

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja i organizacja robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła**

Symbol kwalifikacji: **ELE.04**

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

ELE.04-01-26.01-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 9 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

W ramach okresowej kontroli należy przeprowadzić stosowne badania i pomiary efektywności energetycznej urządzenia w celu przedłużenia gwarancji producenta. W obiekcie przeznaczonym do stałego przebywania ludzi zainstalowano centralę klimatyzacyjną o wydatku strumienia powietrza wentylacyjnego równym $\dot{V} = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$. Rewersyjna pompa ciepła, która stanowi jedną z sekcji urządzenia, jest niezbędna w celu realizacji funkcji ogrzewania bądź chłodzenia. Centrala wyposażona jest również w obrotowy wymiennik ciepła.

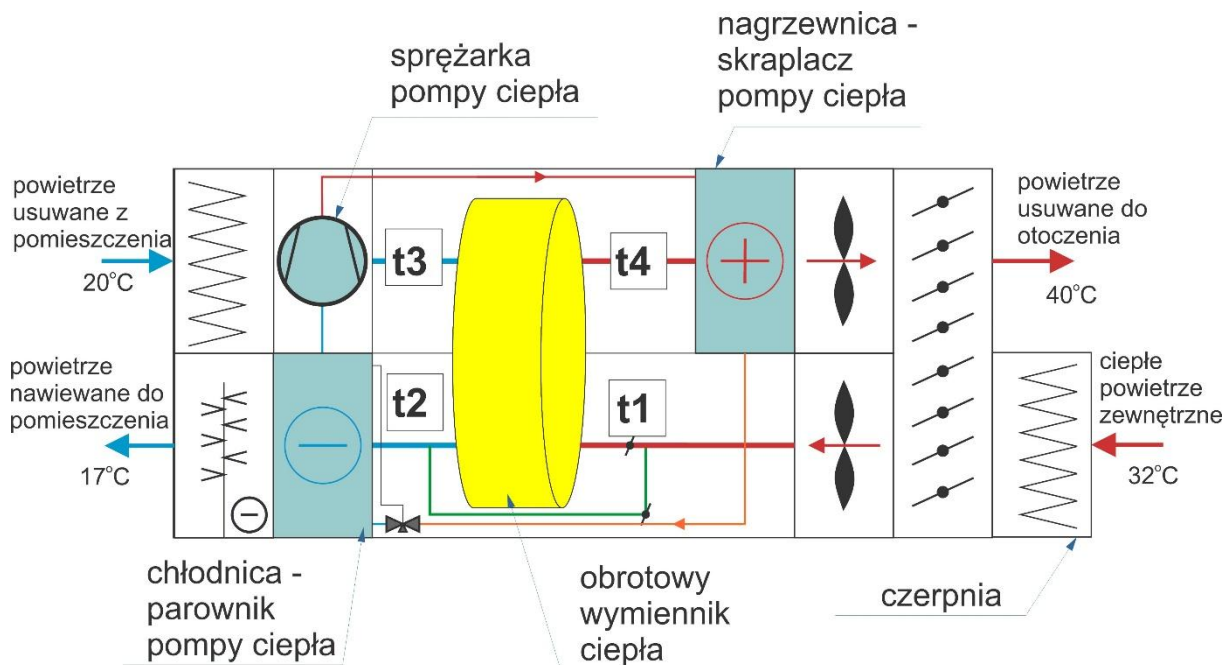
W okresie letnim centrala klimatyzacyjna wykorzystuje parownik pompy ciepła jako chłodnicę powietrza nawiewanego. Jest ona umiejscowiona w części nawiewnej centrali za wymiennikiem obrotowym, przed komorą zraszania, wyłączoną w tym okresie. Skraplacz pompy ciepła umiejscowiony jest w części wywiewnej za wymiennikiem obrotowym.

