

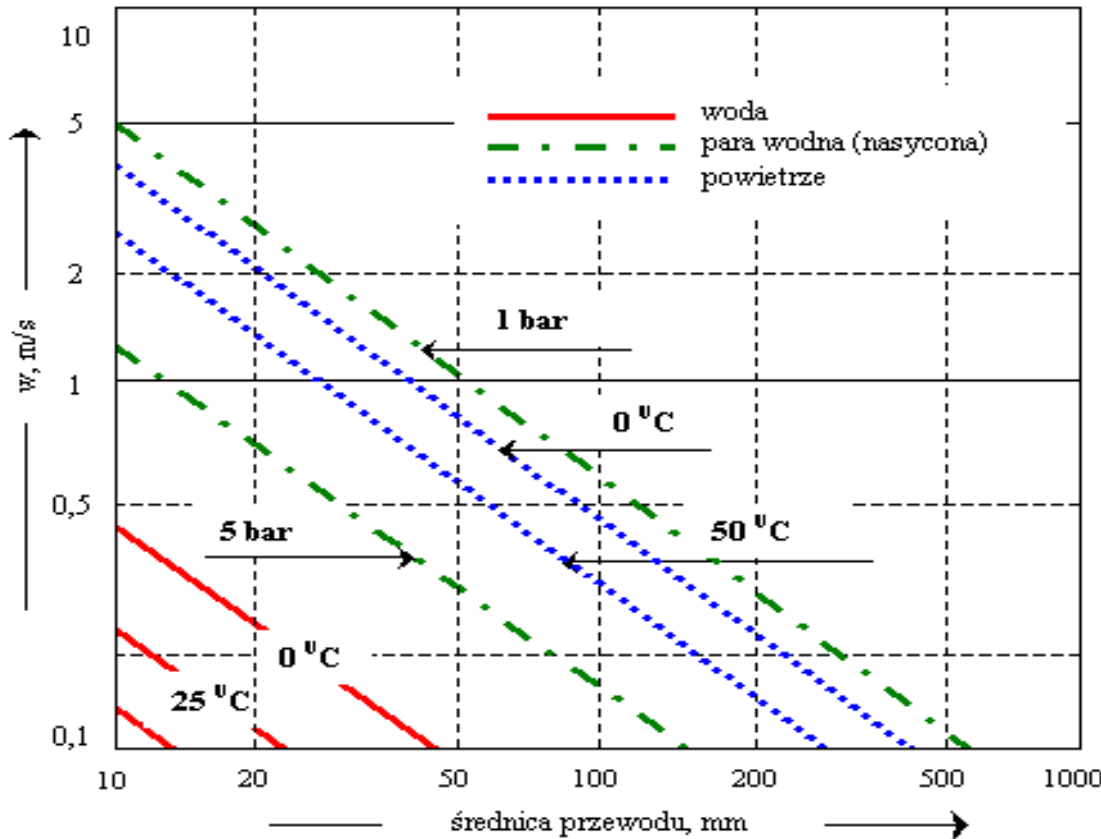
PRZEWODY

Straty ciśnienia

Opory tarcia

$$\Delta p_t = \lambda \times \frac{1}{d} \times \frac{w^2 \rho_p}{2}$$

$$R_t = \frac{\lambda \times \rho_p}{2d} w^2$$

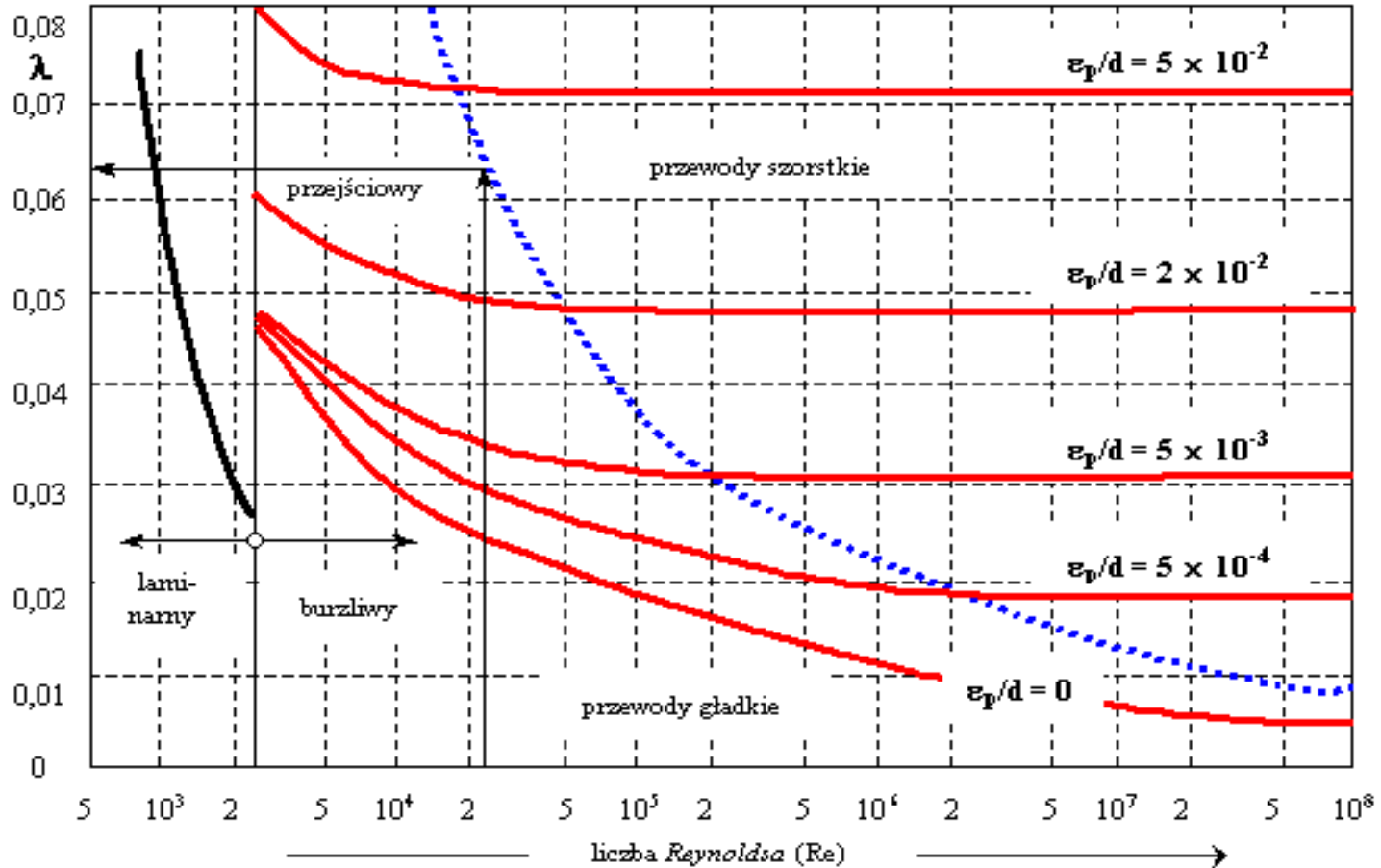


Prędkości krytyczne przechodzenia ruchu laminarnego w burzliwy dla podstawowych czynników grzewczych.
Uwaga: obszar ruchu laminarnego znajduje na lewo od każdej linii.

$$Re = \frac{wd}{\nu}$$

Ruch laminarny $\lambda = \frac{64}{Re}$ $R_{t} = 32 \times v \times \rho_p \times \frac{w}{d^2}$ **Ruch burzliwy** $\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$ $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg(Re\sqrt{\lambda}) - 0,8$

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2 \lg\left(\frac{\varepsilon_p/d}{d}\right)$ **Ruch przejściowy** $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg\left(\frac{\varepsilon_p/d}{3,71} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$



Zależność współczynników tarcia na długości stalowych i prostych przewodów gładkich i szorstkich od liczby Reynoldsa

Opory miejscowe - opory powodowane zawirowaniami czynnika, oderwaniem jego strugi, pojawieniem się strumieni wtórnych, itp. Występują w miejscach zmian kierunku przepływu czynnika (np. na kolanach, łukach), połączeniu się lub rozplywie czynnika, na zwężeniach i rozszerzeniach przewodów, w miejscach stosowania elementów dławiących i na innych elementach instalacji. Opory miejscowe są wyznaczane na stanowiskach badawczych, przy czym za podstawę przyjmuje się ciśnienie dynamiczne przepływającego płynu:

