0,7}	15,3 ^{+1,8}	29,68
500 ^{+0,9}	19,1 ^{+2,2}	46,64
630 ^{+1,1}	24,1 ^{+2,7}	74,74

* waga 1 mb rury podana jest dla odcinka rury 6 metrowej

**Rura kanalizacyjna z PVC-U GAMRAT
szereg ciężki „S” (SDR 34) – SN 8
wg PN EN 1401**

D (mm)	g (mm)	Masa 1 mb (kg) *
110 ^{+0,3}	3,2 ^{+0,6}	1,73
160 ^{+0,4}	4,7 ^{+0,7}	3,59
200 ^{+0,5}	5,9 ^{+0,9}	5,61
250 ^{+0,5}	7,3 ^{+1,0}	8,90
315 ^{+0,6}	9,2 ^{+1,2}	13,89
400 ^{+0,7}	11,7 ^{+1,4}	22,95
500 ^{+0,9}	14,6 ^{+1,7}	36,03
630 ^{+1,1}	18,4 ^{+2,1}	57,69

* waga 1 mb rury podana jest dla odcinka rury 6 metrowej

Ponadto dla terenów szkód górniczych mają zastosowanie rury w typach średnim „N”, ciężkim „S” oraz superciężkim z wydłużonym kielichem (głębokość kielicha rury jest powiększona o 110 mm).

Połączenia na uszczelkę

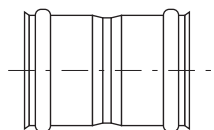
Po oczyszczeniu kielicha rury lub kształtki należy w suchy rowek włożyć uszczelkę. Włożenie ułatwia ściśnięcie jej na kształt ósemki. Następnie należy oczyścić zewnętrzną stronę bosego końca rury, posmarować ją talkiem lub „SILPASTA R” dla zwiększenia poślizgu i dokonać połączenia przez wciśnięcie rury w kielich na odpowiednią głębokość. Dokładne dane dotyczące łączenia i układania rur zawierają instrukcje wymienione poniżej.

Połączenia klejone

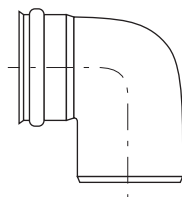
Do klejenia rur z PVC-U należy bezwzględnie używać kleju agresywnego. Powierzchnie rur podlegające klejeniu odtłuszcza się chlorkiem metylu. Należy zwracać uwagę, aby powierzchnia przed nałożeniem kleju była sucha i czysta. Klej nakłada się za pomocą pędzla, rozprowadzając go od najgłębszej powierzchni kielicha. Klej należy nakładać równomiernie. Cała operacja nakładania kleju nie powinna trwać dłużej niż 1 minutę. Po nałożeniu kleju dokonuje się połączenia przez wcisk łączonych elementów aż do oporu. Po połączeniu należy niezwłocznie wytrzeć wyciśnięty nadmiar kleju. Przez 5 minut od wykonania połączenia nie można poruszać połączonych elementów.

Kształtki kanalizacyjne klasy SN 8

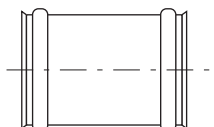
Złączka dwukielichowa	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400



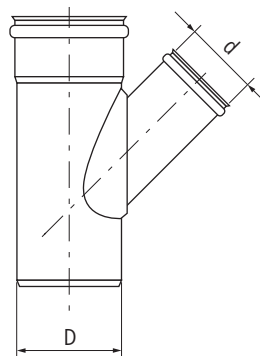
Kolano 90°	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400



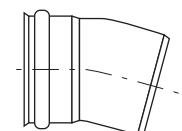
Nasuwka	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400
	500
	630



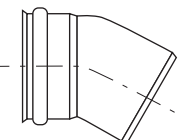
Trójnik 45°	D × d
	110 × 110
	160 × 110
	160 × 160
	200 × 110
	200 × 160
	200 × 200
	250 × 110
	250 × 160
	250 × 200
	250 × 250
	315 × 110
	315 × 160
	315 × 200
	315 × 250
	315 × 315
	400 × 110
	400 × 160
	400 × 200
	400 × 250
	400 × 315
	400 × 400



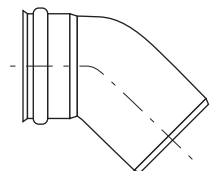
Kolano 15°	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400



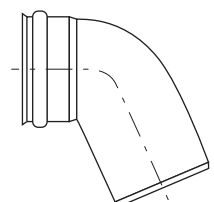
Kolano 30°	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400



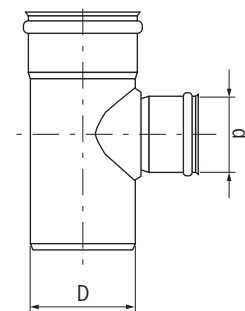
Kolano 45°	Średnica
	110
	160
	200
	250
	315
	400

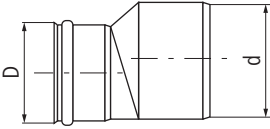


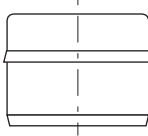
Kolano 67°	Średnica
	110
	160
	200

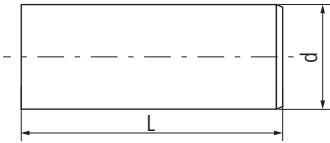


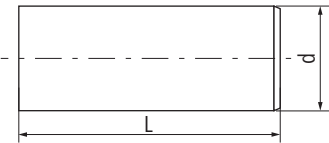
Trójnik 90°	D × d
	110 × 110
	160 × 110
	160 × 160
	200 × 110
	200 × 160
	200 × 200
	250 × 110
	250 × 160
	250 × 200
	250 × 250
	315 × 110
	315 × 160
	315 × 200
	315 × 250
	315 × 315
	400 × 110
	400 × 160
	400 × 200
	400 × 250
	400 × 315
	400 × 400



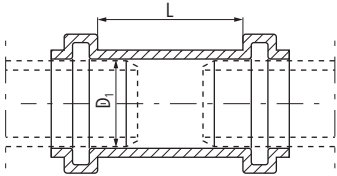
Redukcja niecentryczna	Średnica
	110 × 160
	160 × 200
	200 × 250
	250 × 315
	315 × 400
	400 × 500

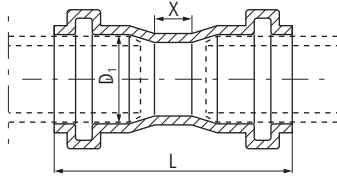
Korek	Średnica
	110
	160
	200
	315
	400

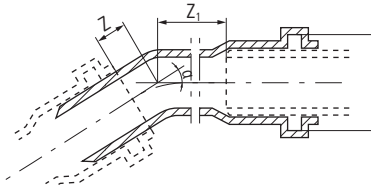
Rura wznosząca gładka typ L 400 × 7,9	Średnica × długość
	400 × 2000
	400 × 3000
	400 × 6000

Rura wznosząca gładka typ N 400 × 9,8	Średnica × długość
	400 × 2000
	400 × 3000
	400 × 6000

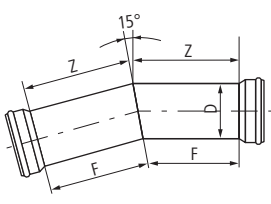
Kształtki kanalizacyjne (sztywność SN 12)

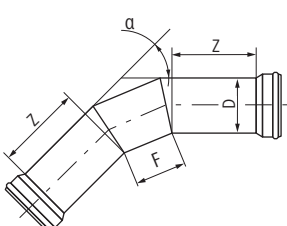
Nasuwka SN 12	D	D ₁ Średnica wewnętrzna kielicha	L _{min}
	110	110,4 + 0,5	64
	160	160,5 + 0,5	84
	200	200,6 + 0,5	100
	250	250,6 + 1,2	110
	315	315,7 + 1,3	124
	400	400,8 + 1,6	140
	500	501,0 + 2,0	160
	630	631,9 + 2,0	186