W okresie zimowym centrala klimatyzacyjna wykorzystuje skraplacz pompy ciepła jako nagrzewnicę powietrza nawiewanego. Lokalizacja wymienników ciepła nie zmienia się. Pompa ciepła zmienia jedynie tryb pracy, a wymienniki ciepła zamieniają się funkcjami.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono uproszczony schemat centrali klimatyzacyjnej z pompą ciepła. Na rysunku 1 urządzenie pracuje w trybie chłodzenia w okresie letnim, natomiast na rysunku 2 w trybie ogrzewania w okresie zimowym.

Obróbka powietrza w centrali dla okresu letniego:

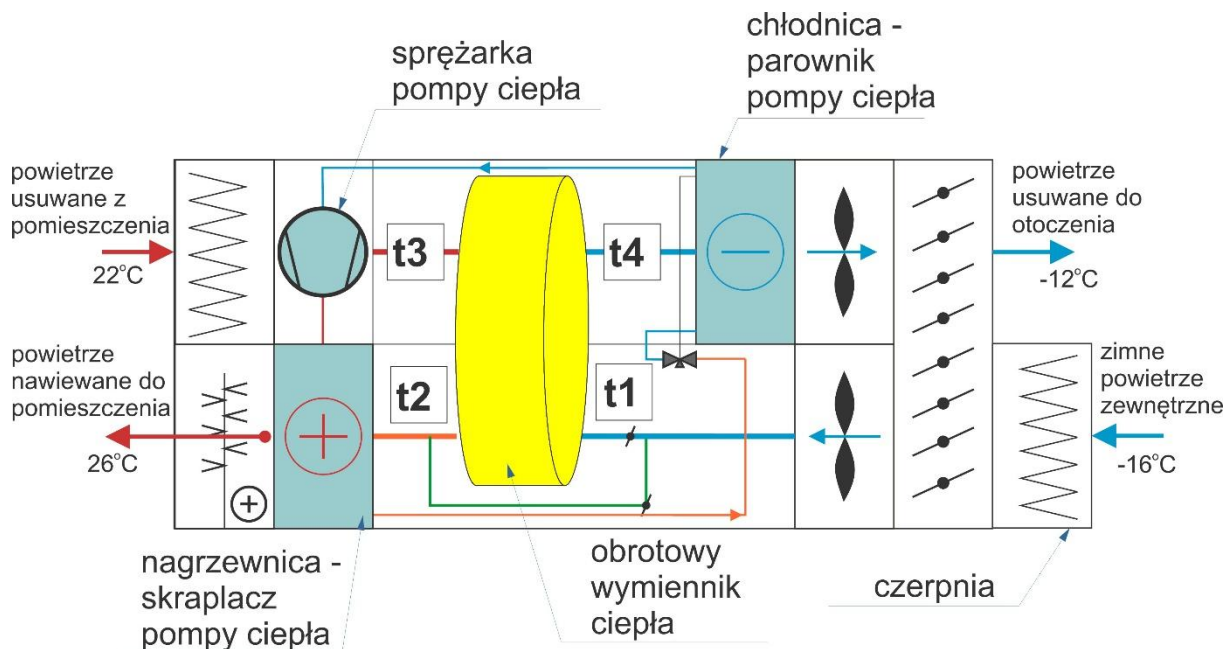
- powietrze zewnętrzne na dopływie do wymiennika obrotowego podgrzewa się w czepni o 1 K,
- powietrze usuwane, za wymiennikiem obrotowym posiada temperaturę niższą o 9 K od temperatury na wylocie z wyrzutni powietrza,
- powietrze nawiewane do pomieszczenia schładza się na parowniku pompy ciepła o 7 K,
- powietrze usuwane z pomieszczenia podgrzewa się w przewodach przed wymiennikiem obrotowym o 1 K.



Rysunek 1. Praca centrali klimatyzacyjnej w okresie letnim z wyłączoną komorą zraszania

Obróbka powietrza w centrali dla okresu zimowego:

- powietrze zewnętrzne na dopływie do wymiennika obrotowego podgrzewa się w czerpni o 2 K,
- powietrze usuwane, za wymiennikiem obrotowym, posiada temperaturę wyższą o 5 K od temperatury na wylocie z wyrzutni powietrza,
- powietrze nawiewane do pomieszczenia ogrzewa się na skraplaczu pompy ciepła o 9 K; pomiar wykonany został za nagrzewnicą, przed komorą zraszania,
- temperatura powietrza usuwanego z pomieszczenia pozostaje bez zmian względem temperatury powietrza na wejściu do wymiennika obrotowego.



