



Politechnika Wroclawska

Wydział Inżynierii Środowiska

INSTALACJE SANITARNE W-2

**Instalacja wody zimnej i ciepłej -
przykład obliczeń**



Armatura czerpalna i przybory

Wysokość położenia krawędzi przyborów sanitarnych nad podłogą oraz wysokość zawieszenia armatury czerpalnej.

Wyposażenie sanitarne	Przybór [cm]	Armatura czerpalna [cm]
Zlewozmywak	80÷90	105÷125
Umywalka	75÷80	100÷120
Wanna	60	70÷75
Natrysk <ul style="list-style-type: none">- brodzik- bateria- wylewka prysznic	20÷30	100 160÷170
Bidet	40	40
Pisuar	55÷65	
Miska ustępowa <ul style="list-style-type: none">- zawór ciśnieniowy- zbiornik zespolony z miską- zbiornik nisko zawieszony- zbiornik wysoko zawieszony		90÷100 79 90÷100 230
Zawór zmywarki lub pralki automatycznej		100



Wyływy normatywne

NORMATYWNE WYŁYWY Z PUNKTÓW CZERPALNYCH I WYMAGANE CIŚNIENIE WYLOTOWE PRZED PUNKTEM CZERPALNYM WG PN-92/B-01706

PUNKT CZERPALNY	WYŁYW NORMATYWNY q_n (dm ³ /s)		WYMAGANE CIŚNIENIE p_{wyl} (kPa)
	WODA ZIMNA	WODA CIEPŁA	
Bateria wannowa	0,15	0,15	100
Bateria natryskowa	0,15	0,15	100
Bateria umywalkowa	0,07	0,07	100
Bateria zlewozmywakowa	0,07	0,07	100
Zmywarka do naczyń	0,15	-	100
Bateria bidetowa	0,07	0,07	100
Pralka automatyczna	0,25	-	100
Fluczka zbiornikowa	0,13	-	50



Wymiarowanie instalacji wodociągowej

Wymiarowanie przewodów wodociągowych polega na określeniu:

- średnic przewodów,
- strat ciśnienia,
- minimalnego ciśnienia zapewniającego utrzymanie ciągłości dostawy wody do najniekorzystniej usytuowanego punktu czerpalnego w instalacji.

Kolejność wymiarowania przewodów wodociągowych:

- podział instalacji na odcinki obliczeniowe, czyli odcinki charakteryzujące się stałym przepływem i stałą średnicą, a także wykonaniem z tego samego materiału (stąd przyłącze wodociągowe jest zawsze osobnym odcinkiem wykonanym z PEHD),
- wyznaczenie przepływów obliczeniowych q dla odcinków wg wzorów w normie PN-92/B-01706 w zależności od typu budynku i sumy normatywnych wpływów z punktów czerpalnych,
- dobór średnic przewodów na odcinkach obliczeniowych,
- wyznaczenie strat ciśnienia na odcinkach,
- wyznaczenie minimalnego ciśnienia dla instalacji.



Wymiarowanie instalacji wodociągowej

Instalację wodociągową dzieli się na:

- **przewody rozdzielcze** (rozprowadzające) doprowadzają wodę do pionów wodociągowych (np. pod stropem w piwnicy) oraz do urządzenia przygotowującego ciepłą wodę użytkową (cwu),
- **piony wodociągowe** doprowadzające wodę na poszczególne kondygnacje budynku,
- **przewody w pomieszczeniach sanitarnych** doprowadzających wodę do poszczególnych punktów czerpalnych,
- **przyłącze wodociągowe**, które doprowadza wodę z wodociągu lub studni do budynku, kończy się przed pierwszym zaworem odcinającym i jest wykonane z PEHD (**PE100**).

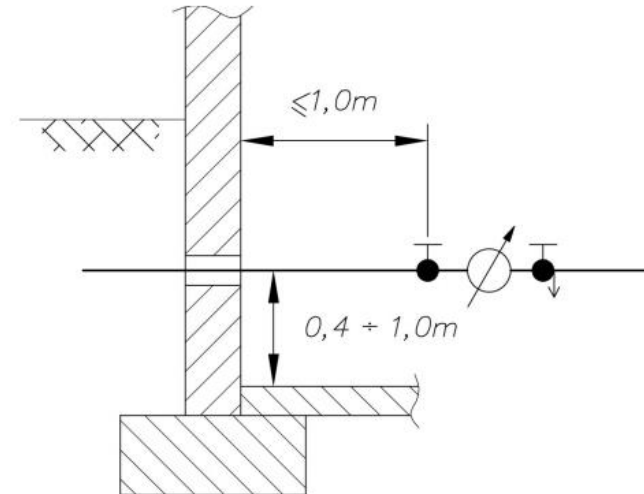
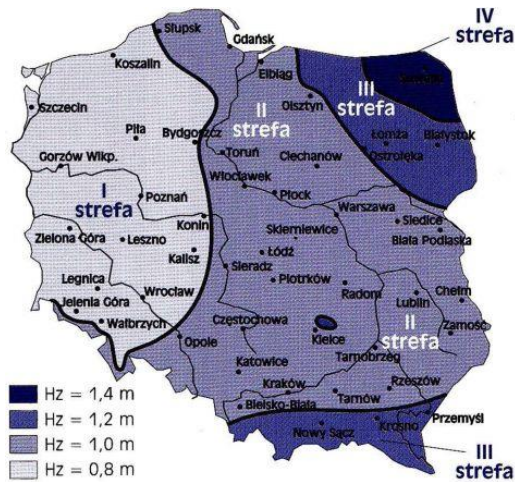
Średnice należy dobierać tak, aby nie przekroczyć dopuszczalnych prędkości przepływu wody:

- przewody w pomieszczeniach sanitarnych i piony wodociągowe do **1,5m/s**,
- przewody rozdzielcze i przyłącze wodociągowe do **1,0m/s**.