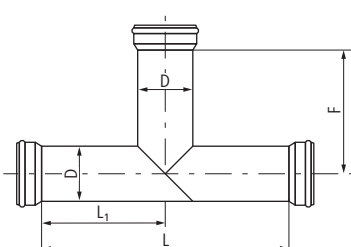
Dwukielich SN 12	D	D ₁ Średnica wewnętrzna kielicha	L _{min} Długość montażowa złączki	X _{min}
	110	110,4 + 0,5	93	35
	160	160,5 + 0,5	112	38
	200	200,6 + 0,5	140	50
	250	250,6 + 1,2	190	65
	315	315,7 + 1,3	212	80
	400	400,8 + 1,6	235	85
	500	501,0 + 2,0	255	95
	630	631,9 + 2,0	288	100

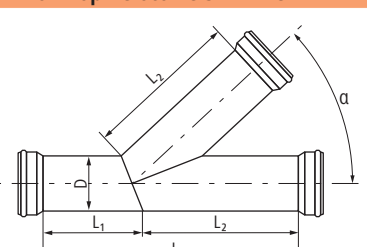
Kolano gięte SN 12	D	Minimalna długość projektowa* Z _{d, min} Kąt (α)						
		11°	15°	22°	30°	45°	60°	90°
	110	81	100	119	147	203	266	429
	160	118	145	173	214	296	387	624
	200	147	180	216	268	370	484	780
	250	184	226	270	334	462	605	975
	315	232	285	340	421	583	763	1229
	400	295	360	432	535	740	968	1560

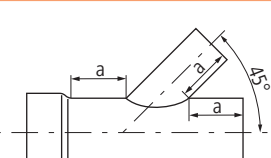
* Z_{d, min} obliczono stosując wzór: $Z_{d, min} = (3,5 d_n \times \operatorname{tg} \alpha / 2) + 0,4 d_n$

Łuki 2-segmentowe SN12	D	F	Z	
			15°	30°
	110	130	155	205
	160	160	185	245
	200	190	215	300
	250	230	225	360
	315	240	280	400
	400	260	310	450
	500	360	430	520
	630	400	470	570

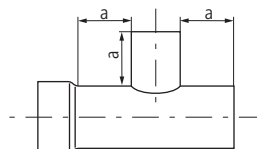
Łuki 3-segmentowe SN 12	D	F	Z			
			45°	60°	75°	75°
	110	130	150			
	160	160	180			
	200	190	200			
	250	230	230			
	315	240	270			
	400	260	320			
	500	360	440			
	630	400	480			

Trójniki równoprzelotowe SN 12 90°	D	F	L ₁	L
	110	175		350
	160	225		450
	200	300		600
	250	350		700
	315	475		950
	400	600		1200
	500	750		1500
	630	900		1800

Trójniki równoprzelotowe SN 12 45°	D	L ₁	L ₂
	110	135	320
	160	175	420
	200	230	550
	250	270	645
	315	365	870
	400	460	1100
	500	570	1360
	630	710	1700

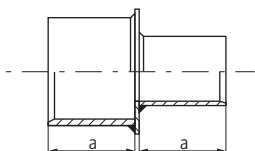
Trójniki redukcyjne segmentowe SN 12 45°

dla średnic do Ø 250 - a _{min} = 200 mm
dla średnic od Ø 315 do Ø 630 - a _{min} = 320 mm

Trójniki redukcyjne segmentowe SN 12 90°



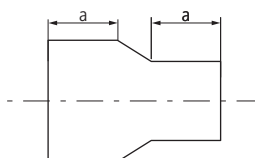
dla średnic do $\varnothing 250$ - $a_{\min} = 120$ mm
dla średnic od $\varnothing 315$ do $\varnothing 630$ - $a_{\min} = 350$ mm

Redukcja SN 12 Typ A



dla średnic do $\varnothing 250$ - $a_{\min} = 120$ mm
dla średnic od $\varnothing 315$ do $\varnothing 630$ - $a_{\min} = 350$ mm

Redukcja SN 12 Typ B



dla średnic do $\varnothing 250$ - $a_{\min} = 120$ mm
dla średnic od $\varnothing 315$ do $\varnothing 630$ - $a_{\min} = 350$ mm



Atesty, normy, dokumenty odniesienia dla rur i kształtek kanalizacyjnych z PVC-U

- PN-EN 1401-1 – Podziemne, beczłnieniowe systemy przewodowe z niezmiękczonego poli(chlorkuwinyłu) (PVC-U) do odwadniania i kanalizacji.
- PN-EN 13476-2 – systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego beczłnieniowego odwadniania i kanalizacji; systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z nieplastyfikowanego poli (chlorku winylu) (PVC-U), poli propylenu (PP) i polietylenu (PE); część 2: Specyfikacje rur i kształtek o gładkich powierzchniach wewnętrznych i zewnętrznych oraz systemu, typ A.
- ITB-1669/W – Certyfikat zgodności produkowanych rur kanalizacyjnych PVC-U z PN-EN 1401-1.
- AT-15-8095/2011 – Rury i kształtki kanalizacyjne z PVC-U Gamrat o ściance jednorodnej lub warstwowej litej o sztywności obwodowej SN 12 i SN 16.
- Opinia Głównego Instytutu Górnictwa dotycząca stosowania rur kanalizacyjnych z PVC-U na terenach szkód górniczych.

RURY POLIETYLENOWE DO PRZESYŁANIA WODY I KANALIZACJI Z PE100



Rury Gamrat z PE produkowane są metodą wytłaczania z polietylenu o gęstości powyżej 930 kg/m³ z dodatkiem antyutleniaczy, stabilizatorów i pigmentów niezbędnych do wytwarzania rur o określonych właściwościach mechanicznych i zgrzewalności. Materiałem bazowym jest PE-HD klasy PE100. Jakość polietylenu jest potwierdzona certyfikatami dostawców. Wysoka jakość surowców i technologia produkcji na światowym poziomie, a także możliwości badań kontrolno-analitycznych, umożliwiają produkcję rur o najwyższej jakości, zgodnej z wymogami norm światowych.

Rury polietylenowe Gamrat z PE przeznaczone są do rozprzewadzenia wody pitnej, ciekłych mediów technologicznych, ścieków a także jako rury osłonowe. Tak różnorodne zastosowanie rur polietylenowych wynika z ich znakomitych właściwości fizyko-mechanicznych oraz odporności na różnego rodzaju agresywne media. Równocześnie rury polietylenowe są całkowicie obojętne fizjologicznie i nieszkodliwe dla środowiska.

Zalety rur PE

Rury polietylenowe Gamrat wraz z całym asortymentem kształtek do wykonywania połączeń stałych i rozłącznych tworzą jednolity, uniwersalny system gwarantujący ponad 50-letnią eksploatację.

System ten charakteryzuje:

- doskonała wytrzymałość mechaniczna,
- wysoka udatność (rury z PE nie pękają pod wpływem uderzenia nawet w niskich temperaturach do -80°C),
- bardzo dobra elastyczność,
- możliwość zaciskania rur i zamykania przepływu mediów przy pracach remontowych,
- gładka powierzchnia wewnętrzna zmniejszająca opory prze-

- płwy,
- niski ciężar,
- łatwe i szybkie wykonywanie połączeń,
- odporność na czynniki korozyjne zawarte w glebie,
- odporność na prądy błędzące,
- obojętność fizjologiczna – tworzywo nie wprowadzające do środowiska żadnych zanieczyszczeń.

Właściwości fizyko-mechaniczne

Gęstość materiału rur	0,930–0,960 g / cm ³
Wskaźnik płynięcia	0,2–1,4 g / 10 min / 5 kg / 190°C
Wydłużenie przy zerwaniu	nie mniej niż 350%
Stabilność cieplna w temp. 200°C	nie mniej niż 20 min
Liniowa rozszerzalność cieplna	0,2 mm / m / °C
Moduł sprężystości	600–800 N / mm ²



Promienie gięcia rur polietylenowych:

Temperatura	Szereg wymiarowy SDR [-]				
	11	13,6	17	21	26
> 20°C	20 × D	20 × D	20 × D	25 × D	30 × D
> 10°C	35 × D	35 × D	35 × D	45 × D	55 × D
> 0°C	50 × D	50 × D	50 × D	60 × D	70 × D

Optymalna temperatura stosowania rur Gamrat z PE wynosi 20°C. Przy występowaniu innych temperatur należy zastosować współczynniki redukcyjne ciśnienia nominalnego wg załącznika A normy PN EN 12201-1.

