Politechnika Wrocławska

Wydział Inżynierii Środowiska

INSTALACJE WODOCIĄGOWE I KANALIZACYJNE 2

INSTALACJE SANITARNE (B)

„Przykład obliczeń”

Ćwiczenie projektowe

Wrocław 07.11.2020

UKŁAD GRAFICZNY: ANDRZEJ JEDLIKOWSKI

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 / Al / PE-RT
   Strata ciśnienia w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej:
   $\Delta p_{w\ cwu}$ **= 30 kPa**

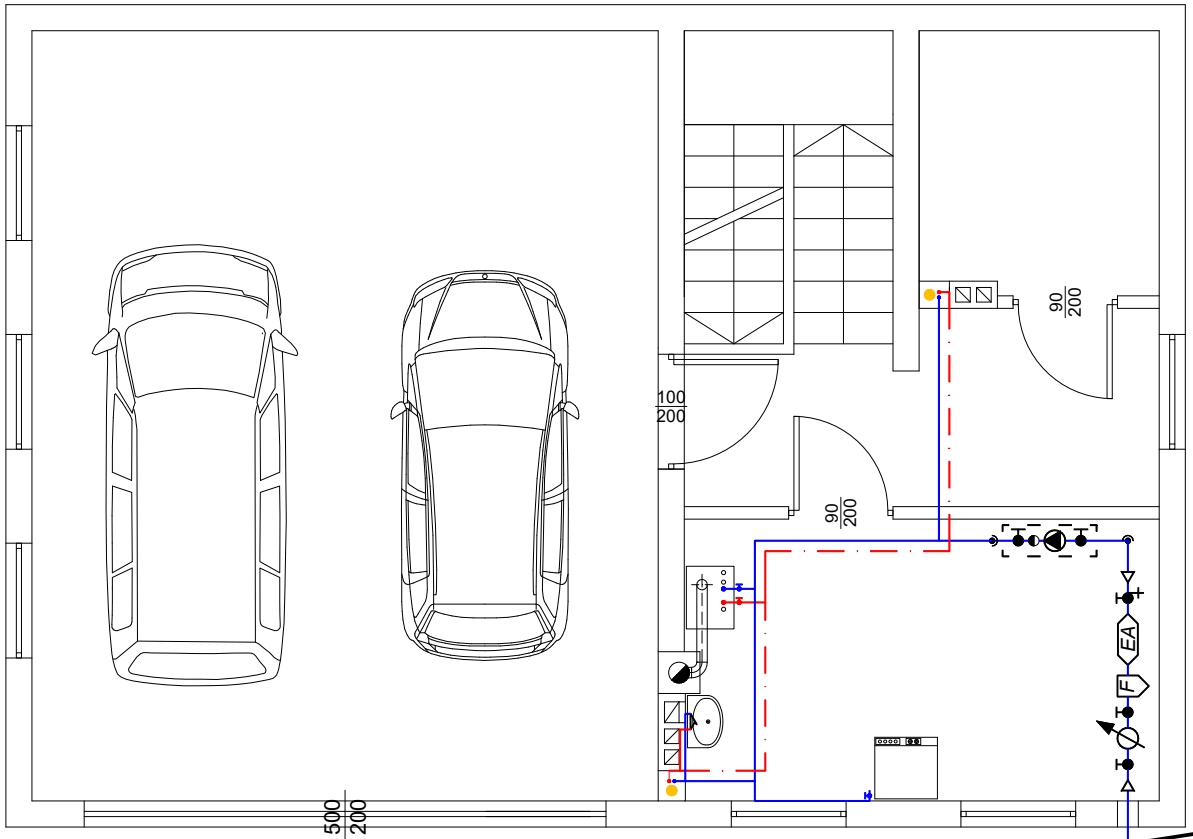
Obliczenia

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 rozprowadzenia 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.)