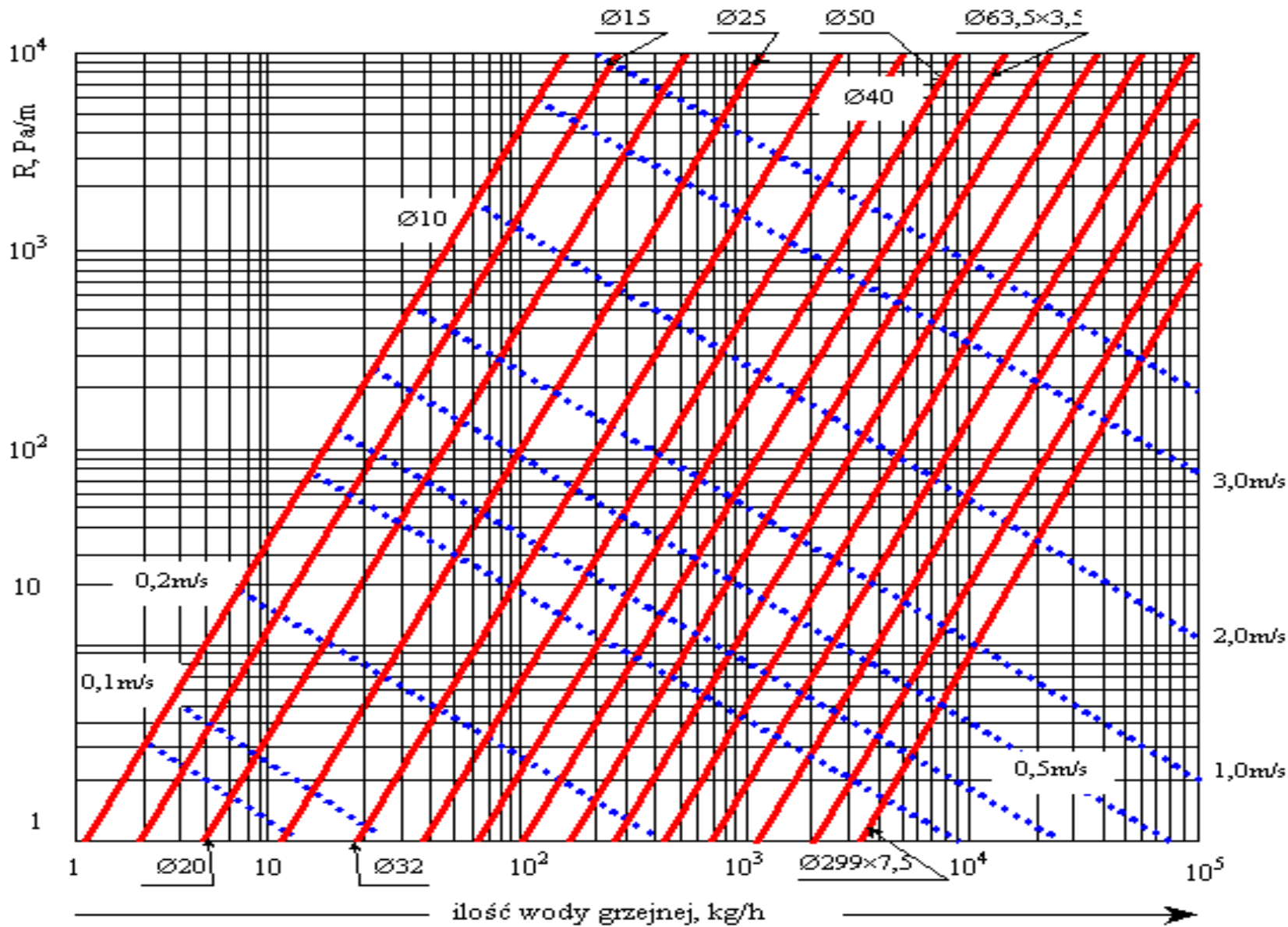
$$\Delta p_m = 0,5 \times \xi \times w^2 \rho_p$$

gdzie ξ jest bezwymiarowym współczynnikiem oporu, który wynika zarówno z tarcia płynu o jego ścianki, jak i z danego oporu miejscowego.

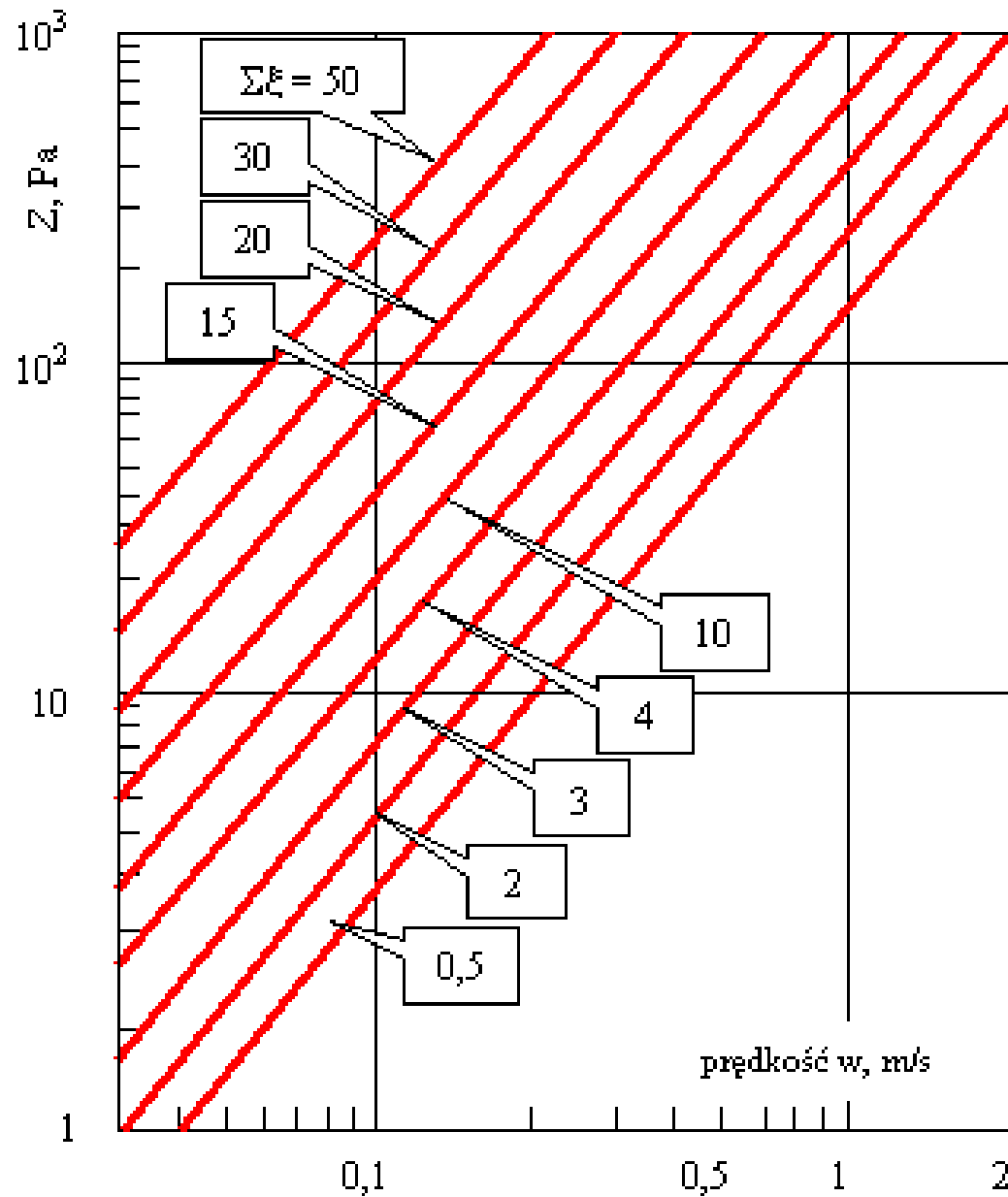
Łączne opory przepływu:

$$\Delta p = \lambda \times \frac{1}{d} \times \frac{\rho_p}{2} \times w^2 + \sum \xi \times \frac{\rho_p}{2} \times w^2 = R_t \times l + Z$$

gdzie R_t to jednostkowy opór na długości przewodów l , zaś Z są to straty ciśnienia oporów miejscowych występujących w obliczanej sieci przewodów (przy czym $Z = 0,5 \times \sum \xi \times \rho_p \times w^2$).



Nomogram do określania jednostkowych strat ciśnienia R w stalowych przewodach ogrzewań wodnych.



Nomogram do określania miejscowych strat ciśnienia Z w instalacjach ogrzewań wodnych (stalowych).