UWAGA: Można przyjmować prędkości w instalacji wewnętrznej zgodnie z wytycznymi producenta dobranych rur, jednak pamiętając o dopuszczalnej prędkości w przyłączy wodociągowym.



Wymiarowanie instalacji wodociągowej



Przyłącze wodociągowe należy prowadzić poniżej głębokości przemarzania gruntu z dodatkowym zapasem 0,4m. W przypadku płytszego prowadzenia należy przyłącze izolować termicznie, przy czym minimalne przykrycie wynosi 0,7m. (źródło: <http://www.agbprojekt.pl/blog/wp-content/uploads/2017/07/strefy.jpg>)

Lokalizacja wodomierza (źródło: Wykład instalacje sanitarne, dr inż. Iwona Polarczyk)



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:

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



Obliczenia

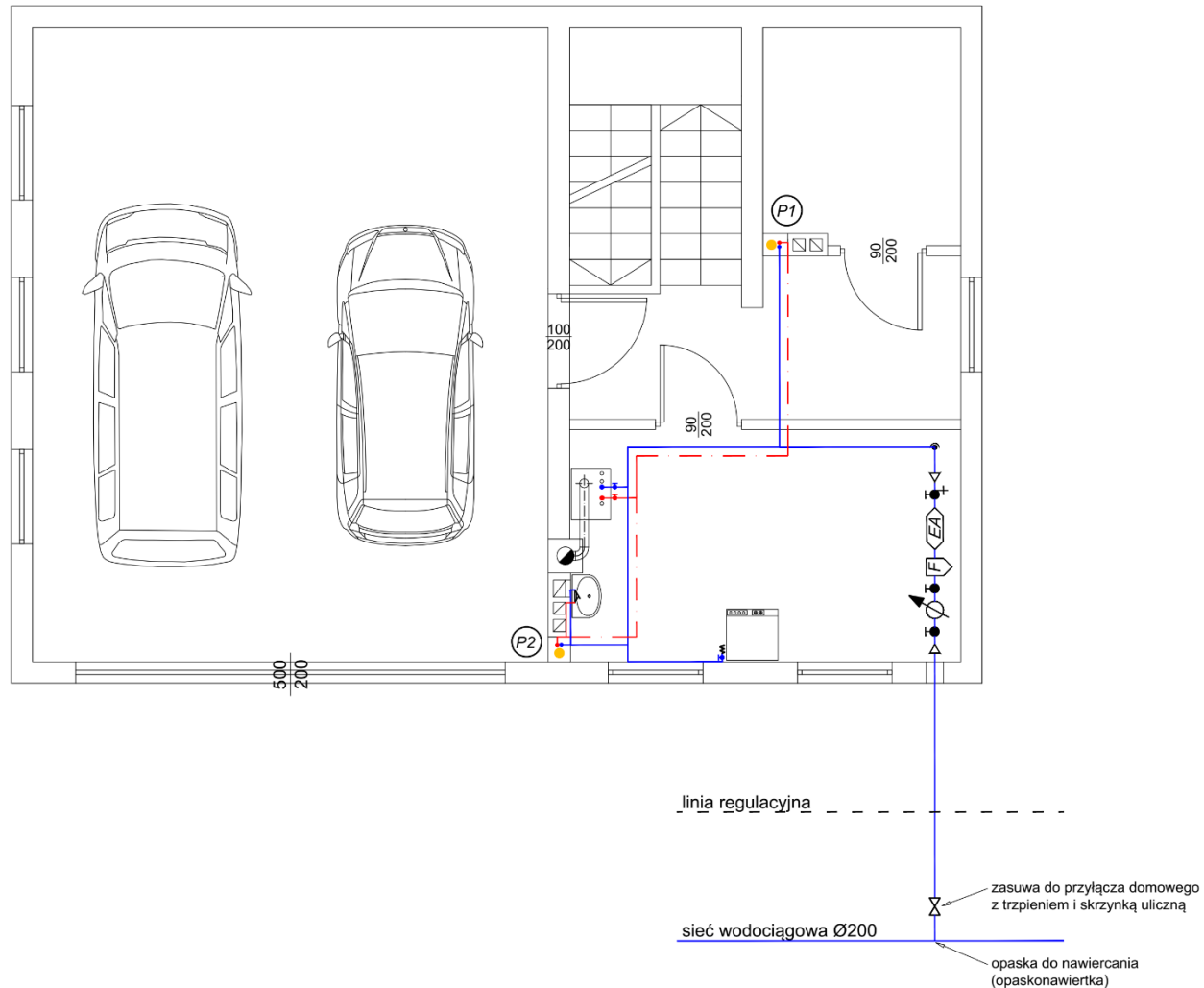
Prace wstępne

- 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 itp.)**



Budynek jednorodzinny

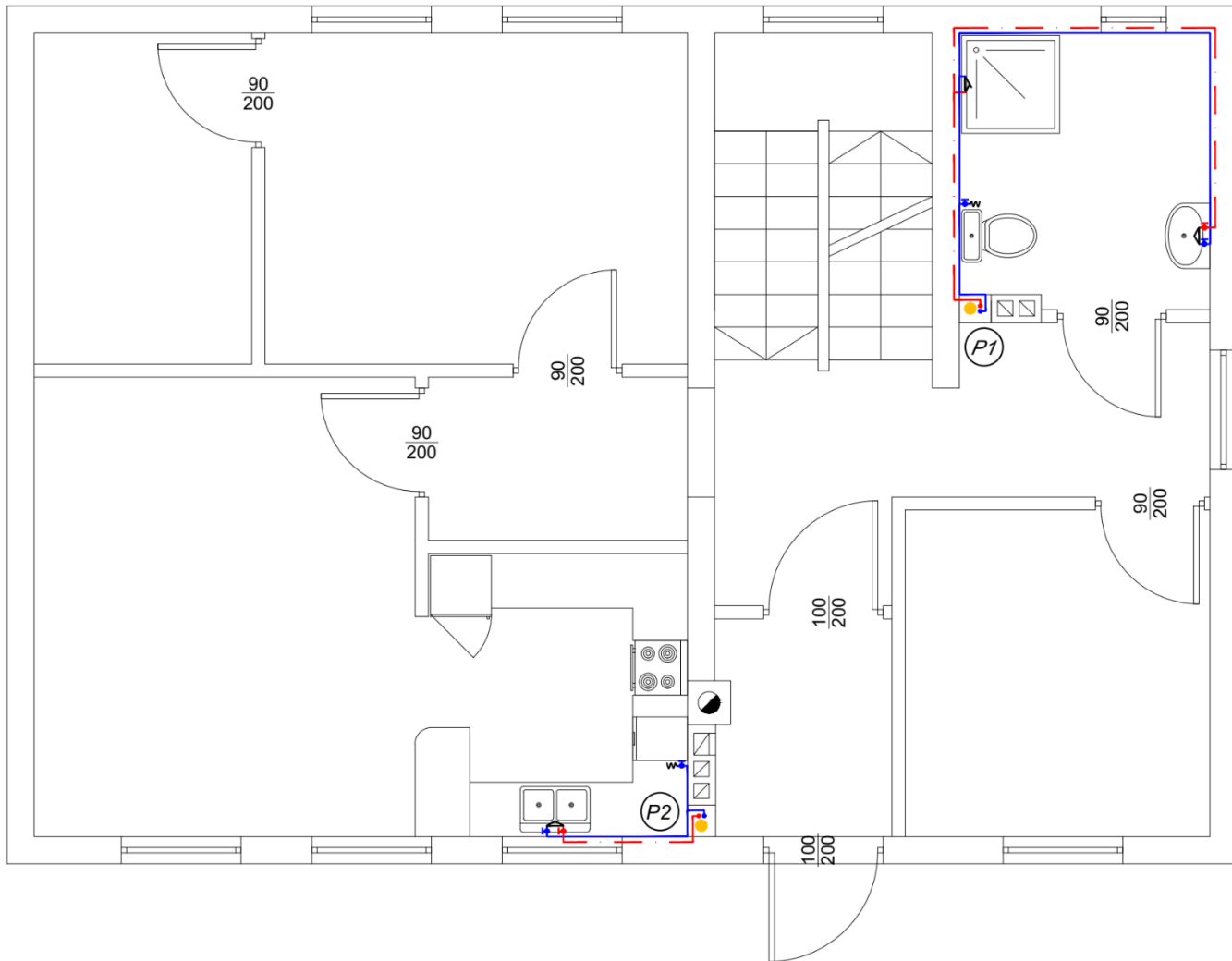
Rzut piwnicy / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej





Budynek jednorodzinny

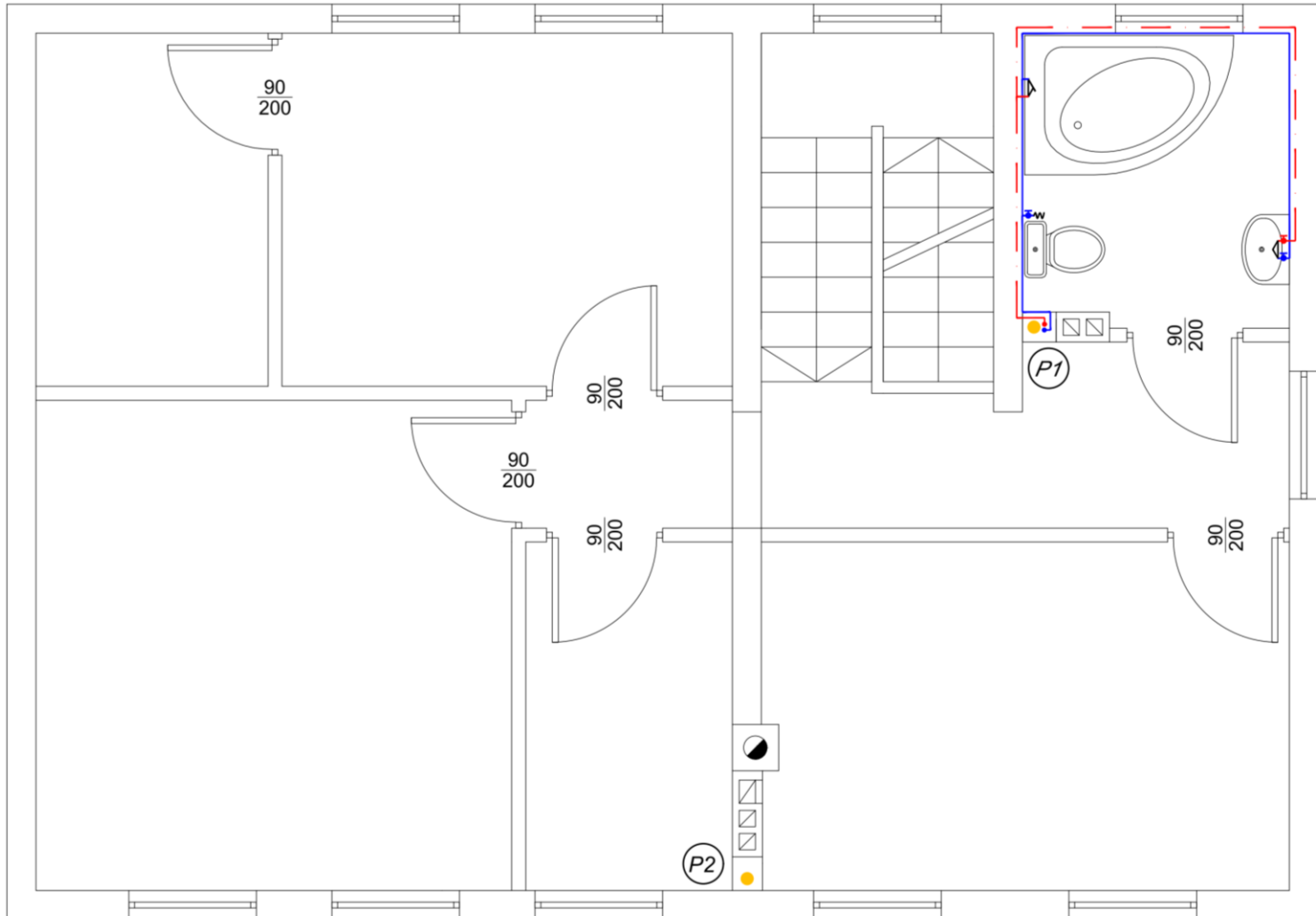
Rzut parteru / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej





Budynek jednorodzinny

Rzut piętra / Rozprowadzenie instalacji wodociągowej

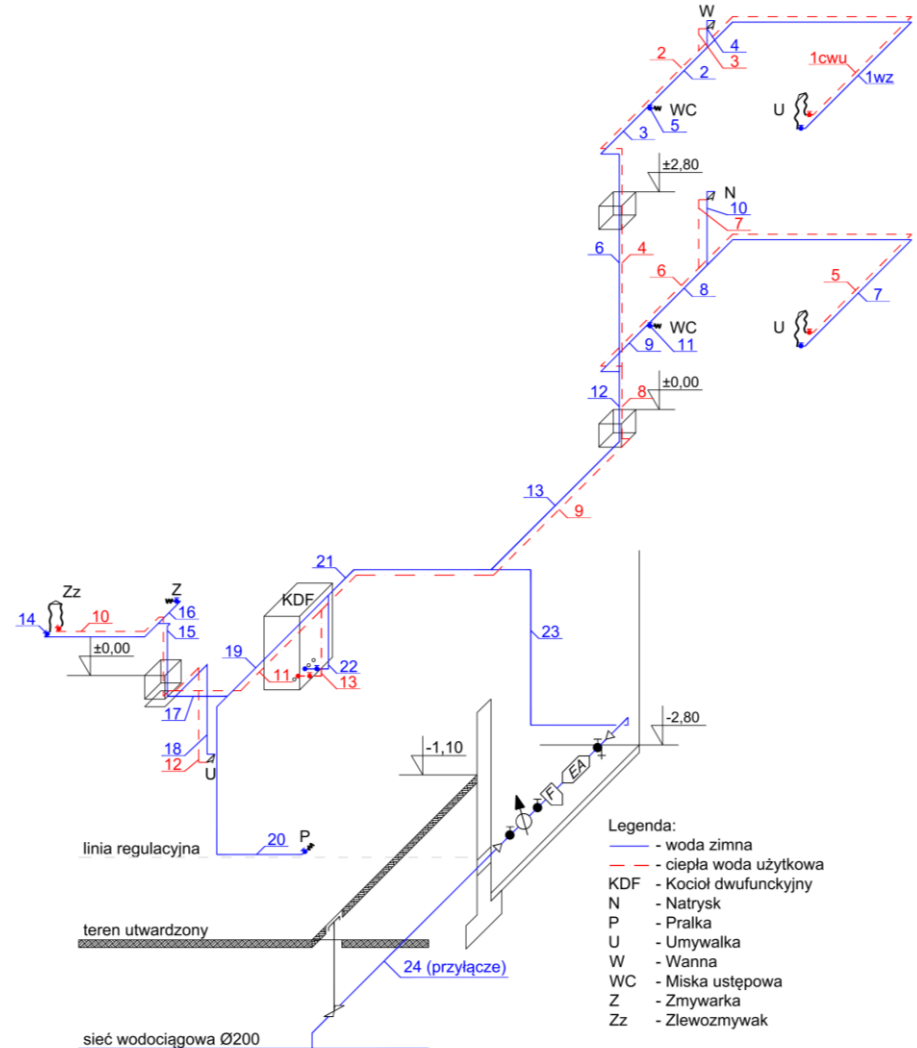




Budynek jednorodzinny

Aksonometria i schemat instalacji wodociągowej

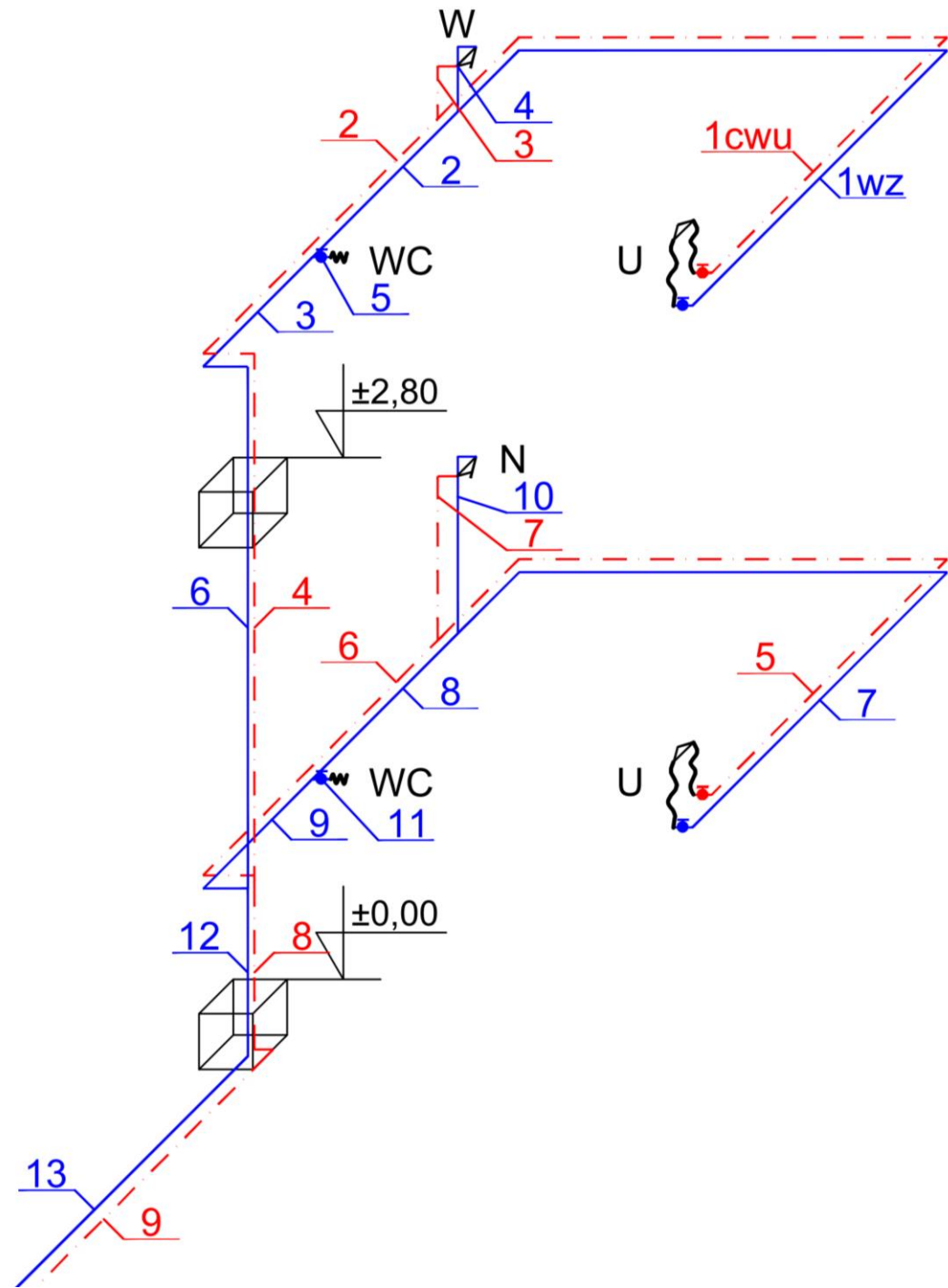
Wydruk w skali 1:50 lub 1:100 z zachowaniem rzeczywistych długości, wymiarów i odległości oraz opisem średnic, działek obliczeniowych i przyborów sanitarnych





