

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja robót związanych z budową, montażem i eksploatacją sieci oraz instalacji sanitarnych**

Symbol kwalifikacji: **BUD.20**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

BUD.20-01-26.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

** w przypadku otrzymania naklejki

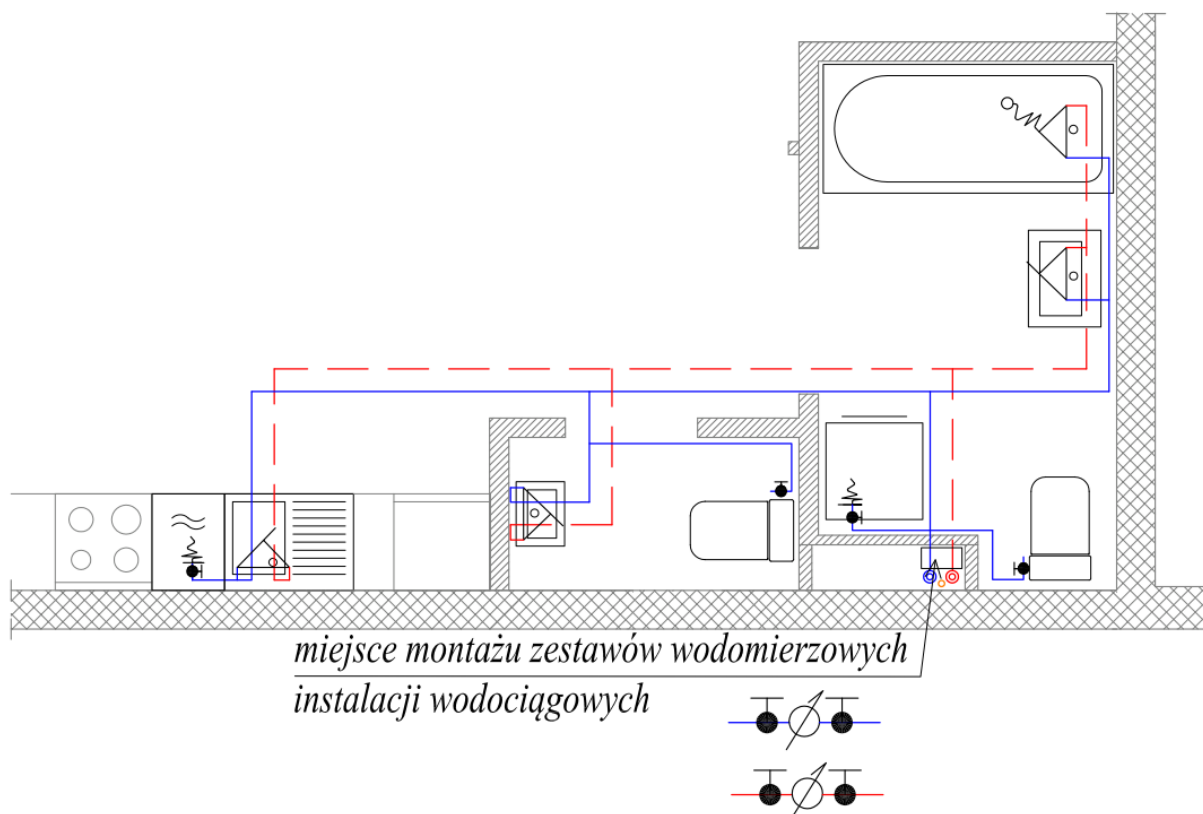
Zadanie egzaminacyjne

Wykonaj obliczenia zapotrzebowania na wodę wraz z doбором średnic przewodów instalacji ciepłej wody użytkowej dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym, a następnie dokonaj obliczenia maksymalnej mocy wymiennika ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla całego budynku wielorodzinnego.

Wszystkie informacje potrzebne do rozwiązania zadania oraz wzory do obliczeń zostały zamieszczone w tabelach od 1 do 8 oraz na rysunku 1.

