



Politechnika Wroclawska

# WYBRANE ZAGADNIENIA Z WODOCIĄGÓW

Mgr inż. Katarzyna Wartalska



# 7. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej przed dobozem pomp

## 7.1. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej dla maksymalnego godzinowego zapotrzebowania na wodę ( $Q_{\max h}$ )

Dla założonych przepływów na odcinkach (przedstawionych w tabeli 3. oraz na rys. 1.) i dla obliczonych dla maksymalnego zapotrzebowania na wodę:

- wydajności pompowni drugiego stopnia równej  $Q_{pmax} = 332,2 \text{ dm}^3/\text{s}$
- wypływu ze zbiornika sieciowego równego  $Q_z = 159,5 \text{ dm}^3/\text{s}$

wykonano obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metodą Crossa.

Wszystkie obliczenia wraz z wyliczonymi rzędnymi linii ciśnień przedstawiono w tabeli 4. Obliczenia rozpoczęto od węzła nr 2, jako najniekorzystniej usytuowanego.



# 7. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej przed dobozem pomp

Wysokość ciśnienia gospodarczego w sieci wodociągowej zależy od liczby kondygnacji zaopatrywanych w wodę budynków. Liczba kondygnacji została podana w temacie niniejszej pracy i wynosi:

- dla miejscowości A:  $n = 5$ ,
- dla miejscowości B:  $n = 4$ .

Wysokość ciśnienia gospodarczego obliczono ze wzoru:

$$H_{gosp} = 4 \cdot n + 10, \quad m \text{ s. w.}$$

gdzie:  $n$  - liczba kondygnacji budynków

Ciśnienie gospodarcze dla miejscowości A:

$$H_{gosp(A)} = 4 \cdot 5 + 10 = 30 \text{ m}$$

Ciśnienie gospodarcze dla miejscowości B:

$$H_{gosp(B)} = 4 \cdot 4 + 10 = 26 \text{ m}$$

Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metodą Crossa dla rozbioru maksymalnego godzinowego ( $Q_{maxh}$ ).

Dane ogólne				Przepływy				Pierwsze przybliżenie				Drugie przybliżenie				Wyniki końcowe				Przepływy wyrównane		Rzędne, m npm			Wzrost		
Otwód	Wzrost	d	l	$Q_{boz}$	$Q_{kon}$	q	$0,55 \cdot q$	$Q_1$	$i_1$	$\Delta h_1$	$\Delta h_1/Q_1$	$Q_2$	$i_2$	$\Delta h_2$	$\delta h$	$\Delta h_w$	v	i	$Q_k$	$Q_p$	terenu	ciśnienia gospodarczego	linii ciśnienia				
		mm	m	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m	m	m	m/s	%	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s							
I	8																					107,20	134,20	136,41	8		
		200	330	17,8	3,5	14,3	7,9	11,4	1,2	0,20	0,0247	9,5	10,0	3,6	1,10	0,01	1,20	0,62	2,60	12,0	26,3						
	7		245	34,6	17,9	16,7	9,2															106,70	133,70	135,21	7		
		200	330	17,8	3,5	14,3	7,9																				
	5		300	330	63,1	53,6	9,5	5,2	-58,8	3,6	-1,20	0,02										104,50	131,50	135,98	5		
		300	225	47,6	23,8	23,8	13,1	36,9	1,4	0,32	0,00											104,30	131,30	136,85	6		
	4		300	225	47,6	23,8	23,8	13,1														106,30	133,30	136,44	4		
		300	180	14,3	0,0	14,3	7,9	7,9	0,1	0,01	0,0013	4,6	12,5	0,2	0,03	0,00	0,03	0,18	0,20	4,6	18,9						
										SUMA	-2,11	0,1247					SUMA	-0,02	0,02	0,00							
										$\Delta Q_1 = -\frac{\sum \Delta h_1}{2 \cdot \sum \frac{\Delta h_1}{Q_1}} = -\frac{-2,11}{2 \cdot 0,1247} = 8,5$																	
II	8																					107,20	134,20	136,41	8		
		300	180	14,3	0,0	14,3	7,9	-7,9	0,1	-0,01	0,0013	-4,6	-12,5	0,2	-0,03	0,00	-0,03	0,18	0,20	4,6	18,9						
	4		225	47,6	23,8	23,8	13,1	-36,9	1,4	-0,32	0,0087	-4,6	-41,5	1,8	-0,41	0,00	-0,41	0,59	1,80	28,4	52,2	106,30	133,30	136,44	4		
		250	335	42,8	33,3	9,5	5,2	38,5	4,1	1,37	0,0356	3,9	42,4	5,0	1,66	0,06	1,72	0,86	5,00	37,2	46,7	104,30	131,30	136,85	6		
	3		200	515	11,9	0,0	11,9	6,5	6,5	0,4	0,20	0,0308	3,9	10,4	1,0	0,51	0,02	0,53	0,33	1,00	3,9	15,8	105,20	132,20	135,13	3	
		200	390	35,7	19,0	16,7	9,2	-28,2	7,2	-2,81	0,0996	3,9	-24,3	5,4	-2,09	0,08	-2,01	0,77	5,40	15,1	31,8	107,60	134,60	134,60	2		
	1		350	385	36,8	29,7	7,1	3,9	33,6	0,4	0,15	0,0045	3,9	37,5	0,5	0,19	0,01	0,20	0,39	0,50	33,6	40,7	109,20	136,20	136,61	1	
		350	385	36,8	29,7	7,1	3,9															107,20	134,20	136,41	8		
										SUMA	-1,42	0,1805					SUMA	-0,17	0,17	0,00							
										$\Delta Q_1 = -\frac{\sum \Delta h_1}{2 \cdot \sum \frac{\Delta h_1}{Q_1}} = -\frac{-1,42}{2 \cdot 0,1805} = 3,9$																	
P		400	255	165,4	165,4	0,0	0,0	-	-	-	-	-	165,4	6,2	1,59	-	1,59	1,32	6,20	165,4	165,4	101,50	-	138,44	P		
6																					104,30	131,30	136,85	6			
1		350	275	72,5	72,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-	72,5	2,4	0,67	-	0,67	0,75	2,40	72,5	72,5	109,20	136,20	136,61	1		
Zb																					110,80	-	137,28	Zb			

