

Szybki postęp cywilizacyjny pociąga za sobą dążenie ludzi do zwiększenia komfortu mieszkaniowego. Cel ten jest możliwy do realizacji poprzez stosowanie w budownictwie nowych materiałów - trwalszych, lepszych i bardziej estetycznych niż tradycyjne. Duży krok naprzód w tym zakresie obserwuje się w instalacjach sanitarnych, które są związane integralnie z każdym budynkiem.

Nowoczesne i trwałe instalacje podwyższają komfort w każdym obiekcie, a szczególnie w budynkach mieszkalnych, biurowych i użyteczności publicznej. Zapewniają prawidłowe warunki eksploatacji bez narastania korozji powodującej konieczność częstych wymian instalacji wodnych. Do takich materiałów zaliczamy rury i kształtki z polipropylenu, które w Europie są najczęściej stosowanym tworzywem w instalacjach wodociągowych zimnej i ciepłej wody.

Wśród całego szeregu materiałów instalacyjnych z tworzyw sztucznych materiały z polipropylenu zajmują czołowe miejsce pod względem własności materiałowych jak też użytkowych. Jednocześnie przez lata doświadczeń możliwe było ulepszenie technologii montażu przez skonstruowanie nowoczesnych zgrzewarek z termostatami. Zapewniają one utrzymanie odpowiedniej, stałej temperatury przy wykonywaniu połączeń co jest jednym z podstawowych warunków dla zapewnienia oczekiwanej trwałości instalacji.

Zalety instalacji z tworzywa sztucznego, to przede wszystkim:

- odporność na korozję,
- wysoka odporność chemiczna,
- obojętność w stosunku do wody pitnej zapewniająca całkowite bezpieczeństwo zdrowotne użytkowników,
- mały ciężar materiału, ułatwiający transport i montaż,
- niska pracochłonność przy montażu,
- niska przewodność cieplna pozwalająca ograniczyć konieczność stosowania izolacji,
- duża gładkość dająca dobre warunki hydrauliczne przepływu,
- mała głośność przepływu,
- zgrzewalność, dzięki której pod wpływem podwyższonej temperatury tworzy się monolityczne połączenia bez konieczności stosowania substancji chemicznych na przykład klejów.

Inne cechy rur z polipropylenu różniące je od stalowych, a pociągające za sobą konieczność innego traktowania przy montażu i eksploatacji, a także innego sposobu prowadzenia instalacji w budynku to:

- mniejsza odporność termiczna,
- kruchość w temperaturze niższej od 0°C,
- mała odporność na uszkodzenia mechaniczne i niektóre chemikalia,
- wrażliwość na promieniowanie ultrafioletowe,
- wyższa rozszerzalność cieplna.

Znane są trzy typy polipropylenu stosowane do produkcji rur i kształtek ciśnieniowych:

PP-H - typ 1 ma zastosowanie jedynie w instalacjach wody zimnej.

PP-B - typ 2 może być stosowany do instalacji wody zimnej i ciepłej z ograniczeniami.

PP-R -typ 3 jest materiałem najbardziej rozpowszechnionym ze względu na najwyższe walory techniczne i użytkowe rur i kształtek, jakie są z niego wykonywane. Ma zastosowanie do instalacji wody zimnej i ciepłej bez ograniczeń.

## 2. Podstawowe cechy systemu instalacyjnego USMetrix®PP

Rury i kształtki systemu produkowane są z polipropylenu typ 3 - PP-R. Ze względu na wysoką jakość surowca instalacje sanitarne USMetrix®PP można stosować w budownictwie mieszkalnym, instalacjach przemysłowych oraz rolnictwie, a także tam gdzie występuje konieczność zapewnienia wysokiej jakości odporności chemicznej ze względu na przesyłane medium.

W zależności od warunków pracy dla różnych wartości temperatury i ciśnienia stosuje się następujące typoszeregi ciśnieniowe rur:

- PN 10 - przeznaczona do pracy pod ciśnieniem nominalnym 1,0 MPa,
- PN 16 - przeznaczona do pracy pod ciśnieniem nominalnym 1,6 MPa,
- PN 20 - przeznaczona do pracy pod ciśnieniem nominalnym 2,0 MPa,
- PN 25 - rura stabilizowana, przeznaczona jest do pracy pod ciśnieniem nominalnym 2,0 MPa.

Przeznaczenie i zakres stosowania rur systemu USMetrix®PP przedstawia się następująco:

- Rury PN 10** - instalacje do wody zimnej o temperaturze do 20°C i ciśnieniu roboczym do 0,6 MPa,
- Rury PN 16, 20** - instalacje do wody zimnej o temperaturze do 20°C i ciśnieniu roboczym do 1,0 MPa,
- Rury PN 16** - instalacje do wody ciepłej o temperaturze do 60°C i ciśnieniu roboczym do 0,6 MPa,
- Rury PN 20** - instalacje do wody ciepłej o temperaturze do 60°C i ciśnieniu roboczym do 1,0 MPa,
- Rury PN 20** - instalacje do centralnego ogrzewania o temperaturze obliczeniowej do 80°C i ciśnieniu roboczym do 0,6 MPa,
- Rura STABI** - instalacje do ciepłej wody i centralnego ogrzewania o temperaturze obliczeniowej do 80°C i ciśnieniu roboczym do 0,6 MPa.

W rurach STABI zastosowano specjalną wkładkę aluminiową, dzięki której rura jest mniej podatna na wydłużenia spowodowane zmianami temperatury.

Złączki systemu USMetrix®PP należą do typoszeręgu ciśnieniowego PN 25.

W tabeli 1 podano parametry techniczne rur z poszczególnych typoszeręgów ciśnieniowych.

Tabela 1. Parametry techniczne rur systemu USMetrix®PP.

Rozmiar	PN 10		PN 16		PN 20		STABI	
	min.grubość ścianki	średnica wewnętrzna	min.grubość ścianki	średnica wewnętrzna	min.grubość ścianki	średnica wewnętrzna	min.grubość ścianki	średnica wewnętrzna
16			2,3	11,4	2,7	10,6	2,7	10,6
20	1,9	16,2	2,8	14,4	3,4	13,2	3,4	13,2
25	2,5	20,0	3,5	18,0	4,2	16,6	4,2	16,6
32	3,0	26,0	4,6	22,8	5,4	21,2	5,4	21,2
40	3,7	32,6	5,6	28,8	6,7	26,6	6,7	26,6
50	4,6	40,8	6,9	36,2	8,4	33,2	8,4	33,2
63	5,8	51,4	8,7	45,6	10,5	42,0	10,5	42,0
75	6,9	61,2	10,4	54,2	12,5	50,0	12,5	50,0
90	8,2	73,6	12,5	65,0	15,0	60,0	15,0	60,0
110	10,0	90,0	15,2	79,6	18,4	73,2	18,4	73,2

### **3. Elementy systemu USMetrix®PP**

W skład systemu instalacyjnego USMetrix®PP wchodzi elementy takie jak:  
rury w odcinkach 3 metrowych ( rura STABI- 4 metrowych),  
kształtki do połączeń zgrzewanych z rurami,  
złączki przejściowe z gwintami rurowymi, umożliwiające łączenie systemu z polipropylenu z rurami i łącznikami stalowymi gwintowanymi,  
zawory grzybkowe i kulowe,  
elementy mocujące,  
narzędzia do zgrzewania,  
narzędzia do cięcia i obróbki rur,  
izolacje.  
Wszystkie elementy produkowane są w wymiarach od 16 do 75 mm.

## **4. Charakterystyka polipropylenu PP-R typ 3**

### **4.2. Odporność na korozję**

Polipropylen PP-R typ 3 jest chemicznie obojętny na działanie większości związków chemicznych, zarówno organicznych jak i nieorganicznych. Ograniczenia w stosowaniu tego materiału odnoszą się do substancji silnie utleniających takich jak: stężony kwas siarkowy, azotowy, chlor, brom i pochodne. Promieniowanie ultrafioletowe może niekorzystnie na wyroby z polipropylenu i w związku z tym elementy wykonane z tego materiału powinny być zabezpieczone za pomocą izolacji lub przez nałożenie powłoki ochronnej. Wymóg ten dotyczy jedynie elementów instalacji narażonych na bezpośrednie promieniowanie słoneczne podczas dłuższego okresu czasu.

### **4.3. Odporność chemiczna**

Odporność wyrobów z polipropylenu typ 3 na działanie substancji chemicznych jest bardzo dobra. Szczegółowe informacje na temat odporności chemicznej na najczęściej spotykane substancje chemiczne z podaniem stopnia ich wpływu na wyroby z polipropylenu zawarta jest w załączniku nr 1.

### **4.4. Kumulacja ładunków elektrycznych**

Polipropylen kumuluje elektryczność statyczną na powierzchni materiału, dlatego nie należy go stosować do przesyłania płynów łatwopalnych i wybuchowych.

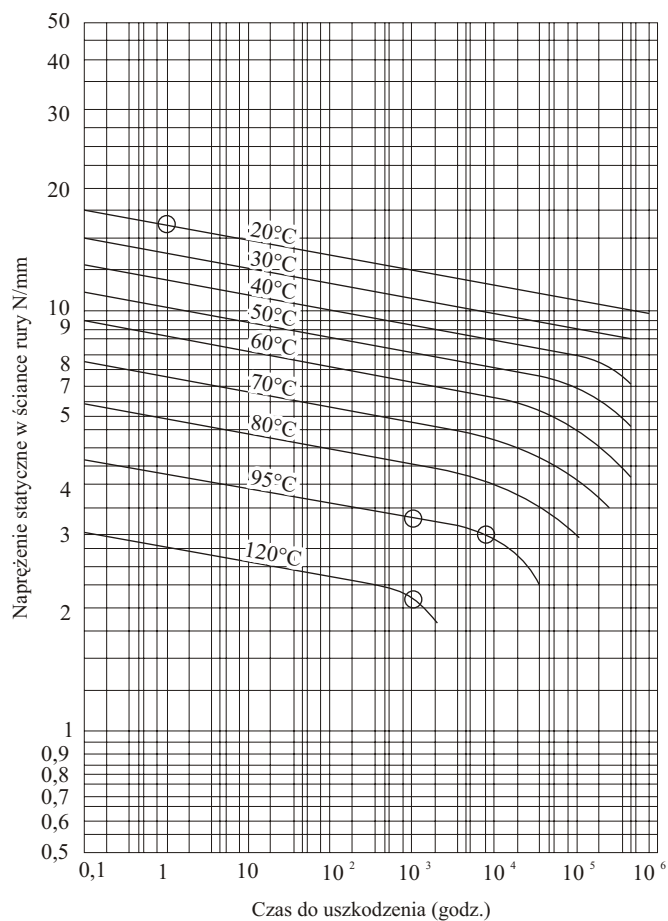
### **4.5. Wytrzymałość i trwałość**

Trwałość elementów systemu USMetrix®PP zależy bezpośrednio od takich czynników jak: temperatura czynnika roboczego i ciśnienia, pod którym jest przesyłany. Dopuszczalne ciśnienia robocze w zależności od temperatury, typoszeregu rur i czasu pracy przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Dopuszczalne ciśnienia w funkcji temperatury i czasu eksploatacji.

Temp. (°C)	Czas eksploatacji (lata)	Ciśnienia nominalne rur PP-3 (bar)		
		PN 10	PN 16	PN 20
20	10	13,5	21,7	27,1
	25	13,2	21,1	26,4
	50	12,9	20,7	25,9
40	10	10,2	16,2	20,3
	25	9,7	15,6	19,5
	50	9,2	14,7	18,4
50	10	8,7	13,9	17,3
	25	8,0	12,8	16,0
	50	7,3	11,7	14,7
60	10	7,2	11,5	14,4
	25	6,1	9,8	12,3
	50	5,5	8,7	10,9
70	10		8,5	10,7
	25		7,3	9,1
	50		7,0	8,8
80	10	3,9	6,3	7,9
95	1	6,1	7,6	9,5
	5	4,6	5,7	7,2

Wytrzymałość instalacji z polipropylenu ilustruje wykres 1.



## 5. Projektowanie

### 5.1. Ogólne zasady projektowania instalacji z polipropylenu

Przy projektowaniu instalacji z rur i kształtek z polipropylenu należy być świadomym specyfiki tego materiału, różnej od rur stalowych i uwzględnić też ten fakt w projekcie i przy układaniu instalacji.

Rury i kształtki PP-R różnią się od stalowych wymiarowo, szczególnie w wyższych szeregach (PN 20). Wiąże się to ze znacznie większą grubością ścianki przy rurach z polipropylenu przez co średnica wewnętrzna jest mniejsza. Przeciętnie danej średnicy nominalnej rury stalowej odpowiada średnica polipropylenu o dwie wielkości większa. Każdorazowo winny być przeprowadzone obliczenia hydrauliczne, dla optymalnego doboru średnic przewodów.

Drugą zasadniczą różnicą wpływającą na proces projektowania jest znacznie większa rozszerzalność liniowa rur z polipropylenu niż rur stalowych, co pociąga konieczność uwzględnienia przy projektowaniu kompensacji dla zniwelowania powstających wydłużeń i naprężeń. Wydłużenia przewodów są tym większe im wyższa jest temperatura pracy instalacji. W związku z tym należy zastosować inne zasady mocowania przewodów.

Przewody z polipropylenu nie mogą być narażone na uszkodzenia. W związku z tym w przejściach przez przegrody budowlane prowadzi się je w tulejach osłonowych; w brzdach ściennych (szczególnie w miejscu zmiany kierunku) zabezpiecza się przewód miękką otuliną; ponadto przy prowadzeniu po wierzchu konstrukcji budynku w miejscach ogólnie dostępnych, powinny być zakryte osłonami.

## **5.2. Projektowanie instalacji wody zimnej i ciepłej**

### **5.2.1. Wskazówka ogólna**

Przy projektowaniu instalacji wodociągowej należy posługiwać się aktualnymi normami (np. PN-92/B-01706 - Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.) łącznie z informacjami i danymi zawartymi w niniejszym opracowaniu. Zawarto tu elementy konieczne do uwzględnienia w projektowaniu ze względu na specyfikę rur PP-R.

### **5.2.2. Ustalanie trasy przewodów**

Sposób prowadzenia przewodów musi być tak zaprojektowany, aby nie były one obciążone naprężeniami pochodzącymi z konstrukcji budynku.

Trasa powinna być możliwie najkrótsza i najprostsza. Korzystny jest taki jej przebieg, by przy wykorzystaniu konstrukcji budynku powstały naturalne kompensacje przewodów rozdzielczych lub pionów (odsadzki). Przy braku takich możliwości konieczne jest zaprojektowanie kompensatorów.

