



Politechnika Wroclawska

Wydział Inżynierii Środowiska

INSTALACJE WODOCIĄGOWE I KANALIZACYJNE 2

„Przykład obliczeń”

Ćwiczenie projektowe

Wrocław 2014



Dane projektowe

Cel i zakres prac



Opracowanie **projektu technicznego instalacji wodociągowej (wody zimnej, ciepłej wody użytkowej)** dla podpiwniczonego budynku jednorodzinnego.

Dobór średnic przewodów, wyznaczenie strat ciśnienia, dobór wodomierza, filtra i zaworu antyskażeniowego.

Określenie **wymaganego ciśnienia** w miejscu przyłączenia projektowanej instalacji wodociągowej do sieci.





Dane projektowe

Prace wstępne



1. Charakterystyka budynku

Rzędna terenu w sąsiedztwie budynku: 118,50 m n.p.m.

Odległość od granicy działki: 1,50 m

2. Uzbrojenie terenu

SIEĆ WODOCIĄGOWA:

Materiał: PEHD Średnica: 200 mm Zagłębienie rurociągu 1,40 m

Odległość od granicy działki: 1,50 m

3. Instalacje wewnętrzne

Materiał instalacji wodociągowej:

polietylen wielowarstwowy PE-RT / AI / PE-RT

Strata ciśnienia w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej:

$$\Delta p_{w\ cwu} = 30 \text{ kPa}$$

4. Ciśnienie gwarantowane w wodociągu

$$H_{w gw} = 30 \text{ m}$$



Obliczenia

Prace wstępne

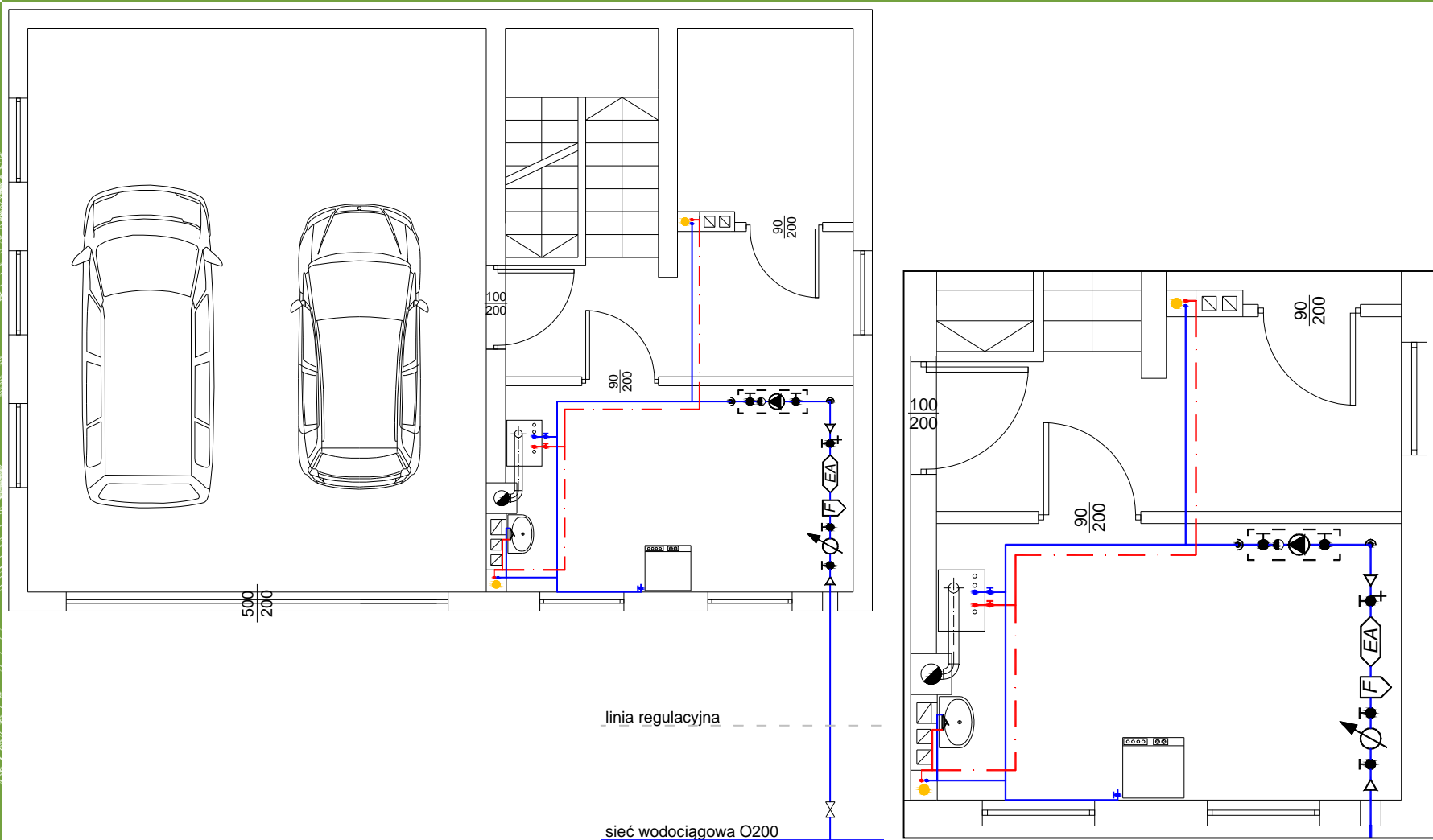


- 1. Przygotowanie przepisów, norm, wytycznych, poradników oraz dokumentacji katalogowej przewodów, z których będzie zaprojektowana instalacja wodociągowa (nomogramy, tabele, wzory obliczeń, współczynniki oporów miejscowych, itp.)**
- 2. Zaprojektowanie rozproszczenia przewodów na rzutach budynku, a następnie wykonanie na tej podstawie aksonometrii oraz schematu instalacji.**
- 3. Wykonanie numeracji odcinków obliczeniowych (działek)**
- 4. Sporządzenie tabel obliczeń do których będą wprowadzane oznaczenia, długości przewodów, przepływy normatywne, dobrane średnice, współczynniki oporów liniowych i miejscowych oraz wzory obliczeniowe.**
- 5. Przygotowanie dokumentacji dla dobieranych elementów i urządzeń instalacji (wodomierze, filtry, zawory antyskażeniowe, pompy itp.)**