Rysunek 2. Praca centrali klimatyzacyjnej w okresie zimowym z załączoną komorą zraszania

Na podstawie danych zawartych w arkuszu:

- wypełnij tabelę 1 dla okresu letniego oraz dla okresu zimowego zgodnie ze wskazówkami dotyczącymi zmian temperatury powietrza podczas jego obróbki w centrali,
- oblicz sprawność temperaturową wymiennika obrotowego dla okresu letniego oraz dla okresu zimowego – wypełnij tabelę 2 i tabelę 3,
- narysuj na wykresach Moliera na rysunku 3 oraz na rysunku 4 przemiany zachodzące w chłodnicy w okresie letnim oraz w nagrzewnicy w okresie zimowym,
- odczytaj wartości entalpii właściwej powietrza przed i po przemianie dla powietrza ogrzanego oraz schłodzonego, odczytane wartości wpisz do tabeli 5,
- oblicz moc nagrzewnicy powietrza oraz moc chłodnicy powietrza, wyniki wpisz do tabeli 6,
- wyznacz całkowite zapotrzebowanie na ilość powietrza świeżego wymaganego do nawiewu przez centralę klimatyzacyjną, a następnie oceń czy dobrana centrala jest w stanie zapewnić wymagany strumień powietrza, wyniki wpisz do tabeli 7.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będzie podlegać 5 rezultatów:

- wyznaczone temperatury powietrza w centrali klimatyzacyjnej dla okresu letniego i zimowego – tabela 1,
- obliczone sprawności temperaturowe obrotowego wymiennika ciepła dla pracy w okresie letnim i zimowym – tabele 2 i 3,
- narysowane przemiany na wykresach Moliera oraz wyznaczone wartości entalpii właściwej dla powietrza wilgotnego – tabela 5,
- obliczone moce nagrzewnicy powietrza dla okresu zimowego i chłodnicy powietrza dla okresu letniego – tabela 6,
- wyznaczone wymagane strumienie powietrza dla obiektu – tabela 7.

Tabela 1. Temperatury powietrza w centrali klimatyzacyjnej

Zgodnie ze wskazówkami dotyczącymi zmian temperatury powietrza podczas jego obróbki w centrali wypełnij tabelę 1 dla okresu letniego oraz dla okresu zimowego

Okres letni – rysunek 1		Okres zimowy – rysunek 2	
Punkt w centrali klimatyzacyjnej	Temperatura [° C]	Punkt w centrali klimatyzacyjnej	Temperatura [° C]
t ₁		t ₁	
t ₂		t ₂	
t ₃		t ₃	
t ₄		t ₄	

Oblicz sprawność temperaturową wymiennika obrotowego dla okresu letniego oraz dla okresu zimowego korzystając z wcześniej wyznaczonych temperatur w tabeli 1. Wykorzystaj następujący wzór do obliczenia sprawności temperaturowej wymiennika obrotowego:

$$\eta_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \cdot 100\%$$

gdzie:

t₁ – temperatura powietrza nawiewanego do pomieszczenia bezpośrednio przed wymiennikiem obrotowym [° C],

t₂ – temperatura powietrza nawiewanego bezpośrednio za wymiennikiem obrotowym [° C],

t₃ – temperatura powietrza wywiewanego bezpośrednio przed wymiennikiem obrotowym [° C].

Tabela 2. Temperatury powietrza bezpośrednio przy wymienniku obrotowym

Dla okresu letniego		Dla okresu zimowego	
t ₁		t ₁	
t ₂		t ₂	
t ₃		t ₃	

Tabela 3. Obliczone wartości sprawności temperaturowej wymiennika obrotowego

Okres letni	Okres zimowy
η _t =	η _t =

Narysuj na wykresach Moliera na rysunku 3 oraz na rysunku 4 przemiany zachodzące w chłodnicy w okresie letnim oraz w nagrzewnicy w okresie zimowym. Do wyznaczenia wartości entalpii właściwej powietrza wykorzystaj wartości zawartości wilgoci w powietrzu przed i po przemianie. Wartości te zostały umieszczone w tabeli 4.

