



# Próba szczelności wodociągów z PE i PVC-U

Andrzej Roszkowski

[a.roszkowski@op.pl](mailto:a.roszkowski@op.pl)

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek  
z Tworzyw Sztucznych





# Próby szczelności wodociągów z PE i PVC-U PN-B-10725:1997 kontra PN-EN 805

Polska norma PN-B-10725:1997 została wycofana i zastąpiona przez normę europejską PN-EN 805:2000.

Pomimo już ponad 20 letniego obowiązywania normy PN-EN 805 i wykorzystywania rur z tworzyw sztucznych od ponad 30 lat wiedza na temat ich właściwości nie jest powszechna.

Badanie szczelności wodociągów z PE lub PVC-U wykonywane zgodnie z normą PN-B-10725 polegało na trikach, a nie na rzetelnej ocenie jakości wykonania przewodu.



## Próby szczelności wodociągów z PE i PVC-U PN-B-10725:1997 kontra materiały lepkosprężyste

Polska norma PN-B-10725:1997 nie uwzględnia właściwości

lepkosprężystych rurociągów budowanych z PE lub PVC-U.

W związku z pełzaniem rurociągu poddanego działaniu ciśnienia

wewnętrznego zwiększająca się objętość rurociągu, przy minimalnej ściśliwości wody, skutkuje znacznym spadkiem ciśnienia w czasie.

Przy spadku ciśnienia próbnego norma PN-B-10725:1997 dopuszcza

podnoszenie ciśnienia w odstępach pięciominutowych, aż do momentu uzyskania jego stabilizacji; ze względu na pełzanie rurociągu uzyskanie efektu stabilizacji ciśnienia próbnego jest niemożliwe.

Wymóg normy PN-B-10725:1997 co do utrzymywania się ciśnienia próbnego na stałym poziomie przez 30 minut jest w praktyce niemożliwy do uzyskania.

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych

Klasyczna teoria sprężystości opiera się o dwa rodzaje materiałów idealnych:

- ▶ doskonale sprężyste ciało stałe, którego właściwości opisuje prawo Hooke'a:

$$\sigma = E\varepsilon$$

- ▶ doskonale lepka ciecz, której właściwości opisuje prawo Newtona:

$$\sigma = \eta \frac{d\varepsilon}{dt}$$

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych



Odkształcenie  
=  $\varepsilon_1$

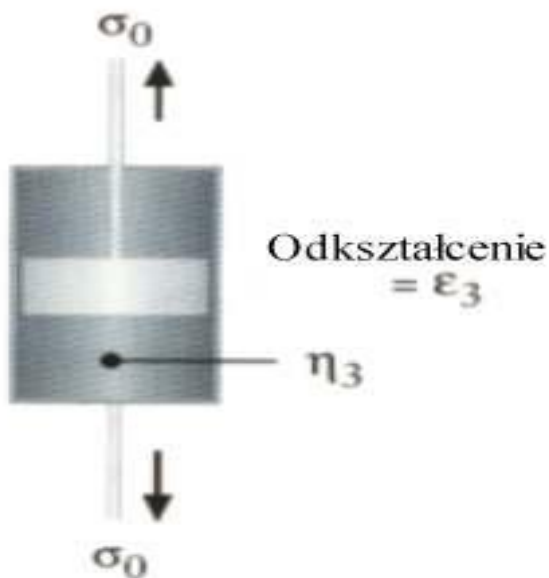
Model mechaniczny ciała idealnie sprężystego

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_0}{E_1}$$

## Odkształcenie sprężyste

Wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do przyłożonej siły; czas nie odgrywa żadnej roli.

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych



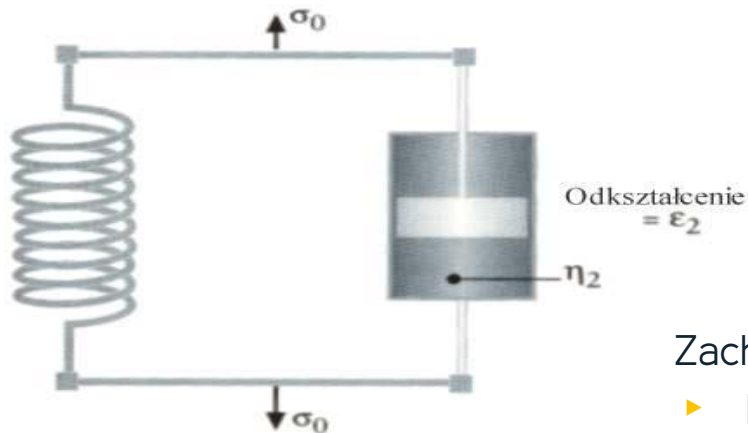
Model mechaniczny ciała idealnie lepkiego

$$\epsilon_3 = \frac{\sigma_0}{\eta_3} t$$

**Odkształcenie trwałe**

Wydłużenie tłumika (wysuwanie się tłoka) zależne jest od czasu działania przyłożonej siły. Odjęcie siły nie spowoduje powrotu tłoka do położenia początkowego.

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych



Model mechaniczny ciała o sprężystości opóźnionej (model Kelvina-Voighta)

## Odkształcenie wysokeoelastyczne

Zachodzące zjawiska są funkcjami czasu:

- ▶ Pełzanie:  $\sigma = \sigma_0 = \text{const.}$
- ▶ Relaksacja:  $\varepsilon = \text{const.}$ , czyli  $d\varepsilon/dt = 0$

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych



Model mechaniczny ciała o sprężystości opóźnionej (model Maxwella)

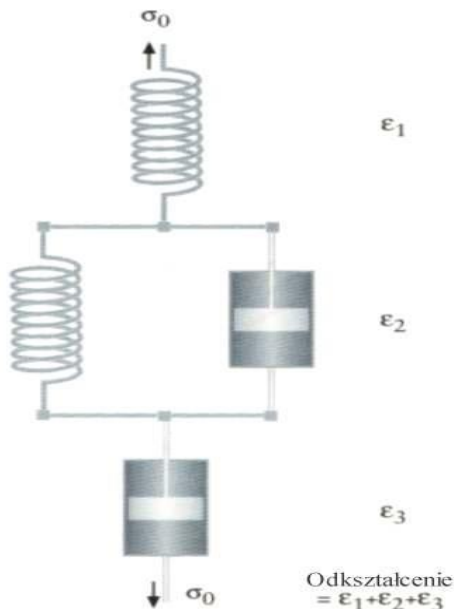
## Odkształcenie wysokoelastyczne

Zachodzące zjawiska są funkcjami czasu:

- ▶ Pełzanie:  $\sigma = \sigma_0 = \text{const.}$
- ▶ Relaksacja:  $\varepsilon = \text{const.}$ , czyli  $d\varepsilon/dt = 0$



# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych



Model mechaniczny ciała  
lepkosprężystego  
(model Burgersa)

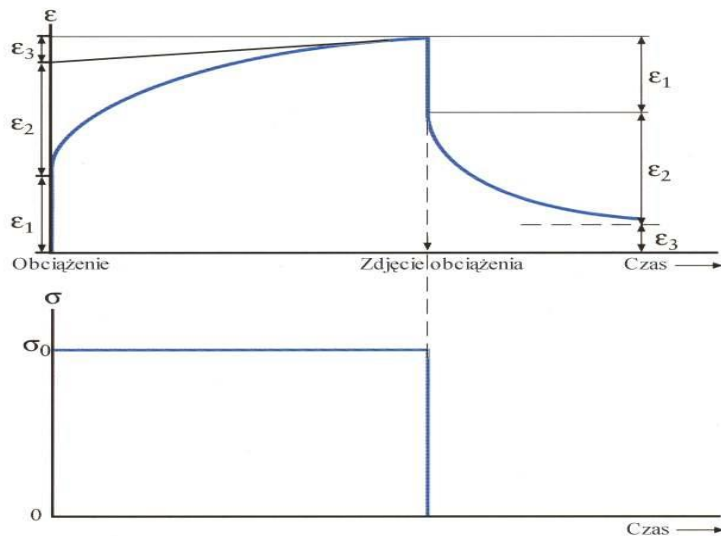
$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$$

## Odkształcenia lepkosprężyste

Całkowite odkształcenie jest superpozycją odkształcenia sprężystego, wysokoelastycznego i trwałego.

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych

Wykres zależności pomiędzy odkształceniem  $\varepsilon$  a czasem  $t$  dla obciążonej próbki wykonanej z materiału lepkosprężystego wraz z wykresem przebiegu obciążenia  $\sigma$  w funkcji czasu.