Wykonaj następujące polecenia:

1. Dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym:
 - Ustal przepływy obliczeniowe dla instalacji ciepłej wody użytkowej i zapisz je w tabeli A.
 - Dobierz dla instalacji ciepłej wody użytkowej średnice przewodów, obliczeniową prędkość przepływu oraz jednostkowy liniowy opór przepływu i zapisz je w tabeli B.
 - Uzupełnij rysunek A – Rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej o odpowiednie przepływy obliczeniowe, na podstawie danych zapisanych w tabeli A.
 - Uzupełnij rysunek B – Rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej o dobrane średnice odcinków przewodów instalacji, na podstawie danych zapisanych w tabeli B. Średnice odcinków przewodów instalacji dobierz uwzględniając prędkość przepływu wody w instalacjach wodociągowych zamieszczone w tabeli 3.
2. Oblicz maksymalną moc wymiennika ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla całego budynku wielorodzinnego. Wszystkie ustalone i obliczone wartości zapisz w tabeli C.
3. Oceń, czy wymienione w tabeli D czynności są wykonywane podczas badania szczelności zimną wodą instalacji ciepłej wody użytkowej wykonanych z rur z tworzywa sztucznego, wpisując odpowiednio TAK lub NIE.



Rysunek 1. Rzut poziomy jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym

Tabela 1. Normatywne wypływy z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienie przed zaworem

Rodzaj punktu czerpalnego	Średnica nominalna DN [mm]	Wymagane ciśnienie [MPa]	Normatywny wypływ wody q_n [dm ³ /s]		
			mieszanej		tylko zimnej lub ciepłej
			zimnej	ciepłej	
Zawór czerpalny bez perlatora	15	0,05			0,30
Zmywarka do naczyń (domowa)	15	0,10			0,15
Pralka automatyczna (domowa)	15	0,10			0,25
Baterie czerpalne:					
dla natrysków	15	0,10	0,15	0,15	
dla wanien	15	0,10	0,15	0,15	
dla zlewozmywaków	15	0,10	0,07	0,07	
dla umywalek	15	0,10	0,07	0,07	
Płuczka zbiornikowa	15	0,05			0,13
Zawór spłukujący do pisuarów	15	0,10			0,25

Tabela 2. Przepływy obliczeniowe wody dla instalacji wodociągowych w budynkach mieszkalnych

Σq_n dla armatury		q
< 0,5 dm ³ /s	≥ 0,5 dm ³ /s	dm ³ /s
0,06		0,05
0,07		0,06
0,10		0,10
0,12		0,12
0,14		0,14
0,15		0,15
0,18		0,17
0,21		0,20
0,22		0,21
0,25		0,23
0,29		0,25
0,32		0,27
0,36		0,29
0,40		0,31
0,48		0,35
0,60		0,40
0,87	0,50	0,50
1,03	0,55	0,55
1,20	0,60	0,60

Tabela 3. Prędkość przepływu wody w instalacjach wodociągowych

Rodzaj przewodu	PN-92/B-01706 Prędkość v
-	[m/s]
Połączenia od pionu do punktów czerpalnych	1,5
Przewody pionowe	1,5
Przewody rozdzielcze	1,0
Połączenia wodociągowe	1,0

Tabela 4. Zestawienie jednostkowych liniowych oporów przepływu R do obliczeń strat ciśnienia w rurach z polipropylenu PN20 przy współczynniku $k = 0,007 \text{ mm}$ i temperaturze $t = 60 \text{ °C}$

