

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

Oznaczenie kwalifikacji: **B.27**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

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

B.27-01-21.01-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2021

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 12 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. 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

Zadanie egzaminacyjne

Dla budynku usługowego należy zaprojektować węzeł cieplny jednofunkcyjny o mocy 170 kW.

Od strony pierwotnej węzeł połączony będzie z miejską siecią ciepłowniczą, natomiast od strony wtórnej – z instalacją centralnego ogrzewania w budynku. Ciepło będzie przekazywane z sieci ciepłej do instalacji odbiorczej za pośrednictwem wymiennika płytowego.

W ramach projektu węzła cieplnego jednofunkcyjnego:

- oblicz strumień masy i objętości czynnika grzewczego w przewodach sieci i instalacji – tabela A,
- dobierz średnice przewodów sieciowych i instalacyjnych oraz oblicz prędkości przepływu w tych przewodach – tabela B,
- oblicz pojemność użytkową i całkowitą naczynia wzbiorniczego oraz dobierz naczynie wzbiornicze – tabela C,
- uzupełnij schemat węzła cieplnego jednofunkcyjnego o brakujące średnice i elementy węzła stosując odpowiednie oznaczenia graficzne – rysunek 1,
- uzupełnij specyfikację materiałową o brakujące elementy węzła cieplnego jednofunkcyjnego znajdujące się na schemacie ideowym – tabela D.

Tabela 1. Parametry pracy węzła cieplnego

Opis	Symbol	Jednostka miary	Wartość
Moc cieplna na cele centralnego ogrzewania	Q_{co}	kW	170
Temperatura wody sieciowej na zasileniu	T_{zs}	°C	120
Temperatura wody sieciowej na powrocie	T_{ps}	°C	65
Temperatura wody instalacyjnej na zasileniu	T_{zi}	°C	80
Temperatura wody instalacyjnej na powrocie	T_{pi}	°C	60
Pojemność instalacji grzewczej	V	dm ³	1676
Ciśnienie statyczne instalacji grzewczej	p_{st}	bar	1,3

Tabela 2. Wykaz wzorów do obliczenia strumienia masy i objętości czynnika grzewczego w przewodach sieci i instalacji

Opis	Wzór	Jednostka miary
Strumień masy czynnika grzewczego w przewodach sieciowych	$m_s = \frac{Q_{co}}{c_w \cdot (T_{zs} - T_{ps})}$ gdzie: m_s – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach sieciowych [kg/s] Q_{co} – moc cieplna na cele centralnego ogrzewania [kW] c_w – ciepło właściwe wody [kJ/kgK] Do obliczeń należy przyjąć $c_w = 4,19 \text{ kJ/kgK}$ T_{zs} – temperatura wody sieciowej na zasileniu [°C] T_{ps} – temperatura wody sieciowej na powrocie [°C] <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	kg/s
Strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach sieciowych	$V_{ps} = \frac{m_s \cdot 1000}{\rho_s}$ gdzie: V_{ps} – strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach sieciowych [m³/h] m_s – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach sieciowych [t/h], $\text{kg/s} \cdot 3,6 = \text{t/h}$ ρ_s – gęstość czynnika grzewczego [kg/m³]. Wartość ρ_s należy przyjąć z tabeli 3. dla średniej temperatury obliczeniowej wody sieciowej $T_{(sr)s}$ $T_{(sr)s} = \frac{T_{zs} + T_{ps}}{2}$ gdzie: T_{zs} – temperatura wody sieciowej na zasileniu, [°C] T_{ps} – temperatura wody sieciowej na powrocie, [°C] <i>Uwaga! Wyniki należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	m³/h
Strumień masy czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych	$m_i = \frac{Q_{co}}{c_w \cdot (T_{zi} - T_{pi})}$ gdzie: m_i – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych [kg/s] Q_{co} – moc cieplna na cele centralnego ogrzewania [kW] c_w – ciepło właściwe wody [kJ/kgK]. Do obliczeń należy przyjąć $c_w = 4,19 \text{ kJ/kgK}$ T_{zi} – temperatura wody instalacyjnej na zasileniu [°C] T_{pi} – temperatura wody instalacyjnej na powrocie [°C] <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	kg/s
Strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych	$V_{pi} = \frac{m_i \cdot 1000}{\rho_i}$ gdzie: V_{pi} – strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych [m³/h] m_i – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych [t/h], $\text{kg/s} \cdot 3,6 = \text{t/h}$ ρ_i – gęstość czynnika grzewczego [kg/m³]. Wartość ρ_i należy przyjąć z tabeli 3. dla średniej temperatury obliczeniowej wody instalacyjnej $T_{(sr)i}$ $T_{(sr)i} = \frac{T_{zi} + T_{pi}}{2}$ gdzie: T_{zi} – temperatura wody instalacyjnej na zasileniu [°C] T_{pi} – temperatura wody instalacyjnej na powrocie [°C] <i>Uwaga! Wyniki należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	m³/h