Piony i podejścia do punktów czerpalnych najkorzystniej jest prowadzić w bruzdach, w których odpowiednio zamocowane przewody ulegając wydłużeniu układają się w bruzdzie dzięki czemu można uniknąć wbudowywania kompensatorów. Wnętrze bruzdy należy wygładzić, aby nie doszło do zarysowania i uszkodzenia rur.

## **5.3. Wymiarowanie przewodów**

### **5.3.1. Przepływ obliczeniowy**

Przepływ obliczeniowy, charakterystyczny dla każdego odcinka obliczeniowego, wyznacza się na podstawie liczby punktów czerpalnych oraz po uwzględnieniu niejednoczesności poboru wody. Dla każdego punktu czerpalnego jest określony normatywny wypływ wody oraz wymagane ciśnienie, które powinno być zapewnione przed tym punktem. W tabeli 4 przedstawiono wzory do określania przepływów obliczeniowych dla różnych obiektów.

Normatywne wypływy z punktów czerpalnych podano w tabeli 5, natomiast przepływy obliczeniowe wody wyznaczone na podstawie wzorów dla budynków mieszkalnych przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 4. Wzory do określenia przepływów obliczeniowych w instalacjach wodociągowych dla różnych budynków (wg DIN 1988, cz. 3).

Rodzaj obiektu*	Wzór	Uwagi
Budynki mieszkalne	$q = 0,682 \cdot (q_n)^{0,45} - 0,14$	dla $0,07 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 1,7 \cdot (q_n)^{0,21} - 0,7$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n > 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
Budynki biurowe i administracyjne	$q = 0,682 \cdot (q_n)^{0,45} - 0,14$	dla $q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,4 \cdot (q_n)^{0,54} - 0,48$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
Hotele i domy towarowe	$q = 0,4 \cdot (q_n)^{0,366}$	dla punktów czerpalnych o $q_n > 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz w obszarze $1 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	dla punktów czerpalnych o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz w obszarze $0,1 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 1,08 \cdot (q_n)^{0,5} - 1,82$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (dla hoteli)
	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (dla domów towarowych)
Szpitale	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	dla $q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,25 \cdot (q_n)^{0,65} - 1,25$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
Szkoły	$q = 4,4 \cdot (q_n)^{0,27} - 3,41$	dla $1,5 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ ; dla $q_n < 1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ $q = q_n$
	$q = -22,5 \cdot (q_n)^{0,5} - 11,5$	dla $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$

Objaśnienia:

$q_n$  - normatywny wypływ z punktów czerpalnych,  $\text{dm}^3/\text{s}$

$Sq_n$  - suma wszystkich normatywnych wypływów z punktów czerpalnych obsługiwanych przez wymiarowany odcinek instalacji,  $\text{dm}^3/\text{s}$

$q$  - przepływ obliczeniowy,  $\text{dm}^3/\text{s}$

\* Dla instalacji wodociągowych w obiektach innych niż wymienione należy dobrać wzór do ustalenia przepływu obliczeniowego przez analogię do sposobu korzystania z instalacji przez użytkowników.

Tabela 5. Normatywne wypływy wody z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienia przed punktem czerpalnym.

Rodzaj punktu czerpalnego	Wymagane ciśnienie MPa	Normatywny wypływ wody		
		mieszanej <sup>1)</sup>		tylko zimnej lub ciepłej
		q <sub>n</sub> zimna, dm <sup>3</sup> /s	q <sub>n</sub> ciepła, dm <sup>3</sup> /s	q <sub>n</sub> dm <sup>3</sup> /s
Zawór czerpalny: bez perlatora <sup>2)</sup>	..... Dn 15 <sup>4)</sup>	0,05		0,3
	..... Dn 20	0,05		0,5
	..... Dn 25	0,05		1,0
z perlatozem	..... Dn 10	0,1		0,15
	..... Dn 15	0,1		0,15
Głowica natrysku	..... Dn 15	0,1	0,1	0,1
Płuczka	..... Dn 15	0,12		0,7
	..... Dn 20	0,12		1,0
	..... Dn 25	0,04		1,0
Zawór spłukujący do pisuarów	..... Dn 15	0,1		0,3
Zmywarka do naczyń (domowa)	..... Dn 15	0,1		0,15
Pralka automatyczna (domowa)	..... Dn 15	0,1		0,25
Baterie czerpalne				
dla natrysków	..... Dn 15	0,1	0,15	0,15
dla wanien	..... Dn 15	0,1	0,15	0,15
dla zlewozmywaków	..... Dn 15	0,1	0,07	0,07
dla umywalek	..... Dn 15	0,1	0,07	0,07
dla wanien do siedzenia	..... Dn 15	0,1	0,07	0,07
Bateria czerpalna z mieszalnikiem	..... Dn 20	0,1	0,3	0,3
Płuczka zbiornikowa	..... Dn 15	0,05		0,13
Warnik elektryczny <sup>3)</sup>	..... Dn 15	0,1		0,1

## Objaśnienia:

- <sup>1)</sup> woda zimna T<sub>z</sub> = 15°C, ciepła T<sub>c</sub> = 55°C
- <sup>2)</sup> jeżeli zawór z węzłem L < 10 m, to ciśnienie 0,15 MPa
- <sup>3)</sup> przy całkowicie otwartej śrubie dławiącej
- <sup>4)</sup> Dn – średnica nominalna punktu czerpalnego, mm



Tablica 6. Sumaryczne normatywne wypływy z punktów czerpalnych i przepływy obliczeniowe (PN-92/B-01706)

<b>q<sub>n</sub> dla armatury</b>		<b>q</b>	<b>q<sub>n</sub></b>	<b>q</b>	<b>q<sub>n</sub></b>	<b>q</b>
<b>&lt; 0,5 dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>0,5 dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s</b>
0,06		0,05	21,89	2,55	331	5,05
0,10		0,10	23,54	2,60	345	5,10
0,15		0,15	25,28	2,65	360	5,15
0,21		0,20	27,13	2,70	374	5,20
0,29		0,25	29,08	2,75	390	5,25
0,38		0,30	31,15	2,80	406	5,30
0,48		0,35	33,32	2,85	422	5,35
0,60		0,40	35,62	2,90	439	5,40
0,72		0,45	38,04	2,95	456	5,45
0,87	0,50	0,50	40,58	3,00	474	5,50
1,03	0,55	0,55	43,26	3,05	493	5,55
1,20	0,60	0,60	46,08	3,10	512	5,60
1,39	0,65	0,65	49,04	3,15		
1,59	0,70	0,70	52,15	3,20		
1,81	0,75	0,75	55,41	3,25		
2,04	0,80	0,80	58,83	3,30		
2,29	0,85	0,85	62,41	3,35		
2,55	0,90	0,90	66,17	3,40		
2,83	0,95	0,95	70,10	3,45		
3,13	1,00	1,00	74,21	3,50		
3,45	1,15	0,105	78,51	3,55		
3,78	1,31	1,010	83,01	3,60		
4,12	1,50	1,15	87,84	3,65		
449	1,70	1,20	92,62	3,70		
4,87	1,92	1,25	97,74	3,75		
5,26	2,17	1,30	103,08	3,80		
5,68	2,44	1,35	108,65	3,85		
6,11	2,74	1,40	114,45	3,90		
6,56	3,06	1,45	120,50	3,95		
7,03	3,41	1,50	126,79	4,00		
7,51	3,80	1,55	133	4,05		
8,02	4,22	1,60	140	4,10		
8,54	4,67	1,65	147	4,15		
9,08	5,17	1,70	155	4,20		
9,63	5,70	1,75	162	4,25		
10,21	6,27	1,80	170	4,30		
10,80	6,89	1,85	178	4,35		
11,41	7,56	1,90	187	4,40		
12,04	8,28	1,95	196	4,45		
12,69	9,05	2,00	205	4,50		
13,36	9,88	2,05	215	4,55		
14,05	10,76	2,10	225	4,60		
14,76	11,84	2,15	235	4,65		
15,48	12,72	2,20	246	4,70		
16,23	13,80	2,25	257	4,75		
16,99	14,95	2,30	268	4,80		
17,78	16,17	2,35	280	4,85		
18,58	17,48	2,40	292	4,90		
19,40	18,86	2,45	305	4,95		
20,24	20,33	2,50	318	5,00		

### 5.3.2. Prędkość przepływu

Do wymiarowania przewodów wodociągowych pod ciśnieniem zaleca się przyjmować następujące maksymalne prędkości przepływu:

- w poziomach rozdzielczych - 1,7 m/s,
- w pionach i gałęziach - 2,0 m/s.

### 5.3.3. Wstępny dobór średnic

Średnice przewodów cyrkulacyjnych ciepłej wody dobiera się następująco:

- dla przewodów zasilających f 20-32 - f 20,
- dla przewodów zasilających f 40-50 - f 25,
- dla przewodów zasilających f 63-75 - f 32.

Przewód f16 należy stosować jedynie dla pojedynczych podejść do punktu czerpalnego. Jeśli w wyniku obliczeń hydraulicznych stwierdzone zostanie, że ciśnienie dyspozycyjne jest wystarczające dla najbardziej niekorzystnego punktu czerpalnego, oznacza to, że średnice dobrane są prawidłowo.

### 5.3.4. Opory liniowe

Obliczenie liniowych strat ciśnienia dla poszczególnych odcinków należy wykonać korzystając ze wzoru:

$$p = \lambda \cdot \frac{L}{d_w} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad [\text{N/m}^2]$$

$Dp$  - spadek ciśnienia

$\lambda$  - współczynnik oporów liniowych

$L$  - długość przewodów w danym odcinku [m]

$d_w$  - średnica wewnętrzna [m]

$V$  - prędkość przepływu [m/s]

$\rho$  - gęstość czynnika [ $\text{kg/m}^3$ ]

Wartość współczynnika  $\lambda$  należy obliczyć posługując się wzorem *Colebrooka-White'a*, przyjmując wartość współczynnika chropowatości bezwzględnej  $k$  dla rur z polipropylenu równą 0,007 mm. W celu ułatwienia obliczeń w załączniku 2 zestawiono jednostkowe straty ciśnienia  $R$  dla różnych przepływów i średnic przewodów oraz typowych temperatur obliczeniowych.

Po stwierdzeniu zbyt dużych oporów liniowych należy je zmniejszyć na najbardziej niekorzystnych odcinkach przez powiększenie średnic przewodów.

### 5.3.5. Opory miejscowe

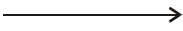
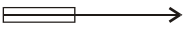
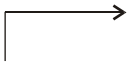
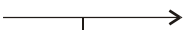
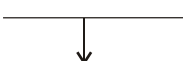

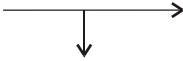

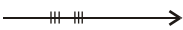
Obliczenie miejscowych strat ciśnienia wywołanych obecnością w projektowanej instalacji kształtek, łączników i armatury należy wykonać wykorzystując wzór:

$$Z = \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad [\text{Pa}]$$

$z$  - współczynnik oporów miejscowych

## Wartość współczynnika z dla kształtek i łączników wchodzących w skład systemu

Tabela 7. Zestawienie wartości współczynnika z elementów systemu USMetrix®PP.

Kształtka		
	złączka	0,2
	redukcja	0,55
	kolano 90°	1,5
	trójnik równoprzelotowy	1,1
	trójnik równoprzelotowy	1,5
	trójnik – redukcja	1,1
	trójnik – redukcja	4,3
	złączka przejściowa (z gwintem)	0,4
	złączka przejściowa (z półrubunkiem)	8,3

## 5.4. Kompensacja przewodów instalacji z polipropylenu

### 5.4.1. Wydłużenie liniowe

Polipropylen posiada znacznie większy współczynnik rozszerzalności niż stali czy miedź:

polipropylen - 0,15 mm/mK,

stal - 0,012 mm/mK,

miedź - 0,0165 mm/mK.

Własność ta sprawia, że rury z polipropylenu ulegają wydłużeniom lub skróceniom w czasie zmieniających się warunków pracy.

Wielkość odkształcenia określa wzór:

$$DI = L \times a \times Dt$$

Gdzie:

DI - wielkość wydłużenia lub skrócenia [m]

L - długość przewodu [m]

a - liniowy współczynnik rozszerzalności liniowej (dla PP  $a = 0.15 \text{ mm/mK}$ )

Dt - różnica między temperaturą montażu a temperaturą instalacji

$Dt = t_m - t_p$  dla  $t_m < t_p$  (wydłużenie przewodu)

$Dt = t_p - t_m$  dla  $t_m > t_p$  (skrócenie przewodu)

W większości przypadków mamy do czynienia z wydłużeniem przewodów prowadzących ciepłą wodę użytkową.

## 5.4.2. Metody kompensowania wydłużeń

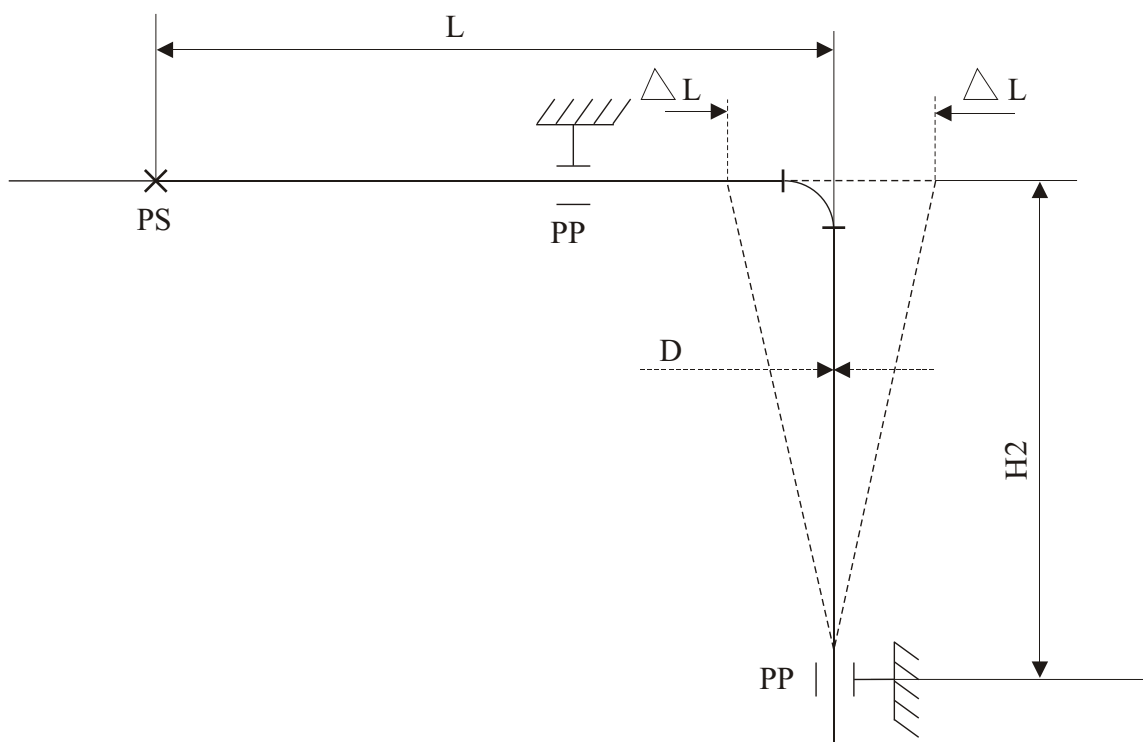
Powstawanie wydłużeń liniowych nie może powodować zagrożenia uszkodzenia instalacji i musi przebiegać w sposób dla niej bezpieczny. W tym celu należy wykorzystywać kompensację naturalną przez odpowiednie prowadzenie przewodu - zasłaniając trasę przy konstrukcji ścian, słupów itp. i mocując w ten sposób, by zachodziła prawidłowa kompensacja.