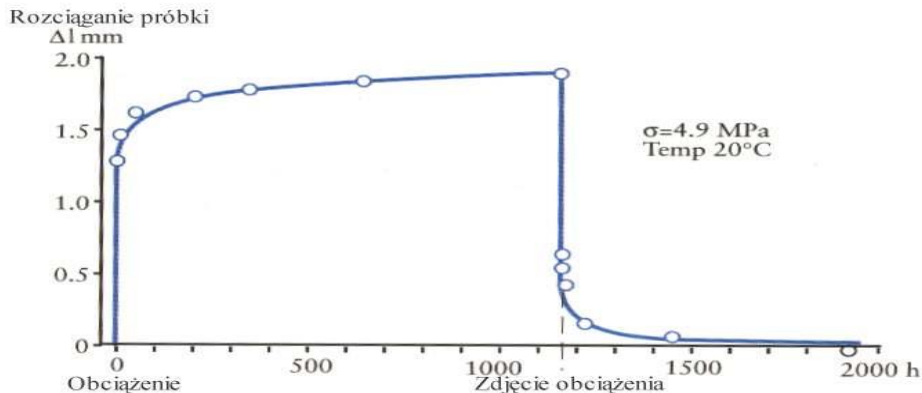
$\varepsilon_1$  - odkształcenie sprężyste

$\varepsilon_2$  - odkształcenie wysokoelastyczne  
(efekt pełzania)

$\varepsilon_3$  - odkształcenie trwałe  
(efekt pełzania)

# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych

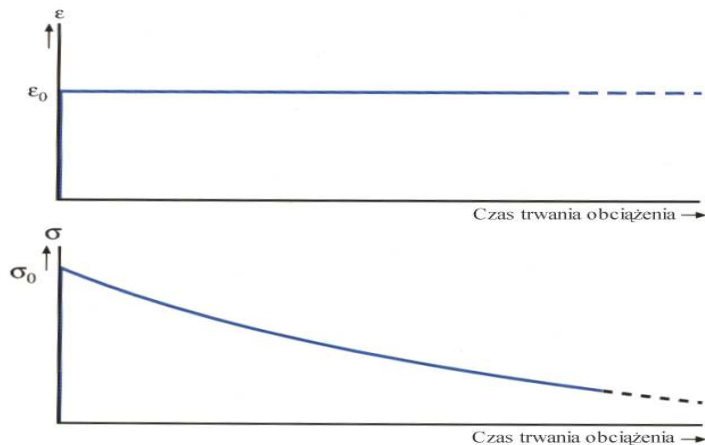
Wynik rozciągania próbki wyciętej z 13-letniej rury wykonanej z HDPE (w ramach badań starzeniowych) wykorzystanej jako rurociąg zrzutowy do oceanu dla ścieków z zakładu celulozowo-papierniczego (ścieki gorące). Rozciąganie próbki wyciętej z rury pozostawionej do celów porównawczych (nie zabudowanej) dało identyczny wynik.



**Właściwości krótkotrwałe materiałów polimerowych są niezależne od czasu trwania i wielkości obciążeń jakim były wcześniej poddawane.**

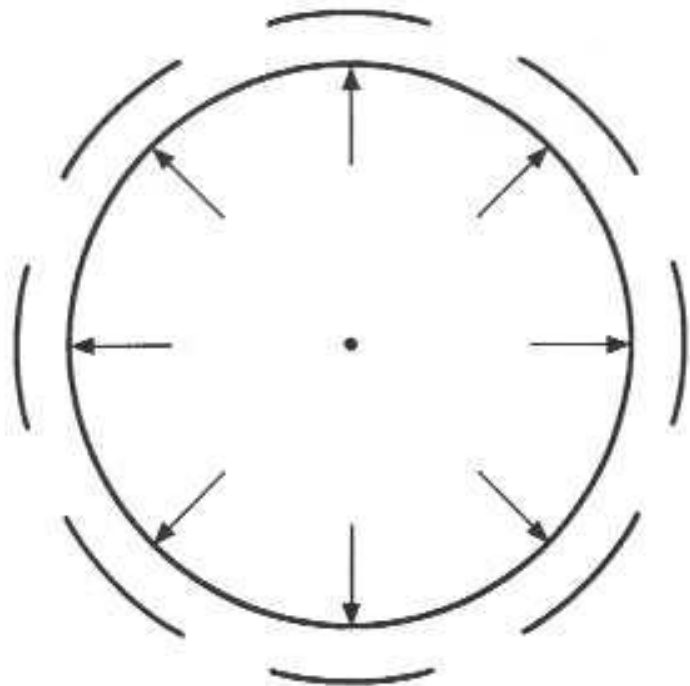
# Lepkosprężystość tworzyw sztucznych

## Zjawisko relaksacji naprężeń



Jeżeli próbka poddana działaniu obciążenia osiągnie stałą wartość odkształcenia (możliwość dalszego swobodnego odkształcania się została ograniczona), to naprężenia w materiale będą zmniejszać się wraz z upływem czasu.

# Swobodne pełzanie rury PE



## Rura PE 80 SDR 11 (PN 10)

- ciśnienie próbne: 15 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o ponad 0,8%
- wzrost objętości rurociągu o blisko 1,7%

## Rura PE 100 SDR 17 (PN 10)

- ciśnienie próbne: 15 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o blisko 1,1%
- wzrost objętości rurociągu o blisko 2,2%

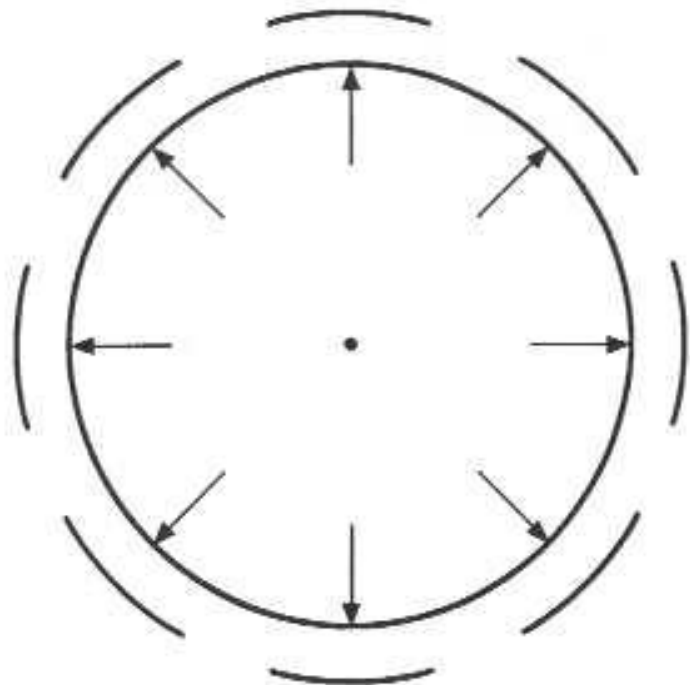
## Rura PE 100 SDR 11 (PN 16)

- ciśnienie próbne: 21 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o ponad 0,9%
- wzrost objętości rurociągu o ponad 1,9%

Pojemności 100 m odcinków rurociągów:

- ▶ PE Ø160 SDR 11 - ponad 1300 litrów
- ▶ PE Ø250 SDR 17,6 - ponad 3800 litrów

# Swobodne pełzanie rury PVC-U



## Rura PVC SDR 26 (PN 10 $\sigma=125$ )

- ciśnienie próbne: 15 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o ponad 0,5%
- wzrost objętości rurociągu o blisko 1,1%

## Rura PVC SDR 21 (PN 10 $\sigma=100$ )

- ciśnienie próbne: 15 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o ponad 0,4%
- wzrost objętości rurociągu o blisko 0,9%

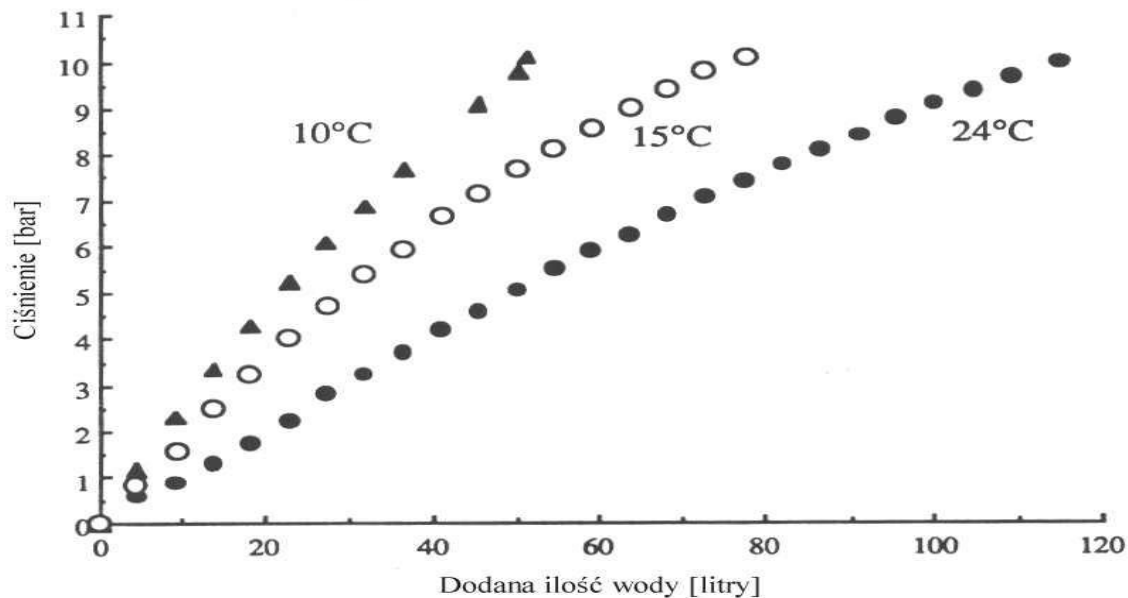
## Rura PVC SDR 41 (PN 6)

- ciśnienie próbne: 10 bar
- na skutek pełzania rura odkształca się o blisko 0,6%
- wzrost objętości rurociągu o blisko 1,2%