$$\Delta h_1 = 0,001 \cdot i_1 \cdot l$$

$$\Delta h_w = \Delta h_2 + \delta h$$

$$Q_2 = Q_1 + \Delta Q_1$$



*Q<sub>max</sub>-ciąg dalszy*

Wyniki końcowe				Przepływy wyrównane		Rzędne, m n.p.m.			Węzeł
Δh	Δh	v	i	Q <sub>k</sub>	Q <sub>p</sub>	terenu	ciśnienia gospodarcz ego	linii ciśnienia	
m	m	m/s	‰	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s				
						88,20	110,20	132,47	1
-0,02	4,14	0,65	4,6	0,4	8,2	87,30	109,30	126,33	5
-0,01	-1,77	0,56	3,6	1,1	6,5	103,20	125,20	130,10	4
-0,01	0,27	0,47	0,8	15,3	26,9	102,80	124,80	129,83	3
-0,02	0,05	0,23	0,2	7,6	13,8	102,50	124,50	129,78	2
0,00	-2,69	1,41	5,6	85,2	89,9	88,20	110,20	132,47	1
-0,06	0,00								
						83,00	-	133,22	P
-	0,75	1,05	3,5	49,8	49,8	88,20	110,20	132,47	1
						83,00	-	133,22	P
-	0,75	1,05	3,5	49,8	49,8	88,20	110,20	132,47	1
						103,20	125,20	130,10	4
-	0,23	0,91	2,6	39,6	44,3	106,30	128,30	130,33	6
-	0,59	0,93	3,1	45,8	45,8	114,10	-	130,92	Z
						102,50	124,50	129,78	2
-	0,78	1,30	4,7	75,7	83,5	107,00	129,00	129,00	7
-	1,58	1,18	3,6	67,9	67,9	101,10	123,10	127,42	8
-	1,07	1,05	3,0	58,4	62,5	87,90	109,90	126,35	9
-	1,13	1,15	4,7	41,4	44,1	77,80	99,80	125,22	10
-	2,75	0,99	6,4	10,9	19,0	57,60	79,60	122,47	12
						87,90	109,90	126,35	9
-	3,63	0,86	5,5	9,5	10,9	77,50	99,50	122,72	13
						77,80	99,80	125,22	10
-	2,37	0,80	4,3	8,8	15,6	72,50	94,50	122,85	11

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Tabela 4. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metodą Crossa dla maksymalnego godzinowego zapotrzebowania na wodę ( $Q_{maxh}$ ) przed dobozem pomp.