Budynek jednorodzinny

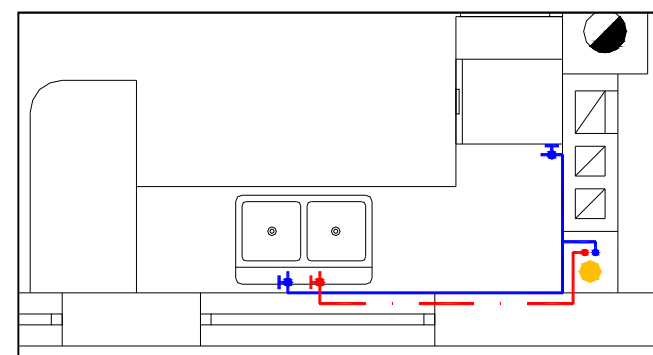
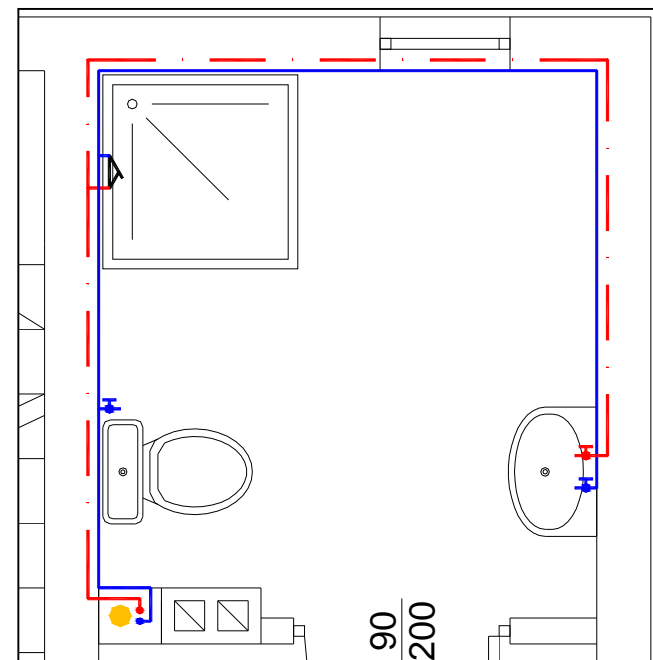
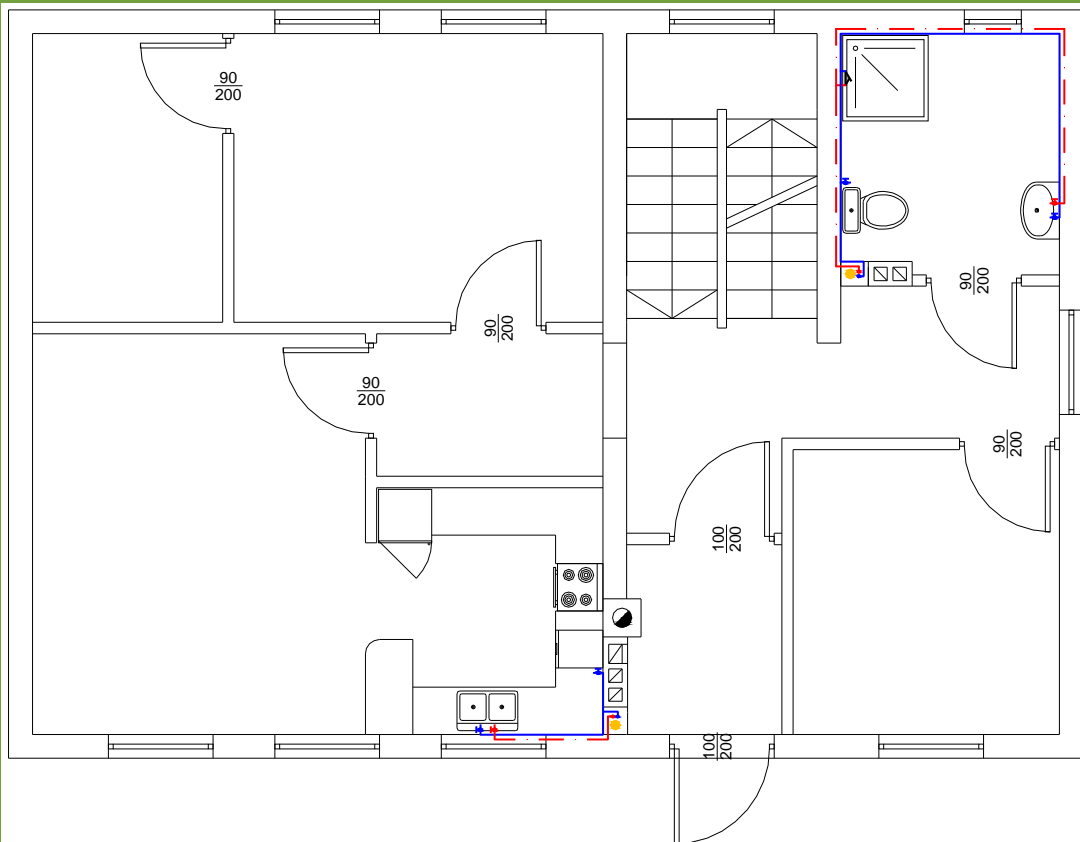
Rzut piwnicy / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej





Budynek jednorodzinny

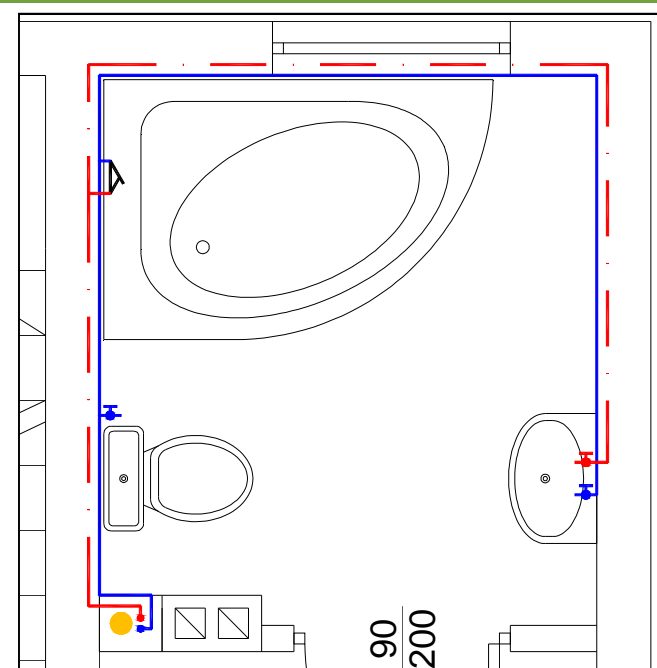
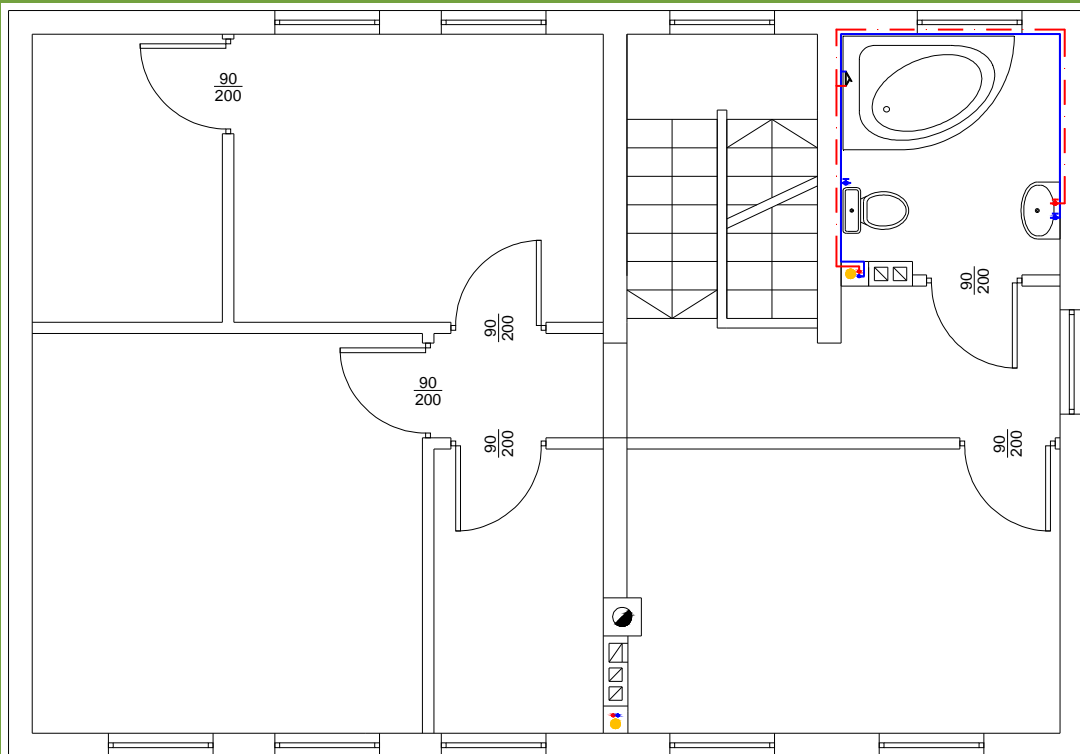
Rzut parteru / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej





Budynek jednorodzinny

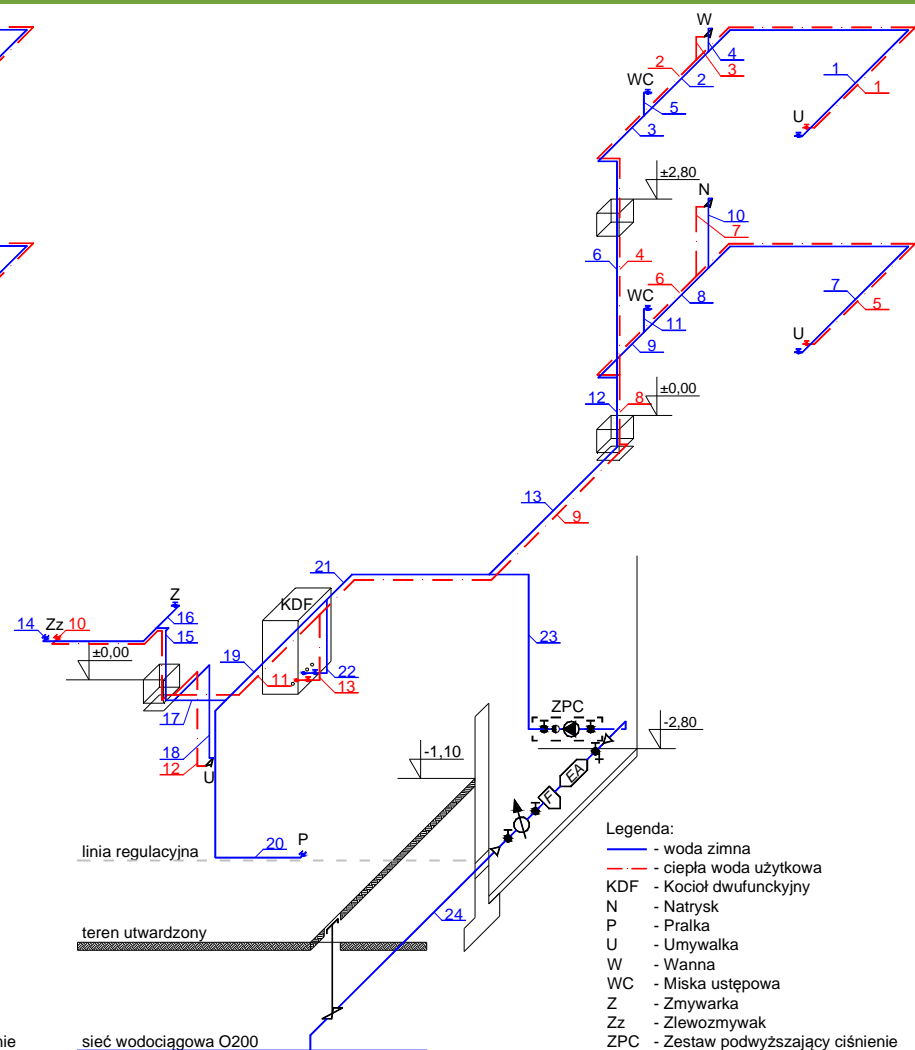
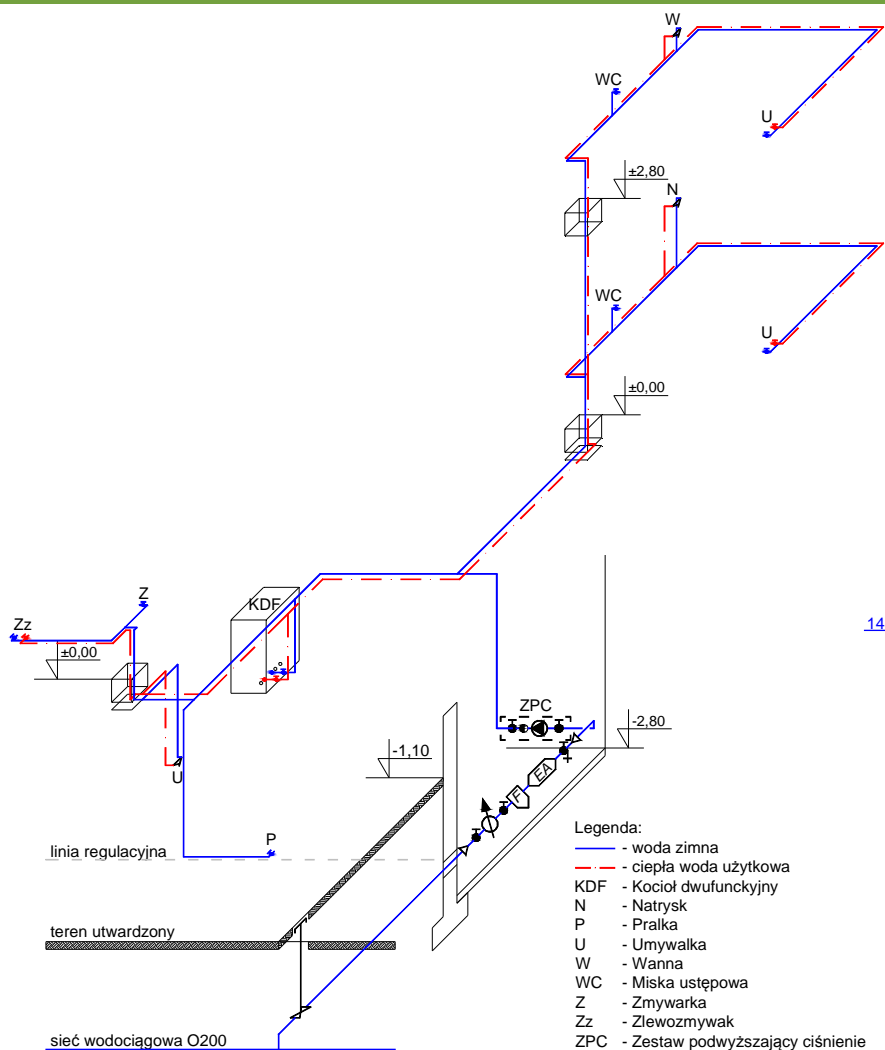
Rzut piętra / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej





Budynek jednorodzinny

Aksonometria instalacji wodociągowej / Schemat instalacji



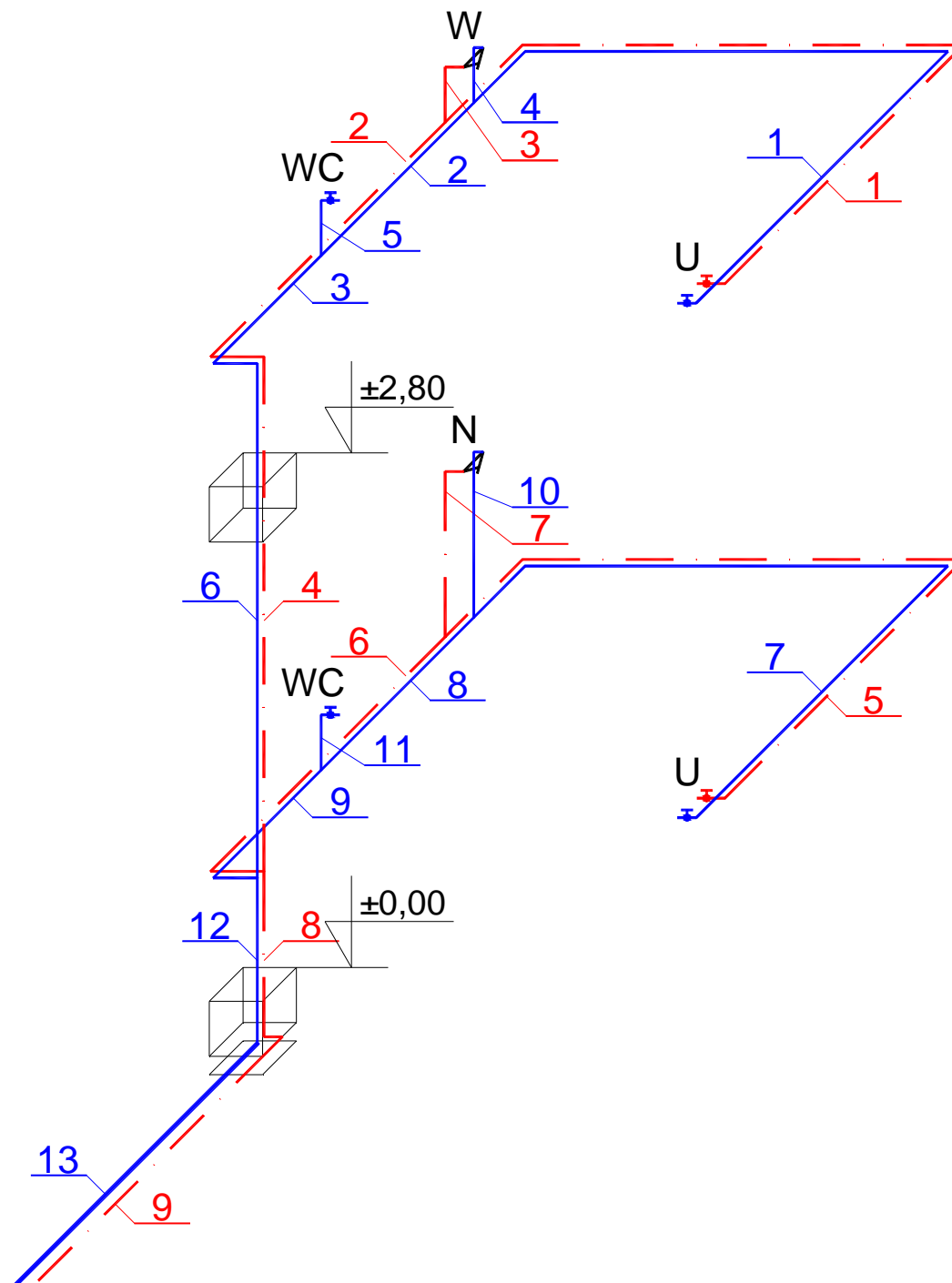


Politechnika Wroclawska

Wydział Inżynierii Środowiska

Budynek

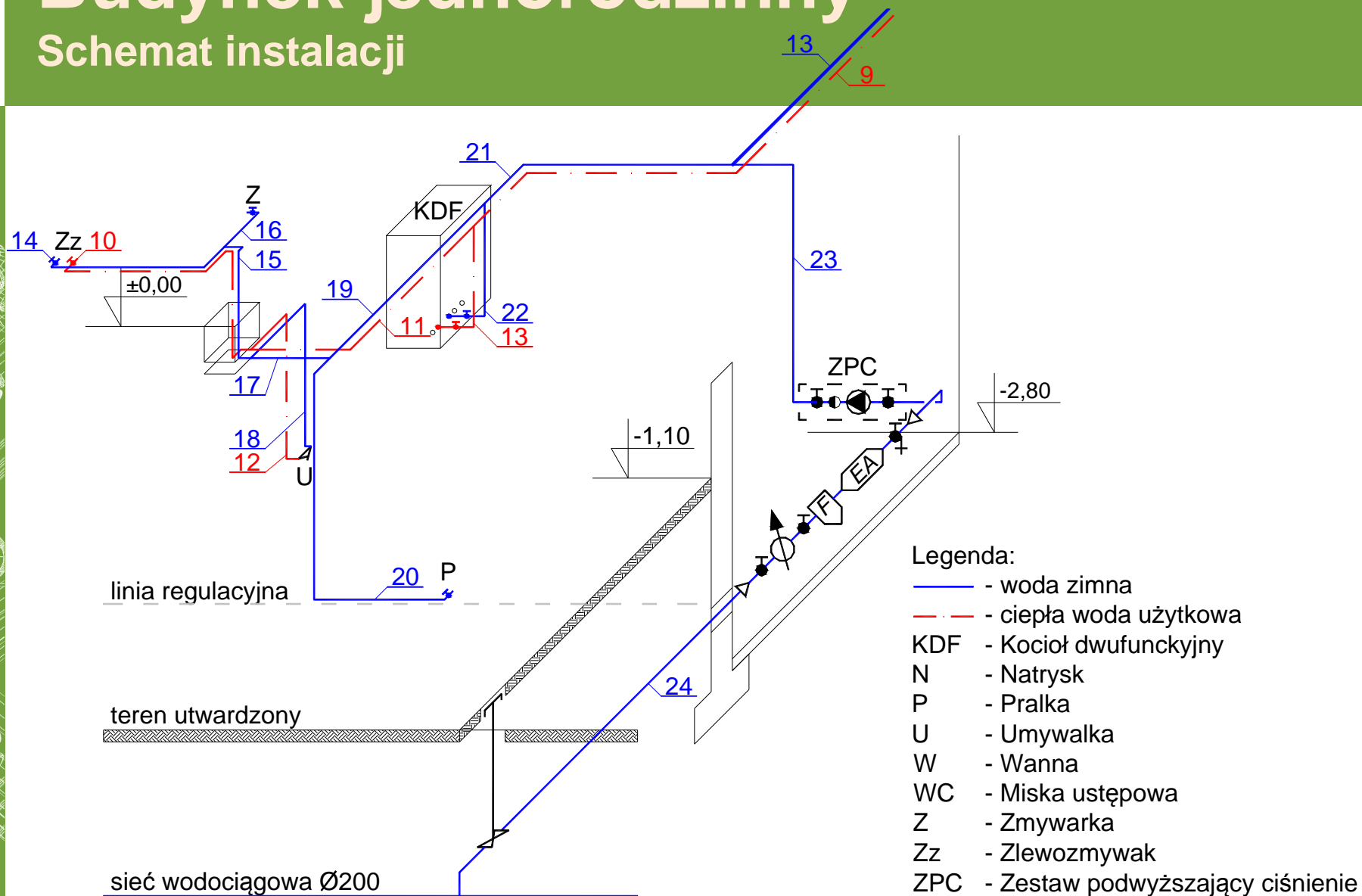
Schemat instalacji





Budynek jednorodzinny

Schemat instalacji





Obliczenia

Tabele obliczeń

**Tab. 1. Zestawienie oporów R dla systemu PE-RT / AI / PE-RT (woda zimna)**

V_s l/s	Dz 14x2		Dz 16x2		Dz 18x2		Dz 20x2.25	
	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m
0,01	0,13	0,51	0,09	0,22	0,06	0,11	0,05	0,07
0,02	0,25	1,61	0,18	0,69	0,13	0,34	0,11	0,21
0,03	0,38	3,19	0,27	1,36	0,19	0,66	0,16	0,41
0,04	0,51	5,21	0,35	2,21	0,26	1,07	0,21	0,66
0,05	0,64	7,62	0,44	3,23	0,32	1,56	0,26	0,97
0,06	0,76	10,43	0,53	4,41	0,39	2,13	0,32	1,32
0,07	0,89	13,59	0,62	5,75	0,45	2,78	0,37	1,72
0,08	1,02	17,12	0,71	7,23	0,52	3,49	0,42	2,16
0,09	1,15	20,99	0,80	8,86	0,58	4,28	0,48	2,65
0,10	1,27	25,20	0,88	10,63	0,65	5,13	0,53	3,17
0,15	1,91	51,07	1,33	21,49	0,97	10,35	0,79	6,39
0,20	2,55	84,56	1,77	35,52	1,30	17,08	1,06	10,54
0,25	3,18	125,23	2,21	52,55	1,62	25,24	1,32	15,56
0,30	3,82	172,79	2,65	72,43	1,95	34,76	1,59	21,41
0,35	4,46	227,01	3,09	95,07	2,27	45,59	1,85	28,07
0,40	5,09	287,69	3,54	120,39	2,60	57,70	2,12	35,52



Obliczenia

Tabele obliczeń



Tab. 2. Współczynniki oporów miejscowych dla systemu PE-RT / AI / PE-RT

