

 <b>POLSKI KOMITET NORMALIZACJI I MIAR</b>		POLSKA NORMA	
		<b>PN-76</b> <b>M-34034</b>	
<b>Zasady obliczeń strat ciśnienia</b> Rurociągi		Zamieści PN-70/W-34034	
Calculations of pressure losses Pipeline		Grupa katalogowa 0602	
Calculations of pressure losses Pipeline		Трубопроводы Расчет потерь давления	Трубопроводы Расчет потерь давления

**1. WSTĘP**

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia
  - 1.3.1. Stan spoczynku
  - 1.3.2. Średnia prędkość przepływu
  - 1.3.3. Współczynnik strat ciśnienia
  - 1.3.4. Współczynnik Saint-Venanta-Corliolisa
  - 1.3.5. Bezwzględna chropowatość rury
  - 1.3.6. Względna chropowatość rury
  - 1.3.7. Współczynnik strat tarcia
  - 1.3.8. Współczynnik strat miejscowych
  - 1.4. Zestawienie ważniejszych oznaczeń
  - 1.5. Układ wzorów

**2. OBLICZENIE STRAT CIŚNIENIA**

- 2.1. Bilans energetyczny
- 2.2. Strata ciśnienia wywołana oporami przepływu czynnika przez element rurociągu
- 2.3. Strata ciśnienia wywołana oporami przepływu czynnika przez odcinek rurociągu
- 2.4. Charakter przepływu czynnika w rurociągu
- 2.5. Przepływ cieczy
- 2.6. Przepływ gazów
  - 2.6.1. Ustalenia ogólne
  - 2.6.2. Prędkość krytyczna dźwięku w gazie
  - 2.6.3. Temperatura gazu w stanie spoczynku
  - 2.6.4. Ciśnienie stanu początkowego
  - 2.6.5. Charakterystyczne przepływy gazów
  - 2.6.5.1. Przepływ politropowy
  - 2.6.5.2. Przepływ izotermiczny

**SPIS TREŚCI**

- 2.6.5.3. Przepływ adiabaticzny
- 2.7. Współczynnik strat ciśnienia
- 2.8. Współczynnik strat tarcia
- 2.9. Współczynnik strat miejscowych
- 3. OBLICZENIE WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA RUR**
  - 3.1. Wytyczne ogólne
  - 3.2. Współczynnik tarcia rur przy przepływach uwarstwionych
  - 3.3. Współczynnik tarcia rur przy przepływach burzliwych
    - 3.3.1. Współczynnik tarcia rur przy przepływach w strumieniach krytycznej
    - 3.3.2. Współczynnik tarcia dla rur hydraulicznie gładkich
    - 3.3.3. Współczynnik tarcia dla rur chropowatych

**ZALĄCZNIKI**

- Załącznik 1 Rozkład prędkości wzdłuż przewodu przy przepływie izotermicznym
- Załącznik 2 Rozkład prędkości wzdłuż przewodu przy przepływie adiabaticznym
- Załącznik 3 Współczynnik tarcia rur
- INFORMACJE DODATKOWE**
1. Instytucja opracowująca normę
  2. Istotne zmiany w stosunku do PN-70/M-34034
  3. Zbliżone dokumenty normalizacyjne
  4. Autor projektu normy
  5. Tablice pomocnicze
  6. Wykresy dla wyznaczenia współczynników miejscowych strat ciśnienia
  7. Wydanie 4

Zgłoszona przez Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej  
Ustanowiona przez Polski Komitet Normalizacji i Miar dnia 29 grudnia 1976 r.  
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 stycznia 1978 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 2/1977, poz. 6)

Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości

## 1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy, Przedmiotem normy są zasady obliczeń strat ciśnienia podczas przepływu jednokierunkowych gazów lub cieczy w instalacjach rurowodowych o przekroju kołowym, całkowicie wypełnionych czynnikiem.

1.2. Zakres stosowania normy, Normy należy stosować przy obliczeniu strat ciśnienia w rurowodach będąc ich elementami składowymi przy przepływie ustalonym, ciągłym, jednorodnym gazów lub cieczy przy przepływie w zakresie prędkości podprzewodnych.

## 1.3. Określenia

1.3.1. Stian spoczynku (zakamowania) - stian dla czynnika o prędkości  $w_0 = 0$ . Dla gazu o parametrach  $T_1$  i  $P_1$ , płynącego z prędkością  $w_1$ , stian spoczynku należy określać według odwracanej przemiary sprzężenia izentropowego Dla gazu wolnego przepływu do rurowodu ze stian spoczynku rzeczywiste parametry gazu płynącego rurowodem należy określać według odwracanej przemiary rozprężenia izentropowego ze stian spoczynku.

1.3.2. Srednia prędkość przepływu (w porządkowym przekroju rurowodu) - ilorz obiętościowego natężenia przepływu  $Q$  i pola przekroju rurow.  $F$ .

1.3.3. Współczynnik strat ciśnienia  $Z$  - ilorz ubytku energii ciśnienia czynnika  $\Delta p$  przy jego przepływie przez element rurowodu oraz całkowicie energii kinetycznej

$$Z = \frac{\Delta p}{\rho \frac{w^2}{2}} \quad (1)$$

1.3.4. Współczynnik Salmi-Ventura-Cortalisa  $\sigma$  - stosunek rzeczywistej energii kinetycznej strumienia płynu do jego energii kinetycznej (liczonej względem prędkości średniej).

1.3.5. Bazowa strupowatość rurow  $k$  - wielkość określająca charakter nierówności wewnętrznej powierzchni rurow przyjmowana według danych wydawcy lub według pomiarów. <sup>1)</sup>

1.3.6. Względna strupowatość rurow  $\epsilon$  - ilorz bezwzględnej strupowatości rurow  $k$  i wewnętrznej średnicy rurow  $d$ .

$$\epsilon = \frac{k}{d} \quad (2)$$

<sup>1)</sup> Bez względu na strupowatość rurow zestaw jest od materiału rurow, sposobu jej produkcji, a ponadto zależy od warunków eksploatacji rurow i czasu użytkowania. Orientacyjnie wartości bezwzględnej strupowatości można przyjąć według informacji dodatkowych D. 5, tabl. 1.

1.3.7. Współczynnik strat ciepła  $Z_T$  - ilorz wywołanego tarciem ubytku energii mechanicznej czynnika i jego energii kinetycznej.

1.3.8. Współczynnik strat ciśnienia  $Z_M$  - ilorz wywołanego oporem nieścierowym ubytku energii mechanicznej czynnika i jego energii kinetycznej.

## 1.4. Zestawienie wartościowych oznaczeń

Symbol	Jednostka miary SI	Jednostka miary techniczna	Wielkość
1	2	3	4
$A$	-	kcal (kg·m)	ciepłota równoważnik pracy mechanicznej (przelicznik $A = \frac{1 \text{ kcal}}{427 \text{ kg} \cdot \text{m}}$ )
$q$	m/s	m/s	prędkość dźwięku
$q_m$	m/s	m/s	krzyżowa prędkość dźwięku w gazie dla parametrów spoczynku
$c_p$	J/(kg·K)	kcal/(kg·K)	ciepota właściwa przy stałym ciśnieniu
$d$	m	m	wewnętrzna średnica rurow
$\epsilon$	-	-	względna strupowatość rurow
$F$	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pole przekroju rurow
$g$	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	normalne przyspieszenie ziemskie ( $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ )
$h$	m	m	wysokość potężenia
$k$	m	m	bezwzględna strupowatość rurow
$l$	m	m	długość rurow
$M_a$	-	-	liczba Macha
$n$	-	-	wykładnik polilogary
$p$	Pa	kgf/m <sup>2</sup>	ciśnienie bezwzględne
$\Delta p$	Pa	kgf/m <sup>2</sup>	strata ciśnienia
$Q$	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	natężenie przepływu objętościowego
$R$	J/(kg·K)	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	indywidualna stała gazowa
$Re$	-	-	liczba Reynoldsa
$T$	K	K	temperatura bezwzględna
$w$	J/kg	kcal/kg	energia wewnętrzna właściwa
$w$	m/s	m/s	średnia prędkość przepływu

cd. tablicy

Symbol	Jednostka miary SI	Wielkość
1	2	3
Z	-	współczynnik strat ciśnienia
$\alpha$	-	współczynnik Saint-Venanta-Corlissa
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	gęstość
$\kappa$	-	wykładnik adiabaty
$\lambda$	-	współczynnik tarcia
$\nu$	m <sup>2</sup> /s	kinematyczny współczynnik lepkości

Indeksy: 1 - stan początkowy, 2 - stan końcowy,  $\bar{1}$  - stan bieżący, 0 - stan spoczynku,  $d$  - wielkość odniesiona do wewnętrznej średnicy rury.

1.5. Układ wzorów. Wzory w normie podano dla układu SI jako podstawowe oraz dla układu technicznego jako pomocnicze z numerami podporządkowanymi wzorom podstawowym (z litera a).

## 2. OBLICZENIE STRAT CIŚNIENIA

2.1. Bilans energetyczny czynnika płynącego rurociągiem w przekrojach 1 i 2, gdy przepływ odbywa się bez wymiany ciepła i masy w N/m<sup>2</sup> wyraża się wzorem

$$P_1 + g\varrho_1 h_1 + \alpha_1 \varrho_1 \frac{w_1^2}{2} + \varrho_1 u_1 = P_2 + g\varrho_2 h_2 + \alpha_2 \varrho_2 \frac{w_2^2}{2} + \varrho_2 u_2 \quad (3)$$

lub w kg/m<sup>2</sup>

$$P_1 + \frac{1}{g, 981} (g\varrho_1 h_1 + \alpha_1 \varrho_1 \frac{w_1^2}{2} + \varrho_1 u_1) = \quad (3a)$$

$$= P_2 + \frac{1}{g, 981} (g\varrho_2 h_2 + \alpha_2 \varrho_2 \frac{w_2^2}{2} + \varrho_2 u_2)$$

Dla czynników nieściśnialnych należy przyjąć  $u_1 = u_2 = u$  oraz  $\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho$ , przy czym dla osłowosymetrycznego pola prędkości czynnika  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ . Współczynnik  $\alpha$  należy przyjmować dla:

- przepływu uwarstwionego  $\alpha = 2$ ,
- przepływu burzliwego  $\alpha = 1$ .

2.2. Strata ciśnienia wywołana oporami przepływu czynnika przez element rurociągu. Stratę tę należy obliczać w N/m<sup>2</sup> ze wzoru

$$\Delta p_i = Z_i \varrho_i \frac{w_i^2}{2} \quad (4)$$

lub w kg/m<sup>2</sup> ze wzoru

$$\Delta p_i = Z_i \varrho_i \frac{w_i^2}{g, 981 \cdot 2} \quad (4a)$$

2.3. Strata ciśnienia wywołana oporami przepływu czynnika przez odcinek rurociągu. Stratę tę należy obliczać ze wzoru

$$\Delta p_{m-n} = \sum_{l=m}^n \Delta p_i \quad (5)$$

2.4. Charakter przepływu czynnika w rurociągu. Warunki hydrauliczne określa liczba Reynoldsa

$$Re = \frac{w d}{\nu} \quad (6)$$

Liczbę Reynoldsa należy obliczać dla przeciętnych warunków przepływu czynnika w rurze, przy czym:

$Re < 2300$  określa przepływ jako uwarstwiony,

$Re \geq 2300$  określa przepływ jako burzliwy.

Strefę, w której  $2300 \leq Re < 4000$ , określa się jako strefę krytyczną, w której ruch burzliwy jest niestabilizowany. Poza strefę krytyczną, gdy  $Re \geq 4000$ , ruch burzliwy określa się jako ustabilizowany. Ustabilizowanie się warunków hydraulicznych zachodzi w określonej odległości od wlotu czynnika w rurę.

Długość odcinka wstępnego od wlotu czynnika w rurę do ustabilizowania się przepływu uwarstwionego określa się w metrach ze wzoru

$$l = (0, 029 \dots 0, 06) d Re \quad (7)$$

Długość odcinka wstępnego od wlotu czynnika w rurę do ustabilizowania się przepływu burzliwego określa się w metrach ze wzoru

$$l = (7, 98 \log Re - 4, 35) d \quad (8)$$

2.5. Przepływ cieczy należy traktować jako przepływ czynników, dla których zmiany gęstości bądź ciężaru właściwego nie mają praktycznego wpływu na wyniki obliczenia strat ciśnienia.

Straty ciśnienia przy przepływie cieczy należy obliczać pomijając ściśliwość cieczy.

## 2.6. Przepływy gazów

2.6.1. Ustalenia ogólne. Przepływy gazów należy traktować jako przepływy czynników ze zmienną gęstością bądź ciężaru właściwego czynnika.

Strata ciśnienia czynnika przy przepływie z uwzględnieniem rozprężenia czynnika jest większa od straty ciśnienia z pominięciem tego rozprężenia. Przemiany termodynamiczne podczas przepływu czynnika w rurociągu podporządkowane są ogólnej przemianie politropowej. W szczególnym przypadku przemiany politropowej przepływ może być izotermiczny bądź adiabatyczny.

Prędkość gazu w rurociągu wzrosnąć może jedynie do określonej wartości  $w_{max}$ , której nie może przekroczyć. Prędkość ta jest zależna wyłącznie od początkowych parametrów gazu.

**2.6.2. Prędkość krytyczna dźwięku w gazie.** W celu ułatwienia postępowania się wzorami i wykresami normy, dla sprawnego określenia strat ciśnienia przepływu izotermicznego bądź przepływu adiabaticznego, należy określić krytyczną prędkość dźwięku w gazie w m/s wg wzoru

$$a_c = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa+1} RT_0} \quad (9)$$

lub

$$a_c = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa+1} 9,81 RT_0} \quad (9a)$$

**2.6.3. Temperatura gazu w stanie spoczynku.** Temperaturę gazu w stanie spoczynku należy określać

- w K ze wzoru

$$T_0 = T_1 + \frac{w_1^2}{2c_p} \quad (10)$$

lub

- w K ze wzoru

$$T_0 = T_1 + \frac{A w_1^2}{2 \cdot 9,81 c_p} \quad (10a)$$

**2.6.4. Ciśnienie stanu początkowego.** Gaz będący w zbiorniku w stanie spoczynku przy ciśnieniu  $P_0$  wpływając do rurociągu obniża swe ciśnienie do  $P_1$ . Ciśnienie to należy określać w N/m<sup>2</sup> lub w KG/m<sup>2</sup> wg wzoru

$$P_1 = P_0 \left[ 1 - \frac{\kappa-1}{\kappa+1} \left( \frac{w_1}{a_c} \right)^2 \right]^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \quad (11)$$

### 2.6.5. Charakterystyczne przepływy gazów

**2.6.5.1. Przepływ politropowy.** Wykładnik politropy  $n$  i prędkość czynnika  $w_2$  na końcu odcinka rurociągu powiązane są ze sobą wzorami (12) i (13)

$$Z = \left( RT_1 + \frac{n-1}{2n} w_1^2 \right) \left( \frac{1}{w_1^2} - \frac{1}{w_2^2} \right) - \frac{n+1}{n} \cdot 2,303 \log \frac{w_2}{w_1} \quad (12)$$

lub

$$w_{max} = \sqrt{RT_1^n} \quad (15a)$$

$$n = \frac{1}{1 - \frac{2R(T_1 - T_2)}{w_2^2 - w_1^2}} \quad (13)$$

Prędkość  $w_2$  gazu w dowolnym przekroju rurociągu należy wyznaczyć ze wzoru

$$Z = w_2^2 \ln \left( \frac{1}{w_2^2} - \frac{1}{w_2^2} \right) - 4,605 \log \frac{w_2}{w_1} \quad (14)$$

lub

$$Z = \left( 9,81 RT_1 + \frac{n-1}{2n} w_1^2 \right) \left( \frac{1}{w_1^2} - \frac{1}{w_2^2} \right) - \frac{n+1}{n} \cdot 2,303 \log \frac{w_2}{w_1} \quad (12a)$$

$$n = \frac{1}{1 - \frac{2 \cdot 9,81 R(T_1 - T_2)}{w_2^2 - w_1^2}} \quad (13a)$$

Wykładnik  $n$  oraz prędkość  $w_2$  należy wyznaczyć metodą kolejnych przybliżeń, tak aby przynałeżne sobie wartości  $n$  oraz  $w_2$  spełniały jednocześnie wzory (12) i (13) lub (12a) i (13a).