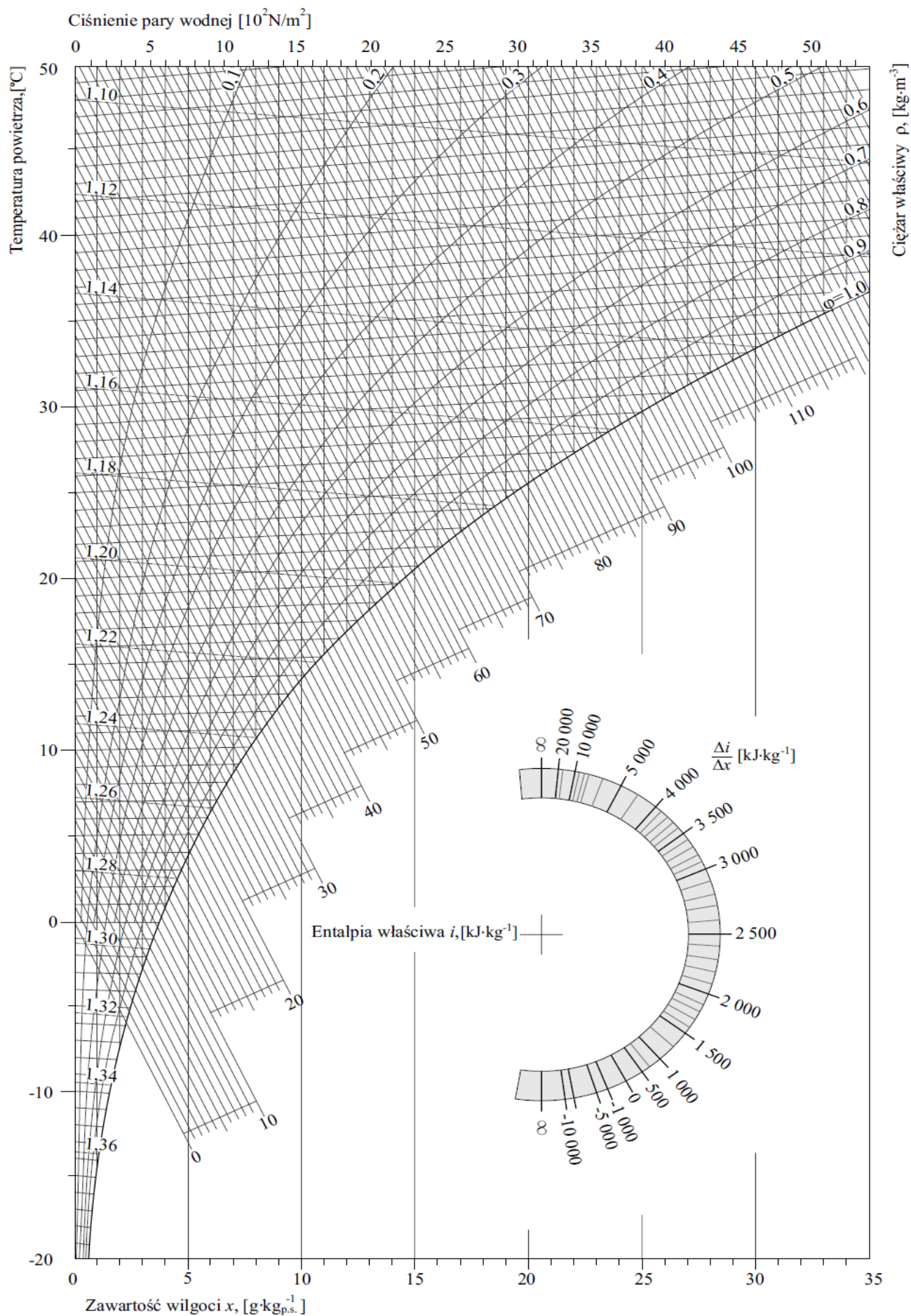
Początek przemiany w okresie letnim oznacz symbolem L1, a koniec przemiany symbolem L2.

