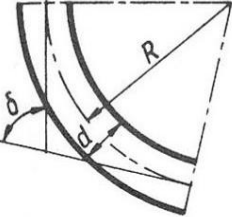
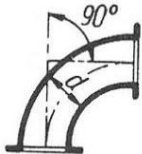


Tablica 2-10. Wartości współczynnika oporu miejscowego ζ kształtek wodociągowych [11, 13, 36, 38, 57, 116, 124, 130, 155]

Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ						
1. Łuki gięte 	wartości ζ wg badań <i>Hofmanna</i> i <i>Wasilewskiego</i>						
	δ R/d	ścianki gładkie					chropowate
		15°	22,5°	45°	60°	90°	90°
	$R = d$	0,03	0,045	0,14	0,19	0,21	0,51
	$R = 2d$	0,03	0,045	0,09	0,12	0,14	0,30
	$R = 4d$	0,03	0,045	0,08	0,10	0,11	0,23
	$R = 6d$	0,03	0,045	0,075	0,09	0,09	0,18
$R = 10d$	0,03	0,045	0,07	0,07	0,11	0,20	
2. Kolana żeliwne 	wartość ζ dla $\delta = 90^\circ$ wg badań <i>Weissbacha</i>						
	$\zeta = \left[0,131 + 0,163 \left(\frac{R}{d} \right)^{-3,5} \right] \frac{\delta}{90^\circ}$						
	R	0,5d	0,75d	d	1,25d	1,5d	2d
ζ	1,978	0,577	0,294	0,206	0,170	0,145	0,132
dla $\delta \neq 90^\circ$ powyższe wartości należy mnożyć przez $\delta/90^\circ$							
d	50	100	200	300	400	500	
ζ	1,3	1,5	1,8	2,1	2,2	2,2	

3. Kolana podwójne



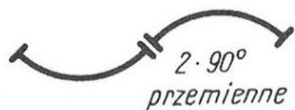
$$\zeta = 2\zeta_{90^\circ}$$

4. Kolana podwójne



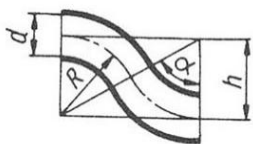
$$\zeta = 3\zeta_{90^\circ}$$

5. Kolana podwójne



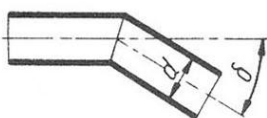
$$\zeta = 4\zeta_{90^\circ}$$

6. Łuk przemienny



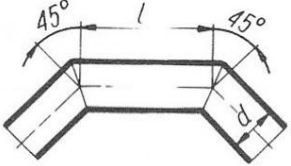
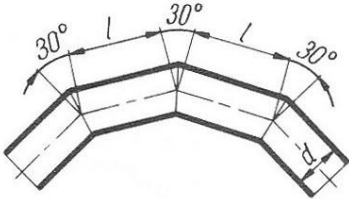
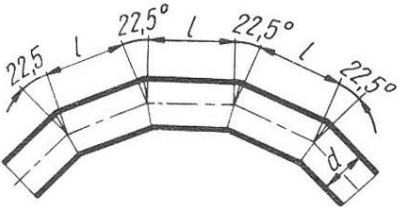
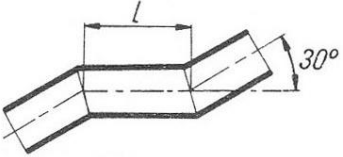
α	30°	45°	60°	90°
ζ dla $R = 15d$	0,12	0,17	0,20	0,26

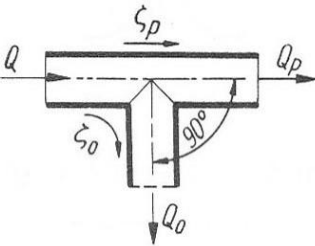
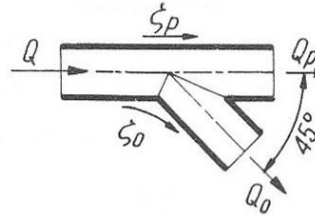
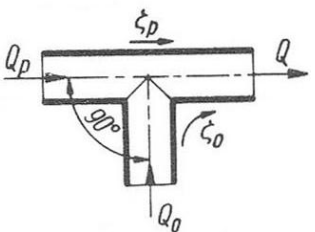
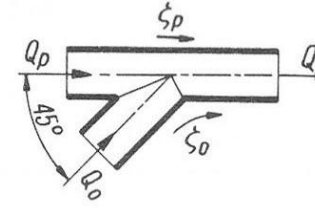
7. Łuki segmentowe



