
Spis treści

1.	PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA	4
2.	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU	4
3.	ZAKRES OPRACOWANIA	4
4.	ZAŁOŻENIA	4
4.1.	Parametry powietrza zewnętrznego	4
4.2.	Parametry powietrza w pomieszczeniach	4
4.3.	Parametry akustyczne	5
4.4.	Nominalne strumienie powietrza wentylacyjnego	5
4.5.	Parametry przegród budowlanych	5
5.	OPIS ROZWIĄZANIA	5
6.	UKŁADY WENTYLACJI MECHANICZNEJ	6
6.1.	Układy NW1 i NW2 - sala gimnastyczna	6
6.2.	Układ NW3 - parter, I piętro	7
6.3.	Układ NW4 -II piętro	8
6.4.	Układy WC1 i WC2- wentylacja WC	8
6.5.	Obliczenia	9
6.5.1.	Strumień objętości powietrza	9
6.5.2.	Straty ciśnienia	11
6.5.3.	Niezbędna ilość ciepła na cele wentylacyjne i grzewcze	12
6.6.	Dobór urządzeń	12
7.	INSTALACJA GRZEWCZA	14
7.1.	Opis rozwiązania	14
7.2.	Bilans ciepła	14
7.3.	Elementy grzejne	15
8.	WYMAGANIA WYKONAWCZE INSTALACJI WENTYLACYJNYCH	17
8.1.	Kanały i kształtki	17
8.2.	Montaż instalacji wentylacyjnej	17
8.3.	Zabezpieczenie antykorozyjne	18
8.4.	Urządzenia	18
8.5.	Czynności powykonawcze	18
8.6.	Ochrona przed hałasem i drganiami	18
8.7.	Przegrody oddzielenia pożarowego	19
8.8.	Wytyczne branżowe	19
8.8.1.	Branża budowlana	19
8.8.2.	Branża instalacyjna	19
8.8.3.	Branża elektryczna	19
8.8.4.	Wytyczne do układu automatycznego sterowania	20
9.	UWAGI KOŃCOWE	20
10.	SPIS URZĄDZEŃ	21

Spis rysunków

Lp.	Tytuł	Skala
M100	Plan zagospodarowania terenu	1:500
M101	Instalacja wentylacji. Rzut-przekroje parteru.	1:50
M102	Instalacja wentylacji. Rzut-przekroje I piętra.	1:50
M103	Instalacja wentylacji. Rzut III piętra-hali.	1:50
M104	Instalacja wentylacji. Przekroje III piętra-hali.	1:50
M105	Instalacja wentylacji. Przekroje III piętra-hali cd.	1:50
M106	Instalacja wentylacji. Widoki ISO.	1:50
M107	Instalacja wentylacji. Rzut parteru, pięta I, II-rozdział powietrza	1:50
M201	Instalacja ogrzewania. Rzuty.	1:100

Załączniki

Lista elementów układów wentylacyjnych

Opis rozwiązania ciepłej wody użytkowej

Karty katalogowe i arkusze informacyjne:

- Centrala wentylacyjna Geo-Vent 3000MD
- Centrala wentylacyjna Mistral 800P
- Centrala wentylacyjna Mistral 600P
- Nagrzewnica okrągła VEAB
- Nagrzewnica prostokątna VEAB
- Wentylator kanałowy Systemair
- Grzejniki elektryczne Atlantic F18

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA

Zlecenie Inwestora,

- uzgodnienia z przedstawicielami Zlecniodawcy,
- projekt budowlany układu wentylacyjno-grzewczego w sali gimnastycznej wraz z zapleczem w Szkole Podstawowej w Długiej Wsi (gmina Dobra), Pracownia Projektowa SYSTEMY, 54-616 Wrocław, ul. Kunickiego 20,
- uzgodnienia z przedstawicielami firmy PRO-VENT,
- dane techniczno – ruchowe urządzeń,
- obowiązujące normy i przepisy.

2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Obiekt składa się z jednokondygnacyjnej sali gimnastycznej i trzykondygnacyjnej części socjalnej. Projektowany obiekt przeznaczony jest do zajęć szkolnych z wychowania fizycznego oraz do organizowania otwartych imprez sportowych pozaszkolnych.

3. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje projekt wykonawczy układów wentylacyjnych w pomieszczeniach sali gimnastycznej z częścią socjalną w Szkole Podstawowej w Długiej Wsi (gmina Dobra) oraz projekt wykonawczy instalacji ogrzewania.

4. ZAŁOŻENIA

4.1. Parametry powietrza zewnętrznego

Strefa klimatyczna:

- dla okresu letniego – II,
- dla okresu zimowego – II.

Parametry powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z normą PN-EN 12831.

Tabela nr 1. Parametry powietrza zewnętrznego

	t
	°C
Okres letni	30,0
Okres zimowy	-18,0

4.2. Parametry powietrza w pomieszczeniach

Przyjęte parametry powietrza w pomieszczeniach przyjęto zgodnie z :

- Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2002 r. z późniejszymi zmianami,

Tabela nr 2. Temperatuty w pomieszczeniach

Lp.	Pomieszczenie	Temperatura
---	---	°C
1	Sala gimnastyczna	16
2	Pokoje	20
3	Przebieralnie	24
4	Łazienki, ubikacje	24
5	Korytarz	20

4.3. Parametry akustyczne

Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku przyjęto zgodnie z PN-87/B-02151/02:

- sale zajęć w domach kultury 45 dB,
- dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku w odległości 1 m od urządzeń w pomieszczeniach technicznych (np. wentylatornia) 65 dB,
- dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku w odległości 1 m od urządzeń zamontowanych na dachu budynku 65 dB.

4.4. Nominalne strumienie powietrza wentylacyjnego

Przyjęto następujące ilości powietrza zapewniające wymagane krotności wymian oraz niezbędne ilości powietrza do celów higieniczno-sanitarnych:

- przebieralnie 4 w/h,
- pokoje 30 m³/(h·osobę),
- natrysk 90 m³/h,
- pisuar 25 m³/h,
- ubikacja 50 m³/h.

4.5. Parametry przegród budowlanych

Graniczne wartości współczynników przenikania ciepła dla stolarki okiennej przyjęto zgodnie z Dz. U. Nr 75, poz. 690. Współczynniki przenikania dla przegród budowlanych przyjęto zgodnie z danymi zawartymi w opisie architektonicznym.

5. OPIS ROZWIĄZANIA

W sali gimnastycznej zaprojektowano instalację wentylacyjno – grzewczą, natomiast w pomieszczeniach zaplecza odrębne instalacje wentylacyjne i grzewcze.

Zaprojektowane układy w sali gimnastycznej mają za zadanie, dostarczenie świeżego powietrza i pokrycie zapotrzebowania na ciepło w okresie zimowym, a także ochłodzenie i osuszenie powietrza zewnętrznego w okresie letnim. Każdy układ składa się z (rys.1):

- gruntowego wymiennika ciepła (GWC),
- centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła, recyrkulacją, pompą ciepła (dolne źródło ciepła – wymiennik gruntowy) i nagrzewnicy,
- sieci przewodów.

Układy te pełnią rolę ogrzewania powietrznego. W zimowych warunkach obliczeniowych temperatura nawiewanego powietrza wynosi 34,2 °C. Zapewnia to pokrycie strat ciepła i utrzymanie w sali gimnastycznej temperatury 16 °C. W nocy i w okresach zmniejszonego zapotrzebowania na świeże powietrze układ może pracować z całkowitą recyrkulacją powietrza. W lecie natomiast wymiennik zapewnia ochłodzenie powietrza zewnętrznego do wymaganej temperatury oraz zmniejszenie zawartości wilgoci w powietrzu.

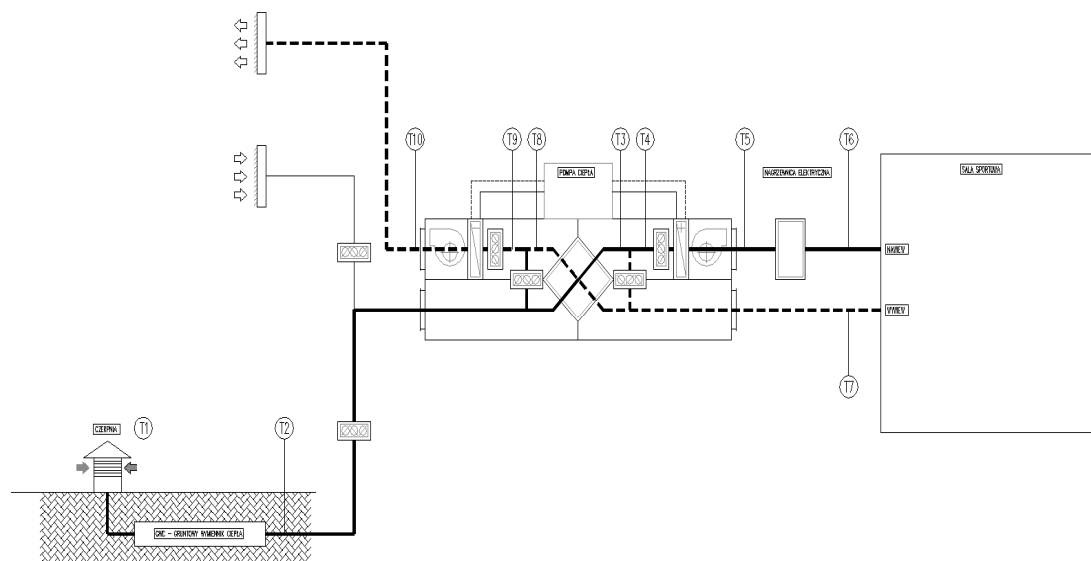
Do wentylacji zaplecza socjalno-bytowego zaprojektowano układy wentylacyjne zapewniające wymagane warunki sanitarno-higieniczne. Do wentylacji parteru i I piętra także zastosowano GWC i centralę z pompą ciepła. Moc odzyskiwana przez pompę ciepła będzie wykorzystywana do przygotowania ciepłej wody użytkowej¹. Dodatkowo jest

¹ Opis rozwiązania w załączniku

osiągany efekt chłodzenia w okresie letnim. Na III piętrze oraz w sanitariatach zastosowano centrale podwieszane z odzyskiem ciepła.

Straty ciepła w okresie zimowym będą pokrywane przez odrębną instalację grzewczą.

Rysunek nr 1. Schemat centrali



Gruntowy wymiennik ciepła

Proponuje się zastosowanie trzech gruntowych wymienników ciepła produkowanych przez firmę PRO-VENT. Wymienniki obsługujące układ NW1 i NW2 o wymiarach 29,5x 8,9 m składają się z 80 elementów płytowych (1 płyta o wym. 2x1m). Wymiennik do układu NW3 natomiast o wymiarach 23,1x 8,9 m i ilości płyt 72 z bocznym wyjściem z kolektora zbiorczego. Posadowienie wymienników wg rysunku pod posadzką hali na głębokości -0,95 m. Niedopuszczalne jest podmycie wymiennika wodą gruntową, w związku z czym należy wykonać wokół dna wykopu opaskę drenażową do połowy zakopaną w gruncie. Dren wyprowadzić ze spadkiem 3%, min. 2m poza wymiennik oraz wyposażyć w studzienkę z samozłączalną pompką. Wymiennik od strony czerpni powinien być w odległości 0,8m od ściany fundamentowej. Należy zastosować dodatkową izolację. Wymiennik gruntowy montować z dala od przewodów gazowych.

Wszelkie roboty montażowe należy wykonać zgodnie z wytycznymi producenta zamieszczonymi w załączniku. Kanały doprowadzające powietrze do central o średnicy Ø500 należy poprowadzić pod wymiennikiem obsługującym układ NW3. Kanały wykonać z rur dwuwarstwowych polipropylenowych Weheo Duo ID firmy KWH. Kanał ten powinien być ułożony z niewielkim spadkiem w stronę wymiennika. Wymiennik należy zabezpieczyć przed dostaniem się gryzoni.

Zarówno GWC jak i kanał powinny przenosić obciążenia użytkowe nie większe niż 4 t/m².

6. UKŁADY WENTYLACJI MECHANICZNEJ

6.1. Układy NW1 i NW2 - sala gimnastyczna

W sali gimnastycznej zaprojektowano układy wentylacyjno -grzewcze NW1 i NW2 o wydajności 3500 m³/h każdy, na które składają się:

- gruntowy wymiennik ciepła,
- system wentylacji mechanicznej z funkcją ogrzewania,

-
- pompa ciepła.

Układ nawiewny

Świeże powietrze czerpane jest z zewnątrz przez czerpnię terenową, z której kanałem wentylacyjnym dostarczane jest do wymiennika gruntowego (GWC). Z wymiennika powietrze dostarczane jest do centrali nawiewno –wywiewnej GEO-VENT 3000MD zamontowanej w pomieszczeniu technicznym zlokalizowanym na poddaszu części socjalnej. Między GWC i centralą zamontowany jest dodatkowy wentylator kanałowy KD 500 M3 Circular Duct Fan firmy Systemair wspomagający przepływ przez GWC. Strumień objętości powietrza świeżego może być zmieniany od 0% do 100% całkowitej ilości powietrza nawiewanego w zależności od np. temperatury zewnętrznej, liczby osób w sali, pory dnia i tp. Minimalna ilość powietrza świeżego w czasie eksploatacji hali nie może być mniejsza od 1400 m³/h. Stopień zmieszania powietrza świeżego z recyrkulowanym jest ustawiany za pomocą elementów regulacyjnych umieszczonych wewnątrz centrali wentylacyjnej. Dogrzewanie powietrza do temperatury nawiewu nagrzewnicą elektryczną firmy Veab o mocy 11 kW zamontowaną w kanale wentylacyjnym przed halą.

Zaprojektowano również możliwość doprowadzenia powietrza świeżego bezpośrednio do centrali wentylacyjnej z pominięciem GWC. Strumienie objętości powietrza świeżego czerpane przed GWC i za GWC mogą być również mieszane przed centralą wentylacyjną w zależności od wymaganych parametrów powietrza świeżego dopływającego do centrali.

Z centrali wentylacyjnej powietrze kanałami wentylacyjnymi doprowadzane jest do nawiewników, którymi nawiewane jest do sali gimnastycznej. Proponuje się nawiewniki – dysze dalekiego zasięgu, np. IAO/N firmy Halton. Na odgałęzieniach przed nawiewnikami należy zamontować przepustnice regulacyjne.

Za centralą po stronie nawiewnej i wywiewnej należy zainstalować tłumik hałasu firmy Trox. Kanały wentylacyjne prowadzone wewnątrz budynku należy zaizolować wełną mineralną o grubości 30 mm na folii aluminiowej.

Kanały wentylacyjne prowadzone w hali należy obudować lub zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Za centralą wentylacyjną po stronie nawiewnej należy zainstalować tłumik hałasu firmy Trox.

Układ wywiewny

Powietrze z sali gimnastycznej usuwane jest w 50% dołem i w 50% górą przez kratki wywiewne. Dalej siecią kanałów wentylacyjnych, wyposażonych w przepustnice regulacyjne, doprowadzane jest do centrali nawiewno – wywiewnej, a następnie do wyrzutni dachowej.

Kanały wentylacyjne na odcinkach od centrali do wyrzutni należy zaizolować wełną mineralną o grubości 30 mm, na folii aluminiowej. Pozostałe kanały wywiewne prowadzone wewnątrz budynku nie wymagają izolacji termicznej.

Kanały wentylacyjne prowadzone w hali należy obudować lub zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Praca układu jest w pełni zautomatyzowana. Centrala wyposażona w kompletną automatykę oferowaną przez producenta central.

6.2. Układ NW3 - parter, I piętro

Do wentylacji siłowni i zaplecza socjalnego na parterze oraz pomieszczeń na I piętrze zaprojektowano układ nawiewno –wywiewny NW3 o wydajności nawiewu 3470 m³/h i wydajności wywiewu 3460 m³/h. Świeże powietrze czerpane jest z zewnątrz przez czerpnię

terenową, z której kanałem wentylacyjnym dostarczane jest do wymiennika gruntowego (GWC). Z wymiennika powietrze dopływa do centrali nawiewno –wywiewnej GEO-VENT 3000MD zamontowanej w pomieszczeniu porządkowym (pom.012) na parterze części socjalnej. Między GWC i centralą zamontowany jest dodatkowy wentylator kanałowy KD 500 M3 Circular Duct Fan firmy Systemair wspomagający przepływ przez GWC. Zaprojektowano również możliwość doprowadzenia powietrza świeżego bezpośrednio do centrali wentylacyjnej z pominięciem GWC. Strumienie objętości powietrza świeżego czerpane przed GWC i za GWC mogą być również mieszane przed centralą wentylacyjną w zależności od wymaganych parametrów powietrza świeżego dopływającego do centrali.

Układ kanałów powietrznych podłączony jest do centrali nawiewno –wywiewnej GEO-VENT 3000MD, z odzyskiem ciepła i pompą ciepła, która współpracować będzie z podgrzewaczem ciepłej wody. Podłączenie pompy ciepła z centrali do podgrzewacza ciepłej wody wg wytycznych producenta centrali. Część powietrza (1280 m³/h) wentylująca pomieszczenia przebieralni i natrysków jest dogrzewana do 24°C elektryczną nagrzewnicą kanałową firmy Veab o mocy 2 kW.

Za centralą po stronie nawiewnej i wywiewnej należy zainstalować tłumik hałasu firmy Trox a także przed centralą po stronie wywiewnej.

Kanały wentylacyjne na odcinkach od czerpni do centrali wentylacyjnej i od centrali do wyrzutni oraz kanały nawiewne za centralą należy zaizolować wełną mineralną gr. 30 mm, na folii aluminiowej. Część wywiewną do centrali wentylacyjnej nie izolować.

Kanały te należy obudować w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Praca układu zautomatyzowana. Centrala wyposażona w kompletną automatykę oferowaną przez producenta central.

Ogrzewanie pomieszczeń odrębną instalacją grzewczą.

6.3. Układ NW4 -II piętro

Do wentylacji pomieszczeń na III piętrze zaprojektowano układ nawiewno –wywiewny NW4 o wydajności nawiewu 640 m³/h, wywiewu 640 m³/h. Układ kanałów powietrznych współpracuje z podwieszaną centralą nawiewno –wywiewną z odzyskiem ciepła (MISTRAL 800P firmy PRO-VENT). Dogrzewanie powietrza do temperatury 20°C elektryczną nagrzewnicą kanałową firmy Veab o mocy 3,0 kW.

Za i przed centralą na części nawiewnej i wywiewnej należy zainstalować tłumiki hałasu firmy Trox.

Kanały wentylacyjne na odcinkach od czerpni do centrali wentylacyjnej i od centrali do wyrzutni zaizolować wełną mineralną gr. 30 mm, na folii aluminiowej.

Praca układu zautomatyzowana.

Ogrzewanie pomieszczeń odrębną instalacją grzewczą.

6.4. Układy WC1 i WC2- wentylacja WC

Do wentylacji WC w całym budynku zaprojektowano dwa układy nawiewno-wywiewne WC1 i WC2. Układ WC1 o wydajności 690 m³/h obsługuje parter oraz I piętro, natomiast układ WC2 o wydajności nawiewu 440 m³/h, wywiewu 450 m³/h obsługuje parter, I piętro i II piętro. Układy kanałów powietrznych współpracują z podwieszanymi centralami nawiewno –wywiewnymi z odzyskiem ciepła (MISTRAL 600P, 800P firmy PRO-VENT). Dogrzewanie powietrza do temperatury 24°C elektrycznymi nagrzewnicami kanałowymi.

Za i przed centralami należy zainstalować tłumiki hałasu.

Kanały wentylacyjne na odcinkach od czepni do centrali wentylacyjnej i od centrali do wyrzutni zaizolować wełną mineralną gr. 30 mm, na folii aluminiowej.

Praca układów zautomatyzowana.

Ogrzewanie pomieszczeń odrębną instalacją grzewczą.

6.5. Obliczenia

6.5.1. Strumień objętości powietrza

Sala gimnastyczna i widownia

W sali gimnastycznej i widowni przyjęto strumień powietrza wentylującego 7000 m³/h, z możliwością regulacji ilości powietrza świeżego od 0 do 100 %. W okresie użytkowania sali minimalny udział powietrza świeżego nie powinien być mniejszy od 20 %. Zapewnia to właściwe warunki higieniczne i gwarantuje prawidłową pracę gruntowego wymiennika ciepła.

Zaplecze

W tabelach nr 3, nr 4 i nr 5 zestawiono ilości powietrza nawiewanego i wywiewanego do/z poszczególnych pomieszczeń.

Tabela nr 3. Niezbędne ilości powietrza wentylującego pomieszczenia na parterze.

Nr pom.	Pomieszczenie	Kubatura	Ilość powietrza		Układ
			nawiew	wywiew	
–	–	m ³	m ³ /h	m ³ /h	–
	Sala gimnastyczna	11000	7000	7000	NW1 i NW2
010	Szatnia ogólna	34	140	140	NW3
011	Pokój nauczyciela	24	30	30	NW3
008	Zaplecze	19	–	50	WC2
007	Pokój wystaw	55	110	60	NW3
009	WC personelu	11	–	50	WC2
006	Siłownia	207	400	400	NW3
025	Hall główny	226	160	30	NW3
012	Pomieszczenie porządkowe	48	–	10	NW3
005	Przebieralnia	66	260	80	NW3
0/06	Natryski	19	–	180	NW3
0/05	WC	20	75	75	WC1
013	WC	25	140	50/90	WC2/NW3
014	Pokój sędziego	35	30	30	NW3
015	Magazyn	45	–	10	NW3
0/18	Przebieralnia	59	240	240	NW3
017	Umywalnia	36	270	270	NW3
018	WC	26	100	100	WC1
024	Przebieralnia	59	90	–	NW3
022	WC	21	–	90	WC1
019	Pomieszczenie gospodarcze	17	–	–	
002	Hall wejściowy	58	–	60	NW3
0/23	Przebieralnia	22	240	240	WC1

020	WC	26	75	75	WC1
023	Umywalnia	36	270	270	NW3

Tabela nr 4. Niezbędne ilości powietrza wentylującego pomieszczenia na I piętrze

Nr pom.	Pomieszczenie	Kubatura	Ilość powietrza		Układ
			nawiew	wywiew	
–	–	m ³	m ³ /h	m ³ /h	–
103	Sala gier 1	172	360	360	NW3
103	Sala gier 2	168	360	360	NW3
104	Sala gier 3	144	360	360	NW3
105	Szatnia	31	–	120	NW3
106	Pomieszczenie gospodarcze	21	–	10	NW3
107	WC	25	100	100	WC2
108	Pokój pielęgniarstwa	40	30	30	NW3
101	Hall główny	160	160	30	NW3
109	Zaplecze	45	–	10	NW3
110	WC damski	20	150	150	WC1
111	WC	7	50	50	WC1
112	Magazyn	7	–	10	WC1
113	WC męski	30	150	150	WC1
	Korytarz		50	30	NW3
114	Magazyn	45	–	10	NW3

Tabela nr 5. Niezbędne ilości powietrza wentylującego pomieszczenia na poddaszu

Nr pom.	Pomieszczenie	Kubatura	Ilość powietrza		Układ
			nawiew	wywiew	
–	–	m ³	m ³ /h	m ³ /h	–
205	Pomieszczenie spikera	66	30	30	NW4
203	Pokój rehabilitacyjny	90	120	120	NW4
202	Sala konferencyjna	218	300	300	NW4
201	Hall główny	205	100	100	NW4
206	WC personelu	21	100	100	WC2
207	WC pacjentów	22	100	100	WC2
208	Pomieszczenie techniczne	38	20	20	NW4
209	Pomieszczenie porządkowe	23	10	10	NW4
204	Pomieszczenie	33	60	60	NW4

Tabela nr 6. Zestawienie strumieni objętości powietrza wentylującego dla poszczególnych układów

Lp.	Układ wentylacyjny	Nawiew	Wywiew
–	–	m ³ /h	m ³ /h
1	NW1	3500	3500
2	NW2	3500	3500
3	NW3	3470	3460
4	NW4	640	640
5	WC1	690	690
6	WC2	440	450

6.5.2. Straty ciśnienia

Straty ciśnienia w poszczególnych układach (Δp) obliczono z zależności

$$\Delta p = \Delta p_m + \Delta p_l$$

gdzie:

Δp_m - straty ciśnienia miejscowe ;Pa,

Δp_l - straty ciśnienia na długości ;Pa.

Straty ciśnienia miejscowe

$$\Delta p_m = \sum \zeta \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

gdzie:

$\sum \zeta$ - sumaryczny współczynnik oporów miejscowych ;--

v - średnia prędkość przepływu ;m/s,

ρ - gęstość płynu. ;kg/m³.

Straty ciśnienia na długości

$$\Delta p_l = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

gdzie:

λ - współczynnik strat liniowych ;--

l - długość przewodu ;m,

d - średnica przewodu ;m,

ρ - gęstość płynu ;kg/m³,

v - średnia prędkość przepływu ;m/s.

Wartość współczynnika strat liniowych wyznaczano z zależności Altsula

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$$

gdzie:

k - chropowatość bezwzględna przewodu ;m,

d - średnica przewodu ;m,

$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$ - liczba Reynoldsa ;--,

ρ - gęstość płynu. ;kg/m³.

v - średnia prędkość przepływu ;m/s,

ν - kinematyczny współczynnik lepkości płynu ;m²/s.

Wyniki obliczeń strat ciśnienia w poszczególnych układach wentylacyjnych zestawiono w tabeli nr 7.

Tabela nr 7. Straty ciśnienia

Lp.	Układ wentylacyjny	Nawiew	Wywiew
-	-	Pa	Pa
1	NW1	650	250
2	NW2	650	250
3	NW3	650	250
4	NW4	150	150
5	WC1	120	120
6	WC2	120	120

Dokładne wyniki obliczeń strat ciśnienia zawarte są w egzemplarzu archiwalnym przechowywanym przez autorów opracowania.

6.5.3. Niezbędna ilość ciepła na cele wentylacyjne i grzewcze

Ilość ciepła niezbędna do podgrzania powietrza świeżego określa zależność

$$Q_W = \frac{L_W}{3600} \cdot \rho_p \cdot c_p \cdot (t_{wew} - t_{zew}),$$

a dodatkowo do podgrzania powietrza do temperatury nawiewu niezbędnej do pokrycia strat ciepła z zależności

$$Q_N = \frac{L_N}{3600} \cdot \rho_p \cdot c_p \cdot (t_{naw} - t_{wew})$$

gdzie:

ρ_p -	gęstość powietrza	1,2 kg/m ³ ,
c_p -	ciepło właściwe powietrza	1,005 kJ/kgK;
t_{wew} -	temperatura wewnętrzna	16°C, 20°C, 24 °C;
t_{zew} -	temperatura zewnętrzna	-18 °C.
t_{naw} -	temperatura powietrza nawiewanego	34,2 °C, 20°C, 24°C.

Tabela nr 8. Zestawienie zapotrzebowania ciepła w układach wentylacyjnych

Lp	Układ wentylacyjny	Q_N
-	-	kW
1	NW1	29,3
2	NW2	29,3
3	NW3	47,1
4	NW4	9,0
5	WC1	9,7
6	WC2	6,2

Całkowite zapotrzebowanie ciepła w układach NW1, NW2 i NW3 jest pokrywane przez odzysk ciepła w wymienniku krzyżowym, pompę ciepła i nagrzewnicę elektryczną, a w pozostałych układach przez odzysk ciepła w wymienniku krzyżowym i nagrzewnicę elektryczną.

Moc cieplną, która musi być dostarczona przez nagrzewnice zestawiono w tabeli nr 7.

Tabela nr 9. Moc cieplna dostarczana przez nagrzewnice kanałowe.

Lp	Układ wentylacyjny	Q_N
-	-	kW
1	NW1	10,2
2	NW2	10,2
3	NW3	2,0
4	NW4	3,2
5	WC1	3,4
6	WC2	3,0

6.6. Dobór urządzeń

Centrala nawiewno – wywiewna (układy NW1 i NW2):

Dla parametrów przepływowych:

Nawiew:

- strumień objętości powietrza 3500 m³/h,
- straty ciśnienia 280 Pa

Wywiew:

-
- strumień objętości powietrza 3500 m³/h,
 - straty ciśnienia 280 Pa

Dobrano centralę nawiewno – wywiewną GEO-VENT 3000MD
z nagrzewnicą elektryczną o mocy 9,0 kW.

Producent: PRO-VENT Opole.

Wentylator wspomagający kanałowy KD 500 M3 Circular Duct Fan firmy Systemair.

Z nagrzewnicą wtórną VEAB o mocy 11 kW.

Centrala nawiewno – wywiewna (układ NW3):

Dla parametrów przepływowych:

Nawiew:

- strumień objętości powietrza 3470 m³/h,
- straty ciśnienia 280 Pa

Wywiew:

- strumień objętości powietrza 3460 m³/h,
- straty ciśnienia 280 Pa

Dobrano centralę nawiewno – wywiewną GEO-VENT 3000MD
z nagrzewnicą elektryczną o mocy 9,0 kW.

Producent: PRO-VENT Opole.

Wentylator wspomagający kanałowy KD 500 M3 Circular Duct Fan firmy Systemair

Z nagrzewnicą wtórną VEAB o mocy 2 kW.

Centrala nawiewno – wywiewna (układ NW4):

Dla parametrów przepływowych:

Nawiew:

- strumień objętości powietrza 640 m³/h,
- straty ciśnienia 150 Pa

Wywiew:

- strumień objętości powietrza 640 m³/h,
- straty ciśnienia 150 Pa

Dobrano centralę nawiewno – wywiewną MISTRAL 800P

o parametrach punktu pracy: 1320 m³/h, 210 Pa

Nagrzewnicą wtórną VEAB o mocy 4,0 kW.

Producent: PRO-VENT Opole.

Centrala nawiewno – wywiewna (układ WC1):

Dla parametrów przepływowych:

Nawiew:

- strumień objętości powietrza 690 m³/h,
- straty ciśnienia 120 Pa

Wywiew:

- strumień objętości powietrza 690 m³/h,
- straty ciśnienia 120 Pa

Dobrano centralę nawiewno – wywiewną MISTRAL 800P

o parametrach punktu pracy: 690 m³/h, 250 Pa

Producent: PRO-VENT Opole.

Nagrzewnicą wtórną VEAB o mocy 4,0 kW.

Centrala nawiewno – wywiewna (układ WC2):

Dla parametrów przepływowych:

Nawiew:

- strumień objętości powietrza 440 m³/h,
- straty ciśnienia 120 Pa

Wywiew:

- strumień objętości powietrza 450 m³/h,
- straty ciśnienia 120 Pa

Dobrano centralę nawiewno – wywiewną MISTRAL 600P

o parametrach punktu pracy: 440 m³/h, 250 Pa

Producent: PRO-VENT Opole.

Nagrzewnicą wtórną VEAB o mocy 3,0 kW.

7. INSTALACJA GRZEWcza

7.1. Opis rozwiązania

W sezonie grzewczym straty ciepła w pomieszczeniach zaplecza będą pokrywane przez grzejniki elektryczne.

7.2. Bilans ciepła

Zapotrzebowanie mocy cieplnej w poszczególnych pomieszczeniach zaplecza przedstawiono w tabelach poniżej.

Tabela nr 10. Zapotrzebowanie ciepła dla części socjalnej- parter

Nr pom.	Pomieszczenie	Powierzchnia	Wysokość	Kubatura	Straty ciepła
–	–	m ²	m	m ³	W
	Sala gimnastyczna	1153	12,0	11000	42000
010	Szatnia ogólna	9,5	3,6	34,2	370
011	Pokój nauczyciela	6,7	3,6	24,1	279
008	Zaplecze	5,3	3,6	19,1	140
007	Pokój wystaw	15,3	3,6	55,1	712
009	WC-personelu	3,0	3,6	10,8	140
006	Siłownia	57,4	3,6	206,6	2556
025	Hall główny	62,8	3,6	226,1	1260
012	Pomieszczenie porządkowe	13,3	3,6	47,9	492
005	Przebieralnia	18,2	3,6	65,5	854
0/06	Natryski	5,3	3,6	19,1	412
0/05	WC	5,6	3,6	20,2	549
013	WC	6,8	3,6	24,5	549
014	Pokój sędziego	9,6	3,6	34,6	369
015	Magazyn	12,6	3,6	45,4	387
0/18	Przebieralnia	16,4	3,6	59,0	851
017	Umywalnia	10,0	3,6	36,0	500
018	WC	7,2	3,6	25,9	500
024	Przebieralnia	16,4	3,6	22,3	876
022	WC	5,9	3,6	21,2	607
019	Pomieszczenie gospodarcze	4,6	3,6	16,6	310
002	Hall wejściowy	16,0	3,6	57,6	609
0/23	Przebieralnia	6,2	3,6	59,0	291

020	WC	7,2	3,6	25,9	293
023	Umywalnia	10,0	3,6	36,0	607

Tabela nr 11. Zapotrzebowanie ciepła dla części socjalnej- I piętro

Nr pom.	Pomieszczenie	Powierzchnia	Wysokość	Kubatura	Straty ciepła
–	–	m ²	m	m ³	W
103	Sala gier 1	55,5	3,1	172,1	2092
103	Sala gier 2	54,1	3,1	167,7	1694
104	Sala gier 3	46,3	3,1	143,5	1650
105	Szatnia				
106	Pomieszczenie gospodarcze	6,7	3,1	20,8	276
107	WC	8,1	3,1	25,1	222
108	Pokój pielęgniarstwa	12,8	3,1	39,7	313
101	Hall główny	51,5	3,1	159,7	1849
109	Zaplecze	14,6	3,1	45,3	607
110	WC damski	6,4	3,1	19,8	472
111	WC	2,2	3,1	6,8	140
112	Magazyn	2,2	3,1	6,8	269
113	WC męski	9,6	3,1	29,8	518
114	Magazyn	14,6	3,1	45,3	825

Tabela nr 12. Pomieszczenia wentylowane i ogrzewane na poddaszu

Nr pom.	Pomieszczenie	Powierzchnia	Wysokość	Kubatura	Straty ciepła
–	–	m ²	m	m ³	W
205	Pomieszczenie spikera	16,0	4,15	66,4	372
203	Pokój rehabilitacyjny	21,6	4,15	89,6	1102
202	Sala konferencyjna	52,6	4,15	218,3	2452
201	Hall główny	49,5	4,15	205,4	1013
206	WC personelu	5,0	4,15	20,8	277
207	WC pacjentów	5,3	4,15	22,0	282
208	Pomieszczenie techniczne	52,16	4,15	216,5	1425
209	Pomieszczenie porządkowe	9,1	4,15	37,8	1097
204	Pomieszczenie	8,0	4,15	33,2	1237

7.3. Elementy grzejne

Dla instalacji c.o. przewidziano grzejniki elektryczne. Rozmieszczenie i wielkości dobranych grzejników konwekcyjnych przedstawiono na załączonych rysunkach. Poniżej w tabeli podano przykładowe zestawienie grzejników.

Tabela nr 13. Zapotrzebowanie ciepła dla części socjalnej- parter

Nr pom.	Nazwa pomieszczenia	Typ grzejnika	Moc grzejnika
–	–		W
010	Szatnia ogólna	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
011	Pokój nauczyciela	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
008	Zaplecze	F17/370x450 Atlantic	500
007	Pokój wystaw	F18/1110x250Atlantic model LISTWA	1000
009	WC-personelu	F17/370x450 Atlantic	500

006	Siłownia	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
025	Hall główny	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
012	Pomieszczenie porządkowe	F17/370x450 Atlantic	500
005	Przebieralnia	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
0/06	Natryski	F17/370x450 Atlantic	500
0/05	WC	F17/370x450 Atlantic	500
013	WC	F17/370x450 Atlantic	500
014	Pokój sędziego	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
015	Magazyn	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
0/18	Przebieralnia	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
017	Umywalnia	F17/370x450 Atlantic	500
018	WC	F17/370x450 Atlantic	500
024	Przebieralnia	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
022	WC	F17/370x450 Atlantic	500
019	Pomieszczenie gospodarcze	F17/370x450 Atlantic	500
002	Hall wejściowy	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	500
0/23	Przebieralnia	F17/370x450 Atlantic	500
020	WC	F17/370x450 Atlantic	500
023	Umywalnia	F17/370x450 Atlantic	500

Tabela nr 14. Zapotrzebowanie ciepła dla części socjalnej- I piętro

Nr pom.	Pomieszczenie	Typ grzejnika	Moc grzejnika
-	-		W
103	Sala gier 1	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
103	Sala gier 2	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
104	Sala gier 3	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
105	Szatnia	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
106	Pomieszczenie gospodarcze	F17/370x450 Atlantic	500
107	WC	F17/370x450 Atlantic	500
108	Pokój pielęgniarstwa	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
101	Hall główny	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
109	Zaplecze	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
110	WC damski	F17/370x450 Atlantic	500
111	WC	F17/370x450 Atlantic	500
113	WC męski	F17/370x450 Atlantic	500
114	Magazyn	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
	Klatka schodowa	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500

Tabela nr 15. Pomieszczenia wentylowane i ogrzewane na poddaszu

Nr pom.	Pomieszczenie	Typ grzejnika	Straty ciepła
–	–		W
205	Pomieszczenie spikera	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
203	Pokój rehabilitacyjny	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
202	Sala konferencyjna	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
201	Hall główny	F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500
206	WC personelu	F17/370x450 Atlantic	500
207	WC pacjentów	F17/370x450 Atlantic	500
208	Pomieszczenie techniczne		
209	Pomieszczenie porządkowe	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
204	Pomieszczenie	F18/1110x250 Atlantic model LISTWA	1000
		F18/665x250 Atlantic model LISTWA	500

8. WYMAGANIA WYKONAWCZE INSTALACJI WENTYLACYJNYCH

8.1. Kanały i kształtki

Kanały i kształtki wentylacyjne o przekroju prostokątnym typu AI i o przekroju kołowym typu spiro z blachy stalowej ocynkowanej.

Szczelność połączeń urządzeń i elementów wentylacyjnych z przewodami wentylacyjnymi powinna odpowiadać wymaganiom szczelności wg normy PN-B-76001, PN-B-76002 i PN-B-03434. Połączenia kanałów typu AI należy wykonać za pomocą profili, dodatkowo stosując klamry zaciskowe na kołnierzach. Kolana kanałów typu AI wykonać z kierownicami. Połączenia kanałów spiro z fabrycznym uszczelnieniem z gumy EPDM.

Układy należy wyposażyć w szczelnie zamykane otwory rewizyjne umożliwiające okresowe czyszczenie instalacji.

8.2. Montaż instalacji wentylacyjnej

Kanały i kształtki instalacji wentylacyjnej należy podwieszać stosując odpowiednie systemy podparć (np. Hilti). Podpory i podwieszenia powinny być wykonane jako elastyczne z zastosowaniem podkładek z materiałów elastycznych lub wibroizolatorów. Przejścia kanałów wentylacyjnych przez przegrody budowlane należy zabezpieczyć materiałami nieprzenoszącymi drgań. Materiał podpór i podwieszeń powinien się charakteryzować odpowiednią odpornością na korozję w miejscu zamontowania.

Przy montowaniu urządzeń i elementów wentylacyjnych należy uwzględnić dodatkowe obciążenia (np. związane z pracami konserwacyjnymi) oddziałujące na zamocowania.

8.3. Zabezpieczenie antykorozyjne

Urządzenia powinny posiadać obudowy o stopniu zabezpieczenia antykorozyjnego, który odpowiada, co najmniej właściwościom blachy stalowej ocynkowanej. Kanały wentylacyjne z blachy ocynkowanej nie wymagają zabezpieczenia antykorozyjnego.

Obudowy powinny posiadać powierzchnie gładkie, bez załamań, wgnieceń, ostrych krawędzi i uszkodzeń powłok ochronnych.

8.4. Urządzenia

Do wszystkich urządzeń i elementów wentylacyjnych wymagających serwisowania i obsługi oraz konserwacji lub wymiany należy zapewnić łatwy dostęp. Wszystkie urządzenia należy zamontować zgodnie z zaleceniami producenta. Wszystkie elementy instalacji wentylacyjnych muszą mieć dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

Z central wentylacyjnych należy wykonać instalację odprowadzenia skroplin prowadzoną ze spadkiem min. 5%. Połączenie instalacji z centralą za pomocą syfonu, zalanego wodą.

Wszystkie filtry należy wyposażyć we wskaźniki stopnia ich zanieczyszczenia, sygnalizujące konieczność wymiany wkładu filtracyjnego lub jego regeneracji.

Należy wykonać uziemienie urządzeń i przewodów wentylacyjnych.

Wymienniki ciepła, które są zagrożone zamarznięciem należy wyposażyć w urządzenia przeciwzamrożeniowe.

8.5. Czynności powykonawcze

Po zakończeniu prac montażowych należy wyczyścić instalację wentylacyjną.

Wykonać dokumentację niezbędną do eksploatacji instalacji, oraz oznakować wszystkie istotne części instalacji. Przyrządy sterownicze i nastawcze, powinny zostać opisane i zaopatrzone w tabliczki. Na urządzeniach będących wyposażeniem instalacji wentylacyjnej, powinny znajdować się czytelne tabliczki znamionowe z wytłoczonymi na nich danymi. Tabliczki te powinny znajdować się w widocznych miejscach.

Należy wykonać regulację wydajności i rozprowadzenia powietrza w każdym układzie z uwzględnieniem specjalnych warunków eksploatacyjnych. Wyregulować strumienie powietrza na każdym nawiewniku i wywiewniku oraz ustawić kierunki wypływu powietrza z nawiewników.

8.6. Ochrona przed hałasem i drganiami

Instalację wentylacyjną należy wykonać w taki sposób, aby były spełnione wymagania akustyczne zgodne z wymaganiami Polskiej Normy odnośnie poziomu hałasu w pomieszczeniach.

Wszystkie maszyny, które są instalowane na cokółach należy wyposażyć w wibroizolatory lub ułożyć dźwiękochłonne podkładki.

Zaleca się wyposażyć instalację wentylacyjną w połączenia elastyczne, tłumiki drgań i hałasu we wszystkich newralgicznych punktach instalacji. Wykonawca odpowiada za utrzymanie wymaganego poziomu hałasu.

8.7. Przegrody oddzielenia pożarowego

Przy przejściu wszelkich instalacji sanitarnych przez przegrody pożarowe należy zastosować przepusty o odporności ogniowej równej odporności przegrody. Na przewodach wentylacyjnych należy zastosować kłapy przeciwpożarowe o odporności ogniowej równej odporności ogniowej przegrody. Urządzenie sterujące klapą (siłowniki, sygnalizatory końcowe lub wyzwalacze topikowe) należy dobrać zgodnie z istniejącym SAP.

8.8. Wytyczne branżowe

8.8.1. Branża budowlana

- w przegrodach budynku wykonać otwory na przewody wentylacyjne, wymiary otworów powinny być o 100 mm większe od zewnętrznych wymiarów przewodów wraz z izolacją,
- przejścia przewodów przez przegrody oddzielenia przeciwpożarowego powinny być wykonane w sposób nie obniżający odporności ogniowej tych przegród,
- wykonać przejścia przez dach i ściany pod czerpnie i wyrzutnie wentylacyjne,
- wykonać konstrukcje nośne pod centrale wentylacyjne,
- wykonać kratki kontaktowe w drzwiach lub ścianach do pomieszczeń, w których realizowany jest nawiew kompensacyjny,
- kanały wentylacyjne w sali gimnastycznej zabezpieczyć przed możliwością uszkodzenia mechanicznego.

8.8.2. Branża instalacyjna

- przed rozruchem wykonać wszystkie czynności odbiorowe,
- odbiory wykonać w oparciu o obowiązujące przepisy,
- instalacje sanitarne powinny wykonywać osoby posiadające odpowiednie uprawnienia wykonawcze,
- instalacje należy wykonać z materiałów dopuszczonych i atestowanych przez właściwe instytucje do tego upoważnione,
- kanały montować na standardowych zawiesiach i podporach (np. MUPRO),
- kanały wentylacyjne na odcinkach od czerpni do central wentylacyjnych i od central do wyrzutni zaizolować wełną mineralną gr. 30 mm na folii aluminiowej,
- kanały wentylacyjne na dachu zaizolować wełną mineralną (50 mm) w płaszczyźnie z blachy ocynkowanej,
- wykonać instalację odprowadzenia skroplin z central wentylacyjnych, zaopatrzoną w syfon zalany wodą,
- do wszystkich urządzeń i elementów wentylacyjnych wymagających serwisowania i obsługi oraz konserwacji lub wymiany należy zapewnić łatwy dostęp,
- po wykonaniu układu i uruchomieniu przeprowadzić regulację pracy i pomiary skuteczności działania układu,
- wszystkie prace wykonać zgodnie z projektem technicznym mając na uwadze wytyczne producenta urządzeń wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i grzewczych oraz zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych” część II, Roboty instalacji sanitarnych i przemysłowych.

8.8.3. Branża elektryczna

Doprowadzić zasilanie elektryczne do urządzeń zestawionych w tabeli nr 16.

Tabela nr 16. Urządzenia z zasilaniem elektrycznym

Lp.	Urządzenie	Ilość	U	N	ΣN
-----	------------	-------	---	---	----

---	---	szt.	V	kW	kW
1	Centrala nawiewno – wywiewna GEO-VENT 3000 MD <ul style="list-style-type: none"> ▪ nagrzewnica elektryczna ▪ pompa ciepła ▪ wentylacja 	3	400	9,2 4,8 1,7	47,1
2	Centrala nawiewno – wywiewna MISTRAL 800P	2	230	0,6	1,2
3	Centrala nawiewno – wywiewna MISTRAL 600P	1	230	0,4	0,4
4	Wentylator kanałowy 500 M3 Circular Duct Fan firmy Systemair	3	400	1,24	3,72
5	Nagrzewnica kanałowa prostokątna 500x400x370	2	400	11	22
6	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 31	1	400	2,0	2,0
7	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 25	2	400	4,0	8,0
8	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 20	1	400	3,0	3,0
9	Grzejniki elektryczne F18/1110x250	17	230	1,0	17,0
10	Grzejniki elektryczne F18/665x250	26	230	0,5	13,0
11	Grzejniki elektryczne F17/370x450	20	230	0,5	10,0

8.8.4. Wytyczne do układu automatycznego sterowania

Układy wentylacyjne należy wyposażyć w kompletne układy automatycznego sterowania umożliwiające kontrolę i sterowanie parametrami pracy centrali oraz parametrami powietrza wentylacyjnego.

Główne parametry pracy central podlegające kontroli:

- strumień objętości powietrza,
- temperatury powietrza,
- spadki ciśnień na filtrach powietrza,
- czas pracy.

Parametry powietrza podlegające kontroli oraz regulacji to:

- temperatura,
- strumień objętości powietrza świeżego.

Centrale należy wyposażyć w:

- przetworniki częstotliwości sterujące pracą silników wentylatorów,
- sondy pomiaru strumienia objętości,
- czujniki ciśnienia do sprawdzania poziomu zanieczyszczenia filtrów,
- czujniki temperatury,
- układ zabezpieczenia przeciwzamrozeniowego.

9. UWAGI KOŃCOWE

Wszystkie prace należy wykonać zgodnie z projektem, wymaganiami technicznymi COBRTI INSTAL Zeszyt 5. „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”, zasadami współczesnej wiedzy technicznej oraz obowiązującymi normami, przepisami, a także instrukcjami dostarczonymi przez wytwórców materiałów i urządzeń. Należy stosować materiały posiadające dopuszczenia do stosowania w budownictwie w rozumieniu Ustawy Prawa Budowlanego. Wszelkie zmiany rozwiązań, a także zastosowanych materiałów i urządzeń należy uzgodnić z projektantem. Za zgodą projektanta, dopuszcza się zastosowanie innych, równoważnych materiałów i urządzeń dopuszczonych do stosowania w budownictwie, w rozumieniu Ustawy Prawa Budowlanego, wraz z dokumentami powiązanymi oraz posiadające wszelkie niezbędne oznaczenia i certyfikaty.

10. SPIS URZĄDZEŃ

Tabela nr 17. Spis urządzeń

Lp.	Urządzenie	Ilość	Producent Dostawca
1	Centrala wentylacyjna GEO-VENT 3000MD z nagrzewnicą elektryczną	3	PRO-VENT
2	Centrala wentylacyjna MISTRAL 800P	2	PRO-VENT
3	Centrala wentylacyjna MISTRAL 600P	1	PRO-VENT
4	Gruntowy wymiennik ciepła	3	PRO-VENT
5	Wentylator kanałowy 500 M3 Circular Duct Fan	3	Systemair
6	Nagrzewnica kanałowa prostokątna 500x400x370 VFL	2	VEAB
7	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 20	1	VEAB
8	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 25	2	VEAB
9	Nagrzewnica kanałowa okrągła CV 31	1	VEAB
10	Grzejnik elektryczny F18/1110x250 500 W	26	Atlantic
11	Grzejnik elektryczny F18/1110x250 1000 W	17	Atlantic
12	Grzejnik elektryczny F17/370x450 500 W	20	Atlantic