

Nr opracowania: 21-01/WM
Kategoria obiektu: IX
Data: Wrzesień 2021



Obiekt:

Adaptacja przebudowa, nadbudowa i rozbudowa nieruchomości przy ul. Sienkiewicza 32A w Miechowie (dz. nr ewid. 378/5) na potrzeby Państwowej Szkoły Muzycznej I stopnia im. Michała Kleofasa Ogińskiego

Lokalizacja inwestycji:

Miechów ul. Sienkiewicza 32A (dz.nr ewid.378/5)

Inwestor:

Państwowa Szkoła Muzyczna I stopnia im. Michała Kleofasa Ogińskiego ul. Gen. Władysława Sikorskiego 15B, 32-200 Miechów

Jednostka projektowa:

LEM Studio Architektoniczne Sp. z o. o.
ul. Zabłocie 39, 30-701 Kraków

Branża:

WENTYLACJA MECHANICZNA I KLIMATYZACJA

Faza:

PROJEKT WYKONAWCZY

Zespół projektowy:

Imię i nazwisko	Branża	Specjalność	Uprawnienia / Izba budowlana	podpis
mgr inż. Paweł Budziński	Went.- klim. Projektant	upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w spec. instalacyjnej	MAP/194/ PWOS/11	
mgr inż. Grzegorz Pabiś	Went.- klim. Sprawdzający	upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w spec. instalacyjnej	MAP/0595/PBS/17	

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU WYKONAWCZEGO WENTYLACJI MECHANICZNEJ I KLIMATYZACJI

1	INFORMACJE OGÓLNE	4
1.1	Przedmiot i cel opracowania.....	4
1.2	Zakres opracowania	4
1.3	Podstawa opracowania	4
1.4	Inwestor.....	4
1.5	Podstawowe założenia projektowe.....	4
1.5.1	Odzysk ciepła.....	4
1.5.2	Izolacja termiczna kanałów wentylacyjnych	4
1.5.3	Oczyszczanie powietrza	5
1.5.4	Ogrzewanie budynku	6
1.5.5	Chłodzenie budynku	6
1.5.6	Osuszanie	6
1.5.7	Nawilżanie	6
1.5.8	Skropliny oraz zrzut wody z nawilżacza parowego	6
1.5.9	Napięcie zasilania	6
1.5.10	Automatyka.....	6
1.5.11	Strefy i wydzielenia pożarowe	6
1.5.12	Lokalizacja urządzeń	6
1.5.13	Obsługa instalacji.	7
2	OPIS TECHNICZNY INSTALACJI WENTYLACYJNYCH	7
2.1	Ogólny opis instalacji.....	7
2.2	Parametry powietrza w pomieszczeniach.....	7
2.2.1	Ilości powietrza świeżego nawiewanego do pomieszczeń:.....	7
2.2.2	Parametry powietrza w pomieszczeniach.	7
2.2.3	Dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniach:.....	8
2.2.4	Instalacja wentylacyjna	8
2.2.5	Instalacja chłodnicza dla klimatyzacji.....	9
3	WYCIĄG Z OBLICZEŃ	9
3.1	Parametry powietrza zewnętrznego	9
3.2	Parametry powietrza wewnętrznego.....	9
3.3	Zapotrzebowanie czynników energetycznych	9
3.4	Ilości powietrza.....	9
4	WYTYCZNE DLA BRANŻ ZWIĄZANYCH.....	12
4.1	Wytyczne do projektu architektoniczno-budowlanego	12
4.2	Wytyczne do projektu elektrycznego	12
4.3	Wytyczne do projektu wod-kan.....	13
4.4	Wytyczne do projektu ogrzewania.....	13
4.5	Wytyczne dla automatyki central wentylacyjnych	13
5	WYMAGANIA I ZALECENIA	15
5.1	Wymagania przeciwpożarowe	15
5.2	Wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy	15
5.3	Wymagania sanitarno – higieniczne	16
5.4	Wymagania ochrony akustycznej.....	16
5.5	Wymagania ochrony środowiska.....	17
5.6	Transport urządzeń	17
5.7	Wymagania w zakresie użytkowania instalacji	17
5.8	Wymagania w zakresie montażu, rozruchu i odbioru instalacji.....	17

6 ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW..... 18

Część rysunkowa

W1	RZUT PIWNIC	1: 100
W2	RZUT PARTERU	1: 100
W3	RZUT PIĘTRA 1	1: 100
W4	RZUT PIĘTRA 2	1: 100
W5	RZUT DACHU I PRZEKROJE	1: 100

1 INFORMACJE OGÓLNE

1.1 Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji wentylacji mechanicznej i klimatyzacji dla zadania pod nazwą:

Adaptacja przebudowa, nadbudowa i rozbudowa nieruchomości przy ul.

Sienkiewicza 32A w Miechowie (dz. nr ewid. 378/5) na potrzeby Państwowej Szkoły Muzycznej I stopnia im. Michała Kleofasa Ogińskiego.

Celem opracowania jest przedstawienie rozwiązania instalacji w obiekcie oraz zlokalizowanie podstawowych urządzeń.

1.2 Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje swoim zakresem instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne w całym budynku.

1.3 Podstawa opracowania

- Podkłady architektoniczno – budowlane w fazie projektu wykonawczego
- Wytyczne Inwestora
- Obowiązujące normy i przepisy
- Bieżące uzgodnienia branżowe

1.4 Inwestor

Państwowa Szkoła Muzyczna I stopnia im. Michała Kleofasa Ogińskiego ul. Gen. Władysława Sikorskiego 15B, 32-200 Miechów.

1.5 Podstawowe założenia projektowe

Opracowywany obiekt jest w całości budynkiem istniejącym. Wszystkie pomieszczenia objęte opracowaniem wyposażone zostaną w wentylację mechaniczną a część pomieszczeń takich jak: sala kameralna na parterze, pokój nauczycielski, gabinety dyrektorów, sekretariat na pierwszym piętrze oraz pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi na drugim piętrze, wyposażone zostaną w klimatyzację.

Oprócz powyższego klimatyzowane będzie również pomieszczenie techniczne (-1.10)

1.5.1 Odzysk ciepła

Centrala wentylacyjna wyposażona zostanie w obrotowy, higroskopijny wymiennik odzysku ciepła, pozwalający zmniejszyć zapotrzebowanie ciepła i wilgoci w okresie zimowym.

1.5.2 Izolacja termiczna kanałów wentylacyjnych

Izolacji nie podlegają kanały wykonane z płyt tłumiących oraz kanały odprowadzające powietrze usuwane bez odzysku ciepła.

Zastosowano następujące rodzaje i grubości izolacji:

- blaszane kanały wentylacyjne nawiewne i wywiewne, prowadzone w budynku będą izolowane zewnętrznie wełną mineralną gr.40mm
- blaszane kanały powietrza świeżego i usuwanego, prowadzone w kanale technicznym będą izolowane zewnętrznie wełną mineralną gr.30mm
- blaszane kanały powietrza nawiewanego i usuwanego, prowadzone w kanale technicznym będą izolowane (termicznie i akustycznie) od wewnątrz płytami

ze skalnej wełny mineralnej gr.30mm

Armatura i wszystkie rurociągi, za wyjątkiem rurociągów skroplin, podlegają izolacji cieplnej.

Grubość izolacji, w zależności od średnicy rurociągu, zgodna z Dz. U. Nr 201 poz.1238 z 2008 wraz z późniejszymi zmianami.

L.p.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ¹⁾)
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20mm
2.	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30mm
3.	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4.	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100mm
5.	Przewody i armatura wg lp. 1÷4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	50% wymagań z lp. 1÷4
6.	Przewody ogrzewań centralnych, przewody wody ciepłej i cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej wg lp. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	50% wymagań z lp. 1÷4
7.	Przewody wg lp. 6 ułożone w podłodze	6mm
8.	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)	40mm
9.	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)	80mm
10.	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z lp. 1÷4
11.	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z lp.1÷4
Uwaga: ¹⁾ Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodzenia ciepła niż podany w tabeli - należy skorygować grubość warstwy izolacyjnej. ²⁾ Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.		

1.5.3 Oczyszczanie powietrza

Powietrze oczyszczane będzie w centrali wentylacyjnej. Zastosowane zostaną w niej filtry klasy M5 i F7 na nawiewie oraz M5 na wywiewie.

1.5.4 Ogrzewanie budynku

Budynek ogrzewany będzie przez system centralnego ogrzewania. Ciepło do nagrzewnicy w centrali doprowadzone zostanie z lokalnej kotłowni gazowej. Parametr wody dla nagrzewnicy w centrali wynosił będzie 70/50°C.

1.5.5 Chłodzenie budynku

Chłodzenie pomieszczeń realizowane będzie za pomocą systemu klimatyzacyjnego VRF ze zmiennym przepływem czynnika chłodniczego.

W wybranych pomieszczeniach, wyszczególnionych w punkcie 1.5 zlokalizowane będą jednostki wewnętrzne, a na poziomie terenu, od strony północnej zlokalizowane będą jednostki zewnętrzne.

„Chłód” do chłodnicy w centrali wentylacyjnej dostarczany będzie z agregatu skraplającego znajdującego się również w terenie od strony północnej.

Dla chłodnicy w centrali oraz systemu VRF zastosowany będzie czynnik chłodniczy R410A, natomiast dla klimatyzatora czynnik - R32.

1.5.6 Osuszanie

Powietrze będzie osuszane w centrali wentylacyjnej, będzie to jednak uboczny proces schładzania powietrza, poziom wilgotności w pomieszczeniach w okresie letnim będzie wynikowy, ale $\leq 65\%$.

1.5.7 Nawilżanie

Powietrze nawiewane do pomieszczeń w zimie będzie nawilżane za pomocą rezystancyjnego nawilżacza parowego. Wilgotność względna w pomieszczeniach nie będzie mniejsza niż 40%.

1.5.8 Skropliny oraz zrzut wody z nawilżacza parowego

Skropliny z centrali wentylacyjnej oraz z wewnętrznych jednostek klimatyzacyjnych odprowadzane będą do kanalizacji. Również do kanalizacji będzie okresowo zrzucana woda z nawilżacza parowego.

Instalacje odprowadzenia skroplin wyposażane zostaną w syfony kulowe antyzapachowe.

1.5.9 Napięcie zasilania

Wszystkie urządzenia wchodzące w zakres tego projektu zasilane będą napięciem 230V/50Hz v 400V/50Hz.

1.5.10 Automatyka

Instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne pracować będą automatycznie. Automatyka ma za zadanie utrzymywanie właściwych parametrów powietrza (temperatura i wilgotność), kontrolę prawidłowej pracy urządzeń oraz sygnalizowanie stanów alarmowych.

1.5.11 Strefy i wydzielania pożarowe

Kanały wentylacyjne w miejscu przejścia przez przegrody o wymaganej odporności ogniowej wyposażone zostaną w klapy przeciwpożarowe.

1.5.12 Lokalizacja urządzeń

Centrala wentylacyjna oraz nawilżacz parowy zlokalizowane zostaną

w noworojektowanej podziemnej wentylatorowni od strony północnej. Agregat skraplający dla centrali, jednostka zewnętrzna systemu VRF oraz jednostka zewnętrzna klimatyzatora dla serwerowni zlokalizowane zostaną w zagłębieniu również od strony północnej budynku.

1.5.13 Obsługa instalacji.

Urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne pracować będą automatycznie. Istnieje jednak niezbędna potrzeba stałego nadzoru nad ich pracą. Sprowadza się ona do okresowych przeglądów urządzeń, wymiany filtrów, czyszczenia wymienników ciepła i tac skroplin oraz do czyszczenia kanałów.

2 OPIS TECHNICZNY INSTALACJI WENTYLACYJNYCH

2.1 Ogólny opis instalacji

Celem instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych jest przewietrzanie oraz utrzymanie w pomieszczeniach klimatyzowanych w okresie letnim temperatury nie wyższej niż +24°C.

Ogólna koncepcja wentylacji i klimatyzacji polega na doprowadzeniu do pomieszczeń klimatyzowanych i wentylowanych odpowiedniej ilości powietrza świeżego wymaganej ze względów sanitarnych, tzn. 30 m³/h/osobę dorosłą stale przebywającą oraz zapewnienie krotności wymian powietrza wynikającej z wymogów technologicznych.

Temperatura w pomieszczeniach klimatyzowanych w lecie utrzymywana będzie przy pomocy klimatyzacyjnych jednostek wewnętrznych. W zimie temperatura w całym budynku utrzymywana będzie za pomocą instalacji centralnego ogrzewania.

Sieć kanałów wentylacyjnych wyposażona zostanie w klapy ppoż. regulatory przepływu, tłumiki akustyczne, nawiewniki, wywiewniki i inne niezbędne akcesoria.

2.2 Parametry powietrza w pomieszczeniach

2.2.1 Ilości powietrza świeżego nawiewanego do pomieszczeń:

Typ pomieszczenia	Ilość powietrza / ilość wymian
Pomieszczenia dydaktyczne, gabinety, sekretariat	30 [m³/h/osobę]
Komunikacje	1,0 [1/h]
Szatnie	4,0 [1/h]
Zmywalnia	6,0 [1/h]
Pomieszczenia techniczne	1,0 [1/h]
Toalety	50 [m³/h/miskę ustępową] 25 [m³/h/pisuar]

2.2.2 Parametry powietrza w pomieszczeniach.

Typ pomieszczenie	Temperatura lato [°C]	Temperatura zima [°C]	Wilgotność względna lato [%]	Wilgotność względna zima [%]
Sala Kameralna ze	24	wg proj. c.o.	≤ 65	≥ 40

sceną Gabinet Dyrektora Sekretariat Gabinet Wicedyrektora Pokój Nauczycielski Sale Dydaktyczne na poddaszu Rytmika				
Pozostałe pomieszczenia	wynikowa	wg proj. c.o.	wynikowa	wynikowa
Serwerownia (pom.techniczne)	22	22	wynikowa	wynikowa

2.2.3 Dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniach:

Z uwagi na brak możliwości zmieszczenia tłumików akustycznych, kanały prostokątne będą wykonane z płyt samonośnych ze sprasowanej wełny szklanej, spełniających parametry akustyczne, określone przez polską normę PN-87/B-02151/02. Tłumiki akustyczne zostały zastosowane na kanałach nawiewnych i wywiewnych celem zmniejszenia hałasu od regulatorów CAV oraz VAV.

Poziom głośności w pomieszczeniach dydaktycznych, gabinetach oraz w sali kameralnej nie będzie wyższy niż 35 dB(A).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 29.07.2004 emisja hałasu wywołanego pracą urządzeń wentylacyjnych do środowiska, mierzona na granicy działki, nie będzie przekraczać 55 dB(A) w dzień i 45 dB(A) w nocy.

2.2.4 Instalacja wentylacyjna

Wszystkie pomieszczenia w budynku obsługiwane są przez jedną centralę wentylacyjną nawiewno - wywiewną 1Ck1, pracującą na 100% powietrza świeżego. Centrala zlokalizowana zostanie w nowoprojektowanej wentylatorowni podziemnej.

Nawiewana i wywiewana będzie stała ilość powietrza, temperatura nawiewu +20°C w zimie oraz +18°C w lecie.

Centrala składa się po stronie nawiewnej z: przepustnicy z siłownikiem, filtra powietrza klasy M5, obrotowego, higroskopijnego wymiennika odzysku ciepła, wentylatora nawiewnego EC, chłodnicy na bezpośrednie odparowanie, nagrzewnicy wodnej, filtra powietrza klasy F7, a po stronie wywiewnej z: filtra klasy M5, obrotowego, higroskopijnego wymiennika odzysku ciepła, wentylatora wywiewnego EC oraz przepustnicy z siłownikiem.

Powietrze świeże pobierane będzie przez centralę z czerpni ściennej, zlokalizowanej na poziomie drugiego piętra.

W centrali wentylacyjnej powietrze podlega obróbce, odpowiedniej do pory roku takiej jak: filtracja, odzysk ciepła, grzanie, chłodzenie. Dodatkowo w zimie powietrze po obróbce w centrali, będzie nawilżane za pomocą rezystancyjnego nawilżacza parowego. Dalej powietrze będzie nawiewane do poszczególnych pomieszczeń za pomocą anemostatów jednostronnych, nawiewników szczelinowych, krętek nawiewnych lub zaworów wentylacyjnych.

Zużyte powietrze poprzez układ kanałów kierowane będzie do centrali i po procesie odzysku ciepła w centrali wywiewane będzie do atmosfery za pomocą wyrzutni ściennej. Sieć kanałów wyposażona zostanie w komplet regulatorów, przepustnic, klap przeciwpożarowych i innych elementów niezbędnych do jej prawidłowego

funkcjonowania.

W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt dla więcej niż czterech osób, przewiduje się zastosowanie regulatorów zmiennego przepływu powietrza typu VAV sterowanych w funkcji stężenia CO₂ celem minimalizacji zużycia energii.

Generalnie wszystkie kanały prostokątne ze względów akustycznych (brak możliwości zmieszczenia kanałowych tłumików akustycznych) będą wykonane z płyt samonośnych ze sprasowanej wełny szklanej. Wyjątek stanowią kanały prostokątne prowadzone w zewnętrznym kanale technicznym, które będą wykonane z blachy stalowej. Kanały te zostaną wykonane w klasie szczelności: B2 wg PN-EN-1507 (-500Pa/+1000Pa)

Kanały okrągłe wykonane zostaną z blachy stalowej ocynkowanej, w klasie szczelności B wg PN-EN-12237 (-750Pa/+1000Pa).

2.2.5 Instalacja chłodnicza dla klimatyzacji

W wybranych pomieszczeniach zainstalowane zostaną jednostki klimatyzacyjne systemu typu VRF, kompensujące zyski ciepła i utrzymujące żadaną temperaturę w lecie. Projektuje się system klimatyzacyjny typu VRF, obejmujący pomieszczenia wyszczególnione w tabeli, w punkcie 2.2.2.

W pomieszczeniu serwerowni został zastosowany klimatyzator typu split.

Czynnikiem chłodniczym dla chłodnicy w centrali będzie R410A natomiast dla splita - R32. Sieć rurociągów wykonana będzie z rur miedzianych. Instalacja wyposażona zostanie w zawory, sterowniki i inne niezbędne elementy zapewniające jej prawidłową pracę.

Klimatyzator dla serwerowni przystosowany zostanie do całorocznego chłodzenia.

3 WYCIĄG Z OBLICZEŃ

3.1 Parametry powietrza zewnętrznego

- okres letni – strefa II
 $t_z = +32^{\circ}\text{C}$ $\phi = 45\%$
- okres zimowy – strefa III
 $t_z = -20^{\circ}\text{C}$ $\phi = 100\%$

3.2 Parametry powietrza wewnętrznego

Zgodnie z punktem 2.2.2

3.3 Zapotrzebowanie czynników energetycznych

Zapotrzebowanie ciepła do centrali wentylacyjnej.....37,4 kW
Zapotrzebowanie „chłodu” do centrali wentylacyjnej.....66,0 kW
Sumaryczne zyski ciepła jawnego w pomieszczeniach klimatyzowanych...27,4 kW

3.4 Ilości powietrza

BILANS POWIETRZA - SZKOŁA MUZYCZNA W MIECHOWIE											
NR POMIESZCZENI A	NAZWA POMIESZCZENIA	POWIER ZCHNIA	WYSO KOŚĆ	KUBATU RA	KROTNO ŚĆ WYMIAN	LICZBA OSÓB	NAWIEW	WYWIEW	USUWANE BEZ ODZYSKU	NUMER INSTALACJI NAWIEW	NUMER INSTALACJI WYWIEW
		m ²	m	m ³	1/h	-	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h		
PIWNICA											
-1.1	Pom. na instr. perkusyjne	25,00	2,2	55,0	1,0		60	60		K1	K1
-1.2	Pom. na instr. perkusyjne	20,32	2,2	44,7	1,0		50	50		K1	K1
-1.3	Pom. na instr. perkusyjne	12,85	2,2	28,3	1,0		30	30		K1	K1
-1.4	KL. SCH. 2	15,86					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
-1.5	Korytarz	23,32	2,2	51,3	1,6		80	transfer		K1	-
-1.6	Zaplecze szatniowe	3,85	2,2	8,5	5,9		50	transfer		-	-
-1.7	Toaleta personel	2,61	2,2	5,7			transfer	-	50	-	W2
-1.8	Toaleta	6,58	2,2	14,5			transfer	-	80	-	W2
-1.9	Pom. gospodarcze	2,70	2,2	5,9	2,0		20	20		K1	K1
-1.10	Pom. tech. niskie prądy	6,19	2,2	13,6	2,0		30	30		K1	K1
-1.11	KL. SCH. 1	13,32					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
-1.12	Szatnia 80 wieszaków	18,00	2,2	39,6	4,0		160	160		K1	K1
-1.13	Sala konsumpcyjna	43,34	2,2	95,3	6,3	20	600	540		K1	K1
-1.14	Zmywalnia	2,58	2,2	5,7	10,0		transfer	60		-	K1
-1.15	Przygotownia	6,51	2,2	14,3	6,0		90	90		K1	K1
-1.16	Komunikacja	5,84	2,2	12,8	1,0		20	20		K1	K1
							1190	1060	130		
PARTER											
0.1	Scena	39,21	3,5	137,2	1,3	6	180	180		K1	K1
0.2	Sala kameralna	69,16	3,5	242,1	11,9	96	2880	2880		K1	K1
0.3	Sala główna - kieszeń	12,67	3,5	44,3	2,0	3	90	90		K1	K1
0.4	Klatka schodowa 2	14,43					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
0.5	Korytarz	38,83	3	116,5	4,9	19	570	390		K1	K1
0.6	Toaleta damska	6,31	3	18,9			transfer	-	100	-	W2
0.7	Przedsiónek	6,86	3	20,6			transfer	transfer		-	-
0.8	Toaleta NPS i męska	4,56	3	13,7			transfer	-	80	-	W2
0.9	Klatka schodowa 1	20,76					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
0.10	Wiatrołap	6,64	2,95	19,6			-	-		NATURALNA	NATURALNA
0.11	Hol	15,35	2,95	45,3	1,7		80	80		K1	K1
0.12	Portiernia	13,41	3,5	46,9	1,3	2	60	60		K1	K1
0.13	Sala dydaktyczna	29,91	3,5	104,7	1,1	4	120	120		K1	K1
0.15	Sala dydaktyczna - zajęcia indywidualne	17,72	3,5	62,0	1,5	3	90	90		K1	K1
0.16	Sala dydaktyczna - zajęcia zbiorowe	26,31	3,5	92,1	5,9	18	540	540		K1	K1
0.17	Sala dydaktyczna - zajęcia indywidualne	19,21	3,5	67,2	1,3	3	90	90		K1	K1
0.18	Korytarz	22,40	2,5	56,0	1,5		90	90		K1	K1
0.19	Sala dydaktyczna - zajęcia indywidualne	18,31	3,5	64,1	1,4	3	90	90		K1	K1
0.20	Sala dydaktyczna - zajęcia indywidualne	22,84	3,5	79,9	1,5	4	120	120		K1	K1
KL.0.21	KL. SCH. 3	18,15					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
							5000	4820	180		

1 PIĘTRO											
1.1	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	14,34	3,2	45,9	1,3	2	60	60		K1	K1
1.2	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	28,22	3,2	90,3	1,3	4	120	120		K1	K1
1.3	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	22,94	3,2	73,4	1,6	4	120	120		K1	K1
1.4	KL 2	14,05					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
1.5	Korytarz	45,99	3,2	147,2	1,1		170	40		K1	K1
1.6	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	19,75	3,2	63,2	0,9	2	60	60		K1	K1
1.7	Sala dydaktyczna zajęcia zbiorowe	32,03	3,2	102,5	5,0	17	510	510		K1	K1
1.8	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	18,64	3,2	59,6	1,0	2	60	60		K1	K1
1.9	WC, damski	4,37	3,2	14,0			transfer	-	50	-	W2
1.10	WC, męski	4,61	3,2	14,8			transfer	-	80	-	W2
1.11	Gabinet Dyrektora	20,04	3,2	64,1	1,4	3	90	90		K1	K1
1.12	Sekretariat	19,66	3,2	62,9	1,9	4	120	transfer		K1	K1
1.13	Gabinet Wicedyrektora	10,63	3,2	34,0	1,8	2	60	60		K1	K1
1.14	Archiwum	3,92	3,2	12,5			transfer	120		K1	K1
1.15	Księgowość	10,81	3,2	34,6	1,7	2	60	60		K1	K1
1.16	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	18,82	3,2	60,2	1,0	2	60	60		K1	K1
1.17	Sala dydaktyczna	13,50	3,2	43,2	4,0		180	180		K1	K1
1.18	Korytarz	25,90	3,2	82,9	1,5		130	80		K1	K1
1.19	Pokój nauczycielski	24,15	3,2	77,3	3,9	10	300	300		K1	K1
1.20	WC	2,33	3,2	7,5			transfer	-	50	-	W2
1.21	WC	2,79	3,2	8,9			transfer	transfer		-	-
1.22	KL 1	20,89					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
1.23	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	26,34	3,2	84,3	1,4	4	120	120		K1	K1
1.24	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	19,21	3,2	61,5	1,0	2	60	60		K1	K1
1.25	KL 3	13,93					-	-		GRAWITACJA	GRAWITACJA
							2280	2100	180		
2 PIĘTRO											
2.1	Sala dydaktyczna chóru	43,45	2,4	104,3	5,8	20	600	600		K1	K1
2.2	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	15,87	2,4	38,1	2,4	3	90	90		K1	K1
2.3	Pom. Techniczne	8,98	2,4	21,6	1,0		transfer	50		-	K1
2.4	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	11,43	2,4	27,4	2,2		70	70		K1	K1
2.5	Magazyn instrumentów	19,70	2,4	47,3	1,5		transfer	80		-	K1
2.6	Biblioteka	16,53	2,4	39,7	4,5	6	180	180		K1	K1
2.7	Archiwum	8,79	2,4	21,1	2,0		transfer	50		-	K1
2.8	Rytmika	42,60	2,4	102,2	5,9	20	600	600		K1	K1
2.9	WC	2,69	3,2	8,6			transfer	-	50	-	W2
2.10	WC	4,49	3,2	14,4			transfer	transfer		-	-
2.11	WC	3,06	3,2	9,8			transfer	-	50	-	W2
2.12	WC	4,10	3,2	13,1			transfer	transfer		-	K1
2.13	Pom. gospodarcze	2,00	3,2	6,4	3,0		transfer	20		-	K1
2.14	Korytarz	58,41	3,2	186,9	1,6		300	transfer		K1	-
2.15	Sala do ćwiczeń	10,51	2,4	25,2	2,4	2	60	60		K1	K1
2.16	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	11,34	2,4	27,2	2,2	2	60	60		K1	K1
2.17	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	11,38	2,4	27,3	2,2	2	60	60		K1	K1
2.18	Sala dydaktyczna zajęcia indywidualne	13,71	2,4	32,9	1,8	2	60	60		K1	K1
2.19	KL 1	20,80									
							2080	1980	100		
			nawiew	wywiew	usuwane						
K1	Centrala		10500	9960	-	m3/h	K1	K1			
W2	Sanitariaty		-	-	590	m3/h		W2			

4 WYTYCZNE DLA BRANŻ ZWIĄZANYCH

4.1 Wytyczne do projektu architektoniczno-budowlanego

W ramach projektu architektoniczno - budowlanego należy wziąć pod uwagę następujące zagadnienia:

- w ścianach i stropach przewidzieć należy otwory dla prowadzenia kanałów wentylacyjnych
- fundament pod centralę wentylacyjną w wentylatorowni
- w stropie nad wentylatorownią zostawić otwór montażowy o wymiarach 220x120cm (do wprowadzenia centrali wentylacyjnej)
- wykonać trójstronny, zewnętrzny kanał techniczny, którego przykrycie należy wykonać po wprowadzeniu kanałów wentylacyjnych i rurociągów freonowych
- przewidzieć kratki przepływowe lub szczeliny w drzwiach do sanitariatów o przekroju netto minimum 0,022 m²

4.2 Wytyczne do projektu elektrycznego

W ramach projektu zasilania elektrycznego należy:

- zaprojektować zabezpieczenie przeciwporażeniowe urządzeń elektrycznych oraz rurociągów i kanałów blaszanych,
- doprowadzić energię elektryczną do poszczególnych urządzeń wg poniższej tabeli:

	Typ urządzenia	Symbol	Ilość sztuk	Moc kW/ Natężenie A	Napięcie V	Lokalizacja	Sterowanie
1.	Centrala wentylacyjna wentylator nawiewny EC wentylator wywiewny EC	1Ck1	1	5,4/8,6 3,4/5,4	400	Wentylatorownia Kondygnacja Podziemna	Automatyka własna
2.	Agregat skraplający dla centrali	1Ag1	1	28/50	400	Poziom terenu osie 3-4	Automatyka własna
3.	Jednostka zewnętrzna dla systemu VRF	1VRF1	1	21/40	400	Poziom terenu osie 3-4	Automatyka własna
4.	Jednostka wewnętrzna systemu VRF	Ind 1÷16	16	0,10/6	230	Poszczególne pomieszczenia	Automatyka własna
5.	Jednostka zewnętrzna dla pom. tech. – niskie prądy (-1.10)	KL1JZ	1	1,32	230	Poziom terenu osie 3-4	Automatyka własna
6.	Nawilżacz parowy	1Np1	1	15/22A	400	Wentylatorownia Kondygnacja Podziemna	Automatyka własna, współpracująca z centralą 1Ck1
7.	Wentylator dachowy	2Wt1	1	0,113/ 0,9A	230	Dach osie A-B/5	Praca równoległa z centralą 1Ck1

W ramach projektu elektrycznego należy również przewidzieć instalację sterowania i sygnalizacji klap przeciwpożarowych. Kłapy przeciwpożarowe wyposażone zostaną w siłowniki (zasilane napięciem 24V DC i sterowane przerwą prądową) oraz w wyłączniki krańcowe początek i koniec.

W przypadku pożaru instalacja SSP musi wyłączyć centralę wentylacyjną oraz system klimatyzacyjny VRF.

4.3 Wytyczne do projektu wod-kan

W ramach projektu wod - kan należy przewidzieć:

- możliwość włączenia do pionów kanalizacyjnych instalacji odprowadzenia skroplin z wewnętrznych jednostek klimatyzacyjnych (17szt)
- odwodnienie pomieszczenia wentylatorowni
- doprowadzenie i odprowadzenie wody z nawilżacza parowego zlokalizowanego w wentylatorowni (zastosowano nawilżacz z systemem schładzania wody zrzucanej, więc temperatura wody zrzucanej nie będzie przekraczała 60°C).

I.p.	Nawilżacz	Wydajność pary kg/h	Zapotrzebowanie wody l/min	Spust wody l/min
1	1Np1	16,7	1,1	2,75

4.4 Wytyczne do projektu ogrzewania

Do centrali wentylacyjnej 1Ck1 należy doprowadzić ciepło (czynniki grzewczy – woda 70/50st.C) w ilości 37,4 kW.

4.5 Wytyczne dla automatyki central wentylacyjnych

Centrala wentylacyjna winna zostać fabrycznie wyposażona w kompletny układ AKPiA składający się z: czujników, przetworników, sterowników, okablowania i innych elementów niezbędnych do jej prawidłowej pracy. Ponadto automatyka centrali wentylacyjnej winna obsługiwać wszystkie elementy peryferyjne takie jak: wentylator, nawilżacz, regulatory VAV współpracujące z danym urządzeniem:

- regulatory VAV sterowane sygnałem 0-10V
- dla regulatorów VAV zapewnić czujniki stężenia CO₂ montowane w przewodach wywiewnych
- dla nawilżacza beznapięciowy sygnał ON/OFF (pozostałe elementy automatyki w dostawie nawilżacza)
- wentylator dachowy współpracujący z centralą wentylacyjną winien pracować równolegle z centralą oraz posiadać sygnalizację stanu pracy
- agregat skraplający winien zostać dostarczony z zaworem rozprężnym oraz modulem sterowniczym
- zawór regulacyjny dla nagrzewnicy wraz z modulem pompowo-regulacyjnym zaprojektowany został w ramach projektu instalacji grzewczych
- centrala winna posiadać możliwość wyłączenia poprzez instalację SSP.

Zasady nadzoru nad eksploatacją wentylacji

Przedmiotowe instalacje powinny być obsługiwane przez swobodnie programowalne przez użytkownika sterowniki mikroprocesorowe. Sterowniki powinny być wyposażone w wyświetlacze i klawiatury umożliwiające pełną kontrolę pracy wszystkich instalacji, wprowadzanie korekt w nastawach wartości zadanych i programów czasowych.

Lokalizacja elementów automatyki

Zgodnie z przesłaną ofertą dostawcy centrali, automatyka będzie zabudowana wewnątrz urządzenia.

Reżimy pracy w przypadku centrali wentylacyjnej

- praca z automatyką
- praca remontowa

Wybór powinien być dokonywany przy pomocy przełącznika zapewniającego trzy stany pracy „automatyka-0-ręczny”.

Podstawowe funkcje, które powinien realizować system automatyzacji, dotyczące wszystkich instalacji wentylacyjnych:

- generowanie programów czasowych zezwalających na automatyczny start i eksploatację przedmiotowych instalacji technologicznych wentylacji, uwzględniając porę dnia, tygodnia, roku oraz ewentualne życzenia użytkownika obiektu
- opóźnienia czasowe przy uruchamianiu poszczególnych odbiorników energii elektrycznej, celem uniknięcia jednoczesnego ich załączania do sieci zasilającej
- zdefiniowany rozruch instalacji po zaniku zasilania elektrycznego
- wykorzystanie odpowiednich sygnałów wejściowych celem swobodnej konfiguracji zależności logicznych dla realizacji zabezpieczeń:
 - przed zamrażaniem nagrzewnicy wodnej (na powietrzu i na wodzie powrotnej)
 - przed brakiem pełnego otwarcia przepustnic powietrza
 - przed brakiem przepływu powietrza przez wentylatory
 - przed pracą z zanieczyszczonymi filtrami powietrza
- przed pracą z zalodzonymi lub zanieczyszczonymi wymiennikami odzysku ciepła
- generowanie zbiorczych sygnałów pracy, zakłóceń w pracy oraz awarii poszczególnych instalacji wentylacyjnych
- możliwość archiwizowania danych i śledzenia ich trendów
- możliwość odczytu:
 - parametrów technicznych mierzonych przez czujniki analogowe
 - poziomu otwarcia (0 ... 100%) zastosowanych członów wykonawczych sterowanych sygnałami analogowymi
 - statusu urządzeń sterowanych sygnałami cyfrowymi (praca - postój)
 - wypracować blokadę instalacji w przypadku zaistnienia pożaru

Główne pętle automatycznej regulacji, które należy skonfigurować w sterownikach:

Nr instalacji	Opis układów automatycznej regulacji i sterowania
K1	1. Regulacja temperatury powietrza nawiewanego do zespołu pomieszczeń w oparciu o pomiar za pomocą czujnika na kanale nawiewnym poprzez analogowe sterowanie wydajnością nagrzewnicy i chłodnicy powietrza. Wartość zadana temperatury +20°C zimą, +18°C latem (w dni wolne od pracy i w porach nocnych powietrze nawiewane latem nie będzie ochładzane). 2. Regulacja wilgotności powietrza nawiewanego do zespołu pomieszczeń, w oparciu o pomiar za pomocą czujnika na kanale nawiewnym, poprzez analogowe sterowanie

	<p>wydajnością nawilżacza parowego. Wartość zadana wilgotności 40%</p> <p>3. Stabilizacja ciśnienia powietrza w kanałach nawiewnym i wywiewnym poprzez pomiar ciśnień, przy pomocy przetworników na kanałach nawiewnym i wywiewnym. Regulacja następuje za pośrednictwem wentylatorów z silnikami EC</p> <p>4. W określonym przez użytkownika czasie (dni wolne od pracy i pory nocne, w których pomieszczenia nie będą wykorzystywane), instalacja będzie wyłączana lub w trybie „praca nocna” obniżany będzie przepływ powietrza do ~30%.</p> <p>5. Regulacja ilości powietrza nawiewanego/wywiewanego w pomieszczeniach wyposażonych w regulatory VAV w funkcji stężenia CO₂ w oparciu o pomiar za pomocą czujnika montowanego na kanale wywiewnym z odpowiedniego pomieszczenia. Wartość zadana stężenia CO₂ 900ppm lub aktualna zawartość CO₂ w powietrzu zewnętrznym powiększona o 100 ppm. Standardowo regulatory pracują z wydatkiem minimalnym.</p> <p>6. Regulacja temperatury powietrza w wybranych pomieszczeniach za pomocą jednostek wewnętrznych systemu VRF. Wartość zadana temperatury w pomieszczeniu: +20°C zimą i +24°C latem.</p> <p>7. Praca wentylatora wywiewnego z sanitariatów 2Wt1, jest równoległa z pracą centrali 1Ck1.</p>
--	--

5 WYMAGANIA I ZALECENIA

5.1 Wymagania przeciwpożarowe

Projektowane instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne nie stwarzają zagrożenia pożarowego. Zastosowane urządzenia i elementy są niepalne.

5.2 Wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy

Zaprojektowane instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne spełniają warunki obowiązujących przepisów BHP jak:

- odpowiednia prędkość powietrza w strefie przebywania ludzi
- odpowiednie temperatury w pomieszczeniach
- odpowiednia głośność w pomieszczeniach od urządzeń wentylacyjnych
- odpowiednie rozmieszczenie urządzeń, zapewniające dogodny do nich dostęp
- zabezpieczenie przeciwporażeniowe urządzeń i kanałów

Wszystkie zastosowane materiały i urządzenia muszą być dopuszczone do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie (certyfikat CE, certyfikat zgodności z Polska Norma lub z Krajową Oceną Techniczną). Wszystkie zaprojektowane urządzenia należy eksploatować i konserwować zgodnie z DTR

producentów i obowiązującymi przepisami BHP. Montaż instalacji i urządzeń musi być prowadzony przez pracowników posiadających odpowiednie uprawnienia, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami BHP. Pracownicy zatrudnieni przy robotach budowlanych i montażowych powinni być przeszkoleni pod względem bezpieczeństwa i higieny pracy stosownie do wymaganych przepisów w zakresie szkolenia BHP oraz posiadać aktualne badania lekarskie dopuszczające do wykonywania określonych prac na wysokości. Ze względu na specyfikę obiektu podczas realizacji zadania projektowego wymagane jest bezwzględne stosowanie się do zasad BHP dotyczących bezpieczeństwa pracy na wysokości. Strefy robót na wysokościach powinny być odpowiednio oznaczone i odgródzone, a pracownicy powinni posiadać odzież i sprzęt ochrony osobistej dostosowany do zagrożeń występujących przy wykonywanych pracach. Wszelkie roboty powinny być wykonywane zgodnie z wymogami przepisów w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby pracownicy wykonywali pracę z zachowaniem odpowiednich wymagań sanitarnych i bezpieczeństwa. Wykonawca musi zapewnić i utrzymywać w należyтым stanie wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne, sprzęt i odpowiednia odzież służące ochronie życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie. Na całym terenie prowadzenia robót obowiązywać powinien nakaz noszenia kasków ochronnych przez wszystkich pracowników. Niezależnie od powyższych wskazań, kierownik budowy opracowując plan BIOZ zobowiązany jest uwzględnić wymogi przepisów:

- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 lutego 2003r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. nr 47, poz. 401),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002r w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. Nr 191, poz. 1596)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000r, w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. nr 26, poz. 313 ze zm. Nr 56, poz. 462 z 2009),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996r w sprawie rodzajów prac, które muszą być wykonane przez co najmniej dwie osoby (Dz. U. nr 62, poz. 288).