Średnica \ Rodz. oporu	14x2,00	16x2,00	18x2,00	20x2,25	25x2,50	32x3,00	40x4,00	50x4,50	63x6,00	75x7,50	90x8,50	110x10,0
Kolano 90°	5,00	3,40	2,90	3,60	2,40	2,10	1,90	1,50	1,40	1,30	1,20	1,20
Kolano 45°	-	-	-	-	1,30	1,10	1,10	0,80	0,80	0,60	0,60	0,40
Redukcja	2,00	1,30	1,10	1,00	0,90	0,80	0,80	0,60	0,60	0,40	0,40	0,30
Trójnik odgałężenie	5,90	4,00	3,40	3,10	2,80	2,40	2,30	1,80	1,70	1,60	1,60	1,50
Trójnik przełot	1,40	0,90	0,80	0,70	0,70	0,60	0,50	0,40	0,40	0,30	0,30	0,20
Trójnik rozpływ	5,20	3,50	3,00	2,80	2,50	2,10	2,00	1,60	1,50	1,40	1,30	1,30



Obliczenia

Tabele obliczeń

**Tab. 3. Zapotrzebowanie wody dla budynku**

Punkt czerpalny		Wymagane ciśnienie	Normatywny wypływ wody		Wypływ wody	
Rodzaj	Liczba przyborów	Δp_w	$q_{n\ wz\ zimnej}$	$q_{n\ cwu\ ciepłej}$	$\Sigma q_{n\ wz\ zimnej}$	$\Sigma q_{n\ cwu\ ciepłej}$
	szt.	MPa	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s
Natrysk	1	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15
Wanna	1	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15
Zlewozmywak	1	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07
Umywarka	3	0,10	0,07	0,07	0,21	0,21
Płuczka zbiornikowa	2	0,05	0,13		0,26	
Zmywarka do naczyń	1	0,10	0,15		0,15	
Pralka automatyczna	1	0,10	0,25		0,25	
					1,24	0,58
					$\Sigma q_{n\ wz} + \Sigma q_{n\ cwu} =$	1,82