Przeгляд przewodów grzewczych

Przewody stalowe

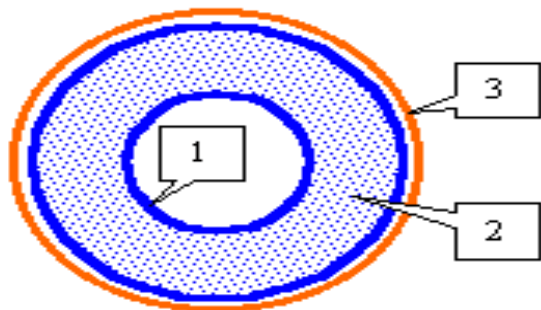
d_N , mm	d_Z , mm	Grubość ścianek, mm			Gwint		Złączka	
		lekke	średnio-ciężkie	ciężkie	d_g , mm	L_g , mm	L, mm	M, kg
6	10,00	1,80	2,00	2,50	9,728	10	20	0,004
8	13,50	2,00	2,25	2,75	13,157	11	25	0,005
10	17,00	2,00	2,25	2,75	16,662	13	30	0,007
15	21,25	2,35	2,75	3,25	20,995	16	35	0,012
20	26,75	2,50	2,75	3,50	26,441	19	40	0,020
25	33,50	2,80	3,25	4,00	33,249	22	50	0,036
32	42,25	3,00	3,25	4,00	41,91	25	55	0,049
40	48,25	3,00	3,50	4,25	47,80	25	55	0,062
50	60,00	3,25	3,75	4,50	59,614	28	60	0,094

d_N – średnica nominalna, d_Z – średnica zewnętrzna, d_g – średnica gwintu przewodu i złączki, L_g – użyteczna długość gwintu, L – długość złączki, M – masa złączki w odniesieniu do 1m przewodu.

Przewody miedziane

Przewody miedziane są gładkie, nie ulegają korozji i nie występują w nich miejsca osadzania się zanieczyszczeń. Straty tarcia są znacznie mniejsze niż w przewodach stalowych. Współczynnik chropowatości tych przewodów wynosi około 0,0015mm i jest około 30-razy mniejszy niż w przewodach stalowych.

Mogą występować w trzech stanach klasyfikacyjnych: miękkim, półtwardym i twardym. Przewody wykonane w stanach miękkich mają średnice do 22mm i są dostarczane na budowę w kręgach, zaś przewody o większych średnicach dostarczane są w odcinkach prostych o różnych długościach (np. 3 i 5m). Są one często wyposażane w otuliny izolacyjne z tworzywa sztucznego lub z izolacji piankowej. Przewody te można prowadzić podobnie jak przewody stalowe: po wierzchu ścian oraz w bruzdach ściennych lub, jak ma to miejsce w ogrzewaniach podłogowych, w listwach przypodłogowych czy w warstwie jastrychu. Przewody miękkie kształtowane są na budowie, zaś pozostałe składane są z odcinków prostych i kształtek.



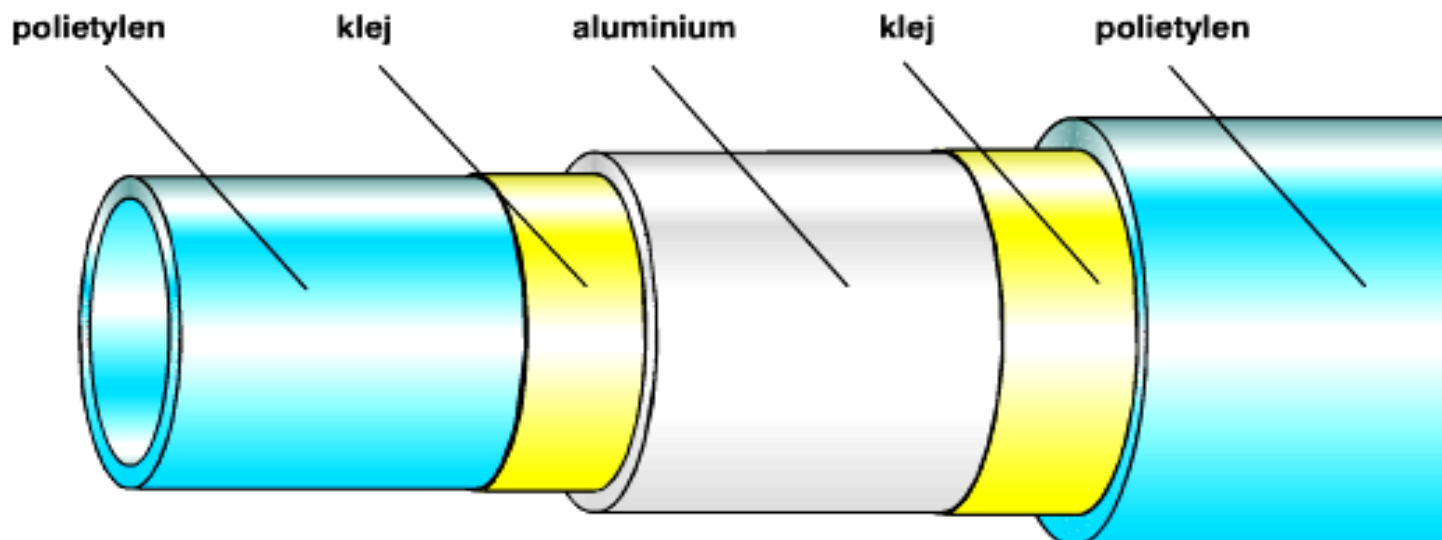
Do zalet przewodów miedzianych zaliczyć należy mały ciężar i małą pojemność cieplną, a więc szybkie przenoszenie ciepła. **Szczególną uwagę zwracać należy na rozszerzalność liniową (około 1,5-razy większa niż w przewodach stalowych).** W przypadku wody grzejnej o odczynie pH < 9,5 nie ma przeciwwskazań do równoczesnego stosowania w instalacji urządzeń ze stali, miedzi lub żeliwa. W układach przygotowujących ciepłą wodę, miedzianą część instalacji należy stosować jedynie za częścią stalową (zgodnie z kierunkiem przepływu czynnika).

Przewody z tworzyw sztucznych

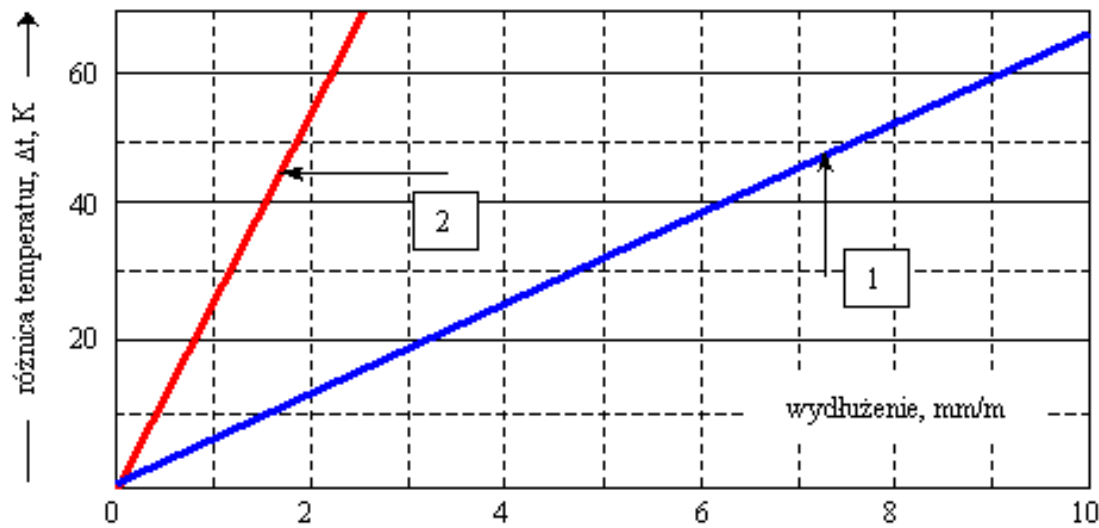
Przewody wykonuje się z polichlorku winylu (*PCV*), chlorowanego polichlorku winylu (*CPCV*), polietylenu (*PE*), polipropylenu (*PP*), polibutylenu (*PB*). W technice instalacyjnej stosuje się je już od 20÷30 lat.