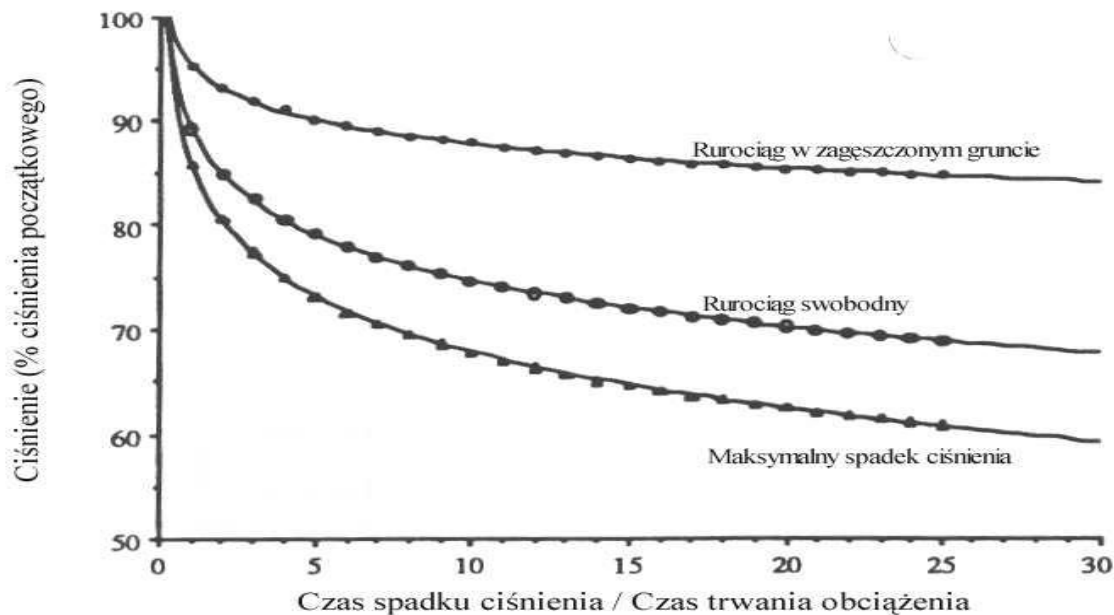
Pojemności 100 m odcinków rurociągów:

- ▶ PVC-U  $\varnothing 160$  SDR 26 - ponad 1700 litrów
- ▶ PVC-U  $\varnothing 250$  SDR 21 - blisko 4200 litrów

# Wpływ temperatury na wielkość pełzania PE

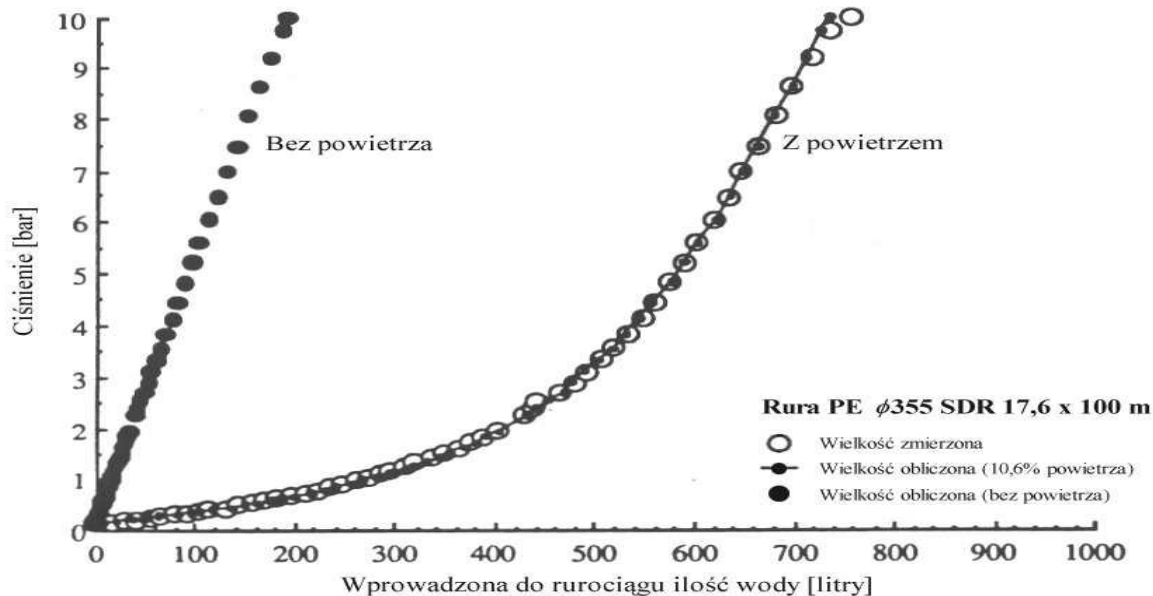


# Wpływ otoczenia rurociągu na wielkość pełzania PE

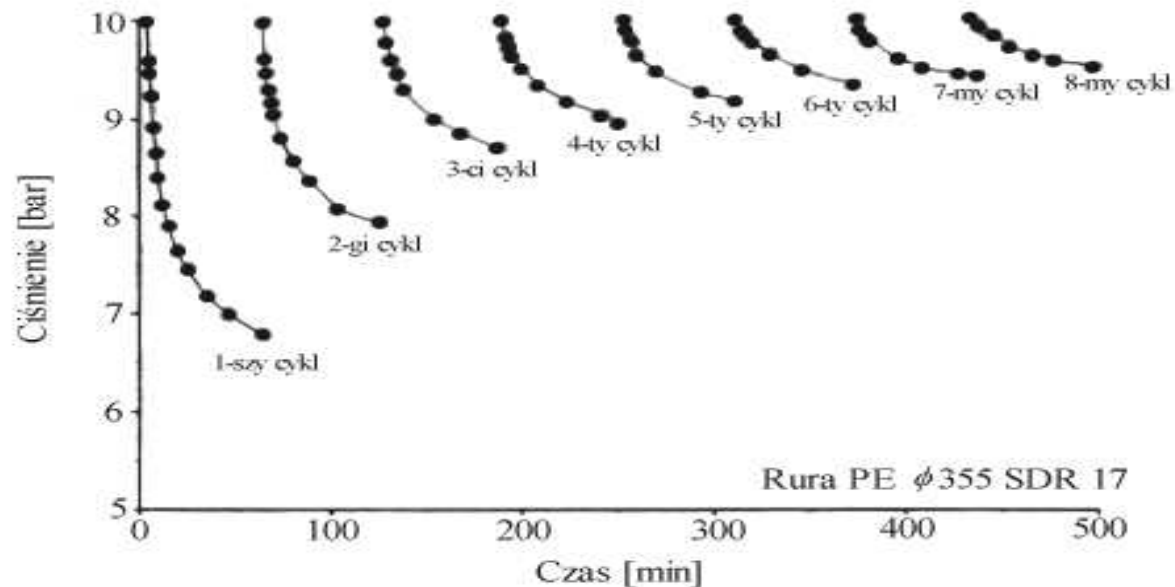




# Wpływ zawartości powietrza na ilość dodanej wody



# Wstępne naprężanie rury PE (norma DIN 4279: listopad 1975)





# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Szczelność wodociągów wykonanych z tworzyw termoplastycznych (PE, PVC-U itp.) można badać metodą skurczu lub klasyczną względnie dokonać inspekcji wizualnej.

Metoda skurczu jest zalecana dla rurociągów o średnicy nominalnej do 400 mm (DN400) i objętości nie przekraczającej 20 m<sup>3</sup> (20.000 litrów).

Inspekcji wizualnej można poddawać odcinki przyłączy o średnicy do 63mm i długości poniżej 30 metrów.

W pozostałych przypadkach należy stosować metodę klasyczną. Ilość wody jaką należy wpompować do rurociągu w ciągu 10 minut podczas podnoszenia ciśnienia przekracza możliwości dostępnego sprzętu.



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Próbe szczelności należy przeprowadzić przy zastosowaniu odpowiedniego ciśnienia próbnego (STP – System Test Pressure).

Dla rur z tworzyw termoplastycznych:

$$\text{STP} = 1,5 \times \text{PN} \text{ lub } \text{PN} + 5 \text{ bar (wybrać mniejszą wartość)}$$

Minimalną wartością ciśnienia próbnego jest  $0,7 \times \text{PN}$ .

**Zalecane wartości ciśnienia próbnego podano wytłuszczoną czcionką w tabeli 1 zamieszczonej na kolejnych slajdach.**

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805 – Tabela 1

Ciśnienie projektowe DP	Ciśnienie próbne (STP) dla temp. ≤ 20°C		Klasyfikacja rury	Stosunek wymiarów normatywnych (d/s)		
	STP max. <sup>a</sup>			SDR		
	DP + 5	DP x 1,5		0,7 x PN	PE 100	PVC-U
<b>0</b>	5	1,5	<b>4,2</b>	PN 6		
<b>1</b>	6	1,5	<b>4,2</b>			
<b>2</b>	7	3	<b>4,2</b>			
<b>3</b>	8	<b>4,5</b>	4,2			
<b>4</b>	9	<b>6</b>	4,2			
<b>5</b>	10	<b>7,5</b>	4,2			
<b>6</b>	11	<b>9</b>	4,2		26	41
<b>7</b>	12	<b>10,5</b>	5,6	PN 8		
<b>8</b>	13	<b>12</b>	5,6		21	33
<b>9</b>	14	<b>13,5</b>	7	PN 10		
<b>10</b>	15 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	7		17	26
<b>11</b>	<b>16</b>	16,5	8,75			
<b>12</b>	<b>17</b>	18	8,75	PN 12,5	13,6	21

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805 – Tabela 1 cd.