Węzeł	Dane ogólne		Przepływy				Przybliżenie pierwsze			Wyniki końcowe				Przepływy wyrównane		Rzędne				Węzeł
	d	l	$Q_{obst}$	$Q_{obst}$	q	0,55 · q	$Q_i$	$i_i$	$\Delta h_i$	$\delta h$	$\Delta h_k$	v	i	$Q_{obst}$	$Q_{obst}$	Terenu	Ciśnienia gospodarczego	Linii ciśnienia	$R_{c.-R_b}$	
	mm	m	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	‰	m	m	m	m/s	‰	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	m opp.	m opp.	m opp.	m opp.	
1																216,60	246,60	254,82	38,22	1
	560	515	254,9	217,9	37,0	20,4	+238,3	2,11	+1,09	0,00	+1,09	1,25	2,11	217,9	254,9					
6																206,83	236,83	253,73	46,90	6
	450	400	185,0	131,6	53,4	29,9	+161,0	3,17	+1,27	-0,01	+1,26	1,35	3,17	131,6	185,0					
5																203,37	233,37	252,47	49,10	5
	315	665	86,4	70,0	16,4	9,0	+79,0	4,60	+3,06	-0,04	+3,02	1,32	4,6	70,0	86,4					
4																203,00	233,00	249,45	46,45	4
	315	405	72,3	51,7	20,6	11,3	-63,0	3,08	-1,25	-0,01	-1,26	1,08	3,08	51,7	72,3					
3																207,72	237,72	250,71	42,99	3
	400	605	125,8	101,1	24,7	13,6	-114,7	2,95	-1,78	-0,01	-1,79	1,21	2,95	101,1	125,8					
2																222,50	252,50	252,50	30,00	2
	500	900	216,2	158,7	57,5	31,6	-190,3	2,55	-2,30	-0,02	-2,32	1,28	2,55	158,7	216,2					
1																216,60	246,60	254,82	38,22	1
								Σ	0,09	-0,09	0,00									
P																213,50	-	256,06	42,56	P
	450	380	166,1	166,1	0,0	0,0	166,1	3,25	1,24	-	-	1,37	3,25	166,1	166,1					
1																216,60	246,60	254,82	38,22	1
P																213,50	-	256,06	42,56	P
	450	380	166,1	166,1	0,0	0,0	166,1	3,25	1,24	-	-	1,37	3,25	166,1	166,1					
1																216,60	246,60	254,82	38,22	1
Zb																235,00	-	255,79	20,79	Zb
	500	525	159,5	159,5	0,0	0,0	159,5	1,85	0,97	-	-	1,06	1,85	159,5	159,5					
1																216,60	246,60	254,82	38,22	1
4																203,00	233,00	249,45	46,45	4
	315	835	80,6	80,6	0,0	0,0	80,6	4,90	4,09	-	-	1,35	4,9	80,6	80,6					
7																160,00	186,00	245,36	85,36	7
	250	780	33,8	24,1	9,7	5,3	29,4	2,39	1,86	-	-	0,77	2,39	24,1	33,8					
10																185,57	211,57	243,50	57,93	10
	180	155	19,3	14,5	4,8	2,6	17,1	4,30	0,67	-	-	0,87	4,3	14,5	19,3					
11																183,15	209,15	242,83	59,68	11
	140	345	7,2	4,0	3,2	1,8	5,8	2,11	0,73	-	-	0,49	2,11	4,0	7,2					
12																186,79	212,79	242,10	55,31	12
7																160,00	186,00	245,36	85,36	7
	180	520	20,2	6,5	13,7	7,5	14,0	2,39	1,24	-	-	0,72	2,39	6,5	20,2					
9																181,00	207,00	244,12	63,12	9
7																160,00	186,00	245,36	85,36	7
	140	410	15,3	3,2	12,1	6,7	9,9	5,51	2,26	-	-	0,83	5,51	3,2	15,3					
8																185,48	211,48	243,10	57,62	8



# 7. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej przed doborem pomp

## 7.2. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej dla minimalnego godzinowego zapotrzebowania na wodę

Dla założonych przepływów na odcinkach (przedstawionych w tabeli 3. oraz na rys. 2.) oraz dla obliczonych dla minimalnego zapotrzebowania na wodę:

- wydajności pompowni drugiego stopnia równej  $Q_{pmin} = 271,8 \text{ dm}^3/\text{s}$
- dopływu do zbiornika sieciowego równego  $Q_z = 200,8 \text{ dm}^3/\text{s}$

wykonano obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metodą Crossa.