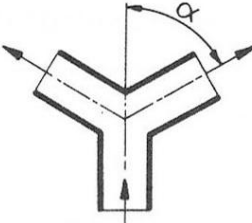
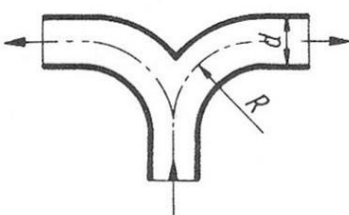
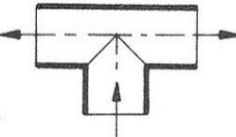
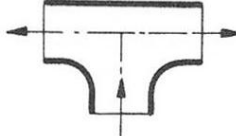
δ	5°	10°	15°	22,5°	30°	45°	60°	90°
ścianki gładkie ζ_1	0,016	0,034	0,042	0,07	0,11	0,24	0,47	1,13
chropowate ζ_2	0,024	0,044	0,062	0,11	0,17	0,32	0,68	1,27

Tablica 2.10 cd.

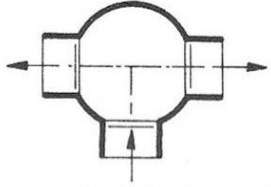
Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ								
<p>8. Łuki segmentowe</p> 	l/d	0,71	0,943	1,174	1,42	1,86	2,56	3,72	6,28
	ścianki gładkie ζ_1	0,51	0,35	0,33	0,28	0,29	0,36	0,36	0,40
	chropowate ζ_2	0,51	0,41	0,38	0,38	0,39	0,43	0,44	0,46
<p>9. Łuki segmentowe</p> 	l/d	1,23	1,44	1,67	1,91	2,37	2,96	4,11	6,10
	ścianki gładkie ζ_1	0,20	0,20	0,15	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21
	chropowate ζ_2	0,35	0,32	0,30	0,31	0,34	0,34	0,35	0,36
<p>10. Łuki segmentowe</p> 	l/d	1,186	1,40	1,63	2,33	2,91	3,49	4,65	6,05
	ścianki gładkie ζ_1	0,12	0,13	0,12	0,10	0,11	0,13	0,15	0,14
	chropowate ζ_2	0,29	0,25	0,27	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31
<p>11. Łuki segmentowe</p> 	l/d	1,23		1,67		2,37		3,77	
	ścianki gładkie ζ_1	0,16		0,16		0,14		0,16	
	chropowate ζ_2	0,30		0,28		0,26		0,24	

<p>12. Trójniki rozbieżne</p> 	Q_0/Q	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	ζ_0	0,96	0,88	0,89	0,96	1,10	1,28
	ζ_p	0,05	-0,08	-0,04	0,07	0,21	0,35
<p>13. Trójniki rozbieżne</p> 	ζ_0	0,90	0,68	0,50	0,38	0,35	0,48
	ζ_p	0,04	-0,06	-0,04	0,07	0,20	0,33
<p>14. Trójniki zbieżne</p> 	Q_0/Q	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	ζ_0	-1,20	-0,4	0,10	0,47	0,72	0,92
	ζ_p	0,06	0,18	0,30	0,41	0,51	0,60
<p>15. Trójniki zbieżne</p> 	ζ_0	-0,92	-0,38	0,00	0,22	0,37	0,37
	ζ_p	0,05	0,18	0,19	0,09	-0,18	-0,54

Tablica 2-10 cd.