Początek przemiany w okresie zimowym oznacz symbolem Z3, a koniec przemiany symbolem Z4.

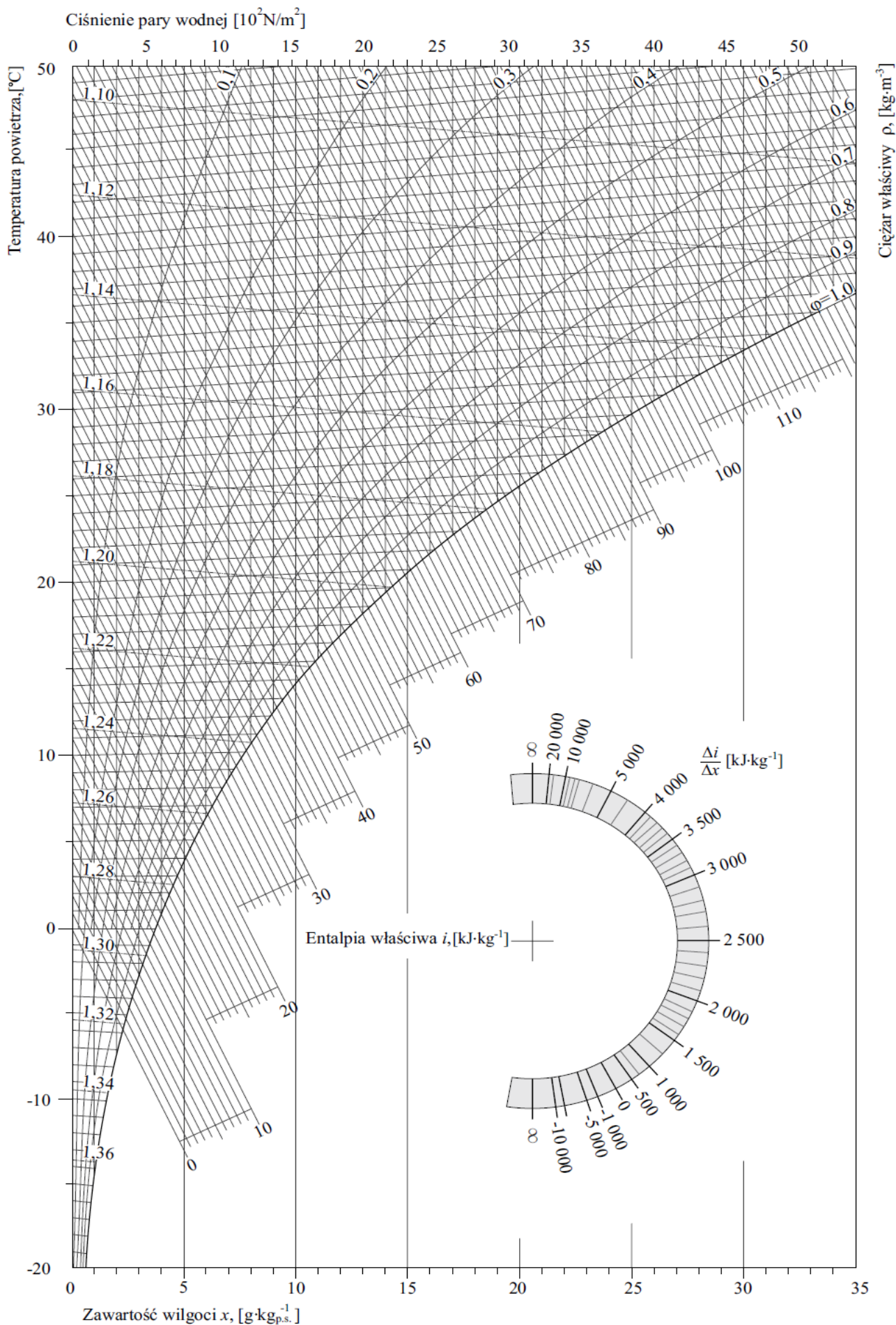
Określ strzałką kierunek przemiany dla okresu letniego i dla okresu zimowego.