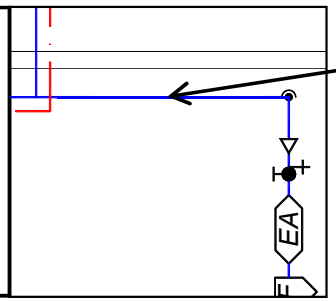
Budynek jednorodzinny

Rzut piwnicy / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej



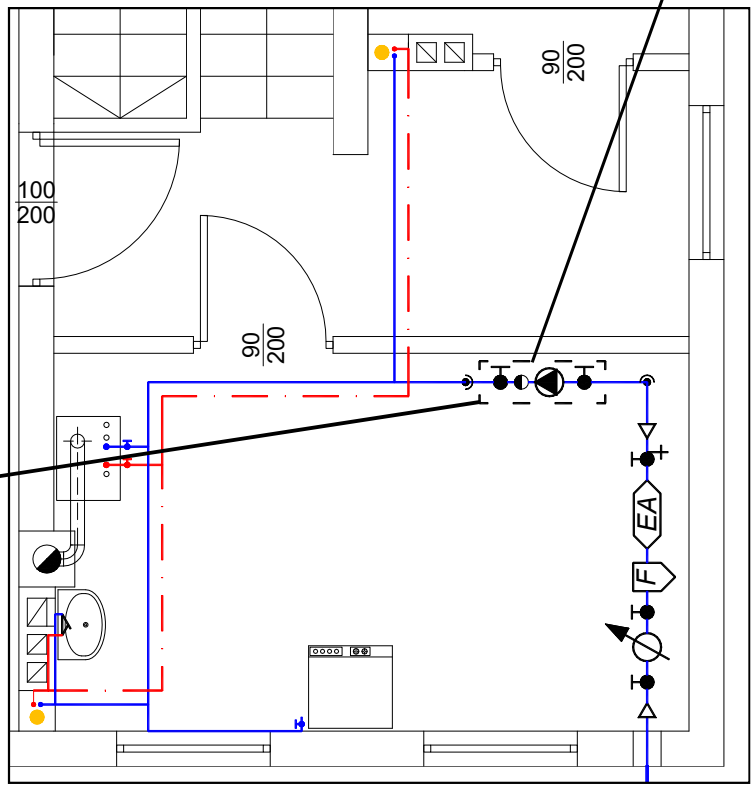
Dotyczy drugiej części projektu

Widok w pierwszej części projektu



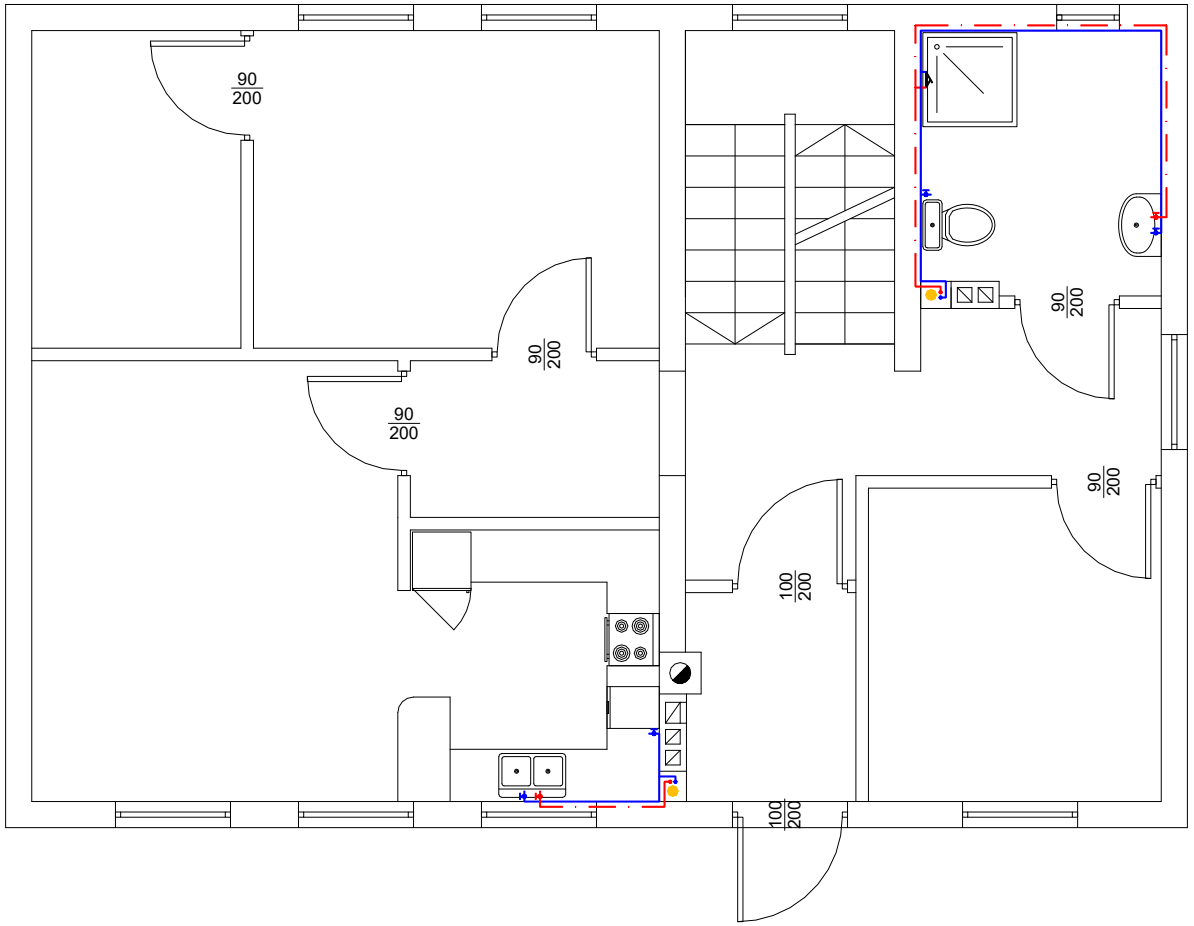
linia regulacyjna

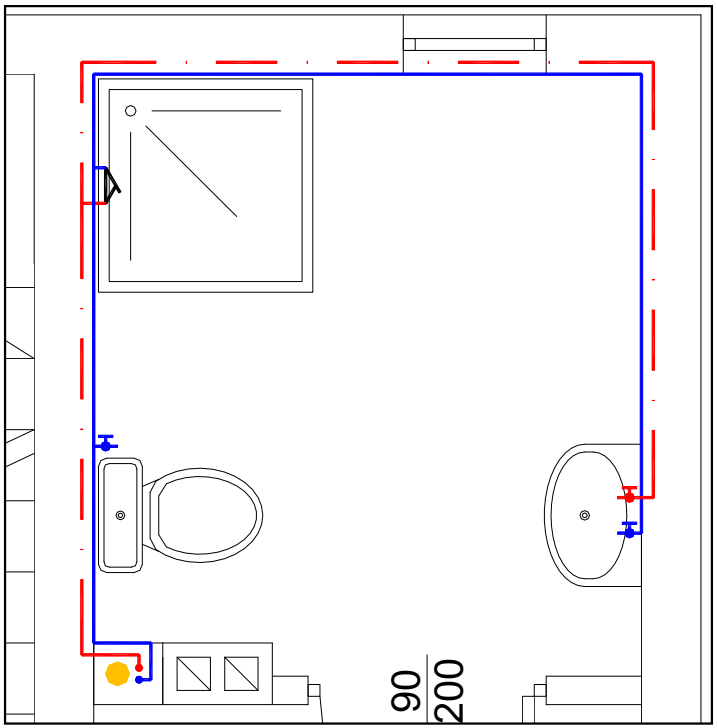