Wszystkie obliczenia wraz z wyliczonymi rzędnymi linii ciśnień przedstawiono w tabeli 5. Obliczenia rozpoczęto od zbiornika, wyznaczając jego rzędną linii ciśnień poprzez dodanie do rzędnej linii ciśnień wyznaczonej podczas obliczeń hydraulicznych dla maksymalnego zapotrzebowania na wodę wysokości użytkowej warstwy wody  $h_{uż} = 5,0 \text{ m}$  (podanej w temacie).



$Q \text{ min h}$

Tabla 5. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metoda Cressa dla minimalnego godzinowego zapotrzebowania na wodę ( $Q_{\text{min}}$ ) przed daniem pomp

Cisłownik	Dane ogólne		Przepływy				Przybliżenie pierwsze					Przybliżenie drugie				Przybliżenie trzecie				Przybliżenie czwarte						
	Wzrost	d	l	$Q_{\text{pocz}}$	$Q_{\text{konc}}$	q	0,55 q	$Q_1$	$i_1$	$h_{f1}$	$\frac{\Delta h_{f1}}{Q_1}$	$\Delta Q_1$	$Q_2$	$i_2$	$h_{f2}$	$\frac{\Delta h_{f2}}{Q_2}$	$\Delta Q_2$	$Q_3$	$i_3$	$h_{f3}$	$\frac{\Delta h_{f3}}{Q_3}$	$\Delta Q_3$	$Q_4$	$i_4$	$h_{f4}$	
	mm	m	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s*	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m	$\frac{\Delta h_{f1}}{Q_1}$	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m	$\frac{\Delta h_{f2}}{Q_2}$	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m	$\frac{\Delta h_{f3}}{Q_3}$	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	%	m		
I	1	110	905	1,0	0,0	1,0	0,6	0,6	0,13	0,12	0,1961	7,1	7,7	11,9	10,77	1,3986	-2,4	5,3	5,9	5,34	1,0075	-0,7	4,6	4,5	4,07	
	5	110	490	0,8	0,2	0,6	0,3	-0,5	0,1	-0,05	0,0980	7,1	6,6	8,5	4,17	0,6311	-2,4	4,2	4,0	1,96	0,4667	-0,7	3,5	2,8	1,37	
	4	280	350	58,9	57,4	1,5	0,8	-58,2	4,5	-1,58	0,0271	7,1	-51,1	3,8	-1,33	0,0260	-2,4	-53,5	3,9	-1,37	0,0255	-0,7	-54,2	4,1	-1,44	
	3	280	350	59,9	59,1	0,8	0,4	-59,5	4,6	-1,61	0,0271	7,1	-52,4	4,0	-1,40	0,0267	-2,4	-54,8	4,3	-1,51	0,0275	-0,7	-55,5	4,3	-1,51	
	2	315	480	80,3	79,7	0,6	0,3	-80,0	4,7	-2,26	0,0282	7,1	-72,9	4,1	-1,97	0,0270	-2,4	-75,3	4,4	-2,11	0,0280	-0,7	-76,0	4,4	-2,11	
	1																									
									$\Sigma$	-5,38	0,3765			$\Sigma$	10,24	2,1094			$\Sigma$	2,31	1,5552			$\Sigma$	0,38	
							$\Delta Q_1 = -\frac{5,38}{2 \cdot 0,3765} = 7,1$					$\Delta Q_2 = -\frac{10,24}{2 \cdot 2,1094} = -2,4$				$\Delta Q_3 = -\frac{2,31}{2 \cdot 1,5552} = -0,7$										
P	280	215	40,8	40,8	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,8	2,5	0,54	
1																										
P	280	215	40,7	40,7	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,7	2,5	0,54	
1																										
4	280	90	55,8	55,2	0,6	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,5	4,2	0,38	
6	280	190	55,0	55,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,0	4,1	0,78	
Z																										
2	315	155	18,6	17,6	1,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,2	0,3	0,05	
7	315	440	16,6	16,6	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,6	0,3	0,13	
8	315	355	15,3	14,3	1,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,9	0,2	0,07	
9	250	240	10,9	10,2	0,7	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	0,4	0,10	
10	160	430	4,6	2,6	2,0	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	0,5	0,22	
12																										
9	140	660	2,6	2,3	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,5	0,33	
13																										
10	160	550	3,9	2,2	1,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	0,4	0,22	
11																										

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26

1



Tabela 5. Obliczenia hydrauliczne sieci wodociągowej metodą Crossa dla minimalnego godzinowego zapotrzebowania na wodę ( $Q_{minh}$ ) przed doбором pomp.