Jeśli jednak takie rozwiązanie nie jest możliwe, należy na trasie przewodów poziomych i pionów zaprojektować kompensatory.

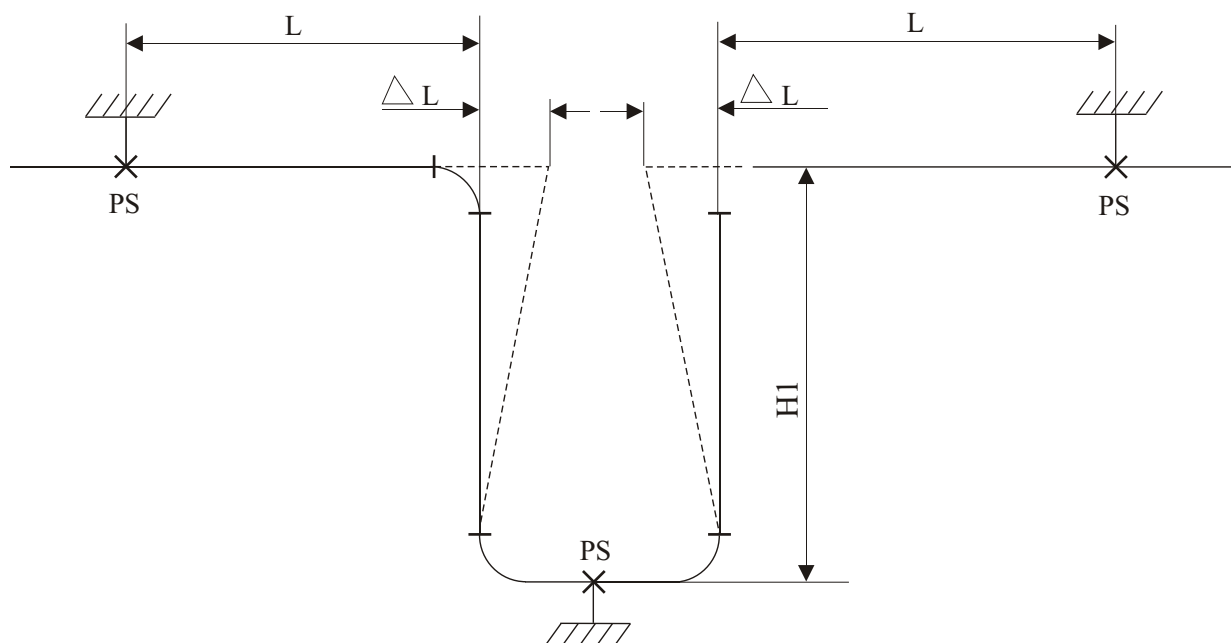
Wielkość kompensatorów zależy od wielkości wydłużenia odcinka przewodu i jego średnicy.

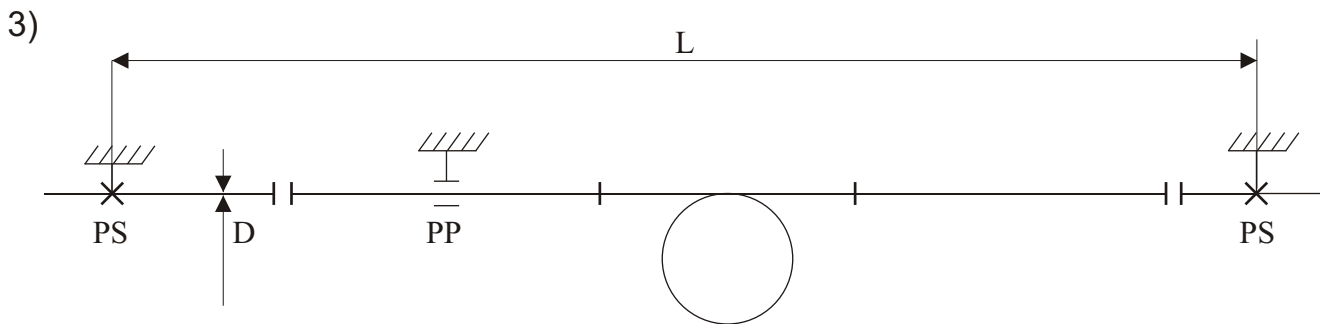
Poniżej zilustrowano sposoby kompensacji przewodów przez załamanie trasy (1), przez wbudowanie kompensatora U-kształtowego (2) i przy pomocy pętli kompensacyjnej (3).

1)



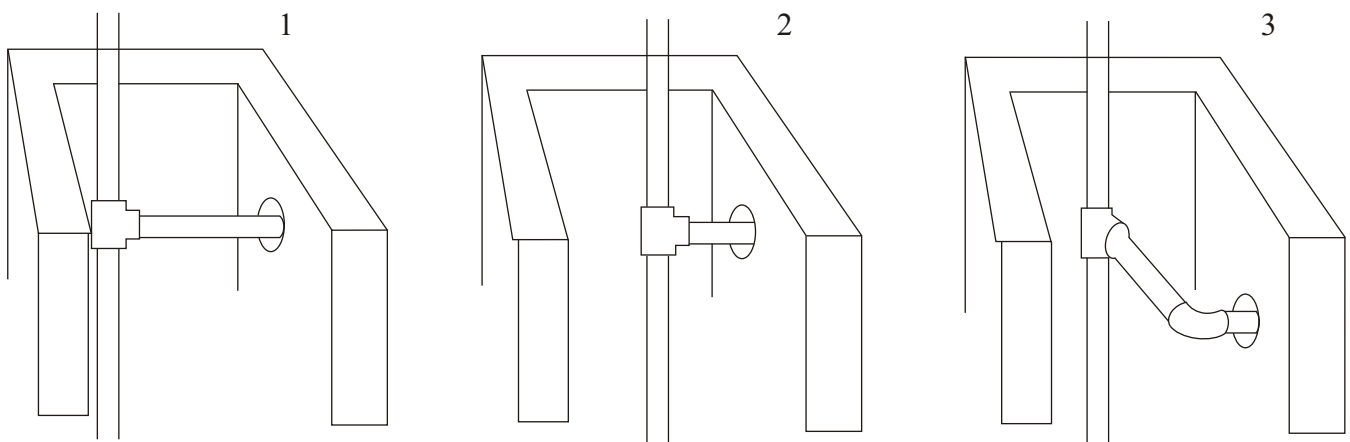
2)





Pętla kompensacyjna jako gotowy element do wbudowania może przejmować wydłużenie wielkości 7-10 cm (jest odpowiednia np. dla przewodu PP-R o długości 12 m przy temp. 50°C). Prowadząc przewody w bruzdzie podtynkowej należy zostawić luz na wyboczenie przewodu i rozmieścić tak punkty mocujące (stałe i przesuwne), aby te wyboczenia były bezpieczne.

Przy prowadzeniu podtynkowym przewodów ważny jest też sposób podłączenia gałązki do pionu instalacyjnego tak, by była możliwa kompensacja. Ilustruje to poniższy rysunek:



- 1 – lokalizacja pionu w bruzdzie
- 2 – swobodne przejście przed ścianę
- 3 – zastosowanie ramienia sprężystego

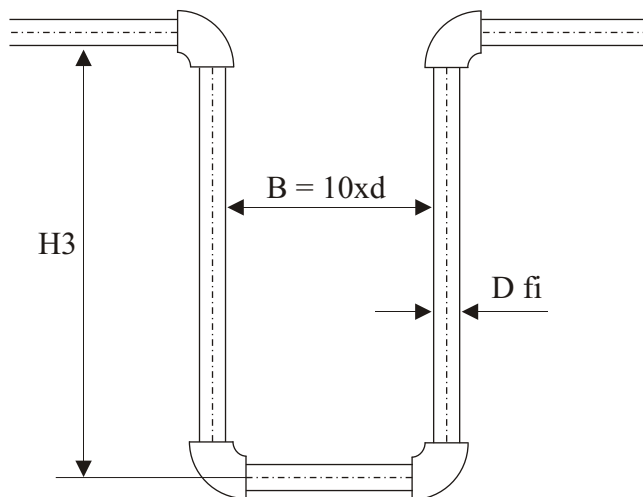
Zaznacza się, iż ramię sprężyste winno również być stosowane w miejscach podłączenia do przewodów rozdzielczych poziomych.

### 5.4.3. Sposób wymiarowania i wymiarowanie kompensatorów

Z powyższych ilustracji wynika, że dla właściwej kompensacji przewodów bardzo istotne jest prawidłowe rozmieszczenie punktów mocujących.

Stale podpory mocujące (PS) wyznaczają długość przewodu, jaki ulega odkształceniu o  $\Delta L$ . Podpory przesuwne (PP) muszą być tak usytuowane, by nie hamować pracy kompensatora (min. odległość od miejsca załamania trasy  $> M_s$ ).

Kompensator U-kształtowy przedstawiono na rysunku poniżej.



Gdzie:

$M_s$  - ramię sprężyste kompensatora

d - średnica zewnętrzna rury

Prawidłowy kompensator U-kształtowy znajduje się w środku odcinka między dwiema podporami stałymi i posiada centralnie umieszczone mocowanie stałe.

Długość ramienia sprężystego kompensatora:

$$M_s = c \cdot \sqrt{d} \cdot l \cdot mm$$

Gdzie:

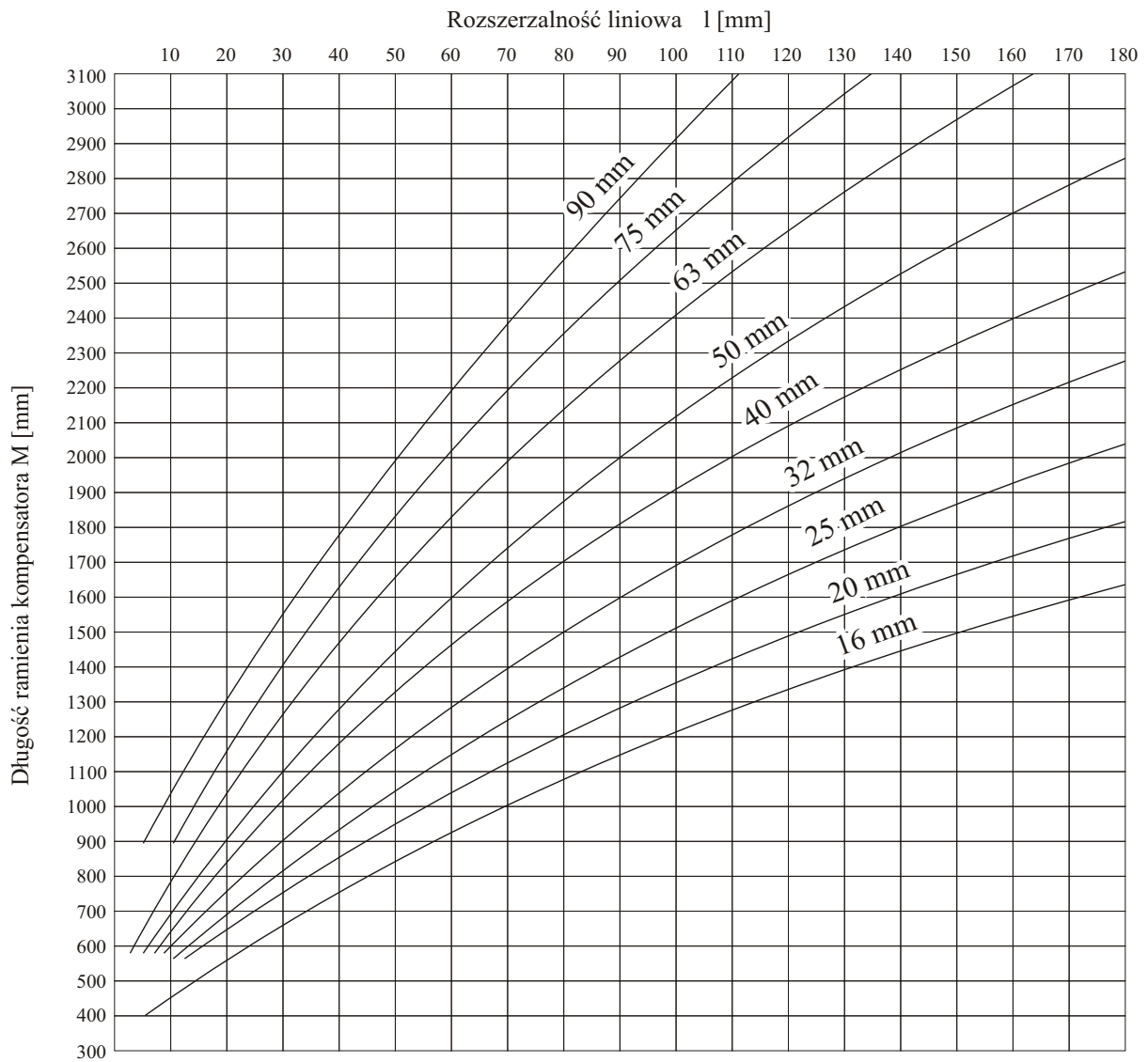
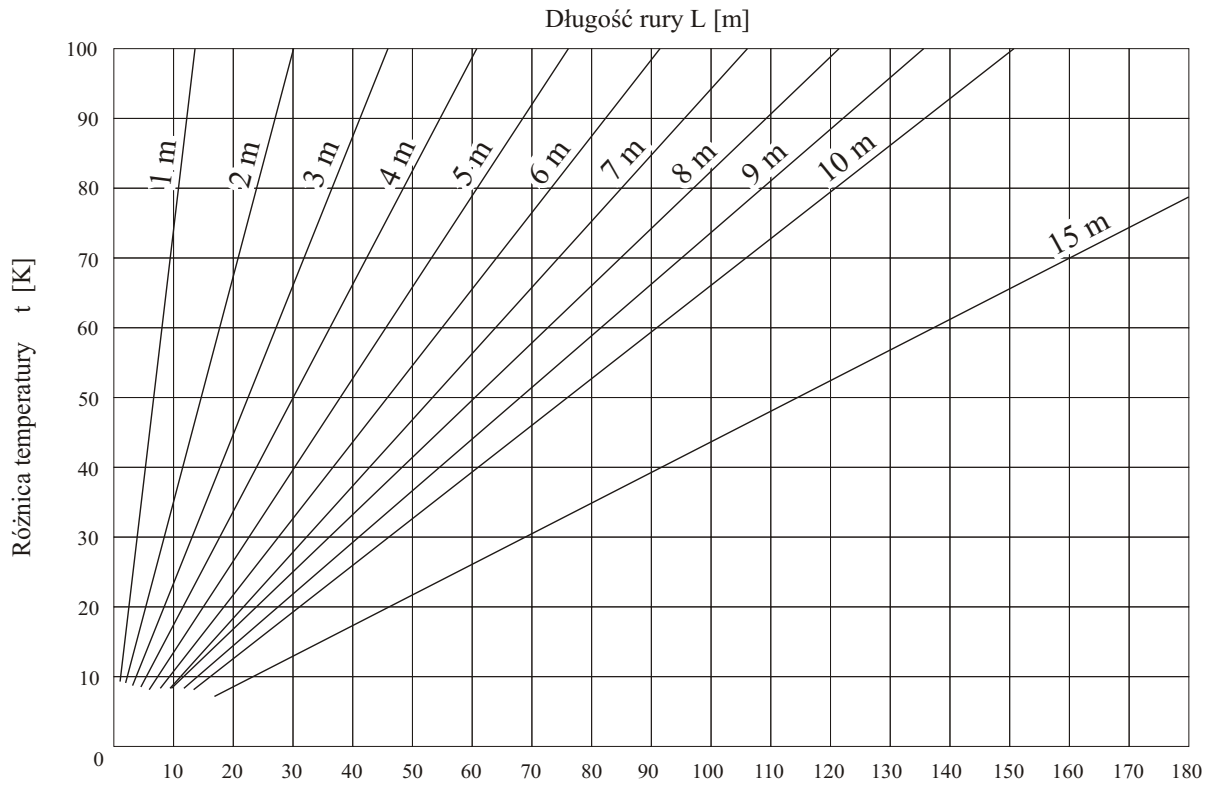
c - stała zależna od materiału (dla PP-R c=30)