sieć wodociągowa O200

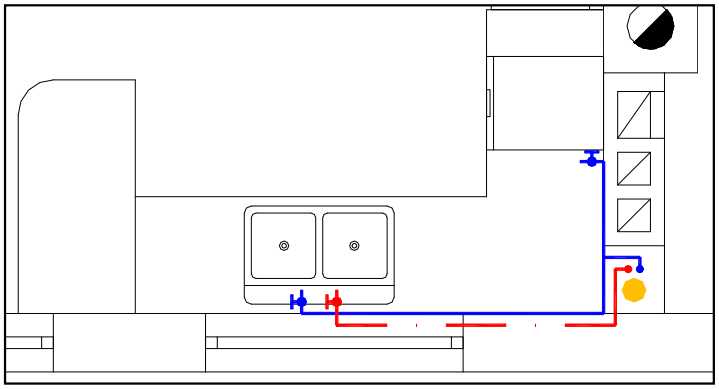


Budynek jednorodzinny

Rzut parteru / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej

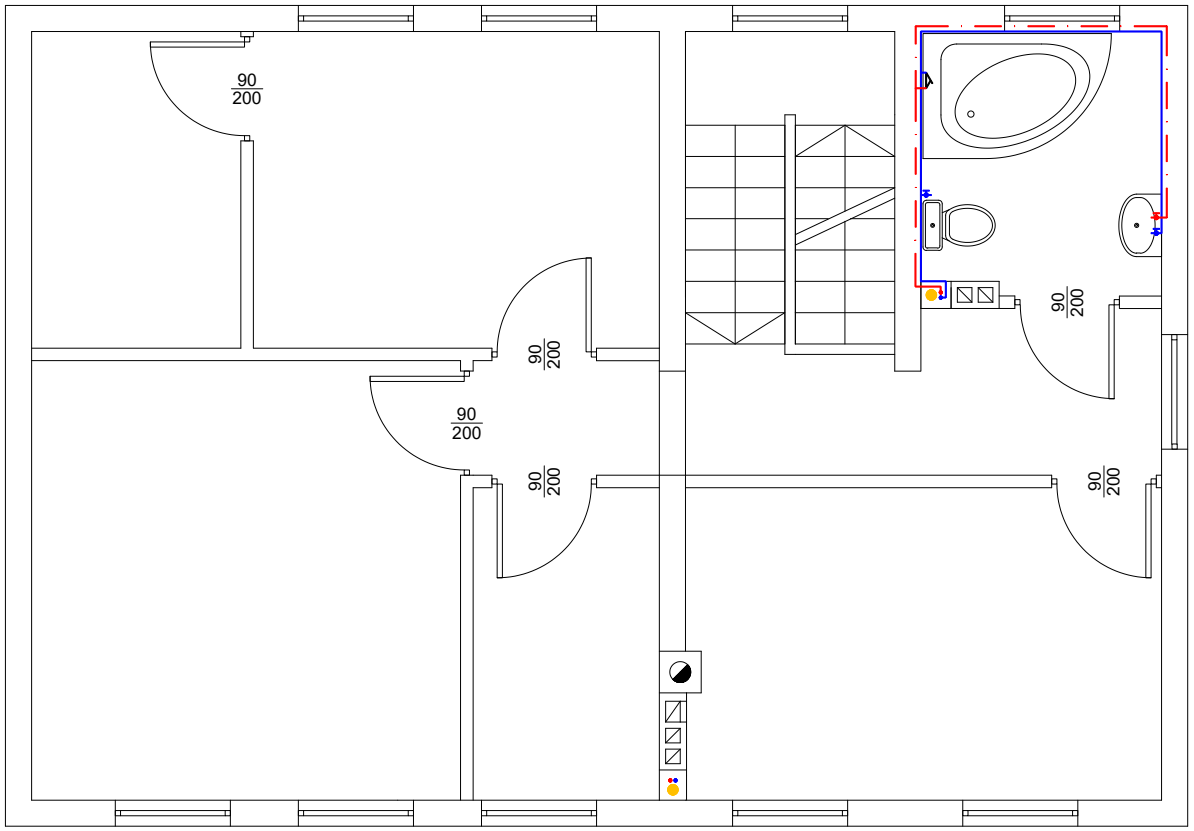


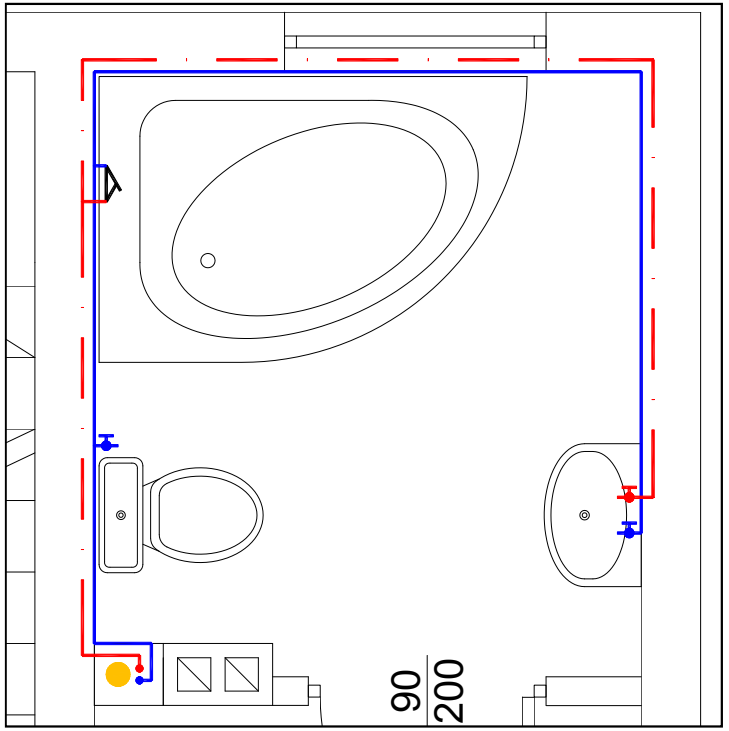




Budynek jednorodzinny

Rzut piętra / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej

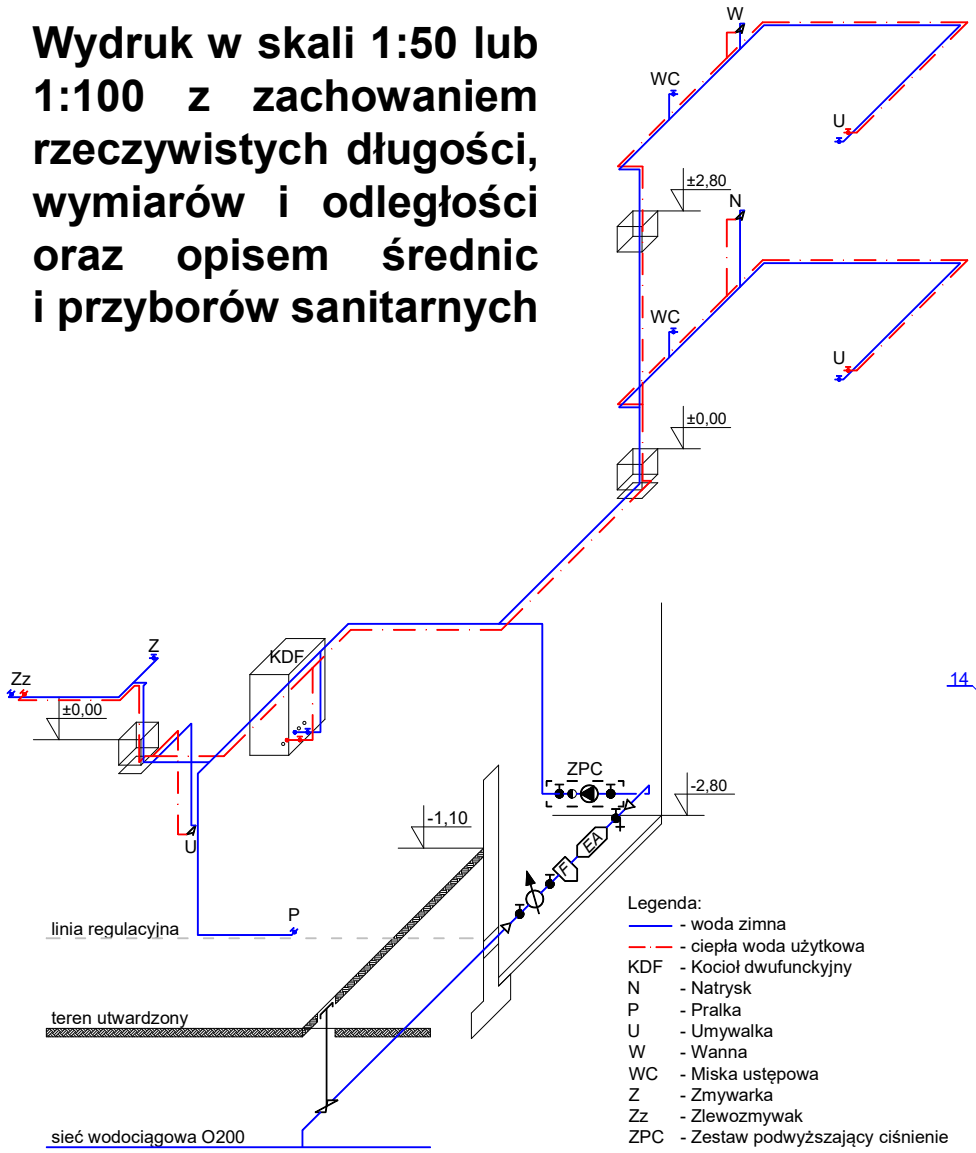




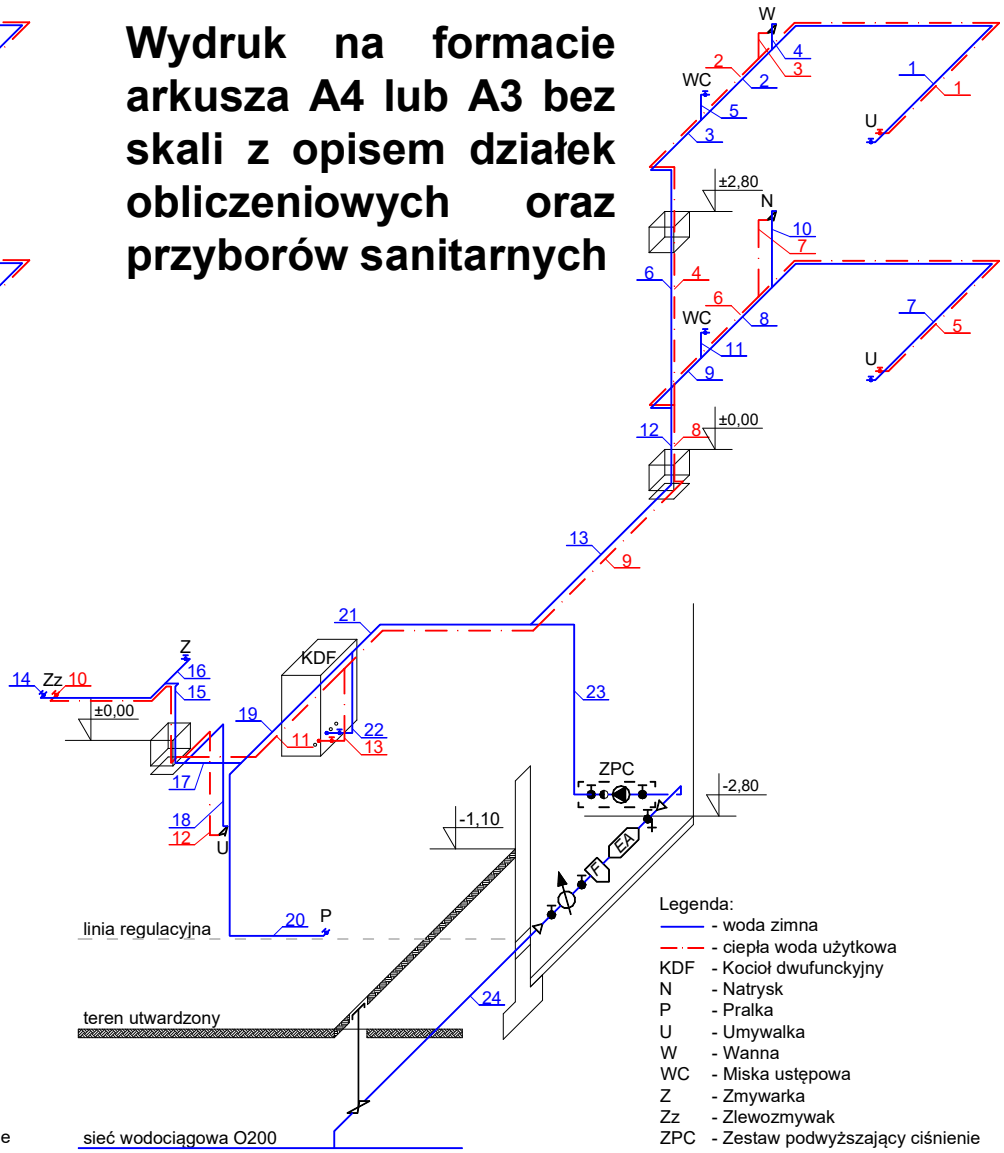
Budynek jednorodzinny

Aksonometria instalacji wodociągowej / Schemat instalacji

Wydruk w skali 1:50 lub 1:100 z zachowaniem rzeczywistych długości, wymiarów i odległości oraz opisem średnic i przyborów sanitarnych