Temperatura medium przesyłanego °C	Współczynnik redukcyjny
20	1
30	0,87
40	0,74

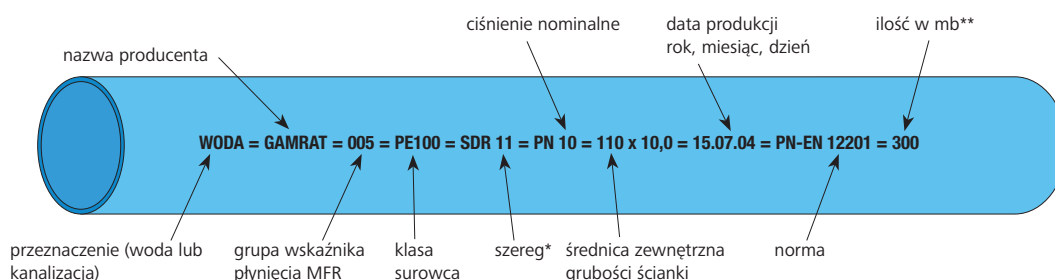
Rury polietylenowe z PE100 do sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

			SDR 11			SDR 17			SDR 26			
			Ciśnienie nominalne PN, w barach									
PE100			PN 16			PN 10			PN 6			
Wymiar nominalny DN/OD	Średnica zewnętrzna		Maksymalna owalność	Grubości ścianek		ciężar 1 mb/kg	Grubości ścianek		ciężar 1 mb/kg	Grubości ścianek		ciężar 1 mb/kg
	d _{min}	d _{max}		e _{min}	e _{max}		e _{min}	e _{max}		e _{min}	e _{max}	
25	25,0	25,3	1,2	2,3	2,7	0,17	-	-	-	-	-	-
32	32,0	32,3	1,3	3,0	3,4	0,27	2,0	2,3	0,19	-	-	-
40	40,0	40,4	1,4	3,7	4,2	0,42	2,4	2,8	0,29	-	-	-
50	50,0	50,4	1,4	4,6	5,2	0,65	3,0	3,4	0,44	2,0	2,3	0,30
63	63,0	63,4	1,5	5,8	6,5	1,04	3,8	4,3	0,71	2,5	2,9	0,47
75	75,0	75,5	1,6	6,8	7,6	1,45	4,5	5,1	1,00	2,9	3,3	0,65
90	90,0	90,6	1,8	8,2	9,2	2,10	5,4	6,1	1,46	3,5	4	0,94
110	110,0	110,7	2,2	10,0	11,1	3,11	6,6	7,4	2,13	4,2	4,8	1,40
125	125,0	125,8	2,5	11,4	12,7	4,04	7,4	8,3	2,72	4,8	5,4	1,81
140	140,0	140,9	2,8	12,7	14,1	5,03	8,3	9,3	3,42	5,4	6,1	2,28
160	160,0	161,0	3,2	14,6	16,2	6,61	9,5	10,6	4,47	6,2	7,0	2,99
180	180,0	181,1	3,6	16,4	18,2	8,35	10,7	11,9	5,65	6,9	7,7	3,66
200	200,0	201,2	4,0	18,2	20,2	10,30	11,9	13,2	6,98	7,7	8,6	4,63
225	225,0	226,4	4,5	20,5	22,7	13,04	13,4	14,9	8,85	8,6	9,6	5,82
250	250,0	251,5	5,0	22,7	25,1	16,04	14,8	16,4	10,85	9,6	10,7	7,21
280	280,0	281,7	9,8	25,4	28,1	20,11	16,6	18,4	13,63	10,7	11,9	9,00
315	315,0	316,9	11,1	28,6	31,6	25,47	18,7	20,7	17,26	12,1	13,5	11,46
355	355,0	357,2	12,5	32,2	35,6	32,32	21,1	23,4	21,96	13,6	15,1	14,49
400	400,0	402,4	14	36,3	40,1	41,04	23,7	26,2	27,77	15,3	17,0	18,37
450	450,0	452,7	15,6	40,9	45,1	51,99	26,7	29,5	35,18	17,2	19,1	23,23
500	500,0	503,0	17,5	45,4	50,1	64,14	29,7	32,8	43,47	19,1	21,2	28,66
560	560,0	563,4	19,6	50,8	56,0	80,36	33,2	36,7	54,45	21,4	23,7	35,94
630	630,0	633,8	22,1	57,2	63,1	101,81	37,4	41,3	68,98	24,1	26,7	45,53
710	710,0	716,4	-	-	-	-	42,1	46,5	87,52	27,2	30,1	57,89
800	800,0	807,2	-	-	-	-	47,4	52,3	111,00	30,6	33,8	73,34

wartość ciężaru 1mb/kg podana jest orientacyjnie

Rury produkowane są w kolorze niebieskim lub czarnym. Przy produkcji rur w kolorze czarnym istnieje możliwość nanoszenia czterech lub sześciu kolorowych pasków.

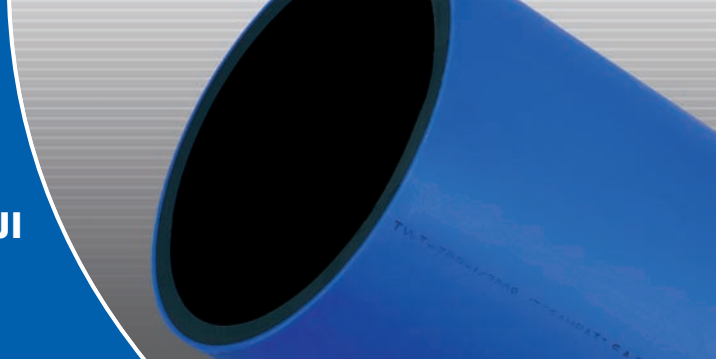
Cechowanie



* SDR = d/e oznacza stosunek średnicy nominalnej rury „d” do grubości jej ścianki „e”

** oznaczenia stosowane wyłącznie na rurach zwijanych w kręgi

RURY POLIETYLENOWE Z PE100RC TWINGAM DO PRZESYŁANIA WODY I KANALIZACJI



Nowe, bardzo wymagające warunki budowy sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych czy telekomunikacyjnych spowodowały bardzo mocny rozwój materiału jakim jest polietylen (PE) w kierunku doskonalenia jego właściwości, zwłaszcza odporności na propagację pęknięć, co z kolei spowodowało powstanie nowych typów rur, które zapewniają odpowiedni poziom ochrony oraz ich długotrwałą wytrzymałość i czas eksploatacji. Nowe rodzaje surowca oraz nowe konstrukcje rur z PE, zaspokajają aktualne potrzeby rynkowe oraz przyczyniły się do wprowadzenia bardziej ekonomicznych technologii ich posadawiania. Rury TWINGAM można układać w gruncie rodzimym bez stosowania podsypki i obsypki piaskowej oraz w technologiach bezwykopowych.

Polietylenowa rura TWINGAM może być wykonana jako rura jednowarstwowa, której ścianka wykonana jest w całości z surowca PE100RC lub alternatywnie jako rura dwuwarstwowa gdzie warstwy tworząca połączone są molekularnie (zgrzane w procesie produkcji). 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.

Właściwości fizyczne polietylenu PE100RC

Właściwości	Wymagania	Metoda badania
Test FNCT (Full Notch Creep Test)	brak uszkodzeń podczas badania	ISO 16770 (parametry badania: 4 N/mm ² , 80°C, 2% Arkopal N-100, czas > 8760 h)
Odporność na obciążenie punktowe	brak uszkodzeń podczas badania	test PLT Dr Hessela (parametry badania: 4 N/mm ² , 80°C, 2% Arkopal N-100, czas > 8760 h)
Odporność na powolną propagację pęknięć (Notch Test)	brak uszkodzeń podczas badania	PN-EN ISO 13479:2009 (parametry: SDR 11, ciśnienie 9,2 bara, temp. 80°C, czas > 8760 h)
Odporność na szybką propagację pęknięcia	zatrzymana	ISO 13477:1997 ciśnienie krytyczne Pc ≥ 10 bar

Rury polietylenowe TWINGAM do przesyłania wody i kanalizacji mogą występować w trzech wariantach zastosowanych warstw:

- jednowarstwowe wykonane w całości z polietylenu PE100RC w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 75 mm w kolorze granatowym,
- dwuwarstwowe z warstwą wewnętrzną z polietylenu PE100 w kolorze czarnym oraz warstwą zewnętrzną z polietylenu PE100RC koloru granatowego w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 630 mm,
- dwuwarstwowe z warstwą wewnętrzną z polietylenu PE100RC koloru czarnego oraz warstwą zewnętrzną również z polietylenu PE100RC koloru granatowego w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 630 mm.