q [kg/h]	v [m/s]	Średnica rury $d_z \times s$ [mm]					
q [dm³/s]	R [daPa/m]	16×2,7	20×3,4	25×4,2	32×5,4	40×6,7	50×8,4
198	v	0,63	0,41	0,26	0,16	0,10	0,06
0,055	R	54,87	19,15	6,41	2,00	0,68	0,24
216	v	0,69	0,45	0,28	0,17	0,11	0,07
0,060	R	64,04	22,32	7,46	2,33	0,79	0,28
234	v	0,75	0,48	0,31	0,19	0,12	0,08
0,065	R	73,85	25,70	8,59	2,68	0,91	0,32
252	v	0,81	0,52	0,33	0,20	0,13	0,08
0,070	R	84,28	29,30	9,78	3,05	1,04	0,36
270	v	0,86	0,56	0,35	0,22	0,14	0,09
0,075	R	95,35	33,11	11,04	3,44	1,17	0,41
288	v	0,92	0,59	0,38	0,23	0,15	0,09
0,080	R	107,03	37,13	12,36	3,85	1,31	0,46
324	v	1,04	0,67	0,42	0,26	0,16	0,11
0,09	R	132,25	45,79	15,22	4,73	1,60	0,56
360	v	1,15	0,74	0,47	0,29	0,18	0,12
0,100	R	159,90	55,25	18,34	5,69	1,93	0,67
396	v	1,27	0,82	0,52	0,32	0,20	0,13
0,110	R	189,95	65,53	21,71	6,72	2,28	0,79
432	v	1,38	0,89	0,56	0,35	0,22	0,14
0,120	R	222,39	76,59	25,34	7,84	5,65	0,92
468	v	1,50	0,97	0,61	0,37	0,24	0,15
0,130	R	257,19	88,44	29,23	9,03	3,05	1,06
504	v	1,61	1,04	0,66	0,40	0,26	0,16
0,140	R	294,35	101,07	33,36	10,29	3,48	1,21
540	v	1,73	1,11	0,70	0,43	0,27	0,18
0,150	R	333,85	114,47	37,73	11,63	3,92	1,36
684	v	2,19	1,41	0,89	0,55	0,35	0,22
0,190	R	514,97	175,71	57,67	17,71	5,96	2,06
720	v	2,31	1,49	0,94	0,58	0,37	0,23
0,200	R	566,00	192,91	63,25	19,40	6,52	2,26
756	v	2,42	1,50	0,99	0,61	0,38	0,25
0,210	R	619,31	192,91	69,06	21,17	7,11	2,46
828	v	2,65	1,71	1,08	0,66	0,42	0,27
0,230	R	732,75	248,97	81,40	24,91	8,36	2,89
900	v	2,88	1,86	1,17	0,72	0,46	0,29
0,250	R	855,25	290,05	94,67	28,93	9,69	3,35
972	v	3,11	2,01	1,27	0,78	0,49	0,32
0,270	R	986,79	334,06	108,86	33,21	11,12	3,84
1044	v	3,34	2,16	1,36	0,84	0,53	0,34
0,290	R	1127,33	381,01	123,96	37,77	12,63	4,36
1080	v	3,46	2,23	1,41	0,86	0,55	0,35
0,300	R	1200,96	405,57	131,86	40,15	13,42	4,63
1152	v	3,69	2,38	1,50	0,92	0,59	0,38
0,320	R	1354,95	456,88	148,33	45,11	15,06	5,19
1296	v	4,15	2,68	1,69	1,04	0,66	0,42
0,360	R	1689,75	568,18	183,98	55,81	18,60	6,40

Tabela 5. Zestawienie danych do obliczenia mocy cieplnej wymiennika ciepłej wody użytkowej

Symbol	Opis	Wartość	Jednostka miary
L_m	Liczba mieszkań w budynku wielorodzinnym	60	lokal
n	Średnia liczba osób w jednym mieszkaniu	3,5	osoba
q_c	Dobowe zużycie wody ciepłej przez jednego mieszkańca	0,08	m ³ /d, osobę
T_{cw}	Temperatura wody ciepłej	55	°C
T_{zw}	Temperatura wody zimnej	10	°C
τ	Liczba godzin użytkowania instalacji w ciągu doby	18	h/dobę
T_z	Temperatura wody sieciowej na zasileniu	65	°C
T_p	Temperatura wody sieciowej na powrocie	30	°C

Tabela 6. Wykaz wzorów do obliczenia mocy cieplnej wymiennika ciepłej wody użytkowej

Opis	Wzór	Jednostka
Liczba mieszkańców w budynku wielorodzinnym	$U = L_m \cdot n$ gdzie: U – liczba mieszkańców w budynku wielorodzinnym, [osoba] L_m – liczba mieszkań w budynku wielorodzinnym, [lokal] n – średnia liczba mieszkańców w jednym mieszkaniu, [osoba/lokal] Uwaga! Wynik należy zaokrąglić w górę do całości.	osoba
Średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę	$q_{d\acute{s}r} = U \cdot q_c$ gdzie: $q_{d\acute{s}r}$ – średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę, [m³/d] U – liczba mieszkańców w budynku wielorodzinnym, [osoba] q_c – jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla użytkownika, [m³/d/osobę] Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.	m ³ /d
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na wodę	$q_{h\acute{s}r} = \frac{q_{d\acute{s}r}}{\tau}$ gdzie: $q_{h\acute{s}r}$ – średnie godzinowe zapotrzebowanie na wodę, [m³/h] $q_{d\acute{s}r}$ – średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę, [m³/d] τ – liczba godzin użytkowania instalacji w ciągu doby, [h/dobę] Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.	m ³ /h