Wydruk na formacie arkusza A4 lub A3 bez skali z opisem działek obliczeniowych oraz przyborów sanitarnych

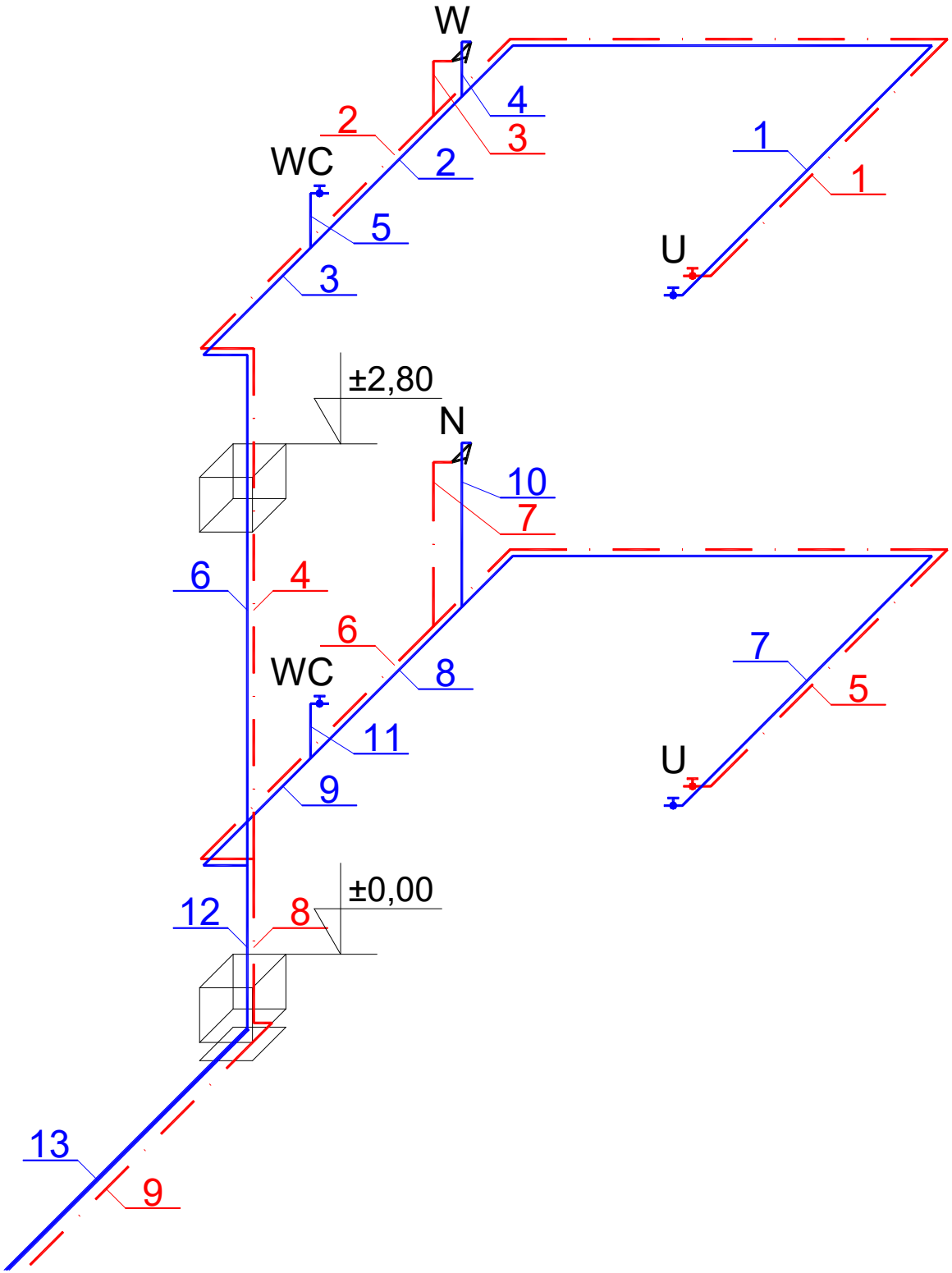


Politechnika Wrocławska

Wydział Inżynierii Środowiska

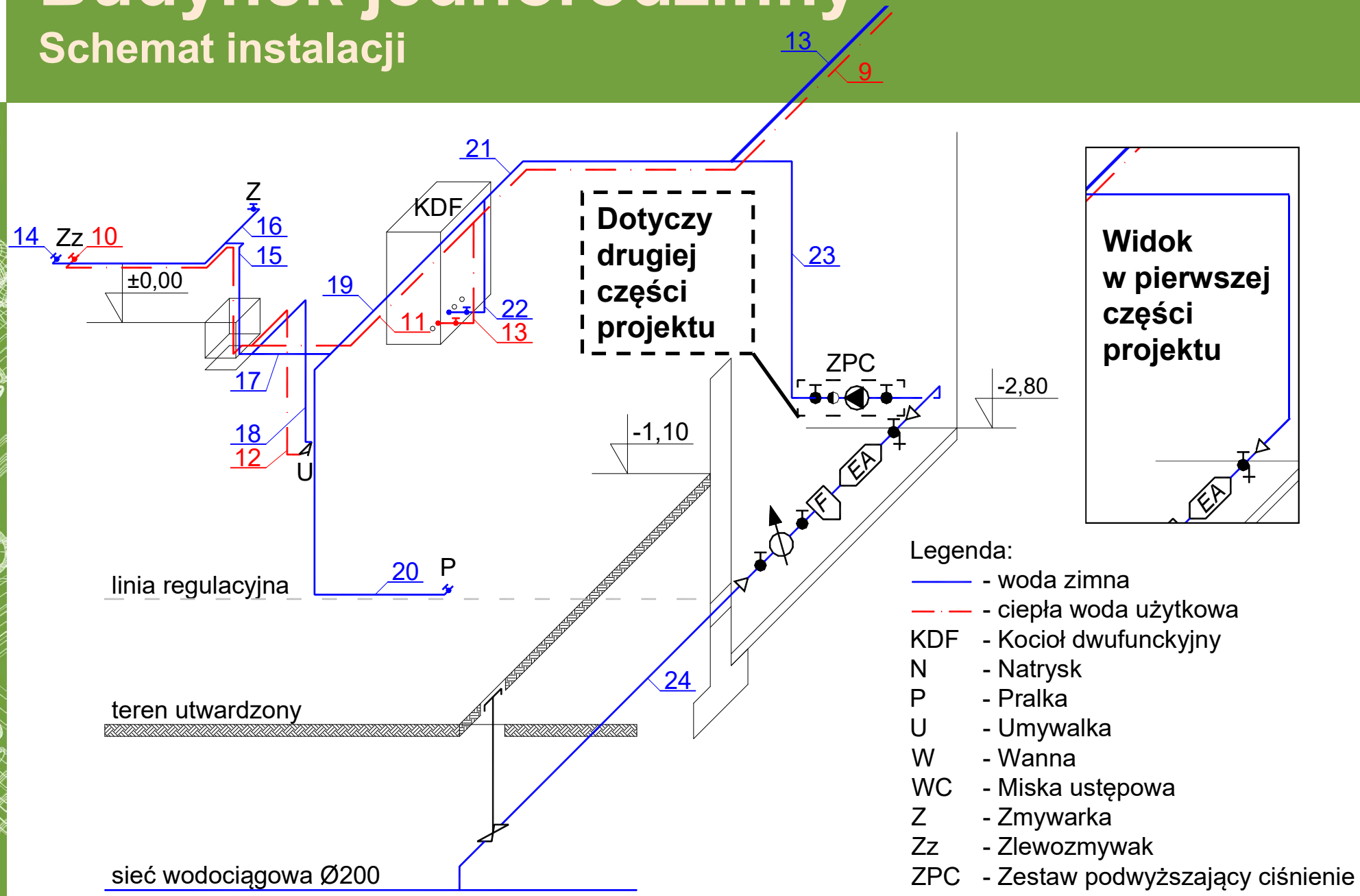
Budynek

Schemat instalacji



Budynek jednorodzinny

Schemat instalacji



Legenda:

- woda zimna
- ciepła woda użytkowa

KDF - Kocioł dwufunckyjny
N - Natrysk
P - Pralka
U - Umywalka
W - Wanna
WC - Miska ustępowa
Z - Zmywarka
Zz - Zlewozmywak
ZPC - Zestaw podwyższający ciśnienie

Obliczenia

Tabele obliczeń

Tab. 1. Współczynniki oporów miejscowych dla systemu PE-RT / Al / 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 odgałęzienie	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 przelot	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 (na podstawie danych z normy PN-92/B-01706)

Tab. 2. 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
Umywalka	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 (na podstawie danych z normy PN-92/B-01706)

Tab. 3. Obliczenia hydrauliczne instalacji wody zimnej

Nr odc.	Wyszczególnienie	L m	Σq_n dm^3/s	q dm^3/s	d_z x 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	0,57	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	40,00 3,70	0,90	0,31	1,1	To, R, Z	6,1	2,5	3,6

Obliczenia

Tabele obliczeń (na podstawie danych z normy PN-92/B-01706)

Tab. 4. Obliczenia hydrauliczne instalacji ciepłej wody użytkowej