Rury warstwowe PE100RC to:

- 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 propagację pęknięć
- Zastosowanie w technologiach bezwykopowych bez ryzyka uszkodzenia rury
- Szybszy okres realizacji inwestycji

Sytuacje wywołujące zjawisko propagacji pęknięć w rurach PE

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 postępowaniem czasu.



Rury TWINGAM przeznaczone są do budowy instalacji i sieci wodociągowych oraz instalacji i sieci kanalizacji ciśnieniowej, podciśnieniowej i grawitacyjnej oraz jako rury osłonowe. Sieci z rur i kształtek TWINGAM mogą być układane w gruncie rodzimym bez stosowania podsypki i obsypki, metodami tradycyjnymi i wąskowykopowymi. Rury TWINGAM mogą być również stosowane do budowy i renowacji sieci metodami bezwykopowymi.

Odcinki rur i kształtek TWINGAM łączone są następującymi metodami:

- zgrzewanie doczołowe,
- zgrzewanie przy pomocy złączy elektrooporowych,
- połączenia mechaniczne przy pomocy złączy zaciskowych i złączy kołnierzowych przeznaczonych do rur polietylenowych.

Rury TWINGAM przeznaczone są do przesyłania wody i ścieków pod ciśnieniem. Przy stosowaniu rur do wody o temperaturze powyżej 20°C do max. 40°C, dopuszczalne ciśnienie robocze oblicza się z zależności: $PFA = f_T \times f_A \times PN$, w której współczynnik obniżenia ciśnienia f_T przyjmuje wartość jak w tabeli.

Współczynnik f_T w funkcji wartości temperatury			
Wartość temperatury, °C	20	30	40
Wartość współczynnika obniżenia ciśnienia f_T	1,00	0,87	0,74

- współczynnik f_A obniżenia/podwyższenia w zależności od zastosowania (dla przesyłania wody $f_A = 1$)
- dla temperatury między wymienionymi wartościami stosuje się interpolację liniową

Rury i kształtki TWINGAM mogą być stosowane również jako osłony kabli energetycznych, teletechnicznych i innych na zewnątrz i wewnątrz budynków.

Zgodnie z Atestem Higienicznym wydanym przez Państwowy Zakład Higieny w Warszawie, rury i kształtki TWINGAM objęte Aprobata spełniają wymagania higieniczne i mogą być stosowane w instalacjach i sieciach przesyłających wodę przeznaczoną do spożycia.

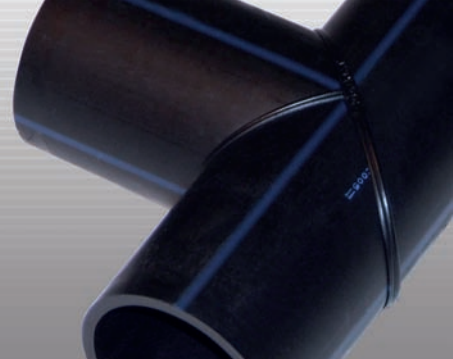
Rury polietylenowe z PE100RC TWINGAM do sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

				SDR 11			SDR 17		
				Ciśnienie nominalne PN, w barach					
PE100RC				PN 16			PN 10		
Wymiar nominalny DN/OD	Średnia średnica zewnętrzna		Maksymalna owalność	Grubości ścianek		ciężar 1 mb/kg	Grubości ścianek		ciężar 1 mb/kg
	d _{min}	d _{max}		e _{min}	e _{max}		e _{min}	e _{max}	
25	25,0	25,3	1,2	2,3	2,7	0,17	-	-	
32	32,0	32,3	1,3	3,0	3,4	0,27	2,0	2,3	0,19
40	40,0	40,4	1,4	3,7	4,2	0,42	2,4	2,8	0,29
50	50,0	50,4	1,4	4,6	5,2	0,65	3,0	3,4	0,44
63	63,0	63,4	1,5	5,8	6,5	1,04	3,8	4,3	0,71
75	75,0	75,5	1,6	6,8	7,6	1,45	4,5	5,1	1,00
90	90,0	90,6	1,8	8,2	9,2	2,10	5,4	6,1	1,46
110	110,0	110,7	2,2	10,0	11,1	3,11	6,6	7,4	2,13
125	125,0	125,8	2,5	11,4	12,7	4,04	7,4	8,3	2,72
140	140,0	140,9	2,8	12,7	14,1	5,03	8,3	9,3	3,42
160	160,0	161,0	3,2	14,6	16,2	6,61	9,5	10,6	4,47
180	180,0	181,1	3,6	16,4	18,2	8,35	10,7	11,9	5,65
200	200,0	201,2	4,0	18,2	20,2	10,30	11,9	13,2	6,98
225	225,0	226,4	4,5	20,5	22,7	13,04	13,4	14,9	8,85
250	250,0	251,5	5,0	22,7	25,1	16,04	14,8	16,4	10,85
280	280,0	281,7	9,8	25,4	28,1	20,11	16,6	18,4	13,63
315	315,0	316,9	11,1	28,6	31,6	25,47	18,7	20,7	17,26
355	355,0	357,2	12,5	32,2	35,6	32,32	21,1	23,4	21,96
400	400,0	402,4	14	36,3	40,1	41,04	23,7	26,2	27,77
450	450,0	452,7	15,6	40,9	45,1	51,99	26,7	29,5	35,18
500	500,0	503,0	17,5	45,4	50,1	64,14	29,7	32,8	43,47
560	560,0	563,4	19,6	50,8	56,0	80,36	33,2	36,7	54,45
630	630,0	633,8	22,1	57,2	63,1	101,81	37,4	41,3	68,98
710	710,0	716,4	-	-	-	-	42,1	46,5	87,52
800	800,0	807,2	-	-	-	-	47,4	52,3	111,00

możliwe oferowanie rur w innych SDR-ach
wartość ciężaru 1mb/kg podana jest orientacyjnie



KSZTAŁTKI SEGMENTOWE Z PE100 ORAZ PE100RC TWINGAM DO PRZESYŁANIA WODY I KANALIZACJI



Kształtki segmentowe wytwarzane są w warunkach stacjonarnych metodą zgrzewania czołowego z segmentów rur polietylenowych klasy PE100 oraz z segmentów rur PE klasy PE100RC.

Mają zastosowanie przy budowie i remontach sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Oferta obejmuje kształtki w SDR 11 i SDR 17 w następujących typach:

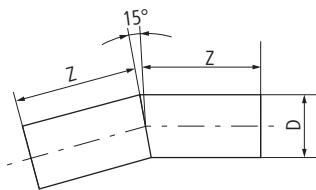
łuki o kątach 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° w zakresie średnic 90–500 mm

trójniki równoprzelotowe o kącie dolotu 90° w zakresie średnic 90–400 mm

trójniki redukcyjne o kącie dolotu 90° w zakresie średnic 90–160 mm

złączki redukcyjne w zakresie średnic 90–160 mm

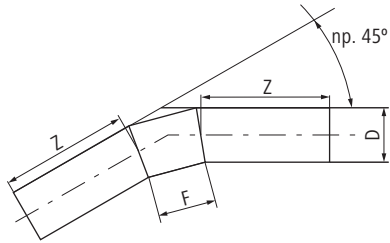
Wymiary łuków dwusegmentowych w mm	D	Z*
		15° i 30°
	90	145
	110	155
	125	165
	140	175
	160	185
	180	190
	200	210
	225	240
	250	260
	280	270
	315	280
	355	290
	400	300
	450	345
	500	375



* dopuszcza się inne wartości



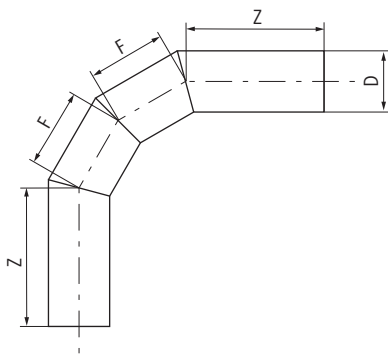
Wymiary łuków trójsegmentowych w mm	D	F*	Z*
			45° i 60°
	90	130	145
	110	135	155
	125	140	165
	140	145	175
	160	150	185
	180	170	190
	200	190	210
	225	210	240
	250	230	260
	280	240	270
	315	250	270
	355	260	290
	400	270	300
	450	290	345
	500	370	375