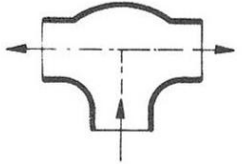
Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ					
<p>16. Trójniki symetryczne ostrokrawędziowe</p> 	α	10°	30°	45°	60°	90°
	ζ	0,1	0,4	0,7	1,0	1,4
<p>17. Trójniki symetryczne</p> 	R/d	0,5	0,75	1	1,5	2
	ζ	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2
<p>18. Trójniki rozdzielcze o krawędziach ostrych</p> 	$\zeta = 1,3$					
<p>19. Trójniki rozdzielcze z szyjką wyoblona</p>  <p style="text-align: center;">$\zeta = 0,73$</p>	$\zeta = 0,73$					

20. Trójniki rozdzielcze kulowe



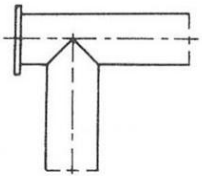
$$\zeta = 4,87$$

21. Trójniki rozdzielcze kulowe
z wyoblona szyjką



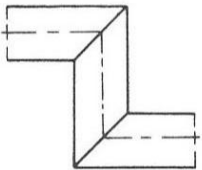
$$\zeta = 0,87$$

22. Połączenia spawane rurociągów



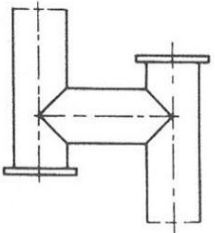
$$\zeta = 2,0 \div 2,5$$

23. Połączenia spawane rurociągów



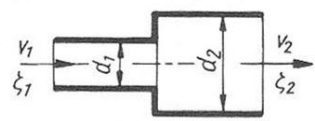
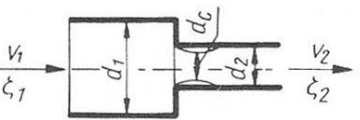
$$\zeta = 3,0$$

24. Połączenia spawane rurociągów



$$\zeta = 4 \div 5$$

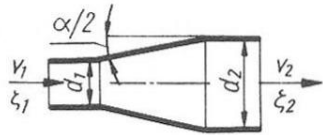
Tablica 2-10 cd.

Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ										
<p>25. Nagłe rozszerzenie przekroju</p> 	wzory <i>Bordy-Carnota</i> : $\zeta_1 = \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \right]^2$; $\zeta_2 = \left[\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 - 1 \right]^2$										
	wartości ζ_1 wg <i>Lencastera</i>										
	$v_1, \text{ m/s}$	d_1/d_2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	0,6	1,00	0,96	0,86	0,74	0,60	0,44	0,29	0,15	0,04	0,04
	1,5	0,95	0,89	0,80	0,69	0,56	0,41	0,27	0,14	0,04	0,04
	3,0	0,91	0,86	0,77	0,67	0,54	0,40	0,26	0,13	0,04	0,04
	wartości ζ_2 wg <i>Bordy-Carnota</i>										
d_2/d_1	1,1	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0			
ζ_2	0,04	0,32	1,56	9,0	27,6	64	225	574			
<p>26. Nagłe zwężenie przekroju</p> 	formuła <i>Weissbacha</i> $\zeta_2 = \zeta_0 + \left(\frac{1}{\kappa} + 1 \right)^2$; $\zeta_0 = 0,04$; $\kappa = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$ wartości ζ_2 wg <i>Weissbacha</i> przy ostrej krawędzi dławnienia										
	d_2/d_1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	
	κ	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,77	1,0	
	ζ_2	0,45	0,42	0,38	0,33	0,29	0,25	0,20	0,15	0,0	

27. Dyfuzor

wartości ζ_1 wg *Lencastera*

d_2/d_1 \ α	2°	6°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°
1,1	0,01	0,01	0,03	0,05	0,10	0,13	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23
1,2	0,02	0,02	0,04	0,09	0,16	0,21	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37
1,4	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,30	0,36	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53
1,6	0,03	0,04	0,07	0,14	0,26	0,35	0,42	0,47	0,51	0,54	0,57	0,61
1,8	0,03	0,04	0,07	0,15	0,28	0,37	0,44	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65
2,0	0,03	0,04	0,07	0,16	0,29	0,38	0,46	0,52	0,56	0,60	0,63	0,68
2,5	0,03	0,04	0,08	0,16	0,30	0,39	0,48	0,54	0,58	0,62	0,63	0,70
3,0	0,03	0,04	0,08	0,16	0,31	0,40	0,48	0,55	0,59	0,63	0,66	0,71
> 3	0,03	0,05	0,08	0,16	0,31	0,40	0,49	0,56	0,60	0,64	0,67	0,72