d - średnica zew.

l - wydłużenie

Szerokość kompensatora B winna być co najmniej wielkości równej 10xd.

Dla określenia wymiarów kompensatora można posługiwać się załączonymi wykresami (na stronie następnej).



## 6. Montaż

### 6.1. Zasady montażu instalacji

Instalacje sanitarne z polipropylenu możemy montować:  
na ścianach budynków,  
w brzdach ściennych,  
w kanałach (szybach) instalacyjnych,  
w przestrzeniach nadstropowych lub podłogowych.

### 6.2. Rodzaje stosowanych połączeń

1. Zgrzewane:
  - kielichowe ( przy użyciu kształtek kielichowych do zgrzewania),
  - czołowe ( bez użycia kształtek)
2. Gwintowane:
  - kształtki z gwintem wykonanym w tworzywie,
  - kształtki z wtopionym gwintem metalowym.

Do uszczelniania połączeń należy używać tylko i wyłącznie taśmy teflonowej, nawijając ją na całą długość gwintu. Do uszczelniania nie należy stosować pakul.

### 6.3. Wskazówki montażowe

Przejścia przewodów przez przegrody budowlane (stropy, ściany konstrukcyjne) należy wykonywać w tulejach osłonowych PVC wystających na 2 cm z obu stron przegrody i wypełnionych plastycznym uszczelnieniem nie hamującym ruchu osiowego rury.

Zwracać uwagę, by połączenia zgrzewane znajdowały się poza przejściem przez przegrodę.

Pamiętać, że korzystniejsze jest prowadzenie przewodów w brzdach lub szachtach instalacyjnych, a nie po wierzchu ścian.

W brzdach owijać rury otuliną dla pozostawienia luzu pod tynkiem (sztywne betonowanie powoduje wzrost naprężeń w materiale rur zmniejszając ich trwałość eksploatacyjną).

Stałe podpory mocujące umieszczać w miejscach większych obciążeń przewodów - np. przy wodomierzu, armaturze lub przy punkcie odgałęzienia.

Chronić rury przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych i przed uszkodzeniem mechanicznym.

### 6.4. Mocowanie przewodów

#### 6.4.1. Przewody poziome

Przewody instalacji z polipropylenu należy mocować do elementów konstrukcyjnych budynku za pomocą podpór stałych i przesuwnych. Odstępy pomiędzy poszczególnymi podporami powinny być tak dobrane, aby była zapewniona kompensacja przewodów. Umieszczenie podpór stałych wynika z lokalizacji kompensatorów oraz jest wymagane przy punktach czerpalnych.

Odległości pomiędzy podporami przesuwnymi zależne są od temperatury czynnika oraz średnicy zewnętrznej przewodu. Dopuszczalne maksymalne odległości dla przewodów prowadzonych poziomo zestawiono w tabeli 8. Dla przewodów z rur stabilizowanych odległości pomiędzy podporami zamieszczono w tabeli 9.



Tabela 8. Odległości pomiędzy podporami przesuwными (w cm) dla przewodów z polipropylenu prowadzonych poziomo.

d (mm)	Odległość l w cm przy temperaturze prowadzonej wody w °C						
	20	30	40	50	60	70	80
16	75	70	70	65	60	60	55
20	80	75	70	70	65	60	60
25	85	85	85	80	75	75	70
32	100	95	95	90	85	80	75
40	110	110	105	100	95	90	85
50	125	120	115	110	105	100	90
63	140	135	130	125	120	115	105
75	155	150	145	135	130	125	115

Tabela 9. Odległości pomiędzy podporami przesuwными (w cm) dla przewodów z polipropylenu stabilizowanych wkładką aluminiową prowadzonych poziomo.

Średnica zewnętrzna Dz (mm)	Temperatura przepływającej wody °C					
	20	30	40	50	60	80
16	125	120	120	110	110	90
20	135	125	120	120	110	100
25	145	145	145	135	125	120
32	170	160	160	150	145	125
40	185	185	180	170	160	145
50	210	205	200	185	180	150
63	235	230	220	210	200	180
75	250	245	235	225	210	190
90	265	260	250	240	230	210
110	270	265	255	245	235	215

## 6.4.2. Przewody pionowe

Zasady mocowania przewodów prowadzonych pionowo są zbliżone do zaleceń odnośnie przewodów poziomych. Dla pionów instalacyjnych odległości pomiędzy podporami można zwiększyć o około 30%. W rozgałęzieniach instalacji na poszczególnych kondygnacjach należy stosować ramię kompensacyjne. Jeśli sposób prowadzenia instalacji pozwala na wyboczenia przewodów od ich osi można nie stosować elementów kompensacyjnych.

Umieszczenie podpór stałych jest wymagane przy odgałęzieniu od pionu instalacyjnego na każdej kondygnacji oraz przy punktach czerpalnych.

## 6.4.3. Montaż zaworów

W przypadku montażu zaworów należy stosować obustronne mocowanie przewodów, za i przed zaworem, ponieważ armatura stanowi duże obciążenie instalacji polipropylenowej. Dobrym rozwiązaniem jest usytuowanie podpory stałej w miejscu zamontowania zaworu (dotyczy to szczególnie mniejszych średnic).

## 6.4.4. Izolowanie instalacji

Przewody wykonane z polipropylenu typ 3 charakteryzują się lepszymi własnościami izolacyjnymi w stosunku do tradycyjnych materiałów instalacyjnych (stal, miedź). Mimo to, powinno się je izolować z następujących względów:

ze względu na skraplanie pary wodnej (roszenie) i podwyższanie temperatury przesyłanej wody- dotyczy przewodów instalacji wody zimnej,

ze względu na obniżenie temperatury przesyłanej wody- dotyczy przewodów instalacji wody ciepłej. Do obliczania grubości izolacji należy stosować normę PN-85/B-02421. Przy stosowaniu otuliny z pianki poliuretanowej ( $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$ ) można stosować grubości izolacji zestawione w tabeli 10.

Tabela 10. Zestawienie grubości izolacji w zależności od temperatury przesyłanej wody i średnicy rury (mm).

$d_2$	cw 55 °C	co 70 °C
16	10	11
20	10	11
25	11	11
32	12	12
40	13	13
50	15	15
63	16	17
75	17	18

Oznaczenia:

d- średnica rury

c.w.- ciepła woda

c.o.- centralne ogrzewanie

Należy zwracać uwagę by izolacja nie ograniczała kompensacji przewodów na załamaniach trasy.

### 6.4.5.Zabezpieczenie temperaturowe

Uwaga! Instalacja ciepłej wody **musi być wyposażona** w urządzenia zabezpieczające przed niekontrolowanym wzrostem temperatury. Instalacja wypełniona zimną wodą **nie może pracować w ujemnych temperaturach**, może to spowodować poważne jej uszkodzenia.

## 7. Łączenie rur i kształtek z polipropylenu PP-R typ 3

### 7.1.Zgrzewanie kielichowe

Rury i kształtki ciśnieniowe z PP-R łączy się metodą zgrzewania kielichowego (polifuzyjnego) przy użyciu specjalnych firmowych zgrzewarek, przeznaczonych specjalnie dla danego systemu.

### 7.2. Czynności przy zgrzewaniu

#### 7.2.1. Przygotowanie zgrzewarki

doprowadzenie końców zgrzewarki do wymiarów łączonych elementów w taki sposób, by cała powierzchnia końcówek przylegała do powierzchni zgrzewarki, podłączenie zgrzewarki do sieci, włączenie głównego wyłącznika (świecenie się diody), nagrzanie końcówek grzewczych do temp.  $280 \pm 10^\circ\text{C}$  (wyłączenie się diody).

## 7.2.2. Przygotowanie elementów zgrzewanych

staranne obcięcie rury, prostopadle do osi, bez zadziorów,  
zaznaczenie na rurze głębokości zgrzewania ( tabela 11),  
usunięcie wszelkich zanieczyszczeń końcówek grzewczych czystą szmatką (ew. wodnym roztworem alkoholu),  
w przypadku rur Stabi z wkładką aluminiową usunięcie specjalnym zdzierakiem płaszczka aluminiowego z rury na wysokość zgrzewu.

## 7.2.3. Zgrzewanie

jednoczesne wsunięcie rury do końcówki grzewczej i nasunięcie kształtki na trzpień drugiej końcówki aż do oporu,  
nagrzewanie w czasie wg tabeli 11 (aż do nadtopienia elementów),  
równoczesne zdjęcie nagrzaných elementów i połączenie rury z kształtką osiowo i starannie bez wzajemnego obracania do zaznaczonej głębokości,  
trzymać nie poruszając elementów odliczając czas zgrzewania (tabela 11) wykorzystując ewentualne drobne korekty odchyłki osiowej,  
po upływie czasu zgrzewania połączenie jest już nieodkształcalne i należy odczekać czas chłodzenia, pełną wytrzymałość zgrzew uzyskuje po całkowitym ostygnięciu, tj. po około 2 godzinach.

Tabela 11. Parametry operacji zgrzewania przy użyciu zgrzewarek wg DVS 2207

Średnica zewn. rury $d_z$ (mm)	Głębokość zgrzewania (mm)	Czas nagrzewania (s)	Czas zgrzewania (s)	Czas chłodzenia (min)
16	13,0	5	4	2
20	14,5	5	4	2
25	16,0	7	4	2
32	18,0	8	6	4
40	20,5	12	6	4
50	23,5	18	6	4
63	27,5	24	8	6
75	30,0	30	8	6

### Uwaga:

cięcie rur wykonywać za pomocą firmowych nożyc do rur z tworzyw sztucznych,  
nie używać ponownie kształtek uszkodzonych przy nieudanym zgrzewaniu,  
przy niskich temperaturach otoczenia wydłużyć czas nagrzewania o ok. 50%,  
używać tylko firmowych zgrzewarek,  
w przypadku rur z typoszeregu PN10 czas nagrzewania powinien być o około 30% krótszy niż czas podany w tabeli 11.

## 8. Próby szczelności

### 8.1. Próba wstępna

Wstępna próba szczelności wykonywana jest przy ciśnieniu 1,5 x największe ciśnienie robocze (nie przekraczając wielkości PN + 5 bar), utrzymując stałą temperaturę wody w przewodach.

Pomiar ciśnienia wykonuje się w najwyższym punkcie instalacji. Kolejno po 10 minutach sprawdzamy i ustawiamy ciśnienie. Próba trwa 30 minut. Przez kolejne 30 minut po zakończeniu próby wstępnej ciśnienie nie powinno spaść więcej niż o 0,6 bara i nie powinny pojawić się żadne przecieki.

### 8.2. Próba główna

Przy ciśnieniu roboczym, po zakończeniu próby wstępnej, obserwuje się spadek ciśnienia w ciągu dwóch godzin (w odstępach jednogodzinnych).

Spadek ciśnienia przy ostatnim odczycie nie powinien być niższy niż o 0,2 bara.

### 8.3. Próba szczelności w warunkach pracy

Dla instalacji ciepłej wody wykonuje się ponowną próbę w normalnych warunkach pracy czyli wodą o właściwej temperaturze, tak zwaną. próbę na gorąco. Sprawdzając zachowanie się mocowań stałych i kompensatorów. Po zakończeniu prób szczelności sporządza się protokół.

Przy wykonaniu i odbiorze instalacji należy opierać się na "Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru rurociągów z Tworzyw Sztucznych - wyd. P.K.T.S.G.G. i K. 1994 r.

## 9. Magazynowanie i transport wyrobów

Rury i kształtki powinny być przechowywane pod zadaszeniem, w pomieszczeniu suchym i czystym, chroniąc przed bezpośrednim oddziaływaniem czynników atmosferycznych, promieni słonecznych, kurzem.

W magazynie nie należy przechowywać razem rozpuszczalników organicznych, wyrobów zawierających rozpuszczalniki i innych chemikaliów mogących przenikać do materiałów składowanych.

Wyroby z polipropylenu winny znajdować się z dala od źródeł ciepła, a temperatura pomieszczenia magazynu nie powinna przekraczać +40°C.