Tabela 3. Gęstość wody w zależności od temperatury

Temperatura	Gęstość	Temperatura	Gęstość	Temperatura	Gęstość
[°C]	[kg/m ³]	[°C]	[kg/m ³]	[°C]	[kg/m ³]
5	999,99	28	996,26	51	987,61
6	999,97	29	995,97	52	987,15
7	999,93	30	995,67	53	986,69
8	999,88	31	995,37	54	986,21
9	999,81	32	995,05	55	985,73
10	999,73	33	994,73	60	983,24
11	999,63	34	994,40	65	980,59
12	999,52	35	994,06	67,5	979,20
13	999,40	36	993,71	70	977,81
14	999,27	37	993,36	72,5	976,35
15	999,13	38	992,99	75	974,89
16	998,97	39	992,63	77,5	973,36
17	998,80	40	992,24	80	971,83
18	998,62	41	991,86	82,5	970,24
19	998,43	42	991,47	85	968,65
20	998,23	43	991,07	87,5	967,00
21	998,02	44	990,66	90	965,34
22	997,80	45	990,25	92,5	963,63
23	997,56	46	989,82	95	961,92
24	997,32	47	989,40	97,5	960,15
25	997,07	48	988,96	100	958,38
26	996,81	49	988,52	110	951,00
27	996,54	50	988,07	120	943,40

Uwaga! W celu odczytania wartości gęstości wykorzystaj zasadę interpolacji

Tabela 4. Tabela do doboru średnicy przewodów sieci i instalacji w zależności od strumienia masy czynnika grzewczego i prędkości przepływu

Średnica			Strumień masy przy					
d _z	d _w	d _n	w _{max} = 0,8 m/s		w _{max} = 1,3 m/s		w _{max} = 2,0 m/s	
[mm]	mm	mm	kg/s	t/h	kg/s	t/h	kg/s	t/h
33,7 × 2,6	28,5	25	0,50	1,80	0,78	2,80	1,22	4,40
42,4 × 2,6	37,2	32	0,83	3,00	1,33	4,80	2,11	7,60
48,3 × 2,6	43,1	40	1,17	4,20	1,83	6,60	2,78	10,00
60,3 × 2,9	54,5	50	1,81	6,50	2,92	10,50	4,58	16,50
76,1 × 3,2	69,7	65	2,92	10,50	4,86	17,50	7,50	27,00
88,9 × 3,2	82,5	80	4,17	15,00	6,81	24,50	10,42	37,50
114,3 × 3,6	107,1	100	6,94	25,00	11,39	41,00	17,50	63,00
139,7 × 3,6	132,5	125	10,70	38,50	17,36	62,50	26,67	96,00
168,3 × 4,0	160,3	150	15,56	56,00	25,56	92,00	39,17	141,00

Uwaga! Prędkość przepływu czynnika grzewczego w_{max} w przewodach sieciowych i instalacyjnych nie powinna przekraczać 1 m/s.