Wyszczególnienie	Polichlorek winylu (PCV)	Chlorowany polichlorek winylu (CPCV)
Gęstość, g/m ³	1,41	1,57
Wytrzymałość, MPa na rozciąganie/zginanie/ściskanie	48,3/100,0/62,0	57,9/107,7/62,0
Twardość, skala <i>Rockwell</i> 'a	110 ÷ 120	120
Współczynnik rozszerzalności liniowej, 10 ⁻⁵ /K jw. lecz przewodności cieplnej, W/mK	5,2 0,22	6,2 0,16

Do instalacji centralnego ogrzewania szczególnie nadaje się przewody z polipropylenu kopolimerowego (*PPC*). Przewody te można łączyć się przez zgrzewanie, klejenie lub stosować technikę zaciskową. Przewody z tworzyw sztucznych są chętnie stosowane nie tylko w ogrzewaniach podłogowych, ale także w tradycyjnych układach grzewczych. Łatwe jest układanie, gładkie są powierzchnie i duża jest odporność na korozję. Problemy z korozją mogą dotyczyć stalowych części instalacji (np. kotłów, grzejników, itp.). Wynika to z przenikania tlenu przez powierzchnię przewodów (tzw. dyfuzja gazów). W takim przypadku wymagane jest stosowanie inhibitorów do części stalowych, albo rozdzielenie instalacji od kotła, poprzez zastosowanie wymiennika wykonanego z materiału odpornego na korozję

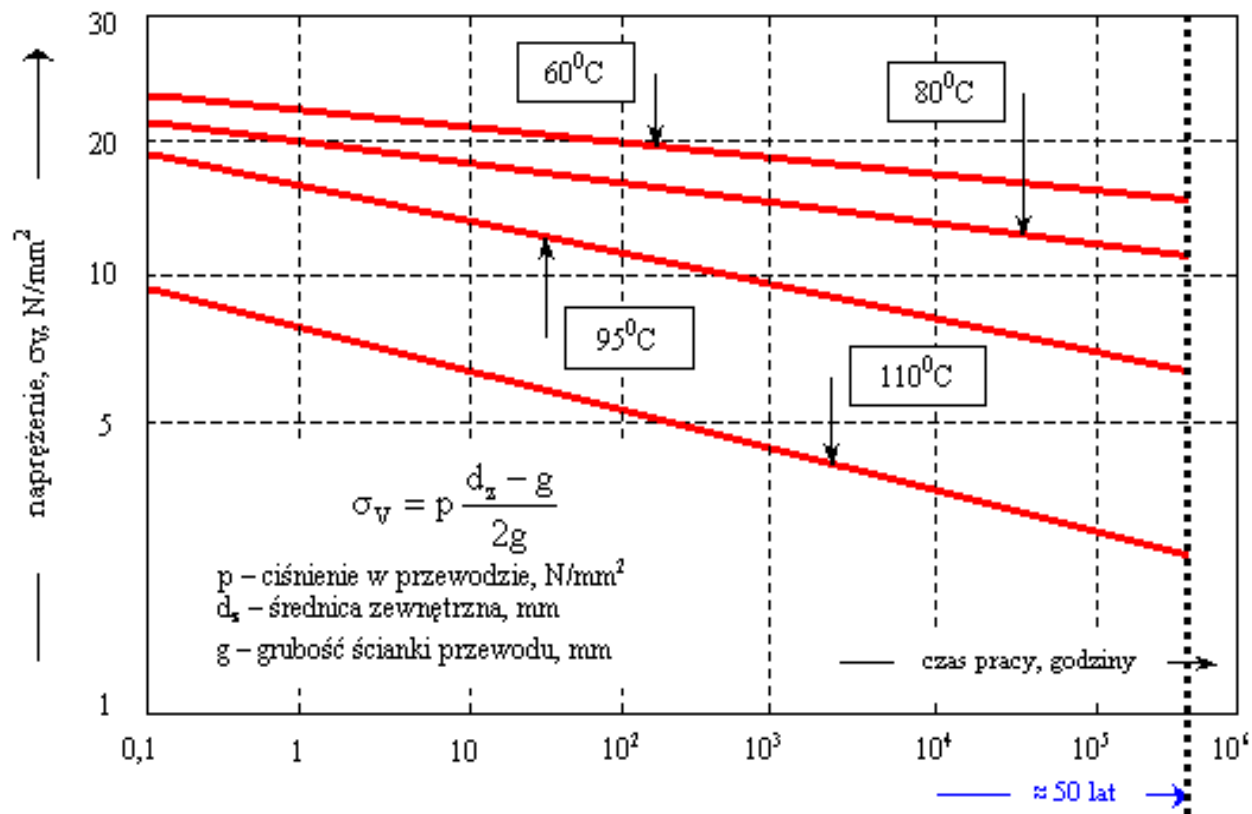


Budowa przewodów z tworzyw sztucznych typu *PEX* oraz *PEHD*



Wpływ wzrostu temperatury czynnika na jednostkową wydłużalność liniową przewodów *fusiotherm* (1) oraz przewodów *stabi-glass* (2)

Wykres wytrzymałości czasowej przewodów wielowarstwowych



$$\sigma_v = p \frac{d_z - g}{2g}$$

p – ciśnienie w przewodzie, N/mm²
 d_z – średnica zewnętrzna, mm
 g – grubość ścianki przewodu, mm

— czas pracy, godziny

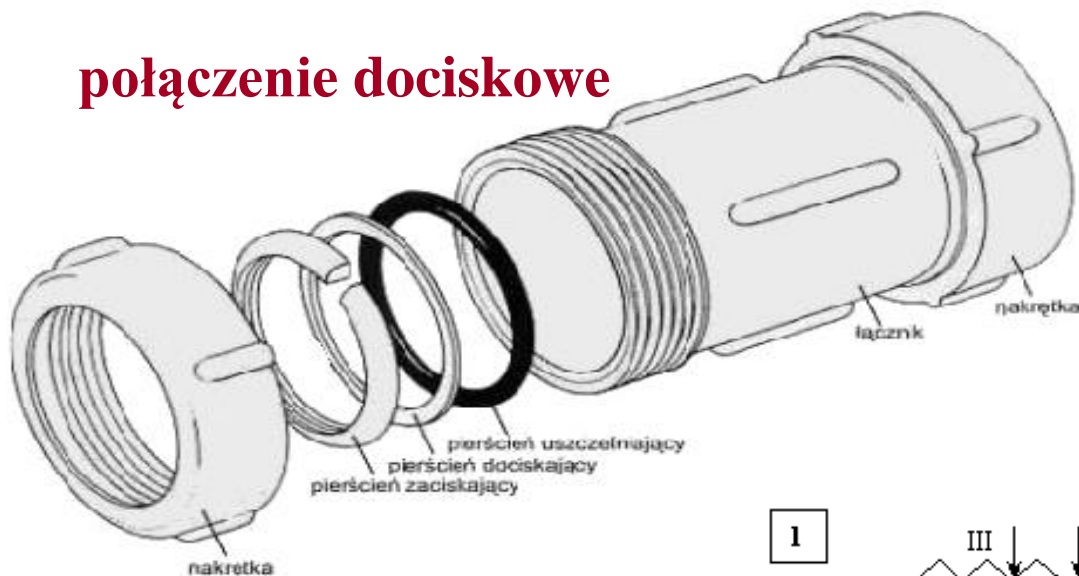
— ≈ 50 lat

Połączenia przewodów (spawane, zgrzewane), połączenia nierozłączne (gwintowane)

połączenia nierozłączne

połączenia rozłączne

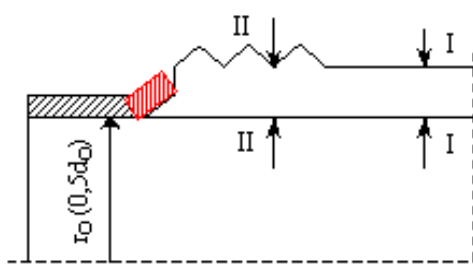
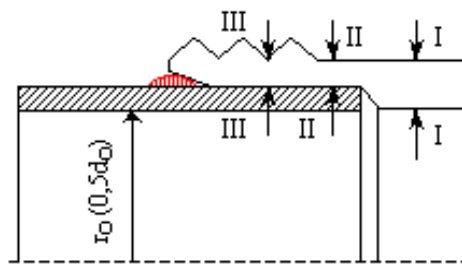
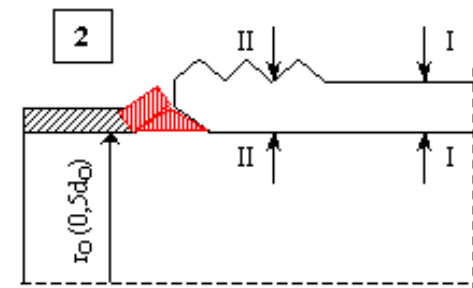
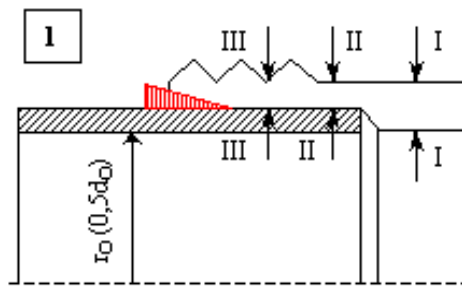
połączenie dociskowe



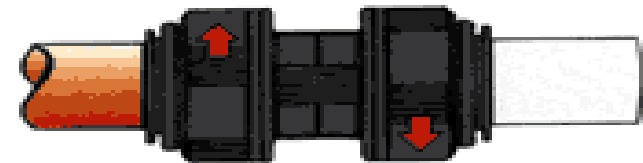
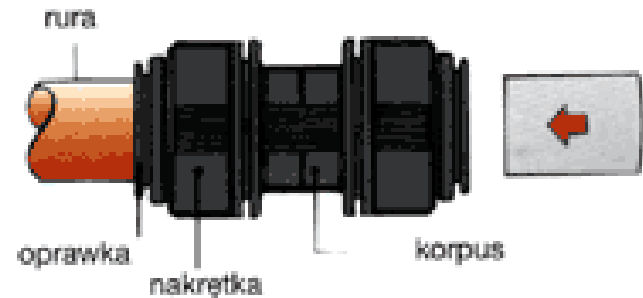
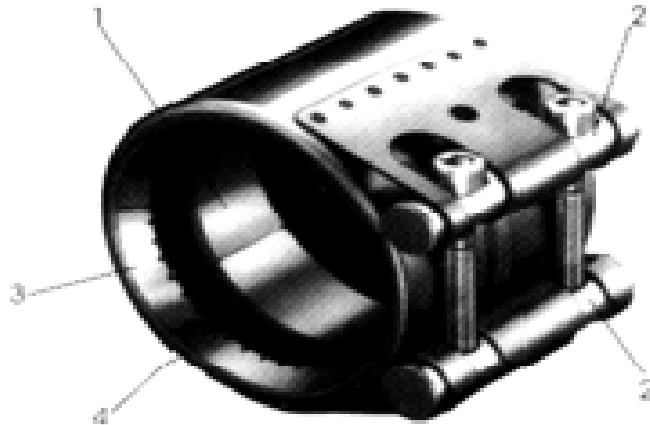
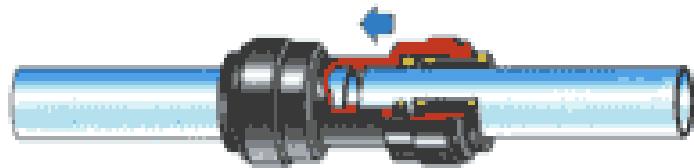
Łączniki z końcówką gwintowaną są stosowane do połączeń przewodów z innymi elementami instalacji: armaturą, grzejnikami i przewodami wykonanymi z innych materiałów; różnią się dwa rodzaje końcówek: do połączeń z uszczelnieniem na gwincie lub do połączeń na płaszczyźnie czołowej.

Połączenie typu 1 polega na dociśnięciu pierścienia do zewnętrznej powierzchni rury po dokręceniu gwintowanej nakrętki i jest stosowane dla wszystkich stanów klasyfikacyjnych,

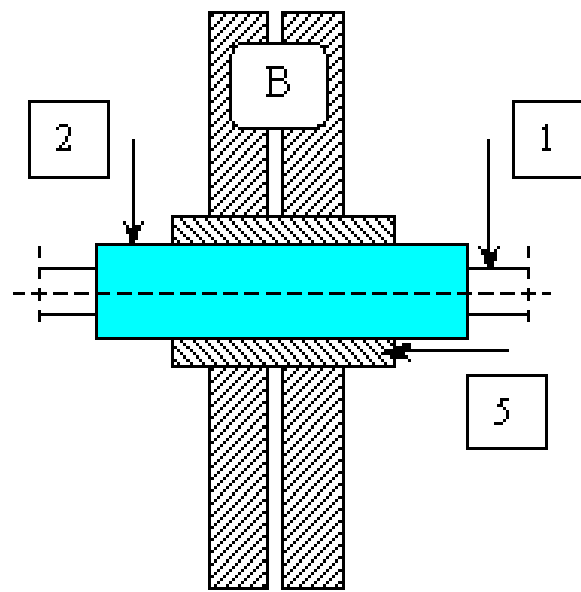
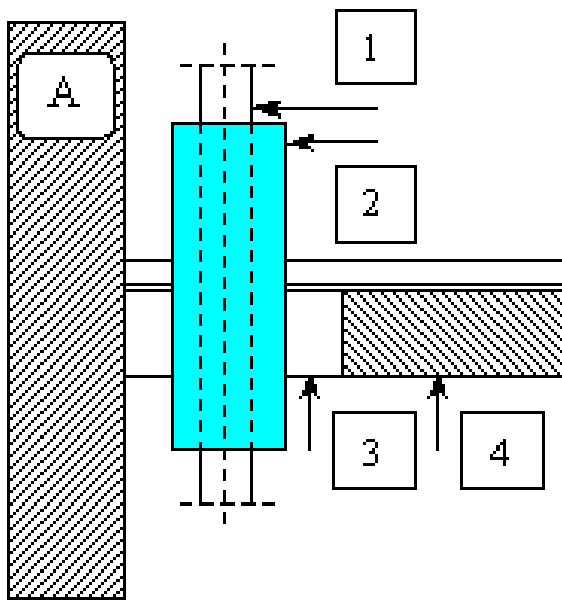
Połączenia typu 2 są stosowane tylko dla miękkich przewodów miedzianych (R 220)



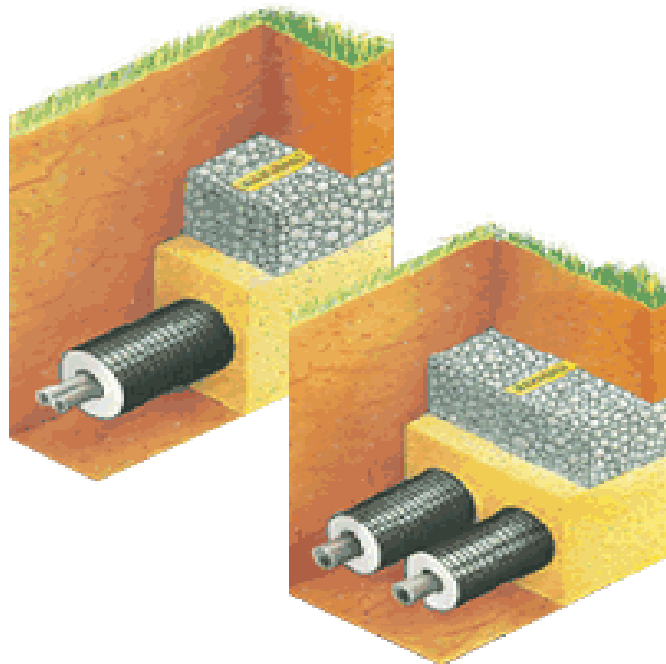
Połączenia „wtykowe”



Połączenia zaciskowe: 1 - wkładka z blachy stalowej, 2 – sworznie zamykające, 3 – pierścień ochronny (patrz widok po prawej), 4 – pierścień uszczelniający.



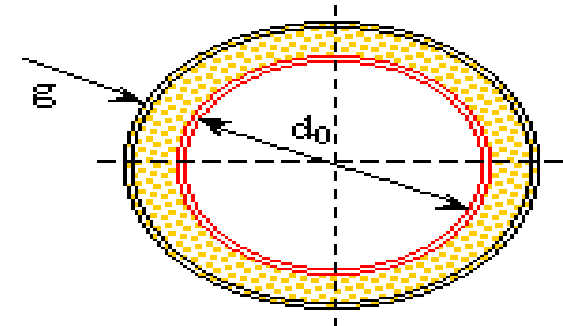
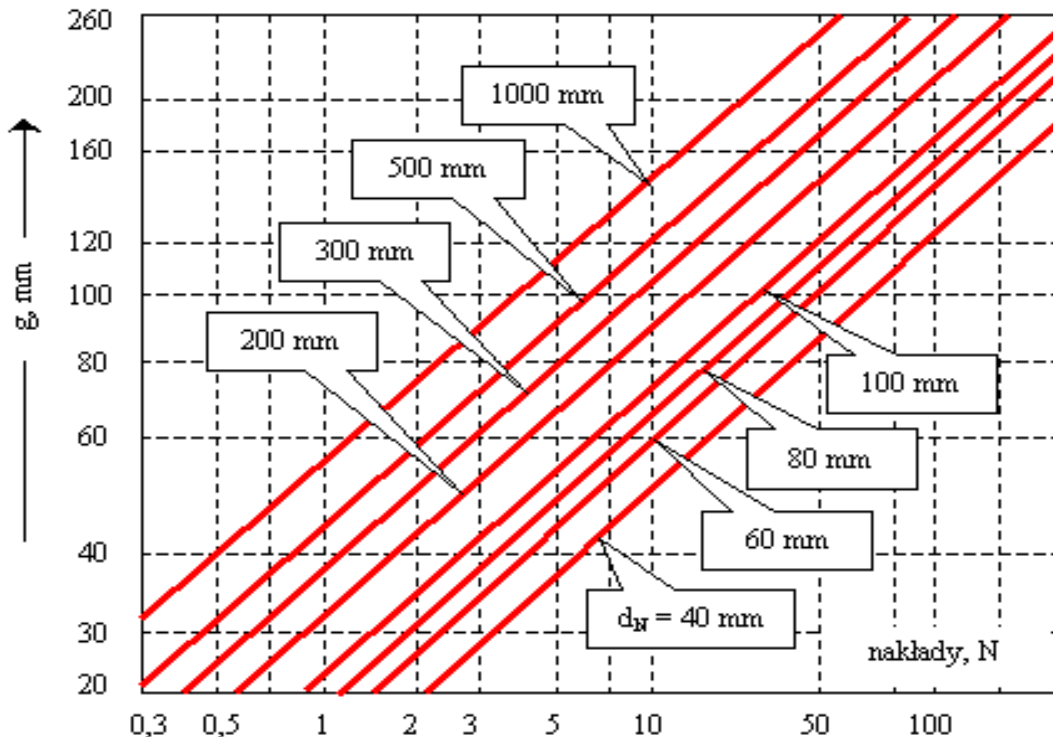
Przykłady przejścia przewodów przez strop (A) i ściany (B): 1 – przewód instalacyjny, 2 – tuleja ochronna, 3 – otwór w stropie (następnie zamurowywany), 4 – strop, 5 – izolacja przewodu (jest to niezbędne, gdy przewód jest miedziany lub z tworzywa sztucznego).



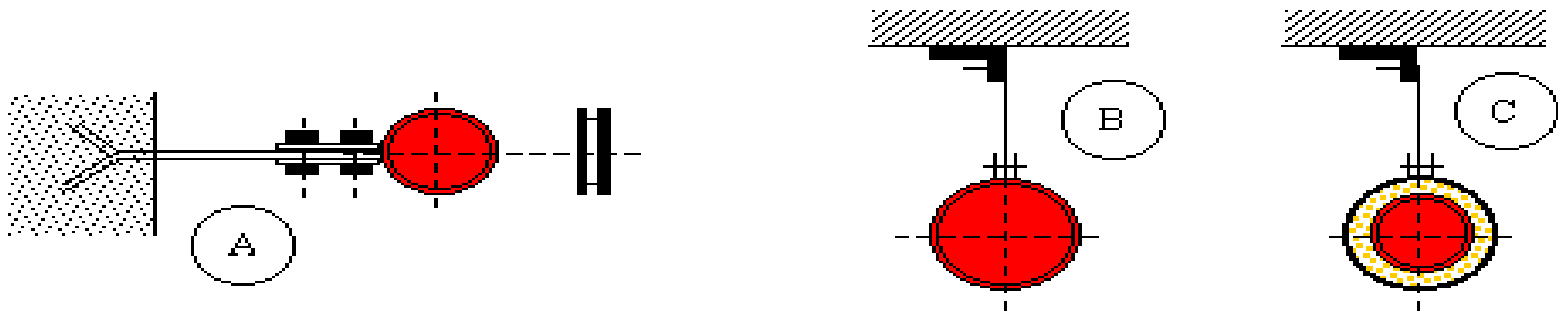
Zawieszenia. Dla przewodów miedzianych stosuje się pojedyncze i podwójne uchwyty z tworzywa sztucznego lub obejmy z taśmy miedzianej. Jeżeli przewiduje się zastosowanie uchwyty z blachy stalowej (lub płaskownika), wówczas zalecane jest stosowanie podkładek ochronnych na całym obwodzie obejmy. Szczególnie niebezpieczne są ciężkie elementy instalacji, np. liczniki ciepła lub armatura zaporowa. Zaleca się ich podwieszanie za pomocą specjalnego wieszaka lub zastosowanie wspornika. Podwieszenie powinno być obustronnie usztywnione tak, aby siły przeniosły się poprzez wspornik na przegrodę, a nie na przewody.

Izolacja i kompensacja przewodów

Ogólnie dostępne są przewody z fabrycznie nałożoną warstwą termoizolacyjną z polietylenu, spienionego poliuretanu lub kauczuku (materiałów o $\lambda \ll 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Grubość izolacji uzasadniona jest względami techniczno-ekonomicznymi. Zależy także od rozpiętości instalacji, parametrów oraz rocznego okresu eksploatacji danej instalacji. Ekonomiczną grubość izolacji poszukiwać należy dla najmniejszych kosztów sumarycznych, przy uwzględnieniu kosztów rocznej obsługi kapitału zainwestowanego na zakup i realizację powłoki izolacyjnej i ceny ciepła.

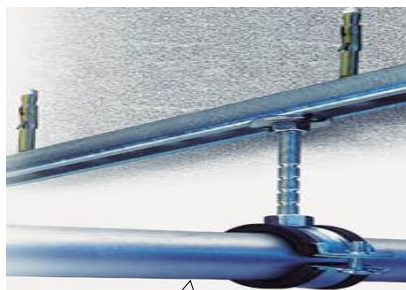


Wykres ilustrujący dobór grubości (g) izolacji termicznej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$) dla wybranych średnic rur stalowych.



Przykłady mocowania przewodów instalacji centralnego ogrzewania:

A – uchwyt z obejmą, B - zawieszenia taśmowe, C – jak B lecz z otuliną



Zawieszenie taśmowe



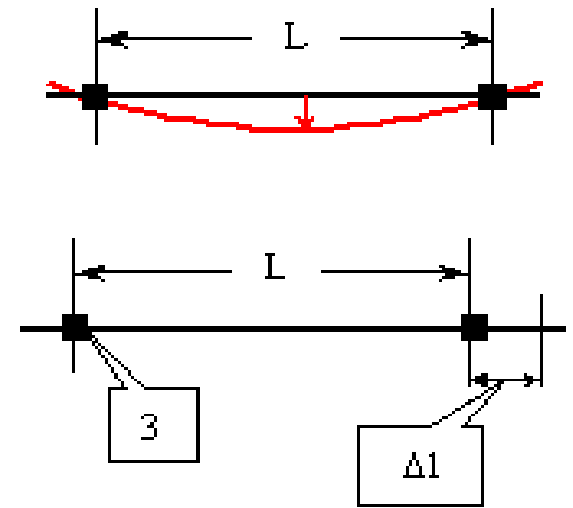
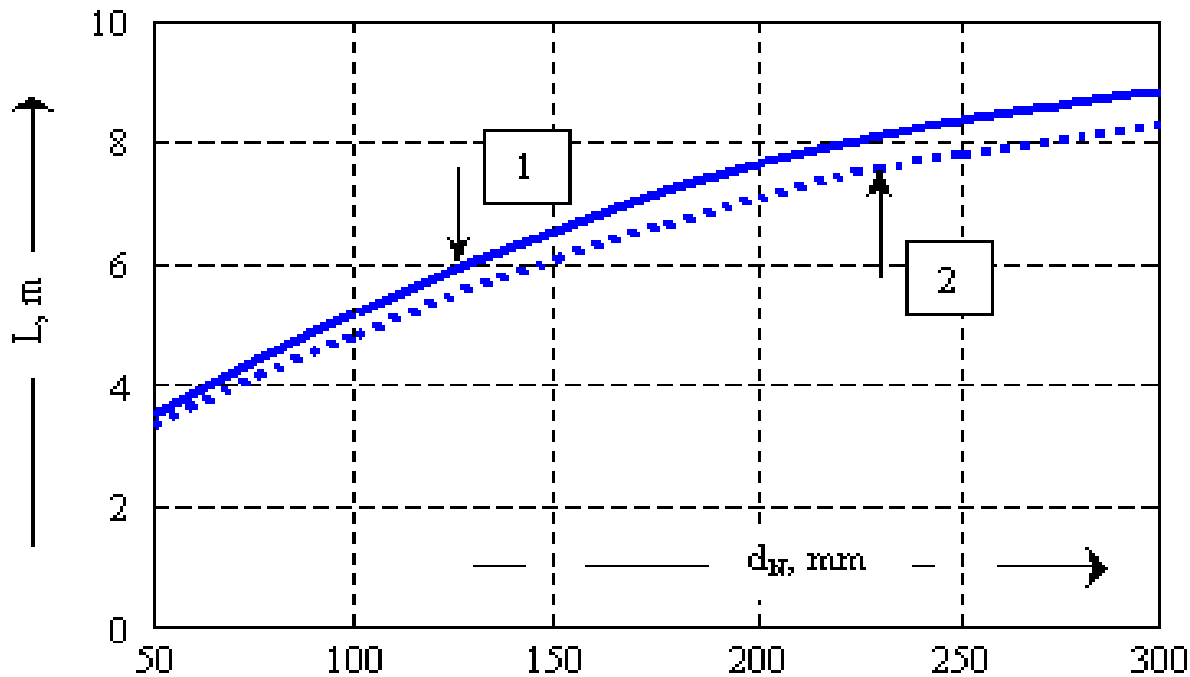
Zawieszenie taśmowe z otuliną



Dwuczęściowy zacisk rurowy

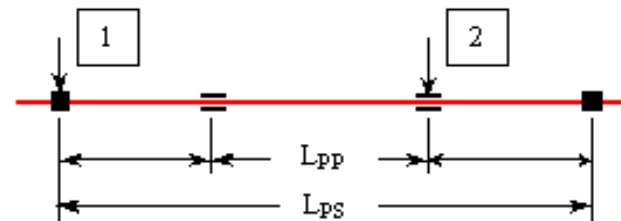
Dla zapewnienia swobodnej pracy przewodów konieczne jest uwzględnienie wydłużeń. W innym przypadku dojść może do ich wyboczenia, a w efekcie do pęknięcia i zniszczenia. Przyrost długości odcinka przewodu o długości L obliczyć można z zależności:

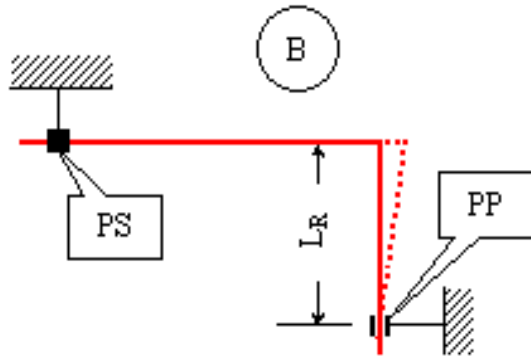
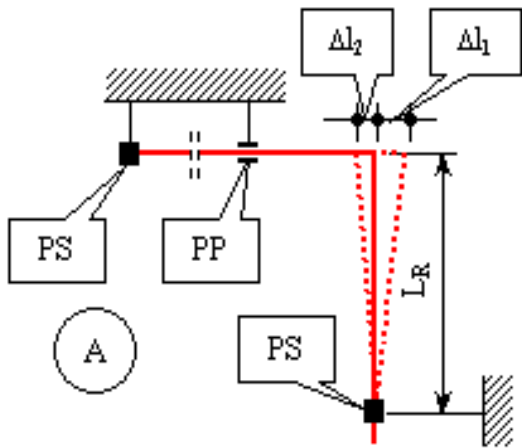
$$\Delta l = \alpha \times L \times (t_1 - t_2)$$



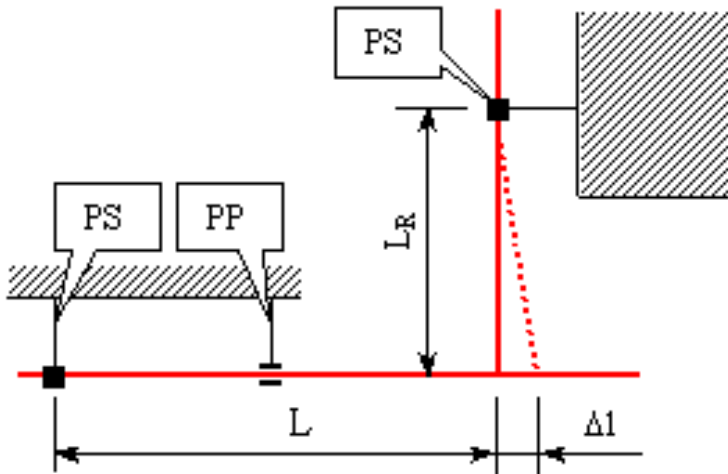
Odległości między wspornikami poziomych przewodów stalowych: 1 – para wodna, 2 – woda, 3 – punkty (podpory) stałe, L – rozstaw wsporników, Δl – wydłużenie cieplne.

Między punktami stałymi montuje się podpory przesuwne. Świadome zmiany kierunków prowadzenia przewodów pozwalają na kompensację naturalną

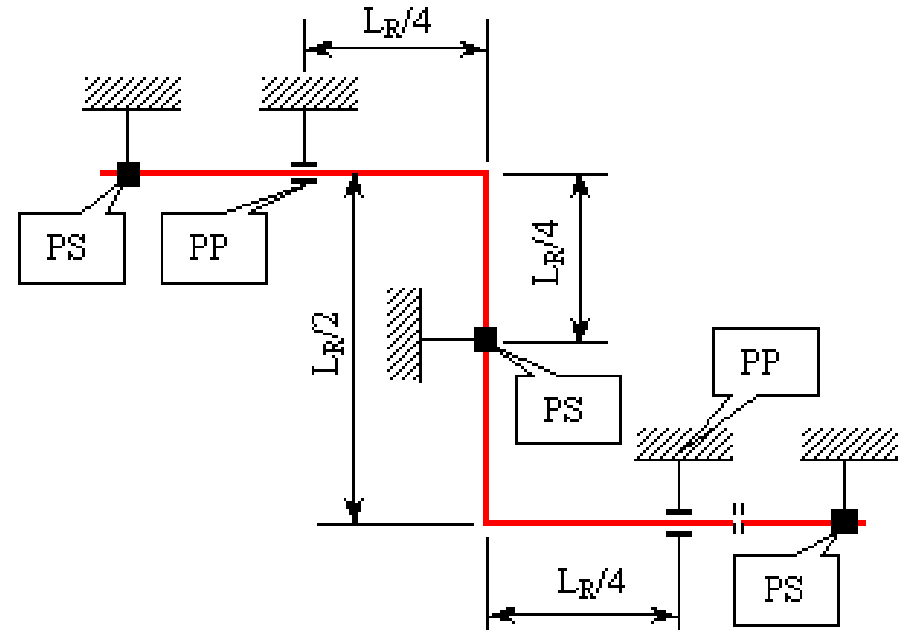




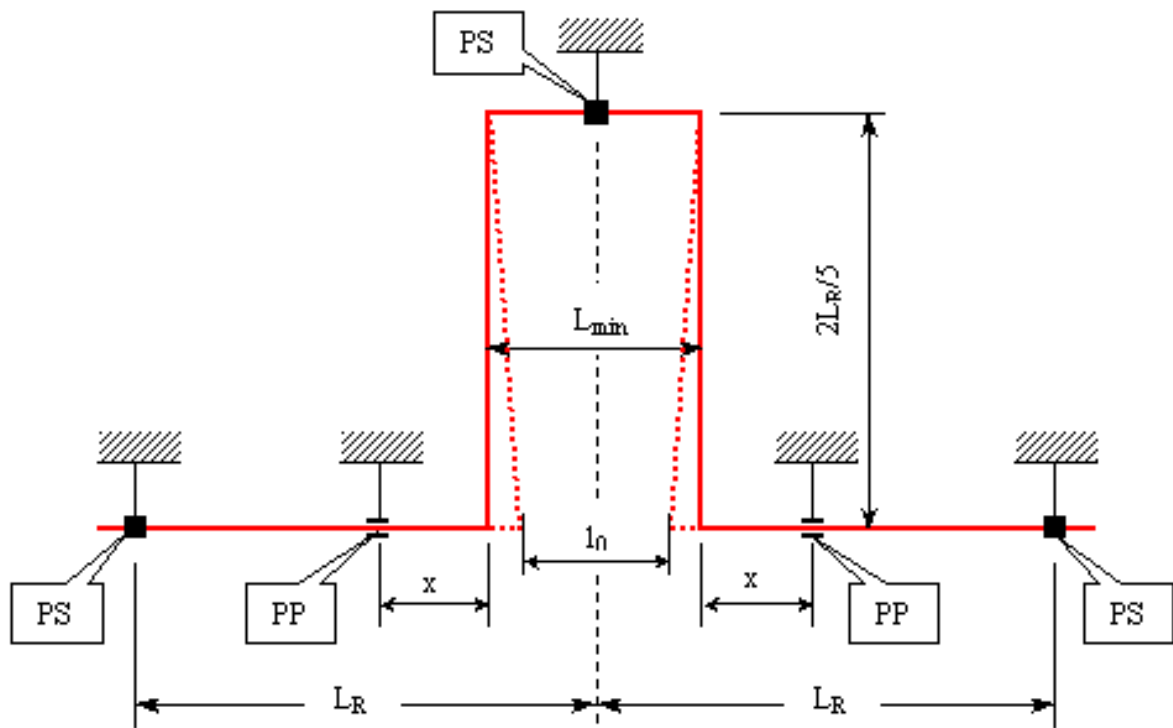
Kompensacja wydłużeń termicznych w kolanku instalacyjnym: A – z dwoma podporami stałymi (PS), B – z jedną podporą stałą, PP – podpora przesuwna (ślizgowa), L_R – długość ramienia kompensacyjnego, Δ_1 oraz Δ_2 – wydłużenia termiczne.



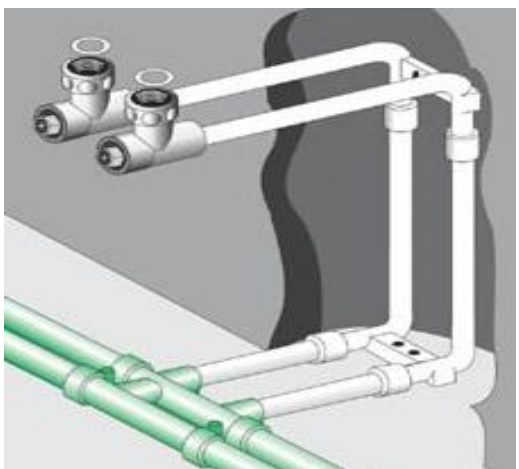
Kompensacja wydłużeń termicznych w trójniku: PS – podpora stała, PP – podpora przesuwna, L – długość przewodu poziomego do miejsca odgałęzienia, L_R – długość ramienia kompensacyjnego, Δ_1 – wydłużenie cieplne.



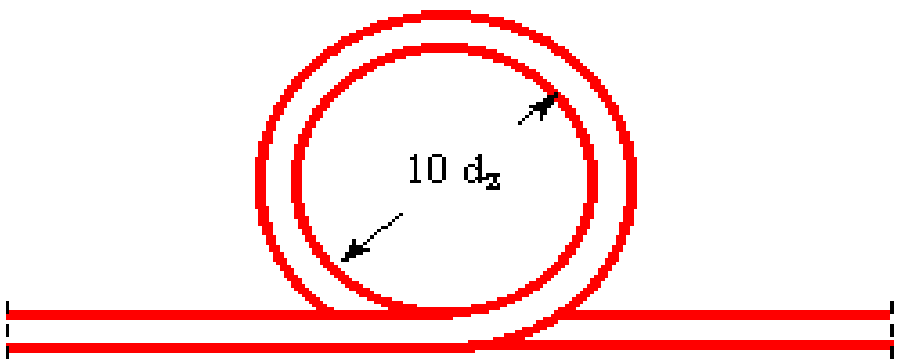
Kompensacja wydłużeń w odsadźce Z-kształtowej: PS – podpora stała, PP – podpora przesuwna, L_R – długość ramienia kompensacyjnego.



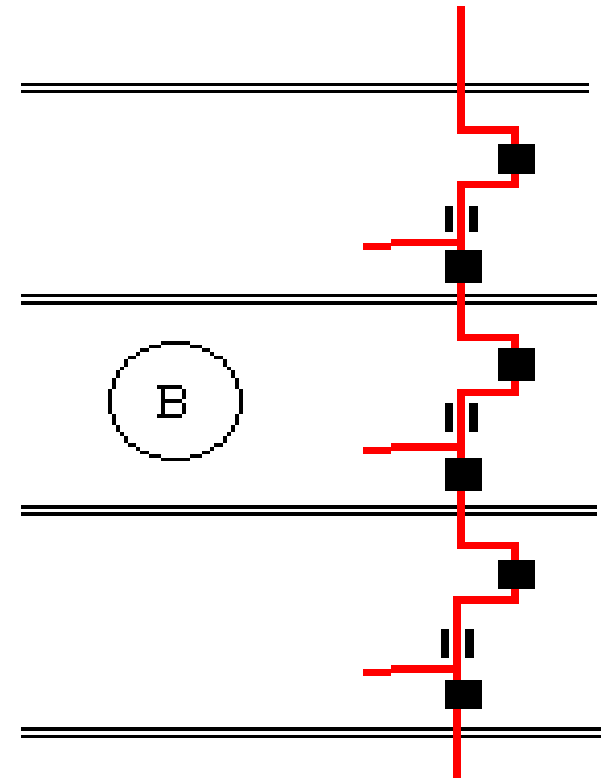
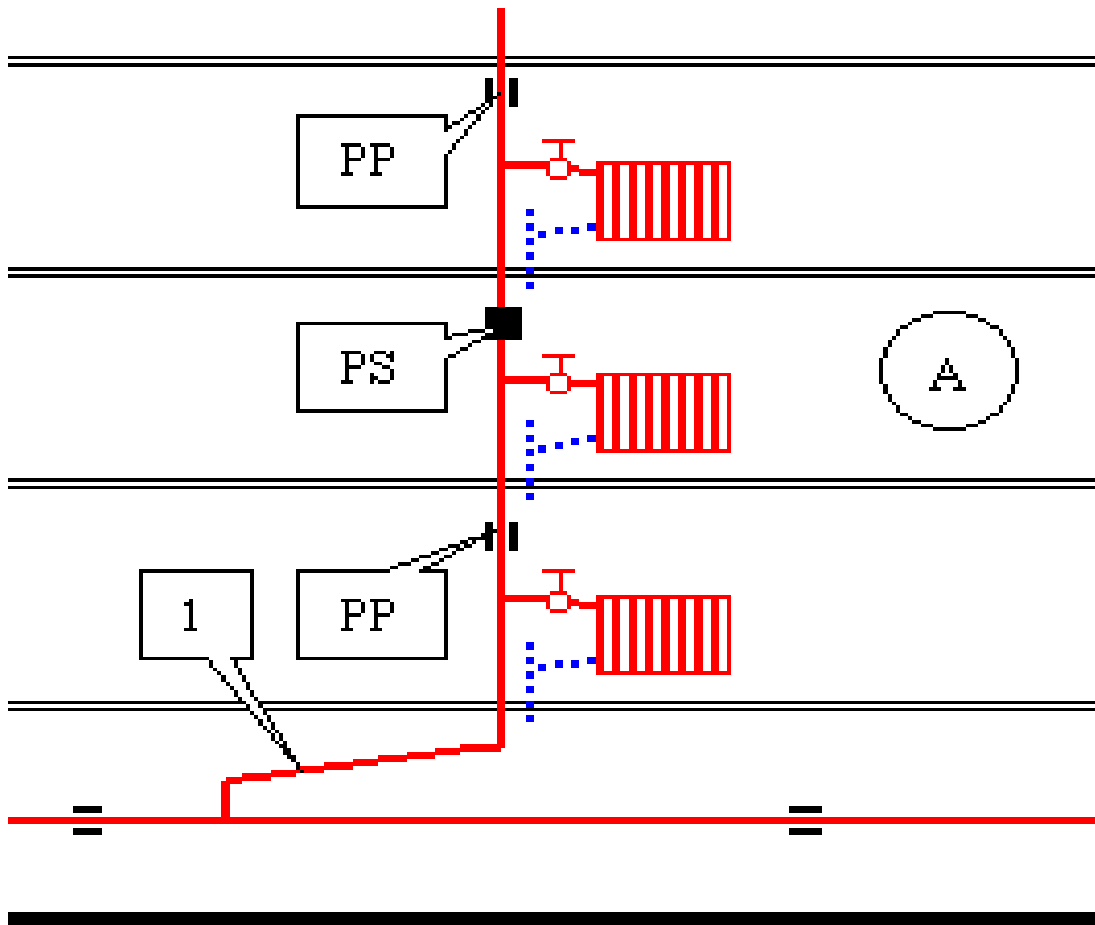
Kompensator U-kształtowy: PS – podpora stała, PP – podpora przesuwna, L_R – długość ramienia kompensacyjnego, L_{min} – minimalna szerokość (odstęp bezpieczeństwa), x – odległości od podpory przesuwnej.



Widok połączenia „siedłkowego”



Kompensator „pętlicowy”



Pion instalacji centralnego ogrzewania: A – wykonany z materiałów o niskim współczynniku rozszerzalności, B – jw. lecz z materiałów o dużym współczynniku rozszerzalności (pion z kompensatorami U-kształtowymi), PS – punkt stały, PP – punkt przesuwny, 1 – połączenie pionu z poziomym przewodem rozprowadzającym.