* dopuszcza się inne wartości

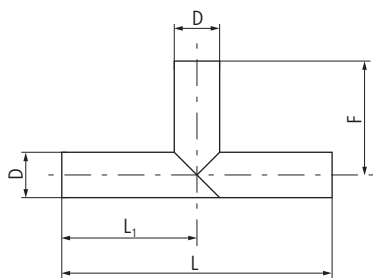


Wymiary łuku czterosegmentowego 90° w mm	D	F*	Z*
			75° i 90°
	90	130	145
	110	135	155
	125	140	165
	140	145	175
	160	150	185
	180	170	190
	200	190	210
	225	210	240
	250	230	260
	280	240	270
	315	250	270
	355	260	290
	400	270	300
	450	290	345
	500	370	375



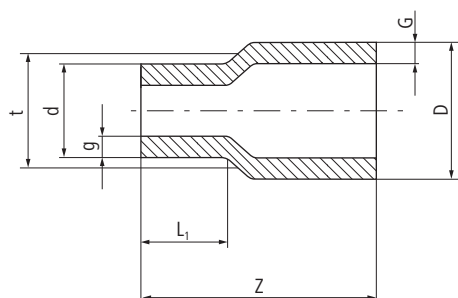
* dopuszcza się inne wartości

Wymiary trójników równoprzelotowych w mm	D	F*	L ₁ *	L*
	90	190		380
	110	200		400
	125	210		420
	140	220		440
	160	235		470
	180	290		580
	200	310		620
	225	340		680
	250	370		740
	280	430		860
	315	490		980
	355	630		1260
	400	630		1260
	500	850		1700



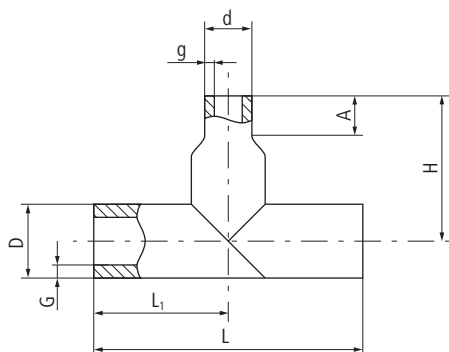
* dopuszcza się inne wartości

Wymiary złączek redukcyjnych w mm	D	d	L ₁ *	Z*	t
	90	63	110	203	$t_{max}=d+0,05d$
	90	75	115	209	
	110	75	115	210	
	110	90	135	238	
	125	90	138	250	
	125	110	138	254	
	140	110	138	267	
	140	125	138	275	
	160	110	138	285	
	160	125	140	279	
	160	140	140	285	



* dopuszcza się inne wartości

Wymiary trójników redukcyjnych w mm	D	d	L*	L ₁ *	H*	A*
	90	63	380	190	237	210
	90	75	380	190	239	115
	110	75	400	200	253	115
	110	90	400	200	281	135
	125	90	420	210	305	138
	125	110	420	210	308	138
	140	110	440	220	325	138
	140	125	440	220	332	138
	160	110	470	235	339	138
	160	125	470	235	333	140
	160	140	470	235	337	140



* dopuszcza się inne wartości

Zalecenia producentów surowca dotyczące zgrzewania rur polietylenowych

Temperatura zgrzewania: 210°C ±10°C

Zakres wskaźnika płynięcia MFR (190°C / 5 kg): 0,2–1,4 g/10 min

Szczegółne zalecenia dotyczące zgrzewania elektrooporowego:

Powierzchnia zewnętrzna rury poddawanej zgrzewaniu powinna być wcześniej odpowiednio przygotowana w strefie zgrzewania, tj. poddana obróbce mechanicznej (w przypadku rur TWINGAM maszynowo) oraz przemyta środkiem odtłuszczającym. Odcinki rur umieszczone w kształtce elektrooporowej powinny być unieruchomione w zaciskach montażowych na czas zgrzewania i chłodzenia.

Dokładne informacje dotyczące zgrzewania elektrooporowego zawarte są w zaleceniach producentów kształtek elektrooporowych i zgrzewarek.

Wymiary wypływek zgrzewów

Szerokości wypływek przy zgrzewaniu czołowym segmentów powinny być zgodne z tabelą.

Minimalna grubość ścianki rury, mm	Szerokość wypływki B, mm	Minimalna grubość ścianki rury, mm	Szerokość wypływki B, mm
2	3 ÷ 5	19	12 ÷ 18
3	4 ÷ 6	22	13 ÷ 18
4	4 ÷ 7	24	14 ÷ 19
5	5 ÷ 8	27	15 ÷ 20
6	6 ÷ 9	30	16 ÷ 21
8	7 ÷ 10	34	17 ÷ 22
9	8 ÷ 11	40	18 ÷ 23
11	9 ÷ 12	45	20 ÷ 25
13	10 ÷ 14	50	22 ÷ 27
16	11 ÷ 15	55	24 ÷ 30
18	12 ÷ 16	60	26 ÷ 32

Odchyłka szerokości wypływki B od jej średniej szerokości B_m nie powinna przekraczać ± 10%.

Średnią szerokość wypływki B_m oblicza się następująco:

$$B_m = (B_{\min} + B_{\max}) / 2$$

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

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

Połączenie powinno ponadto spełniać poniższe warunki:

- zagłębienie w połączeniu wypływek (A) nie może znajdować się poniżej zewnętrznej średnicy łączonych elementów,
- przesunięcie zewnętrznych powierzchni elementów (V) nie może przekraczać 10% grubości ścianki łączonych elementów.

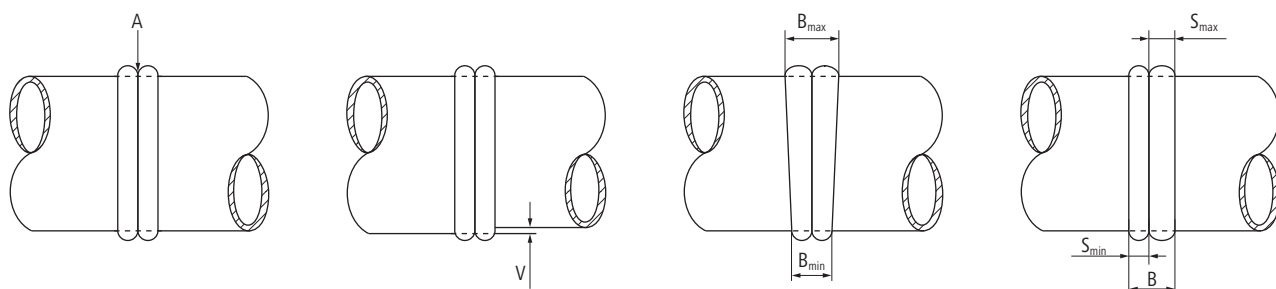
Różnica szerokości wypływek, D_s , w jednym połączeniu nie może przekraczać X % szerokości podwójnej wypływki. Wartości D_s i X wylicza się następująco:

$$D_s = S_{\max} - B_{\min}$$

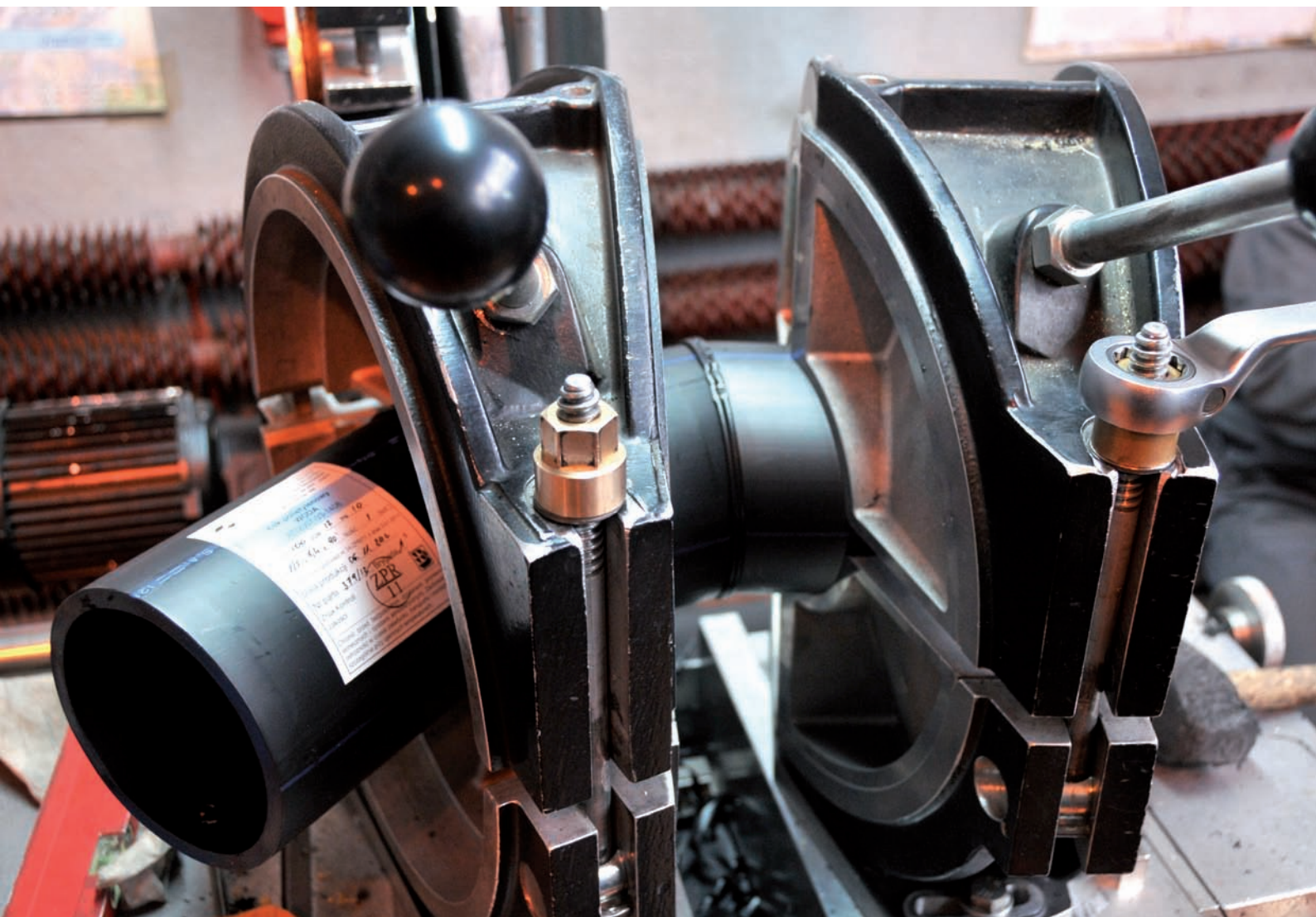
$$X \geq (D_s / B_m) \times 100\%$$

Wartość X, w zależności od rodzaju połączenia, powinna być taka jak podana w tabeli.

Rodzaj połączenia	Wartość X
Rura / rura	≤ 10%
Rura / kształtka	≤ 20%
Kształtka / kształtka	≤ 20%



Wyłytki zgrzewów rur i kształtek z polietylenu.



Dokumenty odniesienia dla rur i kształtek z PE100 i PE100RC

- AT-15-8221/2014 APROBATA TECHNICZNA ITB – Rury i kształtki warstwowe TWINGAM z polietylenu PE100 i PE100RC, przeznaczone do rurociągów wodociągowych, kanalizacyjnych i osłonowych.
- Opinia Głównego Instytutu Górnicztwa dotycząca spełnienia warunków stosowania na terenach górniczych rur jednowarstwowych z PE80 i PE100 oraz dwuwarstwowych typu TWINGAM.
- Atest higieniczny PZH – Rury polietylenowe warstwowe TWINGAM.
- AT/2010-02-2662/2 APROBATA TECHNICZNA IBDiM – rury TWINGAM.
- Norma PN EN 12201-2.

RURY POLIETYLENOWE Z PE100 DO ROZPROWADZANIA PALIW GAZOWYCH

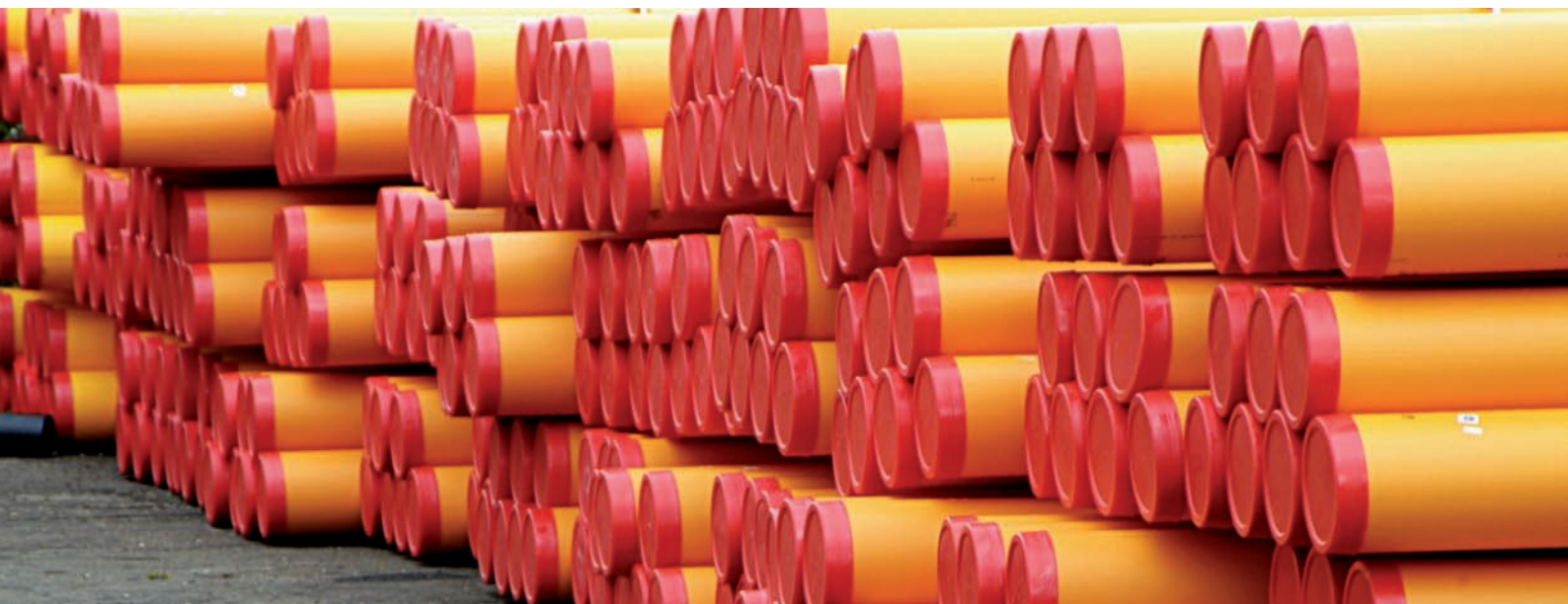


Od wielu lat GAMRAT SA upowszechnia nową technologię wykonywania gazociągów z polietylenu. Wraz z rozwojem nowoczesnych technik i technologii, GAMRAT SA sukcesywnie rozwija i doskonali swoją bazę produkcyjną oraz zaplecze badawcze. Obecnie dysponujemy najnowszą techniką światową, zarówno w zakresie produkcji rur polietylenowych, jak i możliwości prowadzenia prac badawczych oraz kontrolno-analitycznych surowca i wyrobu gotowego. Linie produkcyjne są całkowicie zautomatyzowane, wyposażone w urządzenia do suszenia surowca, głowicę spiralną, filtr stopionego tworzywa, wanny chłodzące z regulacją przepływu i temperatury wody, wielogłosnicowe odciągi zabezpieczające rury przed deformacją, termiczne znakowanie.

Wszystkie te elementy zapewniają uzyskanie i utrzymanie optymalnych parametrów technologicznych, a tym samym gwarantują uzyskanie prawidłowej jakości rur na całej ich długości. Nasze linie produkcyjne oraz stosowane surowce pochodzące z renomowanych firm, zapewniają stałą standardową jakość rur PE zgodną z wymaganiami normy PN-EN 1555.

Właściwości fizyko-mechaniczne rur z PE

Lp.	cecha	jednostki	wymagania	parametry badań
1	Gęstość	kg/m ³	> 930	
2	Stabilność termiczna	minuty	> 20	200°C
3	Wskaźnik szybkości płynięcia MFR grup 005 i 010	g / 10 min.	0,2–1,4 0,2–0,7 Grupa MFR 005 0,7–1,4 Grupa MFR 010	190°C 5 kg
4	Zmiana długości w wyniku ogrzewania	%	< 3	110°C
5	Wydłużenie względne przy zerwaniu	%	> 350	100 mm / min.
6	Wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne przy próbie hydrostatycznej	godziny	czas do uszkodzenia > 100 godzin czas do uszkodzenia > 165 godzin czas do uszkodzenia > 1000 godzin	20°C PE80 δ = 9,0 MPa PE100 δ = 12,4 MPa 80°C PE80 δ = 4,6 MPa PE100 δ = 5,5 MPa 80°C PE80 δ = 4,0 MPa PE100 δ = 5,0 MPa
7	Liniowa rozszerzalność cieplna	mm / m°C	0,2	
8	Minimalny promień gięcia		20 × de 35 × de 50 × de	20°C 10°C 0°C



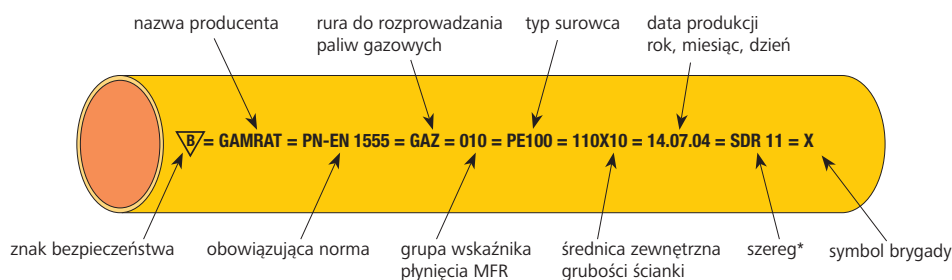
Rury z PE100 w kolorze pomarańczowym do rozprawadania paliw gazowych (PN-EN 1555)

Wymiar nominalny DN/OD	Minimalna grubość ścianki					
	SDR 17,6		SDR 17		SDR 11	
	grubość ścianki	waga 1mb/kg	grubość ścianki	waga 1mb/kg	grubość ścianki	waga 1mb/kg
25	2,3	0,16	-	-	3,0	0,21
32	2,3	0,19	2,3	0,20	3,0	0,28
40	2,3	0,27	2,4	0,29	3,7	0,43
50	2,9	0,43	3,0	0,44	4,6	0,66
63	3,6	0,68	3,8	0,71	5,8	1,05
75	4,3	0,97	4,5	1,00	6,8	1,46
90	5,2	1,38	5,4	1,46	8,2	2,08
110	6,3	2,04	6,6	2,13	10,0	3,10
125	7,1	2,61	7,4	2,72	11,4	4,02
140	8,0	3,28	8,3	3,42	12,7	5,01
160	9,1	4,27	9,5	4,47	14,6	6,57
180	10,3	5,43	10,7	5,65	16,4	8,31
200	11,4	6,68	11,9	6,98	18,2	10,25
225	12,8	8,42	13,4	8,85	20,5	12,97
250	14,2	10,39	14,8	10,85	22,7	15,96
280	15,9	13,01	16,6	13,63	25,4	20,01
315	17,9	16,48	18,7	17,26	28,6	25,33
355	20,2	20,97	21,1	21,96	32,2	32,24
400	22,8	26,64	23,7	27,77	36,3	40,93
450	25,6	33,72	26,7	35,18	40,9	51,77
500	28,4	42,06	29,7	43,47	45,4	64,88
560	31,9	52,15	33,2	54,45	50,8	80,08
630	35,8	65,85	37,4	68,98	57,2	101,43

waga 1mb - orientacyjna

Oznakowanie

Rury Gamrat z PE znakuje się trwale napisem wg wymagań normy.

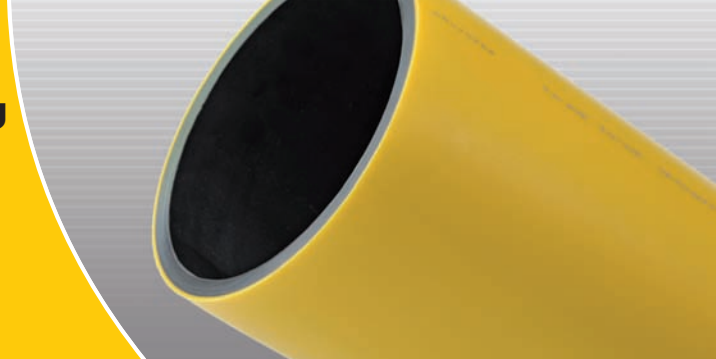


* SDR=d/e oznacza stosunek średnicy nominalnej rury „d” do grubości jej ścianki „e”

Pakowanie

Rury Gamrat z PE o średnicy do 110 mm są zwijane w kręgi. Rury o średnicy powyżej 110 mm są cięte na odcinki 12 mb. Sposób pakowania tj. w pakietach lub luzem oraz długość odcinków rur, można każdorazowo uzgodnić z Działem Sprzedaży. Końcówki rur są deklowane, co zabezpiecza je przed zabrudzeniem, a kręgi i wiązki są spinane taśmą.

POLIETYLENOWE RURY JEDNO I DWU WARSTWOWE Z PE100RC TWINGAM DO ROZPROWADZANIA PALIW GAZOWYCH



RURY TYPU TWINGAM DO SIECI GAZOWYCH Z PE100RC

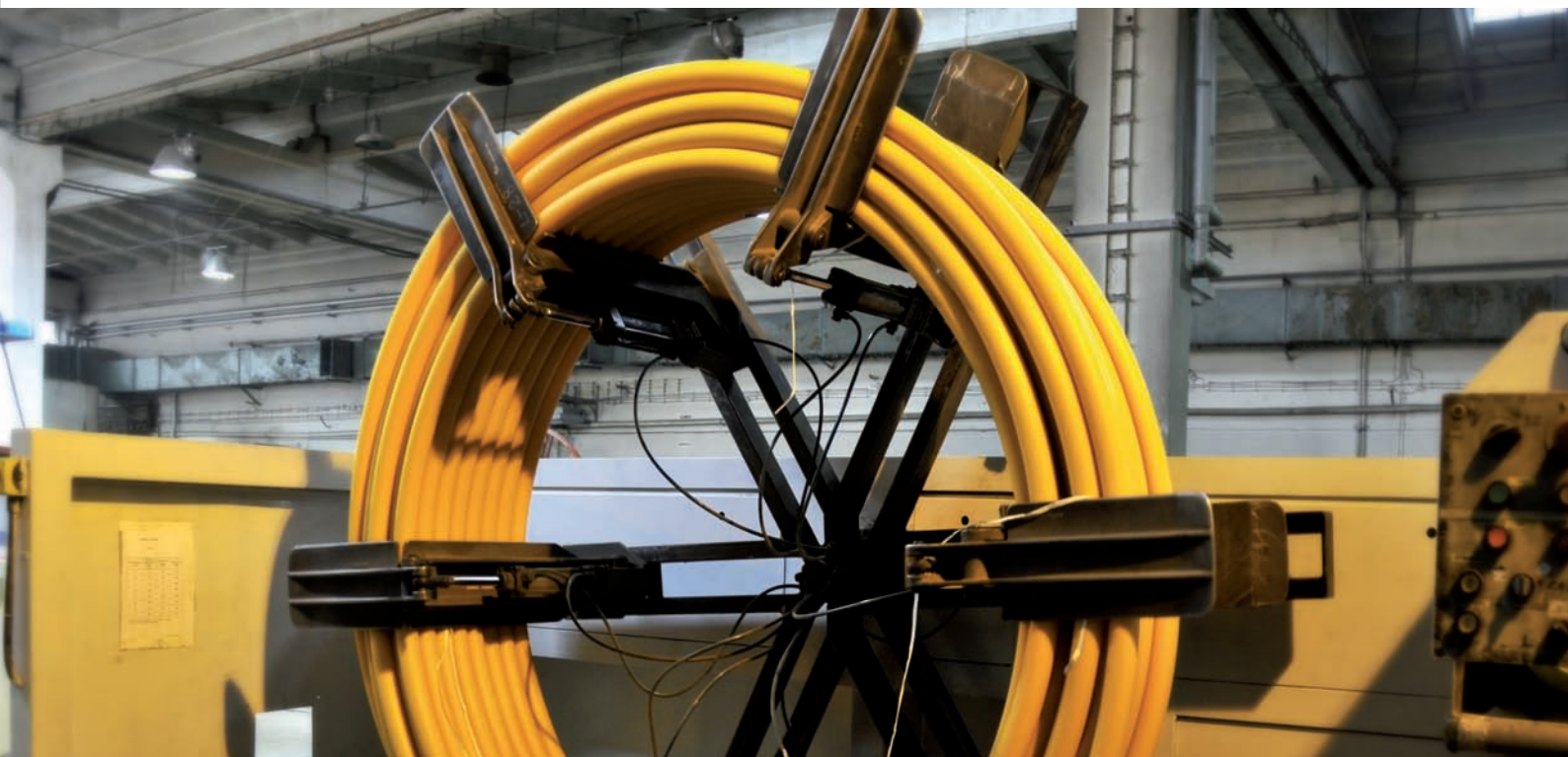
Rury polietylenowe warstwowe TWINGAM do przesyłania paliw gazowych w zakresie średnic nominalnych od dn 25 – dn 630 mm, wykonywane są w technologii jedno i dwuwarstwowej w typoszeregu wymiarowym SDR 11, SDR 17 i SDR 17,6. Rury TWINGAM wytwarzane są w technologii koekstruzji (współwytłaczania). Do ich produkcji używane są dwa typy polietylenu – polietylen klasy PE100 oraz polietylen o podwyższonej odporności na propagację pęknięć (PE100RC) – barwy pomarańczowej, stosowany do warstwy wierzchniej.

Rury TWINGAM służą do wykonywania sieci gazowych niskiego i średniego ciśnienia (do 0,5 MPa), układanych w gruncie rodzimym bez stosowania podsypki i obsypki piaskowej oraz w pracach renowacyjnych, metodami tradycyjnymi lub bezwykopowymi.



Rury polietylenowe TWINGAM mogą występować w trzech wariantach zastosowanych warstw:

- jednowarstwowe wykonane w całości z polietylenu PE100RC w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 75 mm,
- dwuwarstwowe z warstwą wewnętrzną z polietylenu PE100 oraz warstwą zewnętrzną z polietylenu PE 100RC w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 630 mm,
- dwuwarstwowe z warstwą wewnętrzną z polietylenu PE100RC oraz warstwą zewnętrzną również polietylenu PE100RC w zakresie średnic nominalnych dn 25 – 630 mm.



Polietylenowe rury jedno i dwuwarstwowe z PE100RC TWINGAM do rozprowadzania paliw gazowych dn 25 - 630

Wymiar nominalny DN/OD	Minimalna grubość ścianki					
	SDR 17,6		e _{min} SDR 17		SDR 11	
	grubość ścianki	waga 1mb/kg	grubość ścianki	waga 1mb/kg	grubość ścianki	waga 1mb/kg
25	2,3	0,16	-	-	3,0	0,21
32	2,3	0,19	2,3	0,20	3,0	0,28
40	2,3	0,27	2,4	0,29	3,7	0,43
50	2,9	0,43	3,0	0,44	4,6	0,66
63	3,6	0,68	3,8	0,71	5,8	1,05
75	4,3	0,97	4,5	1,00	6,8	1,46
90	5,2	1,38	5,4	1,46	8,2	2,08
110	6,3	2,04	6,6	2,13	10,0	3,10
125	7,1	2,61	7,4	2,72	11,4	4,02
140	8,0	3,28	8,3	3,42	12,7	5,01
160	9,1	4,27	9,5	4,47	14,6	6,57
180	10,3	5,43	10,7	5,65	16,4	8,31
200	11,4	6,68	11,9	6,98	18,2	10,25
225	12,8	8,42	13,4	8,85	20,5	12,97
250	14,2	10,39	14,8	10,85	22,7	15,96
280	15,9	13,01	16,6	13,63	25,4	20,01
315	17,9	16,48	18,7	17,26	28,6	25,33
355	20,2	20,97	21,1	21,96	32,2	32,24
400	22,8	26,64	23,7	27,77	36,3	40,93
450	25,6	33,72	26,7	35,18	40,9	51,77
500	28,4	42,06	29,7	43,47	45,4	64,88
560	31,9	52,15	33,2	54,45	50,8	80,08
630	35,8	65,85	37,4	68,98	57,2	101,43

waga 1mb - orientacyjna

KSZTAŁTKI SEGMENTOWE Z POLIETYLENU DO SIECI GAZOWYCH Z PE100 I PE100RC



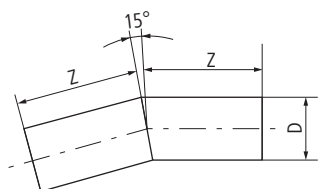
Kształtki segmentowe wytwarzane są w warunkach stacjonarnych metodą zgrzewania czołowego z segmentów rur polietylenowych. Klasy PE100 oraz z segmentów rur PE klasy PE100RC.

Mają zastosowanie przy budowie i remontach gazociągów niskiego i średniego ciśnienia, szeregów SRD 11 i SDR 17,6 i SDR 17. GAMRAT SA oferuje następujące kształtki segmentowe:
łuki o kątach 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° w zakresie średnic 90–500 mm
trójniki równoprzelotowe o kącie dolotu 90° w zakresie średnic 90–400 mm



Istnieje możliwość oferowania łuków segmentowych o innej ilości segmentów

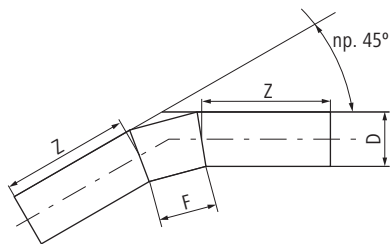
Wymiary łuków dwusegmentowych w mm	D	Z*
		15° i 30°
	90	145
	110	155
	125	165
	140	175
	160	185
	180	190
	200	210
	225	240
	250	260
	280	270
	315	280
	355	290
	400	300
	450	345
	500	375



* dopuszcza się inne wartości

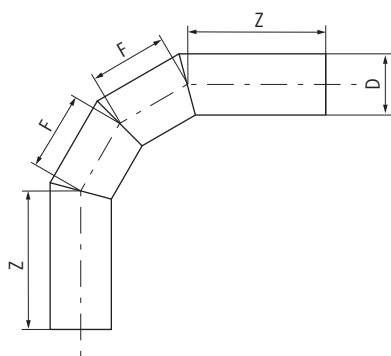
Wymiary łuków trójsegmentowych w mm	D	F*	Z*
			45° i 60°
	90	130	145
	110	135	155
	125	140	165
	140	145	175
	160	150	185
	180	170	190
	200	190	210
	225	210	240
	250	230	260
	280	240	270
	315	250	270
	355	260	290
	400	270	300
	450	290	345
	500	370	375

* dopuszcza się inne wartości



Wymiary łuku czterosegmentowego 90° w mm	D	F*	Z*
			75° i 90°
	90	130	145
	110	135	155
	125	140	165
	140	145	175
	160	150	185
	180	170	190
	200	190	210
	225	210	240
	250	230	260
	280	240	270
	315	250	270
	355	260	290
	400	270	300
	450	290	345
	500	370	375

* dopuszcza się inne wartości



Wymiary trójników równoprzelotowych w mm	D	F*	L ₁ *	L*
	110	200	400	
	125	210	420	
	140	220	440	
	160	235	470	
	180	290	580	
	200	310	620	
	225	340	680	
	250	370	740	
	280	430	860	
	315	490	980	
	355	630	1260	
	400	630	1260	
	500	850	1700	

* dopuszcza się inne wartości