Tabela 5. Wykaz wzorów do obliczenia prędkości przepływu w przewodach sieciowych i instalacyjnych

Opis	Wzór	Jednostka miary
Prędkość przepływu w przewodach sieciowych	$w_s = \frac{4 \cdot m_s}{\rho_s \cdot \pi \cdot (dw_{(s)})^2}$ gdzie: w_s – prędkość przepływu w przewodach sieciowych [m/s] m_s – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach sieciowych [kg/s] π – stała matematyczna; do obliczeń należy przyjąć $\pi = 3,14$ ρ_s – gęstość czynnika grzewczego [kg/m³]. Wartość ρ_s należy przyjąć z tabeli 3. dla średniej temperatury obliczeniowej wody sieciowej $T_{sr(s)}$. $dw_{(s)}$ – średnica wewnętrzna przewodu sieciowego [m]. Wartość $dw_{(s)}$ należy dobrać z tabeli 4. na podstawie strumienia masy czynnika grzewczego m_s i przy zachowaniu warunku nieprzekroczenia prędkości przepływu 1 m/s <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	m/s
Prędkość przepływu w przewodach instalacyjnych	$w_i = \frac{4 \cdot m_i}{\rho_i \cdot \pi \cdot (dw_{(i)})^2}$ gdzie: w_i – prędkość przepływu w przewodach instalacyjnych [m/s] m_i – strumień masy czynnika grzewczego w przewodach instalacyjnych [kg/s] π – stała matematyczna; do obliczeń należy przyjąć $\pi = 3,14$ ρ_i – gęstość czynnika grzewczego [kg/m³]. Wartość ρ_i należy przyjąć z tabeli 3. dla średniej temperatury obliczeniowej wody instalacyjnej $T_{sr(i)}$. $dw_{(i)}$ – średnica wewnętrzna przewodu instalacyjnego [m]. Wartość $dw_{(i)}$ należy dobrać z tabeli 4. na podstawie strumienia masy czynnika grzewczego m_i i przy zachowaniu warunku nieprzekroczenia prędkości przepływu 1 m/s <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku</i>	m/s

Tabela 6. Wykaz wzorów doboru naczynia wzbiorniczego

Opis	Wzór	Jednostka miary
Pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego	$V_u = \frac{V \cdot \rho \cdot \Delta V}{1000}$ gdzie: V_u – pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego [dm³] V – pojemność instalacji grzewczej [dm³] ρ – gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej 10°C [kg/m³]. Wartość ρ należy przyjąć z tabeli 3. ΔV – przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od temperatury początkowej [dm³/kg]. Do obliczeń należy przyjąć $\Delta V = 0,0287 \text{ dm}^3/\text{kg}$ <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do całości</i>	dm ³
Pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego	$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$ gdzie: V_n – pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego [dm³] $p_{\max}$ – maksymalne ciśnienie w naczyniu wzbiorniczym [bar]. Przyjąć $p_{\max} = 3 \text{ bar}$ p – ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia [bar] $p = p_{\text{st}} + 0,2$ gdzie: p_{st} – ciśnienie statyczne w instalacji grzewczej [bar] <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do całości</i>	dm ³
Minimalna średnica rury wzbiorniczej	$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{V_u}$ gdzie: d_w – minimalna średnica rury wzbiorniczej [mm]. Należy spełnić warunek $d_w > 20 \text{ mm}$ V_u – pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego [dm³] <i>Uwaga! Wynik należy zaokrąglić do całości</i>	mm

Tabela 7. Typoszerzeg naczyń wzbiorniczych

Typ naczynia wzbiorniczego	Pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego V_n	Średnica przyłącza naczynia wzbiorniczego d_p	Ciśnienie wstępne
-	[dm ³]	[mm]	[bar]
NG 8	8	20	1,5
NG 12	12	20	1,5
NG 18	18	20	1,5
NG 25	25	20	1,5
NG 35	35	20	1,5
NG 50	50	20	1,5
NG 80	80	25	1,5
NG 100	100	25	1,5
NG 140	140	25	1,5
N 200	200	25	1,5
N 250	250	25	1,5
N 300	300	25	1,5
N 400	400	25	1,5
N 500	500	25	1,5

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- obliczenie strumienia masy i objętości czynnika grzewczego w przewodach sieciowych i instalacyjnych – tabela A,
- dobór średnic przewodów sieciowych i instalacyjnych – tabela B,
- dobór naczynia wzbiorniczego – tabela C,
- uzupełniony schemat ideowy węzła cieplnego – rysunek 1,
- specyfikacja materiałowa węzła cieplnego jednofunkcyjnego – tabela D.