Obliczenia

Tabele obliczeń

Tab. 4. Obliczenia hydrauliczne instalacji wody zimnej

Nr odc.	Wyszczególnienie	L m	Σq_n dm ³ /s	q dm ³ /s	$d_z \times g$		v m/s	R kPa/m	Δp_l kPa	Rodzaj oporu	$\Sigma \zeta$	Δp_m kPa	Δp_c kPa
					mm	mm							
1	U	4,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,57	2,7	Zo, 3K, R, Tp	12,6	2,4	5,1
2	U + W	1,20	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,77	2,1	R, Tp	1,9	1,7	3,8
3	U + W + WC	1,30	0,35	0,29	20,00	2,25	1,51	1,94	2,5	2K	7,2	8,2	10,8
4	W	0,40	0,15	0,15	16,00	2,00	1,33	2,13	0,9	K, R, To	8,1	7,1	8,0
5	WC	0,40	0,13	0,13	16,00	2,00	1,15	1,66	0,7	Zo, K, R2, To	9,2	6,0	6,7
6	jak 3	2,80	0,35	0,29	20,00	2,25	1,51	1,94	5,4	R, Tp	1,7	1,9	7,4
7	U	4,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,57	2,7	Zo, 3K, R, Tp	12,6	2,4	5,1
8	U + N	1,20	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,77	2,1	R, Tp	1,9	1,7	3,8
9	U + N + WC	1,30	0,35	0,29	20,00	2,25	1,51	1,94	2,5	K, R, To	7,4	8,5	11,0
10	N	1,00	0,15	0,15	16,00	2,00	1,33	2,13	2,1	K, R, To	8,1	7,1	9,3
11	WC	0,40	0,13	0,13	16,00	2,00	1,15	1,66	0,7	Zo, K, R2, To	9,2	6,0	6,7
12	6 + 9	0,90	0,70	0,44	25,00	2,50	1,40	1,24	1,1	K, R	3,3	3,2	4,4
13	jak 12	2,35	0,70	0,44	32,00	3,00	0,83	0,36	0,8	To	2,4	0,8	1,7
14	Zz	1,65	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,57	0,9	Zo, 2K, R, Tr	11,4	2,2	3,1
15	Zz + Z	1,25	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,77	2,2	3K, R2, Tp	11,6	10,3	12,5
16	Z	0,55	0,15	0,15	16,00	2,00	1,33	2,13	1,2	Zo, K, R, Tr	8,0	7,0	8,2
17	Zz + Z + U	0,70	0,29	0,25	25,00	2,50	0,80	0,46	0,3	R, To	3,7	1,2	1,5
18	U	1,90	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,57	1,1	2K, R3, To	13,0	2,5	3,6
19	Zz + Z + U + P	1,85	0,54	0,38	32,00	3,00	0,71	0,27	0,5	Tp	0,6	0,2	0,7
20	P	3,30	0,25	0,25	20,00	2,25	1,32	1,54	5,1	Zo, 3K, R2, Tp	13,6	11,9	17,0
21	19 + c.w.u.	2,25	1,12	0,58	40,00	4,00	0,72	0,21	0,5	K, Tp	2,4	0,6	1,1
22	c.w.u.	1,25	0,58	0,39	32,00	3,00	0,74	0,29	0,4	Zo, K, R, To	5,5	1,5	1,9
23	13 + 21	4,00	1,82	0,75	40,00	4,00	0,94	0,34	1,4	4K	7,6	3,3	4,7
24	WOD + F + ZA	2,30	1,82	0,75	40,00	3,70	0,90	0,31	0,7	2R2, 3Zo	4,2	1,7	2,4
24	jak 23	3,55	1,82	0,75	ø40		0,80	0,24	0,9	To, R, Z	6,1	2,0	2,8



Obliczenia

Tabele obliczeń

**Tab. 5. Obliczenia hydrauliczne instalacji ciepłej wody użytkowej**

Nr odc.	Wyszczególnienie	L m	Σq_n dm ³ /s	q dm ³ /s	$d_z \times g$ mm mm		v m/s	R kPa/m	Δp_l kPa	Rodzaj oporu	$\Sigma \zeta$	Δp_m kPa	Δp_c kPa
1	U	4,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,43	2,1	Zo, 3K, R, Tp	12,6	2,4	4,5
2	U + W	2,10	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,39	2,9	2K	5,8	5,1	8,1
3	W	0,35	0,15	0,15	16,00	2,00	1,33	1,67	0,6	K, R, To	8,1	7,1	7,7
4	jak 2	2,80	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,39	3,9	R2, Tp	2,8	2,5	6,4
5	U	4,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,43	2,1	Zo, 3K, R, Tp	12,4	2,4	4,4
6	U + N	2,10	0,22	0,21	18,00	2,00	1,33	1,39	2,9	K, R2, To	7,8	6,9	9,8
7	N	0,95	0,15	0,15	16,00	2,00	1,33	1,67	1,6	K, R, To	8,1	7,1	8,7
8	4 + 6	0,90	0,44	0,33	25,00	2,50	1,05	0,59	0,5	2K	4,8	2,7	3,2
9	jak 8	5,00	0,44	0,33	25,00	2,50	1,05	0,59	3,0	2K, R, Tr	7,8	4,3	7,3
10	Zz	2,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,43	1,2	Zo, 6K, R, Tp	22,8	4,4	5,5
11	Zz + U	2,35	0,14	0,14	18,00	2,00	0,92	0,72	1,7	K, R3, Tr	8,0	3,4	5,1
12	U	1,75	0,07	0,07	16,00	2,00	0,62	0,43	0,8	2K, R, To	11,5	2,2	3,0
13	c.w.u.	1,15	0,58	0,39	32,00	3,00	0,74	0,23	0,3	Zo, K	2,4	0,6	0,9



Obliczenia

Najniekorzystniej usytuowany punkt czerpalny – inst. w. z.

		$\Sigma\Delta p_c$	h_g	p_w	Δp_c	
U	Umywalka I piętro	43,0	59,8	100,0	202,8	kPa
W	Wanna I piętro	45,8	58,9	100,0	204,7	kPa
WC	Toaleta I piętro	40,8	59,8	50,0	150,6	kPa
U	Umywalka parter	35,8	32,4	100,0	168,2	kPa
N	Natrysk parter	40,0	34,3	100,0	174,3	kPa
WC	Toaleta parter	33,6	32,4	50,0	116,0	kPa
Zz	Zlewozmywak parter	28,7	33,4	100,0	162,1	kPa
Z	Zmywarka parter	33,8	32,4	100,0	166,2	kPa
U	Umywalka piwnica	16,7	4,9	100,0	121,6	kPa
P	Pralka piwnica	28,6	6,9	100,0	135,5	kPa

Bateria wannowa na I piętrze

$$\Sigma\Delta p_c^{WI} = \Sigma\Delta p_c^{4,2,3,6,12,23,24} = 8,0+3,8+10,8+7,4+4,4+1,7+4,7+(2,4+2,8) = 45,8 \text{ kPa}$$

$$h_g^{WI} = R_{WI} - R_{wod} = (+2,8+0,7) - (-2,5) = 3,5+2,5 = 6,0 \text{ m} = 58,9 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_c^{WI} = \Sigma\Delta p_c^{WI} + h_g^{WI} + p_w = 45,8 + 58,9 + 100 = 204,7 \text{ kPa}$$