Ciśnienie projektowe	Ciśnienie próbne (STP) dla temp. ≤ 20°C		Klasyfikacja rury	Stosunek wymiarów normatywnych (d/s)		
	STP max. <sup>a</sup>			SDR		
	DP + 5	DP x 1,5		0,7 x PN	PE 100	PVC-U
13	<b>18</b>	19,5	11,2	PN16		
14	<b>19</b>	21	11,2			
15	<b>20</b>	22,5	11,2			
16	<b>21<sup>b</sup></b>	24	11,2 <sup>b</sup>		11	17
17	<b>22</b>	25,5	14	PN20		
18	<b>23</b>	27	14			
19	<b>24</b>	28,5	14			
20	<b>25</b>	30	14		9	13,6
21	<b>26</b>	31,5	17,5	PN25		
22	<b>27</b>	33	17,5			
23	<b>28</b>	34,5	17,5			
24	<b>29</b>	36	17,5			
25	<b>30</b>	37,5	17,5		7,4	11

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805 – Tabela 1 cd.

Ciśnienie projektowe	Ciśnienie próbne (STP) dla temp. $\leq 20^{\circ}\text{C}$		Klasyfikacja rury	Stosunek wymiarów normatywnych (d/s)	
	STP max. <sup>a</sup>	STP min.		SDR	
DP	DP + 5	DP x 1,5	0,7 x PN	PE 100	PVC-U

<sup>a</sup> Maksymalne ciśnienie podczas testu jest określone przez element o najniższej wartości znamionowej, który może nie być rurą lepkosprężystą.

<sup>b</sup> Na przykład dla rury PE100 SDR11 maksymalne ciśnienie próbne (STP) wynosi 21 barów przy minimalnym ciśnieniu testowym 11,2 bar. Obowiązują wartości pogrubione.

<sup>c</sup> Maksymalne dopuszczalne ciśnienie dla PE100 SDR17 wynosi 12 bar.



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Dla rur spełniających produktowe normy PN-EN nie jest wymagane uwzględnianie uderzeń hydraulicznych.

W najniższym punkcie odcinka testowego należy osiągnąć ciśnienie próbne (STP), a w najwyższym punkcie co najmniej  $1,1 \times DP$  (ciśnienie projektowe). Jeżeli nie jest możliwe podłączenie przyrządów pomiarowych w najniższym punkcie rurociągu, ciśnienie próbne należy obliczyć zgodnie z punktem pomiarowym (różnica wysokości 1 m = 0,1 bar).





# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Przez cały czas trwania próby rurociąg musi być chroniony przed wzrostem temperatury. Temperatura ścianki rury nie powinna przekraczać 20°C. Można to ocenić, sprawdzając temperaturę zewnętrzną, biorąc pod uwagę temperaturę wody (efekt chłodzenia lub ogrzewania). Należy wziąć pod uwagę bezwładność zmian temperatury w ściance rury. Podczas testu temperatura na zewnątrz rury nie powinna przekraczać 20°C. Jeżeli osiągnięta jest temperatura powyżej 20°C, należy zastosować współczynnik obniżający ciśnienie zgodnie z tabelą 2 (patrz następny slajd).

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Tabela 2.

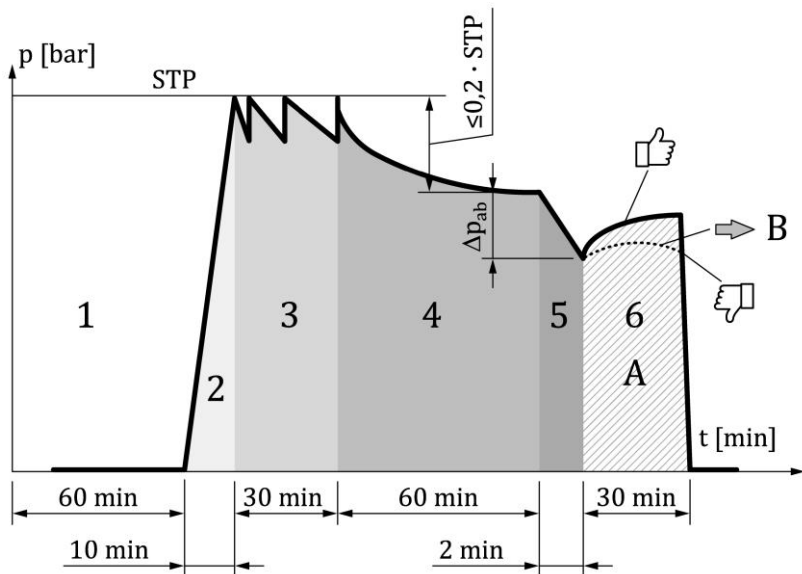
Materiał	Współczynnik obniżający ciśnienie próbne
PE	1,3% / °C pomiędzy 20°C a 40°C dla STP min > 0,7 x PN
PVC-U	2,0% / °C pomiędzy 25°C a 40°C dla STP min > 0,7 x PN



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Metoda skurczu

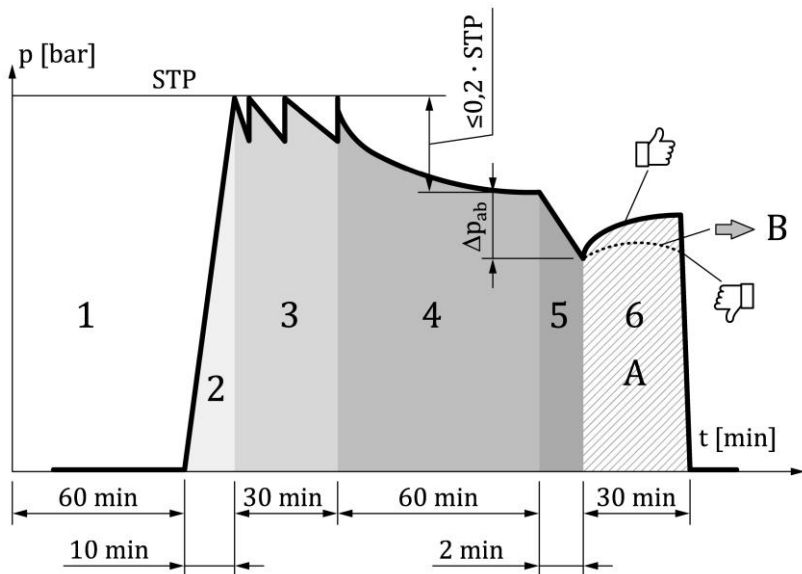
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza wstępna

(1) Napełnić rurociąg wodą zwracając uwagę na jego właściwe odpowietrzenie. Przez 60 minut pozwolić na relaksację naprężeń (bez ciśnienia wewnętrznego). W tym czasie do rurociągu nie może dostać się powietrze.

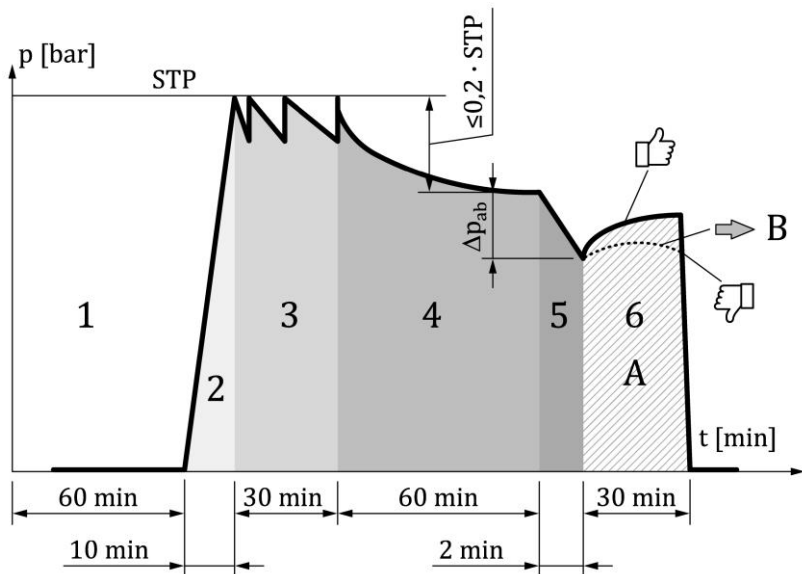
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza wstępna

(2) W czasie nie dłuższym niż 10 minut w sposób ciągły podnieść ciśnienie do poziomu ciśnienia próbnego STP (1,5 x PN lub PN + 5 bar – wybrać mniejszą wartość).