Poszczególne rodzaje wyrobów powinny być składowane osobno i podzielone według rodzajów kształtek, szeregów ciśnieniowych rur i wielkości średnic; kształtki w workach foliowych, rury w wiązkach w opakowaniach lub bez nich.

W trakcie składowania wyroby nie powinny być obciążone, wyginane, powierzchnia składowania musi być gładka i nie może powodować ich uszkodzeń.

Rury składowane na płaszczyźnie poziomej (min. 0,10m nad podłogą) do maksymalnej wysokości 0,60 m.

Maksymalna odległość podkładów pod rury wynosi:

dla średnic 16 do 32 mm – 0,25 m.

dla średnic 40 do 75 mm – 0,50 m

Przy transporcie należy zwrócić uwagę by nie uszkodzić opakowań wyrobów. Transport wyrobów bez opakowań powinien być jeszcze ostrożniejszy.

Rur nie należy rzucać, uderzać ani wlec po ziemi.

Szczególna delikatność przy transporcie obowiązuje w niskich temperaturach otoczenia (ok. 0°C) ze względu na zwiększenie kruchości.

# Załącznik 1

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
1, 2-dwuaminoetan	technicznie	+	+	
1, 2-dwubromometan	czysty	/		
1, 3-butadien gazowy		/	-	
2-butendiol - 1,4	technicznie	+	+	
2-butindiol - 1,4	czysty	+		
4-metynopentanol - 2	technicznie	+		
Acetamid	czysty	+	+	
Aceton (keton dwumetylowy)	technicznie	+	+	
Akrylan butylu	czysty	+		
Akrylonitryl		+		
Aldehyd benzoesowy, roztw. wodny		+		
Aldehyd krotonowy	technicznie	+		
Aldehyd octowy	czysty	/		
Aldehyd octowy roztw. wodny		+	+	
Alkohol allilowy	technicznie	+	+	
Alkohol amyłowy	czysty	+	+	+
Alkohol benzylowy	każde	+	+	
Alkohol butylowy (butanol)	technicznie	+		
Alkohol etylowy	czysty	+	+	+
Alkohol fenylowo-metyłowy	technicznie	+		
Alkohol furfuryłowy	czysty	+	/V	
Alkohol izobutyłowy	każde	+		
Alkohol izopropylowy	96%	+	+	+
Alkohol palmitynowy	technicznie	+	+	
Alkohol propargilowy, roztw. wodny	czysty	+	+	
Alkohole woskowe		/	-	
Alkoholowy roztw. tłuszczu kokosowego		+	/	
Ałun chromowo-potasowy, roztw. wodny	96%	+	+	
Ałun chromowy, roztw. wodny		+	+	
Amidy kwasu tłuszczowego		+		
Amoniak, gazowy		+	+	
Amoniak, płynny	technicznie	+		
Anilina (aminobenzen)	czysty	+	+	
Anizol (metoksybenzen, eter metylowofenyłowy)		/	/	
Asfalt	7%	+	/V	
Aspiryna	technicznie	+		
Atrament	czyste	+	+	
Azotan amonowy (saletra amonowa), roztw. wodny	technicznie	+	+	+
Azotan miedzi, roztw. wodny	czysty	+	+	
Azotan żelazawy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Azotan żelazowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Azotan potasowy		+	+	
Azotan sodowy, roztw. wodny		+	+	
Azotan srebra		+	+	
Azotan srebra, roztw. wodny	każde	+	+	+
Azotan wapniowy, roztw. wodny		+	+	
Azotyn niklu		+	+	
Azotyn sodowy, roztw. wodny		+		
Barwnik piwny		+	+	
Benzen	każde 30%	/	-	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Bezwodnik fosforowy	100%	+		
Bezwodnik octowy	technicznie czysty	+	/V	-
Bitum		+	/V	
Boraks (czteroboran sodowy), roztw. wodny		+	+	+
Boraks, roztw. wodny	nasycony	+	+	+
Boran potasowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Boran sodowy	1%	+	+	
Brom, para		-		
Brom płynny		-		
Bromek litu	100%	+	+	
Bromek potasowy, roztw. wodny		+	+	+
Bromek sodowy	każde	+	+	
Bromian potasowy, roztw. wodny		+	+	+
Bromochlorometan	do 10%	-		
Bromometan, gazowy		-		
Butan, gazowy	technicznie czysty	+	+	
Butandiol, roztw. wodny		+	+	
Butanon		+	/	
Butantriol, roztw. wodny	każde	+	+	
Butyloen (buten), płynny		/		
Butylofenol	każde	+		
Butylofenon	technicznie czysty	-		
Chromian potasowy, roztw. wodny		+	+	+
Chromian sodu	technicznie czysty	+	+	
Clophen® A50 i A60, chlorodwufenyl (niepalny środek izolacyjny)	technicznie czysty	+	/	-
Cukier gronowy, roztw. wodny		+	+	
Cukier trzcinowy, roztw. wodny	40%	+	+	
Cyjanek amonowy		+	+	
Cyjanek miedzi, roztw. wodny		+	+	
Cyjanek potasowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Cyjanek potasu, roztw. wodny	każde	+	+	
Cyjanek sodu		+		
Cykloheksan	nasycony	+	+	
Cykloheksanol (alkohol cykloheksylowy)	każde	+	/	
Cykloheksanon	każde	/do-		
Czterobromometan		-		
Czterochlorek węgla		/	-	
Czterochloroetan		/	-	
Czterochloroetylen		+		
Czteroetylokołowi (czteroetylołów)		/-		
Czterowodorofuran	technicznie czysty	-		
Czterowodoronaftalen		+	+	
D-glikoza (cukier gronowy)		+	+	
DDT, proszek		/	/	
Dekalina (dziesięciowodoronaftalen)		+	+	
Dekstryna (guma skrobiowa), roztw. wodny	technicznie czysty	+	+	
Detergenty	technicznie czysty	/	/	-
Dioksan	technicznie czysty	+		
Drożdże		-		

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Dwumetyloformamid	technicznie	+	+	
Dwusiarczek węgla	czysty	/		
Dwutlenek siarki, gazowy		+	+	
Dwutlenek siarki, roztw. wodny		+	+	
Dwutlenek węgla	każde	+	+	
Ekstrakt garbnikowy roślinny	100%	+	/	
Ekstrakt kawy	handlowe	+	+	
Emulgator		+	+	
Emulsja fotograficzna		+	+	
Emulsja silikonowa	handlowe	+	+	
Ephetin®, roztw. wodny	handlowe	+	+	+
Epichlorohydyna	10%	+		
Ester etylowy kwasu jednochlorooctowego		+	+	
Ester kwasu ftalowego		+	/	
Ester metylowy kwasu dwuchlorooctowego		+	+	
Ester metylowy kwasu jednochlorooctowego		+	+	
Etanol		+	+	+
Etanol zanieczyszczony toluenem	96%	+		
Etanoloamina	96% (obj.)	+		
Eter	technicznie	/		
Eter dwubutyłu	czysta	/	-	
Eter dwuizopropylowy		/	-	
Eter etylowy		/		
Eter jednobutyłowy glikolu etylenowego	technicznie	+		
Etylenoglikol	czysty	+	+	+
Etylobenzen	technicznie	/	-	
Fenol	czysty	+	+	V
Fenylohydrazyna	technicznie	/		
Fluor, gazowy	czysty	-		
Fluorek amonowy, roztw. wodny		+	+	
Fluorek miedzi, roztw. wodny	technicznie	+		
Fluorek potasowy, roztw. wodny	czysty	+	+	
Fluorek sodowy		+	+	
Formaldehyd, roztw. wodny	technicznie	+	+	
Formamid	czyste	+	+	
Fosforan dwusodowy		+	+	
Fosforan sodu, roztw. wodny	nasycony	+	+	+
Fosforan trójbutylowy	nasycony	+	+	
Fosforan trójkrezylu	każde	+	/	
Fosgen, roztw. wodny		-		
Fosgen (tlenochlorek węgla), gazowy	do 40%	/	/	
Fotograficzne środki wywołujące		+V	+V	
Frigen 12® (Freon 12)		/		
Fruktoza (cukier owocowy), roztw. wodny	nasycony	+	+	+
Ftalan dwubutyłu		+	/	
Ftalan dwuheksylowy		+	/	
Ftalan dwuizooktylu	100%	+	/	
Ftalan dwuoktylu		+	/	
Gaz chlorowodorowy suchy i mokry		+	+	V
Gaz świetlny	100%	+		
	każde			

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Glikol butylenu		+		
Glikol etylowy, roztw. wodny	technicznie	+	+	+
Glikol propylenu	czysty	+	+	
Glukoza, roztw. wodny	handlowe	+	+	+
Glysantin®		+	+	+
Gnojówka	każde	+	+	
Heksan		+	/	
Heksantriol		+	+	+
Heptan		/	/	
Hydrat chloralu		/	-	
Hydrat hydrazyny		+		
Hydrochinon, p-dwuhydroksybenzen	każde	+	V	
I-propanol		+	+	
Izooctan, 2, 2, 4-trójmetylopentan		+	/	
Jodek magnezu		+	+	
Jodek potasowy		+	+	
Jodek potasowy		+		
Jodyna DAB 6	3% jod	+		
Kamfora	każde	+		
Karbazol (dwubenzopirol)	handlowe	+	+	
Karbolineum		+		
Karbolineum sadownicze, roztw. wodny	handlowe	+	V	/V
Keton		+	do /	
Keton dwuizobutyli		+	-	
Keton metyloowo-izobutyloowy		+		
Klej	technicznie	+		
Koncentrat Coli	czysty	+	+	
Kondensat pary nasyconej		+	+	
Koniak		+	+	V
Kreozot		+	/V	
Krezol		+	-	
Krezol oktylu		/		
Krezol, roztw. wodny		+	+V	+V
Krochmal, roztw. wodny	100%	+	+	
Krzemian sodowy, roztw. wodny	technicznie	+	+	
Ksylen	czysty	-		
Kwas adypinowy, roztw. wodny	rozcieńczony	+	+	
Kwas akumulatorowy	każde	+	+	
Kwas aminokarboksyloowy	każde	+	+	
Kwas arsenowy, roztw. wodny		+	+	
Kwas askorbinowy	nasycony	+	+	
Kwas azotowy		+	-	
Kwas azotowy		/	-	
Kwas benzenosulfonowy	każde	+	+	
Kwas benzoesowy (kwas benzenokarboksyloowy, roztw. wodny)	25%	+	+	+
	50%	+	+	
Kwas bromowodorowy, roztw. wodny		/		
Kwas bromowy		+	+	
Kwas bursztynowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Kwas chlorooctowy (mono), roztw. wodny	50%	+	+	
	stężony	+	+	



Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Kwas cytrynowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	+
Kwas dodecylobenzosulfonowy		+		
Kwas dwuchlorooctowy	50%	+		
Kwas dwuchlorooctowy	technicznie	+		
Kwas dwuglikolowy, roztw. wodny	czysty	+	+	
Kwas fluorowodorowy, roztw. wodny	30%	+	+	
Kwas fosforowy, roztw. wodny	40% – 85%	+	+	
Kwas fosforowy, roztw. wodny	50%	+	+V	+V
Kwas ftalowy, roztw. wodny	80% – 95%	+	+	
Kwas garbnikowy (tanina), roztw. wodny	50%	+	+	
Kwas glikolowy, roztw. wodny	10%	+		
Kwas jabłkowy (kwas etanodwukarboksylowy)	do 70%	+	+	
Kwas jednochlorooctowy	50%	+	+	
Kwas krzemowy, roztw. wodny		+	+	
Kwas maleinowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Kwas masłowy (kwas butanowy), roztw. wodny	do 100%	+		
Kwas metakrylowy	każde	+	+	
Kwas mlekowy, roztw. wodny		+	+	+
Kwas moczowy	Każde	+		
Kwas mrówkowy, roztw. wodny		+	/	
Kwas mrówkowy, roztw. wodny	85%	+	+	
Kwas nadchlorowy, roztw. wodny	10%	+	+	
Kwas nikotynowy	20%	+		
Kwas octowy (kwas etanowy)	< 10%	+	/V	-
Kwas octowy lodowaty (100%)	100%	+	/V	
Kwas octowy, roztw. wodny	technicznie	+	+	+
Kwas oleinowy	czysty	+	/	-
Kwas ortoborowy, roztw. wodny	70%	+	+	+
Kwas palmitynowy (kwas heksadekanowy)		+	+	
Kwas pikrynowy (trójnitrofenol), roztw. wodny	każde	+		
Kwas propinowy, roztw. wodny		+	+	
Kwas salicylowy	1%	+	+	
Kwas siarkowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Kwas siarkowy, roztw. wodny		+	/	
Kwas siarkowy, roztw. wodny	do 50%	+	/	
Kwas siarkowy, roztw. wodny	70%	/	-	
Kwas solny, roztw. wodny	80%	+V	+V	/V
Kwas stearynowy	98%	+	/	
Kwas szczawiowy (kwas etanodiowy)	każde	+	+	+
Kwas sześćfluorowodorowy, roztw. wodny		+	+	
Kwas trioglikolowy	każde	+	+	
Kwas trójchlorooctowy	każde	+		
Kwas trójchlorooctowy, roztw. wodny		+	+	
Kwas tłuszczowy	technicznie	+	+	
Kwas winny, roztw. wodny	czysty	+	+	
Kwas węglowy, roztw. wodny	50%	+	+	
Kwas węglowy suchy		+	+	
Kwasy antrachinosulfonowe, roztw. wodny	każde	+		
Kwasy aromatyczne	każde	+	+	
Kąpiel utrwalająca (fotograficzna)	100%	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Majonez		+		
Margaryna		+	+	
Marmolada		+	+	+
Masło		+	+	
Melasa		+	+	
Mentol		+		
Metafosforan amonowy		+	+	
Metafosforan glinu		+	+	
Metanol (alkohol metylowy)	technicznie czysty	+	+	
Metoksybutanol		+		
Metyloamina, roztw. wodny		+		
Metylobenzen	32%	/	-	
Metylocykloheksan		/		
Metyloetyloketon		+	/	
Metyloglikol	technicznie czysty	+	+	
Metylopropyloketon		+		
Mieszanina chromowa		-		
Miód pszczeli		+	+	
Mleko		+	+	+
Mocz		+	+	
Mocznik (karbamid), roztw. wodny		+	+	
Monochlorobenzen		+		
Morfolina	do 33%	+	+	
Musztarda		+		
Mydło do metalu		+		
Mydło szare (miękki, beczkowe)		+	+	
N-propanol		+	+	
Nadchloran potasowy		+		
Nadchloroetylen		/	-	
Nadmanganian potasu	1%	+		
Nadmanganian potasu, roztw. wodny		+	+	V
Nadsiarczyn potasowy, roztw. wodny		+	+	
Nadtlenek wodoru, roztw. wodny	do 6%	+	+	
Nadtlenek wodoru, roztw. wodny	każde	+	/	
Nadtlenoboran sodowy, roztw. wodny	40%	+	+	+
Nafta (ropa naftowa, olej skalny)	30%	+	/	
Nafta świetlna	każde	/	/	-
Naftalina (naftalen)		+		
Nawozy mineralne, roztw. wodny		+	+	
Nitrobenzen		+	+	
Nononol	każde	+		
O-nitrotoluen		+	/	
Ocet (ocet winny)		+	+	
Octan amonowy, roztw. wodny		+	+	
Octan amylu	handlowe	/	-	
Octan butylu	każde	/	-	
Octan butylu	technicznie czysty	/	-	
Octan celulozy (nitroceluloza)		+		
Octan etylu	technicznie czysty	+	/	
Octan etylu	czysty	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Oleista smoła z węgla kamiennego		+	V	
Olej arachidowy (olej z orzeszków ziemnych)	technicznie	+	+	
Olej bawełniany	czysty	+	+	
Olej do silników dwutaktowych	technicznie	+		
Olej do smarowania	czysty	+		
Olej lniany		+	+	+
Olej maszynowy	technicznie	+	/	-
Olej mineralny	czysty	+	/	-
Olej napędowy	technicznie	+	/	
Olej opałowy	czysty	+	/	
Olej palmowy (tłuszcz palmowy)		+		
Olej parafinowy (parafina ciekła)		+	/	-
Olej rycynowy		+	+	
Olej silikonowy		+	+	+
Olej silikonowy typu HD		+	/	
Olej sojowy		+	/	
Olej terpentynowy (terpentyna)		-		
Olej transformatorowy	technicznie	+	/	
Olej wazelinowy	czysty	+	/	-
Olej wrzecionowy		+	-	
Olej z igieł świerkowych		+	+	
Olej z orzecha włoskiego	technicznie	+		
Oleje roślinne i zwierzęce	czysty	+	+ do /	
Oleje zwierzęce	technicznie	+	/	
Olejek kamforowy	czysty	+		
Olejek miętowy	technicznie	-		
Olejek orzechowy	czysty	+		
Olejek sosnowy		+	+	
Olejki eteryczne		/	-	
Oleum (kwas siarkowy dymiący)		-		
Oliwa		+	+	
Ortofosforan amonowy, roztw. wodny		+	+	+
Ortofosforan trójwapniowy		+	+	
Ozon 50 pphn		+	/	
Parafina - emulsja		+	+	
Paraformaldehyd		+		
Pentanol (alkohol amyłowy)		+		
Pirydyna	każde	/	/	
Piwo	każde	+	+	
Pięciochlorek antymonu		+	+	
Plastyfikatory poliestrowe		+		
Pochloryn wapniowy, roztw. wodny (suspensja)		+	+	
Pochloryn sodowy z 12,5% aktywnym tlenem	handlowe	/	/	-
Podsiarczyn, wodorosiarczek, roztw. wodny		+	+	
Poliglikole		+	+	
Powietrze		+	+	+
Preparaty witaminowe, suche		+		
Propan, gazowy		+		
Propanol	każde	+	+	
Pulpa owocowa		+	+	