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na wodę	$q_{h \max} = q_{h\text{sr}} \cdot N_h$ gdzie: $q_{h\max}$ – maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na wodę, [m³/h] $q_{h\text{sr}}$ – średnie godzinowe zapotrzebowanie na wodę, [m³/h] N_h – współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru wody Do obliczeń należy przyjąć wartość $N_h = 2,6$ Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.	m ³ /h
Maksymalna moc wymiennika ciepła na potrzeby c.w.u.	$Q_{w \max} = q_{h \max} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{cw} - T_{zw}) \cdot 1/3600$ gdzie: $Q_{w \max}$ - maksymalna moc wymiennika ciepła na potrzeby c.w.u., [kW] $q_{h \max}$ – maksymalne godzinowe zapotrzebowania na wodę, [m³/h] ρ – gęstość wody, [kg/m³] Wartość ρ należy przyjąć z tabeli 7 dla temperatury średniej t_{sr} $t_{\text{sr}} = (T_{cw} - T_{zw}) / 2$ c_p – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K] Do obliczeń należy przyjąć wartość $c_p = 4,19$ kJ/kg·K T_{cw} – temperatura wody ciepłej, [°C] T_{zw} – temperatura wody zimnej, [°C] Uwaga! Wyniki należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.	kW
Przepływ wody sieciowej na potrzeby c.w.u.	$G_{scw} = \frac{Q_{w \max}}{c_p \cdot (T_z - T_p)}$ gdzie: G_{scw} – przepływ wody sieciowej na potrzeby c.w.u., [kg/s] $Q_{w \max}$ – maksymalna moc wymiennika ciepła na potrzeby c.w.u., [kW] c_p – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K] Do obliczeń należy przyjąć wartość $c_p = 4,19$ kJ/kg·K T_z – temperatura wody sieciowej na zasileniu, [°C] T_p – temperatura wody sieciowej na powrocie, [°C] Uwaga! Wyniki należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.	kg/s

Tabela 7. Gęstość wody w zależności od temperatury

Temperatura	Gęstość	Temperatura	Gęstość	Temperatura	Gęstość
°C	kg/m ³	°C	kg/m ³	°C	kg/m ³
10	999,73	26	996,81	42,5	991,27
11	999,63	27	996,54	43	991,07
12	999,52	28	996,26	44	990,66
12,5	999,46	29	995,97	45	990,25
13	999,40	30	995,67	45,5	990,03
14	999,27	30,5	995,52	46	989,82
15	999,13	31	995,37	46,5	989,61
15,5	999,05	32	995,05	47	989,40
16	998,97	32,5	994,90	48	988,96
17	998,80	33	994,73	49	988,52
18	998,62	34	994,40	50	988,07
19	998,43	35	994,06	51	987,61
19,5	998,33	35,5	993,88	52	987,15
20	998,23	36	993,71	53	986,69
21	998,02	37	993,36	53,5	986,45
22	997,80	38	992,99	54	986,21
22,5	997,68	38,5	992,81	55	985,73
23	997,56	39	992,63	55,5	984,49
23,5	997,44	40	992,24	60	983,24
24	997,32	41	991,86	65	980,59
25	997,07	42	991,47	70	977,81

Tabela 8. Badanie szczelności wodą zimną instalacji wodociągowych wykonanych z rur z tworzywa sztucznego

Przebieg badania		
Nazwa czynności	Czas trwania	Warunki zakończenia badania wynikiem pozytywnym
Badanie wstępne		
Podniesienie ciśnienia w instalacji do wartości ciśnienia próbnego	–	brak przecieków i roszczenia, spadek ciśnienia spowodowany rozszerzalnością rur
Obserwacja instalacji i ponowne podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego	10 minut	
Obserwacja instalacji i ponowne podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego	10 minut	
Obserwacja instalacji	10 minut	
Podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego	–	
Obserwacja instalacji	30 minut	brak przecieków i roszczenia, spadek ciśnienia nie większy niż 0,6 bar
Badanie główne		
(należy do niego przystąpić bezpośrednio po badaniu wstępnym zakończonym wynikiem pozytywnym)		
Podniesienie ciśnienia do wartości ciśnienia próbnego	–	brak przecieków i roszczenia, spadek ciśnienia nie większy niż 0,2 bar
Obserwacja instalacji	2 godz.	
UWAGA: Jeżeli chociaż jeden z warunków nie zostanie spełniony, wynik próby należy uznać za negatywny. W takim wypadku należy usunąć przyczynę i ponownie wykonać całe badanie poczynając od badania wstępnego.		
Badanie główne zakończone wynikiem pozytywnym kończy próbę szczelności instalacji.		