Nr	Wyszczególnienie	L	Σq_n	q	d_z x g		v	R	Δp_l	Rodzaj oporu	$\Sigma\zeta$	Δp_m	Δp_c
odc.		m	dm^3/s	dm^3/s	mm	mm	m/s	kPa/m	kPa			kPa	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

U	Umywalka I piętro	43,7 kPa
W	Wanna I piętro	46,6 kPa
WC	Toaleta I piętro	41,5 kPa
U	Umywalka parter	36,6 kPa
N	Natrysk parter	40,7 kPa
WC	Toaleta parter	34,4 kPa
Zz	Zlewozmywak parter	29,5 kPa
Z	Zmywarka parter	34,6 kPa
U	Umywalka piwnica	17,5 kPa
P	Pralka piwnica	29,4 kPa

U	Umywalka I piętro	43,9 kPa
W	Wanna I piętro	47,3 kPa
U	Umywalka parter	39,3 kPa
N	Natrysk parter	43,6 kPa
Zz	Zlewozmywak parter	25,2 kPa
U	Umywalka piwnica	22,6 kPa

Woda zimna – Wanna na I piętrze

$$\Sigma\Delta p_c^{4,2,3,6,12,13,23,24} = 8{,}0+3{,}8+10{,}8+7{,}4+4{,}4+1{,}7+4{,}7+(2{,}4+3{,}6)=46{,}6\ \text{kPa}$$

Ciepła woda użytkowa – Wanna na I piętrze

$$\Sigma\Delta p_c^{3,2,4,8,9,13+(\Delta p_{w\,cwu})+(22,21,23,24)} = 7{,}7+8{,}1+6{,}4+3{,}2+7{,}3+0{,}9+(30{,}0)+$$
$$+(1{,}9+1{,}1+4{,}7+2{,}4+3{,}6)=77{,}3\ \text{kPa}$$

Obliczenia

Wykorzystywane wzory (na podstawie normy PN-92/B-01706)

Strumień przepływu wody

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

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

Straty liniowe i miejscowe w przewodach

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

Obliczenia

Dobór wodomierza (dane uzyskane od producenta Apator)

Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

$$q_{wod} = q_{23} = 0,682\left(1,82\right)^{0,45} - 0,14;\ \ \mathrm{dm^3/s}$$

$$q_{wod} = q_{23} = 0,75\ \mathrm{dm^3/s} = 2,71\ \mathrm{m^3/h}$$

Przepływ wody dla wodomierza

$$q_w \le Q_3 \Rightarrow 2,71 \le 4,00\ \mathrm{m^3/h}$$

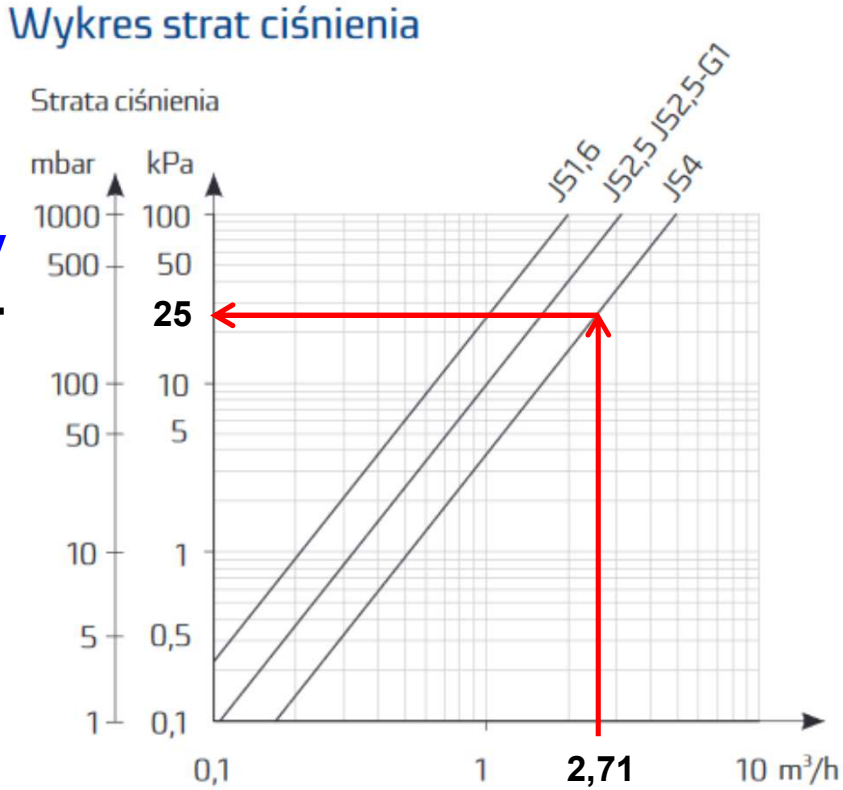
Dobrano wodomierz skrzydełkowy jednostrumieniowy suchobieżny Smart+ typu JS 4-02

$Q_3 = 4,00\ \mathrm{m^3/h}$ $Q_4 = 5,00\ \mathrm{m^3/h}$

DN20 ≤ 40x3,7

Strata ciśnienia na wodomierzu

$$\Delta p_{wod} = 25\,\mathrm{kPa}$$



Obliczenia

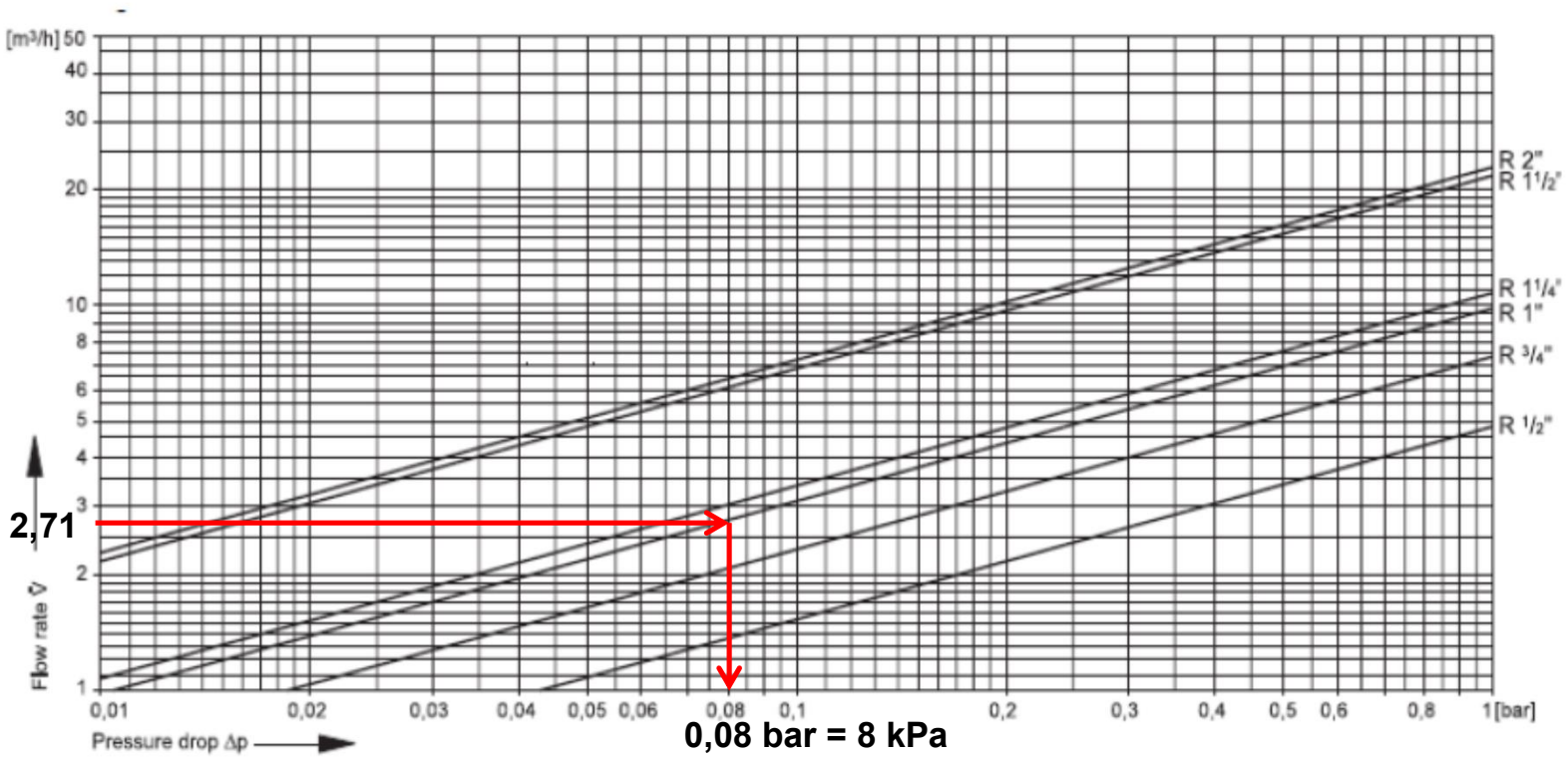
Dobór filtra (dane uzyskane od producenta Honeywell)

Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

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

Dobrano filtr do wody z płukaniem wstecznym typu F76S, R 1”

Charakterystyka przepływu



Strata ciśnienia na filtrze

$\Delta p_F = 8\,\mathrm{kPa}$

Obliczenia

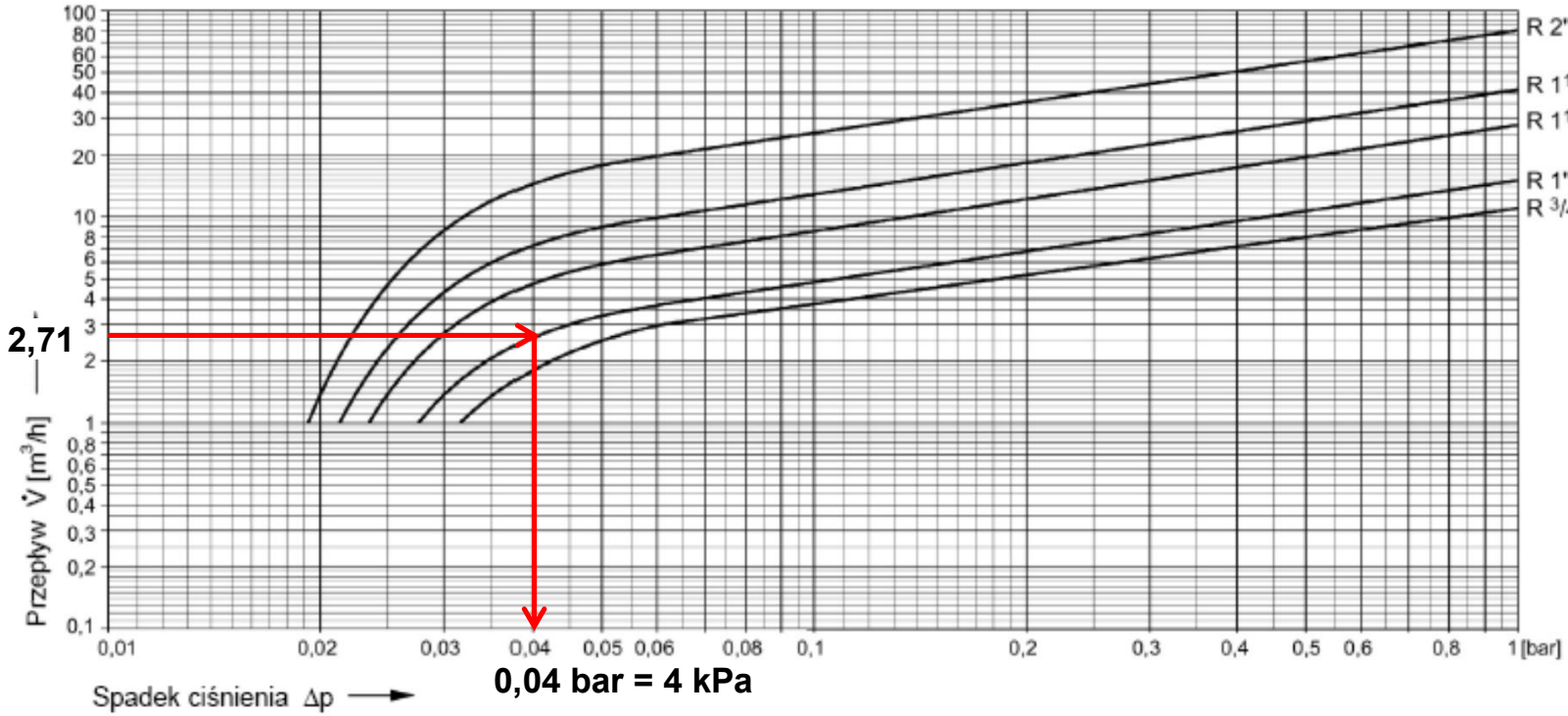
Dobór zaworu antyskażeniowego (dane producenta Honeywell)

Strumień przepływu na odcinku zestawu wodomierzowego

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

Dobrano zawór antyskażeniowy typu *EA-RV* 277, R 1”

Wykres przepływu



Strata ciśnienia na zaworze

$\Delta p_{ZA} = 4\,\text{kPa}$

Obliczenia

Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla budynku

Różnica wysokości między wodociągiem i najniekorzystniej usytuowanym punktem czerpalnym

$$h_g = \left(R_I + h_p\right) - R_w = \left(2,80 + 0,80\right) - \left(-2,30\right) = 5,90\,\text{m}$$

R_w – rzędna wodociągu, R_w=−2,30 m

R_I – rzędna posadzki na I piętrze, R_I=+2,80 m

h_p – wysokość montażu najniekorzystniej usytuowanego przyboru sanitarnego na I piętrze, h_p=0,50+0,30=0,80 m

Obliczenia

Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla budynku

Wymagane ciśnienie wody dla budynku

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

$$p_{wym} = 5{,}90 \cdot 9{,}81 + 47{,}3 + \left(30{,}0\right) + 100{,}0 + 25{,}0 + 8{,}0 + 4{,}0 = 272{,}2\,\text{kPa}$$

h_g – różnica geometrycznej wysokości między wodociągiem i najniekorzystniej usytuowanym punktem czerpalnym instalacji, h_g=5,90 m H_2O,

g – przyspieszenie ziemskie, g=9,81m/s^2,

p_w – ciśnienie wymagane przed punktem czerpalnym, p_w=100 kPa, (Uwaga! dla WC p_w=50kPa, dla N, P, U, W, Z, Zz p_w=100kPa),

$\Sigma\Delta p_c$ – suma strat ciśnienia od wodociągu do najniekorzystniej usytuowanego punktu czerpalnego instalacji, $\Sigma\Delta p_c$ =47,3 kPa,

$\Delta p_{w\,cwu}$ – strata ciśnienia w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej, $\Delta p_{w\,cwu}$=30 kPa,

Δp_{wod} – strata ciśnienia na wodomierzu, Δp_{wod}=25 kPa,

Δp_F – strata ciśnienia na filtrze, Δp_F=8 kPa,

Δp_{ZA} – strata ciśnienia na zaworze antyskażeniowym, Δp_{ZA}=4 kPa.