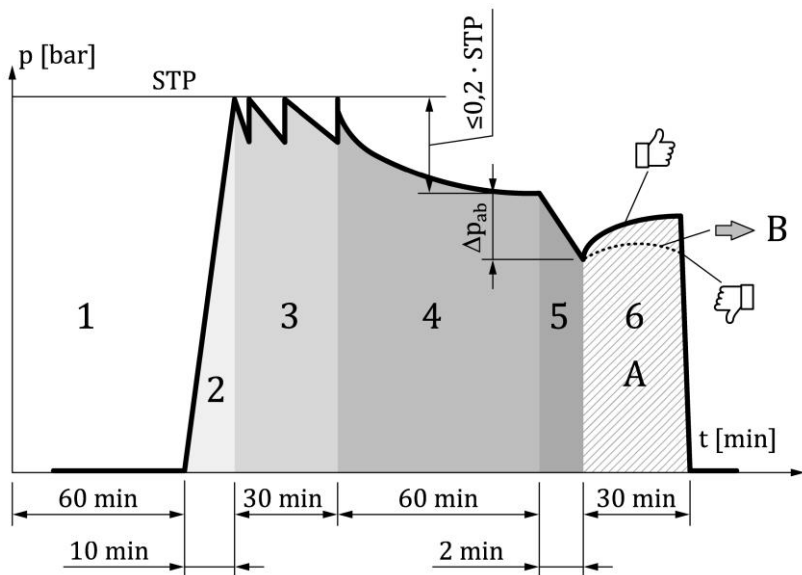
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza wstępna

(3) Poziom ciśnienia próbnego utrzymywać przez 30 minut poprzez dopompowywanie wody w sposób ciągły lub z krótkimi przerwami; przeprowadzić wzrokową inspekcję rurociągu.

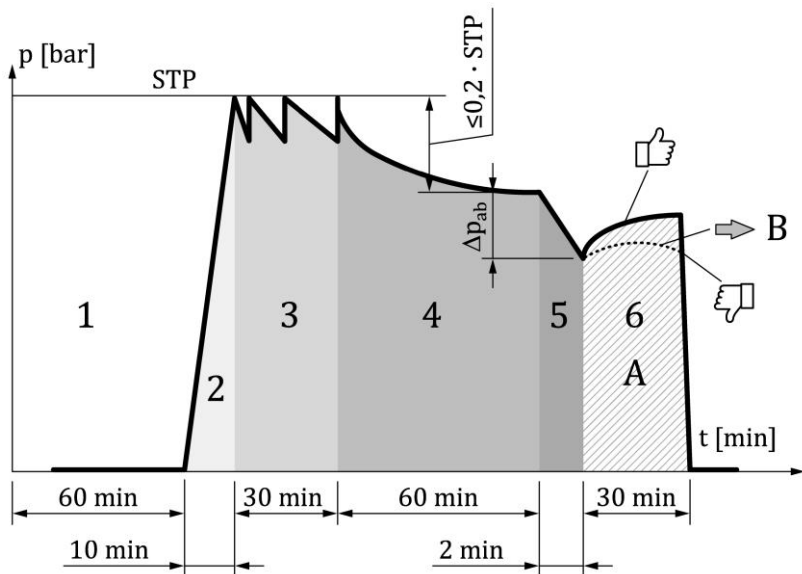
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza wstępna

(4) Przez okres 1 godziny nie pompować wody pozwalając badanemu odcinkowi na rozciąganie się na skutek pełzania. Obserwować rurociąg. Maksymalny dopuszczalny spadek ciśnienia nie może być większy niż 20% STP.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



Faza wstępna

(4) **Na koniec fazy wstępnej zmierzyć poziom ciśnienia w rurociągu.**





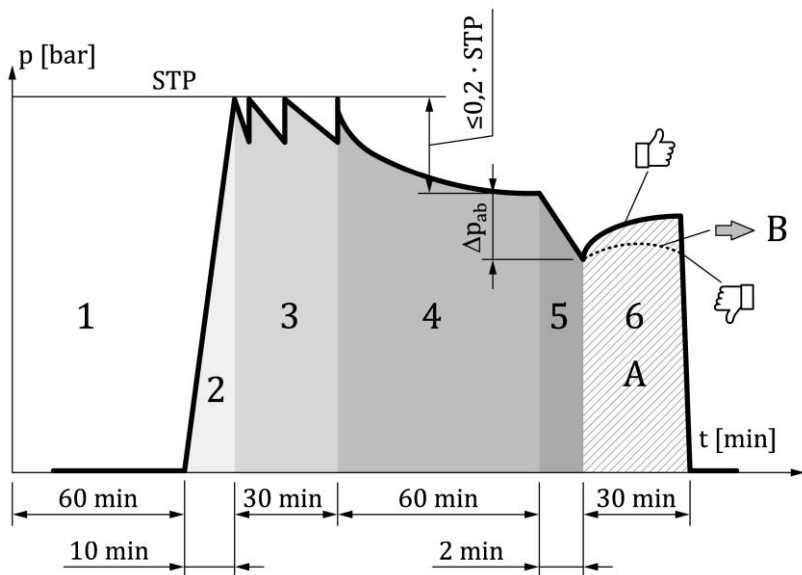
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Faza wstępna

W przypadku pomyślnego zakończenia fazy wstępnej należy kontynuować procedurę testową.

Jeżeli ciśnienie spadło o więcej niż 20% wartości ciśnienia próbnego (STP), to należy przerwać fazę wstępną i obniżyć ciśnienie wody w badanym odcinku do zera. Po ustaleniu przyczyny nadmiernego spadku ciśnienia (np. nieszczelności lub niedopuszczalny wzrost temperatury rury) zapewnić właściwe warunki testu. Ponowne przeprowadzenie próby możliwe jest po co najmniej 60-cio minutowym okresie relaksacji.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza spadku ciśnienia

(5) W końcu fazy wstępnej gwałtownie (maksymalnie w ciągu 2 minut) obniżyć ciśnienie w rurociągu o wartość  $\Delta p_{ab}$  podaną w tabeli 3 (na następnym slajdzie) poprzez upuszczenie z badanego odcinka wody o objętości  $\Delta v_{ab}$ .

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

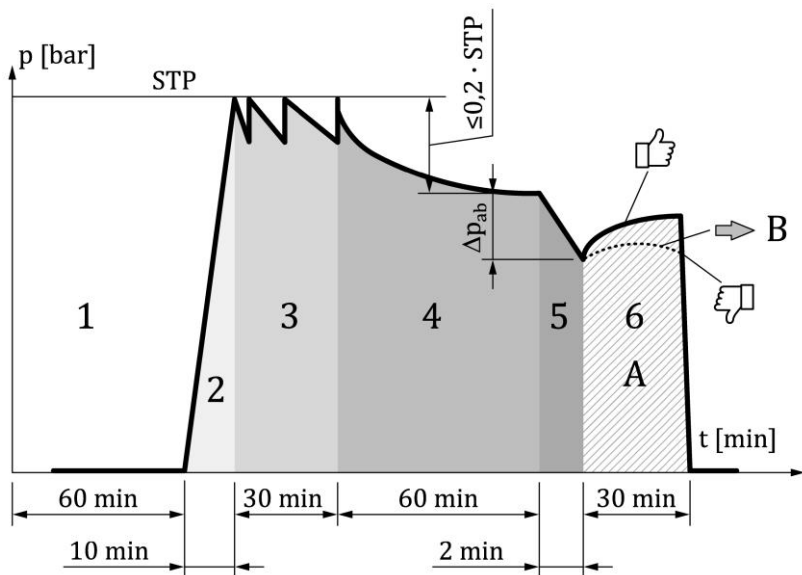
Tabela 3. Redukcja ciśnienia  $\Delta p_{ab}$  dla uzyskania efektu skurczu)

Materiał rury	Moduł Elastyczności <sup>b</sup> E [N/mm <sup>2</sup> ]	SDR rury	Redukcja ciśnienia $\Delta p_{ab}$ [bar] <sup>a</sup>
PE 80	850	11	2,2
PE 100	1 100	17	2,0
PE 100	1 100	11	3,2
PE 100	1 100	7,4	5,2
PVC-U	2 600	21	3,8
PVC-U	2 600	13,5	5,9

<sup>a</sup> Wartości spadku ciśnienia w powyższej tabeli nie są obliczone, ale zaproponowane na podstawie doświadczeń.

<sup>b</sup> Typowe wartości dla modułu elastyczności 2h.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



## Faza spadku ciśnienia

(5 cd) Jeżeli objętość  $\Delta V_{ab}$  jest mniejsza niż objętość  $\Delta V_{max}$  wyznaczona według wzoru (1) zamieszczonego na następnym slajdzie, to rurociąg został poprawnie odpowietrzony.



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

$$V_{max} \leq V_k \cdot L \quad (1)$$

gdzie:

$\Delta V_{max}$  dopuszczalny ubytek wody [ml]

$V_k$  jednostkowa objętość wody zgodnie z tabelą 4 [ml/m];

$L$  długość testowanego odcinka [m];

gdzie  $V_k$  jest obliczone zgodnie ze wzorem 2 podanym na kolejnym slajdzie.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

$$V_k = 0,1 \cdot f \cdot \frac{\pi \cdot ID^2}{4} \cdot \Delta p_{ab} \cdot \left( \frac{1}{K_w} + \frac{ID}{E_R \cdot s} \right) \quad (2)$$

$\Delta p_{ab}$	spadek ciśnienia zgodnie z tabelą 3 [bar]
ID	średnica wewnętrzna rurociągu [mm]
$K_w$	współczynnik ściśliwości wody (2027) N/mm <sup>2</sup>
$E_R$	moduł elastyczności materiału rury [N/mm <sup>2</sup> ] (patrz tabela 3)
s	grubość ścianki rury obliczona z uwzględnieniem średniej plus tolerancja [mm]
f	współczynnik poprawkowy (uwzględniający zawartość powietrza) (f = 1,05)

gdzie:

$$s = [(e_n + 0,1 \cdot e_n) + 0,2] \cdot 0,5 \quad (3)$$

gdzie:

$e_n$  nominalna grubość ścianki rury [mm].