Stratę ciśnienia w odcinku 1 - 2 rurociągu o stałej średnicy należy obliczać w N/m<sup>2</sup> lub KG/m<sup>2</sup> wg wzoru

$$\Delta P_{1-2} = P_1 \left( 1 - \frac{w_1 T_1}{w_2 T_2} \right) \quad (14)$$

Kolejność obliczeń jest następująca:

- ustalenie parametrów czynnika  $R, w_1, T_1, T_2$ .  
- obliczenie współczynnika strat ciśnienia  $Z$  dla odcinka rurociągu wg 2.7,

- ustalenie metodą kolejnych prób i przybliżeń przynałeżnych sobie wykładnika politropy  $n$  i prędkości końcowej  $w_2$  według wzorów (12) i (13) lub (12a) i (13a), w tym celu należy wstępnie przyjąć współczynnik  $n$  i obliczyć  $w_2$  ze wzoru (13) bądź (13a), po czym wstawić obydwie wartości do wzoru (12) bądź (12a) i sprawdzić jego równość, a w przypadku braku równości należy zastosować kolejne przybliżenie z innymi  $n$  i  $w_2$ .

- obliczenie strat ciśnienia  $\Delta P_{1-2}$  wg wzoru (14).

**2.6.5.2. Przepływ izotermiczny.** Największą możliwą prędkość przepływu gazu na końcu rurociągu należy obliczać w m/s wg wzoru

$$w_{max} = \sqrt{RT_1^n} \quad (15)$$

Ciśnienie  $p_2$  gazu w dowolnym przekroju rurociągu, należy obliczać w  $N/m^2$  lub  $KG/m^2$  wg wzoru

$$p_2 = p_1 \frac{w_1}{w_2} \quad (17)$$

Stratę ciśnienia gazu w odcinku 1 - 2 rurociągu należy obliczać w  $N/m^2$  lub  $KG/m^2$  wg wzoru

$$\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2 \quad (18)$$

Zależność wyrażoną wzorem (16) przedstawiono graficznie w załączniku 1, w którym w funkcji współczynnika strat ciśnienia  $Z$  na osi odciętych dla określonego stosunku prędkości  $\frac{w_1}{w_2}$  gazu z odpowiednim wykładnikiem adiabaty  $x$  należy odczytać na osi rzędnych stosunek prędkości  $\frac{w_2}{w_1}$ .

Kolejność obliczeń jest następująca:

(9),  
- obliczenie krytycznej prędkości dźwięku  $a_*$  ze wzoru

$$\frac{w_1}{a_*}$$

- obliczenie stosunku prędkości  $\frac{w_1}{a_*}$ ,  
- obliczenie współczynnika strat ciśnienia  $Z$  dla odcinka rurociągu wg 2. 7,

- wyznaczenie stosunku prędkości  $\frac{w_2}{a_*}$  według wykresu

załącznika 1 w funkcji  $Z$  oraz  $\frac{w_1}{a_*}$ ,

- obliczenie ciśnienia  $p_2$  ze wzoru (17),

- obliczenie strat ciśnienia  $\Delta p_{1-2}$  ze wzoru (18).

**2.6.5.3. Przepływ adiabatyczny.** Największą możliwą prędkość przepływu gazu na końcu rurociągu należy obliczać w  $m/s$  wg wzoru

$$w_{max} = a_* \quad (19)$$

Prędkość  $w_2$  gazu w dowolnym przekroju rurociągu należy obliczyć ze wzoru

$$Z = \frac{M^2}{2x} a_*^2 \left( \frac{1}{w_2^2} - \frac{1}{w_1^2} \right) - A, \quad 605 \log \frac{w_2}{w_1} \quad (20)$$

Ciśnienie  $p_2$  gazu w dowolnym przekroju rurociągu należy obliczać w  $N/m^2$  lub  $KG/m^2$  ze wzoru

$$p_2 = p_1 \frac{\frac{a_*}{w_2} - (x-1) \frac{w_2}{a_*}}{(x+1) \frac{a_*}{w_1} - (x-1) \frac{w_1}{a_*}} \quad (21)$$

Stratę ciśnienia gazu w odcinku 1-2 rurociągu należy obliczać w  $N/m^2$  lub  $KG/m^2$  ze wzoru

$$\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2 \quad (22)$$

Zależność wyrażoną wzorem (20) przedstawiono graficznie w załączniku 2, w którym w funkcji współczynnika strat ciśnienia  $Z$  podanego na osi odciętych i dla określonego

stosunku prędkości  $\frac{w_1}{a_*}$  gazu z odpowiednim wykładnikiem adiabaty  $x$  odczytuje się na osi rzędnych stosunek prędkości  $\frac{w_2}{a_*}$

Kolejność obliczeń jest następująca:

- obliczenie krytycznej prędkości dźwięku  $a_*$  ze wzoru (9),

- obliczenie stosunku prędkości  $\frac{w_1}{a_*}$ ,

- obliczenie współczynnika strat ciśnienia  $Z$  dla odcinka rurociągu wg 2. 7,

- wyznaczenie stosunku prędkości  $\frac{w_2}{a_*}$  według wykresu załącznika 2 w funkcji  $Z$  oraz  $\frac{w_1}{a_*}$ ,

- obliczenie ciśnienia końcowego  $p_2$  ze wzoru (21),  
- obliczenie straty ciśnienia  $\Delta p_{1-2}$  ze wzoru (22).

**2.7. Współczynnik strat ciśnienia** należy obliczyć wg wzoru

$$Z = Z_T + Z_M \quad (23)$$

**2.8. Współczynnik strat tarcia  $Z_T$**  należy obliczać wg wzoru

$$Z_T = \lambda \frac{l}{d} \quad (24)$$

Współczynnik tarcia rur  $\lambda$  dla rur hydraulicznie gładkich i chropowatych należy obliczać wg rozdz. 3. Współczynniki  $\lambda$  dla rur chropowatych można również wyznaczać graficznie wg wykresu podanego w załączniku 3.

**2.9. Współczynnik strat miejscowych  $Z_M$**  jest wielkością wyrażającą ze stopnia zaburzenia ustabilizowanego przepływu czynnika w rurociągu. Współczynnik ten należy przyjmować wg danych wytwórcy dędz wyznaczać metodą pomiaru  $l$ .

### 3. OBLICZENIE WSPÓLCZYNNIKA TARCIA RUR

**3.1. Wytyczne ogólne.** Metody obliczania współczynnika tarcia rur są uzależnione od charakteru przepływu (ustalowanego lub burzliwego) i odnoszą się do przepływów, w których

$$Ma = \frac{w}{a_*} \leq 0,8 \quad (25)$$

Sposób obliczania zależy od wartości liczby Reynoldesa obliczonej wg wzoru (6) oraz od stopnia gładkości rur, miejscazonego względną chropowatością rury, obliczoną wg wzoru (2).

Przy przepływie burzliwym, ustalizowanym, określonym wg 2. 4 rury można traktować jako hydraulicznie gład-

1) Przybliżone wartości współczynników strat miejscowych można przyjmować wg informacji dodatkowych p. 5, tabl. 3 + 8.

kie, gdy względna chropowatość rur jest równa lub mniejsze od granicznej chropowatości.

Dla rur z równomierną chropowatością, graniczną chropowatość należy obliczać wg wzoru Filionienko - Altšula

$$\epsilon_{gran} = \frac{18 \log Re - 16,4}{Re} \quad (26)$$

będź przy  $Re \leq 10^5$  wg wzoru Blasiusa

$$\epsilon_{gran} = 17,85 Re^{-0,875} \quad (27)$$

Dla rur z nierównomierną chropowatością, graniczną chropowatość należy obliczać wg przybliżonego wzoru Altšula - Ljačera

$$\epsilon_{gran} = \frac{23}{Re} \quad (28)$$

3.2. Współczynnik tarcia rur przy przepływach uwarunkowanych ( $Re \leq 2300$ ) dla rur należy obliczać wg wzoru Hagea - Polisseuille'a

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (29)$$

3.3. Współczynnik tarcia rur przy przepływach turbulentnych

3.3.1. Współczynnik tarcia rur przy przepływach w słabie krytycznej ( $2300 \leq Re \leq 4000$ ) dla gazociągów, można obliczać wg wzoru Zajcenki

$$\lambda = 0,0025 \sqrt[3]{Re} \quad (30)$$

3.3.2. Współczynnik tarcia dla rur hydraulicznie gładkich ( $Re > 4000$ ,  $e \leq \epsilon_{gran}$ ) należy obliczać wg wzoru Prandla-Karmana

$$\lambda = \left( 2 \log \frac{\sqrt{Re}}{2,51} \right)^{-2} \quad (31)$$

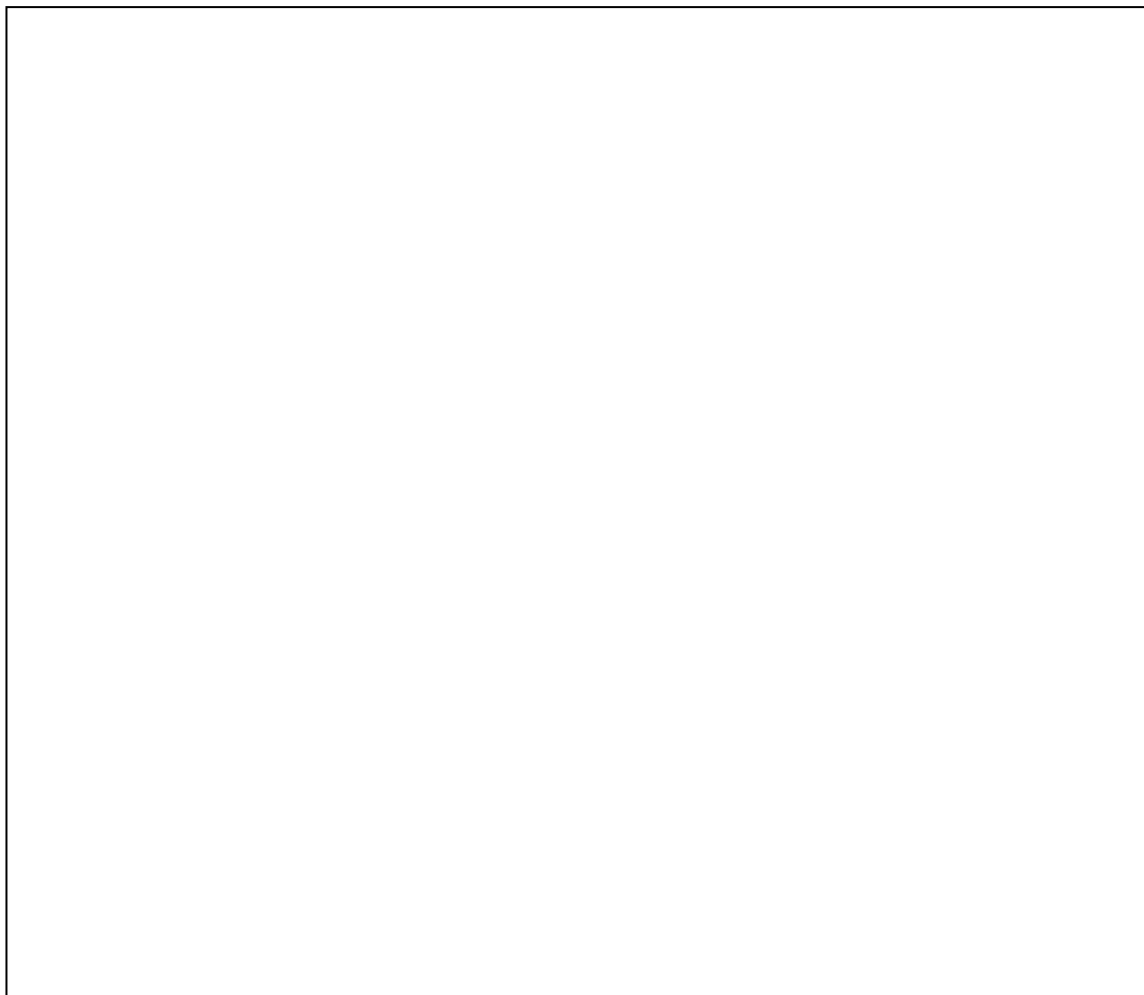
3.3.3. Współczynnik tarcia dla rur chropowatych ( $Re > 4000$ ,  $e > \epsilon_{gran}$ ) należy obliczać wg wzoru Colebrook-White'a

$$\lambda = \left[ -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{e}{3,72} \right) \right]^{-2} \quad (32)$$