Węzeł	Dane ogólne		Przepływy				Przybliżenie pierwsze			Wyniki końcowe				Przepływy wyrównane		Rzędne				Węzeł
	d	l	$Q_{Dobrz}$	$Q_{Dobrz}$	q	0,55 · q	$Q_i$	$i_i$	$\Delta h_i$	$\Delta h$	$\Delta h_{Dobrz}$	v	i	$Q_{Dobrz}$	$Q_{Dobrz}$	Terenu	Ciśnienie gospodarczego	Linii ciśnienia	$R_{Lc}-R_s$	
	mm	m	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	‰	m	m	m	m/s	‰	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	m opp.	m opp.	m opp.	m opp.	
1																216,60	246,60	262,23	45,63	1
	560	515	38,2	32,9	5,3	2,9	+35,8	0,01	+0,01	0,00	+0,01	0,22	0,01	32,9	38,2					
6																206,83	236,83	262,22	55,39	6
	450	400	28,2	20,5	7,7	4,2	+24,7	0,11	+0,04	-0,02	+0,02	0,21	0,11	20,5	28,2					
5																203,37	233,37	262,20	58,83	5
	315	665	14	11,6	2,4	1,3	+12,9	0,18	+0,12	-0,05	+0,07	0,22	0,18	11,6	14					
4																203,00	233,00	262,13	59,13	4
	315	405	9,1	6,1	3	1,7	-7,8	0,01	0,00	0,00	0,00	0,12	0,01	6,1	9,1					
3																207,72	237,72	262,13	54,41	3
	400	605	16,8	13,2	3,6	2	-15,2	0,01	-0,01	-0,04	-0,05	0,18	0,01	13,2	16,8					
2																222,50	252,50	262,18	39,68	2
	500	900	29,8	21,5	8,3	4,6	-26,1	0,01	-0,01	-0,04	-0,05	0,18	0,01	21,5	29,8					
1																216,60	246,60	262,23	45,63	1
								$\Sigma$	-0,15	-0,15	0,00									
P																213,50	-	263,09	49,59	P
	450	380	135,9	135,9	0,0	0,0	135,9	2,25	0,86	-	-	1,12	2,25	135,9	135,9					
1																216,60	246,60	262,23	45,63	1
P																213,50	-	263,09	49,59	P
	450	380	135,9	135,9	0,0	0,0	135,9	2,25	0,86	-	-	1,12	2,25	135,9	135,9					
1																216,60	246,60	262,23	45,63	1
Zb.																235,00	-	260,79	25,79	Zb.
	500	525	200,8	200,8	0,0	0,0	200,8	2,75	1,44	-	-	1,35	2,75	200,8	200,8					
1																216,60	246,60	262,23	45,63	1
4																203,00	233,00	262,13	59,13	4
	315	835	11,8	11,8	0,0	0,0	11,8	0,26	0,22	-	-	0,25	0,26	11,8	11,8					
7																160,00	186,00	261,91	101,91	7
	250	780	5,0	3,6	1,4	0,8	4,4	0,01	0,01	-	-	0,12	0,01	3,6	5,0					
10																185,57	211,57	261,90	76,33	10
	180	155	2,9	2,2	0,7	0,4	2,6	0,16	0,02	-	-	0,16	0,16	2,2	2,9					
11																183,15	209,15	261,88	78,73	11
	140	345	1,1	0,6	0,5	0,3	0,9	0,01	0,00	-	-	0,05	0,01	0,6	1,1					
12																186,79	212,79	261,88	75,09	12
7																160,00	186,00	261,91	101,91	7
	180	520	2,9	0,9	2,0	1,1	2,0	0,10	0,05	-	-	0,11	0,1	0,9	2,9					
9																181,00	207,00	261,86	80,86	9
7																160,00	186,00	261,91	101,91	7
	140	410	2,3	0,5	1,8	1,0	1,5	0,19	0,08	-	-	0,13	0,19	0,5	2,3					
8																185,48	211,48	261,83	76,35	8