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Tabela 4. Obliczona objętość wody  $V_k$  [ml/m]

OD <sup>a</sup>	PE 80	PE 100		PVC-U	
SDR <sup>b c</sup>	11	17	11	21	13,5
32	1,21	1,60	1,38	1,46	1,54
40	1,85	2,50	2,11	2,84	2,44
50	2,95	3,95	3,36	4,44	3,92
63	4,71	6,29	5,37	7,19	6,19
75	6,87	9,02	7,83	10,15	8,81
90	9,85	13,06	11,23	14,78	12,79
110	14,82	19,59	16,89	21,96	19,13
125	19,07	25,83	21,74	28,57	24,83
140	24,16	32,40	27,54	36,05	31,26

<sup>a</sup> Nominalna średnica zewnętrzna rury w mm.

<sup>b</sup> Stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej rury do nominalnej grubości jej ścianki.

<sup>c</sup> Do obliczenia SDR nie zawartych w tej tabeli. należy wziąć pod uwagę nominalną grubość ścianki i nominalną średnicę zewnętrzną rury.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Tabela 4. Obliczona objętość wody  $V_k$  [ml/m]

OD <sup>a</sup>	PE 80	PE 100		PVC-U	
SDR <sup>b c</sup>	11	17	11	21	13,5
160	31,30	42,32	35,69	46,86	40,82
180	39,77	53,56	45,33	59,96	51,66
200	49,24	66,11	56,13	73,69	63,78
225	62,25	83,67	70,96	93,40	81,23
250	77,35	104,26	88,17	116,65	100,03
280	97,25	130,64	110,85	145,49	125,85
315	122,9	165,18	140,18	185,48	159,39
355	156,5	209,62	178,44	235,87	203,36
400	198,7	267,47	226,49	298,56	257,51

<sup>a</sup> Nominalna średnica zewnętrzna rury w mm.

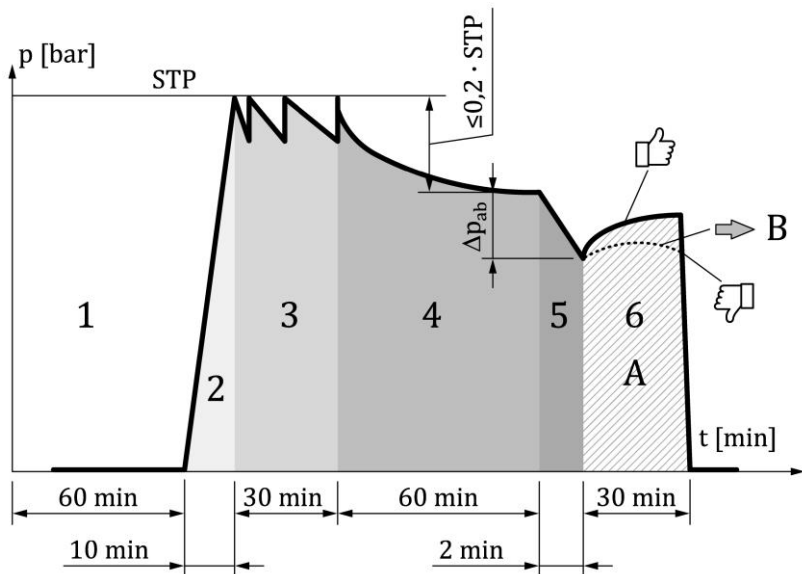
<sup>b</sup> Stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej rury do nominalnej grubości jej ścianki.

<sup>c</sup> Do obliczenia SDR nie zawartych w tej tabeli. należy wziąć pod uwagę nominalną grubość ścianki i nominalną średnicę zewnętrzną rury.



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Zasadnicza próba szczelności

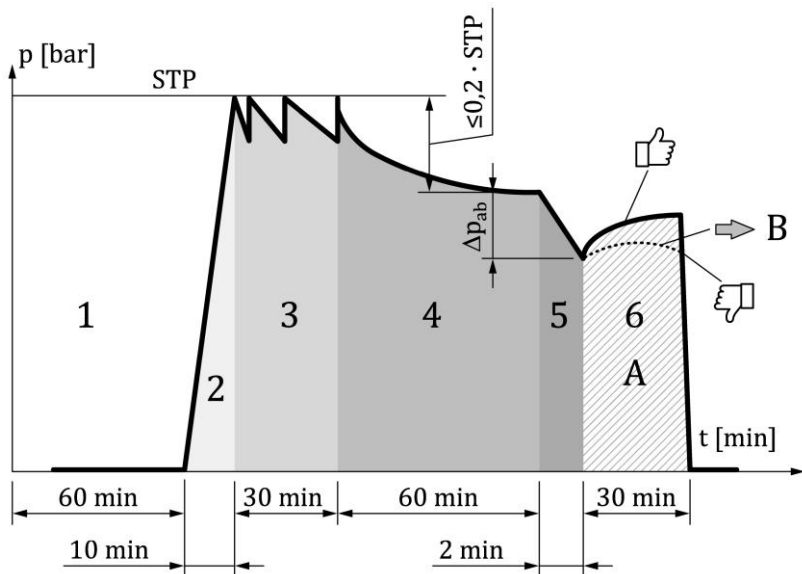


**Nagły spadek ciśnienia  
wewnętrznego prowadzi do  
kurczenia się rurociągu.**

(6A) Przez okres 30 minut  
obserwować i rejestrować  
wzrost ciśnienia wewnętrznego

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

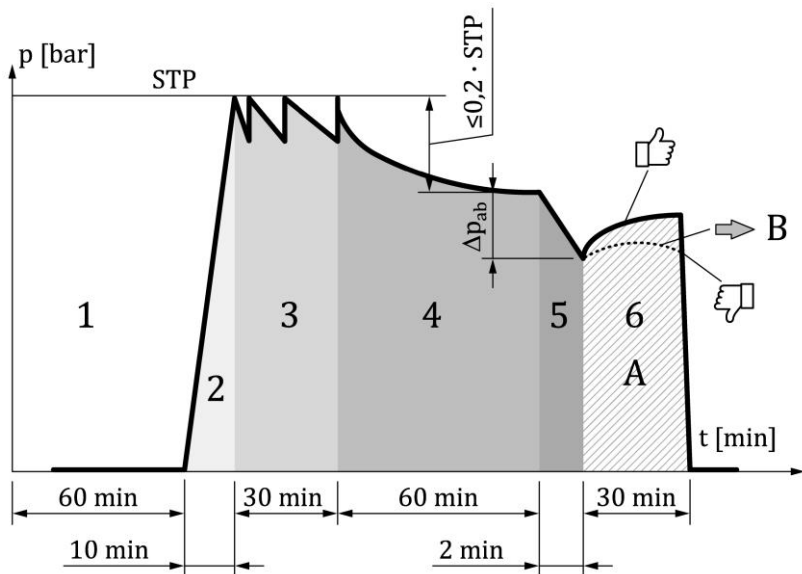
## Zasadnicza próba szczelności



(6A) Zasadniczą próbę szczelności można uznać za **pozytywną**, jeżeli linia zmian ciśnienia wykazuje tendencję wzrostową i w ciągu 30 minut nie wykazuje spadku – jest to zazwyczaj wystarczająco długi okres czasu aby uzyskać odpowiednio dokładne określenie szczelności.

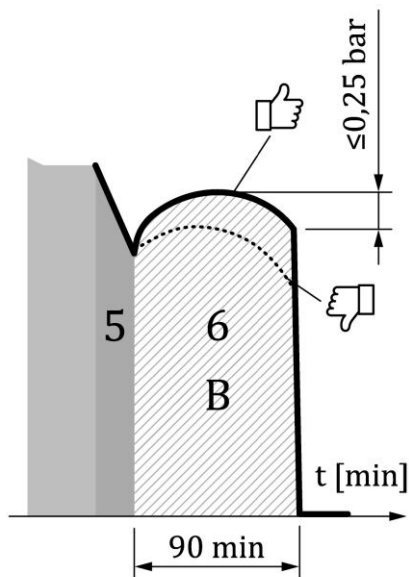
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Zasadnicza próba szczelności



(6B) Jeżeli w tym czasie krzywa zmian ciśnienia wykaże spadek, to jest to oznaką nieszczelności badanego odcinka i wynik próby szczelności uznaje się za **negatywny**.

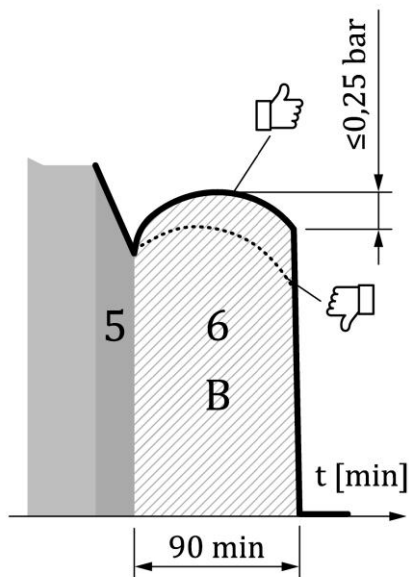
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



Zintegrowana próba spadku ciśnienia

(6B) W przypadku wątpliwości należy zasadniczą próbę szczelności przedłużyć do 90 minut. Jeżeli spadek ciśnienia względem maksymalnej wartości ciśnienia uzyskanej w fazie kurczenia się rury nie przekracza 25 kPa, to wynik próby jest **pozytywny**. Jeżeli ciśnienie spadnie o więcej niż 25 kPa, to test należy uznać za **negatywny**.