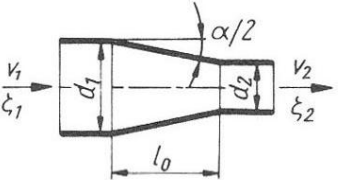
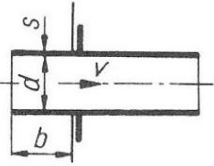
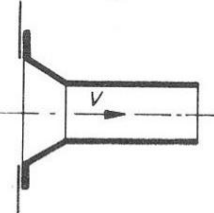
formuła *Fliegnera* dla krótkich dyfuzorów

$$\zeta_2 = k \left[\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 - 1 \right]^2$$

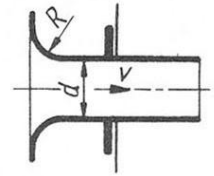
wartości ζ_2 wg *Fliegnera*

α	5°	10°	15°	20°	30°	40°	60°
k	0,13	0,17	0,26	0,41	0,71	0,90	1,12
d_2/d_1 \ k	0,13	0,17	0,26	0,41	0,71	0,90	1,12
1,10	0,002	0,007	0,012	0,018	0,031	0,040	0,049
1,25	0,041	0,054	0,085	0,130	0,224	0,284	0,354
1,50	0,202	0,264	0,421	0,640	1,11	1,41	1,75
2,00	1,27	1,53	2,43	3,69	6,39	8,10	10,1
2,50	3,59	4,69	7,45	11,3	19,6	24,8	30,9
3,00	8,33	10,9	17,3	26,2	45,4	57,6	71,8

Tablica 2-10 cd.

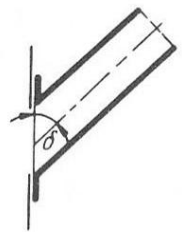
Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ																					
<p>28. Konfuzor</p> 	$\zeta_1 = \frac{\lambda l_0}{4d_2} \left[1 + \frac{d_1}{d_2} + \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 + \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^3 \right]; \quad \zeta_2 = A\lambda$																					
Wartości A																						
d_1/d_2	α	4°				6°				8°				20°								
1,2 1,4 1,8 2,0	9,3 6,7 4,1 3,4	6,2 4,5 2,7 2,3				4,6 3,3 2,0 1,7				1,8 1,3 0,8 0,7												
<p>29. Wloty do rurociągów</p> 	s/d	b/d	0,00	0,002	0,005	0,0075	0,010	0,015	0,020	0,030	0,050	0,075	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	≥ 50				
0 0,008 0,016 0,024 0,032 0,040 0,048	0,50	0,57	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,77	0,81	0,84	0,86	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	0,89	0,77	0,67	0,59	0,54	0,51
<p>30. Wloty do rurociągów</p> 	$\zeta = 0,25$																					

31. Wloty do rurociągów



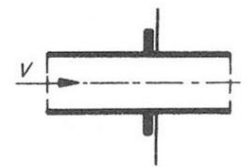
$\zeta = 0,005 \div 0,1$, dla $R = 0,1d$ współczynnik $\zeta = 0,1$; z siatką o wolnym przekroju $\zeta = 0,2$

32. Wloty do rurociągów



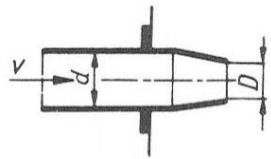
$\zeta = 0,5 + 0,3 \cos \delta + 9,22 \cos^2 \delta$

33. Wyloty ze swobodnym wypływem



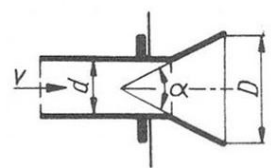
$\zeta = 1,0$

34. Wyloty ze swobodnym wypływem



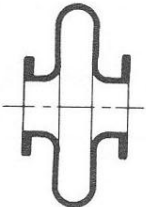

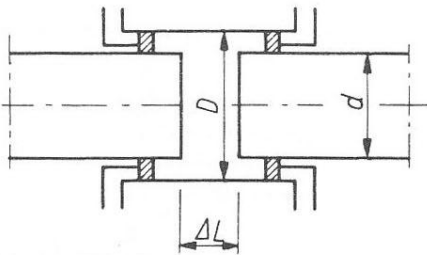
D/d	0,95	0,9	0,85	0,80	0,70	0,60	0,50
ζ	1,43	1,92	2,25	2,54	3,20	4,14	5,51

35. Wyloty ze swobodnym wypływem

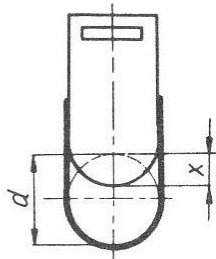
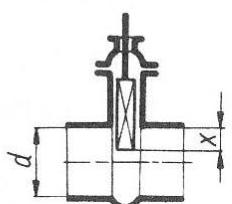
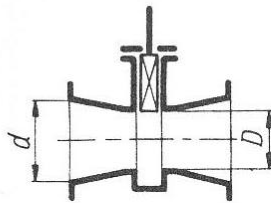
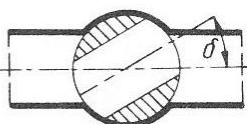
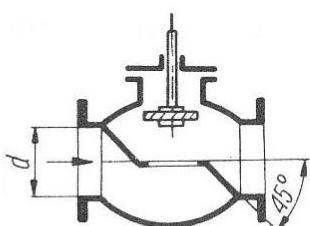
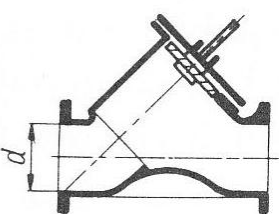


D/d	1,05	1,10	1,20	1,30	1,50	2,0	3,0
$\alpha = 8^\circ$	0,84	0,70	0,51	0,39	0,29	0,11	0,06
$\alpha = 15^\circ$	0,85	0,73	0,57	0,46	0,33	0,22	0,17
$\alpha = 30^\circ$	0,94	0,82	0,73	0,65	0,61	0,52	0,49
$\alpha = 45^\circ$	1,00	0,86	0,81	0,76	0,75	0,64	0,61

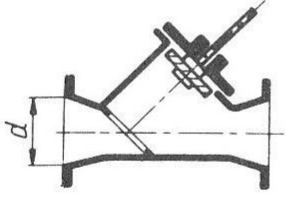
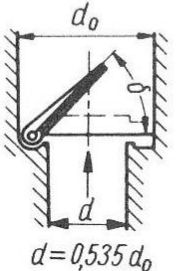
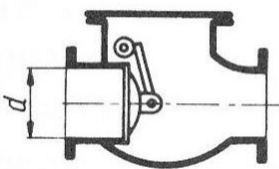
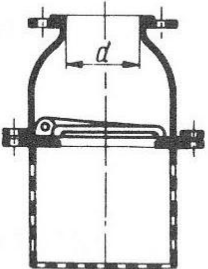
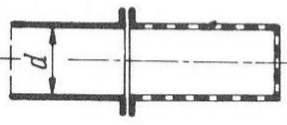
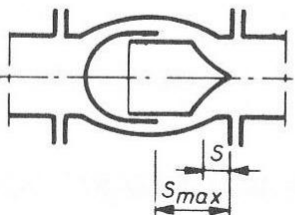
Tablica 10-2 cd.

Rodzaj kształtki	Wartości współczynnika ζ			
<p>36. Kompensatory soczewkowe</p> 	$\zeta = 2,0$			
<p>37. Kompensatory lirowe</p> 	z rury gładkiej $\zeta = 0,7$ z rury falistej $\zeta = 1,4$			
<p>38. Kompensatory dwudławicowe typu R stalowe</p> 	$\Delta L/d$ d/D	0,20	1,00	Uwagi
	1,15 1,20 1,26 1,32 1,42 1,51	0,22 0,28 0,33 0,46 0,58 0,70	0,33 0,38 0,47 0,59 0,68 0,82	Przybliżone wartości $\zeta = f(\Delta L/d \text{ i } D/d)$ określono na podstawie pracy [116]

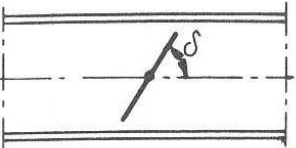
Tablica 2-11. Wartości współczynnika oporu miejscowego ζ armatury wodociągowej [11, 13, 155, 156, 165]

Rodzaj elementu	Wartości współczynnika ζ									
1. Zasuwa 	x/d	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8		
	ζ	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,00	97,80		
2. Zasuwa płaska 	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
3. Zasuwa przewężona 	d/D	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	ζ	0,35	0,5	0,75	1,15	1,55	2,2	2,95	3,8	4,75
4. Zawór stożkowy 	δ	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	82,5°	
	ζ	0,29	1,56	5,47	17,3	52,6	206	486	∞	
5. Zawór przepływowy zwykły 	d_n	80	100	150	200	250	300	350		
	ζ	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4	5,5		
6. Zawór półprzelotowy Koswa  <i>30% przewężenia gniazda</i>	d_n	60	80	100	150	200	250	300	350	
	ζ	2,7	2,4	2,2	1,86	1,65	1,50	1,40	1,30	

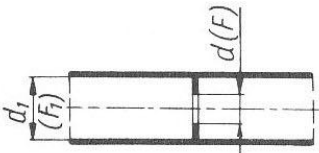
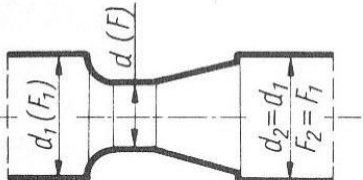
Tablica 2-11 cd.

Rodzaj elementu	Wartości współczynnika ζ										
<p>7. Zawór przelotowy</p> 	d_n	25	50	65	75	100	125	150	200	250	
	ζ	1,04	0,73	0,65	0,60	0,50	0,46	0,42	0,36	0,32	
<p>8. Zawór odchylny klapowy</p>  <p>$d = 0,535 d_0$</p>	δ	15°	20°	30°	45°	60°	70°				
	ζ	90	62	30	9,5	3,2	1,7				
<p>9. Kłapa zwrotna</p> 	d_n	40	70	100	200	300	500	700	800		
	ζ	1,3	1,4	1,5	1,9	2,1	2,5	2,65	3,5		
<p>10. Kosz ssawny z klapą zwrotną</p> 	d_n	40	70	100	150	200	300	500	750		
	ζ	12,0	8,5	7,0	6,0	5,2	3,7	2,5	1,6		
<p>11. Kosz ssawny żeliwny bez kłapy zwrotnej</p> 	$\zeta = (0,675 \div 1,575) \left(\frac{F}{F_0} \right)^2$ <p>gdzie: $F = \frac{\pi d^2}{4}$;</p> <p>F_0 — łączna powierzchnia otworów smoka</p>										
<p>12. Zawór iglicowy</p> 	s/s_{max}	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	ζ	225	12	4,3	2,1	1,4	0,98	0,80	0,72	0,67	0,63
wartości $\zeta = f(s/s_{max})$ określono na podstawie pracy [13]											

Tablica 2-11 cd.

Rodzaj elementu	Wartości współczynnika ζ									
13. Zawór motylkowy 	δ	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	60°
	ζ	0,52	0,90	1,54	2,51	3,91	6,22	10,8	18,7	11,8

Tablica 2-12. Wartości współczynnika oporu miejscowego ζ urządzeń mierniczych [34, 36, 156]

Rodzaj elementu	Wartości współczynnika ζ							
<p>1. Kryza</p>  <p>$m = d^2/d_1^2 = F/F_1$</p>	m	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	ζ	249	102	53	31	19	9	4
<p>2. Krótka rura Venturiego</p>  <p>$m = d^2/d_1^2 = F/F_1$</p>	m	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
	ζ	17	7	3	2	1	0,5	0,3
<p>3. Wodomierz skrzydełkowy</p>	dla średnic $d_n = 15, 20, 25, 30, 40, 50$ mm $\zeta = 8 \div 10$							
<p>4. Wodomierz śrubowy o osi poziomej</p>	wartości współczynnika ζ wg PN-73/M-54870							
	w obudowie zamkniętej (MZ)					z wyjmowanym bębniem (MW)		
	d_n	80	100	150	200	230	400	
	ζ	1,5	1,3	1,0	1,0	0,8	1,0	
<p>5. Wodomierz studzienny</p>	przybliżone wartości współczynnika ζ^*							
	d_n	80	100	150	200	250	300	
	ζ	2,01	1,94	1,64	1,88	1,87	1,28	

* Współczynnik ζ obliczono wg pracy „Poradnik wodomierzowy” [156]