K O N I E C

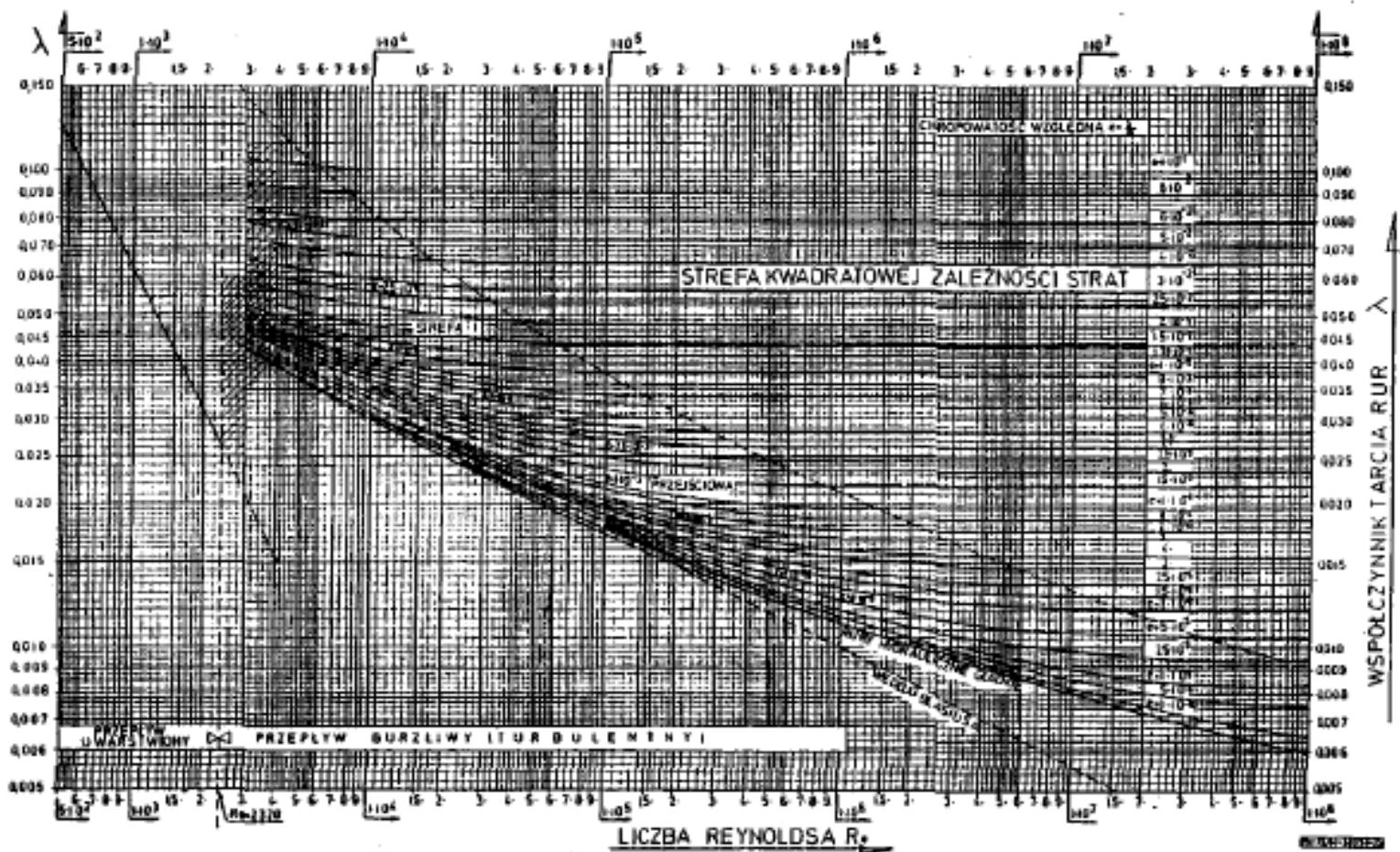
Załączniki 3

Informacje dodatkowe



WSPÓLCZYNNIK TARCIA RUR

ZALĄCZNIK 3

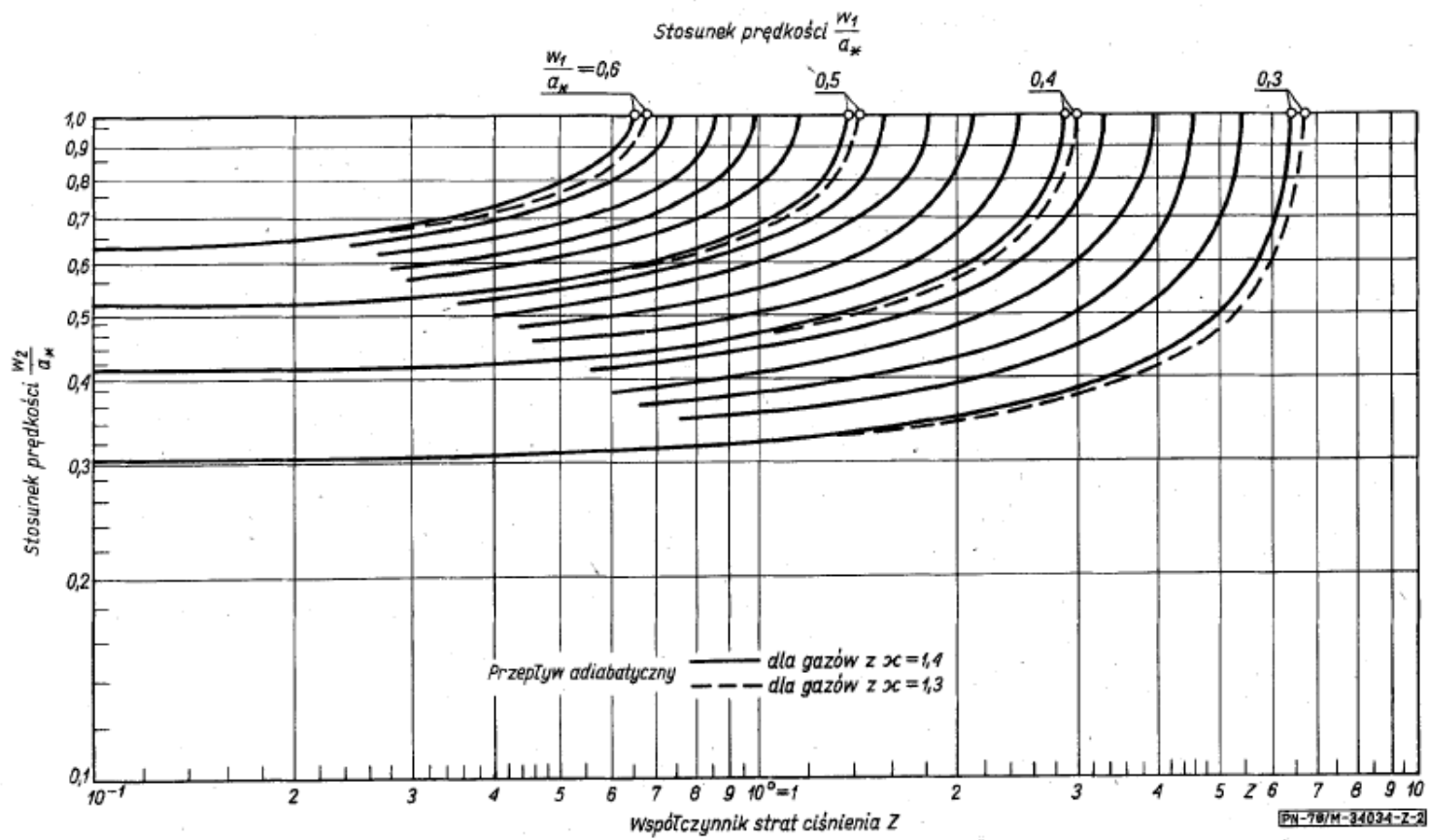


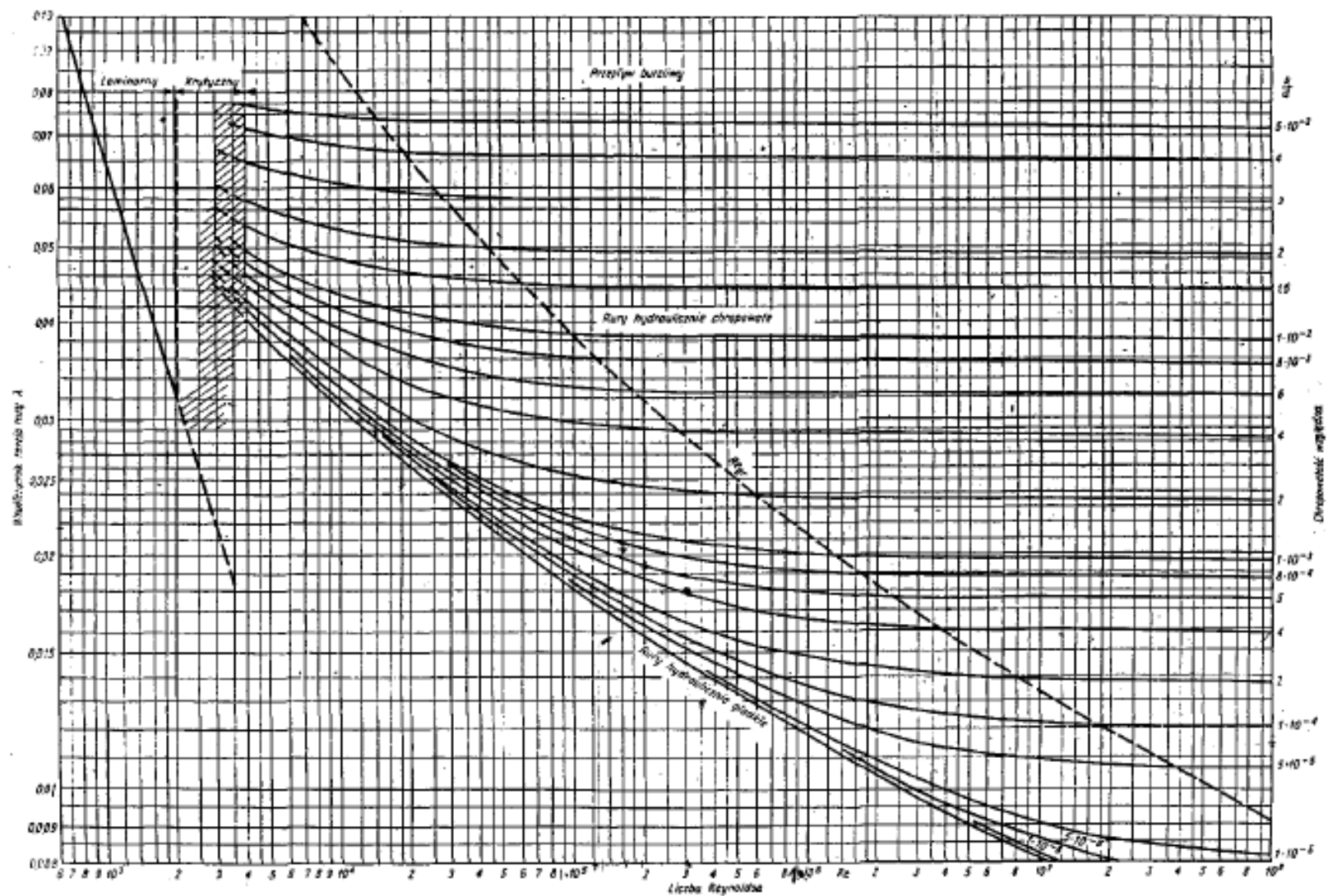
WSPÓLCZYNNIK TARCIA RUR

© 2000



ROZKŁAD PRĘDKOŚCI WZDŁUŻ PRZEWODU PRZY PRZEPLYWIE ADIABATYCZNYM





Rys. 21-6. Wykres zależności współczynnika oporu hydraulicznego  $\lambda$  od liczby Reynoldsa  $Re$  i ciężkości względnej wg Colebrooka i White'a (PN-74/M-34034)

## INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę – Instytut Energetyki. 5. Tablice pomocnicze
2. Istotne zmiany w stosunku do PN-70/M-34034
- a) Tablica I-1. Orientacyjne bezwzględne chropowatości rur, b) Tablica I-2. Orientacyjne zalecane prędkości przepływu w rurociągach, c) Tablica I-3 ÷ I-8. Współczynniki miejscowych strat
- a) dostosowano treść normy do przebiegu inżynierskich obliczeń, b) usunięto z informacji dodatkowych zasady przybliżonych obliczeń strat ciśnienia gazów, c) poszerzono informacje dodatkowe o dodatkowe pozycje współczynników miejscowych strat ciśnienia, d) poszerzono informacje dodatkowe o wykresy dla wyznaczenia współczynników miejscowych strat ciśnienia.
3. Zbliżone dokumenty informacyjne
- VDI Handbuch – Energietechnik, Wärme-technische Arbeitssmappe 1967, T. 7
4. Autor projektu normy – mgr inż. Teodor Pampuch, Bureau Studiów i Projektów Energetycznych – Energoprojekt, Katowice.
- Tablica I-4, Kolana gięte  
- Tablica I-5, Kolana segmentowe i faldowane  
- Tablica I-6, Trójniki  
- Tablica I-7, Armatura  
- Tablica I-8, Kompensatory, zbiorniki

Tablica I-1. Orientacyjne bezwzględne chropowatości rur

Lp.	Materiał i rodzaj rury	Stan powierzchni i warunki eksploatacji		Bезwzględna chropowatość rury $k \cdot 10^3$ m	
		1	2		3
2	Rury stalowe walcowane	aluminium	gładkie	gładkie	0,0015 ÷ 0,010
			nowe, nie używane	nowe, nie używane	0,015 ÷ 0,06
			oczyszczone, eksploatowane kilka lat	oczyszczone, eksploatowane kilka lat	0,02 ÷ 0,10
			bituminiowane	bituminiowane	do 0,04
			ciepłownicze przy zrzędy pary przegrzanej bądź wody chemicznej zmieszanej i odgazowanej	ciepłownicze przy zrzędy pary przegrzanej bądź wody chemicznej zmieszanej i odgazowanej	0,10
			gazociągi po roku eksploatacji	gazociągi po roku eksploatacji	0,12
			gazociągi w przepompowni szybu wiertniczego w różnych warunkach po dłuższej eksploatacji	gazociągi w przepompowni szybu wiertniczego w różnych warunkach po dłuższej eksploatacji	0,04 ÷ 0,20
			gazociągi w szybie wiertniczym w różnych warunkach po dłuższej eksploatacji	gazociągi w szybie wiertniczym w różnych warunkach po dłuższej eksploatacji	0,06 ÷ 0,22
			przewody pary nasyconej i wody gorącej przy nieznacznych ubytkach wody do 0,5% i przy odgazowaniu wody uzupełniającej	przewody ciepłownicze bez uwzględnienia źródła uzupełnienia	0,20
			przewody ciepłownicze dla średnich warunków eksploatacji	przewody naftowe dla średnich warunków eksploatacji	0,20
	przewody nieznacznie skorodowane	0,4			
	przewody z niedużymi osadami kamienia	0,4			
	przewody pary okresowo eksploatowane i przewody kondensatu z otwartym przetłaczaniem	0,5			
	przewody powietrza od sprężarek	0,8			
	przewody po kilku latach eksploatacji w różnych warunkach (skorodowane lub z niedużymi osadami)	0,15 ÷ 1,0			

cd. tabl. L-1

Lp.	Materiał i rodzaj rury	Stan powierzchni i warunki eksploatacji	1	2	3	4	5	
1								
2	Rury stalowe walcowane	<p>przewody kondensatu periodycznie eksploatowane, przewody wody grzewczej, przy braku odgazowania i chemicznego zmiękczenia wody uzupełniającej i przy znacznych ubytkach wody z sieci (1,5 + 3%)</p> <p>przewody wody w eksploatacji</p> <p>przewody z większymi osadami kamienia</p> <p>przewody z powierzchni w złym stanie z nierównomiernie ułożonymi połączeniami</p> <p>nowe lub stare w dobrym stanie, połączenia spawane lub zgrzewane</p> <p>nowe bitumiczne</p> <p>będące w eksploatacji, powłoka częściowo usunięta, skorodowane</p> <p>będące w eksploatacji, równomiernie skorodowane</p> <p>bez wgłębień w miejscach połączeń, pokryte powłoką o grubości około 10 mm, dobry stan powierzchni</p> <p>magistralne przewody gazu po znacznej eksploatacji</p> <p>z pojedynczym lub podwójnym szwem z zewnątrz pokryte warstwą o grubości 10 mm lub bez warstwy, lecz nie skorodowane</p> <p>w procesie eksploatacji z wodą, lecz nie skorodowane</p> <p>z zewnątrz pokryte powłoką, lecz nie wolne od korozji, zanieczyszczone</p> <p>z podwójnym poprzecznym szwem, nie skorodowane, zanieczyszczone przez eksploatację z wodą</p> <p>małe osady</p> <p>z podwójnym poprzecznym szwem, silnie skorodowane</p> <p>znaczne osady</p> <p>niejskie gazociągi około 25 lat eksploatowane, nierównomierne osady smoły i natlienu</p> <p>powierzchnie rur w złym stanie, nierównomiernie ułożone połączenia</p> <p>nitowane wzdłuż i w poprzek z jednym rzędem nitów, z zewnątrz pokryte powłoką (grubość warstwy 10 mm), dobry stan powierzchni</p> <p>z podwójnym wzdłużnym i pojedynczym poprzecznym nitowaniem, z zewnątrz pokryte powłoką o grubości 10 mm lub bez, lecz nie skorodowane</p> <p>z pojedynczym poprzecznym, z podwójnym wzdłużnym nitowaniem, z zewnątrz smółkowane lub pokryte powłoką (grubość warstwy 10 + 20 mm)</p> <p>z czterema lub sześcioma podłużnymi rzędami nitów, dłuższy czas w eksploatacji</p> <p>z czterema poprzecznymi i sześcioma podłużnymi rzędami nitów, połączenia z zewnątrz pokryte powłoką</p> <p>powierzchnie rur w złym stanie, nierównomiernie rozłożone połączenia</p> <p>niepokostowane</p> <p>pokostowane</p> <p>czyste ocynkowane, nowe</p> <p>zwyczajnie ocynkowane</p>	1,2 ± 1,5	około 3,0	około 0,10	około 0,05	około 0,10	około 0,15
3	Rury stalowe spawane							
4	Rury stalowe nitowane							
5	Rury cienkościennie z blachy							
6	Rury stalowe ocynkowane							

Bez względu na chropowatość rury  
K = 10<sup>3</sup>  
m

cd. tabl. I-1

Lp.	Materiał i rodzaj rury	Stan powierzchni i warunki eksploatacji	Bez względu na chropowatość rury k · 10 <sup>3</sup> m
1	2	3	4
7	Rury z blachy stalowej ocynkowane	nowe będące w eksploatacji na wodę nowe	0,15 0,18 0,25 ± 1,0
8	Rury żeliwne	nowe, bituminizowane	0,10 ± 0,15
		asfaltowane	0,12 ± 0,30
		wodne będące w eksploatacji	1,4
		będące w eksploatacji skorodowane	1,0 ± 1,5
		z osadami	1,0 ± 1,5
		ze znacznymi osadami	2,0 ± 4,0
9	Rury betonowe	oczyszczone po kilku latach eksploatacji	0,3 ± 1,5
		silnie skorodowane	do 3,0
		dobrze wyglądzone powierzchniowo	0,3 ± 0,8
		średnie warunki gładkości	2,5
		szorstkie powierzchniowo	3 ÷ 9
Rury żelbetonowe	nowe	2,5	
	używane	0,05 ± 0,10 około 0,60	
Rury azbestowo-cementowe	używane	około 0,60	

Tablica I-2. Orientacyjne zalecane prędkości przepływu w rurociągach

Czynnik	Rodzaje rurociągu	Prędkość m/s	
1	2	3	
Woda	ruro- ciąg ssaw- ny pomp	ogólnie, w zależności od wysokości ssania, długości rurociągu, temperatury	0,5 ± 1,0
		dla pomp wirowych przy niskiej temperaturze	do 2,0
		dla pomp specjalnych dla wody gorącej (pracujących z napływem)	do 3,0
		wodny, zapowietrzony, korodujący	do 4,0
		zasilający kotły	1,3 ± 3,0
		zasilający, awaryjny, obejściowy	do 5,0
		magistrali ciepłowniczej	2,0 ± 3,0
		ścieki ciepłowniczej odgałęzianej	1,0 ± 2,0
		ścieki ciepłowniczej przyłączeniowej	do 1,0
		magistrali wodnej	1,3 ± 3,0
		ścieki wodnej miejskiej	0,5 ± 1,0
		zasilanie turbin	1,0 ± 7,0
		Para wodna	pary nasyconej
pary zasilającej maszyny tłokowe	10 ± 25		

cd. tabi. L-2

Czynnik	Rodzaje rurocięgu		Prędkość m/s
	1	2	
Para wodna	Parę przegrzaną przy $\pi = 0,025$		35 ± 45
	Parę przegrzaną przy $\pi = 0,05$		40 ± 50
	Parę przegrzaną przy $\nu = 0,1$		45 ± 55
Prowleńże	Parę przegrzaną przy $\nu = 0,2$		50 ± 60
	Parę przegrzaną ponad 773 K i ponad 12,5 MN/m <sup>2</sup> (około 125 kg/cm <sup>2</sup> )		40 ± 50
Gaz	ciśnieniowy		2 ± 15
	wysokościłnieniowy (magistrala dalekosiężna)		10 ± 25
	niskościłnieniowy		5 ± 10
Ocieł	Instalacji domowej		do 1,0
			1,0 ± 2,0

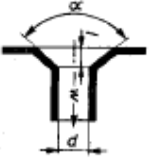






1)  $\nu$  - objętość właściwa czynnika w m<sup>3</sup>/kg.Tabela L-3 Włóty, zworki, przegrody, rozszerzenia, wyloty dla  $Re > 10^4$ 

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z															
	nazwa	nazwa																
1		włoty prosty z okrągłymi przegrodami	$\frac{D}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,12	0,16	0,16	0,2	0,2	
			Z	1,0	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,40	0,42	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
			Z (łoczony)	1,0	0,65	0,49	0,39	0,32	0,27	0,22	0,18	0,10	0,08	0,03				
2		włoty prosty z okrągłymi przegrodami w ścianie	$\frac{D}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,12	0,16	0,16	0,2	0,2	
			Z	0,5	0,43	0,36	0,31	0,26	0,22	0,20	0,15	0,09	0,06	0,03				
			Z	0,5	0,43	0,36	0,31	0,26	0,22	0,20	0,15	0,09	0,06	0,03				
3		włoty prosty z okrągłymi przegrodami na wlocie	$\frac{D}{d}$	0,10	0,135	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30	0,40	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
			Z	0,90	0,45	0,19	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03					
			Z	0,50	0,34	0,17	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03					
4		włoty prosty stołkowy	$\frac{R}{d}$	0,65	0,36	0,25	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
			Z	0,65	0,36	0,25	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
			Z	0,65	0,36	0,25	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

$\frac{L}{d}$	Z wg następującego zestawienia							
	0°	10°	20°	30°	40°	60°	100°	140°
0,025	1,0	0,96	0,93	0,90	0,86	0,80	0,59	0,50
0,050	1,0	0,93	0,86	0,80	0,75	0,67	0,58	0,53
0,075	1,0	0,87	0,75	0,65	0,59	0,50	0,46	0,50
0,10	1,0	0,80	0,67	0,55	0,49	0,41	0,41	0,44
0,15	1,0	0,76	0,58	0,43	0,35	0,25	0,27	0,38
0,25	1,0	0,66	0,45	0,30	0,22	0,17	0,22	0,34
0,60	1,0	0,46	0,27	0,18	0,14	0,13	0,21	0,33
1,0	1,0	0,32	0,20	0,14	0,11	0,10	0,10	0,30

cd. tabl. 1-3

L.p.	Element		nazwa	Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																
	kształt			Z wg następującego zestawienia																
				$\frac{f}{D}$	$\alpha$															
					0°	10°	20°	30°	40°	60°	100°	140°	180°							
5			wlot prosty stożkowy w ścianie	0,025	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,42	0,45	0,50							
				0,050	0,50	0,45	0,41	0,36	0,33	0,30	0,35	0,42	0,50							
				0,075	0,50	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,30	0,40	0,50							
				0,10	0,50	0,39	0,32	0,25	0,22	0,18	0,27	0,38	0,50							
				0,15	0,50	0,37	0,27	0,20	0,16	0,15	0,25	0,37	0,50							
				0,60	0,50	0,27	0,18	0,13	0,11	0,12	0,23	0,36	0,50							
								$Z = 1,4$ lub względem prędkości $w_D$ $Z_0 = \frac{A}{d} \left[ 1 + \frac{D^2}{d^2} + \left( \frac{D}{d} \right)^3 \right]$												
								$A$ wg następującego zestawienia												
								$\frac{D}{d}$	$\alpha$											
									4°	6°	8°	20°								
				1,2	9,3	6,2	4,6	1,8												
				1,4	6,7	4,5	3,3	1,3												
				1,6	5,1	3,4	2,5	1,0												
				1,8	4,1	2,7	2,0	0,8												
				2,0	3,4	2,3	1,7	0,7												
7			zweźka uskokowa	$Z = 0,5 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$																
8			zweźka zaokrąglona	$Z = Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$ przy czym $Z_0 = f \left( \frac{f}{D} \right)$ należy wyznaczyć jak Z dla tp. 2																
9			zweźka stożkowa	$Z = Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$ przy czym $Z_0 = f \left( \frac{f}{D} \right)$ należy wyznaczyć jak Z dla tp. 5																
10			wlot w rurę w odstępie $b = 0$ od ścianki	$\frac{D}{d}$	$\frac{b}{D}$															
				0	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	$\infty$						
11			wlot w rurę w odstępie $b < 0,5$ od ścianki	0	0,5	0,57	0,63	0,68	0,73	0,80	0,86	0,92	0,97	1,00	1,00					
				0,004	0,5	0,54	0,59	0,63	0,67	0,74	0,80	0,86	0,90	0,94	0,94					
				0,008	0,5	0,53	0,55	0,58	0,62	0,68	0,74	0,81	0,85	0,88	0,88					
				0,012	0,5	0,52	0,53	0,55	0,56	0,63	0,68	0,75	0,79	0,83	0,83					
				0,016	0,5	0,51	0,51	0,53	0,55	0,58	0,64	0,70	0,74	0,77	0,77					
				0,020	0,5	0,51	0,51	0,52	0,53	0,55	0,60	0,66	0,69	0,72	0,72					
				0,024	0,5	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,58	0,62	0,65	0,68	0,68					
				0,030	0,5	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,54	0,57	0,59	0,61	0,61					
				0,040	0,5	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,54	0,54					
				$\geq 0,050$	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50					
12			wlot w rurę w odstępie $\frac{b}{D} \geq 0,5$ od ścianki	$\frac{D}{d}$	$\frac{b}{D}$															
				0	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	$\infty$						

cd. tabl. 1-3

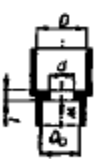

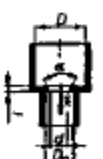
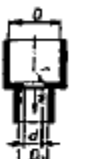



Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																							
	Kształt	nazwa																								
13		zwężka uskokowa z wysuniętym wiatłem z ostrą krawędzią	$Z = Z_0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$ <p>przy czym <math>Z_0 = f\left(\frac{R}{d}, \frac{h}{d}\right)</math> należy wyznaczyć jak Z dla lp. 10</p>																							
14		zwężka uskokowa z wysuniętym wiatłem zaokrąglonym	$Z = Z_0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$ <p>przy czym <math>Z_0 = f\left(\frac{r}{d}\right)</math> należy wyznaczyć jak Z dla lp. 1</p>																							
15		zwężka uskokowa z wysuniętym wiatłem stożkowym	$Z = Z_0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$ <p>przy czym <math>Z_0 = f\left(\alpha, \frac{d}{D}\right)</math> należy wyznaczyć jak Z dla lp. 4</p>																							
16		wiatł skośny w rurę	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">x</td> <td>20°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>70°</td> <td>80°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>0,96</td> <td>0,91</td> <td>0,81</td> <td>0,70</td> <td>0,63</td> <td>0,56</td> <td>0,50</td> </tr> </table> <p>Z</p>	x	20°	30°	45°	60°	70°	80°	90°	0,96	0,91	0,81	0,70	0,63	0,56	0,50								
x	20°	30°	45°		60°	70°	80°	90°																		
	0,96	0,91	0,81	0,70	0,63	0,56	0,50																			
17		kryza osłona krawędziowa cienkościenna	$Re \geq 10^5, \quad Z = \left(1 + 0,707 \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}\right) \left(\frac{D^2}{d^2}\right)^2$ $Re < 10^5, \quad Z = \left[Z_0 + A \left(Z_0 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2\right] \left(\frac{D^2}{d^2}\right)$ <p><math>Z_0, Z_0', A</math> jak dla lp. 28</p>																							
18a		kryza grubościenna	$Z = \left(Z_0 + \frac{A l}{d}\right) \left(\frac{D^2}{d^2}\right)^2$ $Z_0 = \left(0,5 + T \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}\right) \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) + \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$ <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\frac{l}{d}</math></td> <td>0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> <td>1,4</td> <td>2,0</td> <td>2,4</td> <td>&gt;2,4</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>1,35</td> <td>1,22</td> <td>1,10</td> <td>0,94</td> <td>0,42</td> <td>0,24</td> <td>0,10</td> <td>0,02</td> <td>0</td> </tr> </table>	$\frac{l}{d}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	2,0	2,4	>2,4	T	1,35	1,22	1,10	0,94	0,42	0,24	0,10	0,02	0		
$\frac{l}{d}$	0	0,2	0,4		0,6	0,8	1,0	1,4	2,0	2,4	>2,4															
	T	1,35	1,22	1,10	0,94	0,42	0,24	0,10	0,02	0																
18b		kryza grubościenna	$Z = \left(Z_0 + A Z_0 + \lambda \frac{l}{d}\right) \left(\frac{D^2}{d^2}\right)^2$ <p><math>Z_0, A</math> jak dla lp. 28 <math>Z_0'</math> jak dla lp. 18a</p>																							
19		kryza z ukosem	$Z = \left[1 + \sqrt{Z_0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) - \frac{d^2}{D^2}}\right]^2 \left(\frac{D^2}{d^2}\right)^2$ <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\frac{l}{d}</math></td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td>≥0,16</td> </tr> <tr> <td><math>Z_0</math></td> <td>0,46</td> <td>0,42</td> <td>0,38</td> <td>0,35</td> <td>0,29</td> <td>0,23</td> <td>0,16</td> <td>0,13</td> </tr> </table>	$\frac{l}{d}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	≥0,16	$Z_0$	0,46	0,42	0,38	0,35	0,29	0,23	0,16	0,13				
$\frac{l}{d}$	0,01	0,02	0,03		0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	≥0,16																
	$Z_0$	0,46	0,42	0,38	0,35	0,29	0,23	0,16	0,13																	
20		kryza z wyobleniem	$Z = \left[1 + \sqrt{Z_0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) - \frac{d^2}{D^2}}\right]^2 \left(\frac{D^2}{d^2}\right)^2$ <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\frac{l}{d}</math></td> <td>0</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td>≥0,2</td> </tr> <tr> <td><math>Z_0</math></td> <td>0,5</td> <td>0,44</td> <td>0,37</td> <td>0,31</td> <td>0,26</td> <td>0,22</td> <td>0,19</td> <td>0,15</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> </tr> </table>	$\frac{l}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,16	≥0,2	$Z_0$	0,5	0,44	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15	0,09	0,06
$\frac{l}{d}$	0	0,01	0,02		0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,16	≥0,2														
	$Z_0$	0,5	0,44	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15	0,09	0,06															



cd. tabl. I-3

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																											
	kształt	nazwa																												
21		otwór w ścianie $\frac{d}{D} \leq 0,015$	Z wg następującego zestawienia																											
			<table border="1"> <tr> <td>Re</td> <td>25</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>400</td> <td><math>10^3</math></td> <td><math>2 \cdot 10^3</math></td> <td><math>1 \cdot 10^3</math></td> <td><math>10^4</math></td> <td><math>2 \cdot 10^4</math></td> <td><math>10^5</math></td> <td><math>2 \cdot 10^5</math></td> <td><math>\geq 10^6</math></td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>2,94</td> <td>2,43</td> <td>2,23</td> <td>2,04</td> <td>1,92</td> <td>1,91</td> <td>1,95</td> <td>2,01</td> <td>2,1</td> <td>2,32</td> <td>2,49</td> <td>2,7</td> <td>2,9</td> <td>2,85</td> </tr> </table>	Re	25	40	60	100	200	400	$10^3$	$2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$10^4$	$2 \cdot 10^4$	$10^5$	$2 \cdot 10^5$	$\geq 10^6$	Z	2,94	2,43	2,23	2,04	1,92	1,91	1,95	2,01	2,1	2,32	2,49
Re	25	40	60	100	200	400	$10^3$	$2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$10^4$	$2 \cdot 10^4$	$10^5$	$2 \cdot 10^5$	$\geq 10^6$																
Z	2,94	2,43	2,23	2,04	1,92	1,91	1,95	2,01	2,1	2,32	2,49	2,7	2,9	2,85																
22		otwór w ścianie $\frac{d}{D} \leq 0,015$	Z wg następującego zestawienia																											
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{d}</math></td> <td>0</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,10</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>2,85</td> <td>2,9</td> <td>2,7</td> <td>2,6</td> <td>2,5</td> <td>2,41</td> <td>2,33</td> <td>2,18</td> <td>2,08</td> <td>1,98</td> <td>1,84</td> <td>1,80</td> </tr> </table>	$\frac{L}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	Z	2,85	2,9	2,7	2,6	2,5	2,41	2,33	2,18	2,08	1,98	1,84	1,80	
$\frac{L}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20																		
Z	2,85	2,9	2,7	2,6	2,5	2,41	2,33	2,18	2,08	1,98	1,84	1,80																		
23		otwór w ścianie zaokrąglony $\frac{d}{D} \leq 0,015$	Z wg następującego zestawienia																											
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{d}</math></td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>2,72</td> <td>2,56</td> <td>2,40</td> <td>2,27</td> <td>2,06</td> <td>1,88</td> <td>1,60</td> <td>1,38</td> <td>1,37</td> </tr> </table>	$\frac{L}{d}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,20	Z	2,72	2,56	2,40	2,27	2,06	1,88	1,60	1,38	1,37							
$\frac{L}{d}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,20																					
Z	2,72	2,56	2,40	2,27	2,06	1,88	1,60	1,38	1,37																					
24		ścianka siłowa	$Z = AZ_0$ $Z_0 = \text{jak dla krzyw odpowiedniego kształtu}$ $A = 1 \div 2$																											
25		poszerzenie nagłe $Re \geq 3500$	$Z = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$																											
26		poszerzenie nagłe z deflektorem $Re \geq 3500$	$Z = 0,6 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$																											
27		krywa ostrokrawędziowa rozwarła z uskokiem przekroju $Re \geq 10^5$ $\frac{d}{D} \leq 0,015$	$Z = \left(1 + 0,707 \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2} - \frac{d^2}{D_0^2}}\right)^2$																											
			$Z_0, Z_b, 1 \text{ A}$ wg następującego zestawienia																											
28		krywa ostrokrawędziowa rozwarła z uskokiem przekroju $Re < 10^5$ $\frac{d}{D} \leq 0,015$	$Z = Z_0 + A \left(Z_b - \frac{d^2}{D_0^2}\right)^2$ $Z_b = 1 + 0,707 \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}$																											
			$Z_0$																											
			$Z_b$																											
			Re																											
			25																											
			40																											
			60																											
			100																											
			200																											
			400																											
			1000																											
			2000																											
			4000																											
			$10^4$																											
			$2 \cdot 10^4$																											
$10^5$																														
$2 \cdot 10^5$																														
$10^6$																														
0,34																														
0,36																														
0,37																														
0,40																														
0,42																														
0,46																														
0,53																														
0,59																														
0,64																														
0,74																														
0,81																														
0,94																														
0,96																														
0,98																														
1,00																														
1,02																														
1,04																														
1,06																														
1,08																														
1,10																														
1,12																														
1,14																														
1,16																														
1,18																														
1,20																														
1,22																														
1,24																														
1,26																														
1,28																														
1,30																														
1,32																														
1,34																														
1,36																														
1,38																														
1,40																														
1,42																														
1,44																														
1,46																														
1,48																														
1,50																														
1,52																														
1,54																														
1,56																														
1,58																														
1,60																														
1,62																														
1,64																														
1,66																														
1,68																														
1,70																														
1,72																														
1,74																														
1,76																														
1,78																														
1,80																														
1,82																														
1,84																														
1,86																														
1,88																														
1,90																														
1,92																														
1,94																														
1,96																														
1,98																														
2,00																														
2,02																														
2,04																														
2,06																														
2,08																														
2,10																														
2,12																														
2,14																														
2,16																														
2,18																														
2,20																														
2,22																														
2,24																														
2,26																														
2,28																														
2,30																														
2,32																														
2,34																														
2,36																														
2,38																														
2,40																														
2,42																														
2,44																														
2,46																														
2,48																														
2,50																														
2,52																														
2,54																														
2,56																														
2,58																														
2,60																														
2,62																														
2,64																														
2,66																														
2,68																														
2,70																														
2,72																														
2,74																														
2,76																														
2,78																														
2,80																														
2,82																														
2,84																														
2,86																														
2,88																														
2,90																														
2,92																														
2,94																														
2,96																														
2,98																														
3,00																														

cd. tabl. 1-3

Lp.	Element		Współczynnik mierzonych strug ciśnienia Z																						
	Kształt	Nazwa																							
29		krzywa grubościenna $Re \geq 10^5$ $\frac{L}{d} > 0,015$	$Z = Z_0 + \frac{11}{R}$																						
			$Z_0 = 0,5 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) + \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) + T \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}} \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$ T wg następującego zestawienia																						
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{d}</math></td> <td>0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> <td>1,2</td> <td>1,6</td> <td>2,0</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>1,35</td> <td>1,22</td> <td>1,10</td> <td>0,84</td> <td>0,42</td> <td>0,28</td> <td>0,16</td> <td>0,07</td> <td>0,02</td> <td>0</td> </tr> </table>	$\frac{L}{d}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	T	1,35	1,22	1,10	0,84	0,42	0,28	0,16	0,07	0,02	0
$\frac{L}{d}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4															
T	1,35	1,22	1,10	0,84	0,42	0,28	0,16	0,07	0,02	0															
30		krzywa grubościenna $Re < 10^5$ $\frac{L}{d} > 0,015$	$Z = Z_0 + A Z_0$																						
			$Z_0$ i A jak dla tp. 28 $Z_0$ jak dla tp. 29																						
31		krzywa ostrokrągowa względowa zbieżna	$Z = Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) + \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) + T \sqrt{Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)}$ $Z_0$ wg następującego zestawienia																						
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{d}</math></td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> <td><math>\geq 0,16</math></td> </tr> <tr> <td><math>Z_0</math></td> <td>0,46</td> <td>0,42</td> <td>0,38</td> <td>0,35</td> <td>0,29</td> <td>0,23</td> <td>0,16</td> <td>0,13</td> </tr> </table>	$\frac{L}{d}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	$\geq 0,16$	$Z_0$	0,46	0,42	0,38	0,35	0,29	0,23	0,16	0,13				
$\frac{L}{d}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	$\geq 0,16$																	
$Z_0$	0,46	0,42	0,38	0,35	0,29	0,23	0,16	0,13																	
32		krzywa zaokrąglona zbieżna	$Z = Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) + \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2 + 2 \sqrt{Z_0 \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right) \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)}$ $Z_0$ wg następującego zestawienia																						
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{d}</math></td> <td>0</td> <td>0,01</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,08</td> <td>0,12</td> <td>0,16</td> <td><math>\geq 0,2</math></td> </tr> <tr> <td><math>Z_0</math></td> <td>0,50</td> <td>0,46</td> <td>0,37</td> <td>0,31</td> <td>0,26</td> <td>0,22</td> <td>0,19</td> <td>0,15</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,03</td> </tr> </table>	$\frac{L}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,16	$\geq 0,2$	$Z_0$	0,50	0,46	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15	0,09
$\frac{L}{d}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,16	$\geq 0,2$														
$Z_0$	0,50	0,46	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15	0,09	0,06	0,03														
33		dyfuzor stożkowy $0 < \alpha < 60^\circ$	$Z = Z_0 + Z_T$																						
			$Z_0 = 1,2 \lg \frac{D}{d} \sqrt{\lg \frac{D}{d}} \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2$ $Z_T = \frac{1}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right]^2$																						
34		dyfuzor paraboliczny $0 < \alpha < 60^\circ$ $d1 < \frac{d^2}{D^2} < 0,9$	$Z = A B C$																						
			$A = 1,43 - 1,3 \frac{d^2}{D^2}$ ; $B = \left( 1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2$ C wg następującego zestawienia																						
			<table border="1"> <tr> <td><math>\frac{L}{D}</math></td> <td>0</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> <td>3,0</td> <td>3,5</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1,02</td> <td>0,75</td> <td>0,62</td> <td>0,53</td> <td>0,47</td> <td>0,43</td> <td>0,40</td> <td>0,38</td> <td>0,37</td> </tr> </table>	$\frac{L}{D}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	C	1,02	0,75	0,62	0,53	0,47	0,43	0,40	0,38	0,37		
$\frac{L}{D}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0																
C	1,02	0,75	0,62	0,53	0,47	0,43	0,40	0,38	0,37																
35		dyfuzor stożkowy z przewężeniami prętami	liczba przewodnicząca $n = f(Z_0)$ ; $n + 1 = \frac{d}{D} = \frac{1}{R}$																						
			<table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td><math>30^\circ</math></td> <td><math>45^\circ</math></td> <td><math>60^\circ</math></td> <td><math>90^\circ</math></td> <td><math>120^\circ</math></td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>6 + 8</td> </tr> </table>	$\alpha$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	n	2	4	6	8	6 + 8										
$\alpha$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$																				
n	2	4	6	8	6 + 8																				
			$Z = 0,55 Z_0$ ; $Z_0$ jak Z dla tp. 33																						






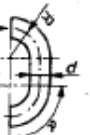
cd. tabl. 1-3

Lp.	kształt	Element	nazwa	Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z												
				Z wg następującego zestawienia												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
36		wylot swobodny		Z wg następującego zestawienia												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
37		wylot z dyfuzora na ekran $\frac{l}{d} = 1$		Z wg następującego zestawienia												
				$H/d$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
38		wylot z zaokrągleniem		Z wg następującego zestawienia												
				$H/d$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
39		wylot z dyfuzora z zaokrągleniem		Z wg następującego zestawienia												
				przy $\alpha = 14^\circ$ ; $\frac{l}{d} = 2,5$ ; $\frac{l}{d} = 0,7$												
				$H/d$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
40		wylot z nasady polisterycznej $R = d$		Z wg następującego zestawienia												
				otwory okrągłe: $Z = 1,0$ dla $\frac{F_{otw}}{F_d} = 3,9$												
				otwory szczelinowe: $Z = 2,0$ dla $\frac{F_{otw}}{F_d} = 1,4$												
				$H/d$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
41		wylot z rurki perforowanej		Z wg następującego zestawienia												
				$H/d$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												
				$\frac{l}{d}$												
				$\alpha$												

$$Z = 0,9$$

$$\text{dla } \frac{F_{otw}}{F_d} = 4,7$$

Tablica L-4. Kolana gięte

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z														
	kształt	nazwa															
1		kolano gięte rura gładka $0,5 < \frac{R}{d} < 1,5$ $0 < \alpha \leq 180^\circ$ $Re \geq 2 \cdot 10^5$	$Z = Z_T + Z_M$ $Z_T = 0,0175 \lambda \frac{R}{d} \alpha$ ; $Z_M = AB$ A i B wg następującego zestawienia														
			<table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td><math>\leq 70^\circ</math></td> <td><math>90^\circ</math></td> <td><math>\geq 100^\circ</math></td> <td><math>\frac{R}{d}</math></td> <td><math>0,5 + 1,0</math></td> <td><math>1,0</math></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><math>0,9 \sin \alpha</math></td> <td>1,0</td> <td><math>0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}</math></td> <td>B</td> <td><math>0,21 \left(\frac{R}{d}\right)^{-2,5}</math></td> <td><math>0,2 \left(\frac{R}{d}\right)^{-0,5}</math></td> </tr> </table>	$\alpha$	$\leq 70^\circ$	$90^\circ$	$\geq 100^\circ$	$\frac{R}{d}$	$0,5 + 1,0$	$1,0$	A	$0,9 \sin \alpha$	1,0	$0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}$	B	$0,21 \left(\frac{R}{d}\right)^{-2,5}$	$0,2 \left(\frac{R}{d}\right)^{-0,5}$
			$\alpha$	$\leq 70^\circ$	$90^\circ$	$\geq 100^\circ$	$\frac{R}{d}$	$0,5 + 1,0$	$1,0$								
A	$0,9 \sin \alpha$	1,0	$0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}$	B	$0,21 \left(\frac{R}{d}\right)^{-2,5}$	$0,2 \left(\frac{R}{d}\right)^{-0,5}$											
$Z = Z_T + CZ_M$ ; $e = \frac{1}{d}$ $Z_T$ i $Z_M$ jak dla lp. 1 C wg następującego zestawienia																	
2		kolano gięte rura chromowana $0,55 < \frac{R}{d} < 1,5$ $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$Z = Z_T + Z_M$ $Z_T$ i $Z_M$ jak dla lp. 1 C wg następującego zestawienia														
			<table border="1"> <tr> <td>Re</td> <td><math>3 \cdot 10^3 \leq Re \leq 4 \cdot 10^4</math></td> <td><math>4 \cdot 10^4 &lt; Re &lt; 2 \cdot 10^5</math></td> <td><math>Re \geq 2 \cdot 10^5</math></td> </tr> <tr> <td>e</td> <td><math>e \leq 0,001</math></td> <td>64 <math>\lambda</math> gładkie</td> <td>64 <math>\lambda</math> chromowane</td> </tr> <tr> <td>e &gt; 0,001</td> <td>64 <math>\lambda</math> gładkie</td> <td><math>\approx 128 \lambda</math> gładkie</td> <td><math>\approx 2</math></td> </tr> </table>	Re	$3 \cdot 10^3 \leq Re \leq 4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4 < Re < 2 \cdot 10^5$	$Re \geq 2 \cdot 10^5$	e	$e \leq 0,001$	64 $\lambda$ gładkie	64 $\lambda$ chromowane	e > 0,001	64 $\lambda$ gładkie	$\approx 128 \lambda$ gładkie	$\approx 2$		
			Re	$3 \cdot 10^3 \leq Re \leq 4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4 < Re < 2 \cdot 10^5$	$Re \geq 2 \cdot 10^5$											
e	$e \leq 0,001$	64 $\lambda$ gładkie	64 $\lambda$ chromowane														
e > 0,001	64 $\lambda$ gładkie	$\approx 128 \lambda$ gładkie	$\approx 2$														
$Z = Z_T + Z_M$ $Z_T = 0,0175 \lambda \frac{R}{d} \alpha$ ; $Z_M = A \cdot 0,21 \sqrt{\frac{d}{R}}$ A wg następującego zestawienia																	
3		kolano gięte rura gładka $\frac{R}{d} > 1,5$ $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ $Re \geq 2 \cdot 10^5$	$Z = Z_T + Z_M$ $Z_T$ i $Z_M$ jak dla lp. 3 C wg następującego zestawienia														
			<table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td><math>\leq 70^\circ</math></td> <td><math>90^\circ</math></td> <td><math>\geq 100^\circ</math></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td><math>0,9 \sin \alpha</math></td> <td>1,0</td> <td><math>0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}</math></td> </tr> </table>	$\alpha$	$\leq 70^\circ$	$90^\circ$	$\geq 100^\circ$	A	$0,9 \sin \alpha$	1,0	$0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}$						
			$\alpha$	$\leq 70^\circ$	$90^\circ$	$\geq 100^\circ$											
A	$0,9 \sin \alpha$	1,0	$0,7 + 0,35 \frac{\alpha}{90}$														
$Z = Z_T + CZ_M$ ; $Z_T$ i $Z_M$ jak dla lp. 3 C wg następującego zestawienia																	
4		kolano gięte rura chromowana $\frac{R}{d} > 1,5$ $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$	$Z = Z_T + CZ_M$ ; $Z_T$ i $Z_M$ jak dla lp. 3 C wg następującego zestawienia														
			<table border="1"> <tr> <td>Re</td> <td><math>3 \cdot 10^3 &lt; Re &lt; 4 \cdot 10^4</math></td> <td><math>4 \cdot 10^4 &lt; Re &lt; 2 \cdot 10^5</math></td> <td><math>Re \geq 2 \cdot 10^5</math></td> </tr> <tr> <td>e</td> <td><math>e \leq 0,001</math></td> <td>64 <math>\lambda</math> gładkie</td> <td>64 <math>\lambda</math> GI- (1 + e<sup>2</sup> · 10<sup>5</sup>)</td> </tr> <tr> <td>e &gt; 0,001</td> <td>64 <math>\lambda</math> gładkie</td> <td><math>\approx 128 \lambda</math> gładkie</td> <td><math>1 + e^2 \cdot 10^5</math></td> </tr> </table>	Re	$3 \cdot 10^3 < Re < 4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4 < Re < 2 \cdot 10^5$	$Re \geq 2 \cdot 10^5$	e	$e \leq 0,001$	64 $\lambda$ gładkie	64 $\lambda$ GI- (1 + e <sup>2</sup> · 10 <sup>5</sup> )	e > 0,001	64 $\lambda$ gładkie	$\approx 128 \lambda$ gładkie	$1 + e^2 \cdot 10^5$		
			Re	$3 \cdot 10^3 < Re < 4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4 < Re < 2 \cdot 10^5$	$Re \geq 2 \cdot 10^5$											
e	$e \leq 0,001$	64 $\lambda$ gładkie	64 $\lambda$ GI- (1 + e <sup>2</sup> · 10 <sup>5</sup> )														
e > 0,001	64 $\lambda$ gładkie	$\approx 128 \lambda$ gładkie	$1 + e^2 \cdot 10^5$														
$Z = 0,0175 \lambda \frac{R}{d} \alpha$ $50 < Re \sqrt{\frac{d}{2R}} < 600 \rightarrow \lambda = 20 Re^{-0,65} \left(\frac{d}{2R}\right)^{0,175}$ $600 < Re \sqrt{\frac{d}{2R}} < 1400 \rightarrow \lambda = 10,4 Re^{-0,55} \left(\frac{d}{2R}\right)^{0,225}$ $1400 < Re \sqrt{\frac{d}{2R}} < 5000 \rightarrow \lambda = 5 Re^{-0,45} \left(\frac{d}{2R}\right)^{0,275}$																	
5		kolano gięte w wężownicę $50 < Re < 2 \cdot 10^4$ $\frac{R}{d} \geq 1,5$	$Z = EZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym														
			$Z_T = 2 \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right) \lambda$ $E = 1,4$ przy $\frac{d}{R} = 0$ oraz $E = 2,0$ przy $\frac{d}{R} \geq 1,0$														
			$Z = 2 \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right) \lambda$ $E = 1,4$ przy $\frac{d}{R} = 0$ oraz $E = 2,0$ przy $\frac{d}{R} \geq 1,0$														
6		kolano podwójnie płaskie	$Z = EZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym														
			$Z_T = 2 \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right) \lambda$ $E = 1,4$ przy $\frac{d}{R} = 0$ oraz $E = 2,0$ przy $\frac{d}{R} \geq 1,0$														
			$Z = 2 \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right) \lambda$ $E = 1,4$ przy $\frac{d}{R} = 0$ oraz $E = 2,0$ przy $\frac{d}{R} \geq 1,0$														

cd. tabl. L4

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia $Z'$
	kształt	nazwa	
7		kolano przemienne płaskie kompensa- torowe	$Z = FZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = 2\left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right)\lambda$ $F = 6,0$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $F = 4,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$ $Z = GZ_0$
8		kolano przemienne podwójne płaskie	$Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right)\lambda$ $G = 3,0$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $G = 2,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$
9		kolano przemienne podwójne przezstrze- ne	$Z = HZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d}\right)\lambda$ $H = 2,5$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $H = 2,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$

Tablica L-5. Kolana segmentowe i faldowane

Element	nazwa	Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z	$Z_M$									
			0	0,24	0,48	0,70	0,97	1,2	2,35	3,6	4,6	6,0
1		kolano segmento- we pojed- yncze $R = 3d$	$Z = Z_M + Z_T$ $Z = CZ_M + Z_T$ przy czym $Z_T = \lambda \frac{1}{d}$ ; $Z_M = 0,11$ $C$ jak w tabl. 4 lp. 2									
2		kolano segmento- we pojed- yncze $R = 2,3d$	$Z$ jak w lp. 1, lecz $Z_M = 0,15$									
3		kolano segmento- we pod- wójne $R = 3d$	$Z$ jak w lp. 1, lecz $Z_T = 2\lambda \frac{1}{d}$									
4		kolano segmento- we pod- wójne jedyncze	$Z = Z_M + Z_T$ $Z = CZ_M + Z_T$ przy czym $Z_T = \lambda \frac{1}{d}$ ; $C$ jak w tabl. 4 lp. 2 $Z_M$ wg następującego zestawienia									

cd. tabl. L4

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia $Z'$
	kształt	nazwa	
7		kolano przemienne płaskie kompensa- torowe	$Z = FZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = 2\left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d} \alpha\right) \lambda$ $F = 6,0$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $F = 4,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$
8		kolano przemienne podwójne płaskie	$Z = GZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d} \alpha\right) \lambda$ $G = 3,0$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $G = 2,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$
9		kolano przemienne podwójne przezstrze- ne	$Z = HZ_0$ $Z_0$ jak Z dla lp. 1 lub 2, przy czym $Z_T = \left(\frac{1}{d} + 0,035 \frac{R}{d} \alpha\right) \lambda$ $H = 2,5$ przy $\frac{1}{d} = 0$ oraz $H = 2,0$ przy $\frac{1}{d} \geq 1,0$

Tablica L-5. Kolana segmentowe i faldowane

Element	nazwa	Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z	
			kształt
1		kolano segmento- we pojed- yncze $R = 3d$	$Z = Z_M + Z_T$ $Z = CZ_M + Z_T$ przy czym $Z_T = \lambda \frac{1}{d}$ ; $Z_M = 0,11$ $C$ jak w tabl. 4 lp. 2
2		kolano segmento- we pojed- yncze $R = 2,3d$	$Z$ jak w lp. 1, lecz $Z_M = 0,15$
3		kolano segmento- we pod- wójne $R = 3d$	$Z$ jak w lp. 1, lecz $Z_T = 2\lambda \frac{1}{d}$
4		kolano segmento- we pod- wójne	$Z = Z_M + Z_T$ $Z = CZ_M + Z_T$ przy czym $Z_T = \lambda \frac{1}{d}$ ; $C$ jak w tabl. 4 lp. 2 $Z_M$ wg następującego zestawienia

$\frac{R}{d}$	0	0,24	0,48	0,70	0,97	1,2	2,35	3,6	4,6	6,0	7,25
$Z_M$	1,1	0,95	0,72	0,6	0,42	0,36	0,32	0,36	0,41	0,41	0,41

cd. tabl. 1-5

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych spręż. ciśnienia Z																																																									
	kształt	nazwa																																																										
5		kolano segmentowe podługne	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 3,1 \frac{L}{d}$ ; C jak w tabl. 4 i 5, 2 $Z_M$ wg następującego zestawienia																																																									
			<table border="1"> <tr><td><math>\frac{R}{d}</math></td><td>0</td><td>0,49</td><td>0,98</td><td>1,47</td><td>1,90</td><td>2,50</td><td>5,00</td><td>7,50</td><td>10,0</td><td>12,5</td><td>15,0</td></tr> <tr><td><math>Z_M</math></td><td>1,1</td><td>0,75</td><td>0,45</td><td>0,34</td><td>0,15</td><td>0,12</td><td>0,10</td><td>0,12</td><td>0,14</td><td>0,14</td><td>0,14</td></tr> </table>	$\frac{R}{d}$	0	0,49	0,98	1,47	1,90	2,50	5,00	7,50	10,0	12,5	15,0	$Z_M$	1,1	0,75	0,45	0,34	0,15	0,12	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14																																	
$\frac{R}{d}$	0	0,49	0,98	1,47	1,90	2,50	5,00	7,50	10,0	12,5	15,0																																																	
$Z_M$	1,1	0,75	0,45	0,34	0,15	0,12	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14																																																	
6		kolano segmentowe podługne	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 2,1 \frac{L}{d}$ ; C jak w tabl. 4 i 5, 2 $Z_M$ wg następującego zestawienia																																																									
			<table border="1"> <tr><td><math>\frac{R}{d}</math></td><td>0</td><td>0,37</td><td>0,75</td><td>1,12</td><td>1,5</td><td>1,97</td><td>2,74</td><td>5,6</td><td>7,46</td><td>9,3</td><td>11,3</td></tr> <tr><td><math>Z_M</math></td><td>1,1</td><td>0,92</td><td>0,70</td><td>0,58</td><td>0,40</td><td>0,30</td><td>0,18</td><td>0,19</td><td>0,20</td><td>0,20</td><td>0,20</td></tr> </table>	$\frac{R}{d}$	0	0,37	0,75	1,12	1,5	1,97	2,74	5,6	7,46	9,3	11,3	$Z_M$	1,1	0,92	0,70	0,58	0,40	0,30	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20																																	
$\frac{R}{d}$	0	0,37	0,75	1,12	1,5	1,97	2,74	5,6	7,46	9,3	11,3																																																	
$Z_M$	1,1	0,92	0,70	0,58	0,40	0,30	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20																																																	
7		kolano półkolistie $\frac{R}{d} = 2,5$ $Re \geq 2 \cdot 10^5$	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 1 \frac{L}{d}$ ; C jak w tabl. 4 i 5, 2																																																									
			<table border="1"> <tr><td>d</td><td>50</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td><td>350</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,25</td><td>0,3</td><td>0,33</td><td>0,37</td><td>0,42</td><td>0,45</td><td>0,50</td></tr> </table>	d	50	100	150	200	250	300	350	Z	0,25	0,3	0,33	0,37	0,42	0,45	0,50																																									
d	50	100	150	200	250	300	350																																																					
Z	0,25	0,3	0,33	0,37	0,42	0,45	0,50																																																					
8		uskok rurowy skośny	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_M = 0,16$ ; C jak w tabl. 4 i 5, 2 $Z_T = 1 \frac{L}{d}$																																																									
			<table border="1"> <tr><td colspan="12">Z wg następującego zestawienia</td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td><td>2,0</td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>0</td><td>0,62</td><td>0,90</td><td>1,61</td><td>2,63</td><td>3,61</td><td>4,01</td><td>4,18</td><td>4,22</td><td>4,19</td><td></td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>2,4</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>6,0</td><td>7,0</td><td>9,0</td><td>10,0</td><td><math>\infty</math></td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>3,65</td><td>3,3</td><td>3,2</td><td>3,08</td><td>2,92</td><td>2,80</td><td>2,70</td><td>2,60</td><td>2,45</td><td>2,30</td><td></td></tr> </table>	Z wg następującego zestawienia												$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19		$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$		Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60
Z wg następującego zestawienia																																																												
$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0																																																		
Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19																																																		
$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$																																																		
Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60	2,45	2,30																																																		
9		uskok rurowy prostopadły $Re \geq 10^4$	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 1 \frac{L}{d}$																																																									
			<table border="1"> <tr><td colspan="12">Z wg następującego zestawienia</td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td><td>2,0</td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>0</td><td>0,62</td><td>0,90</td><td>1,61</td><td>2,63</td><td>3,61</td><td>4,01</td><td>4,18</td><td>4,22</td><td>4,19</td><td></td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>2,4</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>6,0</td><td>7,0</td><td>9,0</td><td>10,0</td><td><math>\infty</math></td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>3,65</td><td>3,3</td><td>3,2</td><td>3,08</td><td>2,92</td><td>2,80</td><td>2,70</td><td>2,60</td><td>2,45</td><td>2,30</td><td></td></tr> </table>	Z wg następującego zestawienia												$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19		$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$		Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60
Z wg następującego zestawienia																																																												
$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0																																																		
Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19																																																		
$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$																																																		
Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60	2,45	2,30																																																		
Lp.	Element		Współczynnik miejscowych spręż. ciśnienia Z																																																									
	kształt	nazwa																																																										
1		uskok rurowy prostopadły $Re \geq 10^4$	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 1 \frac{L}{d}$																																																									
			<table border="1"> <tr><td colspan="12">Z wg następującego zestawienia</td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td><td>2,0</td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>0</td><td>0,62</td><td>0,90</td><td>1,61</td><td>2,63</td><td>3,61</td><td>4,01</td><td>4,18</td><td>4,22</td><td>4,19</td><td></td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>2,4</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>6,0</td><td>7,0</td><td>9,0</td><td>10,0</td><td><math>\infty</math></td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>3,65</td><td>3,3</td><td>3,2</td><td>3,08</td><td>2,92</td><td>2,80</td><td>2,70</td><td>2,60</td><td>2,45</td><td>2,30</td><td></td></tr> </table>	Z wg następującego zestawienia												$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19		$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$		Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60
Z wg następującego zestawienia																																																												
$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0																																																		
Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19																																																		
$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$																																																		
Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60	2,45	2,30																																																		

Tablica 1-6. Trójniki

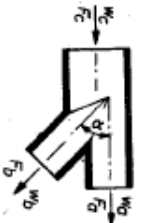
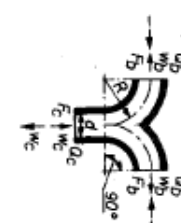
Lp.	Element		Współczynnik miejscowych spręż. ciśnienia Z																																																									
	kształt	nazwa																																																										
1		uskok rurowy prostopadły $Re \geq 10^4$	$Z = Z_M + Z_T$ Rury gładkie i $Re \geq 2 \cdot 10^5$ Rury chropowate $Z = CZ_M + Z_T$ $Z_T = 1 \frac{L}{d}$																																																									
			<table border="1"> <tr><td colspan="12">Z wg następującego zestawienia</td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td><td>2,0</td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>0</td><td>0,62</td><td>0,90</td><td>1,61</td><td>2,63</td><td>3,61</td><td>4,01</td><td>4,18</td><td>4,22</td><td>4,19</td><td></td></tr> <tr><td><math>\frac{L}{d}</math></td><td>2,4</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>6,0</td><td>7,0</td><td>9,0</td><td>10,0</td><td><math>\infty</math></td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>3,65</td><td>3,3</td><td>3,2</td><td>3,08</td><td>2,92</td><td>2,80</td><td>2,70</td><td>2,60</td><td>2,45</td><td>2,30</td><td></td></tr> </table>	Z wg następującego zestawienia												$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19		$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$		Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60
Z wg następującego zestawienia																																																												
$\frac{L}{d}$	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0																																																		
Z	0	0,62	0,90	1,61	2,63	3,61	4,01	4,18	4,22	4,19																																																		
$\frac{L}{d}$	2,4	2,8	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	$\infty$																																																		
Z	3,65	3,3	3,2	3,08	2,92	2,80	2,70	2,60	2,45	2,30																																																		

cd. tabl. 1-5

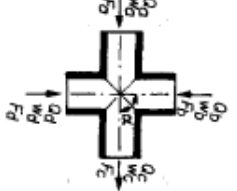
Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																																																																																																																																													
	kształt	nazwa																																																																																																																																														
2		trójnik skosny zoboczony $F_d = F_c$ $F_d + F_o > F_i$ $\alpha = 45^\circ$	$Z_{h-c} = 1 + \left(\frac{Q_d}{Q_c} \frac{F_c}{F_h}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{Q_d}{Q_c}\right)^2 - 1,41 \frac{F_c}{F_h} \left(\frac{Q_d}{Q_c}\right)^2$ $Z_{o-c} = 1 - \left(1 - \frac{Q_d}{Q_c}\right)^2 - 1,41 \frac{F_c}{F_h} \left(\frac{Q_d}{Q_c}\right)^2$ <p>względem prędkości <math>w_c</math></p>																																																																																																																																													
3		trójnik skosny zoboczony $F_d = F_c$ $F_d + F_o > F_i$ $\alpha = 60^\circ$	$Z_{h-c} = 1 + \left(\frac{Q_d}{Q_c} \frac{F_c}{F_h}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{Q_d}{Q_c}\right)^2 - F_c \left(\frac{Q_d}{Q_c}\right)^2$ $Z_{o-c} = 1 - \left(1 - \frac{Q_d}{Q_c}\right)^2 - F_c \left(\frac{Q_d}{Q_c}\right)^2$ <p>względem prędkości <math>w_c</math></p>																																																																																																																																													
4		trójnik prosty zoboczony $F_d = F_c$ $F_d + F_o > F_i$ $\alpha = 90^\circ$	$Z_{h-c} = A \left[ 1 + \left(\frac{Q_d}{Q_c} \frac{F_c}{F_h}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{Q_d}{Q_c}\right) \right]$ $Z_{o-c} = 1,55 \frac{Q_d}{Q_c} - \left(\frac{Q_d}{Q_c}\right)^2$ ; względem prędkości $w_c$ A wg następującego zestawienia <table border="1"> <tr> <td><math>\frac{F_d}{F_c}</math></td> <td>0 ± 0,2</td> <td>0,3 ± 0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1,00</td> <td>0,75</td> <td>0,70</td> <td>0,65</td> <td>0,60</td> </tr> </table>	$\frac{F_d}{F_c}$	0 ± 0,2	0,3 ± 0,4	0,6	0,8	1,0	A	1,00	0,75	0,70	0,65	0,60																																																																																																																																	
$\frac{F_d}{F_c}$	0 ± 0,2	0,3 ± 0,4	0,6	0,8	1,0																																																																																																																																											
A	1,00	0,75	0,70	0,65	0,60																																																																																																																																											
5		trójnik skosny robozoczony $F_d = F_c$ $F_d + F_o > F_i$ $\theta < \alpha \leq 90^\circ$ (dla $\alpha = 90^\circ$ patrz wyżej)	<p>względem prędkości <math>w_c</math></p> <p>przy czym A i <math>Z_0</math> wg następującego zestawienia</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><math>\frac{w_h}{w_c}</math></th> <th colspan="5"><math>Z_0</math></th> <th rowspan="2">A</th> </tr> <tr> <th><math>\alpha = 15^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 30^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 45^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 60^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 90^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td rowspan="10">0,9</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,92</td> <td>0,94</td> <td>0,97</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,85</td> <td>0,70</td> <td>0,75</td> <td>0,84</td> <td>0,84</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,58</td> <td>0,46</td> <td>0,60</td> <td>0,76</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,20</td> <td>0,31</td> <td>0,50</td> <td>0,65</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>0,09</td> <td>0,25</td> <td>0,51</td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>0,07</td> <td>0,27</td> <td>0,58</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>0,12</td> <td>0,36</td> <td>0,74</td> <td>1,23</td> <td>1,23</td> </tr> <tr> <td>1,4</td> <td>0,24</td> <td>0,70</td> <td>0,98</td> <td>1,54</td> <td>1,54</td> </tr> <tr> <td>1,6</td> <td>0,46</td> <td>0,60</td> <td>1,20</td> <td>1,98</td> <td>1,98</td> </tr> <tr> <td>2,0</td> <td>1,10</td> <td>1,52</td> <td>2,16</td> <td>3,00</td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>2,6</td> <td>2,75</td> <td>3,23</td> <td>4,10</td> <td>5,15</td> <td>5,15</td> </tr> <tr> <td>3,0</td> <td>7,20</td> <td>7,40</td> <td>8,80</td> <td>9,10</td> <td>9,10</td> </tr> <tr> <td>4,0</td> <td>14,1</td> <td>14,2</td> <td>14,6</td> <td>15,0</td> <td>15,0</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>23,2</td> <td>23,5</td> <td>23,9</td> <td>24,0</td> <td>24,0</td> </tr> <tr> <td>6,0</td> <td>34,2</td> <td>34,6</td> <td>35,0</td> <td>35,0</td> <td>35,0</td> </tr> <tr> <td>8,0</td> <td>62,0</td> <td>62,7</td> <td>63,0</td> <td>63,0</td> <td>63,0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>99,0</td> <td>99,3</td> <td>99,6</td> <td>99,0</td> <td>99,0</td> </tr> </tbody> </table> $Z_{c-a} = 0,4 \left(1 - \frac{w_c}{w_a}\right)^2$ <p>względem prędkości <math>w_c</math></p> $Z_{c-a}$ wg następującego zestawienia <table border="1"> <tr> <td><math>\frac{w_h}{w_c}</math></td> <td>0</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>Z_{c-a}</math></td> <td>0,4</td> <td>0,38</td> <td>0,38</td> <td>0,20</td> <td>0,15</td> <td>0,10</td> <td>0,08</td> <td>0,02</td> <td>0,00</td> </tr> </table>	$\frac{w_h}{w_c}$	$Z_0$					A	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,1	0,92	0,94	0,97	1,0	1,0	0,2	0,85	0,70	0,75	0,84	0,84	0,4	0,58	0,46	0,60	0,76	0,76	0,6	0,20	0,31	0,50	0,65	0,65	0,8	0,09	0,25	0,51	0,80	0,80	1,0	0,07	0,27	0,58	1,00	1,00	1,2	0,12	0,36	0,74	1,23	1,23	1,4	0,24	0,70	0,98	1,54	1,54	1,6	0,46	0,60	1,20	1,98	1,98	2,0	1,10	1,52	2,16	3,00	3,00	2,6	2,75	3,23	4,10	5,15	5,15	3,0	7,20	7,40	8,80	9,10	9,10	4,0	14,1	14,2	14,6	15,0	15,0	5,0	23,2	23,5	23,9	24,0	24,0	6,0	34,2	34,6	35,0	35,0	35,0	8,0	62,0	62,7	63,0	63,0	63,0	10	99,0	99,3	99,6	99,0	99,0	$\frac{w_h}{w_c}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	$Z_{c-a}$	0,4	0,38	0,38	0,20	0,15	0,10	0,08	0,02	0,00
$\frac{w_h}{w_c}$	$Z_0$					A																																																																																																																																										
	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 90^\circ$																																																																																																																																											
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9																																																																																																																																										
0,1	0,92	0,94	0,97	1,0	1,0																																																																																																																																											
0,2	0,85	0,70	0,75	0,84	0,84																																																																																																																																											
0,4	0,58	0,46	0,60	0,76	0,76																																																																																																																																											
0,6	0,20	0,31	0,50	0,65	0,65																																																																																																																																											
0,8	0,09	0,25	0,51	0,80	0,80																																																																																																																																											
1,0	0,07	0,27	0,58	1,00	1,00																																																																																																																																											
1,2	0,12	0,36	0,74	1,23	1,23																																																																																																																																											
1,4	0,24	0,70	0,98	1,54	1,54																																																																																																																																											
1,6	0,46	0,60	1,20	1,98	1,98																																																																																																																																											
2,0	1,10	1,52	2,16	3,00	3,00																																																																																																																																											
2,6	2,75	3,23	4,10	5,15	5,15																																																																																																																																											
3,0	7,20	7,40	8,80	9,10	9,10																																																																																																																																											
4,0	14,1	14,2	14,6	15,0	15,0																																																																																																																																											
5,0	23,2	23,5	23,9	24,0	24,0																																																																																																																																											
6,0	34,2	34,6	35,0	35,0	35,0																																																																																																																																											
8,0	62,0	62,7	63,0	63,0	63,0																																																																																																																																											
10	99,0	99,3	99,6	99,0	99,0																																																																																																																																											
$\frac{w_h}{w_c}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																																																																																																																																							
$Z_{c-a}$	0,4	0,38	0,38	0,20	0,15	0,10	0,08	0,02	0,00																																																																																																																																							



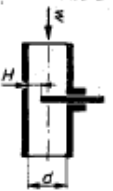



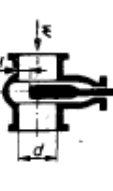
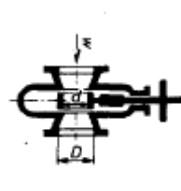
cd. tabl. 1-6

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																																																																																																																														
	kształt	nazwa																																																																																																																															
6	 <p>Trójkąt rozbieżny <math>F_c + F_b = F_c'</math> <math>0^\circ &lt; \alpha &lt; 90^\circ</math></p>	<p>Trójkąt symetryczny wyobity <math>\frac{R}{d} = 2,0</math> (b-c) zbliżony (c-d) rozbieżny</p>	$Z_{c-b} = 1 + \left(\frac{u_b}{u_c}\right)^2 - 2 \frac{u_b}{u_c} \cos \alpha - A \left(\frac{u_b}{u_c}\right)^2$ <p>przy czym A wg następującego zestawienia</p> <table border="1"> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>15°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,04</td> <td>0,16</td> <td>0,36</td> <td>0,64</td> <td>1,00</td> </tr> </table> <p><math>Z_{c-b}</math> wg następującego zestawienia</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\alpha</math></td> <td colspan="8"><math>u_b/u_c</math></td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>15°</td> <td>0,81</td> <td>0,65</td> <td>0,51</td> <td>0,38</td> <td>0,28</td> <td>0,19</td> <td>0,06</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>0,84</td> <td>0,69</td> <td>0,56</td> <td>0,44</td> <td>0,34</td> <td>0,25</td> <td>0,18</td> <td>0,18</td> </tr> <tr> <td>45°</td> <td>0,87</td> <td>0,74</td> <td>0,63</td> <td>0,54</td> <td>0,46</td> <td>0,38</td> <td>0,28</td> <td>0,28</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>0,90</td> <td>0,82</td> <td>0,79</td> <td>0,66</td> <td>0,59</td> <td>0,53</td> <td>0,43</td> <td>0,43</td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> </table>	$\alpha$	15°	30°	45°	60°	90°	A	0,04	0,16	0,36	0,64	1,00	$\alpha$	$u_b/u_c$								0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	15°	0,81	0,65	0,51	0,38	0,28	0,19	0,06	0,06	30°	0,84	0,69	0,56	0,44	0,34	0,25	0,18	0,18	45°	0,87	0,74	0,63	0,54	0,46	0,38	0,28	0,28	60°	0,90	0,82	0,79	0,66	0,59	0,53	0,43	0,43	90°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																																																				
				$\alpha$	15°	30°	45°	60°	90°																																																																																																																								
				A	0,04	0,16	0,36	0,64	1,00																																																																																																																								
				$\alpha$	$u_b/u_c$																																																																																																																												
					0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0																																																																																																																					
				15°	0,81	0,65	0,51	0,38	0,28	0,19	0,06	0,06																																																																																																																					
				30°	0,84	0,69	0,56	0,44	0,34	0,25	0,18	0,18																																																																																																																					
				45°	0,87	0,74	0,63	0,54	0,46	0,38	0,28	0,28																																																																																																																					
				60°	0,90	0,82	0,79	0,66	0,59	0,53	0,43	0,43																																																																																																																					
				90°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																																																																																																																					
7		<p>Trójkąt zbliżony (połączenie strumieni <math>Z_{b-c}</math> względem prędkości <math>u_b</math> <math>Z_{b-c} = Z_{c-b}</math> przy czym <math>Z_{c-b}</math> wg zestawienia Trójkąt rozbieżny (rozdzielenie strumienia), <math>Z_{c-b}</math> względem prędkości <math>u_c</math>, przy czym <math>Z_{c-b}</math> wg zestawienia:</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\frac{Q_b}{Q_c}</math></td> <td colspan="9"><math>Z_{c-b}</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,7</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td><math>Z_{c-b}</math></td> <td>-0,13</td> <td>-0,1</td> <td>-0,07</td> <td>-0,03</td> <td>0</td> <td>0,03</td> <td>0,03</td> <td>0,03</td> <td>0,03</td> <td>0,03</td> <td>0,05</td> <td>0,08</td> </tr> </table>	$\frac{Q_b}{Q_c}$	$Z_{c-b}$									0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$Z_{c-b}$	-0,13	-0,1	-0,07	-0,03	0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,08																																																																																													
				$\frac{Q_b}{Q_c}$	$Z_{c-b}$																																																																																																																												
			0		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0																																																																																																																			
			$Z_{c-b}$	-0,13	-0,1	-0,07	-0,03	0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,08																																																																																																																		
				<p>Trójkąt zbliżony (połączenie strumieni <math>Z_{b-c}</math> względem prędkości <math>u_b</math> <math>Z_{b-c} = Z_{c-b}</math> przy czym <math>Z_{c-b}</math> wg zestawienia</p>	<p><math>Z_{c-d}</math> wg następującego zestawienia:</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><math>\frac{u_b}{u_c}</math></td> <td colspan="6"><math>\alpha</math></td> </tr> <tr> <td>15°</td> <td>±60°</td> <td colspan="4">90°</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td colspan="6"><math>F_c'/F_c</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>±0,4</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,7</td> <td>≥0,8</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1,07</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,81</td> <td>0,81</td> <td>0,81</td> <td>0,81</td> <td>0,81</td> <td>0,81</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,64</td> <td>0,64</td> <td>0,64</td> <td>0,64</td> <td>0,64</td> <td>0,64</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> <td>0,52</td> <td>0,52</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,26</td> <td>0,36</td> <td>0,40</td> <td>0,38</td> <td>0,37</td> <td>0,36</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> <td>0,30</td> <td>0,28</td> <td>0,26</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,16</td> <td>0,16</td> <td>0,23</td> <td>0,20</td> <td>0,18</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>0,3</td> <td>0,04</td> <td>0,04</td> <td>0,16</td> <td>0,12</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,20</td> <td>0,10</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>0,07</td> <td>0,07</td> <td>0,35</td> <td>0,21</td> <td>0,14</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>1,4</td> <td>0,39</td> <td>0,39</td> <td>0,78</td> <td>0,59</td> <td>0,49</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1,6</td> <td>0,90</td> <td>0,90</td> <td>1,35</td> <td>1,15</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1,8</td> <td>1,78</td> <td>1,78</td> <td>2,43</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2,0</td> <td>3,20</td> <td>3,20</td> <td>4,00</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	$\frac{u_b}{u_c}$	$\alpha$						15°	±60°	90°					$F_c'/F_c$						0	±0,4	0,5	0,6	0,7	≥0,8	0	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,2	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,3	0,50	0,50	0,52	0,52	0,50	0,50	0,4	0,26	0,36	0,40	0,38	0,37	0,36	0,5	0,25	0,25	0,30	0,28	0,26	0,25	0,6	0,16	0,16	0,23	0,20	0,18	0,16	0,3	0,3	0,04	0,04	0,16	0,12	0,07	1,0	1,0	0,00	0,00	0,20	0,10	0,05	1,2	0,07	0,07	0,35	0,21	0,14	0,07	1,4	0,39	0,39	0,78	0,59	0,49	-	1,6	0,90	0,90	1,35	1,15	-	-	1,8	1,78	1,78	2,43	-	-	-	2,0	3,20	3,20	4,00	-	-	-
							$\frac{u_b}{u_c}$	$\alpha$																																																																																																																									
						15°		±60°	90°																																																																																																																								
							$F_c'/F_c$																																																																																																																										
							0	±0,4	0,5	0,6	0,7	≥0,8																																																																																																																					
						0	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																																																																																																																					
0,1	0,81	0,81				0,81	0,81	0,81	0,81																																																																																																																								
0,2	0,64	0,64				0,64	0,64	0,64	0,64																																																																																																																								
0,3	0,50	0,50				0,52	0,52	0,50	0,50																																																																																																																								
0,4	0,26	0,36				0,40	0,38	0,37	0,36																																																																																																																								
0,5	0,25	0,25	0,30	0,28	0,26	0,25																																																																																																																											
0,6	0,16	0,16	0,23	0,20	0,18	0,16																																																																																																																											
0,3	0,3	0,04	0,04	0,16	0,12	0,07																																																																																																																											
1,0	1,0	0,00	0,00	0,20	0,10	0,05																																																																																																																											
1,2	0,07	0,07	0,35	0,21	0,14	0,07																																																																																																																											
1,4	0,39	0,39	0,78	0,59	0,49	-																																																																																																																											
1,6	0,90	0,90	1,35	1,15	-	-																																																																																																																											
1,8	1,78	1,78	2,43	-	-	-																																																																																																																											
2,0	3,20	3,20	4,00	-	-	-																																																																																																																											

cd. tabl. L6

L.P.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z
	kształt	nazwa	
8		czwórnik prosty $F_a = F_c$ $F_b = F_d$ $\alpha = 90^\circ$	$Z_{b-c} = 1 + \left( \frac{Q_b \cdot F_b}{Q_c} \right)^2 - \beta \left( \frac{Q_b}{Q_c} \right)^2 \frac{\left[ \frac{Q_c}{Q_b} \left( 1 + \frac{Q_d}{Q_b} \right) \right]^2}{4 - \left( 1 + \frac{Q_d}{Q_b} \right) \frac{Q_d}{Q_c}}$ $Z_{a-c} = 1 + \left( \frac{Q_d}{Q_c} \right)^2 - \left( \frac{Q_d}{Q_c} \right)^2 \frac{1 + \frac{Q_d}{Q_c}}{\left( 0,75 + 0,25 \frac{Q_d}{Q_c} \right)^2}$ <p><math>Z_{b-c}</math> i <math>Z_{a-c}</math> względem prędkości <math>w_c</math>  <math>Z_{b-c}</math> i <math>Z_{a-c}</math> przy czym indeksy <math>a = b</math>.  <math>Z_{c-a}</math> i <math>Z_{c-b}</math> dla rozdzielenia strumieni jak Z wg tabl. 6 lp. 6</p>

Tablica L-7. Armatura

L.P.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z
	kształt	nazwa	
1		zasuwa	$Z = \frac{H}{d}$
2		zawór modyfikowy	$Z = \frac{H}{d}$
3		kurtek	$Z = \frac{H}{d}$
4		Kłapa	$Z = \frac{H}{d}$
5		zasuwa równoprzelotowa	$Z = \frac{H}{d}$
6		zasuwa przewężona z prowadnicą	$Z = \frac{D}{d}$

Z wg następującego zestawienia												
$\alpha$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°
Z	1,7	2,3	3,2	4,6	6,6	9,5	14	20	30	42	62	90

Z wg następującego zestawienia												
$\alpha$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°
Z	0,05	0,31	0,88	1,84	3,45	6,15	11,2	20,7	41	95	275	∞

Z wg następującego zestawienia												
$\alpha$	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°
Z	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35


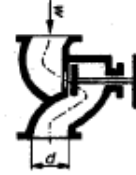
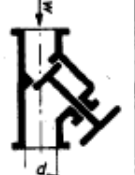
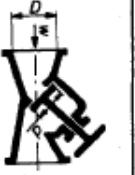
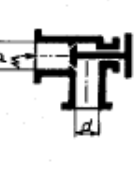
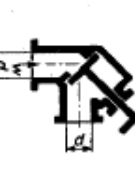
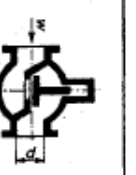

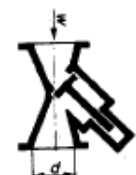

  

Z wg następującego zestawienia											
$\frac{D}{d}$	80/65	80/80	100/80	125/80	125/90	125/100	150/100	175/100	175/125	300/250	500/400
Z	0,41	0,15	0,47	2,48	0,47	1,90	4,90	1,19	0,25	0,25	0,32

Z wg następującego zestawienia											
$\frac{D}{d}$	175/150	200/125	200/150	200/175	250/150	250/200	300/200	350/200	400/300	450/300	500/300
Z	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0

cd. tabl. I-7

Lp.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z																			
	Kształt	nazwa	Z wg następującego zestawienia																			
7		zawór grzybkowy normalny	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,013	0,020	0,040	0,080	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	Z	10,9	8	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1
8		zawór grzybkowy opływowy	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,032	0,040	0,050	0,065	0,080	0,100	0,125	0,150	0,200	Z	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4
9		zawór grzybkowy skośny równo-przełożony	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,038	0,050	0,065	0,075	0,100	0,125	0,150	0,200	0,250	Z	1,04	0,85	0,73	0,65	0,60	0,50	0,46	0,42
10		zawór grzybkowy skośny przeważony $\frac{D^2}{D^2} = 0,3$	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,060	0,080	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	Z	2,7	2,4	2,2	1,66	1,65	1,5	1,4	1,3		
11		zawór grzybkowy kątowy normalny	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,038	0,050	0,065	0,075	0,100	0,125	0,150	0,200	0,250	Z	2,8	3,0'	3,3	3,5	3,7	3,9	3,8	3,3
12		zawór grzybkowy kątowy opływowy	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,038	0,050	0,065	0,075	0,100	0,125	0,150	0,200	0,250	Z	1,6	1,5	1,7	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7
13		zawór zwrotny grzybkowy normalny	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,032	0,040	0,050	0,065	0,080	0,100	0,125	0,150	0,200	Z	4,5	4,8	5,3	6,0	6,6	7,4	7,6	7,2
14		zawór zwrotny grzybkowy opływowy	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,032	0,040	0,050	0,065	0,080	0,100	0,125	0,150	0,200	Z	2,7	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,1	3,9
15		zawór zwrotny grzybkowy skośny przefory	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,032	0,040	0,050	0,065	0,080	0,100	0,125	0,150	0,200	Z	-	-	-	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6
16		zawór zwrotny kładowy	Z wg następującego zestawienia																			
			d <sub>m</sub>	0,025	0,032	0,040	0,050	0,065	0,080	0,100	0,125	0,150	0,200	Z	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0

cd. tabl. 1-7

L.P.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z							
	kształt	nazwa								
17		Zawór zwrotny grzybkowaty osiowy	Z = 2,2 + 2,5							
18		zawór zwrotny z koszem sepcym	Z wg następującego zestawienia							
			$d, m$	0,040	0,070	0,100	0,200	0,300	0,500	0,750
			Z	12	8,5	7,0	4,7	3,7	2,5	1,6

Tablica L-8. Kompensatory, zbiorniki

L.P.	Element		Współczynnik miejscowych strat ciśnienia Z						
	kształt	nazwa							
1		kompen-sator so-czewko-wy	Z wg następującego zestawienia						
			$d, m$	0,050	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500
			Z	1,7	1,6	1,6	1,8	2,1	2,3
2		kompen-sator diawko-wy	Z = 0,2						
3		kompen-sator ilrowy $\frac{R}{d} = 5+6$	Z wg następującego zestawienia						
			Typ kolan rury						
				0,050	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500
			Głazkie	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
			Pofalowane	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5
			Falowane	3,0	3,3	3,7	4,2	4,6	5,0
4		wodood-dzielacz	Wlot A $Z_A = 3$ Wlot B $Z_B = 5 + 8$						
5		filtr wodny	Z = 3 $Z_0$  $Z_0 =$ jak Z dla kryz odpowiedniego kształtu						

6. Wykresy dla wyznaczenia współczynników miejscowych strat ciśnienia

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
I-3	1	Wlot prosty zaokrąglony	
	2	Wlot prosty zaokrąglony w ścianie	
I-3	3	Wlot prosty zaokrąglony z ekranem na wlocie	
	4	Wlot prosty stożkowy	
I-3	5	Wlot prosty stożkowy w ścianie	

cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
1-3	10 11 12	Wiot w rurę w odstępie $\frac{b}{d}$ od ścianki	
1-3	17	Krzywa ostrokręgowdziowa ciężkościenna $\frac{t}{d} \leq 0,015$	
1-3	18b	Krzywa grubościenna $\frac{t}{d} > 0,015$ $Re < 10^5$	

cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
1-3	19	Krzywa z ukosem $40^\circ < \alpha < 60^\circ$ $Re > 10^4$	
1-3	20	Krzywa z wyobleniem $Re > 10^4$	
1-3	25 26	Rozszerzenie nagłe $Re > 3500$ ① normalne ② z deflektorem	





cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
1-6	1	Trójkąt skośny zbiteżny $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $\alpha = 30^\circ$	
1-6	2	Trójkąt skośny zbiteżny $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $\alpha = 45^\circ$	
1-6	2	Trójkąt skośny zbiteżny $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $\alpha = 45^\circ$	

cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
1-6	3	<p>Trójkąt skośny zbliżony</p> $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $\alpha = 60^\circ$	
1-6	4	<p>Trójkąt prosty zbliżony</p> $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $\alpha = 90^\circ$	

cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
1-6	5	Trójkąt rozbieżny $F_a = F_c$ $F_a + F_b > F_c$ $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	
1-6	6	Trójkąt rozbieżny $F_a + F_b = F_c$ $0^\circ < \alpha < 90^\circ$	

cd. tablicy

Tablica		Nazwa elementu	Wykres
nr	lp.		
I-6	3	Czwórnik prosty	<p>The figure contains three separate graphs, each on a grid. The y-axis for all graphs ranges from -0.8 to 1.2. The x-axis for all graphs ranges from 0 to 1.0. The top graph is for <math>F_b/F_c = 0.4</math>, the middle for <math>F_b/F_c = 0.6</math>, and the bottom for <math>F_b/F_c = 1.0</math>. Each graph has two sets of curves: solid lines for <math>Z_{b-c}</math> and dashed lines for <math>Z_{c-c}</math>. Within each set, there are curves for <math>Q_d/Q_c = 0.5</math> and <math>Q_d/Q_c = 1.0</math>. The curves show that <math>Z_{b-c}</math> and <math>Z_{c-c}</math> increase with <math>F_b/F_c</math> and <math>Q_d/Q_c</math>.</p>

Z. Wydanie 4 - stan aktualny: listopad 1986 - uwzględniono errata:  
 errata - Biuletyn PKNMiJ nr 1/1984.