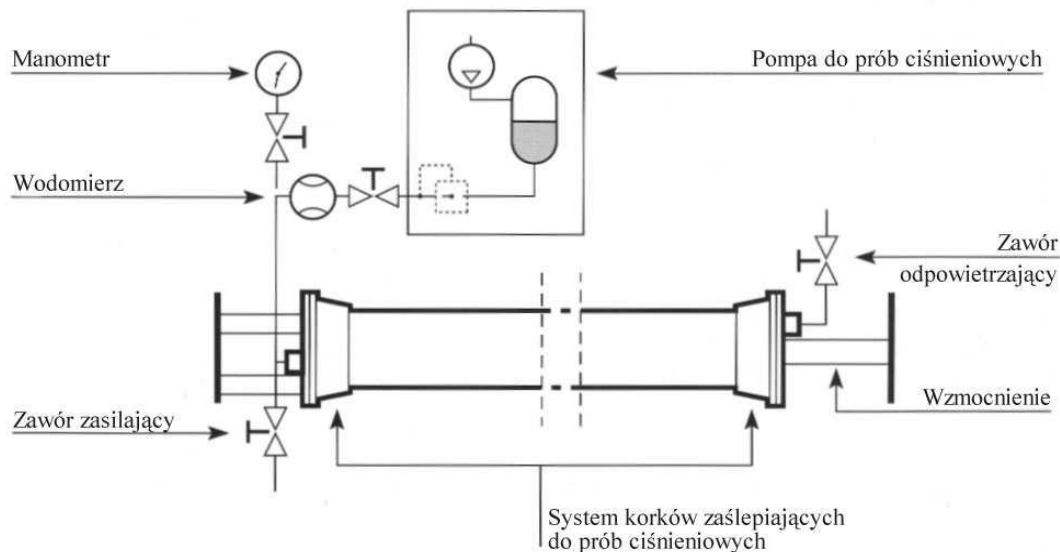
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



Przed ponowną próbą zaleca się sprawdzenie wszystkich połączeń mechanicznych a w następnej kolejności inspekcję wizualną połączeń zgrzewanych.

Usunąć wszystkie zidentyfikowane w trakcie próby uszkodzenia instalacji i powtórzyć całą próbę. Powtórne wykonanie zasadniczej próby szczelności jest dopuszczalne pod warunkiem przeprowadzenia całej procedury testowej łącznie z 60-cio minutowym okresem relaksacji w fazie wstępnej.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



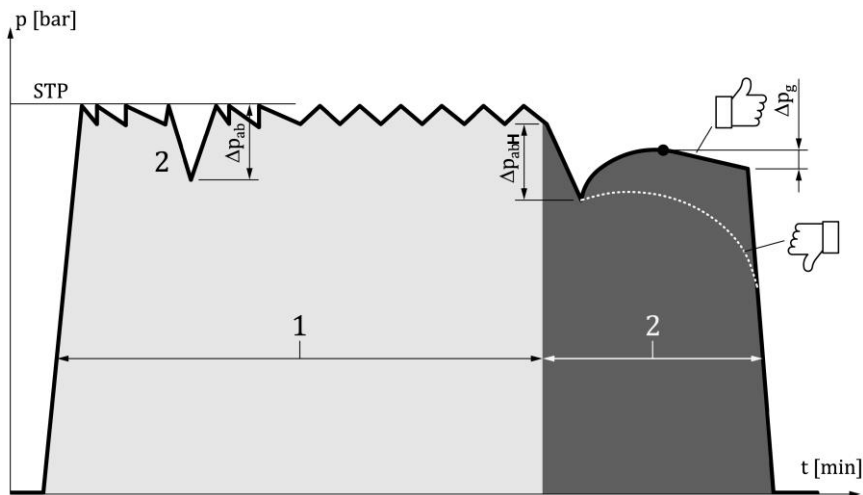
Przykładowy schemat układu pomiarowego do prób szczelności



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

**Metoda klasyczna**

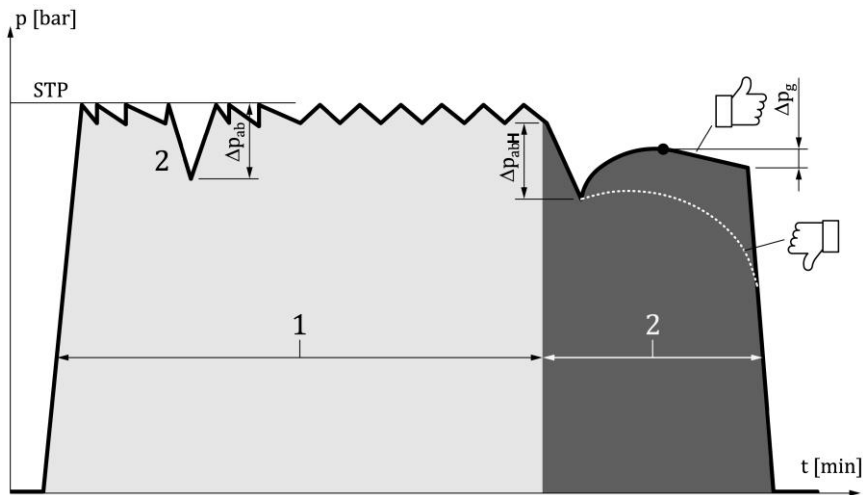
# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805



W przypadku rur z tworzyw termoplastycznych należy zadbać o zapewnienie stałej temperatury podczas całego badania. Rysunek obok przedstawia krzywą ciśnienia i czasy trwania fazy wstępnej (z testem spadku ciśnienia) i zasadniczej próby szczelności w metodzie klasycznej. Szczegóły każdego kroku ustala projektant.



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

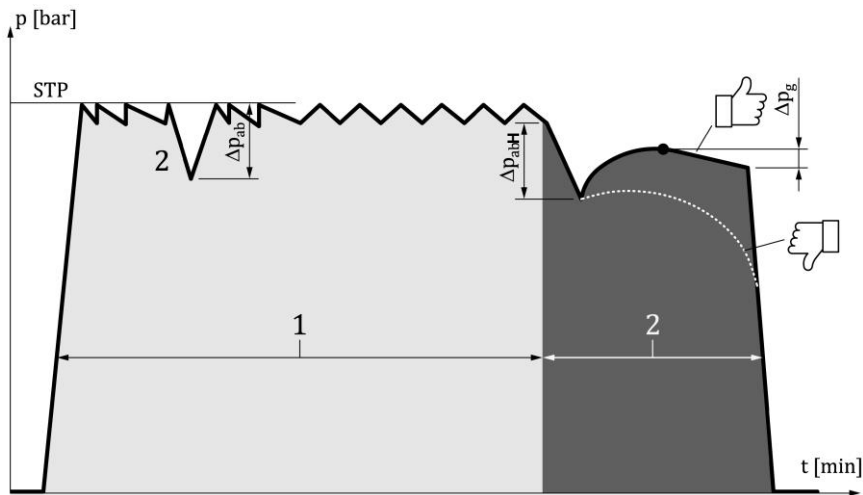


## Faza wstępna (1)

Jak najszybciej podnieść ciśnienie do wartości ciśnienia próbnego (STP).

Utrzymywać ciśnienie próbne (STP) przez cały czas trwania fazy wstępnej (patrz tabela 5) poprzez dopompowywanie wody minimalizując wahania ciśnienia ( $< 1 \div 2$  bar).

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

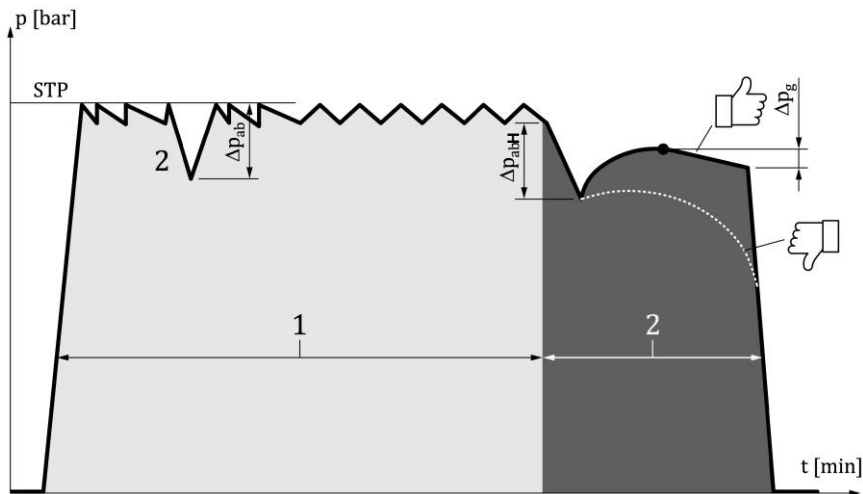


## Faza wstępna (1)

Test spadku ciśnienia służy do określenia pozostałej zawartości powietrza w rurze i należy go przeprowadzić po upływie 1-szej godziny trwania fazy wstępnej w celu wykazania, że rura jest wolna od powietrza. Całkowity czas trwania fazy wstępnej – patrz tabela 5.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