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

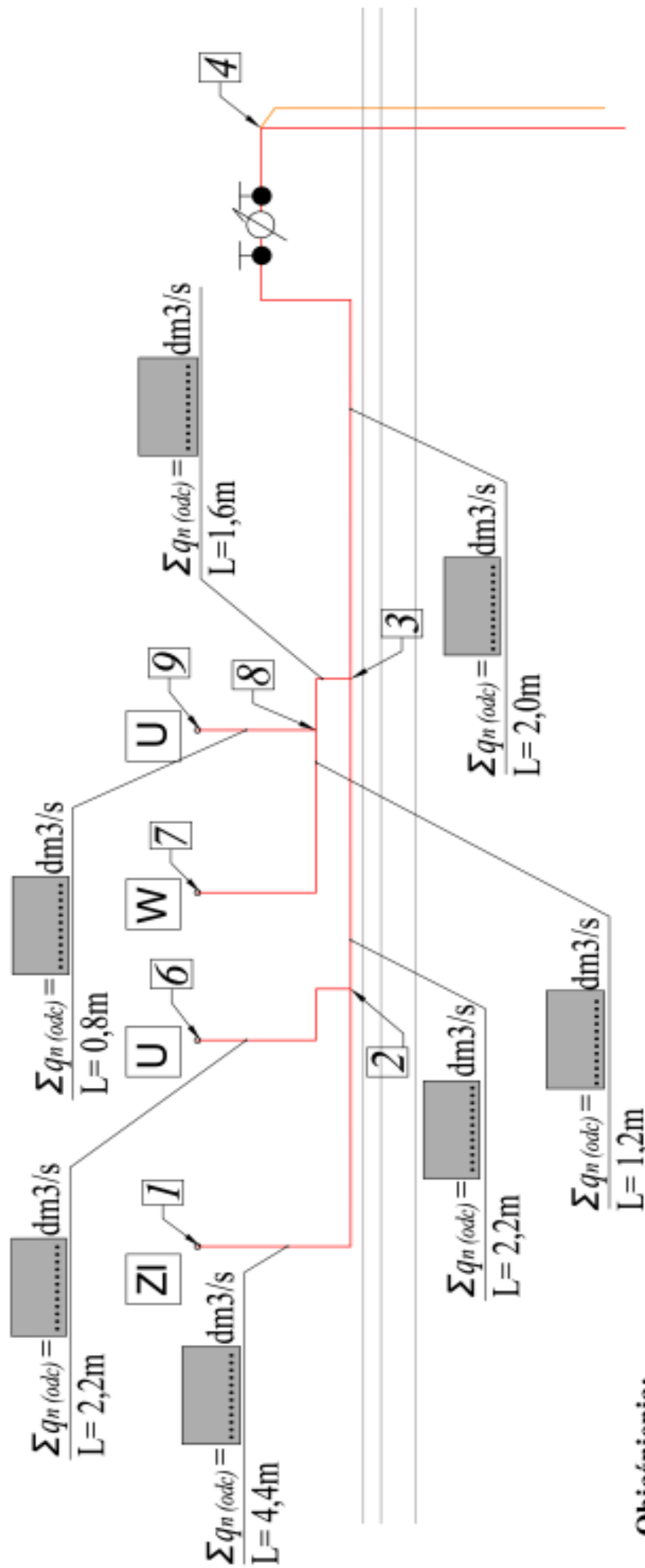
- ustalone przepływy obliczeniowe dla instalacji ciepłej wody użytkowej, dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym – Tabela A,
- dobrane średnice przewodów, obliczeniowe prędkości przepływu i jednostkowe liniowe opory przepływu dla instalacji ciepłej wody użytkowej, dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym – Tabela B,
- uzupełnione rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej, dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym o przepływy obliczeniowe – Rysunek A,
- uzupełnione rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej, dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym o średnice przewodów – Rysunek B,
- obliczona moc cieplna wymiennika ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla budynku wielorodzinnego – Tabela C,
- dobrany zakres czynności wykonywanych podczas badania szczelności zimną wodą instalacji ciepłej wody użytkowej z rur z tworzywa sztucznego – Tabela D.