Obliczenia

Najniekorzystniej usytuowany punkt czerpalny – inst. cwu



		$\Sigma\Delta p_c$	h_g	p_w	Δp_{wcu}	Δp_c	
U	Umywalka I piętro	43,2	59,8	100,0	30,0	233,0	kPa
W	Wanna I piętro	46,4	58,9	100,0	30,0	235,3	kPa
U	Umywalka parter	38,5	32,4	100,0	30,0	200,9	kPa
N	Natrysk parter	42,8	34,3	100,0	30,0	207,1	kPa
Zz	Zlewozmywak parter	24,4	33,4	100,0	30,0	187,7	kPa
U	Umywalka piwnica	21,8	4,9	100,0	30,0	156,7	kPa

Bateria wannowa na I piętrze

$$\Sigma\Delta p_c^{WI} = \Sigma\Delta p_c^{3,2,4,8,9,13+(22,21,23,24)} = 7,7+8,1+6,4+3,2+7,3+0,9+ \\ +(1,9+1,1+4,7+2,4+2,8) = 46,4 \text{ kPa}$$

$$h_g^{WI} = R_{WI} - R_{wod} = (+2,8+0,7) - (-2,5) = 3,5+2,5 = 6,0 \text{ m} = 58,9 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_c^{WI} = \Sigma\Delta p_c^{WI} + h_g^{WI} + p_w + \Delta p_{wcu} = 46,4 + 58,9 + 100 + 30,0 = 235,3 \text{ kPa}$$



Obliczenia

Wykorzystywane wzory



Strumień przepływu

$$\Sigma q_{nog} = (0,07 \div 20,00) \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$q = 0,682 (\Sigma q_{nog})^{0,45} - 0,14; \text{ dm}^3/\text{s}, \text{ m}^3/\text{h}$$

Straty liniowe i miejscowe

$$\Delta p_l = R \cdot L; \text{ kPa} \quad \Delta p_m = \Sigma \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}; \text{ kPa} \quad \Delta p_c = \Delta p_l + \Delta p_m; \text{ kPa}$$



Obliczenia

Dobór wodomierza



Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

$$q_{w\text{od}} = q_{23} = 0,682(1,82)^{0,45} - 0,14; \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$q_{w\text{od}} = q_{23} = 0,75 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

Należy dobrać pierwszy wodomierz spełniający warunek: $q_{w\text{od}} \leq Q_3$. Dodatkowo średnica nominalna dobranego wodomierza $DN_{w\text{od}} \leq d$ dla odcinka, na którym będzie montowany.

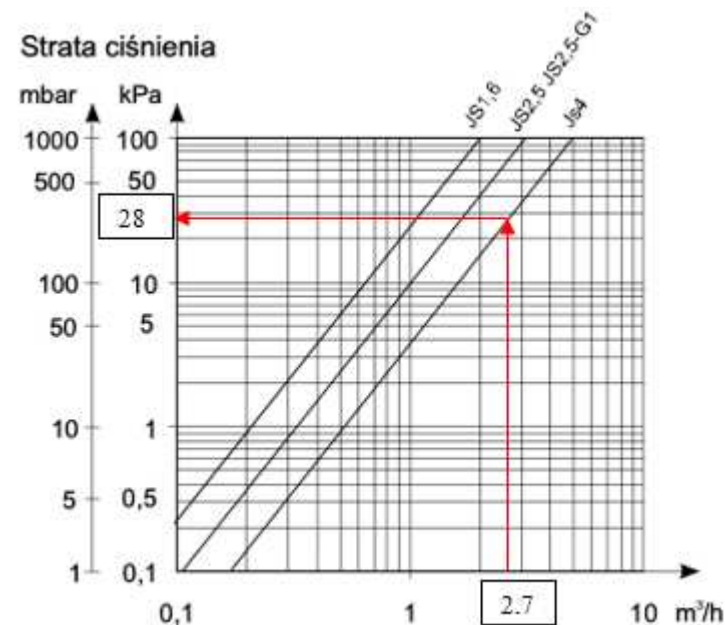
Dobrano wodomierz Smart+ JS4,0-0,2 firmy Apator PoWoGaz, dla którego:

$$Q_3 = 4,0 \text{ m}^3/\text{h} \quad (q_{w\text{od}} \leq Q_3)$$

$$DN_{20} \quad (DN_{w\text{od}} \leq d_{23})$$

Strata ciśnienia na **wodomierzu**

$$\Delta p_{w\text{od}} = 28 \text{ kPa}$$





Obliczenia

Dobór filtra



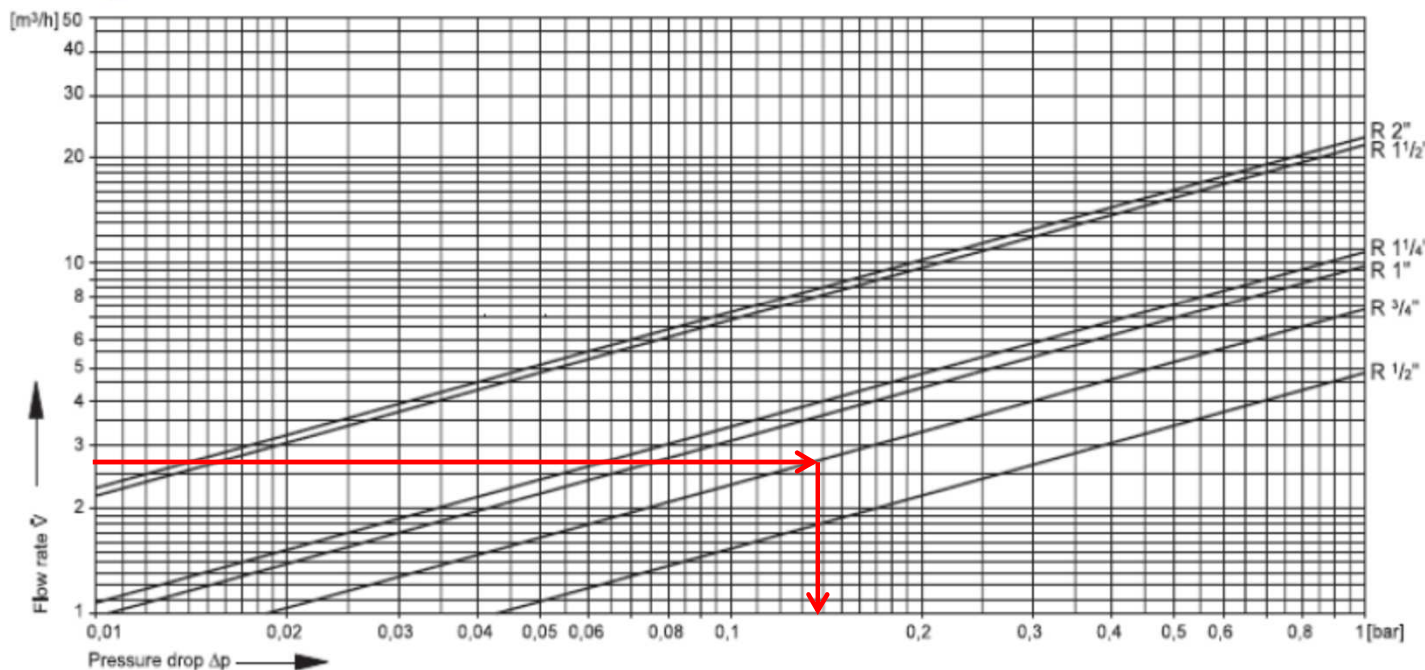
Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