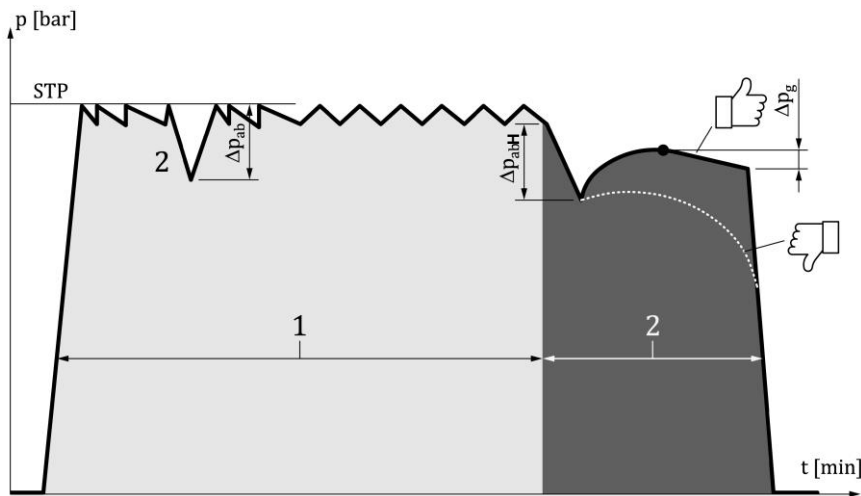
## Faza wstępna (1)



UWAGA! Zawartość powietrza może niekorzystnie wpłynąć na wyniki testu, ponieważ ściśliwość powietrza może częściowo skompensować spadek ciśnienia spowodowany wyciekiem wody.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Faza wstępna (1)



Upuścić tyle wody, ile jest konieczne do osiągnięcia spadku ciśnienia  $\Delta p_{ab} \geq 0,5$  bar (górną granicę – patrz tabela 3) lub  $\geq 1$  bar dla rur o średnicy  $< 110$  mm i/lub krótkich odcinków testowych. Zmierzyć objętość upuszczonej wody  $\Delta V_{ab}$ .

Obliczyć maksymalną dopuszczalną objętość  $\Delta V_{max}$  i porównać z  $\Delta V_{ab}$ .



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

$$\Delta V_{max} \leq \Delta V_{ab} \quad (4)$$

gdzie:

$\Delta V_{max}$  patrz wzór (1) [ml];

$\Delta V_{ab}$  upuszczona objętość wody uzyskana podczas spadku ciśnienia  $\Delta p_{ab}$  [ml];

$\Delta p_{ab}$  zdefiniowany spadek ciśnienia, aby spowodować kurczenie się rury [bar];



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

$$V_{max} \leq V_k \cdot L \quad (1)$$

gdzie:

$\Delta V_{max}$  dopuszczalny ubytek wody [ml]

$V_k$  jednostkowa objętość wody zgodnie z tabelą 4 [ml/m];

$L$  długość testowanego odcinka [m];

gdzie  $V_k$  jest obliczone zgodnie ze wzorem 2 podanym na kolejnym slajdzie.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

$$V_k = 0,1 \cdot f \cdot \frac{\pi \cdot ID^2}{4} \cdot \Delta p_{ab} \cdot \left( \frac{1}{K_w} + \frac{ID}{E_R \cdot s} \right) \quad (2)$$

$\Delta p_{ab}$	spadek ciśnienia zgodnie z tabelą 3 [bar]
ID	średnica wewnętrzna rurociągu [mm]
$K_w$	współczynnik ściśliwości wody (2,027) N/mm <sup>2</sup>
$E_R$	moduł elastyczności materiału rury [N/mm <sup>2</sup> ] (patrz tabela 3)
s	grubość ścianki rury obliczona z uwzględnieniem średniej plus tolerancja [mm]
f	współczynnik poprawkowy (uwzględniający zawartość powietrza) (f = 1,05)

gdzie:

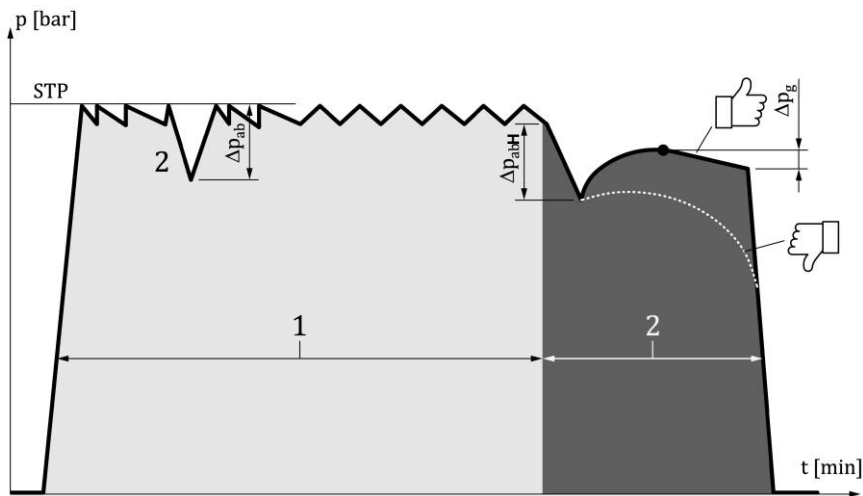
$$s = [\{e_n + 0,1 \cdot e_n\} + 0,2] \cdot 0,5 \quad (3)$$

gdzie:

$e_n$  nominalna grubość ścianki rury [mm].

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Zasadnicza próba szczelności (2)



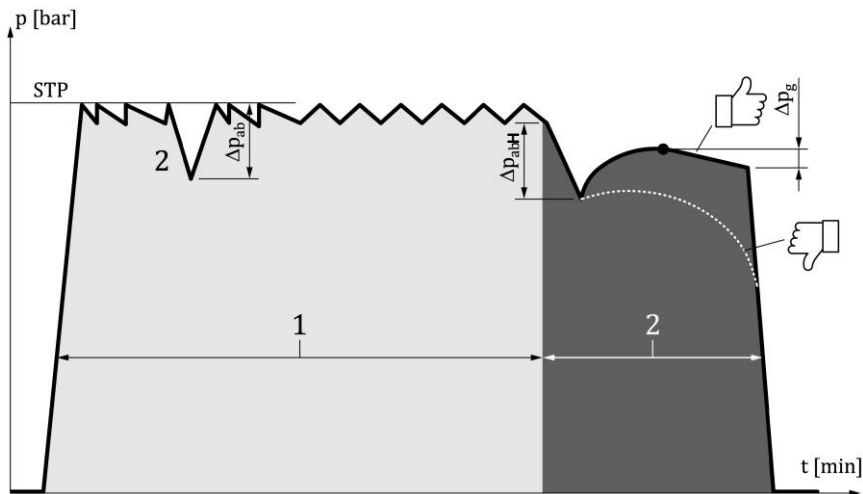
Po zakończeniu fazy wstępnej obniż ciśnienie o 2 bary ( $\Delta p_{abH}$ ).

Obniżenie ciśnienia prowadzi do natychmiastowego skurczu rurociągu termoplastycznego, a więc obserwuje się wzrost ciśnienia (podobnie jak w metodzie skurczowej).



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

## Zasadnicza próba szczelności (2)



Rurociąg uważa się za szczelny, jeżeli spadek ciśnienia  $\Delta p_g$  zmierzony w czasie zasadniczej próby szczelności jest mniejszy niż maksymalny dopuszczalny spadek ciśnienia  $\Delta p_{zul}$  zgodnie z tabelą 5.

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Tabela 5. Wartości parametrów dla metody klasycznej

Materiał rury	MDP / PN [bar]	DN / OD	Faza wstępna/ utrzymanie ciśnienia		Zasadnicza próba szczelności (bez pompowania)		
			STP [bar]	Czas [h]	Ciśnienie początk. [bar]	Spadek ciśn. $\Delta p_{zul}$ [bar]	Czas [h]
PVC-U	10/16	$\leq 150$	13/21	12	13/21	$\leq 0,2$	3
PVC-U	10/16	$> 150$ $\leq 400$	13/21	12	13/21	$\leq 0,2$	6
PE 80, PE 100	10/16	$\leq 150$	12/21	12	12/19	$\leq 0,3$	3
PE 80, PE 100	10/16	$> 150$ $\leq 400$	12/21	12	12/19	$\leq 0,6$	6
PE 80, PE 100	10/16	$> 400$	12/21	12	12/19	$\leq 1,2$	12



# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

**Inspekcja wizualna**

# Próba szczelności wodociągów z PE, i PVC-U wg normy PN-EN 805

Inspekcję wizualną należy przeprowadzić zamiast wykonywania innych prób ciśnieniowych w następujących przypadkach:

- ▶ sprawdzenie krótkich odcinków rur (<30 m);
- ▶ sprawdzenie wykonanych połączeń;
- ▶ odcinki rur PE rozwijanych z kręgów bez połączeń  $d_n \leq 63$  mm;
- ▶ po wykonaniu prac naprawczych.

Procedury oględzin przeprowadzane są pod ciśnieniem roboczym (OP).

Podczas oględzin rurociąg musi być odsłonięty, zwłaszcza na złączach. W odstępach co najmniej 1 godz. przeprowadza się dwie oddzielne inspekcje wizualne.

Podczas oględzin części rurociągu muszą być odsłonięte, z wyjątkiem rur rozwijanych z kręgów. Tutaj wystarczy, jeśli widoczne są tylko połączenia.



# Dziękuję!

Zapraszam do odwiedzenia [www.prik.pl](http://www.prik.pl)

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek  
z Tworzyw Sztucznych