Substancja	Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
			20°	20°	100°
Sagrotan®			+	/	
Salicylan metylu			+		
Sebacynian dwubutyłu			+		
Serwatka			+	+	
Siarczan amonowy, roztw. wodny	każde		+	+	+
Siarczan cynku, roztw. wodny	każde		+	+	+
Siarczan dwusodowy			+	+	
Siarczan fenylu			+	+	
Siarczan glinowo-sodowy			+	+	
Siarczan glinu, roztw. wodny	nasycony		+	+	+
Siarczan glinu, stały			+	+	
Siarczan magnezu			+		
Siarczan magnezu, roztw. wodny	każde		+	+	
Siarczan miedzi, roztw. wodny	każde		+	+	
Siarczan niklu, roztw. wodny	każde		+	+	
Siarczan żelazawy, roztw. wodny	nasycony		+	+	
Siarczan żelazowy, roztw. wodny	nasycony		+	+	
Siarczan potasowo-glinowy, roztw. wodny	każde		+	+	+
Siarczan potasowy, roztw. wodny	każde		+	+	
Siarczan sodowy, roztw. wodny	nasycony		+	+	+
Siarczan wapniowy			+	+	
Siarczek amonowy, roztw. wodny	każde		+	+	
Siarczek potasowy, roztw. wodny	nasycony		+	+	
Siarczek sodowy, roztw. wodny zimny	nasycony		+	+	
Siarczyn potasowy, roztw. wodny	nasycony		+	+	
Siarczyn sodowy, roztw. wodny	40%		+	+	+
Siarka			+	+	+
Siarkowodór, gazowy			+	+	
Siarkowodór, roztw. wodny	nasycony		+	+	
Soda kaustyczna, soda żrąca			+	+	
Soda, roztw. wodny	każde		+	+	+
Sok ananasowy			+	+	
Sok cytrynowy			+	+	
Sok owocowy	każde		+	+	+
Sok owocowy niesfermentowany	każde		+	+	+
Sok pomarańczowy			+	+	
Sok pomidorowy			+	+	
Sok z buraka cukrowego			+	+	+
Soki cytrusowe			+	+	
Solanka	nasycona		+	+	
Sole baru, roztw. wodny	każde		+	+	+
Sole bizmutu			+		
Sole chromu, roztw. wodny	każde		+	+	
Sole cynku	każde		+	+	
Sole miedzi, roztw. wodny zimny	nasycony		+	+	
Sole rtęci			+	+	
Sole srebra, roztw. wodny zimny	nasycony		+	+	
Spaliny zawierające CO <sub>2</sub>	każde		+	+	
Spaliny zawierające CO	każde		+	+	
Spaliny zawierające H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	każde		+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Syrop cukrowy		+	+	+
Syrop skrobiowy		+	+	
Sześciocyjanożelazian potasowy	każde	+		
Sześciocyjanożelazian sodowy (II)		+	+	
Sześciometafosforan sodowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Szkło wodne		+	+	
Szlam anodowy chromowy		+		
Sól gorzka (epsomit), roztw. wodny	każde	+	+	+
Sól gorzka (glauberska), roztw. wodny	każde	+	+	+
Sól kuchenna, roztw. wodny	każde	+	+	
Środek antyadyhezyjny		+	+	
Środek do wiercenia „Hoechst”		/	/	
Środek mrozoodporny	handlowe	+	+	+
Środek przeciwpieniący		+		
Środki do prania, syntetyczne	użytkowe	+	+	
Środki myjące, do płukania	zwykłe	+	+	
Środki ochrony roślin (pestycydy)	użytkowe	+		
Tanina, roztw. wodny	10%	+	+	
Tiofen		/	-	
Tiosiarczan potasowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Tiosiarczan sodowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Tlen		+	+	
Tlenek cynku		+	+	+
Tlenek etylenu	technicznie czysty	+	+	
Tlenek wapniowy, proszek		+	+	
Toluen		/	-	
Tran z wątroby ryby	technicznie czysty	+	+	
Trójchlorek antymonu		+	+	
Trójchlorek fosforu		+		
Trójchloroetylen		/	/	
Trójetanolamina		+	+	V
Trójetylenoglikol	technicznie czysty	+	+	
Trójmetylopropan, roztw. wodny		+	+	
Trójtlenek chromu, bezwodnik chromowy, roztw. wodny		/V	/V	
Trójtlenek siarki		-		
Tłuszcz kokosowy		+		
Tłuszcz kostny	50%	+	+	
Tłuszcz wołowy		+	+	
Ług ołowiowy z 12,5% aktywnym chlorem		/	/	-
Ług potasowy		+	+	+
Ług sodowy		+	+	+
Utrwalacz, roztw. wodny		+	+	
Utrwalacz, stały	50%	+	+	
Wapno	każde	+	+	+
Wapno bielące	każde	+	+	
Wazelina		+	/	
Whisky		+		
Winiak		+		
Wino		+		
Wino jabłkowe	technicznie czysta	+	+	

Substancja	Stężenie	Zachowanie w stosunku do polipropylenu PP-R		
		20°	60°	100°
Węglan sodu, roztw. wodny	każde	+	+	+
Węglan wapniowy		+	+	+
Węglík wapniowy		+	+	
Woda amoniakalna	każde	+	+	
Woda bromowa, nasycona, zimna		/		
Woda chlorowa	nasycony	/	-	
Woda destylowana		+	+	+
Woda królewska (HCl+HNO <sub>3</sub> )		-	-	
Woda mineralna		+	+	+
Woda morska (woda z jeziora)		+	+	+
Woda pitna, także chlorowana		+	+	+
Woda wapienna		+	+	
Woda z Javelle		+	do /	/
Woda z Labarraque		+	do /	/
Wodorochromian potasowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Wodorosiarczan potasowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	+
Wodorosiarczan sodowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Wodorosiarczek amonowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Wodorosiarczyn sodowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Wodorosiarczyn sodowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Wodorotlenek baru, roztw. wodny	każde	+	+	
Wodorotlenek glinu		+	+	
Wodorotlenek magnezu		+	+	
Wodorotlenek potasowy		+	+	
Wodorotlenek potasowy	każde	+		
Wodorotlenek sodowy, roztw. wodny	każde	+	+	
Wodorotlenek sodowy, stały		+	+	
Wodorotlenek wapniowy		+	+	
Wodorowęglan amonowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Wodorowęglan potasowy		+		
Wodorowęglan potasowy, roztw. wodny	nasycony	+	+	
Wodorowęglan sodowy	nasycony	+	+	+
Wodór		+	+	
Wosk pszczeli		+	/ do -	
Woski		+	+ do /	
Wódka		+	+	
Wywoływacze fotograficzne		+V	+V	
Zacier		+	+	
Zacier słodowy fermentacyjny		+	+	

Legenda:

- + odporne
- / warunkowo odporne
- nieodporne
- V możliwość zabarwienia

# Załącznik 2

## Tablice pomocne przy wymiarowaniu instalacji.

PN 10	Temperatura wody = 10°C																			
	k=0,01			20 x 2,3 mm		25 x 2,5 mm		32 x 3,0 mm		40 x 3,7 mm		50 x 4,6 mm		63 x 5,8 mm		75 x 6,9 mm		90 x 8,2 mm		110 x 10 mm
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,006	0,1																		
0,02	0,020	0,1	0,006	0,1																
0,03	0,041	0,2	0,012	0,1	0,003	0,1														
0,04	0,067	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1														
0,05	0,099	0,3	0,029	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1												
0,06	0,137	0,3	0,039	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1												
0,07	0,180	0,4	0,052	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1										
0,08	0,227	0,4	0,065	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1										
0,09	0,280	0,5	0,080	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,10	0,337	0,5	0,097	0,3	0,028	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,12	0,465	0,6	0,133	0,4	0,038	0,2	0,013	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,14	0,611	0,8	0,175	0,4	0,050	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,16	0,774	0,9	0,222	0,5	0,063	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1						
0,18	0,954	1,0	0,273	0,6	0,078	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,20	1,150	1,1	0,329	0,6	0,094	0,4	0,032	0,2	0,011	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1						
0,30	2,370	1,6	0,674	1,0	0,192	0,6	0,065	0,4	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,40	3,971	2,1	1,124	1,3	0,319	0,8	0,108	0,5	0,037	0,3	0,012	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1	0,001	0,1
0,50	5,939	2,7	1,675	1,6	0,474	0,9	0,160	0,6	0,055	0,4	0,018	0,2	0,008	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1	0,001	0,1
0,60	8,266	3,2	2,322	1,9	0,655	1,1	0,221	0,7	0,076	0,5	0,025	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,002	0,1
0,70			3,064	2,2	0,863	1,3	0,291	0,8	0,099	0,5	0,033	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,002	0,1	0,002	0,1
0,80			3,900	2,5	1,095	1,5	0,369	1,0	0,126	0,6	0,042	0,4	0,018	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1	0,003	0,1
0,90			4,826	2,9	1,352	1,7	0,455	1,1	0,155	0,7	0,051	0,4	0,022	0,3	0,009	0,2	0,004	0,1	0,004	0,1
1,00			5,844	3,2	1,634	1,9	0,549	1,2	0,187	0,8	0,062	0,5	0,027	0,3	0,011	0,2	0,004	0,1	0,004	0,2
1,20					2,269	2,3	0,760	1,4	0,258	0,9	0,085	0,6	0,037	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,006	0,2
1,40					2,998	2,6	1,001	1,7	0,340	1,1	0,112	0,7	0,049	0,5	0,020	0,3	0,008	0,2	0,008	0,2
1,60					3,819	3,0	1,273	1,9	0,431	1,2	0,142	0,8	0,062	0,5	0,026	0,4	0,010	0,3	0,010	0,3
1,80					4,732	3,4	1,574	2,2	0,532	1,4	0,175	0,9	0,076	0,6	0,031	0,4	0,012	0,3	0,012	0,3
2,00							1,903	2,4	0,642	1,5	0,211	1,0	0,092	0,7	0,038	0,5	0,014	0,3	0,014	0,3
2,20							2,262	2,6	0,762	1,7	0,250	1,1	0,108	0,7	0,045	0,5	0,017	0,3	0,017	0,3
2,40							2,649	2,9	0,891	1,8	0,292	1,2	0,126	0,8	0,052	0,6	0,020	0,4	0,020	0,4
2,60							3,064	3,1	1,029	2,0	0,337	1,3	0,146	0,9	0,060	0,6	0,023	0,4	0,023	0,4
2,80							3,507	3,4	1,176	2,1	0,385	1,3	0,166	1,0	0,069	0,7	0,026	0,4	0,026	0,4
3,00									1,332	2,3	0,436	1,4	0,188	1,0	0,078	0,7	0,030	0,5	0,030	0,5
3,20									1,497	2,4	0,489	1,5	0,211	1,1	0,087	0,8	0,033	0,5	0,033	0,5
3,40									1,671	2,6	0,545	1,6	0,235	1,2	0,097	0,8	0,037	0,5	0,037	0,5
3,60									1,854	2,8	0,604	1,7	0,260	1,2	0,107	0,8	0,041	0,6	0,041	0,6
3,80									2,045	2,9	0,666	1,8	0,287	1,3	0,118	0,9	0,045	0,6	0,045	0,6
4,00									2,246	3,1	0,731	1,9	0,314	1,4	0,129	0,9	0,049	0,6	0,049	0,6
4,20									2,454	3,2	0,798	2,0	0,343	1,4	0,141	1,0	0,054	0,7	0,054	0,7
4,40									2,672	3,4	0,868	2,1	0,373	1,5	0,153	1,0	0,058	0,7	0,058	0,7
4,60									2,898	3,5	0,940	2,2	0,404	1,6	0,166	1,1	0,063	0,7	0,063	0,7
4,80											1,016	2,3	0,436	1,6	0,179	1,1	0,068	0,8	0,068	0,8

PN 10	Temperatura wody = 50°C																	
	k=0,01	20 x 2,3 mm		25 x 2,5 mm		32 x 3,0 mm		40 x 3,7 mm		50 x 4,6 mm		63 x 5,8 mm		75 x 6,9 mm		90 x 8,2 mm		110 x 10 mm
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,005	0,1																
0,02	0,016	0,1	0,005	0,1														
0,03	0,033	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1												
0,04	0,055	0,2	0,016	0,1	0,004	0,1												
0,05	0,081	0,3	0,023	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,06	0,112	0,3	0,032	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,07	0,147	0,4	0,042	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,08	0,186	0,4	0,053	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,09	0,229	0,5	0,065	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,10	0,277	0,5	0,079	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1								
0,12	0,383	0,6	0,109	0,4	0,031	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1						
0,14	0,505	0,8	0,143	0,4	0,041	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1						
0,16	0,642	0,9	0,182	0,5	0,052	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,18	0,793	1,0	0,224	0,6	0,064	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,20	0,959	1,1	0,271	0,6	0,077	0,4	0,026	0,2	0,009	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,30	2,003	1,6	0,561	1,0	0,158	0,6	0,053	0,4	0,018	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,40	3,396	2,1	0,943	1,3	0,264	0,8	0,089	0,5	0,030	0,3	0,010	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1
0,50	5,132	2,7	1,417	1,6	0,394	0,9	0,132	0,6	0,045	0,4	0,015	0,2	0,006	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1
0,60	7,206	3,2	1,978	1,9	0,548	1,1	0,183	0,7	0,062	0,5	0,021	0,3	0,009	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1
0,70			2,628	2,2	0,726	1,3	0,242	0,8	0,082	0,5	0,027	0,3	0,012	0,2	0,005	0,2	0,002	0,1
0,80			3,385	2,5	0,926	1,5	0,307	1,0	0,104	0,6	0,034	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1
0,90			4,188	2,9	1,148	1,7	0,380	1,1	0,128	0,7	0,042	0,4	0,018	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1
1,00			5,097	3,2	1,393	1,9	0,460	1,2	0,155	0,8	0,051	0,5	0,022	0,3	0,009	0,2	0,003	0,2
1,20					1,950	2,3	0,642	1,4	0,215	0,9	0,070	0,6	0,030	0,4	0,013	0,3	0,005	0,2
1,40					2,594	2,6	0,851	1,7	0,284	1,1	0,093	0,7	0,040	0,5	0,017	0,3	0,006	0,2
1,60					3,327	3,0	1,087	1,9	0,362	1,2	0,118	0,8	0,051	0,5	0,021	0,4	0,008	0,3
1,80					4,147	3,4	1,351	2,2	0,449	1,4	0,146	0,9	0,063	0,6	0,026	0,4	0,010	0,3
2,00							1,642	2,4	0,545	1,5	0,177	1,0	0,076	0,7	0,031	0,5	0,012	0,3
2,20							1,961	2,6	0,649	1,7	0,210	1,1	0,090	0,7	0,037	0,5	0,014	0,3
2,40							2,306	2,9	0,761	1,8	0,246	1,2	0,105	0,8	0,043	0,6	0,016	0,4
2,60							2,677	3,1	0,882	2,0	0,284	1,3	0,122	0,9	0,050	0,6	0,019	0,4
2,80							3,076	3,4	1,011	2,1	0,325	1,3	0,139	1,0	0,057	0,7	0,022	0,4
3,00									1,149	2,3	0,369	1,4	0,158	1,0	0,064	0,7	0,024	0,5
3,20									1,296	2,4	0,416	1,5	0,177	1,1	0,072	0,8	0,027	0,5
3,40									1,450	2,6	0,464	1,6	0,198	1,2	0,081	0,8	0,031	0,5
3,60									1,613	2,8	0,516	1,7	0,220	1,2	0,089	0,8	0,034	0,6
3,80									1,785	2,9	0,570	1,8	0,242	1,3	0,099	0,9	0,037	0,6
4,00									1,964	3,1	0,626	1,9	0,266	1,4	0,108	0,9	0,041	0,6
4,20									2,152	3,2	0,686	2,0	0,291	1,4	0,118	1,0	0,045	0,7
4,40									2,349	3,4	0,747	2,1	0,317	1,5	0,129	1,0	0,048	0,7
4,60									2,553	3,5	0,811	2,2	0,344	1,6	0,139	1,1	0,053	0,7
4,80											0,878	2,3	0,372	1,6	0,151	1,1	0,057	0,8



PN 16	Temperatura wody = 10°C													
k=0,01	16 x 2,3 mm		20 x 2,8 mm		25 x 3,5 mm		32 x 4,5 mm		40 x 5,6 mm		50 x 6,9 mm		63 x 8,7 mm	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,025	0,1	0,008	0,1										
0,02	0,083	0,2	0,027	0,1	0,009	0,1								
0,03	0,170	0,3	0,056	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1						
0,04	0,282	0,4	0,093	0,2	0,032	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1				
0,05	0,418	0,5	0,137	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1				
0,06	0,576	0,6	0,189	0,4	0,065	0,2	0,020	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1		
0,07	0,756	0,7	0,248	0,4	0,085	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1		
0,08	0,958	0,8	0,313	0,5	0,108	0,3	0,034	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1		
0,09	1,180	0,9	0,386	0,6	0,133	0,4	0,041	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1
0,10	1,422	1,0	0,465	0,6	0,160	0,4	0,050	0,2	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1
0,12	1,967	1,2	0,641	0,7	0,221	0,5	0,069	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1
0,14	2,588	1,4	0,843	0,9	0,290	0,6	0,090	0,3	0,031	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1
0,16	3,285	1,6	1,068	1,0	0,367	0,6	0,114	0,4	0,039	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1
0,18	4,056	1,8	1,316	1,1	0,452	0,7	0,140	0,4	0,048	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1
0,20	4,900	2,0	1,588	1,2	0,544	0,8	0,168	0,5	0,058	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1
0,30	10,182	2,9	3,277	1,8	1,118	1,2	0,345	0,7	0,118	0,5	0,040	0,3	0,013	0,2
0,40			5,499	2,5	1,868	1,6	0,574	1,0	0,196	0,6	0,066	0,4	0,022	0,2
0,50			8,236	3,1	2,786	2,0	0,854	1,2	0,290	0,8	0,097	0,5	0,032	0,3
0,60					3,869	2,4	1,183	1,4	0,401	0,9	0,134	0,6	0,045	0,4
0,70					5,112	2,8	1,558	1,7	0,528	1,1	0,176	0,7	0,058	0,4
0,80					6,513	3,1	1,980	1,9	0,669	1,2	0,223	0,8	0,074	0,5
0,90					8,071	3,5	2,448	2,2	0,826	1,4	0,275	0,9	0,091	0,6
1,00							2,960	2,4	0,997	1,5	0,332	1,0	0,110	0,6
1,20							4,117	2,9	1,382	1,8	0,459	1,2	0,152	0,7
1,40							5,449	3,4	1,824	2,1	0,604	1,4	0,199	0,9
1,60									2,322	2,5	0,767	1,6	0,253	1,0
1,80									2,874	2,8	0,948	1,7	0,311	1,1
2,00									3,480	3,1	1,145	1,9	0,376	1,2
2,20									4,139	3,4	1,360	2,1	0,446	1,3
2,40											1,591	2,3	0,521	1,5
2,60											1,839	2,5	0,601	1,6
2,80											2,104	2,7	0,686	1,7
3,00											2,385	2,9	0,777	1,8
3,20											2,682	3,1	0,873	2,0
3,40											2,995	3,3	0,974	2,1
3,60											3,324	3,5	1,080	2,2
3,80													1,190	2,3
4,00													1,306	2,4
4,20													1,427	2,6
4,40													1,553	2,7
4,60													1,683	2,8
4,80													1,819	2,9
5,00													1,959	3,1

PN 16	Temperatura wody = 50°C													
k=0,01	16 x 2,3 mm		20 x 2,8 mm		25 x 3,5 mm		32 x 4,5 mm		40 x 5,6 mm		50 x 6,9 mm		63 x 8,7 mm	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,020	0,1	0,007	0,1										
0,02	0,068	0,2	0,022	0,1	0,008	0,1								
0,03	0,138	0,3	0,045	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1						
0,04	0,230	0,4	0,075	0,2	0,026	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1				
0,05	0,342	0,5	0,112	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1				
0,06	0,473	0,6	0,154	0,4	0,053	0,2	0,016	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1		
0,07	0,623	0,7	0,203	0,4	0,070	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1		
0,08	0,792	0,8	0,257	0,5	0,088	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1		
0,09	0,978	0,9	0,317	0,6	0,108	0,4	0,034	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1
0,10	1,183	1,0	0,382	0,6	0,131	0,4	0,040	0,2	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1
0,12	1,644	1,2	0,530	0,7	0,181	0,5	0,056	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1
0,14	2,175	1,4	0,698	0,9	0,238	0,6	0,073	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1
0,16	2,773	1,6	0,888	1,0	0,302	0,6	0,093	0,4	0,032	0,2	0,011	0,2	0,004	0,1
0,18	3,439	1,8	1,099	1,1	0,373	0,7	0,115	0,4	0,039	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1
0,20	4,172	2,0	1,330	1,2	0,450	0,8	0,138	0,5	0,047	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1
0,30	8,828	2,9	2,785	1,8	0,935	1,2	0,285	0,7	0,096	0,5	0,032	0,3	0,011	0,2
0,40			4,731	2,5	1,578	1,6	0,478	1,0	0,161	0,6	0,054	0,4	0,018	0,2
0,50			7,161	3,1	2,376	2,0	0,716	1,2	0,240	0,8	0,080	0,5	0,026	0,3
0,60					3,325	2,4	0,997	1,4	0,334	0,9	0,110	0,6	0,036	0,4
0,70					4,425	2,8	1,322	1,7	0,441	1,1	0,146	0,7	0,048	0,4
0,80					5,675	3,1	1,689	1,9	0,562	1,2	0,185	0,8	0,061	0,5
0,90					7,073	3,5	2,098	2,2	0,696	1,4	0,229	0,9	0,075	0,6
1,00							2,549	2,4	0,843	1,5	0,277	1,0	0,091	0,6
1,20							3,577	2,9	1,178	1,8	0,385	1,2	0,126	0,7
1,40							4,770	3,4	1,565	2,1	0,510	1,4	0,166	0,9
1,60									2,004	2,5	0,650	1,6	0,211	1,0
1,80									2,494	2,8	0,807	1,7	0,261	1,1
2,00									3,036	3,1	0,980	1,9	0,316	1,2
2,20									3,629	3,4	1,168	2,1	0,376	1,3
2,40											1,372	2,3	0,441	1,5
2,60											1,592	2,5	0,511	1,6
2,80											1,828	2,7	0,585	1,7
3,00											2,079	2,9	0,664	1,8
3,20											2,345	3,1	0,748	2,0
3,40											2,627	3,3	0,837	2,1
3,60											2,925	3,5	0,930	2,2
3,80													1,028	2,3
4,00													1,131	2,4
4,20													1,239	2,6
4,40													1,351	2,7
4,60													1,468	2,8
4,80													1,589	2,9
5,00													1,716	3,1

PN 16	Temperatura wody = 80°C													
	k=0,01	16 x 2,3 mm		20 x 2,8 mm		25 x 3,5 mm		32 x 4,5 mm		40 x 5,6 mm		50 x 6,9 mm		63 x 8,7 mm
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,018	0,1	0,006	0,1										
0,02	0,061	0,2	0,020	0,1	0,007	0,1								
0,03	0,126	0,3	0,041	0,2	0,014	0,1	0,004	0,1						
0,04	0,210	0,4	0,068	0,2	0,024	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1				
0,05	0,314	0,5	0,102	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1				
0,06	0,435	0,6	0,141	0,4	0,048	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1		
0,07	0,574	0,7	0,185	0,4	0,063	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1		
0,08	0,731	0,8	0,235	0,5	0,080	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1		
0,09	0,905	0,9	0,291	0,6	0,099	0,4	0,031	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1
0,10	1,096	1,0	0,352	0,6	0,120	0,4	0,037	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1
0,12	1,529	1,2	0,488	0,7	0,166	0,5	0,051	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1
0,14	2,029	1,4	0,646	0,9	0,218	0,6	0,067	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1
0,16	2,595	1,6	0,823	1,0	0,278	0,6	0,085	0,4	0,029	0,2	0,010	0,2	0,003	0,1
0,18	3,227	1,8	1,021	1,1	0,344	0,7	0,105	0,4	0,036	0,3	0,012	0,2	0,004	0,1
0,20	3,924	2,0	1,238	1,2	0,416	0,8	0,127	0,5	0,043	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1
0,30	8,388	2,9	2,616	1,8	0,870	1,2	0,263	0,7	0,088	0,5	0,029	0,3	0,010	0,2
0,40			1,176	2,5	1,478	1,6	0,443	1,0	0,148	0,6	0,049	0,4	0,016	0,2
0,50			6,813	3,1	2,236	2,0	0,667	1,2	0,222	0,8	0,073	0,5	0,024	0,3
0,60					3,144	2,4	0,933	1,4	0,309	0,9	0,102	0,6	0,033	0,4
0,70					4,200	2,8	1,240	1,7	0,410	1,1	0,134	0,7	0,044	0,4
0,80					5,404	3,1	1,590	1,9	0,524	1,2	0,171	0,8	0,056	0,5
0,90					6,756	3,5	1,981	2,2	0,651	1,4	0,212	0,9	0,069	0,6
1,00							2,413	2,4	0,790	1,5	0,257	1,0	0,083	0,6
1,20							3,401	2,9	1,109	1,8	0,359	1,2	0,116	0,7
1,40							4,554	3,4	1,478	2,1	0,477	1,4	0,154	0,9
1,60									1,899	2,5	0,610	1,6	0,196	1,0
1,80									2,371	2,8	0,759	1,7	0,243	1,1
2,00									2,894	3,1	0,924	1,9	0,295	1,2
2,20									3,467	3,4	1,104	2,1	0,352	1,3
2,40											1,300	2,3	0,414	1,5
2,60											1,511	2,5	0,480	1,6
2,80											1,738	2,7	0,551	1,7
3,00											1,980	2,9	0,626	1,8
3,20											2,238	3,1	0,706	2,0
3,40											2,511	3,3	0,791	2,1
3,60											2,799	3,5	0,881	2,2
3,80													0,975	2,3
4,00													1,074	2,4
4,20													1,178	2,6
4,40													1,286	2,7
4,60													1,399	2,8
4,80													1,516	2,9
5,00													1,638	3,1