Budynek

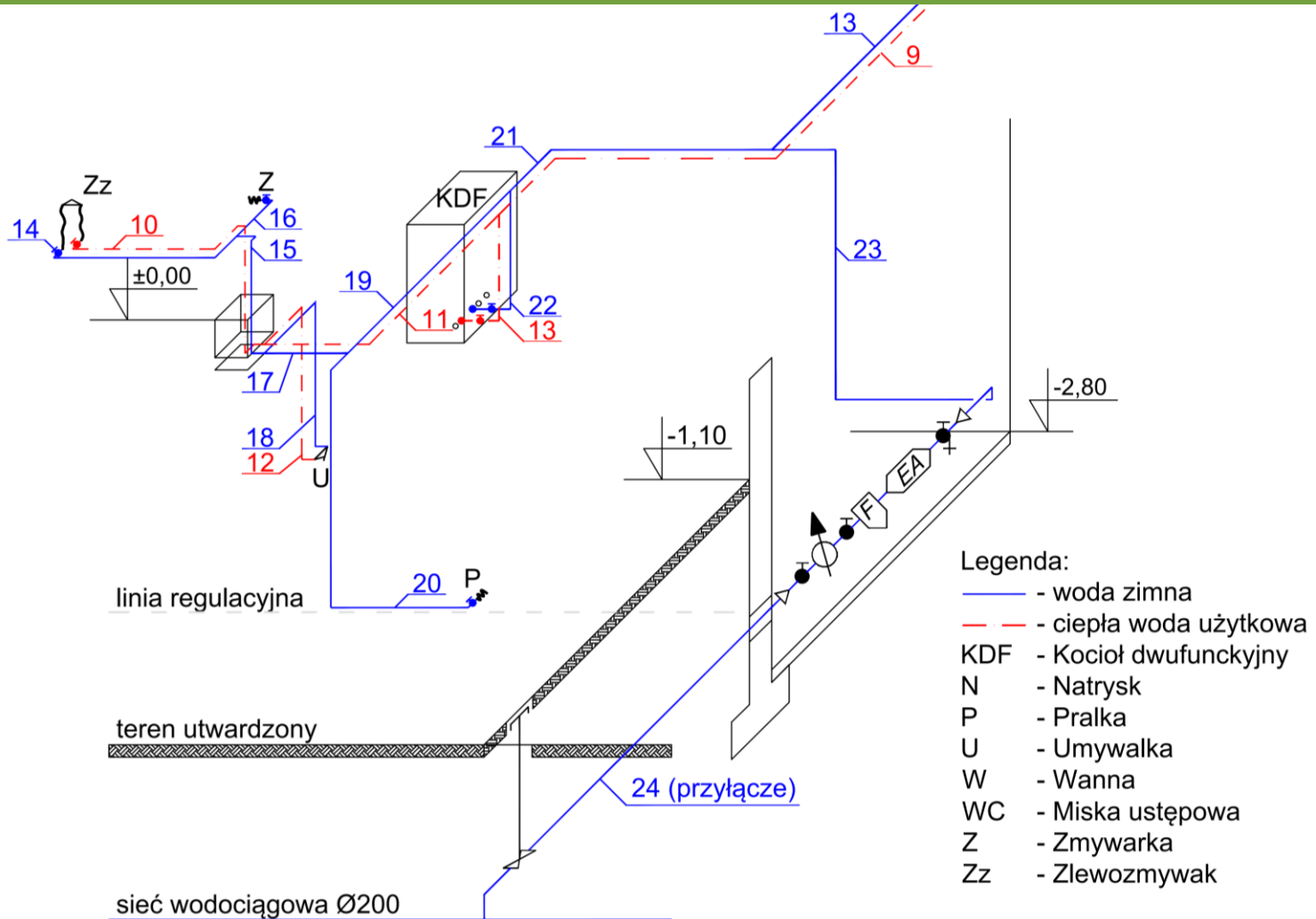
Schemat instalacji





Budynek jednorodzinny

Schemat instalacji





Obliczenia

Tabele obliczeń

Tab. 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

Tab. 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. Obliczenia hydrauliczne instalacji wody zimnej