Tabela 4. Zawartości wilgoci w powietrzu przed i po przemianie

Okres letni		Okres zimowy	
Wartość przed przemianą	10 g/kg	Wartość przed przemianą	5 g/kg
Wartość po przemianie	5 g/kg	Wartość po przemianie	5 g/kg



Rysunek 3. Chłodzenie powietrza w okresie letnim. Początek przemiany oznacz symbolem L1, a koniec przemiany symbolem L2; oznacz strzałką kierunek przemiany



Rysunek 4. Ogrzewanie powietrza w okresie zimowym. Początek przemiany oznacz symbolem Z3, a koniec przemiany symbolem Z4; oznacz strzałką kierunek przemiany

Po zaznaczeniu przemian odczytaj wartości entalpii właściwej powietrza przed i po przemianie dla powietrza ogrzanego oraz schłodzonego. Odczytane wartości wpisz do tabeli 5.

Tabela 5. Wartości entalpii właściwej dla powietrza wilgotnego [kJ/kg]

Chłodzenie powietrza		Ogrzewanie powietrza	
i_1 (punkt L1)		i_3 (punkt Z3)	
i_2 (punkt L2)		i_4 (punkt Z4)	

Po wyznaczeniu wartości entalpii właściwej powietrza oblicz moc nagrzewnicy powietrza oraz moc chłodnicy powietrza. Wyniki wpisz do tabeli 6. Do obliczeń wykorzystaj wzory:

– moc nagrzewnicy powietrza (skraplacza pompy ciepła)

$$\dot{Q}_N = \dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta i \quad [kW]$$

– moc chłodnicy powietrza (parownika pompy ciepła)

$$\dot{Q}_{Ch} = \dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta i \quad [kW]$$

UWAGA!!!

- strumień powietrza wentylacyjnego podstaw do wzoru w jednostce [m^3/s],
- obliczone wartości mocy nagrzewnicy oraz chłodnicy powietrza zaokrąglaj do dwóch miejsc po przecinku.

Tabela 6. Moce nagrzewnicy i chłodnicy powietrza

Wymiennik	Strumień powietrza nawiewanego $\dot{V} [m^3/s]$	Gęstość powietrza $\rho [kg/m^3]$	Różnica entalpii właściwej dla danej przemiany $\Delta i [\frac{kJ}{kg}]$	Moc $\dot{Q}_{N,Ch} [kW]$
1	2	3	4	5
Nagrzewnica		1,21		
Chłodnica		1,18		

Tabela 7 określa liczbę pomieszczeń w obiekcie, które wymagają dostarczenia świeżego powietrza. Wyznacz całkowite zapotrzebowanie na ilość powietrza świeżego wymaganego do nawiewu przez centralę klimatyzacyjną, a następnie oceń czy dobrana centrala jest w stanie zapewnić wymagany strumień powietrza. Po obliczeniu sumarycznego wymaganego strumienia powietrza wpisz jego wartość w wierszu 6 tabeli 7.

Tabela 7. Wymagana ilość świeżego powietrza w obiekcie

Lp.	Nazwa pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Liczba przebywających osób	Wymagana ilość powietrza na jedną osobę [m³/h]	Suma wymaganego strumienia powietrza [m³/h]
1	Gabinet lekarski	28	3	30	
2	Pomieszczenie bezokienne	16	1	15	
3	Łazienka z WC	12	1	50	
4	Pomieszczenie biurowe	16	2	30	
5	Poczekalnia	8	10	30	
6	Suma:				
OCENA:					
Dobrana centrala zapewnia wymagana ilość świeżego powietrza: Tak / Nie*					

*Niepotrzebne skreślić

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie