

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*

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

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ELE.04-01-25.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

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 13 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

Firma serwisowa ABC KLIMA otrzymała zlecenie na wykonanie rocznego przeglądu instalacji klimatyzacyjnej obsługującej pomieszczenie technologiczne oraz pomiarów skuteczności wentylacji. Do pomiaru prędkości przepływu powietrza, w celu oceny skuteczności wentylacji, użyto anemometru skrzydełkowego o numerze seryjnym XYZ 1234.

Zgodnie z *rysunkiem 1* instalacja klimatyzacji składa się z elementów, które opisano w *tabeli 1*.

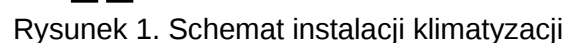
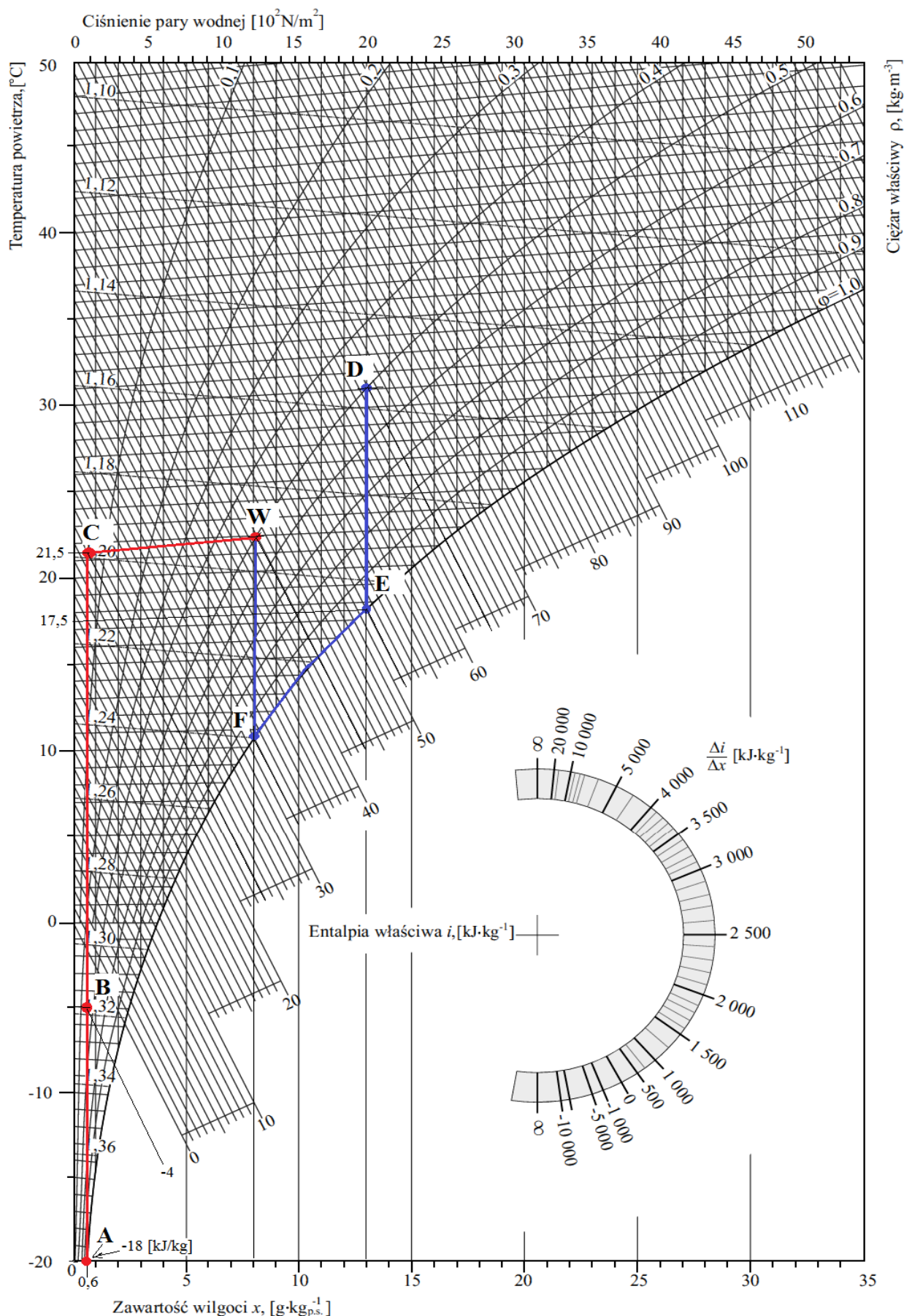


Tabela 1. Zestawienie elementów instalacji klimatyzacji

Nazwa elementu	Oznaczenie na rysunku 1
Część nawiewna instalacji	
Przepustnica	P
Filtr wstępny (I ^o filtracji) klasy G4	F1
Krzyżowy wymiennik odzysku ciepła	WK
Nagrzewnica wodna wstępna	N1
Chłodnica wodna	CH
Nagrzewnica wodna wtórna	N2
Nawilżacz parowy	NP
Wentylator nawiewny	WN
Falownik wentylatora nawiewnego	FALN
Filtr dokładny (II ^o filtracji) klasy F7	F2
Kratka nawiewna o wymiarach 0,8 m x 0,5 m	K1
Kratka nawiewna o wymiarach 0,8 m x 0,5 m	K2
Kratka nawiewna o wymiarach 0,8 m x 0,5 m	K3
Czujnik temperatury powietrza zewnętrznego	T Z
Czujnik wilgotności powietrza zewnętrznego	H Z
Czujnik temperatury powietrza za krzyżowym wymiennikiem odzysku ciepła instalacji nawiewnej	T 1
Czujnik temperatury powietrza za nagrzewnicą wodną wstępną	T 2
Czujnik temperatury powietrza za chłodnicą wodną	T 3
Czujnik temperatury powietrza za nagrzewnicą wodną wtórna	T 4
Czujnik temperatury powietrza za nawilżaczem	T 5
Czujnik wilgotności powietrza za chłodnicą wodną	H 8
Czujnik wilgotności powietrza za nagrzewnicą wodną wtórna	H 9
Czujnik wilgotności powietrza za nawilżaczem	H 10
Czujnik prędkości przepływu powietrza w przewodzie wentylacyjnym	v
Przewód wentylacyjny nawiewny za filtrem F2	PWN
Presostat na filtrze wstępnym	a
Presostat na wentylatorze nawiewnym	b
Presostat na filtrze dokładnym	c
Pomieszczenie	
Czujnik temperatury powietrza wewnętrznego	T 6
Czujnik wilgotności powietrza wewnętrznego	H 11
Czujnik różnicy ciśnienia pomiędzy pomieszczeniami	Δp
Czujnik stężenia zanieczyszczeń	S
Część wywiewna instalacji	
Kratka wywiewna o wymiarach 0,7 m x 0,5 m	W1
Kratka wywiewna o wymiarach 0,7 m x 0,5 m	W2
Kratka wywiewna o wymiarach 0,7 m x 0,5 m	W3
Przepustnica 1	P1
Przepustnica 2	P2
Przewód wentylacyjny wywiewny za przepustnicą a przed filtrem wywiewnym	PWW
Filtr wywiewny klasy G4	FW
Krzyżowy wymiennik odzysku ciepła	WK
Wentylator wywiewny	WW
Falownik wentylatora wywiewnego	FALW
Czujnik temperatury powietrza za wymiennikiem ciepła instalacji wywiewnej	T 7
Presostat na filtrze wywiewnym	g
Presostat na wentylatorze wywiewnym	h

Instalacja klimatyzacji ma za zadanie zapewnić odpowiednią jakość powietrza wewnętrznego zarówno pod względem czystości powietrza oraz w zakresie utrzymania odpowiednich parametrów cieplno-wilgotnościowych powietrza wewnętrznego.

Na podstawie pomiarów parametrów obróbki ciepło-wilgotnościowej powietrza sporządzono na wykresie Molliera przebieg tych procesów dla okresu letniego i zimowego – rysunek 2.



Rysunek 2. Obróbka ciepło-wilgotnościowa powietrza realizowana przez instalację klimatyzacyjną w okresie zimowym i letnim przedstawiona na wykresie Molliera

Obsługiwane przez instalację klimatyzacyjną pomieszczenie ma następujące wymiary liniowe: długość 23,00 m, szerokość 12,00 m, wysokość 3,50 m. Nagrzewnice wodne instalacji klimatyzacyjnej zasilane są ciepłą wodą technologiczną, natomiast chłodnica wodna instalacji klimatyzacyjnej zasilana jest wodą lodową. Nawilżanie powietrza odbywa się za pomocą nawilżacza parowego. Instalacja klimatyzacji jest w pełni zautomatyzowana. Prędkość obrotową wentylatorów nawiewnego i wywiewnego regulują przemienniki częstotliwości (falowniki). Oczyszczanie powietrza odbywa się poprzez dwustopniowy układ filtracji. W pomieszczeniu utrzymywane jest nadciśnienie, stanowiące barierę ochronną przed wnikiem zanieczyszczeń do pomieszczenia. Zgodnie z obowiązującymi wymaganiami instalacja powinna być czyszczona raz w roku. Ostatnie czyszczenie i dezynfekcja instalacji odbyły się 6 miesięcy wcześniej, licząc od dziś.

W tabeli 2 przedstawiono wymagane parametry, które powinny być zachowane w pomieszczeniu obsługiwany przez instalację klimatyzacji.

Tabela 2. Parametry wymagane

Lp.	Parametry powietrza wymagane w pomieszczeniu	Wartość i jednostka
1.	Temperatura	22 °C (+/- 1,5 °C)
2.	Wilgotność względna	50% (+/- 5%)
3.	Maksymalne stężenie zanieczyszczeń	1,5 mg/m ³
4.	Minimalna krotność wymian	4 h ⁻¹
5.	Nadciśnienie względem otoczenia	+10 Pa (+/- 5 Pa)

Aktualnie występujące sygnały sterowania i sygnalizacji stanów awaryjnych instalacji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Aktualne sygnały układu sterowania i sygnalizacji stanów awaryjnych

Lp.	Sygnał	Wartość sygnału
1.	Presostat na filtrze wstępnym nawiewu	0
2.	Presostat na wentylatorze nawiewnym	0
3.	Presostat na filtrze dokładnym nawiewu	1
4.	Presostat na filtrze wywiewnym	1
5.	Presostat na wentylatorze wywiewnym	0
6.	Wysterowanie obrotów na falowniku wentylatora nawiewnego	80%
7.	Wysterowanie obrotów na falowniku wentylatora wywiewnego	90%
Stan normalny = 0 Stan awaryjny = 1		

W tabeli 4 przedstawiono wyniki z wykonanych przez firmę serwisową pomiarów.

Tabela 4. Wyniki pomiarów

Lp.	Pomiar	Wynik pomiaru		Jednostka
		Lato	Zima	
1.	Temperatura powietrza za krzyżowym wymiennikiem odzysku ciepła (czujnik T1)	----	-5	°C
2.	Prędkość przepływu powietrza w przewodzie wentylacyjnym (czujnik v)	5,0	5,0	m/s
3.	Stężenie zanieczyszczeń w pomieszczeniu (czujnik S)	1,2	1,0	mg/m ³
4.	Różnica ciśnienia pomiędzy pomieszczeniami (czujnik Δp)	+12	+12	Pa
5.	Prędkość wypływu powietrza z kratki K1	1,1	1,1	m/s
6.	Prędkość wypływu powietrza z kratki K2	1,2	1,2	m/s
7.	Prędkość wypływu powietrza z kratki K3	1,1	1,1	m/s
8.	Prędkość wypływu powietrza z kratki wywiewnej W1	1,25	1,25	m/s
9.	Prędkość wypływu powietrza z kratki wywiewnej W2	1,3	1,3	m/s
10.	Prędkość wypływu powietrza z kratki wywiewnej W3	1,25	1,25	m/s

Na podstawie danych zawartych w arkuszu:

- wpisz do tabeli 5 odpowiednie nazwy procesów obróbki ciepłno-wilgotnościowej powietrza nawiewanego do pomieszczenia przedstawionych na wykresie Molliera – rysunek 2,
- wpisz do tabeli 6 odczytane i obliczone wartości parametrów powietrza. W celu odczytów skorzystaj z wykresu Molliera, a do obliczeń wykorzystaj tabelę 9. Wzory,
- wpisz do tabeli 7 zalecenia eksploatacyjne na podstawie wskazań sygnałów i stanów alarmowych z tabeli 3,
- dokonaj oceny spełnienia wymagań dla wyróżnionych parametrów w tabeli 8,
- uzupełnij protokół przeglądu instalacji klimatyzacji i pomiarów skuteczności wentylacji.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- nazwy procesów obróbki ciepłno – wilgotnościowej powietrza i punktów charakterystycznych – tabela 5,
- odczytane z wykresu Molliera – rysunek 2 i obliczone wartości parametrów powietrza – tabela 6,
- zalecenia eksploatacyjne – tabela 7,
- ocena parametrów wymaganych i rzeczywistych (obliczeniowych i pomiarowych) – tabela 8;
- protokół przeglądu instalacji klimatyzacji i pomiarów skuteczności wentylacji.

Tabela 5. Nazwy procesów obróbki cieplno-wilgotnościowej i punktów charakterystycznych

Na podstawie wykresu Molliera z rysunku 2 wpisz do tabeli 5 odpowiednie nazwy procesów obróbki cieplno-wilgotnościowej powietrza nawiewanego do pomieszczenia

Uwaga: należy wpisać w odpowiedniej kolejności nazwy procesów i punktów charakterystycznych spośród podanych: punkt rosy, odzysk ciepła, nawilżanie parowe, ogrzewanie nagrzewnicą wstępną, ogrzewanie nagrzewnicą wtórną, chłodzenie, wykraplanie wilgoci, parametry powietrza zewnętrznego latem, parametry powietrza zewnętrznego zimą, parametry powietrza w pomieszczeniu		
Lp.	Odcinek lub punkt charakterystyczny na wykresie Molliera	Nazwa procesu obróbki cieplno-wilgotnościowej powietrza lub punktu charakterystycznego na wykresie
1.	Odcinek A – B	
2.	Odcinek B – C	
3.	Odcinek C – W	
4.	Odcinek D – E	
5.	Odcinek E – F	
6.	Odcinek F – W	
7.	Punkt A	
8.	Punkt W	
9.	Punkt D	
10.	Punkt E	

Tabela 6. Odczytane z wykresu Molliera - rysunek 2 i obliczone wartości parametrów powietrza

Wpisz do tabeli 6 odczytane i obliczone wartości. W celu odczytów skorzystaj z wykresu Molliera, a do obliczeń wykorzystaj tabelę 9 Wzory

<i>Uwaga: wartości odczytane wpisz z dokładnością do 0,1 wartości obliczone wpisz z dokładnością do 0,01</i>			
Lp.	Parametr odczytany	Wartość odczytana wpisz z dokładnością do 0,1	
1.	Temperatura powietrza zewnętrznego w okresie letnim		°C
2.	Wilgotność względna powietrza zewnętrznego w okresie letnim		%
3.	Zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym w okresie letnim		g/kg
4.	Wilgotność względna powietrza za chłodnicą wodną w okresie letnim		%
5.	Temperatura punktu rosy w okresie letnim		°C
6.	Entalpia powietrza zewnętrznego w okresie letnim		kJ/kg
7.	Entalpia powietrza na końcu procesu chłodzenia mokrego		kJ/kg
8.	Temperatura powietrza w pomieszczeniu		°C
9.	Wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu		%
10.	Zawartość wilgoci w powietrzu pomieszczenia		g/kg
11.	Entalpia powietrza w pomieszczeniu		kJ/kg
12.	Temperatura powietrza zewnętrznego w okresie zimowym		°C
13.	Wilgotność względna powietrza zewnętrznego w okresie zimowym		%
14.	Zawartość wilgoci w powietrzu zewnętrznym w okresie zimowym		g/kg
15.	Entalpia powietrza zewnętrznego w okresie zimowym		kJ/kg
16.	Entalpia początku procesu ogrzewania powietrza w okresie zimowym (końca odzysku ciepła)		kJ/kg
17.	Entalpia końca procesu ogrzewania powietrza w okresie zimowym		kJ/kg
18.	Zawartość wilgoci za nagrzewnicą wstępną w okresie zimowym		g/kg
19.	Zawartość wilgoci za nawilżaczem powietrza w okresie zimowym		g/kg
20.	Temperatura powietrza na końcu procesu ogrzewania w okresie zimowym		°C

	Obliczone parametry	Wartości obliczone wpisz z dokładnością do 0,01	
21.	Kubatura pomieszczenia V_p		m^3
22.	Powierzchnia kratki wentylacyjnej nawiewnej K1		m^2
23.	Powierzchnia kratki wentylacyjnej nawiewnej K2		m^2
24.	Powierzchnia kratki wentylacyjnej nawiewnej K3		m^2
25.	Powierzchnia kratki wywiewnej W1		m^2
26.	Powierzchnia kratki wywiewnej W2		m^2
27.	Powierzchnia kratki wywiewnej W3		m^2
28.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę K1		m^3/h
29.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę K2		m^3/h
30.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę K3		m^3/h
31.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę W1		m^3/h
32.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę W2		m^3/h
33.	Objętościowe natężenie przepływu powietrza przez kratkę W3		m^3/h
34.	Całkowite objętościowe natężenie przepływu powietrza nawiewanego ($K1+K2+K3$)		m^3/h
35.	Całkowite objętościowe natężenie przepływu powietrza wywiewanego ($W1+W2+W3$)		m^3/h
36.	Masowe godzinowe natężenie przepływu powietrza nawiewanego $\dot{m}_h$ (w obliczeniach przyjąć gęstość powietrza $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$)		kg/h
37.	Masowe natężenie przepływu powietrza nawiewanego $\dot{m}$		kg/s
38.	Krotność wymian powietrza w pomieszczeniu k		h^{-1}
39.	Sprawność temperaturowa glikolowego wymiennika ciepła η_t		%
40.	Moc chłodnicy wodnej $\dot{Q}_{CH}$ (dla masowego natężenia przepływu z punktu 37)		kW
41.	Moc nagrzewnicy wodnej pierwotnej $\dot{Q}_{N1}$ (dla masowego natężenia przepływu z punktu 37)		kW
42.	Moc nagrzewnicy wodnej wtórnej $\dot{Q}_{N2}$ (dla masowego natężenia przepływu z punktu 37)		kW
43.	Wydajność nawilżacza parowego $\dot{W}$ (dla masowego godzinowego natężenia przepływu z punktu 36)		$kg \text{ wody/h}$
44.	Ilość wykroplonej wody z powietrza podczas osuszania $\dot{m}_w$ (dla masowego godzinowego natężenia przepływu z punktu 36)		$kg \text{ wody/h}$

Tabela 7. Zalecenia eksploatacyjne

Wpisz do tabeli 7 zalecenia eksploatacyjne na podstawie wskazań sygnałów i stanów alarmowych z tabeli 3

Lp.	Zalecenia eksploatacyjne dotyczące elementów instalacji	Zalecenie TAK / NIE*
1.	Wymiana filtra wstępnego G4	
2.	Wymiana presostatu na wentylatorze nawiewnym	
3.	Wymiana filtra dokładnego F7	
4.	Wymiana filtra wywiewnego G4	
5.	Wymiana presostatu na wentylatorze wywiewnym	
6.	Zwiększenie obrotów wentylatora nawiewnego	
7.	Zwiększenie obrotów wentylatora wywiewnego	
8.	Natychmiastowe czyszczenie i dezynfekcja instalacji	

* wpisz TAK lub NIE

Tabela 8. Ocena parametrów wymaganych i rzeczywistych (obliczeniowych i pomiarowych)

Dokonaj oceny spełnienia wymagań dla parametrów z tabeli

Lp.	Parametry powietrza wymagane w pomieszczeniu	Wartość wymagana i jednostka	Spełnienie wymagań na podstawie pomiarów TAK / NIE *
1.	Temperatura powietrza wewnętrznego w pomieszczeniu	22 °C (+/- 1,5 °C)	
2.	Wilgotność względna powietrza wewnętrznego w pomieszczeniu	50% (+/- 5%)	
3.	Maksymalne stężenie zanieczyszczeń	1,5 mg/m ³	
4.	Minimalna krotność wymian	4 h ⁻¹	
5.	Nadciśnienie względem otoczenia	+10 Pa (+/- 5 Pa)	

* wpisz TAK lub NIE

Protokół przeglądu instalacji klimatyzacji i pomiarów skuteczności wentylacji

W dniu

(wpisz datę egzaminu: dd:mm:rrrr)

firma

(wpisz nazwę firmy)

dokonała przeglądu instalacji klimatyzacyjnej obsługującej pomieszczenie

.....

(wpisz nazwę typu pomieszczenia)

i wykonała pomiary skuteczności wentylacji.

Do pomiarów prędkości przepływu powietrza zastosowano:

.....

(wpisz nazwę przyrządu pomiarowego i jego numer seryjny)

Instalacja klimatyzacji * wyposażona w moduł do odzysku ciepła.

Na podstawie wykonanych prac stwierdza się, że:

instalacja klimatyzacji pomieszczenia * wymagania / wymagań wskazane z tabeli 2 oraz * dopuszczona do dalszej eksploatacji.

* **niepotrzebne skreślić**

Tabela 9. WZORY

Parametr	Wzór	Objaśnienia	Uwagi
Krotność wymian powietrza k	$k = \frac{\dot{V}}{V_p} \quad \left[\frac{1}{h}\right]$	$\dot{V}$ – objętościowy strumień powietrza nawiewanego [m ³ /h] V_p – kubatura pomieszczenia [m ³]	
Objętościowe natężenie przepływu powietrza $\dot{V}$ przez kratkę wentylacyjną	$\dot{V} = v \cdot A \quad \left[\frac{m^3}{s}\right]$	A – powierzchnia przekroju kratki wentylacyjnej [m ²] v – prędkość przepływu powietrza przez kratkę wentylacyjną [m/s]	
Masowe natężenie przepływu powietrza $\dot{m}$	$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho \quad \left[\frac{kg}{s}\right]$	$\dot{V}$ – objętościowe natężenie przepływu [m ³ /s] ρ – gęstość powietrza [kg/m ³]	do obliczeń przyjąć $\rho = 1,2 \frac{kg}{m^3}$
Moc wymiennika przeponowego $\dot{Q}_{N,CH}$: nagrzewnicy, chłodnicy	$\dot{Q}_{N,CH} = \dot{m} \cdot (i_2 - i_1) = \dot{V} \cdot \rho \cdot (i_2 - i_1) \text{ [kW]}$	i_2 – entalpia powietrza za wymiennikiem [kJ/kg] i_1 – entalpia powietrza przed wymiennikiem [kJ/kg] $\dot{V}$ – wielkość strumienia powietrza [m ³ /s] ρ – gęstość powietrza [kg/m ³] $\dot{m}$ – masowe natężenie przepływu powietrza przez wymiennik [kg/s]	
Wydajność nawilżacza $\dot{W}$	$\dot{W} = \dot{V} \cdot \rho \cdot (x_1 - x_2) = \dot{m} \cdot (x_1 - x_2) \text{ [kg/h]}$	$\dot{V}$ – objętościowy strumień powietrza [m ³ /h] $\dot{m}$ – masowy strumień powietrza [kg/h] ρ – gęstość powietrza [kg/m ³], x_1 – zawartość pary wodnej w powietrzu za nawilżaczem [kg/kg _p] x_2 – zawartość pary wodnej w powietrzu przed nawilżaczem [kg/kg _p]	
Ilość wykraplanej wilgoci z powietrza $\dot{m}_w$	$\dot{m}_w = \dot{V} \cdot \rho \cdot (x_2 - x_1) = \dot{m} \cdot (x_2 - x_1) \text{ [kg/h]}$	$\dot{V}$ – objętościowy strumień powietrza [m ³ /h] $\dot{m}$ – masowy strumień powietrza [kg/h] ρ – gęstość powietrza [kg/m ³] x_1 – zawartość pary wodnej w powietrzu za chłodnicą [kg/kg _p] x_2 – zawartość pary wodnej w powietrzu przed chłodnicą [kg/kg _p]	
Sprawność temperaturowa wymiennika odzysku ciepła η_t	$\eta_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \cdot 100 \text{ [%]}$	t_1 – temperatura powietrza zewnętrznego [°C] t_2 – temperatura powietrza nawiewanego bezpośrednio za wymiennikiem odzysku ciepła [°C] t_3 – temperatura powietrza wywiewanego z pomieszczenia (temperatura w pomieszczeniu) [°C]	

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie