

Wzory do obliczeń strat wysokości ciśnienia na poszczególnych odcinkach lewara¹:

v - prędkość przepływu w rurociągu, m/s

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2}$$

Q - strumień objętości, m³/s

d - średnica wewnętrzna rurociągu, m

Δh_l - liniowa strata wysokości ciśnienia, m

$$\Delta h_l = C \cdot l \cdot Q^2$$

l - długość rurociągu, m

C - oporność właściwa rurociągu (do strat liniowych), s²/m⁶

$$C = \frac{8\lambda}{g\pi^2 d^5}$$

λ - współczynnik oporów liniowych, -

- wg wzoru Colebrooka-White'a:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71d} \right)$$

k - zastępcza chropowatość piaskowa, mm (przyjąć $k_e \in [0,5; 1,5]$ mm)

Re - liczba Reynoldsa, -

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

ν - kinematyczny współczynnik lepkości, m²/s (przyjąć $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$ m²/s - dla wody w 10°C)

- wg formuły Chezy-Manninga (dla strefy oporów kwadratowych):

$$\lambda = \frac{8gn^2}{(d/4)^{1/3}}$$

n - współczynnik szorstkości przewodu, s/m^{1/3} (przyjąć $n \in [0,011; 0,013]$ s/m^{1/3})

Δh_m - miejscowa strata wysokości ciśnienia, m

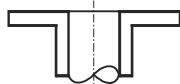

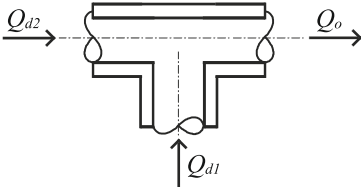

$$\Delta h_m = \zeta \cdot S_k \cdot Q^2$$

S_k - współczynnik oporności przewodu (do strat miejscowych), s²/m⁵

$$S_k = \frac{8}{g\pi^2 d^4}$$

¹ A. KOTOWSKI: Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów. Wyd. Seidel-Przywecki, Warszawa 2011

Wybrane współczynniki strat miejscowych²:

Rodzaj kształtki	Wartość współczynnika ζ																																																																																																														
Wylot ze swobodnym wypływem	$\zeta = 1,0$																																																																																																														
Wlot o ostrych krawędziach 	$\zeta = 0,5$																																																																																																														
Wlot o ściętych krawędziach 	$\zeta = 0,25$																																																																																																														
Kolano żeliwne	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>50</th> <th>100</th> <th>200</th> <th>300</th> <th>400</th> <th>500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>1,3</td> <td>1,5</td> <td>1,8</td> <td>2,1</td> <td>2,2</td> <td>2,2</td> </tr> </tbody> </table>	d	50	100	200	300	400	500	ζ	1,3	1,5	1,8	2,1	2,2	2,2																																																																																																
d	50	100	200	300	400	500																																																																																																									
ζ	1,3	1,5	1,8	2,1	2,2	2,2																																																																																																									
Dyfuzor	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d_2/d_1 \ α</th> <th>2°</th> <th>6°</th> <th>10°</th> <th>15°</th> <th>20°</th> <th>25°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> <th>50°</th> <th>60°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,1</td> <td>0,01</td> <td>0,01</td> <td>0,03</td> <td>0,05</td> <td>0,10</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td>0,19</td> <td>0,21</td> <td>0,23</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>0,02</td> <td>0,02</td> <td>0,04</td> <td>0,09</td> <td>0,16</td> <td>0,21</td> <td>0,25</td> <td>0,31</td> <td>0,35</td> <td>0,37</td> </tr> <tr> <td>1,4</td> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,06</td> <td>0,12</td> <td>0,23</td> <td>0,30</td> <td>0,36</td> <td>0,44</td> <td>0,50</td> <td>0,53</td> </tr> <tr> <td>1,6</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> <td>0,14</td> <td>0,26</td> <td>0,35</td> <td>0,42</td> <td>0,51</td> <td>0,57</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td>1,8</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> <td>0,15</td> <td>0,28</td> <td>0,37</td> <td>0,44</td> <td>0,54</td> <td>0,61</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>2,0</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,07</td> <td>0,16</td> <td>0,29</td> <td>0,38</td> <td>0,46</td> <td>0,56</td> <td>0,63</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,08</td> <td>0,16</td> <td>0,30</td> <td>0,39</td> <td>0,48</td> <td>0,58</td> <td>0,63</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>3,0</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> <td>0,08</td> <td>0,16</td> <td>0,31</td> <td>0,40</td> <td>0,48</td> <td>0,59</td> <td>0,66</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <td>>3,0</td> <td>0,03</td> <td>0,05</td> <td>0,08</td> <td>0,16</td> <td>0,31</td> <td>0,40</td> <td>0,49</td> <td>0,60</td> <td>0,67</td> <td>0,72</td> </tr> </tbody> </table>	d_2/d_1 \ α	2°	6°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	1,1	0,01	0,01	0,03	0,05	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	1,2	0,02	0,02	0,04	0,09	0,16	0,21	0,25	0,31	0,35	0,37	1,4	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,30	0,36	0,44	0,50	0,53	1,6	0,03	0,04	0,07	0,14	0,26	0,35	0,42	0,51	0,57	0,61	1,8	0,03	0,04	0,07	0,15	0,28	0,37	0,44	0,54	0,61	0,65	2,0	0,03	0,04	0,07	0,16	0,29	0,38	0,46	0,56	0,63	0,68	2,5	0,03	0,04	0,08	0,16	0,30	0,39	0,48	0,58	0,63	0,70	3,0	0,03	0,04	0,08	0,16	0,31	0,40	0,48	0,59	0,66	0,71	>3,0	0,03	0,05	0,08	0,16	0,31	0,40	0,49	0,60	0,67	0,72
d_2/d_1 \ α	2°	6°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°																																																																																																					
1,1	0,01	0,01	0,03	0,05	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23																																																																																																					
1,2	0,02	0,02	0,04	0,09	0,16	0,21	0,25	0,31	0,35	0,37																																																																																																					
1,4	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,30	0,36	0,44	0,50	0,53																																																																																																					
1,6	0,03	0,04	0,07	0,14	0,26	0,35	0,42	0,51	0,57	0,61																																																																																																					
1,8	0,03	0,04	0,07	0,15	0,28	0,37	0,44	0,54	0,61	0,65																																																																																																					
2,0	0,03	0,04	0,07	0,16	0,29	0,38	0,46	0,56	0,63	0,68																																																																																																					
2,5	0,03	0,04	0,08	0,16	0,30	0,39	0,48	0,58	0,63	0,70																																																																																																					
3,0	0,03	0,04	0,08	0,16	0,31	0,40	0,48	0,59	0,66	0,71																																																																																																					
>3,0	0,03	0,05	0,08	0,16	0,31	0,40	0,49	0,60	0,67	0,72																																																																																																					
Trójnik zbieżny 90° 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q_{d1}/Q_o</th> <th>0</th> <th>0,2</th> <th>0,4</th> <th>0,6</th> <th>0,8</th> <th>1,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ_1</td> <td>-1,2</td> <td>-0,4</td> <td>0,10</td> <td>0,47</td> <td>0,72</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>ζ_2</td> <td>0,06</td> <td>0,18</td> <td>0,30</td> <td>0,41</td> <td>0,51</td> <td>0,60</td> </tr> </tbody> </table>	Q_{d1}/Q_o	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	ζ_1	-1,2	-0,4	0,10	0,47	0,72	0,92	ζ_2	0,06	0,18	0,30	0,41	0,51	0,60																																																																																									
Q_{d1}/Q_o	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0																																																																																																									
ζ_1	-1,2	-0,4	0,10	0,47	0,72	0,92																																																																																																									
ζ_2	0,06	0,18	0,30	0,41	0,51	0,60																																																																																																									
Trójnik zbieżny 45° 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Q_{d1}/Q_o</th> <th>0</th> <th>0,2</th> <th>0,4</th> <th>0,6</th> <th>0,8</th> <th>1,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ_1</td> <td>-0,92</td> <td>-0,38</td> <td>0,00</td> <td>0,22</td> <td>0,37</td> <td>0,37</td> </tr> <tr> <td>ζ_2</td> <td>0,05</td> <td>0,18</td> <td>0,19</td> <td>0,09</td> <td>-0,18</td> <td>-0,54</td> </tr> </tbody> </table>	Q_{d1}/Q_o	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	ζ_1	-0,92	-0,38	0,00	0,22	0,37	0,37	ζ_2	0,05	0,18	0,19	0,09	-0,18	-0,54																																																																																									
Q_{d1}/Q_o	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0																																																																																																									
ζ_1	-0,92	-0,38	0,00	0,22	0,37	0,37																																																																																																									
ζ_2	0,05	0,18	0,19	0,09	-0,18	-0,54																																																																																																									
Zasuwa płaska	<table border="1"> <thead> <tr> <th>x/d</th> <th>0</th> <th>0,10</th> <th>0,20</th> <th>0,30</th> <th>0,40</th> <th>0,50</th> <th>0,60</th> <th>0,70</th> <th>0,75</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>0,15</td> <td>0,30</td> <td>0,80</td> <td>1,50</td> <td>2,80</td> <td>5,30</td> <td>12,0</td> <td>22,0</td> <td>30,0</td> </tr> </tbody> </table>	x/d	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75	ζ	0,15	0,30	0,80	1,50	2,80	5,30	12,0	22,0	30,0																																																																																										
x/d	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75																																																																																																						
ζ	0,15	0,30	0,80	1,50	2,80	5,30	12,0	22,0	30,0																																																																																																						

² E. MIELCARZEWICZ: Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę. Wyd. Arkady, Warszawa 2000