Jeżeli na terenie budowy jednocześnie wykonują pracę pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców należy zapewnić nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy wg zasad art. 208 Kodeksu Pracy.

5.3 Wymagania sanitarno – higieniczne

Powietrze nawiewane do pomieszczeń jest filtrowane. W strefie przebywania ludzi zachowane są wymagane parametry środowiska powietrznego w granicach zgodnych z wymaganiami sanitarno – higienicznymi dla danego typu pomieszczeń. Minimalna ilość powietrza świeżego jest zgodna z polską normą i wynosi nie mniej niż nominalne 30 m³/h/osobę.

5.4 Wymagania ochrony akustycznej

Wewnątrz wentylowanych pomieszczeń źródłem hałasu mogą być nawiewniki i wywiewniki, jednostki wewnętrzne systemu klimatyzacyjnego, klimatyzator, regulatory VAV i CAV, itp., jednak ich dobór przeprowadzono biorąc pod uwagę dopuszczalny hałas w pomieszczeniu.

5.5 Wymagania ochrony środowiska

Powietrze usuwane na zewnątrz przez instalację wentylacyjną nie zawiera czynników szkodliwych /gazów, par, pyłów/, o których mowa w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 28.04.1998r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu /Dziennik Ustaw nr 55 z 1998r. poz. 355/.

5.6 Transport urządzeń

Centrala wentylacyjna transportowana będzie przy pomocy dźwigu. Pozostałe urządzenia transportowane będą normalnymi traktami komunikacyjnymi.

5.7 Wymagania w zakresie użytkowania instalacji

Projektowane instalacje wentylacyjne i klimatyzacyjne będą całkowicie zautomatyzowane. Warunkiem prawidłowej pracy instalacji i spełnienia wymagań stawianych im w projekcie jest właściwa jej eksploatacja.

5.8 Wymagania w zakresie montażu, rozruchu i odbioru instalacji.

- Instalacja winna być montowana zgodnie z dokumentacją projektową oraz Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Instalacji Wentylacyjnych oraz instalacji Grzewczych (zeszyt 5 i 6 COBRTI – Instal),
- Montaż urządzenia wykonać zgodnie z DTR,
- Należy zapewnić stały dostęp do central wentylacyjnych, regulatorów przepływu, przepustnic, klap przeciwpożarowych itp.,
- Wszystkie przejścia kanałów przez ściany i stropy należy uszczelnić, a w sposób szczególny należy uszczelnić klapy ppoż., kanały i rurociągi przechodzące przez ścianki/stropy o wymaganej odporności ogniowej. Uszczelnienie winno mieć odporność przegrody,
- Instalacje montować należy z zastosowaniem systemowych elementów mocujących zapewniających tłumienie drgań i hałasu,
- Zachować montowaną sieć w czystości i zabezpieczyć przed zanieczyszczeniem przez inne branże,
- Regulację ilości powietrza w instalacji oraz badania wynikające z normy PN-EN 12599:2002 oraz z wytycznych wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych należy wykonać po zmontowaniu instalacji,
- Przed wykonaniem instalacji, czy też zamówieniem kształtek należy bardzo dokładnie sprawdzić obszary, w których mają być prowadzone prace i zweryfikować rozwiązania przedstawione w projekcie,
- W zestawieniu urządzeń i materiałów wydane są pokrywy do zamykania otworów rewizyjnych, które służą do uzyskania dostępu urządzeń czyszczących do wnętrza kanałów wentylacyjnych. Otwory rewizyjne należy wykonać na kanałach po ich zmontowaniu w miejscach łatwo dostępnych, ale równocześnie pozwalających na wprowadzenie urządzeń czyszczących do kanału. Należy tu wziąć pod uwagę zalecenia zawarte w warunkach technicznych wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych. Wprowadzenie urządzeń może być także dokonane poprzez zdejmowane kratki wentylacyjne lub łatwo demontowane odcinki kanałów wentylacyjnych np. kolana,
- Ze względu na bardzo duże zagęszczenie instalacji na poszczególnych kondygnacjach należy dokładnie przeanalizować kolejność układania poszczególnych instalacji.

6 ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW

- Oznaczenia poszczególnych elementów sieci są identyczne w zestawieniu i na rysunkach,
- Rysunki, zestawienie urządzeń i materiałów, opis techniczny, specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót, przedmiar robót są dokumentami wzajemnie się uzupełniającymi. Wszystkie elementy ujęte w przywołanych wcześniej dokumentach, a nie ujęte w poniższym zestawieniu winny być traktowane tak, jakby były ujęte w każdej części dokumentacji. W przypadku rozbieżności z jakimkolwiek z elementów dokumentacji, należy zgłosić to projektantowi, który zobowiązany będzie do pisemnego rozstrzygnięcia problemu,
- Przed zamówieniem urządzeń należy zapoznać się z całością dokumentacji, aby do zamówienia przekazać komplet niezbędnych informacji,
- Zastosowanie urządzeń zamiennych jest dopuszczalne pod warunkiem zastosowania urządzeń o nie gorszych parametrach i nie gorszej jakości i uzyskania akceptacji Inwestora.

Parametry równoważności urządzeń mechanicznych (centrale, wentylatory, agregaty skraplające itp.):

- gabaryty – nie większe niż +5% z podanej wartości,
- skład – nie gorszy niż podany,
- wydajność – nie mniejsza niż podana,
- poziom hałasu – nie wyższy niż +2dB(A),
- pobór mocy elektrycznej – nie wyższy niż +5% z podanej wartości,
- pobór prądu – nie wyższy niż +5% z podanej wartości,
- wyposażenie – nie gorsze niż podane,
- sprawność – nie mniejsza niż -5% z podanej wartości,
- spręż/ciśnienie dyspozycyjne – nie mniejsze niż podane.