$$q_{wod} = q_{23} = 0,75 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,71 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{średnica wodomierza } DN20$$

Dobrano **filtr do wody z płukaniem wstecznym typu F76S firmy**

Honeywell, R 3/4"

Charakterystyka przepływu



Strata ciśnienia na **filtrze**

$$\Delta p_F = 14 \text{ kPa}$$



Obliczenia

Dobór zaworu antyskażeniowego

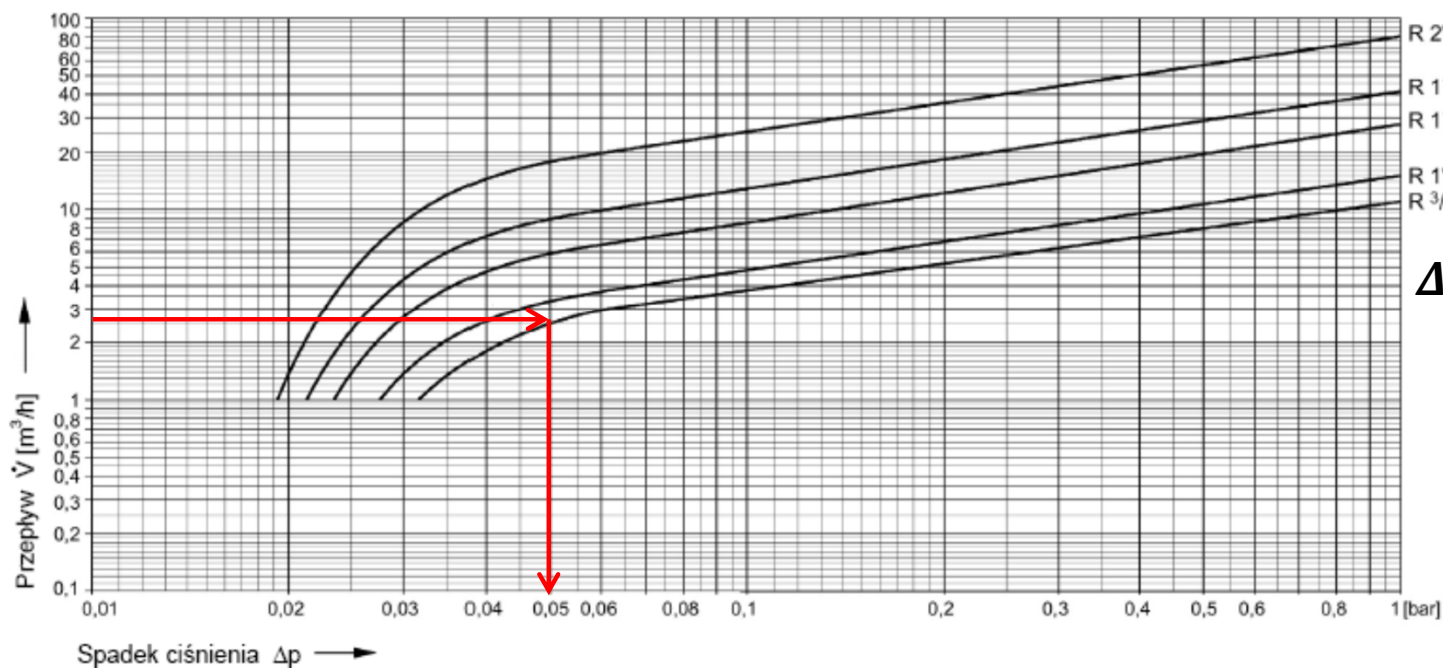


Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

$$q_{wod} = q_{23} = 0,75 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,71 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{średnica wodomierza } DN20$$

Dobrano **zawór antyskażeniowy typu EA-RV 277, R 3/4"**

Wykres przepływu



Strata ciśnienia na **zaworze**
 $\Delta p_{ZA} = 5 \text{ kPa}$



Obliczenia

Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla budynku

Wymagane ciśnienie wody dla budynku

$$p_{wym} = h_g \cdot g + \underbrace{\Sigma \Delta p_c + (\Delta p_{w\,c\,w\,u})}_{\Delta p_c} + p_w + \Delta p_{wod} + \Delta p_F + \Delta p_{ZA}; \text{ kPa}$$

- h_g – różnica geometrycznej wysokości między wodociągiem i najniekorzystniej usytuowanym punktem pompownym instalacji, m H₂O
- g – przyspieszenie ziemskie, $g=9,81\text{m/s}^2$
- p_w – ciśnienie wymagane przed punktem pompownym, dla WC $p_w=50\text{kPa}$, dla N, P, U, W, Z, Zz $p_w=100\text{kPa}$
- $\Sigma \Delta p_c$ – suma strat ciśnienia od wodociągu do najniekorzystniej usytuowanego punktu pompownego instalacji, kPa
- $\Delta p_{w\,c\,w\,u}$ – strata ciśnienia w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej, kPa
- Δp_{wod} – strata ciśnienia na wodomierzu, kPa
- Δp_F – strata ciśnienia na filtrze, kPa
- Δp_{ZA} – strata ciśnienia na zaworze antyskażeniowym, kPa



Obliczenia

Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla budynku



Wymagane ciśnienie wody dla budynku

w tym przypadku najniekorzystniejszy punkt czerpalny to bateria wannowa na I piętrze w instalacji cwu, zatem:

$$p_{wym} = h_g \cdot g + \Sigma \Delta p_c + (\Delta p_{w cwu}) + p_w + \Delta p_{wod} + \Delta p_F + \Delta p_{ZA}; \text{ kPa}$$

$$p_{wym} = \Delta p_c^{WI} + \Delta p_{wod} + \Delta p_F + \Delta p_{ZA} = 235,3 + 28,0 + 14,0 + 5,0 = \\ = 282,3 \text{ kPa} = 28,8 \text{ mH}_2\text{O}$$