Nr odc.	Wyszczególnienie	L m	Σq_n dm ³ /s	q dm ³ /s	d_z mm	x g mm	v m/s	R kPa/m	Δp_l kPa	Δp_m kPa	Δp_c kPa
1	U	4.75	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.57	2.7	0.8	3.5
2	U + W	1.20	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.77	2.1	0.6	2.8
3	U + W + WC	1.30	0.35	0.29	20.00	2.25	1.51	1.94	2.5	0.8	3.3
4	W	0.40	0.15	0.15	16.00	2.00	1.33	2.13	0.9	0.3	1.1
5	WC	0.40	0.13	0.13	16.00	2.00	1.15	1.66	0.7	0.2	0.9
6	jak 3	2.80	0.35	0.29	20.00	2.25	1.51	1.94	5.4	1.6	7.1
7	U	4.75	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.57	2.7	0.8	3.5
8	U + N	1.20	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.77	2.1	0.6	2.8
9	U + N + WC	1.30	0.35	0.29	20.00	2.25	1.51	1.94	2.5	0.8	3.3
10	N	1.00	0.15	0.15	16.00	2.00	1.33	2.13	2.1	0.6	2.8
11	WC	0.40	0.13	0.13	16.00	2.00	1.15	1.66	0.7	0.2	0.9
12	6 + 9	0.90	0.70	0.44	25.00	2.50	1.40	1.24	1.1	0.3	1.5
13	jak 12	2.35	0.70	0.44	32.00	3.00	0.83	0.36	0.8	0.3	1.1
14	Zz	1.65	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.57	0.9	0.3	1.2
15	Zz + Z	1.25	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.77	2.2	0.7	2.9
16	Z	0.55	0.15	0.15	16.00	2.00	1.33	2.13	1.2	0.4	1.5
17	Zz + Z + U	0.70	0.29	0.25	25.00	2.50	0.80	0.46	0.3	0.1	0.4
18	U	1.90	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.57	1.1	0.3	1.4
19	Zz + Z + U + P	1.85	0.54	0.38	32.00	3.00	0.71	0.27	0.5	0.1	0.6
20	P	3.30	0.25	0.25	20.00	2.25	1.32	1.54	5.1	1.5	6.6
21	19 + c.w.u.	2.25	1.12	0.58	40.00	4.00	0.72	0.21	0.5	0.1	0.6
22	c.w.u.	1.25	0.58	0.39	32.00	3.00	0.74	0.29	0.4	0.1	0.5
23	13 + 21	4.00	1.82	0.75	40.00	4.00	0.94	0.34	1.4	0.4	1.8
24	WOD + F + ZA	2.30	1.82	0.75	40.00	3.70	0.90	0.31	0.7	0.2	0.9
24	jak 23	3.55	1.82	0.75	φ40 (PEHD)		0.80	0.24	0.9	0.3	1.1



Obliczenia

Tabele obliczeń

Tab. Obliczenia hydrauliczne instalacji ciepłej wody użytkowej

Nr	Wyszczególnienie	L	Σq_n	q	d_z	$\times g$	v	R	Δp_l	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	0.6	2.7
2	U + W	2.10	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.39	2.9	0.9	3.8
3	W	0.35	0.15	0.15	16.00	2.00	1.33	1.67	0.6	0.2	0.8
4	jak 2	2.80	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.39	3.9	1.2	5.1
5	U	4.75	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.43	2.1	0.6	2.7
6	U + N	2.10	0.22	0.21	18.00	2.00	1.33	1.39	2.9	0.9	3.8
7	N	0.95	0.15	0.15	16.00	2.00	1.33	1.67	1.6	0.5	2.1
8	4 + 6	0.90	0.44	0.33	25.00	2.50	1.05	0.59	0.5	0.2	0.7
9	jak 8	5.00	0.44	0.33	25.00	2.50	1.05	0.59	3.0	0.9	3.8
10	Zz	2.75	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.43	1.2	0.4	1.5
11	Zz + U	2.35	0.14	0.14	18.00	2.00	0.92	0.72	1.7	0.5	2.2
12	U	1.75	0.07	0.07	16.00	2.00	0.62	0.43	0.8	0.2	1.0
13	c.w.u.	1.15	0.58	0.39	32.00	3.00	0.74	0.23	0.3	0.1	0.3



Obliczenia

Najniekorzystniej usytuowany punkt czerpalny

U	Umywalka I piętro	22.9 kPa
W	Wanna I piętro	20.5 kPa
WC	Toaleta I piętro	17.5 kPa
U	Umywalka parter	15.9 kPa
N	Natrysk parter	15.1 kPa
WC	Toaleta parter	10.5 kPa
Zz	Zlewozmywak parter	9.6 kPa
Z	Zmywarka parter	9.9 kPa
U	Umywalka piwnica	6.9 kPa
P	Pralka piwnica	11.7 kPa

U	Umywalka I piętro	21.3 kPa
W	Wanna I piętro	19.4 kPa
U	Umywalka parter	16.2 kPa
N	Natrysk parter	15.6 kPa
Zz	Zlewozmywak parter	9.0 kPa
U	Umywalka piwnica	8.4 kPa

Woda zimna – Umywalka na I piętrze

$$\Sigma \Delta p_c \begin{matrix} \overbrace{1,2,3,6,12,13}^{\text{woda zimna}} \overbrace{23,24}^{\text{woda ogólna}} \end{matrix} = 22,9 \text{ kPa}$$

Ciepła woda użytkowa – Umywalka na I piętrze

$$\Sigma \Delta p_c \begin{matrix} \overbrace{1,2,4,8,9,13,22}^{\text{cwu}} \overbrace{21,23,24}^{\text{woda ogólna}} \end{matrix} + (\Delta p_{w_{cwu}}) = 21,3 + \underbrace{30,0}_{\Delta p_{w_{cwu}} \text{ (z tematu)}} = 51,3 \text{ kPa}$$

Należy uwzględnić odcinek doprowadzający wodę do kotła (22) oraz wodę ogólną (21,23,24) z tabeli wody zimnej



Obliczenia

Wykorzystywane wzory

Strumień przepływu

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

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

UWAGA: Dla odcinków doprowadzających wodę do pojedynczego punktu czerpального przepływ obliczeniowy jest równy wypływowi normatywnemu, nie używamy wzoru na przepływ obliczeniowy. W tabeli obliczeń hydraulicznych wody zimnej są to następujące odcinki: 1, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 16, 18, 20.

Straty liniowe i miejscowe

$\Delta p_l = R \cdot L; \text{ kPa}$ Współczynnik oporu liniowego R w kPa/m razy długość odcinka obliczeniowego. Współczynnik R należy odczytać z nomogramu/tabeli w karcie katalogowej dobranych rur (np. miedź, PP, PE).

$\Delta p_m = (20 \div 50\%) \Delta p_l; \text{ kPa}$ **UWAGA:** Opory miejscowe należy określić w sposób uproszczony, za pomocą podanego wskaźnika. W omawianym przykładzie przyjęto, że opory miejscowe to 30% oporów liniowych.

$\Delta p_c = \Delta p_l + \Delta p_m = (1,20 \div 1,50) \Delta p_l; \text{ kPa}$ Straty całkowite to suma strat liniowych i miejscowych.



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.

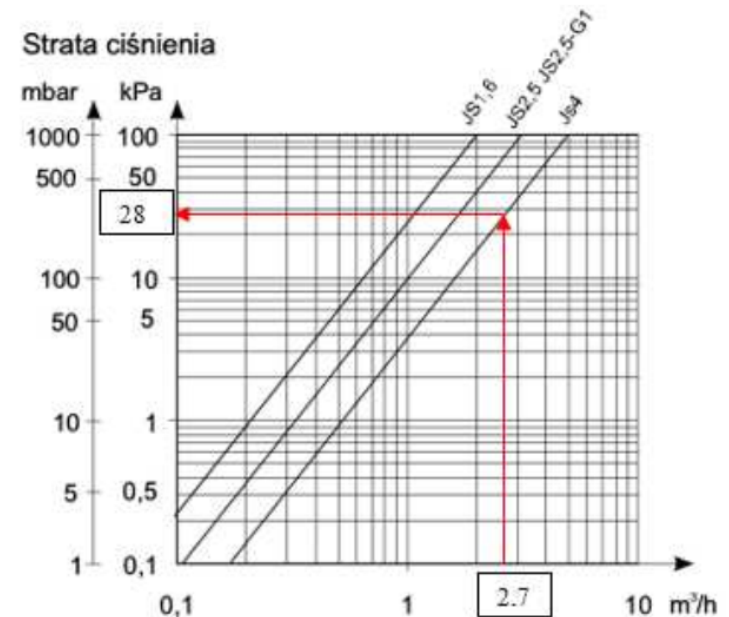
Dobrano wodomierz Smart+ JS4,0-0,2 firmy Apator PoWoGaz, dla którego:

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

DN20 ($DN_{w\text{od}} \leq d_{23}$)