Tabela A. Zestawienie wyników strumienia masy i objętości czynnika grzewczego w przewodach sieci i instalacji

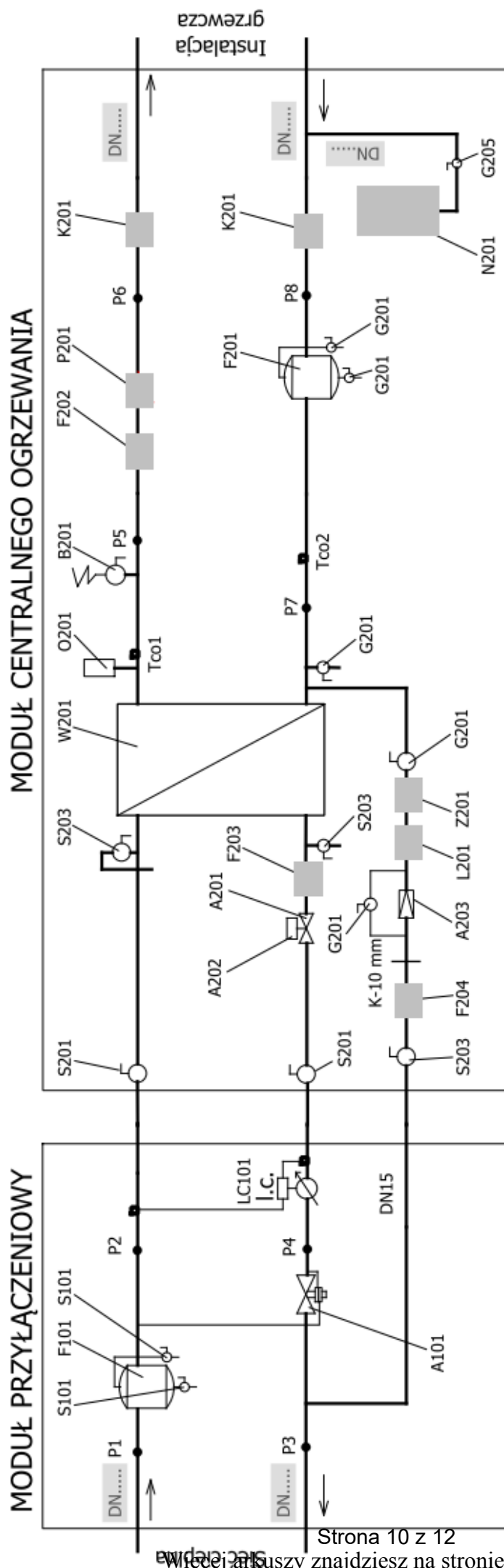
Opis	Symbol	Jednostka miary	Wartość
Moc cieplna na cele centralnego ogrzewania	Q_{co}	kW	
Ciepło właściwe wody	c_w	kJ/kgK	
Różnica temperatur wody sieciowej na zasilaniu i na powrocie	$T_{zs} - T_{ps}$	°C	
Strumień masy czynnika grzewczego w przewodach sieci ($kg/s \cdot 3,6 = t/h$)	m_s	kg/s	
		t/h	
Średnia temperatura obliczeniowa wody sieciowej	$T_{sr(s)}$	°C	
Gęstość czynnika grzewczego dla $T_{(sr)s}$ (tabela 3.)	ρ_s	kg/m ³	
Strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach sieci	V_{ps}	m ³ /h	
Różnica temperatur: wody instalacyjnej na zasilaniu i powrocie	$T_{zi} - T_{pi}$	°C	
Strumień masy czynnika grzewczego w przewodach instalacji ($kg/s \cdot 3,6 = t/h$)	m_i	kg/s	
		t/h	
Średnia temperatura obliczeniowa wody instalacyjnej	$T_{sr(i)}$	°C	
Gęstość czynnika grzewczego odczytana dla $T_{(sr)i}$	ρ_i	kg/m ³	
Strumień objętości czynnika grzewczego w przewodach instalacji	V_{pi}	m ³ /h	

Tabela B. Dobór średnic przewodów sieciowych i instalacyjnych

Opis	Symbol	Jednostka miary	Wartość
Średnica wewnętrzna przewodów sieciowych (tabela 4.)	$dw_{(s)}$	mm	
Średnica wewnętrzna przewodów sieciowych		m	
Średnica nominalna przewodów sieciowych (tabela 4.)	$dn_{(s)}$	mm	
Prędkość przepływu czynnika w przewodach sieciowych	w_s	m/s	
Średnica wewnętrzna przewodów instalacyjnych (tabela 4.)	$dw_{(i)}$	mm	
Średnica wewnętrzna przewodów instalacyjnych		m	
Średnica nominalna przewodów instalacyjnych (tabela 4.)	$dn_{(i)}$	mm	
Prędkość przepływu czynnika w przewodach instalacyjnych	w_i	m/s	

Tabela C. Dobór naczynia wzbiorniczego

Opis	Symbol	Jednostka miary	Wartość
Pojemność instalacji grzewczej	V	dm ³	
Gęstość wody instalacyjnej odczytana dla temperatury początkowej 10°C (tabela 3.)	ρ	kg/m ³	
Przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od temperatury początkowej	ΔV	dm ³ /kg	
Pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego	V _u	dm ³	
Maksymalne ciśnienie w naczyniu wzbiorniczym	p _{max}	bar	
Ciśnienie statyczne w instalacji grzewczej	p _{st}	bar	
Ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia	p	bar	
Pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego	V _n	dm ³	
Minimalna średnica rury wzbiorniczej	d _w	mm	
Średnica przyłącza naczynia wzbiorniczego (tabela 7.)	d _p	mm	
Typ naczynia wzbiorniczego:			



Rysunek 1. Schemat ideowy węzła cieplnego jednofunkcyjnego
Uwaga! Należy uzupełnić pola zaznaczone kolorem szarym.

Tabela D. Specyfikacja materiałowa węzła cieplnego jednofunkcyjnego

Lp.	Symbol	Nazwa urządzenia	Typ	Średnica	Producent	Liczba
MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY						
1	A101	Regulator różnicy ciśnień	46-6	20	SAMSON	1
		Q	0,8-3,6			
		dP	0,2-1			
2	F101	Filtroodmulacz magnetyczny	TerFM	32	TERMEN	1
3	S101	Zawór kulowy - spawany	WK 2c	15	EFAR	
4		Ciepłomierz ultradźwiękowy	ULTRTAFLOW 54	25	KAMSTRUP	1
		qp	3,5			
		kv	13,4			
MODUŁ CENTRALNEGO OGRZEWANIA						
5	A201	Zawór regulacyjny	3222	20	SAMSON	1
		kv	6,3			
6	A202	Siłownik zaworu	5824-10		SAMSON	1
7	A203	Zawór uzupełniania instalacji	553-140	15	CALEFI	1
8	B201		SYR 1915	1 1/4"	HUSTY	1
9		Filtroodmulacz magnetyczny	TerFM	32	TERMEN	1
10	F201	Filtroodmulacz magnetyczny	TerFM		TERMEN	1
11	F202	Filtr siatkowy - kołnierzowy	FS-1	65	POLNA	1
12	F203	Filtr siatkowy - kołnierzowy	FS-1	32	POLNA	1
13	F204	Filtr siatkowy - kołnierzowy	FS-1	15	EFAR	1
14	K201	Zawór kulowy - kołnierzowy	WK 2a	65	EFAR	2
15	S201	Zawór kulowy - spawany	WK 6bc	32	EFAR	2
16	S203	Zawór kulowy - spawany	WK 6bc	15	EFAR	
17	G201	Zawór kulowy - gwintowany	1201	15	VALVEX	5
18	G205	Złączka samoodcinająca	SU R1"		REFLEX	1
19	L201	Wodomierz jednostrumieniowy	JS-90-1,5-NK	15	POWOGAZ	1
20	N201	Naczynie wzbiorcze			REFLEX	
21	O201	Automatyczny zawór odpowietrzający	typ Valmat	15	VALVEX	1
22	P201	Pompa obiegowa	Magna 3 32-120F	32	GRUNDFOS	1
23	W201		CB60-50L		ALFA LAVAL	1
24	Z201	Zawór zwrotny - mufowy	3121	15	EFAR	1

Uwaga! Należy uzupełnić pola zaznaczone kolorem szarym.

Miejsce na obliczenia
(niepodlegające ocenie)