Tabela A. Przepływ obliczeniowy przewodów instalacji ciepłej wody użytkowej dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym

Odcinek	Długość odcinka L	Suma q_n na odcinku Σq_n (odc)	Przepływ obliczeniowy q
-	m	dm ³ /s	dm ³ /s
1	2	3	4
1-2			
6-2			
2-3			
7-8			
9-8			
8-3			
3-4			

Tabela B. Średnice przewodów, obliczeniowe prędkości przepływu i jednostkowe liniowe opory przepływu instalacji ciepłej wody użytkowej dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym

Odcinek	Średnica rury dzxs	Obliczeniowa prędkość przepływu v	Jednostkowy liniowy opór przepływu R
-	mm	m/s	daPa/m
1	2	3	4
1-2			
6-2			
2-3			
7-8			
9-8			
8-3			
3-4			

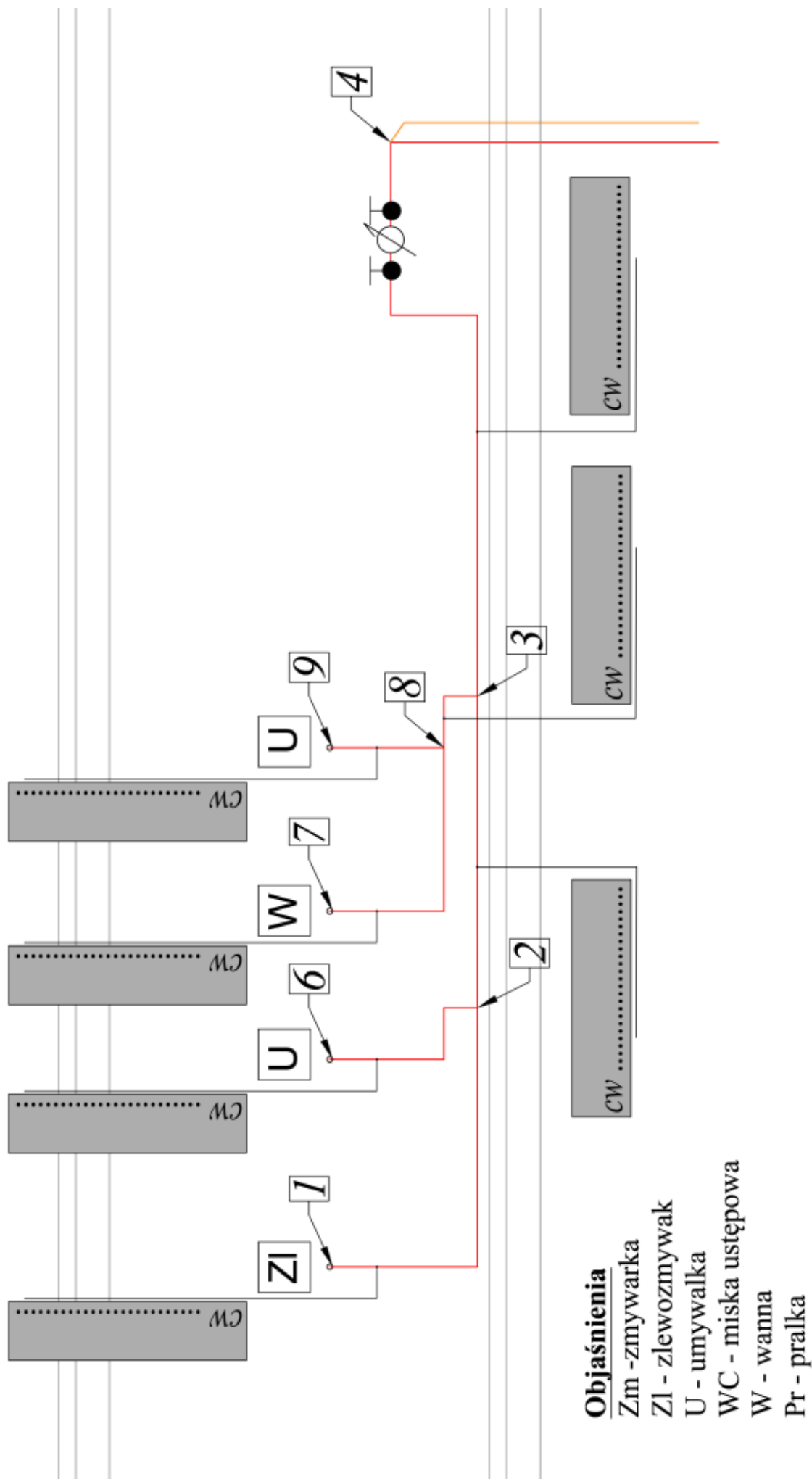


Objaśnienia:

- Zm - zmywarka
- Zl - zlewozmywak
- U - umywalka
- WC - miska ustępowa
- W - wanna
- Pr - pralka

Rysunek A. Rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym

Uwaga! Na poszczególnych odcinkach instalacji uzupełnij ramki o odczytane i obliczone wartości przepływów obliczeniowych q zapisanych w tabeli A.



Rysunek B. Rozwinięcie instalacji ciepłej wody użytkowej dla jednego z mieszkań w budynku wielorodzinnym

Uwaga! Na poszczególnych odcinkach instalacji uzupełnij ramki o dobrane średnice przewodów zapisane w tabeli B.

Tabela C. Moc cieplna wymiennika ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dla budynku wielorodzinnego

Liczba mieszkańców w budynku wielorodzinnym U	Średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę q_{dśr}	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na wodę q_{hśr}	Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na wodę q_{hmax}	Moc cieplna wymiennika ciepła na potrzeby c.w.u. Q_{wmax}	Przepływ wody sieciowej dla potrzeb c.w.u. G_{scw}
osoba	m ³ /d	m ³ /h	m ³ /h	kW	kg/s

Tabela D. Badanie szczelności wodą zimną instalacji ciepłej wody użytkowej z rur tworzywowych polipropylenowych w budynku wielorodzinnym

Lp.	Opis	TAK / NIE
1.	Badanie szczelności instalacji należy przeprowadzić po zakryciu bruzd i otworów w których prowadzono przewody.	
2.	Badanie szczelności instalacji należy przeprowadzić przed zaizolowaniem przewodów.	
3.	Przed przystąpieniem do badania szczelności instalacja musi być przepłukana wodą. Czynność płukania należy wykonywać przy dodatniej temperaturze zewnętrznej a budynek nie może być przemarznięty.	
4.	Przed przystąpieniem do badania szczelności należy odłączyć od instalacji wszystkie urządzenia zabezpieczające przed przekroczeniem ciśnienia dopuszczalnego.	
5.	W celu wykonania próby szczelności do instalacji w najniższym jej punkcie należy podłączyć pompę ręczną wyposażoną w zbiornik wody, manometr, zawory odcinające, zawór zwrotny i spustowy. Manometr powinien mieć średnicę 150 mm i zakres tarczy co najmniej 50 % większy od ciśnienia próbnego.	
6.	Badanie szczelności możemy rozpocząć co najmniej po 20 minutach od napełnienia instalacji wodą i jej odpowietrzeniu jak też stwierdzeniu braku roszczenia.	
7.	Po przygotowaniu instalacji do badania szczelności należy podnieść za pomocą pompy ciśnienie w instalacji do wysokości ciśnienia próby. Wartość ciśnienia próby należy przyjmować w wysokości 1,5 x ciśnienia roboczego, ale nie mniej niż 10 bar.	
8.	Wstępne badanie szczelności uznaje się za pozytywne jeśli na instalacji w przeciągu 30 minut nie wystąpią przecieki i roszczenia, a manometr nie wykaże spadku ciśnienia większego niż 2 %.	
9.	Główne badanie szczelności uznaje się za pozytywne jeśli na instalacji w przeciągu 2 godzin nie wystąpią przecieki i roszczenia, a manometr nie wykaże spadku ciśnienia większego niż 0,2 bar.	
10.	Instalacje ciepłej wody użytkowej po pozytywnej próbie szczelności wodą zimną, poddaje się próbie szczelności w stanie gorącym wodą o temperaturze 60 °C, przy ciśnieniu roboczym instalacji. Obserwuje się przy tym zmiany wydłużeń cieplnych, pracę kompensatorów, zachowanie uchwytów na instalacji. Instalacja w czasie próby nie może wykazywać roszczenia.	

Uwaga! Gdy zdanie jest prawdziwe wpisz TAK, gdy zdanie jest nieprawdziwe wpisz NIE

Miejsce na obliczenia
(niepodlegające ocenie)