PN 20	Temperatura wody = 10°C																					
	k=0,01		16 x 2,7 mm		20 x 3,4 mm		25 x 4,2 mm		32 x 5,4 mm		40 x 6,7 mm		50 x 8,4 mm		63 x 10,5 mm		75 x 12,5 mm		90 x 15,0 mm		110 x 18,4	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,035	0,1	0,012	0,1																		
0,02	0,118	0,2	0,041	0,1	0,014	0,1	0,004	0,1														
0,03	0,240	0,3	0,084	0,2	0,028	0,1	0,009	0,1	0,003	0,1												
0,04	0,399	0,5	0,140	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1												
0,05	0,591	0,6	0,207	0,4	0,070	0,2	0,022	0,1	0,007	0,1	0,003	0,1										
0,06	0,816	0,7	0,286	0,4	0,096	0,3	0,030	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1										
0,07	1,071	0,8	0,375	0,5	0,126	0,3	0,039	0,2	0,013	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,08	1,357	0,9	0,475	0,6	0,159	0,4	0,050	0,2	0,017	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,09	1,673	1,0	0,585	0,7	0,196	0,4	0,061	0,3	0,021	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1								
0,10	2,017	1,1	0,704	0,7	0,236	0,5	0,073	0,3	0,025	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,12	2,791	1,4	0,973	0,9	0,325	0,6	0,101	0,3	0,034	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,002	0,1						
0,14	3,676	1,6	1,279	1,0	0,427	0,6	0,133	0,4	0,045	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0				
0,16	4,669	1,8	1,622	1,2	0,540	0,7	0,168	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,18	5,768	2,0	2,000	1,3	0,665	0,8	0,206	0,5	0,070	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,20	6,971	2,3	2,414	1,5	0,802	0,9	0,249	0,6	0,084	0,4	0,029	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1	0,002	0,1				
0,30	14,522	3,4	4,994	2,2	1,650	1,4	0,510	0,8	0,172	0,5	0,060	0,3	0,019	0,2	0,008	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1		
0,40			8,397	2,9	2,761	1,8	0,849	1,1	0,286	0,7	0,099	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1		
0,50					4,125	2,3	1,264	1,4	0,425	0,9	0,147	0,6	0,048	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1		
0,60					5,735	2,8	1,752	1,7	0,587	1,1	0,203	0,7	0,066	0,4	0,029	0,3	0,012	0,2	0,005	0,1		
0,70					7,585	3,2	2,311	2,0	0,773	1,3	0,267	0,8	0,087	0,5	0,038	0,4	0,016	0,2	0,006	0,2		
0,80							2,939	2,3	0,981	1,4	0,338	0,9	0,110	0,6	0,048	0,4	0,020	0,3	0,008	0,2		
0,90							3,635	2,5	1,211	1,6	0,417	1,0	0,135	0,6	0,059	0,5	0,025	0,3	0,010	0,2		
1,00							4,399	2,8	1,463	1,8	0,503	1,2	0,163	0,7	0,071	0,5	0,030	0,4	0,011	0,2		
1,20							6,127	3,4	2,081	2,2	0,696	1,4	0,225	0,9	0,097	0,6	0,041	0,4	0,016	0,3		
1,40									2,683	2,5	0,917	1,6	0,296	1,0	0,128	0,7	0,054	0,5	0,021	0,3		
1,60									3,417	2,9	1,165	1,8	0,375	1,2	0,162	0,8	0,068	0,6	0,026	0,4		
1,80									4,233	3,2	1,441	2,1	0,463	1,3	0,200	0,9	0,083	0,6	0,032	0,4		
2,00											1,742	2,3	0,559	1,4	0,241	1,0	0,101	0,7	0,039	0,5		
2,20											2,070	2,5	0,663	1,6	0,286	1,1	0,119	0,8	0,046	0,5		
2,40											2,423	2,8	0,775	1,7	0,334	1,2	0,139	0,8	0,054	0,6		
2,60											2,803	3,0	0,894	1,9	0,385	1,3	0,160	0,9	0,062	0,6		
2,80											3,208	3,2	1,022	2,0	0,440	1,4	0,183	1,0	0,070	0,7		
3,00											3,538	3,5	1,158	2,2	0,498	1,5	0,207	1,1	0,080	0,7		
3,20													1,301	2,3	0,559	1,6	0,232	1,1	0,089	0,8		
3,40													1,452	2,5	0,623	1,7	0,259	1,2	0,099	0,8		
3,60													1,610	2,6	0,691	1,8	0,286	1,3	0,110	0,9		
3,80													1,776	2,7	0,761	1,9	0,316	1,3	0,121	0,9		
4,00													1,949	2,9	0,835	2,0	0,346	1,4	0,133	1,0		
4,20													2,131	3,0	0,912	2,1	0,377	1,5	0,145	1,0		
4,40													2,319	3,2	0,992	2,2	0,410	1,6	0,157	1,0		
4,60													2,515	3,3	1,075	2,3	0,444	1,6	0,170	1,1		
4,80													2,718	3,5	1,161	2,4	0,480	1,7	0,184	1,1		

PN 20	Temperatura wody = 50°C																					
	k=0,01		16 x 2,7 mm		20 x 3,4 mm		25 x 4,2 mm		32 x 5,4 mm		40 x 6,7 mm		50 x 8,4 mm		63 x 10,5 mm		75 x 12,5 mm		90 x 15,0 mm		110 x 18,4	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,028	0,1	0,010	0,1																		
0,02	0,096	0,2	0,034	0,1	0,011	0,1	0,004	0,1														
0,03	0,196	0,3	0,090	0,2	0,023	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1												
0,04	0,326	0,5	0,114	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1												
0,05	0,485	0,6	0,169	0,4	0,057	0,2	0,018	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1										
0,06	0,672	0,7	0,234	0,4	0,078	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,07	0,886	0,8	0,308	0,5	0,102	0,3	0,032	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,08	1,126	0,9	0,390	0,6	0,130	0,4	0,040	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,09	1,392	1,0	0,482	0,7	0,160	0,4	0,050	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,10	1,684	1,1	0,582	0,7	0,193	0,5	0,060	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1						
0,12	2,344	1,4	0,807	0,9	0,267	0,6	0,082	0,3	0,028	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,14	3,104	1,6	1,065	1,0	0,351	0,6	0,108	0,4	0,037	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0				
0,16	3,962	1,8	1,356	1,2	0,446	0,7	0,137	0,5	0,046	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,18	4,918	2,0	1,679	1,3	0,551	0,8	0,169	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,20	5,972	2,3	2,033	1,5	0,666	0,9	0,204	0,6	0,069	0,4	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,30	12,680	3,4	4,273	2,2	1,388	1,4	0,423	0,8	0,141	0,5	0,049	0,3	0,016	0,2	0,007	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,40			7,281	2,9	2,348	1,8	0,710	1,1	0,236	0,7	0,081	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1		
0,50					3,541	2,3	1,065	1,4	0,353	0,9	0,121	0,6	0,039	0,4	0,017	0,3	0,007	0,2	0,003	0,1		
0,60					4,964	2,8	1,486	1,7	0,491	1,1	0,168	0,7	0,054	0,4	0,025	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1		
0,70					6,616	3,2	1,972	2,0	0,649	1,3	0,221	0,8	0,071	0,5	0,031	0,4	0,013	0,2	0,005	0,2		
0,80							2,523	2,3	0,828	1,4	0,281	0,9	0,090	0,6	0,039	0,4	0,016	0,3	0,006	0,2		
0,90							3,138	2,5	1,027	1,6	0,348	1,0	0,111	0,6	0,048	0,5	0,020	0,3	0,008	0,2		
1,00							3,816	2,8	1,245	1,8	0,421	1,2	0,135	0,7	0,058	0,5	0,024	0,4	0,009	0,2		
1,20							5,364	3,4	1,742	2,2	0,587	1,4	0,187	0,9	0,080	0,6	0,033	0,4	0,013	0,3		
1,40									2,317	2,5	0,778	1,6	0,247	1,0	0,106	0,7	0,044	0,5	0,017	0,3		
1,60									2,971	2,9	0,994	1,8	0,315	1,2	0,135	0,8	0,056	0,6	0,021	0,4		
1,80									3,702	3,2	1,235	2,1	0,390	1,3	0,167	0,9	0,069	0,6	0,026	0,4		
2,00											1,501	2,3	0,473	1,4	0,202	1,0	0,083	0,7	0,032	0,5		
2,20											1,791	2,5	0,563	1,6	0,240	1,1	0,099	0,8	0,038	0,5		
2,40											2,106	2,8	0,660	1,7	0,281	1,2	0,116	0,8	0,044	0,6		
2,60											2,445	3,0	0,765	1,9	0,325	1,3	0,134	0,9	0,051	0,6		
2,80											2,809	3,2	0,877	2,0	0,373	1,4	0,153	1,0	0,058	0,7		
3,00											3,197	3,5	0,996	2,2	0,423	1,5	0,174	1,1	0,066	0,7		
3,20													1,123	2,3	0,476	1,6	0,195	1,1	0,074	0,8		
3,40													1,256	2,5	0,532	1,7	0,218	1,2	0,083	0,8		
3,60													1,397	2,6	0,591	1,8	0,242	1,3	0,092	0,9		
3,80													1,545	2,7	0,653	1,9	0,267	1,3	0,101	0,9		
4,00													1,701	2,9	0,718	2,0	0,293	1,4	0,111	1,0		
4,20													1,863	3,0	0,786	2,1	0,321	1,5	0,121	1,0		
4,40													2,033	3,2	0,856	2,2	0,349	1,6	0,132	1,0		
4,60													2,210	3,3	0,930	2,3	0,379	1,6	0,143	1,1		
4,80													2,394	3,5	1,006	2,4	0,410	1,7	0,155	1,1		

PN 20		Temperatura wody = 80°C																			
k=0,01	16 x 2,7 mm		20 x 3,4 mm		25 x 4,2 mm		32 x 5,4 mm		40 x 6,7 mm		50 x 8,4 mm		63 x 10,5 mm		75 x 12,5 mm		90 x 15,0 mm		110 x 18,4		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	
0,01	0,026	0,1	0,009	0,1																	
0,02	0,087	0,2	0,030	0,1	0,010	0,1	0,003	0,1													
0,03	0,179	0,3	0,062	0,2	0,021	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1											
0,04	0,299	0,5	0,104	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1											
0,05	0,446	0,6	0,155	0,4	0,051	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1									
0,06	0,619	0,7	0,214	0,4	0,071	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1									
0,07	0,818	0,8	0,282	0,5	0,094	0,3	0,029	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1							
0,08	1,042	0,9	0,359	0,6	0,119	0,4	0,037	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1							
0,09	1,291	1,0	0,443	0,7	0,146	0,4	0,045	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1							
0,10	1,565	1,1	0,536	0,7	0,177	0,5	0,054	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1					
0,12	2,186	1,4	0,746	0,9	0,245	0,6	0,075	0,3	0,025	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1					
0,14	2,905	1,6	0,988	1,0	0,323	0,6	0,099	0,4	0,033	0,3	0,012	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0			
0,16	3,719	1,8	1,261	1,2	0,412	0,7	0,126	0,5	0,042	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1			
0,18	4,630	2,0	1,565	1,3	0,510	0,8	0,155	0,5	0,052	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1			
0,20	5,636	2,3	1,900	1,5	0,617	0,9	0,188	0,6	0,063	0,4	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1			
0,30	12,090	3,4	4,031	2,2	1,296	1,4	0,391	0,8	0,130	0,5	0,045	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1	
0,40			6,918	2,9	2,206	1,8	0,661	1,1	0,218	0,7	0,075	0,5	0,024	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	
0,50					3,346	2,3	0,995	1,4	0,327	0,9	0,111	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1	
0,60					4,712	2,8	1,395	1,7	0,456	1,1	0,155	0,7	0,050	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1	
0,70					6,304	3,2	1,858	2,0	0,605	1,3	0,205	0,8	0,065	0,5	0,028	0,4	0,012	0,2	0,005	0,2	
0,80							2,384	2,3	0,774	1,4	0,261	0,9	0,083	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	
0,90							2,974	2,5	0,963	1,6	0,324	1,0	0,103	0,6	0,044	0,5	0,018	0,3	0,007	0,2	
1,00							3,626	2,8	1,171	1,8	0,392	1,2	0,124	0,7	0,053	0,5	0,022	0,4	0,009	0,2	
1,20							5,121	3,4	1,645	2,2	0,549	1,4	0,173	0,9	0,074	0,6	0,031	0,4	0,012	0,3	
1,40									2,197	2,5	0,730	1,6	0,230	1,0	0,098	0,7	0,040	0,5	0,016	0,3	
1,60									2,826	2,9	0,936	1,8	0,293	1,2	0,125	0,8	0,051	0,6	0,020	0,4	
1,80									3,532	3,2	1,166	2,1	0,364	1,3	0,155	0,9	0,064	0,6	0,024	0,4	
2,00											1,421	2,3	0,443	1,4	0,188	1,0	0,077	0,7	0,029	0,5	
2,20											1,700	2,5	0,528	1,6	0,224	1,1	0,092	0,8	0,035	0,5	
2,40											2,003	2,8	0,621	1,7	0,263	1,2	0,107	0,8	0,041	0,6	
2,60											2,331	3,0	0,721	1,9	0,304	1,3	0,124	0,9	0,047	0,6	
2,80											2,682	3,2	0,828	2,0	0,349	1,4	0,142	1,0	0,054	0,7	
3,00											3,058	3,5	0,942	2,2	0,397	1,5	0,162	1,1	0,061	0,7	
3,20													1,064	2,3	0,447	1,6	0,182	1,1	0,069	0,8	
3,40													1,192	2,5	0,501	1,7	0,204	1,2	0,077	0,8	
3,60													1,328	2,6	0,557	1,8	0,226	1,3	0,085	0,9	
3,80													1,471	2,7	0,616	1,9	0,250	1,3	0,094	0,9	
4,00													1,621	2,9	0,679	2,0	0,275	1,4	0,103	1,0	
4,20													1,778	3,0	0,744	2,1	0,301	1,5	0,113	1,0	
4,40													1,942	3,2	0,812	2,2	0,328	1,6	0,123	1,0	
4,60													2,113	3,3	0,882	2,3	0,356	1,6	0,134	1,1	
4,80													2,292	3,5	0,956	2,4	0,386	1,7	0,145	1,1	