Strata ciśnienia na **wodomierzu**

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





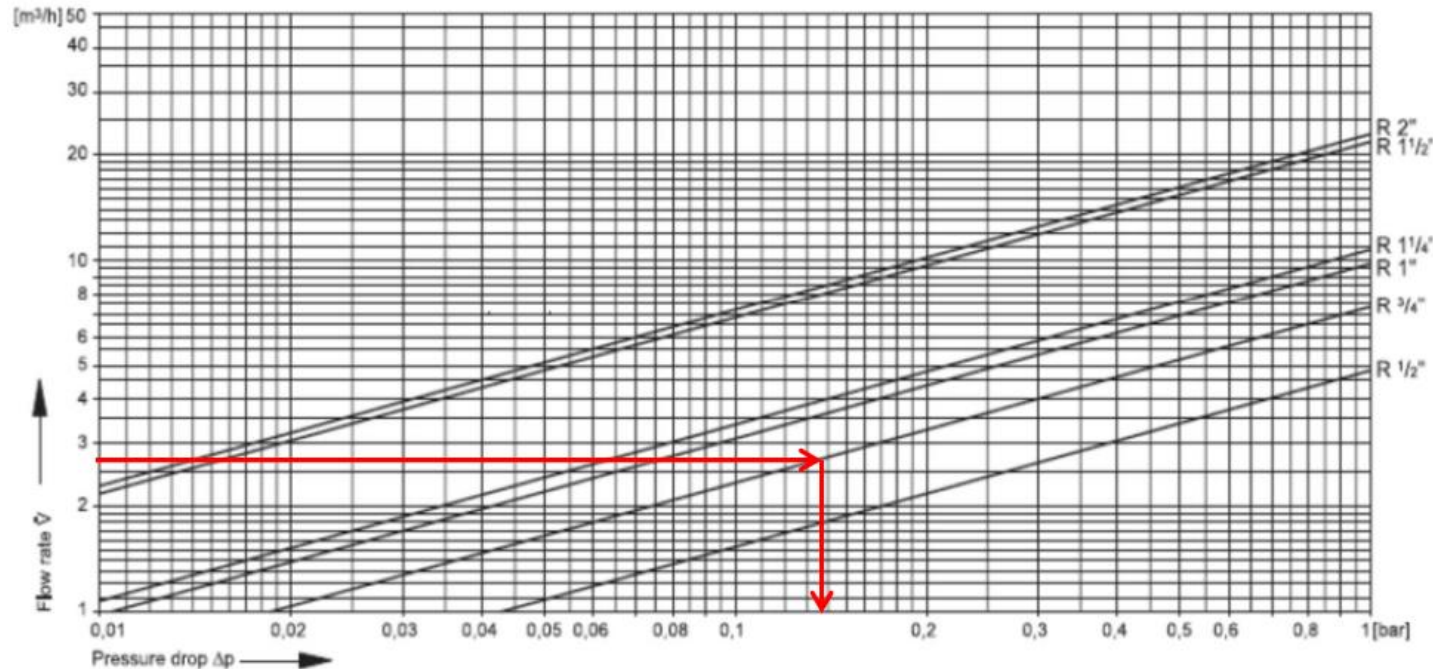
Obliczenia

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"**



Strata ciśnienia na **filtrze**

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



Obliczenia

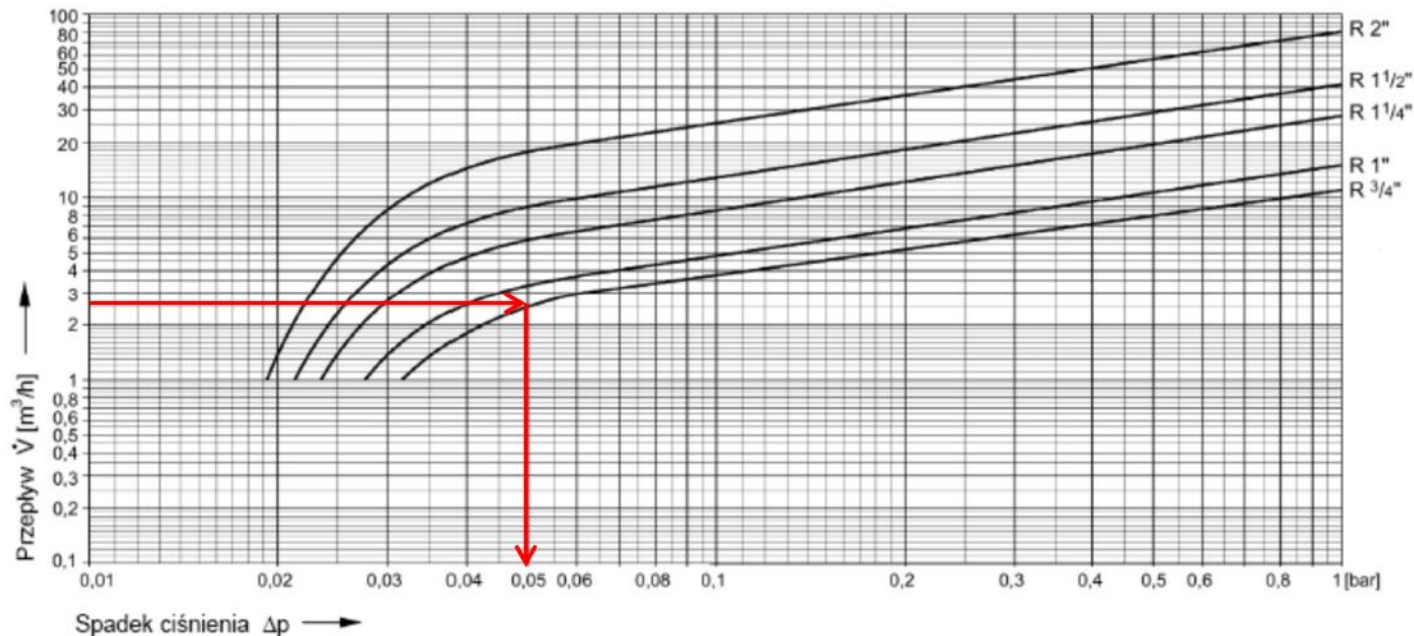
Dobór zaworu antyskażeniowego

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

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

h_g – różnica geometrycznej wysokości między wodociągiem i najniekorzystniej usytuowanym punktem czerpalnym instalacji, m H₂O

g – przyspieszenie ziemskie, $g=9,81\text{m/s}^2$

p_w – ciśnienie wymagane przed punktem czerpalnym, 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 czerpalnego instalacji, kPa

$\Delta p_{w cwu}$ – 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

Różnica wysokości między wodociągiem i najniekorzystniej usytuowanym punktem czerpalnym

$$h_g = (R_l + h_p) - R_w = (2,80 + 1,00) - (-2,30) = 6,10 \text{ m}$$

R_w – rzędna wodociągu, $R_w = -2,30 \text{ m}$

R_l – rzędna posadzki na I piętrze, $R_l = +2,80 \text{ m}$

h_p – wysokość montażu najniekorzystniej usytuowanego przyboru sanitarnego na I piętrze, $h_p = 0,50 + 0,50 = 1,00 \text{ m}$ (umywalka)

Wymagane ciśnienie wody dla budynku

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

$$p_{wym} = 6,10 \cdot 9,81 + \mathbf{51,3} + 100,0 + 28,0 + 14,0 + 5,0 = 258,1 \text{ kPa}$$

cwu

UWAGA: Należy sprawdzić ciśnienie wymagane dla wz i cwu, a następnie wybrać większą wartość. W omawianym przykładzie ciśnienie wymagane określono dla cwu.