
zamawiający:



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965, Poznań



nazwa zamówienia:

Kompleksowa realizacja zadania:

BUDYNEK BIUROWY NIEMAL ZERO ENERGETYCZNY

ADMINISTRACJA PP z parkingiem podziemnym na terenie kampusu „WARTA” Politechniki
Poznańskiej przy ul. J. Rychlewskiego w Poznaniu”, działki ewidencyjne
nr 04/14/24/2, 04/14/24/8, 04/14/24/14, 04/14/29/3, 04/15/1/25

Roboty ziemne, stan surowy otwarty, stan surowy zamknięty, instalacje wewnętrzne sanitarne, mechaniczne, elektryczne, technologiczne i niskoprądowe, sieci zewnętrzne, przyłącza do budynku, roboty drogowe, roboty związane z zagospodarowaniem terenu, roboty wykończeniowe zewnętrzne i wewnętrzne wraz z dostarczeniem elementów wyposażenia wewnątrz w ramach formuły **zaprojektuj i wybuduj** wraz z uzyskaniem **pozwolenia na użytkowanie**

nazwa opracowania:

PROGRAM FUNKCJONALNO-UŻYTKOWY (PFU)

INSTALACJE HVAC

oznaczenie opracowania:

RPP PFU 10IS

opracował:

prof. dr hab. inż. Edward Szczechowiak
mgr inż. Jarosław Szczechowiak
dr inż. Michał Szymański
dr inż. Radosław Górzeński
dr inż. Joanna Sinacka
mgr inż. Karolina Czerpińska
mgr inż. Łukasz Malewski



SPIS TREŚCI

I.	CZĘŚĆ OPISOWA	4
1.	Przedmiot zamówienia	4
1.1.	Zakres opracowania	4
1.2.	Podstawa opracowania	5
1.3.	Uwagi ogólne	5
2.	Parametry cieplne i energetyczne budynku	9
2.1.	Bilans mocy obiektu	9
2.2.	Standardowe parametry klimatu zewnętrznego w Poznaniu	9
2.3.	Parametry środowiska wewnętrznego	11
2.4.	Parametry termiczne przegród zewnętrznych budynku	12
2.5.	Parametry sprawności energetycznej instalacji	13
3.	Instalacja wentylacji ogólnej i klimatyzacji	15
3.1.	Dane wyjściowe - założenia	15
3.2.	Bilans powietrza wentylacyjnego - kryteria	15
3.3.	Linie wentylacji ogólnej - opisy szczegółowe	16
3.4.	Rozwiązania techniczne w poszczególnych typach pomieszczeń	20
3.5.	Regulacja instalacji	25
3.6.	Urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne	27
3.7.	Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia	33
3.8.	Wymagania odnośnie wykonawstwa	34
4.	Instalacja wentylacji pożarowej	35
4.1.	Hybrydowy system oddymiania klatek schodowych	35
4.2.	Napowietrzanie szybu windowego oraz grawitacyjny upust powietrza z przedsionków windowych na kondygnacjach 1, 2 oraz 3	38
4.3.	Mechaniczny nawiew powietrza do holu głównego na kondygnacji 0	40
5.	Instalacje ogrzewania i chłodzenia	43
5.1.	Projektowe obciążenia cieplne i chłodnicze	43
5.2.	Systemy ogrzewania i chłodzenia	44
5.2.1.	Belki grzewczo-chłodzące (obieg COB i WLB)	44
5.2.2.	Zasilanie nagrzewnic wentylacyjnych (obieg COT1 i COT2)	46
5.2.3.	Zasilanie chłodnic wentylacyjnych (obieg WLT)	47
5.2.4.	Instalacja przygotowania CWU (obieg PC-CWU)	47
5.2.5.	Ogrzewanie podłogowe Holu głównego	48
5.2.6.	Podgrzewanie zjazdu do garażu	49
5.2.7.	Osuszanie – archiwum	50
5.2.8.	Klimatyzacja pomieszczenia technicznego T.-157	50
5.3.	Wymagania materiałowe dla instalacji ogrzewania i chłodzenia	50
5.3.1.	Układy pompowe	50
5.3.2.	Przewody rurowe	51
5.3.3.	Izolacja termiczne i przeciwykropleniowe	51
5.3.4.	Zabezpieczenia antykorozyjne	52



5.3.5.	Zabezpieczenia ppoż. instalacji ogrzewania i chłodzenia	53
5.3.6.	Armatura	53
6.	Źródło ciepła i chłodu	55
6.1.	Maszynownia pomp ciepła	55
6.1.1.	Obiegi po stronie budynku	56
6.1.2.	Obiegi po stronie źródła	57
6.2.	Istotne elementy maszynowni pomp ciepła.....	57
6.2.1.	Pompy ciepła	57
6.2.2.	Dolne źródło ciepła (DZC) – gruntowe sondy pionowe	60
6.2.3.	Pompy obiegowe	64
6.2.4.	Bufory	64
6.2.5.	Wymienniki ciepła	65
6.2.6.	Rozdzielacze	66
6.2.7.	Zabezpieczenie instalacji	67
6.3.	Opomiarowanie źródła ciepła i chłodu.....	67
6.4.	Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia.....	68
7.	Wymagania odnośnie charakterystyki energetycznej i fizyki budowli.....	69
7.1.	Wymagania ogólne.....	69
8.	Hałas i wibracje.....	70
9.	Wytyczne międzybranżowe.....	71
9.1.	Architektura i konstrukcja	71
9.2.	Instalacje elektryczne	71
9.3.	Instalacje wod-kan.....	71
9.4.	Instalacje AKPiA i system BMS.....	72
10.	Wymagania dotyczące projektowania	76
11.	Wymagane próby, testy, badania odbiorowe – kontrola jakości.....	78
II.	CZĘŚĆ INFORMACYJNA	80
12.	Przepisy i wytyczne związane	80



I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot zamówienia

1.1. Zakres opracowania

Przedmiotem zamówienia jest realizacji zadania pn. „Budynek niemal zero-energetyczny Rektorat PP z garażem podziemnym na terenie kampusu Politechniki Poznańskiej „Warta” w Poznaniu. Roboty ziemne, stan surowy otwarty, stan surowy zamknięty, instalacje wewnętrzne sanitarne, mechaniczne, elektryczne, technologiczne i niskoprądowe, sieci zewnętrzne, przyłącza do budynku, roboty drogowe, roboty związane z zagospodarowaniem terenu, roboty wykończeniowe zewnętrzne i wewnętrzne wraz z dostarczeniem elementów wyposażenia wewnątrz w ramach formuły zaprojektuj i wybuduj wraz z uzyskaniem pozwolenia na użytkowanie.”

Niniejsze PFU opisuje część ogólnego zadania składającego się z:

- a) Wykonania Projektu Wykonawczego z zakresu instalacji ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji HVAC: 4 egzemplarze wersji papierowej oraz 1 egzemplarz wersji elektronicznej dla:
 - instalacji wentylacji ogólnej i klimatyzacji,
 - instalacji wentylacji pożarowej,
 - instalacji ogrzewania,
 - instalacji chłodzenia,
 - źródło ciepła i chłodu,zawierającego:
 - część opisową, w tym m.in. : opisy poszczególnych rozwiązań projektowych, obliczenia potwierdzające doboru poszczególnych elementów instalacji, urządzeń oraz dobranych izolacji, karty doborowe urządzeń,
 - część rysunkową, w tym m.in. rzuty, schematy, przekroje, opracowania warsztatowe.
- b) dostawy materiałów i urządzeń oraz wykonania wszystkich prac zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- c) wykonania wszystkich prac opisanych w pkt. 1a zgodnie z zaakceptowanym przez Zamawiającego Projektem Wykonawczym,
- d) opracowania Specyfikacji Wykonania i Odbioru Robót,
- e) przeprowadzenia prób, odbiorów, uruchomienia i przetestowania wszystkich elementów / instalacji,
- f) wykonania Dokumentacji Powykonawczej dla wszystkich instalacji sanitarnych (grzewczych, chłodniczych, wentylacyjnych i źródła ciepła i chłodu), opisanych w pkt. 1a z naniesionymi zmianami do Projektu Wykonawczego: 4 egzemplarze wersji papierowej oraz 1 egzemplarz wersji elektronicznej.

Wyżej wymienione opracowania projektowe będą obejmowały swoim zakresem między innymi takie opracowania cząstkowe jak:

- projekt geologiczny dolnego źródła ciepła/chłodu,
- plan ruchu zakładu górniczego,



- wieloletnią symulację energetyczną i optymalizację parametrów dolnego źródła ciepła/chłodu,
- symulację CFD działania wentylacji pożarowej,
- raporty z badań i testów,
- bilanse grzewcze, chłodnicze i wentylacyjne oraz obliczenia charakterystyki energetycznej dla budynku i instalacji HVAC,
- karty zatwierdzeń materiałowych,
- szczegółowe obliczenia mostków cieplnych
- badanie termicznego testu gruntu (TRT)
- symulację energetyczną dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła
- inne szczegółowe analizy i opracowania uzupełniające,

Projekty, jak i realizacja Inwestycji na wszystkich etapach podlegają weryfikacji przez przedstawicieli Zamawiającego, zgodnie z procedurami opisanymi w SIWZ.

Wszystkie dokumenty przetargowe należy czytać i traktować jako całość opisującą szczegółowo całe zadanie. Obowiązuje hierarchia dokumentów określona w SIWZ.

1.2. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania niemniejszego PFU było wykorzystanie następującej dokumentacji oraz opracowań:

- Koncepcji architektonicznej obiektu,
- Wytyczne inwestora,
- Ustalenia międzybranżowe oraz z docelowym użytkownikiem obiektu,
- Projekt budowlany oraz Projekt Techniczny,
- Programy funkcjonalno-użytkowe (PFU) pozostałych branż,
- Wytyczne ochrony przeciwpożarowej,

1.3. Uwagi ogólne

Objaśnienia stosowanych w PFU skrótów:

- SIWZ - Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia
- PFU - Program Funkcjonalno-Użytkowy
- HVAC - z j. ang. - instalacje ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji oraz źródła ciepła i chłodu
- PB - Projekt Budowlany
- PT- Projekt Techniczny
- PW - Projekt Wykonawczy
- PPW - Projekt powykonawczy
- KT - Karty Technologiczne pomieszczeń
- SRC - System Różnicowania Ciśnień
- SAP - Sygnał Alarmu o Pożarze
- SSP - System Sygnalizacji Pożaru
- CSP - Centrala Sygnalizacji Pożaru



- AHU - Air Handling Unit - centrala wentylacyjna
 - DCV - Demand Controlled Ventilation - wentylacja regulowana w funkcji zapotrzebowania/obciążenia
 - VAV - Variable Air Volume - regulator / układ zmiennego strumienia powietrza
 - CAV - Constant Air Volume - regulator / układ stałego strumienia powietrza
-
- Wszelkie rozwiązania projektowe i wykonawcze wymagają pełnej akceptacji Zamawiającego (projekt wykonawczy PW oraz karty zatwierdzeń materiałowych dla wszystkich wbudowywanych elementów przed przystąpieniem do wykonawstwa danego zakresu). Szczegółowa procedura weryfikacji części projektowej, wykonawczej i powykonawczej opisana jest w SIWZ.
 - Wymagane jest równoległe opracowywanie i konsultowanie z Zamawiającym kolejnych etapów obliczeń charakterystyki energetycznej i projektu wykonawczego (PW). Wymagane jest uwzględnianie w projektowaniu wpływu rozwiązań na charakterystykę energetyczną obiektu.
 - Wszelkie założenia do projektowania, obliczenia bilansowe itp. należy wykonać i zatwierdzić u Zamawiającego w pierwszej kolejności, przed wydaniem jakiegokolwiek części dokumentacji projektowej.
 - Wszelkie wartości liczbowe podane w materiałach przetargowych należy traktować jako dane o charakterze orientacyjnym, wymagające ostatecznej weryfikacji na etapie projektu wykonawczego (PW) oraz finalnej akceptacji Zamawiającego. Jakiegokolwiek zmiany wartości liczbowych z materiałów przetargowych (PFU) na etapie projektu wymagają zatwierdzenia przez Zamawiającego w procesie uzgadniania dokumentacji przed jej wydaniem i przystąpieniem do wykonawstwa.
 - Jeżeli jakiegokolwiek dane dotyczące obiektu i jego instalacji, podane w materiałach przetargowych, okazałyby się niezgodne z przepisami, najlepszą wiedzą techniczną, zasadami projektowania, dobrymi praktykami itp. należy je skorygować w porozumieniu z Zamawiającym przed złożeniem oferty (zapytania w trakcie postępowania przetargowego) lub w trakcie realizacji zadania oraz przyjąć odpowiednie założenia (zaakceptowane przez Zamawiającego) w opracowywanym projekcie.
 - Wykonawca zobowiązany jest wykonać kompletne, w pełni sprawne i działające zgodnie z założeniami materiałów przetargowych instalacje HVAC
 - Podstawę opracowania PW instalacji HVAC stanowią: PB, PT, KT (tabela parametryczna pomieszczeń) i aktualne PW wszystkich branż, opracowywane równoległe z PW HVAC w ramach niniejszego zadania. Zamawiający wymaga pełnej i bieżącej koordynacji międzybranżowej. W przypadku rozbieżności pomiędzy poszczególnymi elementami dokumentacji przetargowej, obowiązuje hierarchia ważności dokumentów zgodna z SIWZ.
 - Zamawiający zwraca uwagę Wykonawcy na obowiązek uwzględnienia wszelkich zmian przedstawionych w dokumentach wyższych w hierarchii w stosunku do pozostałych



dokumentów (PFU w stosunku do PB i PT, KT w stosunku do PB i PT itp.). Wszelkie rozwiązania opisane w niniejszym PFU i KT są nadrzędne w stosunku do pozostałych elementów dokumentacji przetargowej.

- W budynku, ze względu na jego charakter wymagane jest zastosowanie najlepszych dostępnych procedur, technologii, rozwiązań itp., mających na celu uzyskanie możliwie jak najwyższej jakości funkcjonalnej i estetycznej zrealizowanych instalacji. W związku z tym, wszelkie widoczne elementy instalacji np. na korytarzach, w biurach itp. muszą być wykonane w wysokim standardzie estetycznym i bezwzględnie podlegają uzgodnieniu (standard wykończenia, faktury, powierzchni, kształtu, kolorystyki itp.) z przedstawicielami Zamawiającego (Architektura i HVAC) .

Zamawiający wymaga, aby następujące urządzenia pochodziły od jednego producenta:

- belki grzewczo-chłodzące
- regulatory zmiennego przepływu VAV
- centrale wentylacyjne
- system automatyki integrujący pracę central wentylacyjnych, belek chłodzących i regulatorów zmiennego przepływu VAV.

Wykonawca ma obowiązek uzyskać akceptację weryfikatora branżowego HVAC dla przedstawionego projektu wykonawczego oraz dla kart materiałowych belek chłodzących, regulatorów zmiennego przepływu VAV, central wentylacyjnych, systemu automatyki integrującego pracę central wentylacyjnych, belek grzewczo-chłodzących i regulatorów zmiennego przepływu VAV.

W ramach akceptacji materiałowej Wykonawca ma obowiązek wykonać stanowisko demonstracyjno-pomiarowe pozwalające na pomiar najważniejszych parametrów urządzeń, w tym co najmniej 1 szt. centrali wentylacyjnej NW2, 1 szt. belki chłodzącej i 1 szt. regulatora zmiennego przepływu VAV. Dopuszcza się rozdzielenie stanowiska na dwa stanowiska:

- stanowisko centrali wentylacyjnej wraz z systemem automatyki integrującym pracę centrali wentylacyjnej z pozostałymi urządzeniami w obrębie linii wentylacyjnej oraz,
- stanowisko belki grzewczo-chłodzącej wraz z regulatorem zmiennego przepływu VAV i systemem automatyki integrującym pracę belek chłodzących i regulatorów zmiennego przepływu VAV.

Na stanowisku pomiarowym centrali wentylacyjnej wymagany jest m.in. ciągły pomiar i rejestracja m.in. następujących parametrów: ciśnienia dyspozycyjnego, strumienia powietrza dla wentylatorów indywidualnie, poboru mocy elektrycznej obu wentylatorów, straty ciśnienia na filtrach itp.). Na stanowisku pomiarowym belki grzewczo-chłodzącej wraz z regulatorem zmiennego przepływu VAV wymagany jest m.in. ciągły pomiar i rejestracja m.in. następujących parametrów: strumienia



powietrza dla regulatora VAV, strumienia czynnika grzewczego/chłodzącego na zasilaniu/powrocie, temperatur powietrza świeżego i nawiewanego. Dla obu stanowisk należy uzyskać parametry pracy urządzeń w zakresie od 30 do 100% wartości nominalnych.

Warunkiem akceptacji kart materiałowych wymienionych urządzeń jest dołączenie do karty protokołu z badań potwierdzającego uzyskanie w ramach cyklu pomiarowego parametrów doborowych wymaganych od wymienionych urządzeń w ramach PFU. Badania muszą się odbyć w obecności weryfikatora branży HVAC z ramienia Zamawiającego, a protokół pomiarowy musi być przez niego parafowany dla zatwierdzenia karty materiałowej.



2. Parametry cieplne i energetyczne budynku

2.1. Bilans mocy obiektu

Podsumowanie bilansu grzewczego obiektu:

Obieg grzewczy belek grzewczo-chłodzących (COB)	60 kW
Zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych na poziomie -1 (COT1)	27 kW
Zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych na poziomie +2 (COT2)	7,5 kW
Zasilanie pompy ciepła CWU (PC-CWU)	8 kW
Podgrzew zjazdu do garażu	24,2 kW
SUMA	126,7 kW

Podsumowanie bilansu chłodniczego obiektu:

Obieg chłodniczy belek grzewczo-chłodzących (WLB)	60 kW
Zasilanie chłodnic central wentylacyjnych na poziomie -1 (WLT)	121 kW
SUMA	181 kW

2.2. Standardowe parametry klimatu zewnętrznego w Poznaniu

Polska wg normy PN-76/B-03420 oraz PN-82/B-02403 (PN-EN 12831:2004 oraz PN-EN 12831:2006) podzielona jest na 5 stref klimatycznych w okresie zimowym oraz 2 strefy klimatyczne w okresie letnim. Poszczególnym strefom przypisane są parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego, które służą do obliczenia projektowych obciążeń cieplnych i chłodniczych oraz wymiarowania urządzeń oraz instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego dla okresu zimowego i letniego wg PN-76/B-03420 przedstawiono w tablicy.

Tablica 2.2.1 Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego dla okresu zimowego

Strefa klim. ZIMA	Zima			
	t_s, t_m	h	x	ϕ
	°C	kJ/kg	g/kg	%
II	-18	-15,9	0,9	100



Oznaczenia: t_s/t_m – temperatura wg termometru suchego / mokrego; h – entalpia powietrza, x – zawartość powietrza w powietrzu, ϕ – wilgotność względna powietrza

Tablica 2.2.2 Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego dla okresu letniego

Strefa klim. LATO	Miesiąc	t_s	t_m	x	ϕ
		°C	°C	g/kg	%
II	kwiecień	19,5	15,5	11,9	45
	maj	25	18,2		
	czerwiec	28,2	19,9		
	lipiec	30	21		
	sierpień	30	21		
	wrzesień	26,6	19,3		

Oznaczenia: t_s/t_m – temperatura wg termometru suchego/mokrego; h – entalpia powietrza, x – zawartość powietrza w powietrzu, ϕ – wilgotność względna powietrza

Dla zapewnienia współczynnika bezpieczeństwa dla układów chłodzenia, obliczeniową wilgotność względną powietrza zewnętrznego przyjęto na poziomie 50%, przy temperaturze termometru suchego 30°C.

Do przeprowadzenia analiz szczegółowych (projektowa charakterystyka energetyczna) wykorzystuje się dane klimatyczne dostępne na stronie internetowej Ministerstwa ds. Budownictwa (www.mib.gov.pl), gdzie przedstawione są typowe lata meteorologiczne wyznaczone na podstawie danych IMiGW i opracowane zgodnie z normą wg EN ISO 15927-2.

Typowe lata meteorologiczne ze strony ministerstwa przedstawiają parametry klimatu zewnętrznego w formie danych godzinowych. Dla każdej z godzin roku dostępne są informacje na temat: temperatury powietrza zewnętrznego, wilgotności względnej, zawartości wilgoci, promieniowania słonecznego. Parametry te wykorzystano w obliczeniach energetycznych projektowanego budynku.



2.3. Parametry środowiska wewnętrznego

W poszczególnych grupach pomieszczeń ustala się następujące parametry obliczeniowe dla instalacji ogrzewania/chłodzenia i wentylacji (klimatyzacji):

Tablica 2.3.1. Parametry wewnętrzne dla poszczególnych grup pomieszczeń

Lp.	Pomieszczenia	Klimatyczne warunki brzegowe	Wentylacja	Ogrzewanie / chłodzenie	Uwagi
1	Sale posiedzeń	Zima 20°C ± 1K, Lato 24°C ± 1K, wilg. wzgl. 40-60%	mechaniczna wentylacja nawiewno- wywiewna mieszająca, 30 m ³ /(h os.)	ogrzewanie/ chłodzenie z wykorzystaniem belek	czujniki CO ₂ ≤ 1000 ppm regulacja VAV
2	Pomieszczenia biurowe	Zima 20°C ± 1K, Lato 24°C ± 1K, wilg. wzgl. 40-60%	mechaniczna wentylacja nawiewno- wywiewna mieszająca, 36 m ³ /(h os.)	ogrzewanie/ chłodzenie z wykorzystaniem belek	czujniki obecności / CO ₂ ≤ 1000 ppm regulacja VAV
3	Sanitariaty	Zima 20° - 24°C, Lato 24° - 26°C - wynikowa - brak regulacji temperatury i wilgotności latem	mechaniczna wentylacja nawiewno- wywiewna	ogrzewanie powietrzem nawiewanym, brak chłodzenia	CAV, harmonogram czasowy
4	Korytarze i hole	Zima 18° - 22°C, lato 24°C - 26°C przy temp. zew. do 32°C, przy temp. zew. >32°C 6K poniżej temp. zew., brak regulacji wilgotności	mechaniczna wentylacja mieszająca	ogrzewanie podłogowe w holu głównym, brak ogrzewania w pozostałych strefach, brak chłodzenia	regulacja VAV, harmonogram czasowy
5	Pomieszczenia techniczne	Zima: +12°C / +16°C Lato: wynikowo brak regulacji wilgotności	wywiew mechaniczny, nawiew o ile to możliwe transfer z korytarzy (ppoż.)	brak ogrzewania, brak chłodzenia	CAV, harmonogram czasowy
6	Garaż podziemny	Zima 5°C Lato: wynikowo	mechaniczna wentylacja wywiewna	brak ogrzewania, brak chłodzenia	stężenie CO



2.4. Parametry termiczne przegród zewnętrznych budynku

Założono parametry termiczne obudowy budynku dla spełnienia wymagań Rozporządzenia Ministra ds. Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422 - tekst jednolity do Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami), przewidzianych do stosowania od dnia 01.01.2021 r.

Parametry przegród zewnętrznych projektowanego budynku zestawiono w tabeli:

Tablica 2.4.1. Parametry termiczne przegród zewnętrznych – dopuszczalne wartości obliczeniowe

Lp.	Przegroda	Współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K]
1.	Ściana zewnętrzna między oknami (w pionie)	0,15
2.	Ściana zewnętrzna za pilastrem	0,15
3.	Ściana zewnętrzna poniżej poziomu gruntu	0,18
4.	Strop nad wejściem	0,20
5.	Stropodach	0,12
6.	Strop nad garażem	0,18
7.	Drzwi wewnętrznych	2,00
8.	Ściany wewnętrzne	1,00
9.	Główne drzwi wejściowe	1,30*
10.	Drzwi wejściowe boczne	1,30*
11.	Okna z elementem wentylacyjnym (fasady)	0,75*

* - Maksymalna dopuszczalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla komponentów oszklonych (okna, fasady, drzwi itp.) wyznaczona będzie przez Wykonawcę dla całego zestawu, tj. rama + mostki + szklenie, zgodnie z PN-EN ISO 10077.

Szczelność powietrzna budynku

Budynek w całości spełniać będzie wysokie wymagania szczelności powietrznej i dyfuzyjnej. Dla spełnienia standardu budynku niemal zero-energetycznego przyjęto wskaźnik szczelności powietrznej, dla różnicy ciśnienia na przegrodzie zewnętrznej 50 Pa – nie więcej niż 1,92 wymiany powietrza na godzinę w odniesieniu do jednostki powierzchni przegród zewnętrznych ($q_{50} < 1,92 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ wg PN EN 13829). Szczelność powietrzna obudowy zostanie sprawdzona metodą ciśnieniową, zarówno na etapie wykonywania jak i po zrealizowaniu budynku (dwukrotne badanie BlowerDoor-Test) przez Wykonawcę.



2.5. Parametry sprawności energetycznej instalacji

Moce właściwe wentylatorów zdefiniowano w tablicy

Tablica 2.5.1. Moce właściwe wentylatorów wg obowiązujących przepisów

Lp.	Rodzaj i zastosowanie wentylatora	Maksymalna moc właściwa wentylatora [kW/(m ³ /s)]
1	Wentylator nawiewny:	
	a) złożona instalacja klimatyzacji	1,60
	b) prosta instalacja wentylacji	1,25
2	Wentylator wywiewny:	
	a) złożona instalacja klimatyzacji	1,00
	b) prosta instalacja wentylacji	1,00
	c) instalacja wywiewna	0,80

Przewidziano wykorzystanie central wentylacyjnych i wentylatorów charakteryzujących się wartościami mocy właściwej wentylatorów nie przewyższającej wartości obowiązującej wg aktualnych przepisów.

Izolacja cieplna ścian central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych wewnętrznych (w maszynowniach) - 50 mm.

Zaprojektowano izolację cieplną przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i instalacji wentylacyjnych oraz klimatyzacyjnych spełniającą następujące wymagania minimalne określone w tabeli.

Tablica 2.5.2. Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) ¹)
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	½ wymagań z poz. 1-4



6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1-4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:*) izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna,

¹⁾ przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodzenia ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej

²⁾ izolacja cieplna wykonana jako powietrzno-szczelna,

Szczegółowe parametry charakteryzujące sprawności energetyczne instalacji opisane są w PFU - Projektowa charakterystyka energetyczna.



3. Instalacja wentylacji ogólnej i klimatyzacji

3.1. Dane wyjściowe - założenia

Zadaniem systemów wentylacyjnych jest:

- zapewnienie niezbędnych ilości świeżego powietrza dla osób przebywających w pomieszczeniach,
- wentylacja pomieszczeń zgodnie z wytycznymi technologicznymi.

Dla zapewnienia wymaganych parametrów klimatu wewnętrznego zastosowano układy wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, grzaniem, chłodzeniem nawilżaniem, osuszaniem powietrza. Do odzysku ciepła zastosowano wymienniki przeciwprądowe i regeneratory obrotowe.

Parametry obliczeniowe klimatu zewnętrznego do wyznaczania mocy grzewczych i chłodniczych układów wentylacyjnych w okresach zimowym i letnim przyjęto zgodnie z tablicą

Tablica 3.1. Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego

Sezon	Temperatura obliczeniowa [°C]	Wilgotność względna [%]
zima	-18	100
lato	+32	45

Powietrze świeże dla central NW0-NW3 oraz NWM zlokalizowanych w pomieszczeniu T.-101 jest czerpane z wykorzystaniem istniejącej wolnostojącej wieżowej czepni powietrznej dla budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Powietrze zewnętrzne dla central wentylacyjnych NWS1, NWS2 i NWK zlokalizowanych w pomieszczeniu T.257 na kondygnacji +2 dostarczane będzie z czepni dachowych.

Powietrze usuwane będzie wyrzutniami zlokalizowanymi na dachu budynku.

3.2. Bilans powietrza wentylacyjnego - kryteria

Minimalne, nominalne strumienie powietrza dla poszczególnych pomieszczeń przedstawiono w tabeli bilansowej powietrza w PT, a obliczenia oparto o tabelę parametryczną pomieszczeń. W przypadku zmiany danych w tabeli parametrycznej pomieszczeń w projekcie wykonawczym należy dostosować strumienie do zmienionych wartości zgodnie z poniższymi założeniami. W ramach projektu wykonawczego należy skorygować doboru urządzeń, kanałów, armatury.

Dla obliczeń bilansu powietrza przyjęto liczbę osób i przyborów sanitarnych zgodnie z PB oraz zgodnie z aktualnymi kartami technologicznymi pomieszczeń i rzutami architektonicznymi oraz danymi uzyskanymi od Inwestora. Strumień powietrza higienicznego przyjęto w ilości min. 36 m³/h-os



dla małych pomieszczeń (pomieszczenia dla 3 osób) i min. 30 m³/h-os dla pomieszczeń większych. Współczynniki niejednoczesności użytkowania pomieszczeń i grup pomieszczeń przyjęto na podstawie ustaleń z Inwestorem. Dla przyborów sanitarnych przewidziano strumienie powietrza w ilości: miska ustępowa 50 m³/h szt., pisuar 30 m³/h szt., prysznic 120 m³/h szt. W pomieszczeniach pomocniczych i technicznych przyjęto wytyczne technologiczne oraz normatywne ilości wymian powietrza dla danego typu pomieszczenia.

3.3. Linie wentylacji ogólnej - opisy szczegółowe

W budynku przewidziano 12 linii wentylacyjnych:

- NW0 wentylacja kondygnacji P0
- NW1 wentylacja kondygnacji P1
- NW2 wentylacja kondygnacji P2
- NW3 wentylacja kondygnacji P3
- NWS1 wentylacja pomieszczeń sanitarnych P0-P3
- NWS2 wentylacja pomieszczeń sanitarnych P0-P3
- NWK wentylacja klatek schodowych oraz szybów windowych
- NWM wentylacja maszynowni PC
- WW1 wywiew z pomieszczenia śmietnika
- WW2 wywiew z pomieszczenia sanitarnego Ł305
- WW3 wywiew z pomieszczenia sanitarnego Ł317
- WG-1 wywiew z garażu

Centrale NW0-NW3 oraz NWM zlokalizowane są w pomieszczeniu T.-101 na kondygnacji -1, a centrale wentylacyjne NWS1, NWS2 i NWK zlokalizowanych w pomieszczeniu T.257 na kondygnacji +2.

Wszystkie wyrzutnie zlokalizowane są na dachu. Centrale NW0-NW3 oraz NWM czerpią powietrze z komory kurzowej i istniejącej czerpni budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania. Pozostałe centrale czerpią powietrze świeże z wykorzystaniem czerpni dachowych.

Symbol	Lokalizacja	Strumień powietrza	Moc chłodnicza	Moc grzewcza
[-]	[-]	[m ³ /h]	[kW]	[kW]
NW0	T.-101	3 300	22.0	7.4
NW1	T.-101	4 600	29.0	9.6
NW2	T.-101	4 600	35.0	10.1
NW3	T.-101	3 700	35.0	9.1
NWS1	T.257	890	-	2.3
NWS2	T.257	860	-	2.2
NWK	T.257	1 200	-	3.0
NWM	T.-101	400	-	-

Dla obiektu projektuje się instalację wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. System ogrzewania/chłodzenia budynku oparty jest o aktywne belki grzewczo-chłodzące z



doprowadzeniem powietrza świeżego - pierwotnego. Wentylacja ogólna ma na celu dostarczenie niezbędnej ilości powietrza świeżego z uwzględnieniem wymogów higienicznych oraz minimalnego, wymaganego strumienia powietrza doprowadzanego do belek w celu zapewnienia ogrzewania i chłodzenia.

Wentylacja ogólna jest podzielona na poszczególne linie NW0-NW3, gdzie każda centrala obsługuje indywidualną kondygnację (0, +1, +2 i +3) oraz pozostałe linie obsługujące sanitariaty (NW-S1/2), komunikację NWK, maszynownię (NWM) oraz linie wywiewne.

Zabezpieczenia przeciwzamrozeniowe w centralach obejmują frost na powietrzu oraz frost na wodzie (pomiar temperatury obiegu zasilania).

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NW0 zaprojektowano centralę wentylacyjną stojącą składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=3300\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=470\text{Pa}$, $P_{el}=1.6\text{kW}$ (znamionowa),
- wentylator wyciągowy $V_w=3300\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=470\text{Pa}$, $P_{el}=1.6\text{kW}$ (znamionowa),
- filtr powietrza ePM1 50% (F7) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- sorpcyjny obrotowy wymiennik odzysku ciepła,
- chłodnicą wodną o mocy 22.0 kW ($t_z/t_p=10/15^\circ\text{C}$),
- nagrzewnicą wodną o mocy 7.4 kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NW1 zaprojektowano centralę wentylacyjną stojącą składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=4600\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- wentylator wyciągowy $V_w=4600\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- filtr powietrza ePM1 50% (F7) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- sorpcyjny obrotowy wymiennik odzysku ciepła,
- chłodnicą wodną o mocy 29.0kW ($t_z/t_p=10/15^\circ\text{C}$),
- nagrzewnicą wodną o mocy 9.6kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NW2 zaprojektowano centralę wentylacyjną stojącą składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=4600\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- wentylator wyciągowy $V_w=4600\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- filtr powietrza ePM1 50% (F7) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- sorpcyjny obrotowy wymiennik odzysku ciepła,
- chłodnicą wodną o mocy 35.0kW ($t_z/t_p=10/15^\circ\text{C}$),
- nagrzewnicą wodną o mocy 10.1kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),



- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NW3 zaprojektowano centralę wentylacyjną stojącą składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=3700\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- wentylator wyciągowy $V_w=3700\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=465\text{Pa}$, $P_{el}=2.4\text{kW}$ (znamionowa),
- filtr powietrza ePM1 50% (F7) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- sorpcyjny obrotowy wymiennik odzysku ciepła,
- chłodnicą wodną o mocy 35.0kW ($t_z/t_p=10/15^\circ\text{C}$),
- nagrzewnicą wodną o mocy 9.1kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Centrala NW0-NW3 pobierają powietrze świeże z komory kurzowej i istniejącej czerpni budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania. Centrale mają możliwość regulacji udziału powietrza świeżego 0-100%.

Centrale wentylacyjne obsługujące linie NW0-NW3 wyposażone są w układ przepustnic regulacyjnych z siłownikami po stronie powietrza czerpanego/wyrzucanego, które umożliwiają pracę z regulacją w zakresie od 0-100% udziału powietrza świeżego. W okresie typowej pracy w okresie dziennym centrale pracują ze 100% udziałem powietrza świeżego. W okresach postoju budynku i w okresach nocnych, przy braku wymagań higienicznych i potrzebie wentylacji wynikającej z konieczności wspomoczenia pracy belek indukcyjnych centrale wentylacyjne pracować będą z pełną recyrkulacją i bez udziału powietrza świeżego.

Centrale wyposażone są w wymiennik obrotowy sorpcyjny i nawilżacz parowy kanałowy, zwymerowane dla uzyskania parametrów komfortu w pomieszczeniach w przedziale $20^\circ\text{C} \pm 1\text{K}$ (zima) i $24^\circ\text{C} \pm 1\text{K}$ (lato) oraz wilgotności względnej 40-60%.

Obsługiwane linie wyposażone są w regulatory przepływu VAV.

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NWS1 zaprojektowano centralę wentylacyjną podwieszaną składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=890\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$,
- wentylator wyciągowy $V_w=890\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$ (znamionowa),
- filtr powietrza ePM1 70% (F6) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- przeciwprądowy wymiennik odzysku ciepła,
- nagrzewnicą wodną o mocy 2.2kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- przepustnice,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).



Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NWS2 zaprojektowano centralę wentylacyjną podwieszaną składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=860\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$,
- wentylator wyciągowy $V_w=860\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$,
- filtr powietrza ePM1 70% (F6) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- przeciwprądowy wymiennik odzysku ciepła,
- nagrzewnica wodna o mocy 2.3kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- przepustnice,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Centrale NWS1-NWS2 pobierają powietrze świeże z czerpni dachowych. Centrale zapewniają ogrzewanie pomieszczeń sanitariatów. Obsługiwane linie są stałoprzepływowe, a zmiana strumienia odbywa się z wykorzystaniem harmonogramu czasowego i z uwzględnieniem zapotrzebowania ciepła do ogrzewania sanitariatów. W okresach wyłączenia budynku i w okresach nocnych praca linii jest konieczna, gdy w pojedynczych pomieszczeniach dochodzi do znacznego spadku temperatury lub w większej liczbie pomieszczeń do delikatnego spadku.

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NWK zaprojektowano centralę wentylacyjną stojącą składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=1200\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=1.9\text{kW}$,
- wentylator wyciągowy $V_w=1200\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=250\text{Pa}$, $P_{el}=1.9\text{kW}$,
- filtr powietrza ePM1 50% (F7) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- przeciwprądowy wymiennik odzysku ciepła,
- nagrzewnica wodna o mocy 3.0kW ($t_z/t_p=35/30^\circ\text{C}$),
- przepustnice,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Centrala pobiera powietrze świeże z czerpni dachowej. Obsługiwana linia jest stałoprzepływowa, a zmiana strumienia odbywa się z wykorzystaniem harmonogramu czasowego.

Do obsługi linii nawiewno-wyciągowej NWM zaprojektowano centralę wentylacyjną podwieszaną składającą się z następujących elementów:

- wentylator nawiewny $V_n=400\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=150\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$,
- wentylator wyciągowy $V_w=400\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=150\text{Pa}$, $P_{el}=0.5\text{kW}$,
- filtr powietrza ePM1 70% (F6) na nawiewie,
- filtr powietrza ePM10 60% (M5) na wywiewie,
- przeciwprądowy wymiennik odzysku ciepła,
- nagrzewnica elektryczna o mocy 0.5kW,
- przepustnice,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Obsługiwana linia jest stałoprzepływowa, a zmiana strumienia odbywa się z wykorzystaniem harmonogramu czasowego.



Do obsługi linii wyciągowej WW1 zaprojektowano wentylator dachowy o parametrach:

- $V_w=400\text{m}^3/\text{h}$
 - $\Delta p=150\text{Pa}$
 - $P_{el}=0.2\text{kW}$,
 - połączenie z automatyką budynkową (BMS).
- Wentylator pracujący w trybie ciągłym 24/7 z możliwością ręcznego sterowania (wyłączenia)

Do obsługi linii wyciągowej WW2 zaprojektowano wentylator dachowy o parametrach:

- $V_w=120\text{m}^3/\text{h}$
- $\Delta p=50\text{Pa}$
- $P_{el}=0.1\text{kW}$,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Wentylator cichy, o niskiej mocy akustycznej. Praca wentylatora sprzężona z czujnikiem obecności w obsługiwany pomieszczeniu, z definiowanym czasem wybiegu do wyłączenia, skorelowana z pracą regulatorów VAV nawiewnego i wywiewnego obsługujących sąsiednie pomieszczenie, w celu zapewniania zbilansowania ciśnień.

Do obsługi linii wyciągowej WW3 zaprojektowano wentylator dachowy o parametrach:

- $V_w=120\text{m}^3/\text{h}$
- $\Delta p=50\text{Pa}$
- $P_{el}=0.1\text{kW}$,
- połączenie z automatyką budynkową (BMS).

Wentylator cichy, o niskiej mocy akustycznej. Praca wentylatora sprzężona z czujnikiem obecności w obsługiwany pomieszczeniu, z definiowanym czasem wybiegu do wyłączenia, skorelowana z pracą regulatorów VAV nawiewnego i wywiewnego obsługujących sąsiednie pomieszczenie, w celu zapewniania zbilansowania ciśnień.

Do obsługi linii wyciągowej WG1 projektuje się układ wentylacji ogólnej mechanicznej wywiewnej dla garażu z nawiewem kompensacyjnym z zewnątrz budynku. Szczegóły w rozdziale nr 4.4

3.4. Rozwiązania techniczne w poszczególnych typach pomieszczeń

Pomieszczenia biurowe

Pomieszczenia biurowe wyposażone są w system ogrzewania/chłodzenia oparty o aktywne belki grzewczo-chłodzące z doprowadzeniem powietrza świeżego - pierwotnego. Wentylacja ogólna ma na celu dostarczenie niezbędnej ilości powietrza świeżego z uwzględnieniem wymogów higienicznych



oraz minimalnego, wymaganego strumienia powietrza doprowadzanego do belki w celu zapewnienia ogrzewania i chłodzenia. Wentylacja ogólna jest podzielona na poszczególne linie NW0-NW3, a każda centrala obsługuje indywidualną kondygnację.

W zależności od liczby osób w pomieszczeniach przewidywane są dwa rozwiązania sterowania:

- w pomieszczeniach dla 1-3 osób na nawiewie i wywiewie przewidziano regulatory VAV/DCV pracujące w trybie ON/OFF sterowane na podstawie wskazań czujnika obecności ludzi w pomieszczeniu, z zadawanym w BMS czasem histerezy wyłączenia i załączenia (po pojawieniu się sygnału obecności i jego zaniku), regulatory z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego (OFF) i maksymalnego (ON),
- w pomieszczeniach dla 4 osób i więcej należy przewidzieć regulatory VAV z płynną regulacją strumienia powietrza (np. 0-10V), sterowane czujką stężenia CO₂, zadany poziom stężenia definiowany z poziomu BMS, regulatory z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego i maksymalnego.

W centralach zapewniono chłodzenie powietrza, jego podgrzewanie, częściowe osuszanie i nawilżanie.

Linia nawiewna obsługująca pomieszczenie doprowadza powietrze świeże poprzez regulator VAV zamontowany co do zasady w przestrzeni sufitu podwieszanego w korytarzu i tłumik akustyczny do belki grzewczo chłodzącej. Powietrze jest wywiewane przez kratkę wentylacyjną umieszczoną w suficie podwieszanym w pomieszczeniu. Rozwiązanie kratki wentylacyjnej i kolor RAL zgodny z wymogami branży architektonicznej. Z przestrzeni sufitu podwieszanego powietrze jest usuwane za pomocą instalacji wywiewnej zakończonej łagodnym wlotem i przepływa przez tłumik akustyczny i regulator VAV zamontowany co do zasady w przestrzeni sufitu podwieszanego w korytarzu.

Rozdział powietrza góra-góra.

Sale konferencyjne

Sale wykładowe i sale posiedzeń są zlokalizowane na poziomach +1, +2 i +3. Sale wyposażone są w system ogrzewania/chłodzenia oparty o aktywne belki grzewczo-chłodzące z doprowadzeniem powietrza świeżego - pierwotnego. Wentylacja ogólna ma na celu dostarczenie niezbędnej ilości powietrza świeżego z uwzględnieniem wymogów higienicznych oraz minimalnego, wymaganego strumienia powietrza doprowadzanego do belek w celu zapewnienia ogrzewania i chłodzenia. Wentylacja ogólna jest podzielona na poszczególne linie NW1-NW3, a każda centrala obsługuje indywidualną kondygnację.

Zastosowano regulatory VAV z płynną regulacją strumienia powietrza (np. 0-10V) sterowane czujką stężenia CO₂, zadany poziom stężenia definiowany z poziomu BMS, regulatory z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego i maksymalnego.

W centralach zapewniono chłodzenie powietrza, jego podgrzewanie, częściowe osuszanie i nawilżanie.

Linia nawiewna obsługująca pomieszczenie doprowadza powietrze świeże poprzez regulator VAV zamontowany co do zasady w przestrzeni sufitu podwieszanego w korytarzu i tłumik akustyczny do belek grzewczo-chłodzących. Powietrze jest wywiewane przez kratkę wentylacyjną umieszczoną w suficie podwieszanym w pomieszczeniu. Rozwiązanie kratki wentylacyjnej i kolor RAL zgodny z



wymogami branży architektonicznej. Z przestrzeni sufitu podwieszanego powietrze jest usuwane za pomocą instalacji wywiewnej zakończonej łagodnym wlotem i przepływa przez tłumik akustyczny i regulator VAV zamontowany co do zasady w przestrzeni sufitu podwieszanego w korytarzu.

Rozdział powietrza góra-góra.

Pomieszczenia sanitariatów

Pomieszczenia sanitariatów zlokalizowane są na poziomach 0, +1, +2 i +3 i obsługiwane przez linie wentylacyjne NW-S1 oraz NW-S2. Wentylacja ma na celu zapewnienie niezbędnej krotności wymian powietrza w pomieszczeniach i ilości powietrza wynikającej z wymogów higieniczno-sanitarnych. Nawiew i wywiew powietrza jest realizowany poprzez stalowe kratki malowane proszkowo z przepustnicą regulacyjną – zgodnie z branżą architektoniczną. Rozdział powietrza góra-góra. Regulacja stałoprzepływowa.

Tam gdzie wynika to z ilości strumieni nawiewanego i wywiewanego powietrza (różnica powyżej 50m³/h), między pomieszczeniami należy zastosować systemowe transferowe kratki tłumiące, z minimalnym poziomem tłumienia akustycznego 20dB(A). Kolor RAL uzgodnić z branżą architektury.

Komunikacja

Komunikacja i klatki schodowe obsługiwane są przez linie wentylacji ogólnej NW0-NW4 i linię NWK. Wentylacja ma na celu zapewnienie niezbędnej krotności wymian powietrza w komunikacji. Nawiew i wywiew powietrza jest realizowany poprzez stalowe kratki malowane proszkowo z przepustnicą regulacyjną - zgodnie z branżą architektoniczną. Rozdział powietrza góra-góra.

W wybranych przypadkach zastosowano przepływ transferowy do/z sąsiedniego pomieszczenia. Tam gdzie wynika to z ilości strumieni nawiewanego i wywiewanego powietrza (różnica powyżej 50m³/h), między pomieszczeniami zastosowano systemowe transferowe kratki tłumiące, z minimalnym poziomem tłumienia akustycznego 20dB(A). Kolor RAL uzgodnić z branżą architektury.

Pomieszczenia magazynowe, techniczne

Pomieszczenia magazynowe i techniczne obsługiwane są przez linie wentylacji ogólnej NW0-NW4. Wentylacja ma na celu zapewnienie niezbędnej krotności wymian powietrza. W przypadku pomieszczeń wyposażonych w system ogrzewania/chłodzenia oparty o aktywne belki grzewczo-chłodzące z doprowadzeniem powietrza świeżego – pierwotnego wentylacja ogólna ma na celu także dostarczenie minimalnego, wymaganego strumienia powietrza doprowadzanego do belki w celu zapewnienia ogrzewania i chłodzenia.

Nawiew i wywiew powietrza jest realizowany poprzez stalowe kratki malowane proszkowo z przepustnicą regulacyjną - zgodnie z branżą architektoniczną - a w przypadku pomieszczeń wyposażonych w belki powietrze jest doprowadzane do belki i usuwane przez kratę wywiewną. Rozdział powietrza góra-góra.

W wybranych przypadkach zastosowano przepływ transferowy do/z sąsiedniego pomieszczenia. Tam gdzie wynika to z ilości strumieni nawiewanego i wywiewanego powietrza (różnica powyżej 50m³/h),



między pomieszczeniami zastosowano systemowe transferowe kratki tłumiące, z minimalnym poziomem tłumienia akustycznego 20dB(A). Kolor RAL uzgodnić z branżą architektury.

Wentylacja parkingu podziemnego

Projektuje się układ wentylacji ogólnej mechanicznej wywiewnej dla garażu z nawiewem kompensacyjnym z zewnątrz budynku.

Ilość powietrza wywiewanego będzie równa strumieniowi powietrza zewnętrznego nawiewanego do garażu wyznaczonego w oparciu o najdłuższą drogę wyjazdu i wjazdu dla fazy zimnej i ciepłej pracy silnika pojazdu. Założona liczba miejsc parkingowych: 27 szt. Dopuszczalne stężenie tlenu węgla w garażu wg VDI 2053:2014 równe $CO_{dop} = 60$ ppm. Stężenie CO w powietrzu nawiewanym (zewnątrznym) $CO_{zew} = 0$ ppm. Wyliczona ilość powietrza wentylacyjnego dla garażu wynosi 3015 m³/h, przyjęto wartość równą 3000 m³/h. Do obsługi linii wywiewnej WG-1 projektuje się wentylator dachowy z wylotem pionowym o wydatku $V_w = 3000$ m³/h i sprężu $\Delta p = 270$ Pa wyposażony w podstawę dachową tłumiącą, przepustnicę zwrotną, wyłącznik serwisowy, reg. obrotów przystosowany do współpracy z systemem detekcji CO. Parametry elektryczne silnika wentylatora $N_e = 700W$, $3 \times 400V / \sim 50Hz$.

Wywiew z garażu przewidziano poprzez kratki z przepustnicą zlokalizowane na pionowych kanałach prostokątnych przy posadzce i pod stropem w czterech punktach hali garażowej. Zaprojektowano rozdział powietrza wywiewanego 50% góra i 50% dół. Zebrane powietrze będzie transportowane siecią kanałów prostokątnych rozproszonych wzdłuż ścian, pod stropem oraz pionowym kanałem prowadzonym w szachcie wentylacyjnym do wentylatora wywiewnego i usuwane na zewnątrz ponad dach.

Powietrze kompensacyjne do wentylacji garażu będzie doprowadzane z otoczenia poprzez cztery punkty nawiewne zlokalizowane w zewnętrznych pilastrach obudowy budynku (rozmieszczone w skrajnych czterech narożnikach budynku, po dwa punkty na dwóch przeciwległych ścianach). Punkty nawiewne składać się będą z kanału prostokątnego osadzonego w ścianie, połączonego z przepustnicą z siłownikiem on/off z możliwością szczelnego zamknięcia oraz zakończone kratką nawiewną 30cm nad posadzką.

Sterowanie pracą wentylacji (obrotami wentylatora wywiewnego) odbywać się będzie automatycznie z systemu detekcji w funkcji wielopunktowego pomiaru stężenia CO w garażu. Z uwagi na występowanie odwodnień liniowych i odpływów do kanalizacji podposadzkowej w garażu podziemnym niedopuszczone będzie parkowanie samochodów zasilanych LPG. Przy włączonym wentylatorze wywiewnym przepustnice na kanałach nawiewnych muszą pozostać w pozycji otwarte. Przewiduje się dwustopniową pracę instalacji: 50% nominalnej wydajności - w warunkach normalnego użytkowania garażu, z możliwością zaprogramowania obniżenia do 30% w godzinach nocnych, oraz 100% nominalnej wydajności - w przypadku przekroczenia dopuszczalnego stężenia CO wykrytego przez system detekcji (pierwszy próg alarmowy).

Wymagane zakresy pomiarowe stosowanych detektorów CO w przedziale 0-300 ppm. Detektory CO należy zlokalizować na wysokości ok. 1,8 m nad poziomem posadzki.

System detekcji CO musi spełniać wymogi normy PN-EN 50545 oraz PN-EN 50271. Rozwiązania szczegółowe systemu detekcji wg dokumentacji branży AKPiA, poza zakresem niniejszego opracowania.



Projektuje się kanały wentylacyjne prostokątne z blachy stalowej ocynkowanej łączone na systemowe połączenia kołnierzowe skręcane, z zastosowaniem uszczelek w klasie szczelności B wg PN-B-76001:1996. Na przejściu kanału wywiewnego przez granice stref pożarowych będzie zainstalowana klapa przeciwpożarowa o odporności ogniowej EIS120 równej odporności ogniowej przegrody budowlanej. Klapa przeciwpożarowa wyposażona będzie w siłownik oraz krańcówki położenia klapy włączone do systemu SSP (system sygnalizacji pożaru). Na kanałach wentylacji mechanicznej przewiduje się klapy rewizyjne w celu okresowego czyszczenia wnętrza kanałów. Kanały wentylacyjne linii WG-1 należy izolować na odcinku prowadzonym pionowo w szachcie izolacją z wełny mineralnej grubości min. 30 mm. Odcinki kanałów wywiewnych prowadzone pod stropem garażu wykonać bez izolacji.

Do regulacji hydraulicznej sieci kanałów zastosowano przepustnice kanałowe oraz przepustnice montowane razem z kratką wentylacyjną. Jako kratki wywiewne na kanałach należy stosować kratki jednorzędowe z ruchomymi żaluzjami poziomymi z wbudowanymi przepustnicami regulacyjnymi. Wymiary kanałów wentylacyjnych oraz elementów nawiewnych i wywiewnych zgodnie z częścią rysunkową.

Archiwum

W pomieszczeniu archiwum 138 zakłada się przechowywanie nośników magnetycznych z wymogiem utrzymania wilgotności względnej na poziomie 30-40%. Przyjęto, rygorystyczne warunki nie będą zapewniane w całym pomieszczeniu, pomieszczenie będzie obsługiwane linią NW1 analogicznie jak pozostałe pomieszczenia, a zapewnienie niskiej wilgotności względnej będzie uzyskiwane przez zastosowanie osuszacza opartego o żel krzemionkowy w ramach hermetycznych szaf archiwizacyjnych.

Maszynownie

Maszynownia T.257 jest obsługiwana z linii NW2, a maszynownia T.-101 z linii NWM. Wentylacja ma na celu zapewnienie niezbędnej krotności wymian powietrza. Nawiew i wywiew powietrza jest realizowany poprzez zakończenie kanału w postaci łagodnego wlotu lub anemostaty talerzowe z przepustnicą regulacyjną - zgodnie z branżą architektoniczną. Rozdział powietrza góra-góra.

Uwagi ogólne

Projektowany budynek pobiera powietrze świeże z wykorzystaniem istniejącej wolnostojącej wieżowej czerpni powietrznej dla budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Za czerpnię, w komorze kurzowej powietrze wpływa do 4 rur wymiennika gruntowego budynku Wydziału Architektury (strumień 48.000 m³/h) oraz przepływa do budynku Rektoratu (ok. 18.000 m³/h) poprzez kanał łączący komorę kurzową budynku Wydziału Architektury i komorę kurzową budynku Rektoratu. Zaplanowano modyfikację istniejących filtrów w komorze kurzowej poprzez zwiększenie powierzchni filtracji (ze względu na zwiększenie strumienia z 48.000 m³/h do 66.000 m³/h). Wysokość komory kurzowej brutto ok. 2.2 m, wysokość powierzchni filtracyjnej 2.0 m. Powierzchnia filtra w istniejącym rozwiązaniu to ok. 10 m², w ramach



projektowanego rozwiązania powierzchnia wzrośnie do ok. 17 m². Ściana filtracyjna zostanie wyposażona w filtry workowe.

3.5. Regulacja instalacji

Instalacja ze zmiennym strumieniem powietrza w funkcji zapotrzebowania DCV (Demand Controlled Ventilation) wykorzystuje regulatory zmiennego przepływu VAV i pracuje w oparciu o wskazania czujników stężenia dwutlenku węgla CO₂ i czujników obecności.

Układ wentylacyjny wyposażać w system regulacji oparty na regulacji klimatu wewnętrznego w pomieszczeniu, w zależności od potrzeb poprzez odczyty czujników obecności i czujników, temperatury i jakości powietrza. W zależności od odczytów czujników regulowana jest ilość powietrza wentylacyjnego. Elementami wykonawczymi są: dla nawiewu aktywne moduły sufitowe zintegrowane z regulatorami zmiennego przepływu, dla wywiewu regulatory zmiennego wydatku zamontowane na każdym odgałęzieniu powietrza wywiewnego do pomieszczenia. W celu oszczędzania energii, gdy pomieszczenie jest puste system obniża przepływ do minimalnej wartości, niż gdy pomieszczenie jest zajęte. W przypadku wykrycia obecności ludzi lub wzrostu pogorszenia jakości powietrza w pomieszczeniu ilość powietrza jest odpowiednio zwiększana.

Dla wszystkich pomieszczeń na instalacji wentylacyjnej nawiewnej i wywiewnej, dla których przewidziano zmienny strumień powietrza zastosowano izolowane akustycznie (fabryczne otulin redukujących hałas przenikający przez obudowę regulatora wykonanych z wełny mineralnej) regulatory zmiennego wydatku VAV ze zintegrowanym siłownikiem mechanicznym (z fabryczną kalibracją zestawu) zapewniające płynną regulację ilości dopływającego powietrza. Zastosowano regulatory z płynną regulacją strumienia powietrza (np. 0-10V), z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego i maksymalnego (odpowiednio dla sygnału sterującego 0 i 10V). Płynna regulacja ma polegać na stopniowym otwieraniu regulatora VAV wraz ze wzrostem stężenia CO₂ w pomieszczeniu. Stopień otwarcia regulatora VAV ma być funkcją liniową stężenia CO₂. Regulatory należy zasilic napięciem 24 V. Zastosowano regulatory zapewniające pomiar strumienia powietrza (wystawianie sygnału pomiarowego 0-10V) oraz pomiar kąta położenia przepustnicy (wystawianie sygnału pomiarowego). Pomiedzy regulatorem a pomieszczeniem projektuje się tłumiki akustyczne dedykowane dla regulatorów VAV. Prace regulatora nawiewnego i wywiewnego obsługujących jedno pomieszczenie jest sprzężona ze sobą nadążnie.

Dla odgałęzień wentylacyjnych do pomieszczeń wymagających stałego strumienia powietrza zaprojektowano przepustnice regulacyjne lub regulatory stałego przepływu CAV, z możliwością ręcznego zadawania nastawy strumienia.

W zależności od liczby osób w pomieszczeniach przewidywane są dwa rozwiązania sterowania:

- w pomieszczeniach dla 1-3 osób na nawiewie i wywiewie przewidziano regulatory VAV/DCV pracujące w trybie ON/OFF sterowane na podstawie wskazań czujnika obecności ludzi w



pomieszczeniu, z zadawanym w BMS czasem histerezy wyłączenia i załączenia (po pojawieniu się sygnału obecności i jego zaniku), regulatory z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego (OFF) i maksymalnego (ON),

- w pomieszczeniu dla 4 osób i więcej zastosowano regulatory VAV z płynną regulacją strumienia powietrza (np. 0-10V) sterowane czujką stężenia CO₂, zadany poziom stężenia definiowany z poziomu BMS, regulatory z możliwością fizycznego zadania wielkości strumienia minimalnego i maksymalnego.

Współpraca instalacji wentylacyjnej (regulatory VAV na nawiewie i wywiewie) oraz belki grzewczo-chłodzącej będzie oparta na następującym schemacie, zgodnie z branżą AKPiA:

- w pierwszej kolejności strumień powietrza wentylacyjnego jest ustalany dla uzyskania wymaganej jakości powietrza wentylacyjnego (przepływ zmienny w oparciu o wskazania czujnika CO₂ lub zadany przepływ nominalny w oparciu o sygnał czujnika obecności).
- Zawory regulacyjne na belce grzewczo-chłodzącej sterują pracą belki dla uzyskania zadanej temperatury grzania/chłodzenia
- W przypadku niemożności uzyskania zadanych parametrów temperatury pracy w pomieszczeniu, przy otwarciu zaworu regulacyjnego zbliżającego się do 100% następuje zwiększenie strumienia powietrza nawiewanego (powyżej wartości nominalnej w układzie z czujnikiem obecności lub powyżej wartości wynikającej z kryterium ograniczania stężenia CO₂)

Algorytm AKPiA uniemożliwia jednoczesne zwiększenia strumienia na większej liczbie regulatorów VAV, niedopuszczając do wzrostu strumienia powietrza na centrali wentylacyjne ponad przepływ maksymalny.

Zastosowane elementy regulacji ilości powietrza powinny tworzyć spójny, kompatybilny system, który będzie realizował następujące funkcje:

1. optymalne dopasowanie ilości powietrza świeżego dostarczanego do pomieszczeń do zmiennej frekwencji użytkowników lub różnic w obciążeniach cieplnych i zmniejszenie ilości powietrza obrabianego przez centralę i transportowanego w systemie
2. optymalne dopasowanie otwarcia/zamknięcia zaworów na instalacji CT i WL w celu regulacji temperatury w pomieszczeniu
3. regulacja ciśnienia dyspozycyjnego central wentylacyjnych poprzez kontrolę otwarcia przepustnic strefowych i zmniejszenie obrotów wentylatora
4. umożliwienie kontroli parametrów powietrza z poziomu systemu
5. wymagania dotyczące sterowania dla centrali wentylacyjnej:
 - a. możliwość płynnej regulacji wydajności
 - b. utrzymanie żądanych ilości powietrza przy uwzględnieniu zmiennych eksploatacyjnych spadków na filtrach i różnic w gęstości powietrza między nawiewem i nawiewem
 - c. funkcja utrzymania określonego przez regulator ciśnienia w instalacji
 - d. funkcja utrzymania stałej temperatury nawiewu z możliwością jej kompensacji w okresie zimowym w ścisłej zależności od temperatury zewnętrznej
 - e. funkcja sterowania pracą co najmniej dwóch nagrzewnic i chłodnic w celu uzyskania odrębnych 2 stref w budynku,



- f. funkcja chłodzenia nocnego latem,
- g. funkcja master slave wentylatorów centrali,
- h. monitoring pracy centrali z możliwością archiwizowania stanów pracy

Budynek, zgodnie z branżą architektoniczną, wyposażony jest w otwierane elementy nawiewne pracujące w ramach układu wentylacji naturalnej grawitacyjnej, wyposażone w czujniki otwarcia zgodnie z branżą AKPiA. W przypadku otwarcia elementu nawiewnego w danym pomieszczeniu następuje odcięcie zasilania w ciepło i chłód belki chłodzącej oraz zamknięcie szczelne regulatora VAV po stronie nawiewnej. W zależności od wartości parametru zadawanego w układzie BMS w takim przypadku VAV po stronie wywiewnej zostaje szczelnie zamknięty lub pozostaje w pozycji częściowo otwartej umożliwiającej wywiewanie powietrza przez układ wentylacji mechanicznej wywiewnej - zgodnie z branżą AKPiA - stosowanie wentylacji mechanicznej wywiewnej warunkowane jest temperaturą zewnętrzną oraz wymogiem zapewnienia poprawnej pracy odzysku ciepła.

W przypadku pomieszczeń obsługiwanych z wykorzystaniem regulatorów VAV z płynną regulacją strumienia powietrza (0-10V, sterowane czujką stężenia CO₂) dobrano regulatory VAV w taki sposób, aby minimalny, możliwy do zrealizowania przepływ (leżący w zakresie regulacyjności regulatora) stanowił nie więcej niż ok. 30% przepływu nominalnego.

Dla wszystkich pomieszczeń przewidziano możliwość całkowitego, szczelnego odcięcia przepływu powietrza na regulatorze VAV (sygnał sterujący 0V = przepustnica w pozycji całkowicie zamkniętej). Układ automatyki steruje regulatorami VAV dla uniknięcia przepływów niestabilnych w przedziale poniżej zakresu regulacyjności regulatora tj. z wyłączeniem zakresu 0-20% (0-2 V).

Dla wszystkich VAV przewidziano ciągły pomiar strumienia [0-10 V] i jego wizualizację [m³/h] w układzie BMS.

Zaprojektowano funkcjonalność umożliwiającą liniowe zmniejszanie strumieni powietrza na wszystkich regulatorach VAV (względem wartości nominalnych, wynikających z obciążenia pomieszczeń) w przypadku wystąpienia temperatur powietrza zewnętrznego niższych od wartości zdefiniowanej w BMS (np. -10°C). Ma to na celu oszczędność energii. Algorytm musi uwzględniać zapotrzebowanie na strumień powietrza przez belkę chłodzącą.

Regulatory VAV powinny być zlokalizowane na korytarzach w celu łatwego serwisu.

3.6. Urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne

Centrale wentylacyjne

Dobre urządzenia charakteryzują się certyfikatami jakości ISO 9001 oraz oznaczeniami CE zgodnie z EN 61000-6-2 i EN 61000-6-3. Centrale wentylacyjne są wyposażone w niezbędne elementy dla spełnienia wymagań obowiązujących przepisów w zakresie ochrony przed hałasem i drganiami.



Centrale wentylacyjne zostaną termostatami przeciwzamrożeniowymi, wyłącznikami serwisowym itp. odczyty i nastawy układu sterowania w języku polskim. Projektuje się centrale klimatyzacyjne z certyfikatem Eurovent (potwierdzone certyfikatem instytucji niezależnej w stosunku do dostawcy i producenta).

Szczegółowe wymagania dotyczące parametrów technicznych central wentylacyjnych NWO-NW3 oraz pozostałych, w zakresie ich dotyczącym:

Obudowa central stojących:

- obudowa wykonana z paneli składających się z dwóch warstw blachy zewnętrznej i wewnętrznej oraz z izolacji wykonanej z materiału izolacyjnego o grubości 50 mm i współczynnika przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,035 W/(mK), grubość paneli 56 mm, tłumienie obudowy w paśmie 250 Hz – 22 dB,
- obudowa w całości pokryta powłoką ochronną antykorozyjną,
- wytrzymałość obudowy (EN 1886:2002) - D1 (M),
- klasa szczelności (EN 1886:2002) - L1 / L2,
- dopuszczalny przeciek na filtrze (EN 1886:2002) - F9,
- współczynnik przenikania ciepła (EN 1886:2002) – przynajmniej T2,
- współczynnik wpływu mostków cieplnych (EN 1886:2002) - TB2,
- stopień ochrony - IP 65,
- drzwiczki inspekcyjne z klamkami dociskowymi ułatwiające dostęp do wymienników ciepła, montowane na regulowanych zawiasach,
- uszczelki drzwiczek inspekcyjnych, wykonane z gumy porowatej z zamkniętymi porami, ograniczające możliwość przecieków do minimum,

Obudowa central podwieszanych:

- obudowa wykonana z paneli składających się z dwóch warstw blachy zewnętrznej i wewnętrznej oraz z izolacji wykonanej z materiału izolacyjnego o grubości 30 mm i współczynnika przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,035 W/(mK)
- obudowa w całości pokryta powłoką ochronną antykorozyjną,
- wytrzymałość obudowy (EN 1886:2002) – D2 (M),
- klasa szczelności (EN 1886:2002) – L2 (M),
- dopuszczalny przeciek na filtrze (EN 1886:2002) – F9,
- współczynnik przenikania ciepła (EN 1886:2002) – przynajmniej T3,
- współczynnik wpływu mostków cieplnych (EN 1886:2002) – TB3,
- stopień ochrony – IP 65
- drzwiczki inspekcyjne z klamkami dociskowymi ułatwiające dostęp do wymienników ciepła, montowane na regulowanych zawiasach,



- uszczelki drzwiczek inspekcyjnych, wykonane z gumy porowatej z zamkniętymi porami, ograniczające możliwość przecieków do minimum,

Wentylatory:

- wentylatory promieniowo-osiove z napędem bezpośrednim,
- wentylatory z możliwością płynnej regulacji obrotów,
- wentylatory o mocach właściwych (SFP) nie przekraczających wartości wskaźnika $[kW/(m^3/s)]$ określonego w Dz.U. 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami oraz w Dyrektywie UE w sprawie Eko Projektu,
- ciśnienie dynamiczne na wylocie z wentylatora $< 10 Pa$,
- wentylatory posadowione na wibroizolatorach gumowych,
- wentylator połączony z obudową za pomocą króćców elastycznych,
- wentylator posiada sondy pomiarowe i przewody impulsowe do pomiaru strumienia przepływu powietrza oraz deklarację zgodności określającą dokładność wykonywanych pomiarów oraz protokół kalibracyjny indywidualnie dla każdej centrali, a także charakterystyki służące do wyznaczania strumienia na podstawie pomiaru różnicy ciśnień,
- silniki prądu stałego typu EC (z płynną regulacją prędkości obrotowej) lub alternatywnie silniki typu PM o wyższej sprawności całkowitej niż EC (z płynną regulacją prędkości obrotowej) dostarczane z falownikiem dedykowanym przez producenta,
- możliwość uzyskania, w warunkach pracy w instalacji, przepływu w przedziale $30\div 100\%$ przepływu nominalnego (projektowego).

Filtry powietrza:

- filtr powietrza świeżego - M5 (F5)
- filtr powietrza wywiewanego, klasa filtra minimum F5,
- sekcja filtra wyposażona w szyny montażowe wyposażone w zaciski sprężynowe pozwalające na efektywne uszczelnienie,
- między drzwiami inspekcyjnymi i ramkami filtra dodatkowa uszczelka,
- sekcja filtracji wyposażona w zamontowane fabrycznie sondy pomiarowe, przewody impulsowe i czujniki ciśnienia pozwalające na kontrolę spadku ciśnienia w filtrze w trybie ciągłym (pomiar w Pa),

Odzysk ciepła

- odzysk ciepła w okresie letnim stosowany tylko w przypadku, gdy daje to efekt oszczędności energii dla chłodzenia; w innym przypadku zatrzymywany jest silnik powodujący obrót regeneratora obrotowego lub stosowane jest obejście wymiennika krzyżowego do odzysku ciepła (by-pass),
- w okresach przejściowych układ automatyki zapewnia utrzymanie parametrów powietrza na nawiewie z wykorzystaniem zmiany stopnia otwarcia obejścia wymiennika krzyżowego; dopiero w przypadku niemożności dotrzymania parametrów (przy pełnym otwarciu/zamknięciu obejścia) może być wykorzystane ogrzewanie/chłodzenie powietrza w wymiennikach centrali,
- rotacyjne wymienniki ciepła w wykonaniu higroskopijnym,
- wymienniki obrotowe sorpcyjne do odzysku ciepła jawnego i utajonego wyposażone w funkcje zabezpieczające przed oszronieniem,
- wymienniki obrotowe wyposażone w sektor czyszczący z układem regulacji zapewniającym odpowiedni kierunek przecieku,



- skuteczności odzysku ciepła jawnego oraz utajonego w warunkach wyrównanych strumieni nawiewu i wywiewu dla regeneratorów obrotowych wynosi przynajmniej 75%,
- wymienniki przeciwprądowe do odzysku ciepła jawnego wyposażone w system dwóch niezależnych przepustnic wraz z siłownikami oraz system kontroli i regulacji temperatury i ciśnienia na wymienniku,
- stała kontrola temperatury powietrza nawiewanego i wilgotności powietrza wywiewanego, nie dopuszczająca do osadzania drobin lodu, eliminująca ryzyko zamarzania wymiennika przeciwprądowego,
- skuteczności temperaturowe odzysku ciepła w warunkach wyrównanych strumieni nawiewu i wywiewu dla wymienników przeciwprądowych wynoszą przynajmniej 80%.

Nagrzewnice wodne:

- wodne nagrzewnice powietrza,
- z blokiem termostatu przeciwzamrozeniowego,
- parametry obiegu: 35/30°C,
- czynnik: woda,
- wymiennik zwymiarowany z 15% zapasem mocy,
- zwymiarowane z uwzględnieniem sprawności odzysku ciepła dla strumieni projektowych skorygowanej i uwzględniającej proces odszraniania

Chłodnice wodne:

- wodne chłodnice powietrza
- parametry obiegu: 10/15°C
- czynnik: woda

Bloki tłumienia akustycznego

- gotowe produkty wykonywane fabrycznie

Przepustnice zamykające

- z siłownikami mechanicznymi ON/OFF
- po stronie czerpni (powietrza świeżego), wyrzutni (powietrze usuwane)
- przepustnice szczelne w klasie szczelności 3 lub 4 wg PN-EN 1751 lub normy równoważnej, przeciek powietrza przez obudowę wg klasy B zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 1751 lub normy równoważnej
- siłowniki z krańcówkami pozycji skrajnych zintegrowanymi w BMS

Pozostałe:

- centrale wyposażone w zespół regulacyjno-odcinający grzania i chłodzenia
- centrala wyposażona w układ przeciwzamrozeniowy (anti-frost) oraz dodatkowy czujnik temperatury przy nagrzewnicy,
- wszystkie chłodnice i wymienniki ciepła wyposażone w syfony, umożliwiające prawidłową pracę w strefie nadciśnienia,

Podstawowe elementy układu sterowania:

- centrale wyposażone w wielofunkcyjny układ sterowania, zintegrowany z centralą, fabrycznie montowany, wyposażony w dotykowy panel sterowniczy,



- skrzynka sterownicza zawierająca kartę sterowania dla programatora, podłączenie czujnika temperatury nawiewu oraz zewnętrznych czujników i kabli sterowniczych zewnętrznych funkcji centrali (nagrzewnica, chłodnica, ciśnienie w instalacji kanałowej itp.),
- programator z wyświetlaczem cyfrowym do ustawienia wielkości przepływu, temperatury, funkcji regulacyjnych, czasu pracy i do odczytu alarmów,
- realizuje podstawowe funkcje: regulacja temperatury nawiewu (chłodzenie, ogrzewanie), osuszanie (regulacja pracy chłodnicy i nagrzewnicy), w zależności od linii sterowanie prędkością obrotową wentylatorów w oparciu o algorytm optymalizujący pracę regulatorów VAV (opisany poniżej) lub dla uzyskania wymaganego ciśnienia dyspozycyjnego lub uzyskania wymaganego przez BMS strumienia powietrza, harmonogramy czasowe, alarmowanie, włączenie/wyłączenie centrali, sterowanie obrotami regeneratora obrotowego, sterowanie zespołem regulacyjno-odcinającym grzania i chłodzenia, sterowanie pracą bypassa wymiennika krzyżowego, otwarcie/zamknięcie przepustnic odcinających),
- pomiar strumienia powietrza dla wentylatora nawiewnego i wywiewnego,
- sondy pomiarowe i przewody impulsowe do pomiaru natężenia przepływu powietrza, podające sygnał do regulatora utrzymującego zadany przepływ powietrza poprzez zmianę prędkości obrotowej wentylatorów,
- zabudowany czujnik temperatury zewnętrznej,
- zabudowany czujnik temperatury wywiewu,
- czujnik temperatury nawiewu do montażu w kanale nawiewnym,
- czujniki wilgotności względnej do montażu w kanale wywiewnym
- czujniki wilgotności względnej do montażu w kanale nawiewnym (dotyczy central wentylacyjnych z opcją osuszania)
- sondy pomiarowe, przewody impulsowe i czujniki ciśnienia pozwalające na kontrolę spadku ciśnienia w filtrach w trybie ciągłym,
- przystosowany do komunikacji z systemem BMS po protokole LON oraz TCP/IP wraz z kompletnym oprogramowaniem umożliwiającym zdalne sterowanie centralą z komputera PC (odczyt parametrów pracy, włączenie/wyłączenie centrali, zmiana nastaw i wymuszanie: prędkości obrotowej wentylatorów, zadanych ciśnień dyspozycyjnych, temperatur nawiewu, otwarcia bypassa lub zatrzymanie regeneratora obrotowego, zamknięcie przepustnic odcinających),
- możliwość szczegółowego zaprogramowania okresowych obniżen i/lub wyłączeń poszczególnych układów zgodnie z określonym harmonogramem użytkowania obiektu,
- pomiary strumienia powietrza przetłaczanego przez wentylatory w centralach muszą być rejestrowane i odwzorowane na grafikach/synoptykach systemu BMS.

Czerpnie powietrza

Centrale NW0-NW4 i NWM pobierają powietrze świeże z wykorzystaniem istniejącej wolnostojącej wieżowej czerpni powietrznej dla budynku Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Sposób rozwiązania filtracji w komorze kurzowej opisano w rozdziale 3.4. Prędkość powietrza na kracie czerpni (powierzchnia netto) nie przekracza 2,5 m/s.



Pozostałe centrale wentylacyjne (NW-S1, NWS-2, NWK) czerpią powietrze z czerpni dachowych, odsuniętych od wyrzutni z wykorzystaniem kanałów doprowadzających powietrze. Czerpnia w postaci konfuzora z płaszczyzną wlotu odchyłoną od pionu, w sposób zabezpieczający przed opadami deszczu i zabezpieczoną przed gryzoniami i ptakami z wykorzystaniem siatki metalowej, o powierzchni zapewniającej prędkość na czerpni poniżej 2.0 m/s.

Wyrzutnie powietrza dla wszystkich central zlokalizowane są na dachu. Przewidziano wyposażenie każdej wyrzutni w przejście szczelne i izolowaną termicznie i akustycznie podstawę dachową. Przejścia kanałów wentylacyjnych do wyrzutni i czerpni należy zabezpieczyć manszetami z EPDM i masami elastycznymi w celu uzyskania maksymalnej szczelności powietrznej budynku

Wentylatory dachowe

Projektuje się wentylatory charakteryzujące się certyfikatami jakości ISO 9001 oraz oznaczeniami CE zgodnie z EN 61000-6-2 i EN 61000-6-3.

Parametry techniczne dobranych wentylatorów dachowych:

- wentylatory wywiewne z napędem bezpośrednim, z wirnikami wyposażonymi w łopatki wygięte do tyłu, z wyrzutem pionowym lub poziomym,
- obudowa wykonana z ocynkowanej blachy stalowej malowanej proszkowo lub alternatywnie blachy aluminiowej z izolacją akustyczną wykonaną z niepalnej wełny mineralnej o grubości 50 mm i współczynnika przewodzenia ciepła nie wyższym niż 0,035 W/(mK),
- obudowa w całości pokryta powłoką ochronną antykorozyjną,
- wirniki wykonane z tworzywa sztucznego, aluminium lub stalowe spawane malowane proszkowo,
- silniki elektryczne wentylatorów przystosowane do regulacji napięciowej obrotów lub silniki prądu stałego typu EC ze sterowaniem zewnętrznym sygnałem 0-10V,
- silniki wyposażone w zabezpieczenie termiczne oraz wyłącznik serwisowy,
- podstawy dachowe izolowane termicznie z przejściem szczelnym przez dach,
- wyposażenie montażowe - przepustnica zamykająca z siłownikiem i krańcówkami pozycji skrajnych zintegrowanymi w BMS, połączenie elastyczne

Belki grzewczo-chłodzące

Szczegółowy opis w punkcie 5.2.1.

Split

W pomieszczeniu technicznym T.157 w celu pokrycia obciążeń chłodniczych przewidziano chłodzenie z wykorzystaniem ściennego układu split o mocy jawnej 2 kW, 0.46 kW mocy elektrycznej, zasilanie 230V. Przewidziano odprowadzanie skroplin z tacy ociekowej z wykorzystaniem pompki skroplin do najbliższego wpustu kanalizacyjnego. W tacy ociekowej należy zastosować czujnik poziomu skroplin, zgodnie za branżą AKPIA.



Jednostka zewnętrzna zamontowana w garażu podziemnym.

3.7. Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia

Stosowane przewody i asortyment wentylacyjny

Zaprojektowano elementy nawiewne i wywiewne instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej, zapewniające spełnienie wymagań ogólnych standardu w zakresie parametrów:

- akustycznych - poziom głośności dB(A) dla danego typu pomieszczenia,
- komfortu cieplnego - pionowy gradient temperatury,
- prędkość powietrza w strefie przebywania ludzi.

Wszystkie elementy wykończeniowe wykonane z blachy stalowej ocynkowanej lub aluminium malowanej proszkowo na kolor RAL zgodny z wymogami branży architektury.

Projektuje się kanały wentylacyjne sztywne o przekroju prostokątnym wykonane z blachy stalowej ocynkowanej z połączeniami z profili zimno giętych. Jako kanały wentylacyjne sztywne o przekroju kołowym zastosowano kanały wentylacyjne do średnicy \varnothing 250 mm w standardzie referencyjnym SPIRO. Klasa szczelności C przewodów wentylacyjnych wg PN-EN 1507 i PN-EN 12237. Wszystkie kanały wentylacyjne należy poddać ciśnieniowej próbie szczelności.

Projektuje się izolację kanałów wentylacyjnych w zakresie linii nawiewnych:

- w obrębie szachtów matami z wełny mineralnej o grubości min. 50 mm, przy $\lambda=0,035$ W/(m·K) pokrytymi folią aluminiową,
- w obrębie pomieszczeń i korytarzy matami z wełny mineralnej (grubości 50 mm i $\lambda=0,035$ W/(m·K)) pokrytymi folią aluminiową.

w zakresie linii wywiewnych:

- w obrębie szachtów matami z wełny mineralnej (grubości 30 mm i $\lambda=0,035$ W/(m·K)) pokrytymi folią aluminiową.
- w obrębie pomieszczeń i korytarzy matami z wełny mineralnej (grubości 30 mm i $\lambda=0,035$ W/(m·K)) pokrytymi folią aluminiową.

Kanały prowadzące od czerpni i wyrzutni w obrębie budynku izolowane matami z wełny mineralnej o grubości min. 150 mm, przy $\lambda=0,035$ W/(m·K) pokrytymi folią aluminiową.

Wszystkie nawiewniki i wywiewniki wykonane z blachy stalowej ocynkowanej lub aluminium malowanej proszkowo na kolor RAL zgodny z wymogami branży architektury. Szczegółowe rozwiązania nawiewników i wywiewników opisano w rozdziale 4.4



Od strony zewnętrznej izolację przewodów należy pokryć płaszczem z blachy stalowej nierdzewnej, na wszystkich przewodach wentylacyjnych prowadzonych w garażu oraz w innych ogólnodostępnych pomieszczeniach, w których instalacja jest widoczna dla użytkowników budynku.

Otwory rewizyjne

W instalacji wentylacyjnej projektuje się otwory rewizyjne zgodnie z PN-EN 12097, w odległościach nie przekraczających 10 m na prostych odcinkach bez możliwości demontażu. Kłapy rewizyjne wykonane z blachy ocynkowanej, wyposażane w uszczelkę zapewniającą uzyskanie szczelności wymaganej dla kanału.

Czerpnie/wyrzutnie

Czerpnie dla central wentylacyjnych (NW-S1, NWS-2, NWK) projektuje się w postaci konfuzora (odcinka kanału) z blachy stalowej ocynkowanej z płaszczyzną wlotu odchyloną od pionu, w sposób zabezpieczający przed opadami deszczu i zabezpieczoną przed gryzoniami ptakami z wykorzystaniem siatki metalowej, o powierzchni zapewniającej prędkość na czerpni poniżej 2.0 m/s.

Wyrzutnie powietrza dla wszystkich central zlokalizowane są na dachu. Przewidziano wyposażenie każdej wyrzutni w przejście szczelne i izolowaną termicznie i akustycznie podstawę dachową. Przejścia kanałów wentylacyjnych do wyrzutni i czerpni należy zabezpieczyć manszetami z EPDM i masami elastycznymi w celu uzyskania maksymalnej szczelności powietrznej budynku

Mocowanie kanałów wentylacyjnych

Projektuje się mocowanie kanałów wentylacyjnych do stropów za pomocą systemowych zawiesi z blachy stalowej ocynkowanej z atestem i wymaganymi certyfikatami.

3.8. Wymagania odnośnie wykonawstwa

Prace należy realizować zgodnie z Wymaganiami technicznymi COBRTI INSTAL zalecanymi do stosowania przez Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2002 r.

- zeszyt 5 „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”
- zeszyt 6 „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych”
- zeszyt 11 „Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella”

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną, wymaganiami oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

Prowadzone roboty powinny odbywać się zgodnie i w warunkach określonych przez polskie prawo budowlane, prawo pracy, przepisy higieniczno-sanitarne, przepisy BHP i ppoż., a także stosowane Polskie Normy i Normy Branżowe.



4. Instalacja wentylacji pożarowej

4.1. Hybrydowy system oddymiania klatek schodowych

Zgodnie z obowiązującymi Warunkami Technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz wytycznymi CNBOP-PIB W-0003:2016 klatki schodowe KS-1 i KS-2 będą stanowiły strefy wydzielone pożarowo ścianami o odporności REI60 oraz REI120, a ponadto będą wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu.

Dla odprowadzenia powietrza i dymu zaprojektowano dwie klapy dymowe z siłownikami zlokalizowane na dachu budynku w szczycie każdej klatki schodowej, powierzchnia efektywna netto klap min. 1,02 m² każda. Doprowadzenie powietrza zapewnią dwa układy nawiewne zlokalizowane na poziomie -1, oddzielnie dla każdej klatki schodowej, składające się z wentylatora osiowego nawiewnego oraz instalacji kanałowej.

Głównym celem działania systemu jest niedopuszczenie do zadymienia klatki schodowej poniżej poziomu kondygnacji, na której powstał pożar. Takie działanie umożliwi ewakuację ludzi z tej oraz niższych kondygnacji i ułatwi działanie ekip ratowniczych. Po zamknięciu drzwi na kondygnacji, na której wystąpił pożar, zadaniem systemu jest skuteczne usunięcie dymu z klatki schodowej i umożliwienie ewakuacji ludzi z pozostałych kondygnacji.

Zasada działania systemu polega na jednoczesnym otwarciu klapy oddymiającej w stropie klatki i uruchomieniu napływu powietrza kompensacyjnego nawiewanego przez wentylator. W wyniku czego nastąpi przepływ mieszaniny powietrza i dymu do góry w kierunku klapy oddymiającej. Uruchomienie systemu następuje po wykryciu dymu w klatce schodowej przez czujniki podłączone do systemu SSP (system sygnalizacji pożaru) budynku. Napływ powietrza kompensacyjnego jest regulowany obrotami wentylatora.

W przypadku nawiewu mechanicznego i jego regulacji wydajności, prędkość powietrza usuwanego przez klapę jest mierzona przy pomocy listew pomiarowych połączonych z przetwornikiem różnicy ciśnienia i regulowana w taki sposób, aby odpowiadała przepływowi przez klatkę z prędkością 0,2 m/s. W momencie otwarcia którejkolwiek drzwi na klatce schodowej, falownik zwiększa obroty wentylatora kompensując tym samym powstałe w ten sposób ubytki powietrza tak, aby zachować stałą prędkość powietrza na klapie.

Nawiew mechaniczny dla oddymiania klatek schodowych

Nawiew mechaniczny do klatek schodowych jest elementem składowym systemu zabezpieczenia obiektu przed pożarem, zapewniającym bezpieczną ewakuację ludzi w czasie pożaru. Składa się z dwóch instalacji NPKL-1 oraz NPKL-2 dostarczających powietrze do pionowych dróg ewakuacyjnych. Każda z dwóch klatek schodowych wyposażona zostanie w wentylator nawiewny, zlokalizowany w komorze podziemnej na zewnątrz budynku. Również w tej komorze zlokalizowana będzie czerpnia powietrza. Doprowadzenie powietrza na poziom -1 klatki schodowej nastąpi za pomocą instalacji kanałowej oraz kraty umieszczonej w ścianie.



Projektuje się kanały wentylacyjne prostokątne z blachy stalowej ocynkowanej łączone na systemowe połączenia kołnierzowe skręcane, z zastosowaniem uszczelek w klasie szczelności B wg PN-EN 1507:2007. Kanały wentylacyjne instalacji NPKL-1 oraz NPKL-2 należy obudować izolacją p.poż. o odporności ogniowej 60 min.

Strumień powietrza dla nawiewu mechanicznego instalacji oddymiania klatek schodowych wyznaczono zgodnie z wytycznymi CNBOP-PIB W-0003:2016 dla systemów hybrydowych. Strumień określono w oparciu o kryterium prędkości – w obliczeniowej powierzchni klatki schodowej prędkość przepływu powietrza powinna być utrzymywana na poziomie 0,2 m/s. W celu spełnienia powyższego warunku, wyliczono minimalny oraz maksymalny strumień powietrza dla nawiewu mechanicznego.

Minimalny strumień wyznaczono przy założeniu, że wszystkie drzwi na klatkę schodową pozostają zamknięte. Obliczony w ten sposób strumień wynosi 15 000 m³/h.

Maksymalny obliczeniowy strumień powietrza wyznaczono przy założeniu, że jedno z drzwi na klatkę schodową są otwarte, stanowi on sumę strumienia minimalnego oraz strumienia powietrza przepływającego przez otwarte drzwi. Obliczony w ten sposób strumień wynosi 25 000 m³/h.

Jak wynika z powyższego wentylator nawiewny będzie posiadać maksymalną wydajność min. 25 000 m³/h i zapewniać będzie zmienność przepływu w zakresie 15 000 – 25 000 m³/h.

Jeden moduł wentylatora nawiewnego powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

- strumień powietrza nawiewanego: 25 000 m³/h (przy doborze wentylatora na etapie projektu wykonawczego należy uwzględnić naddatek wydajności z uwagi na niezidentyfikowane nieszczelności i przecieki przewodów zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12101-6:2007),
- spręż: ok. 250 Pa (wymagane obliczenia hydrauliczne na etapie projektu wykonawczego),
- moc silnika wentylatora – ok. 3,6 kW, 3x400V/~50Hz,
- sterowanie za pomocą systemu posiadającego dopuszczenie do stosowania w systemach pożarowych,
- integracja z systemem SSP.

Moduł wentylatora nawiewnego w sposób automatyczny zapewnia wymagane nadciśnienie w klatce schodowej. Silnik wentylatora nawiewnego będzie posiadał możliwość zmiany obrotów poprzez przetwornicę częstotliwości sterowaną sygnałem z czujnika różnicy ciśnienia.

W budynku występują dwie klatki schodowe, więc są zaprojektowane dwa moduły nawiewne o takich samych parametrach.

Czerpnie powietrza i przepustnice odcinające

Czerpnia powietrza dla nawiewu mechanicznego zlokalizowana będzie w komorze umieszczonej na zewnątrz budynku z dostępem serwisowym z poziomu -1. Powierzchnia efektywna czerpni min. 1,25 m². Dopływ powietrza do komory poprzez kraty zlokalizowane na poziomie terenu, zabezpieczone przed możliwością ich przysłonięcia. Wymagana powierzchnia czynna otworów kraty min. 2,5 m². Przepustnica odcinająca wyposażona będzie w siłownik, podłączony do SSP. Otwarcie przepustnicy w trakcie pożaru za pomocą sygnału z systemu SSP, musi nastąpić wcześniej niż załączenie wentylatora nawiewnego.



Kraty nawiewne

Nawiew powietrza do klatek schodowych zaprojektowano nad wejściem na poziomie -1 – nawiew na bieg schodów prowadzących w górę. Dopuszczalna maksymalna prędkość nawiewu powietrza na klatkę schodową wynosi 8 m/s. Zaprojektowano kratę nawiewną o powierzchni efektywnej min. 0,9 m².

Kłapy dymowe

W celu skutecznego odprowadzenia dymu z klatek schodowych zaprojektowano dwie kłapy dymowe, po jednej na klatkę schodową. Kłapy zlokalizowano w dachu, w szczycie klatek schodowych. Każda z kłap wyposażona będzie w siłownik 24V, listwę pomiarową (czujnik ciśnienia), przetwornik różnicy ciśnień połączone z systemem SSP w celu określenia prędkości przepływu dymu i gazów pożarowych. Minimalna powierzchnia czynna kłapy dymowej stanowi 5% powierzchni obliczeniowej klatki schodowej. Zaprojektowano kłapy dymowe o powierzchni czynnej wynoszącej minimum 1,02 m². Kłapy dymowe powinny posiadać klasę skuteczności działania co najmniej B₃₀₀30, określoną zgodnie z normą PN-EN 13501-3:2017.

Wytyczne dla systemu sygnalizacji pożarowej (SSP)

W celu prawidłowego działania układu zabezpieczającego przed zadymieniem klatek schodowych oraz układu oddymiania niezbędne jest połączenie z Systemem Sygnalizacji Pożaru (SSP). Schemat ideowy układu zabezpieczającego przed zadymieniem przedstawiono w części rysunkowej.

Moduły nawiewne uruchamiane będą sygnałem o pożarze, przesyłanym z centrali SSP do modułu zasilająco-sterującego. W celu zapewnienia odpowiedniej prędkości przepływu dymu oraz gazów pożarowych, kłapa dymowa wyposażona zostanie w listwę pomiarową z przetwornikiem różnicy ciśnienia. Aktualna wartość prędkości przepływu w klatce schodowej będzie mierzona przetwornikiem różnicy ciśnienia, który poprzez moduł zasilająco-sterujący sterować będzie przetwornicą częstotliwości wentylatora nawiewnego – zmieniając jego obroty, tak aby zapewnić wymaganą prędkość przepływu. System powinien utrzymać wartość prędkości przepływu powietrza w klatce schodowej na poziomie 0,2 m/s dla dwóch stanów – przy zamkniętych wszystkich drzwiach na klatkę schodową oraz przy otwartych jednych drzwiach.

Położenie kłap dymowych wyposażonych w siłowniki, oraz przepustnic odcinających na nawiewie sterowane jest z centrali SSP i realizowane jest w odpowiednim algorytmie wspólnie z wentylatorami nawiewnymi.

Wytyczne elektryczne

System oddymiania klatek schodowych wymaga zasilania elektrycznego następujących elementów:

- dwóch wentylatorów nawiewnych NPKL-1 oraz NPKL-2 – ok. 2 x 3,6 kW, 3x400V/~50Hz,
 - wszystkich siłowników kłap dymowych oraz przepustnic odcinających,
- łącznie moc elektryczna wentylacji oddymiania klatek schodowych – ok. 8,5 kW.



4.2. Napowietrzanie szybu windowego oraz grawitacyjny upust powietrza z przedsionków windowych na kondygnacjach 1, 2 oraz 3

Zgodnie z obowiązującymi Warunkami Technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz wymaganiami określonymi w normie PN-EN 12101-6:2007 szyb windowy nr 1 służący do celów ewakuacji osób niepełnosprawnych będzie stanowił strefę wydzieloną pożarowo ścianami o odporności REI60 oraz REI120, a ponadto będzie wyposażony w urządzenie napowietrzające zapobiegające zadymieniu szybu.

Dla napowietrzania szybu windowego zaprojektowano zespół nawiewny zlokalizowany na dachu budynku w okolicy obsługiwanego szybu. Zespół nawiewny składa się z wentylatora osiowego z układem kanałów nawiewnych oraz dwóch niezależnych czerpni powietrza z przepustnicami odcinającymi z siłownikiem. Kanał nawiewny instalacji napowietrzania doprowadza powietrze jednopunktowo do kraty nawiewnej zlokalizowanej w stropie szybu windy.

Głównym celem działania systemu jest utrzymanie nadciśnienia na drodze ewakuacji i niedopuszczenie do zadymienia szybu windy. Takie działanie umożliwi ewakuację osób niepełnosprawnych z kondygnacji 1, 2 oraz 3 przy pomocy dźwigu osobowego nr 1.

Zasada działania systemu polega na zabezpieczeniu przestrzeni chronionej, szybu windy poprzez wytworzenie w niej nadciśnienia 50Pa. Regulacja ciśnienia odbywać się będzie poprzez nawiew odpowiedniej ilości powietrza do szybu windy. Uruchomienie systemu następuje po wykryciu pożaru przez czujniki systemu SSP (system sygnalizacji pożaru) budynku.

Uruchomienie wentylatora nawiewnego poprzedzone jest otwarciem przepustnicy odcinającej po stronie czerpnej układu napowietrzania. W sytuacji, gdy drzwi w szybie windy są zamknięte wentylator nawiewny tłoczy powietrze w ilości niezbędnej do utrzymania nadciśnienia 50Pa w strefie chronionej. Pomiar panującego nadciśnienia w szybie windy względem ciśnienia odniesienia panującego na zewnątrz odbywa się za pomocą przetwornika różnicy ciśnienia, którego sygnał sterujący poprzez falownik zwiększa lub zmniejsza obroty wentylatora nawiewnego. W przypadku otwarcia drzwi w szybie windy na kondygnacji z której prowadzona jest ewakuacja osób niepełnosprawnych wartość ciśnienia w przestrzeni chronionej spada co powoduje natychmiastowe zwiększenie ilości nawiewanego powietrza przez wentylator do wartości wynikającej z kryterium otwartych drzwi. Napływ powietrza kompensującego ubytki regulowany jest obrotami wentylatora tak, aby zachować stałą prędkość powietrza w otworze drzwiowym.

W celu zapewnienia ukierunkowanego przepływu nawiewanego powietrza i skutecznego odprowadzenia go na zewnątrz budynku przewidziano grawitacyjny upust powietrza z przedsionków windowych odpowiednio na kondygnacji 1, 2 lub 3 objętej ewakuacją. W tym celu zaprojektowano cztery mniejsze szachty wentylacji grawitacyjnej prowadzone w przestrzeni klatek schodowych i zakończone kratkami wywiewnymi na poszczególnych kondygnacjach. Upust powietrza z przedsionków windowych nastąpi po otwarciu klap wentylacji pożarowej oraz przepustnicy odcinającej na kanale wyrzutowym podłączonych do systemu SSP.



Nawiew mechaniczny dla napowietrzania szybu windowego

Nawiew mechaniczny do szybu windowego nr 1 jest elementem składowym systemu zabezpieczenia obiektu przed pożarem, zapewniającym bezpieczną ewakuację osób niepełnosprawnych w czasie pożaru. Składa się z dwóch instalacji napowietrzającej NPW-1 oraz upustowej. Pierwsza z nich doprowadza powietrze do przestrzeni chronionej a druga odprowadza je na zewnątrz budynku. Układ napowietrzania wyposażony zostanie w wentylator nawiewny oraz układ czerpni powietrza z przepustnicami odcinającymi zlokalizowany na dachu budynku. Należy zapewnić minimalną odległość 5,0 m w poziomie czerpni powietrza instalacji napowietrzania od wyrzutni instalacji upustowej zlokalizowanych na dachu budynku. Doprowadzenie powietrza do szybu windowego nastąpi jednopunktowo za pomocą instalacji kanałowej oraz kraty umieszczonej w stropie szybu.

Projektuje się kanały wentylacyjne prostokątne z blachy stalowej ocynkowanej łączone na systemowe połączenia kołnierzowe skręcane, z zastosowaniem uszczelki w klasie szczelności B wg PN-EN 1507:2007. Kanały wentylacyjne instalacji napowietrzającej NPW-1 prowadzone na dachu należy zaizolować termicznie wełną mineralną 100mm w płaszczu z blachy ocynkowanej. Kanały instalacji upustowej prowadzone w przestrzeni klatek schodowych i na dachu należy obudować izolacją p.poż. o odporności ogniowej 60 min. Izolację na dachu zabezpieczyć płaszczem z blachy ocynkowanej.

Strumień powietrza dla napowietrzania szybu windowego wyznaczono zgodnie z wymaganiami określonymi w normie PN-EN 12101-6:2007 dla systemów nadciśnieniowych kontroli rozprzestrzeniania dymu na drogach ewakuacyjnych.

Strumień określono w oparciu o kryterium prędkości powietrza w otworze drzwiowym – w obliczeniowej powierzchni otwartych drzwi w szybie windy prędkość przepływu powietrza powinna być utrzymywana na poziomie 1,0 m/s. Obliczony w ten sposób strumień wynosi 7500 m³/h.

Jak wynika z powyższego wentylator nawiewny będzie posiadać maksymalną wydajność min. 7500 m³/h.

Moduł wentylatora nawiewnego instalacji napowietrzającej NPW-1 powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

- strumień powietrza nawiewanego: 7500 m³/h (przy doborze wentylatora na etapie projektu wykonawczego należy uwzględnić naddatek wydajności z uwagi na niezidentyfikowane nieszczelności i przecieki przewodów zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12101-6:2007),
- spręż: ok. 280 Pa (wymagane obliczenia hydrauliczne na etapie projektu wykonawczego),
- moc silnika wentylatora – ok. 6,2 kW, 3x400V/~50Hz,
- sterowanie za pomocą systemu posiadającego dopuszczenie do stosowania w systemach pożarowych,
- integracja z systemem SSP.

Moduł wentylatora nawiewnego w sposób automatyczny zapewnia wymagane nadciśnienie w szybie windowym. Silnik wentylatora nawiewnego będzie posiadał możliwość zmiany obrotów poprzez przetwornicę częstotliwości sterowaną sygnałem z czujnika różnicy ciśnienia.



Wytyczne dla systemu sygnalizacji pożarowej (SSP)

W celu prawidłowego działania układu napowietrzania szybu windowego nr 1 oraz grawitacyjnego upustu powietrza z przedsionków windowych na kondygnacjach 1, 2 oraz 3 niezbędne jest połączenie z Systemem Sygnalizacji Pożaru (SSP). Schemat ideowy układu napowietrzania przedstawiono w części rysunkowej.

Wentylator nawiewny jednostki napowietrzającej uruchamiany będzie sygnałem o pożarze, przesłanym z centrali SSP do tablicy zasilająco-sterującej. Aktualna wartość nadciśnienia w szybie windy względem ciśnienia odniesienia panującego na zewnątrz będzie mierzona przetwornikiem różnicy ciśnienia, który poprzez moduł zasilająco-sterujący sterować będzie falownikiem wentylatora nawiewnego – zmieniając jego obroty, tak aby zapewnić utrzymania nadciśnienia 50Pa w strefie chronionej przy zamkniętych wszystkich drzwiach. Otwarcie drzwi w szybie windy spowoduje spadek ciśnienia w przestrzeni chronionej co będzie sygnałem do natychmiastowego zwiększenia ilości nawiewanego powietrza przez wentylator do wartości wynikającej z kryterium otwartych drzwi.

Położenie klap wentylacji pożarowej na upustach powietrza z przedsionków windowych oraz przepustnic odcinających po stronie czerpnej układu napowietrzania i kanałe wyrzutowym upustu powietrza sterowane jest z centrali SSP i realizowane w odpowiednim algorytmie wspólnie z wentylatorem nawiewnym.

Wytyczne elektryczne

System napowietrzania szybu windy wymaga zasilania elektrycznego następujących elementów:

- wentylator nawiewny NPW-1 – ok. 6,2 kW, 3x400V/~50Hz,
- wszystkich siłowników klap wentylacji pożarowej oraz przepustnic odcinających, łączna moc elektryczna wentylacji napowietrzania szybu windy – ok. 10,0 kW.

4.3. Mechaniczny nawiew powietrza do holu głównego na kondygnacji 0

Zgodnie z obowiązującymi Warunkami Technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz wymaganiami określonymi w normie PN-EN 12101-6:2007 hol główny na parterze służący do celów ewakuacji ludzi będzie wyposażony w urządzenie napowietrzające zapobiegające zadymieniu.

Dla napowietrzania holu głównego zaprojektowano zespół nawiewny zlokalizowany na dachu budynku. Zespół nawiewny składa się z wentylatora osiowego z układem kanałów nawiewnych oraz dwóch niezależnych czerpni powietrza z przepustnicami odcinającymi z siłownikiem. Kanał nawiewny instalacji napowietrzania doprowadza powietrze jednopunktowo do kraty nawiewnej zlokalizowanej w suficie holu głównego na parterze budynku.

Głównym celem działania systemu jest utrzymanie nadciśnienia na drodze ewakuacji i niedopuszczenie do zadymienia holu głównego.



Zasada działania systemu polega na zabezpieczeniu przestrzeni chronionej holu głównego poprzez wytworzenie w nim nadciśnienia. Regulacja ciśnienia odbywać się będzie poprzez nawiew odpowiedniej ilości powietrza do holu. Uruchomienie systemu następuje po wykryciu pożaru przez czujniki systemu SSP (system sygnalizacji pożaru) budynku.

Uruchomienie wentylatora nawiewnego poprzedzone jest otwarciem przepustnicy odcinającej po stronie czerpnej układu napowietrzania. W sytuacji, gdy drzwi wyjściowe z holu na zewnątrz budynku są zamknięte wentylator nawiewny tłoczy powietrze w ilości niezbędnej do utrzymania nadciśnienia w strefie chronionej. Pomiar panującego nadciśnienia w holu głównym względem ciśnienia odniesienia panującego na zewnątrz odbywa się za pomocą przetwornika różnicy ciśnienia, którego sygnał sterujący poprzez falownik zwiększa lub zmniejsza obroty wentylatora nawiewnego. W momencie otwarcia drzwi wyjściowych z holu na zewnątrz budynku wartość ciśnienia w przestrzeni chronionej spada co powoduje natychmiastowe zwiększenie ilości nawiewanego powietrza przez wentylator do wartości wynikającej z kryterium otwartych drzwi. Napływ powietrza kompensującego ubytki regulowany jest obrotami wentylatora tak, aby zachować stałą prędkość powietrza w otworze drzwiowym.

Po otwarciu drzwi wyjściowych z holu na zewnątrz budynku nastąpi ukierunkowany przepływ nawiewanego powietrza i skuteczne odprowadzenia go na zewnątrz budynku. Otwarcie drogi ewakuacji, drzwi na zewnątrz budynku odbędzie się automatycznie przy pomocy siłownika podłączonego do systemu SSP.

Nawiew mechaniczny dla napowietrzania holu głównego

Nawiew mechaniczny do holu głównego jest elementem składowym systemu zabezpieczenia obiektu przed pożarem, zapewniającym bezpieczną ewakuację osób w czasie pożaru. Składa się z instalacji napowietrzającej NPH-1. Układ napowietrzania wyposażony zostanie w wentylator nawiewny oraz układ czerpni powietrza z przepustnicami odcinającymi zlokalizowany na dachu budynku. Doprowadzenie powietrza do holu głównego nastąpi jednopunktowo za pomocą instalacji kanałowej prowadzonej w pionowym szachcie instalacyjnym oraz kraty nawiewnej umieszczonej w suficie holu. Projektuje się kanały wentylacyjne prostokątne z blachy stalowej ocynkowanej łączone na systemowe połączenia kołnierzowe skręcane, z zastosowaniem uszczelek w klasie szczelności B wg PN-EN 1507:2007. Kanały wentylacyjne instalacji napowietrzającej NPH-1 prowadzone na dachu należy zaizolować termicznie wełną mineralną 100mm w płaszczu z blachy ocynkowanej. Kanały pionowe prowadzone w szachcie instalacyjnym należy obudować izolacją p.poż. o odporności ogniowej 120 min.

Strumień powietrza dla napowietrzania holu głównego wyznaczono zgodnie z wymaganiami określonymi w normie PN-EN 12101-6:2007 dla systemów nadciśnieniowych kontroli rozprzestrzeniania dymu na drogach ewakuacyjnych.

Strumień określono w oparciu o kryterium prędkości powietrza w otworze drzwiowym – w obliczeniowej powierzchni otwartych drzwi wyjściowych z holu na zewnątrz budynku prędkość przepływu powietrza powinna być utrzymywana na poziomie 0,8 m/s. Obliczony w ten sposób strumień wynosi 8000 m³/h.

Jak wynika z powyższego wentylator nawiewny będzie posiadać maksymalną wydajność min. 8000 m³/h.



Moduł wentylatora nawiewnego instalacji napowietrzającej NPH-1 powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

- strumień powietrza nawiewanego: 8000 m³/h (przy doborze wentylatora na etapie projektu wykonawczego należy uwzględnić naddatek wydajności z uwagi na niezidentyfikowane nieszczelności i przecieki przewodów zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12101-6:2007),
- spręż: ok. 280 Pa (wymagane obliczenia hydrauliczne na etapie projektu wykonawczego),
- moc silnika wentylatora – ok. 6,2 kW, 3x400V/~50Hz,
- sterowanie za pomocą systemu posiadającego dopuszczenie do stosowania w systemach pożarowych,
- integracja z systemem SSP.

Moduł wentylatora nawiewnego w sposób automatyczny zapewnia wymagane nadciśnienie w holu głównym. Silnik wentylatora nawiewnego będzie posiadał możliwość zmiany obrotów poprzez przetwornicę częstotliwości sterowaną sygnałem z czujnika różnicy ciśnienia.

Wytyczne dla systemu sygnalizacji pożarowej (SSP)

W celu prawidłowego działania układu napowietrzania holu głównego niezbędne jest połączenie z Systemem Sygnalizacji Pożaru (SSP). Schemat ideowy układu napowietrzania przedstawiono w części rysunkowej.

Wentylator nawiewny jednostki napowietrzającej uruchamiany będzie sygnałem o pożarze, przesłanym z centrali SSP do tablicy zasilająco-sterującej. Aktualna wartość nadciśnienia w holu głównym względem ciśnienia odniesienia panującego na zewnątrz będzie mierzona przetwornikiem różnicy ciśnienia, który poprzez moduł zasilająco-sterujący sterować będzie falownikiem wentylatora nawiewnego – zmieniając jego obroty, tak aby zapewnić utrzymanie nadciśnienia w strefie chronionej przy zamkniętych wszystkich drzwiach. Otwarcie drzwi wyjściowych z holu na zewnątrz budynku spowoduje spadek ciśnienia w przestrzeni chronionej co będzie sygnałem do natychmiastowego zwiększenia ilości nawiewanego powietrza przez wentylator do wartości wynikającej z kryterium otwartych drzwi.

Położenie przepustnic odcinających po stronie czerpnej układu napowietrzania oraz siłownika otwierania drzwi wyjściowych z holu na zewnątrz budynku sterowane jest z centrali SSP i realizowane jest w odpowiednim algorytmie wspólnie z wentylatorem nawiewnym.

Wytyczne elektryczne

System napowietrzania holu głównego wymaga zasilania elektrycznego następujących elementów:

- wentylator nawiewny NPH-1 – ok. 6,2 kW, 3x400V/~50Hz,
- wszystkich przepustnic odcinających oraz siłownika drzwi wyjściowych z holu, łączna moc elektryczna wentylacji napowietrzania holu głównego – ok. 7,5 kW.



5. Instalacje ogrzewania i chłodzenia

5.1. Projektowe obciążenia cieplne i chłodnicze

Bilans grzewczy obiektu wykonano w oparciu o wyznaczone straty ciepła przez przenikanie i infiltrację pomieszczeń.

Założenia do bilansu grzewczego budynku:

- Współczynniki przenikania przegród budowlanych zgodnie z punktem 3.4.
- Parametry środowiska zewnętrznego zgodnie z punktem 3.2.
- Współczynnik przenikania ciepła dla szyby - 0,4 W/m²K,
- Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien - 0,15 W/m²K,
- Różnica temperatur nawiewu i pomieszczenia Δt_{went} - 4 K,
- Współczynnik szczelności powietrznej budynku, q_{50} - 1,92 m³/h·m².

W celu wyznaczenia projektowego obciążenia chłodniczego pomieszczeń uwzględniono zyski ciepła od ludzi, oświetlenia, urządzeń elektrycznych oraz nasłonecznienia.

Założenia do bilansu chłodniczego budynku:

- Współczynniki przenikania przegród budowlanych zgodnie z punktem 3.4.,
- Parametry środowiska zewnętrznego zgodnie z punktem 3.2.,
- Współczynnik przenikania ciepła dla szyby - 0,4 W/m²K,
- Współczynnik przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien - 0,15 W/m²K,
- Różnica temperatur nawiewu i pomieszczenia Δt_{went} - 4 K,
- Współczynnik szczelności powietrznej budynku, q_{50} - 1,92 m³/h·m²,
- Jednostkowe zyski ciepła od ludzi - 75 W/os,
- Moc jednostkowa oświetlenia - 3 W/m²,
- Zyski ciepła jawnego od komputerów - 45 W/komp.

Podsumowanie bilansu grzewczego obiektu:

Obieg grzewczy belek grzewczo-chłodzących (COB)	60 kW
Zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych na poziomie -1 (COT1)	27 kW
Zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych na poziomie +2 (COT2)	7,5 kW
Zasilanie pompy ciepła CWU (PC-CWU)	8 kW
Podgrzew zjazdu do garażu	24,2 kW
SUMA	126,7 kW



Podsumowanie bilansu chłodniczego obiektu:

Obieg chłodniczy belek grzewczo-chłodzących (WLB)	60 kW
Zasilanie chłodnic central wentylacyjnych na poziomie -1 (WLT)	121 kW
SUMA	181 kW

5.2. Systemy ogrzewania i chłodzenia

5.2.1. Belki grzewczo-chłodzące (obieg COB i WLB)

Dla obiektu zaprojektowano belki grzewczo-chłodzące, dwuwymiennikowe czterorurowe - odrębny wymiennik dla grzania i chłodzenia, niezależny obieg chłodzenia (WLB 60 kW) i ogrzewania (COB 60 kW). Belki aktywne, z doprowadzeniem powietrza świeżego (pierwotnego), montowane w płaszczyźnie sufitu podwieszonego, stałociśnieniowe, obudowa z ocynkowanej blachy stalowej malowanej proszkowo. Belki wyposażone w indywidualne sterowanie, zintegrowany sterownik, zawory regulacyjne z siłownikami. Przy każdej belce zapewnić zestaw przyłączeniowy z wbudowanymi zaworami odcinającymi, umożliwiając w ten sposób bezproblemowy demontaż belki. Kolory RAL i modele belek wymagają uzgodnienia z Architektem / Weryfikatorem Zamawiającego na etapie PW.

Dostawca systemów modułów sufitowych zobowiązany jest do wykonania badania Mock-Up Test i potwierdzenia parametrów doboru dla wskazanych przez Zamawiającego 2 pomieszczeń (badanie parametrów komfortu w pomieszczeniu w warunkach laboratoryjnych, odwzorowując rzeczywistą skalę pomieszczenia i zyski ciepła dla okresu letniego). Wyniki badań muszą zostać potwierdzone szczegółowym raportem.

MODUŁY SUFITOWE DCV (Demand Control Ventilation) - oznaczenie MS DCV

Zadaniem instalacji klimatyzacyjnej z zastosowaniem modułów sufitowych jest doprowadzenie projektowanej ilości świeżego powietrza oraz utrzymanie właściwej temperatury wewnątrz pomieszczenia, poprzez dostarczenie odpowiedniej ilości chłodu i ciepła. Niwelowanie zysków ciepła odbywa się za pośrednictwem dwóch mediów: powietrza i wody.

Powietrze z modułu MS DCV jest dostarczane do pomieszczenia w kierunku stycznym do sufitu, wykorzystując efekt Coandy.

Stosować moduły MS DCV wyposażone w węzownicę czterorurową z odrębnym obiegiem wody chłodzącej oraz grzewczej. Powietrze wtórne podsysane jest poprzez kratkę cyrkulacyjną z pomieszczenia, a następnie opływając baterię lamelową wymiennika schładzane lub podgrzewane. Po zmieszaniu z powietrzem pierwotnym jest wdmuchiwane do pomieszczenia.

System z zastosowaniem modułów sufitowych projektuje się do pracy na podwyższone parametry wody chłodniczej w celu uniknięcia powstawania skroplin, zalecane parametry to 18/21°C. Do zasilania modułów sufitowych nie może być stosowana mieszanina wody z glikolem.



Moduły sufitowe przeznaczone są do zabudowy sufitowej, w funkcji chłodząco-grzewczej.

Moduły nie wymagają systemu odpływu skroplin oraz filtrów.

Moduły powinny być wyposażone w:

- możliwość zmiany kierunku wypływającej strugi powietrza,
- możliwość zmiany wielkości przepływu powietrza.

Do modułu dostarczane jest świeże powietrze uzdatnione wstępnie w centrali klimatyzacyjnej. Powietrze to wypływając z dysz modułu podsysa powietrze z pomieszczenia, które wpływa do urządzenia w części środkowej, a następnie przepływa przez wymiennik chłodzący. Nawiew powietrza do pomieszczenia odbywa się przez dysze wylotowe. Moduł sufitowy MS DCV składa się z dwóch bloków - z modułu wydajności oraz modułu zewnętrznego.

Przyjęto dwa wymiary belek 600x3000 mm i 600x1800 mm. Wysokość belki 250 mm. W tabeli przedstawiono liczbę dobranych belek.

Tablica 5.2. Liczby belek grzewczo-chłodzących na poszczególnych kondygnacjach

Kondygnacja	P0	P1	P2	P3	Suma
Belka 600x3000 mm	45	49	53	52	199
Belka 600x1800 mm	3	3	2	5	13

Belki zapewniać będą ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń biurowych, sal konferencyjnych, pomieszczeń technicznych. Parametry obiegu grzewczego 35/30°C (60 kW) i chłodniczego 18/21°C (60 kW), czynnik woda. Obiegi pobierają wodę ze zbiorników buforowych i w układzie pompowym podmieszania regulują temperaturę do wymaganej.

Belki grzewczo-chłodzące powinny posiadać panel frontowy z możliwością jego demontażu na czas czyszczenia oraz konserwacji wymiennika.

Projektuje się przewody instalacji grzewczych i chłodniczych z rur cienkościennych stalowych ocynkowych łączonych przez zaciskanie na kształtki z pierścieniem uszczelniającym przy użyciu szcęk zaciskowych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C. Podejścia do belek wykonane z rur PE-Xa, bez stosowania wężyków elastycznych.

Zadaniem belek jest utrzymywanie w pomieszczeniach temperatury komfortu we współpracy z instalacją wentylacyjną zapewniającą niezbędną ilość powietrza świeżego (pierwotnego). Współpraca instalacji wentylacyjnej (regulatory VAV na nawiewie i wywiewie) oraz belki grzewczo-chłodzącej będzie oparta na następującym schemacie, zgodnie z branżą AKPiA:

- w pierwszej kolejności strumień powietrza wentylacyjnego jest ustalany dla uzyskania wymaganej jakości powietrza wentylacyjnego (przepływ zmienny w oparciu o wskazania czujnika CO₂ lub zadany przepływ nominalny w oparciu o sygnał czujnika obecności).



- Zawory regulacyjne na belce grzewczo-chłodzącej sterują pracą belki dla uzyskania zadanej temperatury grzania/chłodzenia
- W przypadku niemożności uzyskania zadanych parametrów temperatury pracy w pomieszczeniu, przy otwarciu zaworu regulacyjnego zbliżającego się do 100% następuje zwiększenie strumienia powietrza nawiewanego (powyżej wartości nominalnej w układzie z czujnikiem obecności lub powyżej wartości wynikającej z kryterium ograniczania stężenia CO₂)

Na schemacie źródła ciepła i chłodu załączonym do PT przedstawiono podstawową armaturę, liczniki ciepła/chłodu i układy pompowe dla obiegów COB i WLb. Na etapie PW należy uszczegółowić schemat i przeprowadzić precyzyjne obliczenia hydrauliczne, które wykażą konieczność lub brak konieczności stosowania zaworów regulacyjnych na pionach instalacji CO oraz WL.

Zawory regulacyjne PIBCV powinny być zlokalizowane na korytarzach w celu łatwego serwisu.

5.2.2. Zasilanie nagrzewnic wentylacyjnych (obieg COT1 i COT2)

Dla obiektu zaprojektowano centrale wentylacyjne wyposażone w nagrzewnice wodne. Moce grzewcze nagrzewnic określono w punkcie 3.2. Zaprojektowano obieg COT1 (linie NW0-NW3, poziom -1) oraz COT2 (NWK, NWS1, NWS2, poziom +2). Obieg COT1 35/30°C, moc 27 kW, obieg COT2 35/30°C, moc 7.5 kW.

Szczegółowy opis nagrzewnic wodnych zawarto w rozdziale 3.

Przy każdej nagrzewnicy w obiegu COT1 zespół podłączeniowy będzie obejmował w trójdrogowy zawór regulacyjny, filtr siatkowy, zawory odcinające kulowe gwintowane pełnoprzelotowe, termometry, manometry, spust, odpowietrzenie, zawór zwrotny, pompę obiegową wraz ze stelażem montażowym. Wszystkie pomiary wizualizowane i archiwizowane w systemie BMS.

Nagrzewnice w obiegu COT2 zasilane będą przez pompę PO CT. Zespół regulacyjny składa się z: dwudrogowego zaworu równoważąco-regulacyjnego z automatycznym ograniczeniem maksymalnego przepływu z króćcami pomiarowymi i z siłownikiem elektrycznym o płynnej regulacji, zaworów odcinających kulowych gwintowanych pełnoprzelotowych, termometrów, manometrów.

Projektuje się przewody z rur cienkościennych stalowych ocynkowych łączonych przez zaciskanie na kształtki z pierścieniem uszczelniającym przy użyciu szczęk zaciskowych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C.

Sterowanie zaworem regulacyjnym w funkcji utrzymania zadanej temperatury na nawiewie. Zapewniona funkcja przeciwwzamrożeniowa (frost na powietrzu, frost na wodzie).

Na schemacie źródła ciepła i chłodu w PT przedstawiono podstawową armaturę, liczniki ciepła/chłodu i układy pompowe dla obiegów COT1 i COT2. Na etapie PW należy doszczegółowić schemat i przeprowadzić precyzyjne obliczenia hydrauliczne.



5.2.3. Zasilanie chłodziń wentylacyjnych (obieg WLT)

Dla obiektu zaprojektowano centrale wentylacyjne wyposażone w chłodziń wodne. Moce ciepłchłodziń określono w punkcie 3.2. Zaprojektowano obieg WLT (linie NW0-NW3, poziom -1) 10/15°C, moc 74 kW.

Szczegółowy opis chłodziń wodnych zawarto w rozdziale 3.

Przy każdej chłodziń w obiegu WLT zespół podłączeniowy będzie obejmował w trójdrogowy zawór regulacyjny, filtr siatkowy, zawory odcinające kulowe gwintowane pełnoprzelotowe, termometry, manometry, spust, odpowietrzenie, zawór zwrotny, pompę obiegową ze stelażem montażowym. Wszystkie pomiary wizualizowane i archiwizowane w systemie BMS.

Projektuje się przewody z rur cienkościennych stalowych ocynkowych łączonych przez zaciskanie na kształtki z pierścieniem uszczelniającym przy użyciu szczęk zaciskowych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C.

Sterowanie zaworem regulacyjnym w funkcji utrzymania zadanej temperatury na nawiewie (chłodzenie). Przewiduje się możliwość pracy w trybie osuszania.

Na schemacie źródła ciepła i chłodu załączonym do PT przedstawiono podstawową armaturę, liczniki ciepła/chłodu i układy pompowe dla obiegu WLT. Na etapie PW należy doszczegółowić schemat i przeprowadzić precyzyjne obliczenia hydrauliczne.

5.2.4. Instalacja przygotowania CWU (obieg PC-CWU)

Na potrzeby podgrzewania ciepłej wody użytkowej (CWU) zaprojektowano obieg PC-CWU obsługiwany przez pompę ciepła o mocy 8 kW, zintegrowana z zasobnikiem 300 dm³, temperatura CWU 55°C, temperatura dolnego źródła 35/30°C (obieg grzewczy). Pompa PC CWU zlokalizowana zostanie w maszynowni T.257 na kondygnacji +2.

Przewidziano zawór zwrotny antyskażeniowy typu BA, pompę cyrkulacyjną, liczniki ciepła na obiegu ciepłej wody i cyrkulacji, filtr siatkowy, zawory odcinające kulowe gwintowane pełnoprzelotowe, termometry, manometry, spust, odpowietrzenie, zawór zwrotny ze stelażem montażowym. Wszystkie pomiary wizualizowane i archiwizowane w systemie BMS.

Projektuje się przewody z rur cienkościennych stalowych ocynkowych łączonych przez zaciskanie na kształtki z pierścieniem uszczelniającym przy użyciu szczęk zaciskowych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C.



Na schemacie źródła ciepła i chłodu załączonym do PT przedstawiono podstawową armaturę, licznik ciepła i układy pompowe dla obiegu PC CWU. Na etapie PW należy doszczegółowić schemat i przeprowadzić precyzyjne obliczenia hydrauliczne.

5.2.5. Ogrzewanie podłogowe Holu głównego

W głównym Holu wejściowym na poziomie 0 projektuje się instalację grzewczą podłogową zasilaną z obiegu grzewczego belek grzewczo-chłodzących COB. Projektowana moc instalacji ogrzewania podłogowego wynosi 2,2kW. Łączna powierzchnia aktywna OP wynosi ok. 94 m².

Pętle ogrzewania podłogowego należy wyprowadzać z lokalnego systemowego rozdzielacza zlokalizowanego w szafce rozdzielaczowej. Należy przewidzieć maksymalnie 12 obwodów z jednego rozdzielacza. Maksymalna powierzchnia dylatacyjna pętli nie może przekraczać 30m². Dylatacje należy ponadto stosować przy długościach boków płyty > 8 m lub przy stosunku boków a/b > 1/2, ponad, przy wielu uskokach płyty grzewczej. Obwody rur należy zaprojektować i ułożyć w taki sposób, aby w żadnym przypadku nie przebiegały przez szczeliny dylatacyjne. Jedynie przewody podłączeniowe mogą przechodzić przez dylatację. W strefach dylatacji należy rury grzewcze zabezpieczyć rurą ochronną po obu stronach szczeliny na odległość ok. 15 cm (rura ochronna, peszel lub powłoka izolacyjna).

Projektuje się jeden rozdzielacz zlokalizowany w szafce podtynkowej w ścianie graniczącej z pomieszczeniem 008. Pętle ogrzewania podłogowego należy wyprowadzić z rozdzielacza i doprowadzić do poszczególnych pętli grzewczych. Każda pętla wychodząca z rozdzielacza musi mieć możliwość regulacji hydraulicznej. Rozdzielacze będą wyposażone w zawory regulacyjne z siłownikami elektrycznymi na belce powrotnej, przepływomierze na zasilaniu (zakres pomiarowy 0-5l/min), śrubunek przyłączeniowy na zasilaniu i powrocie, końcówkę rozdzielacza z zaworem odcinająco-spustowym oraz ocynkowane uchwyty z izolacją akustyczną. Rozdzielacz należy zaprojektować ze stali nierdzewnej, izolowany termicznie.

Parametry obiegów:

- maksymalna długość pętli grzewczej = 120 m,
- średnica rur grzewczych 17x2,0 mm,
- minimalna prędkość przepływu gwarantująca samoodpowietrzenie 0,12 m/s,
- optymalne parametry pracy instalacji: zasilanie/powrot 32/24°C,
- dopuszczalna strata ciśnienia (rozdzielacz i obwody grzewcze) < 25 kPa,
- minimalne przykrycie rury jastrychem 50 mm,
- zapewnić > 50 mm odległość od pionowych elementów/przegród budowlanych,
- zapewnić > 200 mm odległość od kominów, szachtów, szachtów wind itp.,
- minimalny promień gięcia 5 x średnica zewnętrzna rur 17 x 2,0; d_{min} = 8,5 cm.

Należy stosować rury grzewcze z sieciowanego nadtlenkowo polietylenu PE-Xa, z odporną na przenikanie tlenu warstwą antydyfuzyjną z alkoholu etylowinylowego EVOH, łączone za pomocą złączek mosiężnych lub brązu bezołowiowego oraz tulei mosiężnej zaciskanej osiowo (nasuwanej). Maksymalne ciśnienie robocze - 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej 90°C.



Krótkotrwałe (przy zakłóceniach) dopuszczalne są temperatury do 100°C. Rura grzewcza spełniać będzie wymagania normy PN-EN ISO 15875-2 lub innej równoważnej. Kształtki wykonane z mosiądzu muszą spełniać wymagania normy PN-EN 1254-3 lub innej równoważnej.

Konstrukcje podłóg i wynikające z nich opory cieplne muszą być dobrane w taki sposób, ażeby w warunkach projektowych (obliczeniowych) temperatura zasilania instalacji ogrzewania podłogowego nie przekraczała wskazanych w niniejszym opracowaniu wartości jak również straty do przestrzeni nieogrzewanych powinny być zminimalizowane jak dla budynków pasywnych/nZEB.

Przy wymiarowaniu podłóg grzewczych należy przyjąć ok. 10% zapas mocy w stosunku do zapotrzebowania obsługiwanych stref / pomieszczeń.

Strumień ciepła w dół nie może przekraczać 5% całkowitego strumienia ciepła oddawanego przez ogrzewanie podłogowe – należy zapewnić odpowiednie izolacje termiczne.

5.2.6. Podgrzewanie zjazdu do garażu

W ramach realizacji zadania należy zaprojektować i wykonać instalację glikolową podgrzewu zjazdu do garażu zasilaną przez obieg grzewczy pomp ciepła za pośrednictwem wymiennika WPZ. Czynnikiem grzewczym w instalacji będzie wodny roztwór glikolu propylenowego 35%. Moc grzewcza obiegu minimum 24,2kW.

Założenia projektowe

- temperatura zasilania $T_z = 35^{\circ}\text{C}$,
- temperatura powrotu $T_p = 15^{\circ}\text{C}$,
- różnica temperatur $dT = 20\text{K}$,
- przekrój posadzki – wg branży architektonicznej,
- strefowanie pól grzewczych o rozstawach VA 150 mm,
- obliczenia wykonano przy temperaturze zewnętrznej $T_i = -10^{\circ}\text{C}$ – ryzyko tworzenia się lodu.

Projektuje się instalację grzewczą w postaci 6 obiegów grzewczych ułożonych w warstwach posadzki zjazdu do garażu. Rury układać nad warstwą izolacji termicznej w warstwie jastrychu zgodnie z zaleceniami producenta.

Długość każdego z obiegów może wynosić maksymalnie 200m. Rozdzielacz zlokalizować przy ścianie zewnętrznej w garażu. Rury prowadzone od rozdzielacza do rampy zjazdowej prowadzić w warstwach gruntu w izolacji termicznej zgodnie z WT. Pętle grzewcze należy wykonać z rur z sieciowanego polietylenu o średnicy 20,0x2,0 mm, łączone przez zaciskanie za pomocą kształtek mosiężnych.

Rozdzielacz należy wykonać z rur mosiężnych z zaworami odpowietrzającymi i zaworem kulowym napełniająco-spustowym. Należy zapewnić możliwość odcięcia każdego obwodu grzewczego za pomocą zaworów kulowych na przewodzie zasilającym i zaworów regulacji precyzyjnej na przewodach powrotnych, które dodatkowo umożliwiają dokonanie regulacji hydraulicznej obwodów. Dla każdego obiegu należy zapewnić możliwość pomiaru objętości przepływu cieczy grzewczej.

Należy zamontować automatyczne odpowietrzniki każdej pętli grzewczej w najwyższym punkcie instalacji ogrzewania płaszczynowego.



Rury przyłączeniowe do rozdzielacza prowadzić w przestrzeni podstropowej w piwnicy, zaizolowane termicznie izolacją zgodną z WT.

Dla instalacji należy przewidzieć automatykę opartą o system predykcji opadów śniegu oraz marznącego deszczu.

5.2.7. Osuszanie – archiwum

W pomieszczeniu archiwum 138 zakłada się przechowywanie nośników magnetycznych z wymogiem utrzymania wilgotności względnej na poziomie 30-40%. Przyjęto, iż rygorystyczne warunki nie będą zapewniane w całym pomieszczeniu, pomieszczenie będzie obsługiwane linią NW1 analogicznie jak pozostałe pomieszczenia, a zapewnienie niskiej wilgotności względnej będzie uzyskiwane przez zastosowanie osuszacza opartego o żel krzemionkowy w ramach hermetycznych szaf archiwizacyjnych.

5.2.8. Klimatyzacja pomieszczenia technicznego T.-157

W pomieszczeniu technicznym T.157 w celu pokrycia obciążeń chłodniczych przewidziano chłodzenie z wykorzystaniem ściennego układu split o mocy jawnej 2 kW, 0.46 kW mocy elektrycznej, zasilanie 230V. Jednostka zewnętrzna zamontowana w garażu podziemnym. Podstawową funkcję odprowadzenia zysków ciepła będą pełniły dwie belki chłodzące zlokalizowane w pomieszczeniu, natomiast klimatyzator typu split będzie pełnił funkcję dodatkowego źródła chłodu, zabezpieczającego przed przegrzaniem pomieszczenia w razie awarii funkcjonowania belek chłodzących.

5.3. Wymagania materiałowe dla instalacji ogrzewania i chłodzenia

5.3.1. Układy pompowe

Jako pompy obiegowe we wszystkich obiegach instalacji ogrzewania i chłodzenia projektuje się pompy obiegowe elektroniczne w klasie energetycznej nie gorszej jak A wyposażone w zawór zwrotny i dwa zawory odcinające, manometry z zaworami odcinającymi, umożliwiającą okresową „ręczną” kontrolę ich parametrów pracy jak również manometry podłączone do BMS. Pompy obiegowe będą wyposażone w przetwornice częstotliwości umożliwiające pracę na zmiennym przepływie. Wszystkie pompy z możliwością kontroli ich parametrów pracy przez system BMS budynku (stan, przepływ, ciśnienie, obroty itp.)



5.3.2. Przewody rurowe

Projektuje się przewody instalacji grzewczych i chłodniczych z rur cienkościennych stalowych ocynkowych łączonych przez zaciskanie na kształtki z pierścieniem uszczelniającym przy użyciu szczęk zaciskowych. Maksymalne ciśnienie robocze co najmniej 10 bar przy maksymalnej temperaturze roboczej wynoszącej co najmniej 100°C.

Przewody prowadzone w strefach narażonych na uszkodzenia mechaniczne izolacji dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej.

Na pionach instalacji grzewczych i wody lodowej oraz w najwyższych jej punktach zamontowane zostaną zbiorniki o objętości gwarantującej skuteczną kompensację uderzeń hydraulicznych i zakłóceń przepływu wody wywołanych działaniem armatury odcinająco - regulacyjnej.

Projektuje się przejścia rurociągów przez przegrody budowlane w tulejach ochronnych, umożliwiających wzdłużne przemieszczenie się przewodu w przegrodzie. Przestrzeń pomiędzy tuleją a przewodem wypełniona materiałem plastycznym lub elastycznym, nie powodującym uszkodzenia przewodu. W tulei nie może znajdować się żadne połączenie przewodu. Tuleja ochronna powinna być rurą o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej rury przewodu: co najmniej o 2 cm , przy przejściu przez przegrodę pionową, i co najmniej o 1cm, przy przejściu przez strop. Tuleje ochronne powinny być wykonane z tego samego materiału, co prowadzona rura.

Rurociągi prowadzone na przegrodach budowlanych będą mocowane przy pomocy systemowych wsporników i uchwytów. Podpory, wsporniki i uchwyty muszą posiadać odpowiednie wymiary, wytrzymałość oraz zapewnić wydużalność rurociągów, jej kompensacje oraz możliwość stałego zakotwienia.

Przewody poziome prowadzić ze spadkiem min. 0,3% tak, żeby w najniższych miejscach załamań przewodów zapewnić możliwość odwadniania instalacji, a w najwyższych miejscach załamań przewodów możliwość odpowietrzania instalacji. Przewody zasilający i powrotny należy prowadzić obok siebie ułożone równolegle w sposób umożliwiający wykonanie izolacji cieplnej.

Przewody poziome prowadzone pod stropami mocować na podporach stałych (w uchwytach) i podporach ruchomych (zawieszaniach) usytuowanych w odstępach nie mniejszych niż wynika to z wymagań dla materiału z którego wykonane są rury. Na pionach w najwyższych punktach zbudować zawory odpowietrzające instalację (wraz ze zbiornikami odpowietrzającymi), a pod pionami i w najniższych punktach zładów - zawory spustowe.

Maksymalne odstępy pomiędzy podporami przewodów stalowych należy przyjmować zgodnie z wymaganiami producenta rur.

Od strony zewnętrznej izolację przewodów należy pokryć płaszczem z blachy stalowej nierdzewnej, na wszystkich przewodach prowadzonych w garażu oraz w innych ogólnodostępnych pomieszczeniach, w których instalacja jest widoczna dla użytkowników budynku.

5.3.3. Izolacja termiczne i przeciwwykropleniowe

Projektuje się izolację przewodów instalacji grzewczych w postaci otuliny przeznaczonej do instalacji grzewczych (wełna mineralna powlekana folią aluminiową). Przewody instalacji chłodniczych



izolowane będą cieplnie i przeciwwykropleniowo izolacją na bazie syntetycznego kauczuku. Izolację projektuje się dla wszystkich elementów instalacji ogrzewania i chłodzenia (rury, kształtki, armatura itp.).

Wszystkie przewody izolowane będą otuliną przeznaczoną do instalacji grzewczych o niskim współczynniku przewodzenia ciepła, otulinami o grubości jak niżej (tablica 5.1, zgodnie z Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zmianami). Przewody prowadzone w przestrzeni nieogrzewanej dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej i elektrycznym kablem grzejnym.

Przewody prowadzone w strefach ewidentnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne izolacji, dodatkowo zabezpieczone będą płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej.

Tablica 5.1. Wymagania izolacji cieplnej przewodów ogrzewania i chłodzenia

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m·K) 1)
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	1/2 wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	1/4 wymagań z poz. 1-4
7	przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz Budynku 2)	50 % wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz Budynku 2)	100 % wymagań z poz. 1-4

Uwaga: 1) przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej, 2) izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

5.3.4. Zabezpieczenia antykorozyjne

Projektowane instalacje z rur stalowych należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez pomalowanie:

- farba do gruntowania, termoodporna - dwie warstwy,
- farba nawierzchniowa, termoodporna - dwie warstwy.



5.3.5. Zabezpieczenia ppoż. instalacji ogrzewania i chłodzenia

Projektuje się przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego w klasie odporności ogniowej (EI) wymaganej dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż EI 60 lub równoważne lub REI 60 lub równoważne, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, będą mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia.

5.3.6. Armatura

W ramach instalacji ogrzewania i chłodzenia projektuje się armaturę do regulacji hydraulicznej:

- zawory regulacyjne z siłownikami termoelektrycznymi oraz przepływomierze - nastawa wstępna
- automatyczne zawory równoważące montowane pod pionami, na odejściach od pionów i na głównych rozgałęzieniach instalacji ogrzewania i chłodzenia,
- automatyczne zawory regulacyjne z ogranicznikiem maksymalnego przepływu (PIBCV) z siłownikiem elektromotorycznym o płynnej regulacji (0..10V) przy każdej nagrzewnicy, chłodnicy

Ponadto należy przewidzieć zawory regulacyjne z siłownikami elektromotorycznymi na każdym obiegu w źródle ciepła.

Wszystkie zawory regulacyjne od jednego producenta, wyposażone w króćce do pomiaru przepływów w instalacji.

Właściwy dobór armatury należy wykonać wg szczegółowych obliczeń na etapie PW.

Cała zastosowana armatura powinna posiadać świadectwa i atesty dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

Instalacje ogrzewania i chłodzenia na każdej kondygnacji (wyjście z pionu) będą wyposażone w zawory odcinające (kulowe, pełnoprzelotowe), zawory automatyczne równoważące oraz zawory umożliwiające spust wody i odpowietrzenie, termometry i manometry. Przewiduje się możliwość odcięcia każdego pionu u podstawy za pomocą zaworów odcinających kulowych.

Armatura o średnicach wewnętrznych do 50 mm – połączenia gwintowane, powyżej 50 mm – połączenia kołnierzowe.

Wszystkie obiegi instalacji ogrzewania i chłodzenia wyposażone w system zabezpieczeń przed wahaniami ciśnienia obejmujący:

- zawory bezpieczeństwa montowane przy zasobnikach wymiennikach itp.,
- naczynia wzbiorcze przeponowe montowane na każdym zamkniętym układzie instalacji.

W instalacjach projektuje się zawory odcinające kulowe pełnoprzelotowe.

Projektowane ciśnienie instalacji – 6 bar. Armatura z niezbędnymi aprobatami technicznymi, atestami i dopuszczeniami. Zawory odcinające kulowe poza źródłem montowane na wyjściu z każdego szachtu, przed każdą jednostką wewnętrzną / urządzeniem, chłodnicą centrali klimatyzacyjnej i nad/pod pionami. Dla umożliwienia odwodnienia instalacji we wszystkich jej najniższych punktach armatura



spustowa o średnicy nie mniejszej niż 15mm ze złączką do węża. Armaturę spustową zaprojektowano przy armaturze odcinającej na odgałęzieniach oraz na rozdzielaczach. Pod pionami i na końcach długich odgałęzień poziomych przewidziano zawory nadmiarowo-upustowe, w celu zapewnienia minimalnego przepływu przez pompy obiegowe. Zastosowano zbiorniki buforowe i/lub sprzęgło hydrauliczne.

W przypadku gdy doprowadzenia wody do urządzeń umożliwiają jej przepływ zwrotny, na przewodzie doprowadzającym wodę do nich projektuje się zawory zwrotne.

Wszystkie elementy armatury o średnicach wewnętrznych do 50 mm wyposażone w połączenia gwintowane, natomiast 50 mm i większe – połączenia kołnierzowe - alternatywnie połączenia armatury jako spawane.

Odmulniki ze stosem magnetycznym (wykonanie ze stali węglowej, ocynkowane ogniowo z wkładami magnetycznymi), przeznaczone są do zatrzymywania zanieczyszczeń w postaci stałej. Odmulnik zabezpieczony zaworem bezpieczeństwa. Filtr siatkowy montowany na każdym obiegu razem z zestawem pomiarowym i z zaworami odcinającym umożliwiającym wymianę filtra / wkładu.

Projektuje się armaturę do regulacji hydraulicznej - automatyczne zawory regulacyjne z ogranicznikiem maksymalnego przepływu z siłownikiem elektromotorycznym o płynnej regulacji przy każdym odbiorniku (chłodnica w centrali wentylacyjnej) oraz zawory regulacyjne z siłownikami elektromotorycznymi na każdym obiegu w źródle ciepła i chłodu.



6. Źródło ciepła i chłodu

6.1. Maszynownia pomp ciepła

Źródłem ciepła i chłodu w projektowanym budynku będą dwie pompy ciepła typu glikol/woda (PC-1 i PC-2) o łącznej mocy grzewczej 150 kW dla parametrów B10W35. Dolnym źródłem ciepła dla pomp ciepła będą gruntowe sondy pionowe, podwójne U o długości 200-250 m, łącznie 12 sond. Do instalacji grzewczej projektowany układ pomp ciepła włączony będzie poprzez dwa zbiorniki buforowe (BG.1, BG.2) o łącznej pojemności 4000 dm³. Do instalacji chłodniczej przewiduje się zastosowanie wymiennika ciepła WAC/FC, poprzez który chłód zostanie dostarczony do trzech zbiorników buforowych chłodu (BC.1, BC.2, BC.3) o łącznej pojemności 6000 dm³.

Pompy ciepła połączone zostaną z poszczególnymi obiegami bezpośrednio lub poprzez wymienniki ciepła.

W okresie grzewczym po za obiegami grzewczymi w budynku, pompy ciepła będą zasilac instalację glikolową podgrzewu zjazdu do garażu poprzez wymiennik WPZ.

Instalacja chłodzenia będzie zasilana poprzez wymiennik WAC/FC bezpośrednio z gruntowych sond pionowych lub za pomocą pomp ciepła. Dodatkowo w okresach szczytowego zapotrzebowania na chłód przewiduje się możliwość zasilania instalacji bezpośrednio z zewnętrznej instalacji z CDWTCh tzw. spinki. W czasie pracy pomp ciepła tylko dla celów instalacji chłodzenia, przewiduje się możliwość zrzutu ciepła do DZC lub w przypadku jego dostatecznego wygrzania do zewnętrznej instalacji spinki.

Realizacja ww. funkcji możliwa będzie dzięki zastosowaniu zaworów przełączających oraz wykonaniu odpowiedniej automatyki.

Układ wyposażony będzie w niezbędną armaturę odcinającą, regulacyjną, zabezpieczającą i kontrolno-pomiarową.

łącznie zapotrzebowanie obiektu na moc grzewczą w warunkach obliczeniowych 101 kW

Zapotrzebowanie na moc grzewczą do podgrzewu zjazdu do garażu 24,2kW

łącznie zapotrzebowanie obiektu na moc chłodniczą w warunkach obliczeniowych 181 kW



Główne parametry poszczególnych obiegów źródła przedstawiono poniżej:

Typ instalacji	Symbol obiegu	Opis obiegu	Moc grzewcza Q_g [kW]	Moc chłodnicza Q_{ch} [kW]	T_z/T_p [°C]
Ogrzewanie	PC-CWU	Dolne źródło ciepła dla pompy ciepła CWU	8	-	35/30°C
	COT1	Obieg wodny nagrzewnic central went. na P-1	27	-	35/30°C
	COT2	Obieg wodny nagrzewnic central went. na P+2	7,5	-	35/30°C
	COB	Obieg grzewczy belek grzewczo-chłodzących	60	-	35/25°C
Chłodzenie	WLT	Obieg wodny chłodnic central went. na P-1	-	74 (121)	10/15°C
	WLB	Obieg chłodniczy belek grzewczo-chłodzących	-	60	18/21°C
Zrzut ciepła (lato)	WZC	Zrzut ciepła do DZC	150	-	35/30°C
Zrzut ciepła/pobór chłodu	-	Spinka z CDWTCh	-	-	35/30°C 7/12°C
Ogrzewanie	WPZ	Podgrzew zjazdu	24,2	-	40/30°C

Uwaga! Podane moce należy traktować jako orientacyjne, wymagające szczegółowej weryfikacji w toku obliczeń PW

6.1.1. Obiegi po stronie budynku

- **PC-CWU** – obieg wodny służący do zasilania parownika pompy ciepła przygotowującej ciepłą wodę użytkową na potrzeby instalacji bytowej w budynku. Projektuje się parametry zasilania 35/30°C. Zimna woda z przyłącza wodociągowego podgrzewana będzie za pomocą pompy ciepła PC-CWU1 i magazynowana w zasobniku o pojemności 300l
- **COT1** – obieg wody grzewczej zasilający nagrzewnice central wentylacyjnych na poziomie -1 (Centrale NW0, NW1, NW2, NW3)
- **COT2** – obieg wody grzewczej zasilający nagrzewnice central wentylacyjnych na poziomie +2 – maszynownia T.257 (Centrale NWS-1, NWS-2, NWK)
- **COB** – obieg wody grzewczej zasilający belki grzewczo-chłodzące na poziomach 0, +1, +2, +3
- **WLT** – obieg wody lodowej zasilający chłodnice w centralach wentylacyjnych na poziomie -1 (Centrale NW0, NW1, NW2, NW3)
- **WLB** – obieg wody lodowej zasilający belki grzewczo-chłodzące na poziomach 0, +1, +2, +3
- **WPZ** - Podgrzew zjazdu do garażu – obieg wykorzystywany w okresie zimowym, w przypadku wystąpienia marzących opadów do podgrzewu i odlodzenia zjazdu do garażu, obieg będzie zasilany poprzez wymiennik WPZ przez pompy ciepła. Czynnikiem w obiegu będzie roztwór glikolu propylenowego 35%



6.1.2. Obiegi po stronie źródła

- **Pompy ciepła** – zgodnie z opisem w odrębnym punkcie niniejszego PFU
- **DZC** – obieg glikolowy pomiędzy sondami gruntowymi, pompami ciepła oraz wymiennikiem WAC (wymiennik aktywnego chłodzenia/free-cooling) i wymiennikiem WZC (zrzut ciepła do DZC). Stężenie glikolu propylenowego w mieszaninie wodnej zostanie ustalone w oparciu o najniższe temperatury występujące w obiegu jak również parametry termodynamiczne i korozyjne płynu, wstępnie projektuje się glikol propylenowy 15%.
- **Zawory przełączające (on/off)** – obieg DZC (pomiędzy DZC, pompami ciepła i wymiennikiem WAC) ma możliwość pracy w różnych trybach – DZC-WAC (free-cooling), DZC-PC, PC-WAC. Regulacja hydrauliczna oraz sterowanie przepływami / temperaturami wymagają analiz na etapie projektu wykonawczego. Nadrzędnym wymogiem Zamawiającego jest zapewnienie możliwości maksymalnego wykorzystania potencjału wolnego chłodzenia (free-cooling) z DZC, jak również równoległej pracy źródła w różnych trybach (dla różnych potrzeb obiegów) i optymalizacji energetyczno-ekonomicznej źródła (funkcja automatyki, realizowana w trybie ciągłym).
- **Wymiennik WAC (chłodzenie aktywne/pasywne)** – wymiennik umożliwiający zasilanie instalacji chłodniczej w budynku bezpośrednio z dolnego źródła ciepła (free-cooling) lub za pośrednictwem pomp ciepła,
- **Spinka z CDWTCh** – obieg połączony z zewnętrzną instalacją tzw. spinką, łączącą budynki WAIWIZ, oraz projektowany budynek z instalacją w budynku CDWTCh. Przewiduje się możliwość pracy w dwóch trybach: zrzut ciepła do DZC w CDWTCh oraz pobór chłodu z instalacji CDWTCh.
- **Zrzut ciepła do DZC** – obieg połączony z instalacją glikolową za pomocą wymiennika ciepła WZC, umożliwi zrzut ciepła wyprodukowanego przez pompy ciepła w okresie letnim do DZC w celu jego regeneracji

6.2. Istotne elementy maszynowni pomp ciepła

6.2.1. Pompy ciepła

Źródłem ciepła i chłodu w projektowanym budynku będą gruntowe pompy ciepła glikol/woda z dolnym źródłem ciepła w postaci gruntowych sond pionowych. Ciepło pozyskane z gruntu po odpowiednim podniesieniu / obniżeniu temperatury przez pompy ciepła przekazywane będzie do instalacji w budynku (CO, CT, CWU). Parametry projektowanych urządzeń:

- Typ pompy ciepła: glikol / woda w zabudowie kompaktowej, wykonanie wewnętrzne,
- Wymagane minimalne COP w punktach pracy B.../W35 wg normy EN-14511 lub innej równoważnej:

B../W..	COP (1 sprężarka)	COP (2 sprężarki)
B-5/W35	4,5	4,2
B0/W35	5,0	4,8
B10/W35	6,6	6,0



Projektowe parametry instalacji grzewczej 35/30°C, możliwość zwiększenia temperatury zasilania buforów grzewczych do 40°C.

Projektowe parametry zasilania instalacji chłodniczej 5/8 °C.

Dla przygotowania c.w.u. należy zaprojektować wodną pompę ciepła typu woda-woda, której dolnym źródłem będzie instalacja grzewcza zasilana z głównych grzewczych pomp ciepła. Parametry projektowanego urządzenia:

- Typ pompy ciepła: woda / woda w zabudowie kompaktowej, wykonanie wewnętrzne,
- Wymagane minimalne COP w punktach pracy B.../W55 wg normy EN-14511 lub innej równoważnej:

B../W..	COP
B-5/W55	2,49
B0/W55	2,8
B25/W55	4,95

- Moc akustyczna B0/W35, pomiar wg EN 12102 / EN ISO 9614-2 lub norm równoważnych (klasa dokładności 2) maksymalnie 61 dB(A),
- Zastosowana technologia: sprężarka typu Compliant Scroll lub równoważna, z geometrią sprężarek dostosowaną do pracy grzewczej oraz ze zintegrowanym systemem ochrony sprężarek. Wykonanie hermetyczne. Urządzenie powinno posiadać możliwość dalszej pracy z wydajnością min. 50% przy awarii jednej sprężarki. Podstawa sprężarki swobodnie pływająca – wyeliminowanie przenoszenia drgań i cicha praca.
- Liczba sprężarek w pojedynczym urządzeniu (pompie ciepła): min 2, podział mocy 50/100%,
- Maksymalna temperatura na zasilaniu: ok 60°C,
- Dopuszczalne temperatury solanki (glikolu) na wejściu: -5°C ÷ +25°C
- Prąd rozruchowy na 1 sprężarkę: max ok. 90 A,
- Układ rozruchowy: układ łagodnego rozruchu dla każdej sprężarki oddzielnie- elektroniczny softstart ze zintegrowaną kontrolą faz; zabezpieczenie sprężarki i układu sterowania – zintegrowane,
- Zasilanie pomp obiegowych dolnego i górnego źródła - wbudowane styczniki 400V pomp obiegowych,
- Automatyka pompy ciepła umożliwiająca bilansowanie energii w połączeniu z systemem RCD (Refrigerant Cycle Diagnostics) pompy ciepła oraz bezpośrednie sterowanie jednym obiegiem grzewczym bez mieszacza i dwoma obiegami z mieszaczem,
- Układ sprężarek zapewniający 3-wymiarowe tłumienie wibracji,
- Czynnik chłodniczy - R 410A,
- Maksymalne ciśnienie kontrolne po stronie ogrzewania i solanki wynosi 6,0 bar – wartość ta nie może być wyższa,
- Materiał wykonania parownika i skraplacza - stal szlachetna 1.4401 lub równoważna,
- Ekonomizer z funkcjami osuszacza zapewniający wysokie bezpieczeństwo pracy sprężarki oraz możliwość pracy obiegu chłodniczego na niższym poziomie temperatury
- Konstrukcja - ramowa, spawana, przejmująca drgania układu,



- Obudowa dźwiękochłonna, na ramie z profilami EPDM,
- Dodatkowe wymagania: elektroniczny zawór rozprężny z systemem kontroli RCD lub równoważny; zgodność z CE,
- Gwarancja – standardowa minimum 5 lat,
- Nie należy stosować jako pompy ciepła urządzeń typu agregat wody lodowej chłodzony wodą. Pompa ciepła musi być urządzeniem dedykowanym przede wszystkim do trybu grzania z maksymalnym COP (odpowiednie powierzchnie wymienników, sprężarki, armatura, automatyka itp.).

Obliczeniowe parametry pracy pomp ciepła (źródło górne):

- zima - $T_z = 35^{\circ}\text{C}$,
- lato - $T_z = 10^{\circ}\text{C}$.

Podane wyżej wartości temperatur należy traktować jako orientacyjne – celem nadrzędnym Projektanta i Wykonawcy jest maksymalizacja efektywności energetycznej rozwiązania źródła ciepła/chłodu.

W celu zabezpieczenia przed zamrażaniem wody gruntowej przez sondy pionowe, temperatura w obiegu źródła dolnego powinna być wyższa od 0°C . W celu dodatkowego zabezpieczenia, system gruntowych pomp ciepła należy wyposażyć w układ pomiaru temperatur (monitoring ciągły) podłączony do układu sterowania pompami ciepła i do BMS. Należy stosować pompy ciepła ze zintegrowanymi systemami sterowania oraz z możliwością pełnej, obustronnej komunikacji z BMS budynku.

Wymagana jest możliwie elastyczna regulacja mocy źródła ciepła / chłodu – minimum 4 stopnie (25/50/75/100 %) lub regulacja płynna. Nadrzędnym celem jest pełne i elastyczne wykorzystanie mocy dolnego źródła, zarówno w trybie chłodzenia jak i grzania oraz bieżąca maksymalizacja COP pomp ciepła.

Należy zastosować dwie pompy ciepła o najlepszej dostępnej na rynku charakterystyce i o łącznych mocach grzewczej i chłodniczej wynikających ze szczegółowych bilansów zweryfikowanych na etapie PW. Moce PC należy dobierać dla większej z wartości – łącznej mocy grzewczej i chłodniczej budynku. W przypadku doboru w oparciu o moc grzewczą należy uwzględnić stopień pokrycia zapotrzebowania budynku (maksymalnego wymaganego obciążenia grzewczego budynku, obliczonego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami)) na poziomie ok. 85-90%. Wymagana jest w związku z tym szczegółowa analiza bilansów mocy i energii (grzanie i chłodzenie) przeprowadzona w porozumieniu z Zamawiającym, z której wynikać będzie ostateczna, optymalna wartość stopnia pokrycia zapotrzebowania budynku przez PC. W zakładanym bivalentno-równoległym trybie pracy, zależnie od temperatury zewnętrznej, układ sterowania pomp ciepła włącza źródło szczytowe, równoległe z pompą ciepła. Moc grzewcza pomp ciepła nie może być niższa niż 150 kW. Ustalenie ostatecznej mocy chłodniczej źródła wymaga szczegółowych analiza w ramach PW.



Stopień zasilania instalacji CT w trakcie ładowania zasobników CWU będzie ustalany na bieżąco przez układ sterowania. Musi istnieć również możliwość ingerencji operatora BMS - praca w trybie „ręcznym”.

Wymagane tryby pracy źródła ciepła (PC):

- Grzanie,
- Chłodzenie aktywne,
- Chłodzenie pasywne,
- Zrzut ciepła do spinki CDWTCh,
- Pobór chłodu ze spinki CDWTCh,
- Kombinacje ww. trybów.

Przełączanie między poszczególnymi trybami pracy za pomocą automatycznych zaworów przełączających z siłownikami zintegrowanych w systemie automatyki budynkowej BMS.

Napełnianie i uzupełnianie instalacji grzewczych i chłodniczych będzie następowało z sieci wodociągowej za pośrednictwem stacji uzdatniania wody. Instalacje będą napełniane / uzupełniane ręcznie za pośrednictwem podłączenia rozłącznego wyposażonego w zawory odcinające, filtr, wodomierz, zawór zwrotny, wąż elastyczny. Pierwsze napełnienie instalacji po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych prób należy wykonać wodą zdemineralizowaną.

Instalacja glikolowa – dolne źródło ciepła pomp ciepła, napełniana oraz uzupełniana będzie ze zbiornika z glikolem zlokalizowanego w pomieszczeniu maszynowni na poziomie -1 poprzez przyłącze wyposażone w układ pompowy. Pod rozdzielaczem DZC projektuje się wykonanie wanny, która będzie zbierać roztwór glikolu, który wycieknie w razie awarii. Możliwe będzie przepompowanie glikolu z wanny do instalacji glikolowej. Wykonawca zobowiązany jest zaprojektować łatwe i bezpieczne w eksploatacji rozwiązanie napełniania instalacji glikolowej uwzględniając różne wymagane stężenia glikolu propylenowego w poszczególnych instalacjach.

Dla wszystkich elementów instalacji źródła ciepła i chłodu (pompy ciepła, bufony, pompy obiegowe, itp.) należy zapewnić możliwość odcięcia elementów od instalacji za pomocą zaworów odcinających na wypadek ewentualnej konieczności wymiany lub serwisu urządzenia.

Wszystkie przewody (rury, kształtki, armatura, zawiesia itp.) w węźle ciepła należy zaizolować termicznie (izolacja powietrzno-szczelna).

6.2.2. Dolne źródło ciepła (DZC) – gruntowe sondy pionowe

Dolnym źródłem ciepła dla pomp ciepła będzie układ pionowych sond gruntowych o głębokości 200-250 m, zlokalizowanych na terenie objętym opracowaniem. Zastosować należy sondy podwójne U (PE-Xa DN40) – celem jest minimalizacja strat ciśnienia w obiegu dolnego źródła (minimalizacja wysokości podnoszenia pomp).

Do sond pionowych należy doprowadzić rury z rozdzielacza zlokalizowanego w budynku w pomieszczeniu maszynowni T.-101. Prowadzenie rur pod stropem garażu – poziomu -1. Poziome rury dobiegowe należy wykonać z rur PE-Xa DN40 (taki sam materiał i technika połączeń jak sondy



pionowe) preizolowanych i prowadzić możliwie najkrótszą trasą z przykryciem min. 1,5 m warstwą gruntu. Alternatywnie możliwe jest zastosowanie rur PE-Xa nie preizolowanych, jednak odpowiednio głębsze ich ułożenie w gruncie, oddalenie od siebie rur zasilających od powrotnych oraz lokalne zastosowanie izolacji z płyt XPS. Rozwiązanie alternatywne dla rur preizolowanych wymaga uzgodnienia z Zamawiającym (przedstawienie obliczeń wykazujących równoważność energetyczną). System źródła dolnego wykonać należy zgodnie z wytycznymi VDI 4640 i/lub innymi równoważnymi uznanymi wytycznymi w tym zakresie.

Obiegi sond należy grupować w systemie rozdzielcowym – musi istnieć możliwość odcięcia i regulacji przepływu dla każdej sondy oddzielnie. Rozdzielacz zlokalizować w pomieszczeniu technicznym T.-101 na ścianie maszynowni. Rozdzielacz dwusekcyjny (zasilanie i powrót) stalowy ze stali czarnej bez szwu, zaizolowany izolacją przeciwwykropleniową. Na każdym z obiegów do sond pionowych należy na zasilaniu zamontować zawory odcinające pełnoprzelotowe oraz rotametry obejściowe natomiast na powrocie do sond pionowych zawory odcinające.

Rurociągi od rozdzielaczy do pomp ciepła należy wykonać z rur ze stali czarnej bez szwu, łączonej przez spawanie, izolacja o zamkniętej strukturze komórkowej.

Cechy charakterystyczne gruntowych sond pionowych:

- Materiał sond i rozprawadzeń przewodów poziomych sondy-budynek – polietylen sieciowany wysokociśnieniowo PE-Xa; umożliwiający układanie w gruncie rodzimym, bez konieczności wykonywania obsypki, eliminujący niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się rys;
- Średnice rur sond – 40x3,7 mm lub równoważne – wybór na etapie PW, w oparciu o wyniki obliczeń hydraulicznych;
- Sonda podwójne „U” składająca się z dwóch sond pojedynczych, połączonych na krzyż – wybór na etapie PW – celem jest minimalizacja strat ciśnienia w obiegu dolnego źródła (minimalizacja wysokości podnoszenia pomp);
- Głowica sondy – bez połączenia zgrzewanego; sonda wykonana z jednego odcinka rury, wygiętego fabrycznie; miejsce wygięcia umieszczone w osłonie wykonanej z żywicy poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym lub rozwiązanie równoważne;
- Żywotność rur wg odpowiedniej normy branżowej musi wynosić przynajmniej 100 lat przy temperaturze 20°C i maksymalnym ciśnieniu roboczym 15 bar;
- Wymagana jest bardzo wysoka odporność na zgniecenia oraz rozprzestrzenianie się rys potwierdzona badaniem FNCT (full notch creep test) > 20.000 h;
- Minimalna temperatura układania -30 °C;
- Wymagana jest niska chropowatość bezwzględna rur ok. 0,007 mm;
- Zgodność z normami – DIN 16892, DIN 16893, PN-EN ISO 15875-2 lub równoważnymi;
- Zakres stosowanych temperatur: od -40 °C do +95°C;
- Elementy łączące typu tuleja zaciskowa (nasuwana);
- Rozstaw sond gruntowych w rzucie należy przyjąć na poziomie 10% długości sondy jednak nie mniej niż 12 m;
- System sond gruntowych należy zaprojektować zgodnie z wytycznymi VDI 4640 lub innymi równoważnymi uznanymi wytycznymi;
- Wymagana minimalna gwarancja dostawcy dla całego rozwiązania systemowego źródła dolnego - 10 lat. Gwarancja dotyczy niezawodności działania kompletnego rozwiązania sond (rury,



wypełnienie odwiertu materiałem dedykowanym do iniekcji, prace wiertnicze itp.) oraz przewodów rozprawień poziomych sondy-budynki (rury, kształtki, armatura, prace ziemne i montażowe, odtworzenie rejonu robót itp.). Suma gwarancyjna w odniesieniu do każdej kompletnej sondy nie może być niższa niż 40 000 zł/szt;

Wypełnianie otworu wiertniczego

Uszczelnienie i wypełnienie przestrzeni między sondą, a ścianą otworu wiertniczego należy wykonać za pomocą specjalistycznego materiału. Zawiesina tiksotropowa zapewni dokładne wypełnienie przestrzeni pierścieniowej otworu, stanowiąc zabezpieczenie przed mieszaniem warstw wodonośnych (współczynnik filtracji $< 2 \times 10^{-10}$ m/s). Należy stosować wypełnienie mineralne (naturalne i neutralne dla środowiska surowce) o odpowiednim uziarnieniu, charakteryzujące się współczynnikiem przewodzenia ciepła nie mniejszym niż 2,0 W/(mK). Takie równomierne związanie sondy z górotworem zabezpieczy również sondę przed nierównomiernym obciążeniem.

Wypełnianie otworu wiertniczego należy przeprowadzić zgodnie z VDI 4640 cz. 2 lub równoważne, tak aby zapewnić trwałe, stabilne fizycznie i chemicznie połączenie sondy z otoczeniem skalnym. W wypełnieniu otworu sondy nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrzne ani puste przestrzenie. Wypełnienie otworu wiertniczego należy wykonać metodą iniekcji, od głowicy sondy w górę otworu z wykorzystaniem rury wypełniającej (rurki iniekccyjnej zainstalowanej do głowicy sondy). Wyłącznie należy przeprowadzić wprowadzenie sondy i wypełnienie otworu zgodnie z VDI 4640 zapewnia odpowiednie funkcjonowanie szczególnie głębszych sond.

Należy prowadzić stałą kontrolę jakości (gęstości) zaczynu na placu budowy za pomocą areometru lub metoda wagową – dla każdej sondy na początku i na końcu procesu zatłaczania. O kontroli należy informować na bieżąco Weryfikatorów branżowych Zamawiającego.

W przypadku suchych otworów wiertniczych należy wypełnić sondę wodą najpóźniej przed wypełnieniem otworu. Aby nie przekroczyć dopuszczalnego ciśnienia zaleca się, szczególnie dla sond o długości powyżej 150 m, całkowite odpowietrzenie sond przed wypełnieniem otworu, dokładne uszczelnienie i użycie ciśnieniomierza do kontroli ciśnienia wewnętrznego. Podczas wypełniania otworu nie może ono przekroczyć 21 bar.

Przed uruchomieniem całego systemu należy przeprowadzić próbę szczelności, np. zgodnie z PN-EN 805 lub normą równoważną. Należy również sprawdzić, czy we wszystkich sondach odbywa się równomierny przepływ i sporządzić protokół z próby szczelności.

Inne wymagania

Po wykonaniu pierwszych dwóch sond (po związaniu materiału wypełniającego odwiert – minimum 4 tygodnie), a przed opracowaniem kompletnego projektu wykonawczego źródła dolnego wymagane jest wykonanie termicznego testu gruntu (TRT) – w obu sondach. W wyniku badania TRT w określone zostaną:

- średnia temperatura gruntu (niezakłócona) T_g ;
- średnia przewodność cieplna gruntu λ_g ;
- opór cieplny między płynem w rurach sondy a powierzchnią odwiertu R_{sp} .

Na podstawie uzyskanych wyników z testu TRT wymagane jest wykonanie szczegółowych obliczeń doborowych oraz symulacji energetycznej wieloletniej pracy wymiennika w warunkach klimatycznych dla miasta Poznania (wg danych Ministerstwa ds. budownictwa).



Typ, długość całkowita, liczba, rozstaw i głębokości sond zoptymalizowane i ostatecznie określone zostaną na podstawie symulacji energetycznej. Analizowany w symulacji okres wynosić będzie przynajmniej 25 lat pracy dolnego źródła z typowymi dla obiektu mocami (grzanie i chłodzenie). W tym okresie minimalne temperatury czynnika wychodzącego z systemu sond muszą być dodatnie. Wieloletni spadek/wzrost temperatury dolnego źródła ciepła, określony w symulacji powinien ustawać po ok. 15-20 latach – osiągnięcie równowagi pomiędzy sondami a gruntem. Temperatura minimalna czynnika (glikolu), uzyskiwana z sond powinna po tym czasie ustabilizować się na poziomie nie niższym niż 0°C. W przypadku uzyskania wyników symulacji nie spełniających niniejszych kryteriów należy skorygować parametry dolnego źródła i ponownie wykonać symulację, aż do osiągnięcia zakładanego celu (optymalizacja). Dopuszczalne są jedynie bardzo krótkotrwałe wystąpienia temperatur ujemnych (nie niższych niż -5°C), nie powodujące jednak zamarzania wód gruntowych w otoczeniu sond.

Projekt systemu sond gruntowych wraz z symulacją energetyczną i optymalizacją źródła stanowić będzie odrębne opracowanie.

Przed złożeniem projektu geologicznego i planu ruchu zakładu górniczego do odpowiednich urzędów, należy uzyskać zatwierdzenie Zamawiającego dla niniejszych opracowań.

Wymagane jest opracowanie i uzgodnienie z Zamawiającym szczegółowego planu i harmonogramu działań związanych z wykonywaniem źródła dolnego dla PC. Harmonogram ten należy uzgodnić z Zamawiającym przed przystąpieniem do prac na budowie.

Konieczne jest pełne opomiarowanie układu sond gruntowych w następujący sposób:

- indywidualne pomiary temperatur glikolu na wyjściu z każdej sondy i zbiorczo na wejściu do grupy sond - 1 pomiar na każdym rozdzielaczu (powrót z PC) – czujniki zatapialne (pochwy w trójnikach),
- pomiary różnic ciśnień na rozdzielaczach zasilającym i powrotnym; możliwość pomiaru ciśnień na pojedynczych sondach (manualnie, z wykorzystaniem zaworów odcinających – funkcja kontroli szczelności),
- pomiary energii uzyskiwanej z gruntu – liczniki ciepła / chłodu na każdej sekcji źródła dolnego,
- przepływ na każdej sondzie.

Wszystkie pomiary muszą być na bieżąco monitorowane, archiwizowane i wizualizowane w systemie BMS.

Należy przeprowadzić pomiar długości sond w trakcie wykonawstwa oraz próby odbiorowe (testy szczelności, przepływu itp.) przy obecności przedstawicieli Zamawiającego. Metoda pomiaru wymaga uzgodnienia i akceptacji Zamawiającego.

Wstępne lokalizacje gruntowych sond pionowych i trasy rur dobiegowych sondy-budynek przedstawiono w PT. Dokładną lokalizację i ostateczną liczbę sond należy ustalić na etapie PW i przedstawić do akceptacji Zamawiającego.



6.2.3. Pompy obiegowe

W poniższej tabeli zestawiono parametry pomp obiegowych, oznaczenia zgodnie ze schematem źródła ciepła i chłodu załączonym do PT. Wszystkie parametry pomp obiegowych należy zweryfikować na podstawie szczegółowych obliczeń hydraulicznych na etapie PW.

Symbol pompy obiegowej	Wysokość podnoszenia	Strumień przepływu	Moc elektryczna
-	dp [kPa]	V [m ³ /h]	Nel [W]
PO G	36.7	25.8	410
PO CT	48.0	2.7	70
PO COT1_0	12.5	1.3	15
PO COT1_1	17.4	1.7	25
PO COT1_2	19.1	1.7	25
PO COT1_3	18.0	1.6	25
PO COB	51.0	10.4	230
PO DZC	122.3	34.4	1 670
PO ZC	118.5	43.0	2 235
PO WL	29.0	20.7	300
PO WLT-0	34.8	3.8	70
PO WLT-1	48.1	5.0	115
PO WLT-2	63.0	6.0	180
PO WLT-3	63.5	6.0	180
PO WLB	50.9	17.2	400
PO PZ	42.1	1.1	40
PO CYR	2.4	0.2	10

Jako pompy obiegowe we wszystkich obiegach instalacji ogrzewania i chłodzenia należy stosować pompy posiadające odpowiednie dopuszczenia do stosowania, umożliwiające pełną kontrolę ich parametrów pracy przez system BMS budynku (stan, przepływ, ciśnienie, obroty itp.). Każdy kompletny układ pompowy wyposażony będzie w zawór zwrotny i dwa zawory odcinające. Pompy należy wyposażyć w manometry z zaworami odcinającymi, umożliwiającymi okresową „ręczną” kontrolę ich parametrów pracy jak również manometry podłączone do BMS. Pompy obiegowe muszą być wyposażone w przetwornice częstotliwości (pracują na zmiennym przepływie). Wszystkie pompy obiegowe należy zaprojektować w klasie energetycznej nie gorszej jak A lub równoważne.

6.2.4. Bufory

Aby uniknąć częstego załączania i wyłączania pompy ciepła w systemach grzewczych należy zastosować zasobniki buforowe wody grzewczej (potwierdzone szczegółowymi obliczeniami; pojemność wynika z czynnej pojemności zładu). Projektuje się dwa zasobniki buforowe instalacji



grzewczej (BG.1, BG.2) o łącznej pojemności 4000 dm³, oraz trzy zasobniki buforowe instalacji chłodniczej (BC.1, BC.2, BC.3) o łącznej pojemności 6000 dm³. Zasobniki należy zaizolować izolacją z wełny mineralnej z folią aluminiową.

Cele stosowania zasobników buforowych:

- pokrycie czasów blokady zakładu energetycznego (zależnie od taryfy i czasów szczytów obciążenia – możliwość wyłączenia PC w godzinach szczytu. W tym czasie obiegi po stronie budynku mogą być zasilane ze zbiorników buforowych) – kryterium to podlegać będzie szczegółowej analizie na etapie opracowania dokumentacji projektowej wykonawczej,
- stały przepływ przez pompę ciepła: zasobnik buforowy umożliwi rozdzielenie hydrauliczne strumieni w obiegu wtórnym pompy ciepła i obiegach grzewczych. Przy zredukowaniu przepływu w obiegu grzewczym= np. przez zawory termostacyjne, przepływ w obiegu wtórnym pozostaje stały,
- Przedłużenie cykli pracy pompy ciepła - ze względu na większą ilość wody i ew. osobne odcinanie wytwornicy ciepła należy przewidzieć dodatkowe, względnie większe naczynie wyrównawcze.

6.2.5. Wymienniki ciepła

W maszynowni pomp ciepła projektuje się trzy wymienniki ciepła, służące do przekazania ciepła/chłodu pomiędzy instalacjami zawierającymi różny czynnik. Poniżej zestawiono parametry dobranych wymienników ciepła:

WZC – wymiennik obiegu zrzutu ciepła do DZC

Wymiennik ciepła typu woda-glikol o następujących parametrach:

- moc wymiennika ciepła: 150 kW
- przepływ (strona wysoka): 25,9 m³/h
- czynnik obiegowy - woda grzewcza
- parametry pracy instalacji – 35/30°C
- króćce przyłączeniowe: DN80
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

- przepływ (strona niska): 43,9 m³/h
- czynnik obiegowy – glikol propylenowy 15%
- parametry pracy instalacji - 7/10°C
- króćce przyłączeniowe: DN80
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

WPZ – wymiennik obiegu podgrzewu zjazdu do garażu

Wymiennik ciepła typu woda-glikol o następujących parametrach:





- moc wymiennika ciepła: 24,2 kW
- przepływ (strona wysoka): 2,1 m³/h
- czynnik obiegowy - woda grzewcza
- parametry pracy instalacji - 40/30°C
- króćce przyłączeniowe: DN32
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

- przepływ (strona niska): 1,3 m³/h
- czynnik obiegowy – glikol propylenowy 35%
- parametry pracy instalacji - 35/15°C
- króćce przyłączeniowe: DN32
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

WAC/FC – wymiennik obiegu aktywnego/pasywnego chłodzenia

Wymiennik ciepła typu woda-glikol o następujących parametrach:

- moc wymiennika ciepła: 120 kW
- przepływ (strona wysoka): 35,1 m³/h
- czynnik obiegowy – glikol propylenowy 15%
- parametry pracy instalacji – 5/8°C
- króćce przyłączeniowe: DN80
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

- przepływ (strona niska): 20,6 m³/h
- czynnik obiegowy – woda lodowa
- parametry pracy instalacji – 7/12°C
- króćce przyłączeniowe: DN80
- dopuszczalny spadek ciśnienia: 25,0 kPa

Wymienniki ciepła wykonane jako lutowane, zaizolowane przy zastosowaniu oryginalnych kształtek producenta izolacją przeciwykropleniową oraz termiczną zgodnie z WT.

6.2.6. Rozdzielacze

W maszynowni na poziomie -1 (T.-101) projektuje się wykonanie trzech dwu-sekcyjnych rozdzielaczy (zasilanie i powrót). Rozdzielacze grzewczy i chłodniczy należy zlokalizować przy ścianie w osi D. Minimalna średnica belek rozdzielacza instalacji chłodniczej – DN200, instalacji grzewczej – DN150. Rozdzielacz DZC należy zlokalizować przy ścianie w rogu pomieszczenia, tak aby możliwe było podłączenie rur dobiegowych sond pionowych jak najkrótszą trasą. Minimalna średnica belek rozdzielacza DZC – DN200.

Rozdzielacze wykonać jako stalowe, ze stali czarnej bez szwu, zaizolowane przeciwykropleniowo i termicznie izolacją zgodną z WT.



6.2.7. Zabezpieczenie instalacji

Aby uniknąć częstego załączania i wyłączenia pompy ciepła w systemach grzewczych należy zastosować zasobniki buforowe wody grzewczej (potwierdzone szczegółowymi obliczeniami; pojemność wynika z czynnej pojemności zładu).

Cele stosowania zasobników buforowych:

- pokrycie czasów blokady zakładu energetycznego (zależnie od taryfy i czasów szczytów obciążenia – możliwość wyłączenia PC w godzinach szczytu. W tym czasie obiegi po stronie budynku mogą być zasilane ze zbiorników buforowych) – kryterium to podlegać będzie szczegółowej analizie na etapie opracowania dokumentacji projektowej wykonawczej,
- stały przepływ przez pompę ciepła: zasobnik buforowy umożliwi rozdzielenie hydrauliczne strumieni w obiegu wtórnym pompy ciepła i obiegach grzewczych. Przy zredukowaniu przepływu w obiegu grzewczym np. przez zawory termostatyczne, przepływ w obiegu wtórnym pozostaje stały,
- Przedłużenie cykli pracy pompy ciepła - ze względu na większą ilość wody i ew. osobne odcinanie wytwornicy ciepła należy przewidzieć dodatkowe, względnie większe naczynie wyrównawcze.

6.3. Opomiarowanie źródła ciepła i chłodu

Projektuje się opomiarowanie źródła ciepła / chłodu:

- energia pobierana i przekazywana przez pompy ciepła - liczniki ciepła - po obu stronach każdej pompy ciepła,
- na każdym obiegu w źródle - licznik ciepła/chłodu

Zgodnie ze schematem źródła ciepła i chłodu załączonym do PT, projektuje się łącznie 16 liczników ciepła/chłodu, w tym 4 liczniki pracujące w obiegu mieszaniny wody lodowej z dodatkiem przeciwzamrożeniowym (glikolem) - wymagana odporność licznika na działanie mieszaniny.

Liczniki:

- LC CWU - licznik ciepła na obiegu CWU - ciepła woda
- LC CCWU - licznik ciepła na obiegu CWU - cyrkulacja
- LC CT - licznik ciepła dla obiegów CWU i COT2
- LC COT - licznik ciepła na obiegu COT2 - zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych (poziom +2)
- LC COT1 - licznik ciepła na obiegu COT1 - zasilanie nagrzewnic central wentylacyjnych (poziom -1)
- LC COB - licznik ciepła na obiegu COB i COP - zasilanie belek grzewczych i ogrzewania płaszczyznowego
- LC WLB - licznik chłodu na obiegu WLB - zasilanie belek chłodzących
- LC WLT - licznik chłodu na obiegu WLT - zasilanie chłodnic central wentylacyjnych
- LC DZC - licznik ciepła/chłodu obiegu DZC - dolne źródło ciepła pomp ciepła (glikol)
- LC PZ - licznik ciepła obiegu WPZ - podgrzewanie zjazdu



- LC S - licznik ciepła obiegu „spinki” - połączenie z budynkiem CDWTCh
- LC AC/FC - licznik chłodu aktywnego AC / pasywnego FC (glikol)
- LC D1 - licznik ciepła dla źródła dolnego pompy ciepła PC1 (glikol)
- LC D2 - licznik ciepła dla źródła dolnego pompy ciepła PC2 (glikol)
- LC PC1 - licznik ciepła dla źródła górnego pompy ciepła PC1
- LC PC2 - licznik ciepła dla źródła górnego pompy ciepła PC2

W zakresie pomiaru energii elektrycznej projektuje się pomiar:

- energia elektryczna doprowadzona do każdej z pomp ciepła (liczniki energii elektrycznej),
- energia elektryczna doprowadzona do wszystkich pomp obiegowych dolnego źródła (sondy pionowe) - licznik energii elektrycznej,
- energia elektryczna doprowadzona do pompy obiegowej układu chłodzenia pasywnego - licznik energii elektrycznej,

Wszystkie pomiary temperatury, ciśnienia, przepływu itp. we wszystkich kluczowych punktach instalacji i źródła muszą być monitorowane i zwizualizowane w systemie BMS budynku.

6.4. Wymagania materiałowe instalacji i wyposażenia

Wszystkie przewody rurowe instalacji grzewczych i chłodniczych w pomieszczeniu źródła ciepła -1.31 (oprócz rurociągów wodociągowych) oraz główne przewody w budynku prowadzone nawierzchniowo (rozdzielcze, piony, rozprowadzające na kondygnacjach, pomiędzy pomieszczeniami itp.) projektuje się z rur stalowych czarnych bezszwowych wg PN-EN 10216-2 i PN-EN 10220 lub innych równoważnych norm, jako łączone przez spawanie.

Na schemacie źródła ciepła i chłodu, załączonym do PT, przedstawiono główne wyposażenie i armaturę poszczególnych obiegów źródła ciepła i chłodu. Wszystkie obiegi, odbiorniki i strefy regulacji w obiekcie wyposażać należy w zawory regulacyjne (2- lub 3-drogowe) z siłownikami 0..10V w celu umożliwienia automatycznej (jak również ręcznej) regulacji temperatury i/lub przepływu. Na etapie PW należy uszczegółowić doboru poszczególnych urządzeń i armatury.

Szczegółowe wymagania odnośnie materiałów, armatury, urządzeń itp. - opis zgodnie z p. 5.3



7. Wymagania odnośnie charakterystyki energetycznej i fizyki budowlanej

7.1. Wymagania ogólne

- Wszelkie zapisy Dz.U. Nr 75 poz. 690 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami, które potencjalnie mogłyby być traktowane jako dobrowolne (np. sformułowania „powinno”, „zaleca się” itp.) należy traktować jako wymagane do obowiązkowego stosowania („należy”, „musi” itp.);
- Należy zapewnić ochronę cieplną budynku przed przegrzewaniem w okresie letnim, przynajmniej na poziomie zgodnym z Dz.U. Nr 75 poz. 690 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami,
- Składowa współczynnik H_{tr} dotycząca liniowych mostków cieplnych nie może wynosić dla całego obiektu więcej niż 400 W/K. Należy zachować ciągłość izolacji osłony termicznej budynku. Należy to potwierdzić szczegółowymi obliczeniami z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych 2D;
- Należy zapewnić szczelność budynku na poziomie $q_{50} \leq 1,92$ [$m^3/h \cdot m^2$], Wszystkie powierzchnie murowane należy wytynkować w całości od wewnątrz, dodatkowo zabezpieczając miejsca potencjalnych zarysowań siatką zbrojeniową i ew. masami elastycznymi. W przypadku nieciągłości oraz połączeń między elementami należy stosować odpowiednie kołnierze klejone, uszczelki lub inne uszczelnienia elastyczne. Dobór materiału przegród zewnętrznych musi uwzględniać kwestie szczelności w przypadku przebić powłoki tynkarskiej (np. wiercenia / mocowania elementów wyposażenia itp.). Uszczelki i kołnierze mogą być klejone wyłącznie do powierzchni wytynkowanej, nigdy do powierzchni pustaka/cegły. Na etapie projektu wykonawczego należy opracować szczegółowe wytyczne i rysunki detali dla wykonawcy. Niniejsze wytyczne należy przedłożyć do weryfikacji Zamawiającemu.
- Wszystkie przejścia instalacji przez powłokę budynku zaopatrzyć w szczelne przepusty/dławiki - zastosować rozwiązania umożliwiające wymianę tras kablowych czy rur w trakcie eksploatacji bez obniżania szczelności powietrznej przepustu (np. gwintowane dławiki z materiałem uszczelniającym)
- Zalecane jest wykonanie wszystkich przegród pionowych budynku (przynajmniej zewnętrznych) w technologii monolitycznej – żelbecie. Niewskazane jest stosowanie ścian murowanych wypełniających ramowe konstrukcje żelbetowe.
- W celu zapewnienia oszczędności energii instalacji należy minimalizować spadki ciśnienia po stronie wody w obiegach nagrzewnic i chłodnic powietrza oraz grzejników – ograniczenie wysokości podnoszenia pomp obiegowych,
- W celu zapewnienia oszczędności energii instalacji należy minimalizować spadki ciśnienia w instalacjach powietrznych, a tym samym ograniczyć sprężę wentylatorów,
- Wartość wskaźnika EP [$kWh/(m^2 \cdot rok)$] określającego roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia i oświetlenia musi być mniejsza od wartości granicznych określonych w § 329 Dz.U. Nr 75 poz. 690 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami.
- Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię końcową EK nie może być większy niż 29,88 $kWh/(m^2 \cdot rok)$
- Jednostkowa (odniesione do powierzchni budynku o regulowanej temperaturze powietrza) roczna emisja dwutlenku węgla ECO_2 nie może być większa niż 6,40 $kg CO_2/(m^2 \cdot rok)$.



8. Hałas i wibracje

Akustyka i ochrona przed hałasem w budynku jest bardzo istotna dla spełnienia warunków komfortu przebywania w nim ludzi. Szczegóły związane z hałasem określa rozdział IX Dziennika Ustaw 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami oraz norma PN-87/B-02151.02 lub równoważne. Należy zapewnić dopuszczalne poziomy dźwięków A w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi zgodnie ww. normą.

Urządzenia na dachu i wewnątrz budynku projektować przy spełnieniu wymagań akustycznych zawartych w normie PN-87/B-02151/02 lub równoważne oraz zgodnie z rozporządzeniem Dziennik Ustaw z 2007 r. Nr 120 poz. 826 - Dopuszczalny poziom hałasu w [dB].

Dla wszystkich pomieszczeń należy wykonać obliczenia akustyczne uwzględniając wszystkie urządzenia stałego wyposażenia pomieszczeń i linie wentylacji ogólnej. Z obliczeń wynikać może potrzeba stosowania dodatkowych tłumików akustycznych (typ odpowiedni do instalacji). Wymagania akustyczne dla pomieszczeń przyjmować zgodnie z przepisami i aktualnymi Polskimi Normami, na podstawie których Wykonawca ma obowiązek wykonać operat akustyczny dla całego obiektu.

Drgania materiałów powstają głównie przy przepływie czynnika przez armaturę, rurociągi oraz poprzez pracę urządzeń. Dla tłumienia tych drgań stosować właściwe przekładki w uchwytach przewodów. Połączenia urządzeń wywołujących drgania (np. central wentylacyjnych, wentylatorów itp.) z instalacjami wykonać poprzez złącza wibroizolacyjne (elastyczne). Dla ograniczenia przenoszenia drgań przewidywać wykonanie bezpośrednio narażonych na drgania elementów z materiałów ciężkich, wykonywanie przewodów z rur o pogrubionych ścianach, rur z tworzyw sztucznych lub izolowanie ich z zastosowaniem izolacji dźwiękochłonnej układanej bezpośrednio na rurociągach, odpowiednie mocowanie rur – wkładki, uchwyty, listwy, szyny z przekładkami, wstawianie w środek sprężynujących i elastycznych warstw izolacyjnych, wstawianie kompensatorów z elastomerów na rurociągach, ustawianie urządzeń na ciężkich płytach fundamentowych posadowionych na podłożach sprężystych lub z wykorzystaniem miękkich przekładek. Miejscami krytycznymi w ochronie przed hałasem są również przejścia rurociągów przez przegrody, przejścia te wykonywać w rurach osłonowych, oddzielających rury od elementów konstrukcji budynku. Dodatkowo w tych miejscach przewidzieć owinięcie materiałami tłumiącymi i zamknięcie końców tulei kitami trwale elastycznymi. Dla rur z PE dostosowane są specjalne nakładki.

Wszystkie zawory odcinające powinny pracować jako całkowicie otwarte bądź całkowicie zamknięte. Mocowanie rur i armatury do przegród wykonywać z zastosowaniem elementów antywibracyjnych.

Dla zapewnienia w/w wymagań akustycznych w pomieszczeniach, na kanałach nawiewnych i wyciągowych należy zastosować tłumiki akustyczne kanałowe, a przy wentylatorach dachowych izolowane podstawy tłumiące lub tłumiki kanałowe.



9. Wytyczne międzybranżowe

9.1. Architektura i konstrukcja

Wytyczne przedstawiono szczegółowo w poszczególnych rozdziałach opracowania. W ogólnym ujęciu należy:

- elementy konstrukcyjne obiektu przystosować do montażu elementów technologicznych
- w miejscach przejść instalacji przez elementy konstrukcyjne budynku wykonać otwory montażowe o wymiarach większych od wymiaru kanału/rurociągu
- szachty wentylacyjne oraz przejścia instalacyjne przez przegrody stanowiące wydzielenie ogniowe wykonać jako odporne ogniowo
- drzwi wewnętrzne przewidywane do transferu powietrza wyposażyć w kratkę wentylacyjną o polu wolnego przekroju $A_0=0,04 \text{ m}^2$ lub zamontować powyżej poziomu posadzki ze szczeliną $A_0=0,04 \text{ m}^2$
- pod urządzeniami o dużej masie wykonać ramy pozwalające na zachowanie dopuszczalnych przez konstrukcję budynku nośności stropu
- przy urządzeniach z elementami wymagającymi regulacji lub konserwacji (klapy przeciwpożarowe, przepustnice regulacyjne, regulatory VAV, zawory regulacyjne itd.) zapewnić możliwość dostępu w ramach stropów podwieszanych
- przejścia dachowe zabezpieczyć przeciwwodnie i termicznie

Należy zapewnić dostęp techniczny do dwóch głównych szachtów instalacyjnych w otoczeniu wind oraz podesty techniczne wyposażone w drabiny umożliwiające poruszanie się pomiędzy kondygnacjami w ramach szachtu.

W przypadku doboru konkretnych central wentylacyjnych/urządzeń może nastąpić konieczność zmiany gabarytów ścian w pomieszczeniu maszynowni na poziomie -1.

9.2. Instalacje elektryczne

Wykonać instalację zasilania w energię elektryczną odbiorników instalacji wentylacji, chłodzenia, ogrzewania i źródła ciepła, zaworów oraz elementów sterowania i automatycznej regulacji doprowadzić energię elektryczną.

9.3. Instalacje wod-kan

Należy spełnić poniższe wymagania ze strony instalacji wod-kan:

- odprowadzenie kondensatu (chłodnice central wentylacyjnych, split),
- odprowadzenie popłuczyn z nawilżaczy powietrza
- doprowadzenie wody uzdatnionej do nawilżaczy powietrza



- wpusty podłogowe (kanalizacja sanitarna) i zawory czerpalne ZW – maszynownie wentylacyjne, maszynownia pomp ciepła,
- woda uzdatniona - nawilżanie w układzie wentylacji, napełnianie zładów instalacji HVAC,
- podłączenie instalacji CWU i CYR do pompy ciepła (PC CWU).

9.4. Instalacje AKPiA i system BMS

Wytyczne przedstawiono szczegółowo w poszczególnych rozdziałach opracowania. W ogólnym ujęciu opisano poniżej główne wytyczne dotyczące układu AKPiA.

Wytyczne ogólne

Budynek należy kompleksowo wyposażyć w układy automatyki budynkowej sterujące pracą instalacji wentylacji, klimatyzacji oraz ogrzewania. Muszą one realizować wszystkie niezbędne układy sterowania do zapewnienia utrzymania parametrów komfortu klimatycznego we wszystkich strefach regulacji. Dodatkowo muszą zapewniać minimalizację zużycia energii poprzez zastosowanie odpowiednich urządzeń wykonawczych, sterujących oraz zaimplementowaniu optymalnych algorytmów sterowania. Ogólnie dla źródeł ciepła, chłodu i systemów wentylacyjnych oraz automatyki pomieszczeniowej wszystkie urządzenia warstwy fizycznej oraz sterowania muszą być wykonane w określonej hierarchicznej topologii sieciowej oraz zapewniać dwukierunkową komunikację ze zintegrowanym systemem zarządzania budynkiem (BMS). Cały system sterowania w budynku na poziomie warstwy sterowania musi być zdecentralizowany i musi zapewniać możliwość autonomicznej pracy poszczególnych układów, nawet w przypadku zerwania, czy braku komunikacji ze zintegrowanym systemem zarządzania budynkiem (BMS).

Krok czasowy wszystkich zmiennych rejestrowanych w systemie BMS musi zostać ujednoczony a jego wartość ustalona z weryfikatorem HVAC i AKPiA.

Rozdzielczość liczników rejestrowanych w systemie BMS musi zostać ujednoczony a jego wartość ustalona z weryfikatorem HVAC i AKPiA

Wymagane jest zasilanie sieciowe liczników ciepła 230V lub 24V (zasilanie bateryjne nie może być jedynym źródłem).

Czas rozpoczęcia rejestracji trendów (tj. rejestracja zmiennych w systemie BMS) musi zostać ujednoczony a jego wartość ustalona z weryfikatorem HVAC i AKPiA.

Algorytmy blokowe i/lub opisowe w formie pdf muszą zostać uzgodnione z przedstawicielami Zamawiającego (Weryfikatorzy HVAC i AKPiA) i dostarczone przez Wykonawcę w projekcie wykonawczym oraz powykonawczym.



Źródło ciepła i chłodu wraz z instalacjami ogrzewania i chłodzenia

Wszystkie zaprojektowane pompy ciepła muszą mieć możliwość dwustronnej komunikacji w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych automatyki budynkowej (np. BACNet, Modbus, etc.). Wszystkie lokalne układy sterowania autonomicznych urządzeń źródeł ciepła i chłodu muszą zostać podłączone do nadrzędnego układu sterowania (PLC-Master / Serwer automatyki Master), w którym zaprogramowane zostaną wszystkie algorytmy sterowania spełniające optymalne wykorzystanie ciepła i chłodu w zależności od dynamicznie zmieniających się obciążeń budynku. Wszystkie niezbędne punkty pomiarowe i sterowania muszą mieć możliwość podłączenia do zintegrowanego systemu zarządzania budynkiem (BMS) wraz z zapewnieniem zdalnego monitoringu, zadawania wartości zadanych („set-pointów”), funkcjonalności raportowania, trendowania, archiwizacji oraz alarmowania.

Dla wszystkich instalacji ogrzewania i chłodzenia niezbędne urządzenia wykonawcze (pompy obiegowe etc.), jak również wszystkie niezbędne punkty pomiarowe muszą być zintegrowane w nadrzędnych (Master) sterownikach/serwerach automatyki i następnie podłączone do BMS.

Dla przygotowania ciepłej wody użytkowej (CWU) projektuje się wydzielony układ instalacji z pompą ciepła, która musi mieć możliwość podłączenia autonomicznych systemów sterowania w jednym ze standardowych protokołów komunikacyjnych do systemu BMS.

Instalacje wentylacji

Dla zapewnienia wymaganych parametrów komfortu klimatycznego, w tym przede wszystkim odpowiednią „czystość” powietrza w danej strefie (sale wykładowe, pomieszczenia biurowe, sanitarne oraz komunikacja, atrium oraz garaż) projektuje się układy wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła i chłodzeniem.

Każda centrala klimatyzacyjna spełniać ma funkcje wentylacji w instalacji nawiewno-wywiewnej (zapewnienie odpowiednich parametrów higieniczno-bytowych) z zapewnieniem minimalnej wymiany powietrza (dla danych pomieszczeń) oraz wspomagać funkcje klimatyzacyjne (chłodzenie i ogrzewanie z wykorzystaniem belek) a także dostarczać bezpośrednio chłód poprzez chłodnicę samej centrali klimatyzacyjnej zasilaną z obiegów wody lodowej.

Dla linii wentylacyjnych należy zastosować system optymalizujący ciśnienie dyspozycyjne na podstawie stopnia otwarcia przepustnic regulacyjnych w regulatorach VAV.

Dla wszystkich central klimatyzacyjnych zastosować układy automatyki zapewniające optymalizację pracy.

Automatyka pomieszczeniowa

Dla wszystkich urządzeń i systemów kształtujących odpowiedni komfort klimatyczny w strefach regulacji w budynku zintegrować należy w nadrzędnym systemie sterowania wszystkie niezbędne punkty pomiarowe (T, CO₂, etc.) oraz układy wykonawcze (siłowniki na zaworach CO, CT, WL oraz VAV) w nadrzędnym systemie sterowania BMS. Przyjmuje się ogólną zasadę, że dla stref z projektowaną ilością osób poniżej 4 systemy sterowania regulować będą układami wykonawczymi w funkcji sygnału z czujnika obecności, natomiast dla stref powyżej 3 osób w funkcji stężenia dwutlenku



węgla CO₂). Dodatkowo każda strefa regulacji uzależniona może być od zdefiniowanych w nadrzędnym systemie BMS harmonogramów czasowych.

Zintegrowany system zarządzania budynkiem BMS

Należy zapewnić pełną integrację wszystkich istniejących w budynku systemów sterowania i regulacji w warstwie nadrzędnej (SCADA) będącej dla automatyki budynkowej zintegrowanym systemem zarządzania budynkiem BMS. Ogólnie wszystkie elementy zintegrowane w systemie BMS muszą mieć możliwość:

- pełnej i ciągłej wizualizacji wszystkich procesów na przygotowanych, specjalnie przeznaczonych synoptykach,
- realizacji funkcji archiwizowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji trendowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji raportowania (wybór przez użytkownika),
- realizacji funkcji alarmowania (w krytycznych dla obiektu sytuacjach); alarmy muszą podzielone być na kilka grup, jak np. informujące, ważne, krytyczne; wszystkie muszą mieć funkcję akceptacji przez uprawnionego użytkownika,
- użytkownicy systemu podzieleni na określone grupy z rozgraniczonymi prawami dostępu oraz uprawnieniami.

System zarządzania budynkiem BMS integrować musi i zapewniać dwukierunkową i ciągłą komunikację pomiędzy danymi systemami:

- aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka (AKPiA) oraz systemy sterowania dla instalacji źródeł ciepła i chłodu oraz central wentylacyjnych,
- aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka (AKPiA) oraz systemy sterowania dla wszystkich pomieszczeń/stref regulacji w budynku,
- aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka (AKPiA) oraz systemy sterowania dla gruntowego wymiennika ciepła,
- systemy monitoringu i pomiaru zużycia mediów,
- integrację z systemem instalacji fotowoltaicznej (w jednym ze standardowych protokołów komunikacji).

Układy monitorowania zużycia mediów

Dla zapewnienia ciągłej analizy zużycia mediów i możliwości prowadzenia prac prowadzących do optymalizacji efektywności eksploatacyjnej zrealizować należy ciągły monitoring (warstwa nadrzędna system BMS: wizualizacja, archiwizacja, trendowanie, raportowanie) oraz pomiar zużycia (odpowiednie liczniki i analizatory):

- energii elektrycznej,
- ciepła,
- chłodu.

Wszystkie monitorowane zużycia mediów muszą mieć możliwość z poziomu systemu BMS:

- określania częstotliwości zapisu, archiwizowania i raportowania,
- wyznaczania określonych raportów zbiorczych za dane okresy,



- możliwości wykreślenia trendów za określony czas,
- wyznaczania (w danym okresie) wartości maksymalnych, minimalnych oraz uśrednionych,
- pełną wizualizację pomiarów,
- możliwość analizy („obróbki”) dzięki zaimplementowanym algorytmom analizy danych (określanie i wskazywanie potencjalnych błędów, awarii, zbyt dużego i nieekonomicznego zużycia energii, etc.).



10. Wymagania dotyczące projektowania

Wszelkie parametry widocznych elementów instalacji (kształty, formy, kolory, materiały itp.) wymagają każdorazowo uzgodnienia z Architektem i Zamawiającym na etapie projektu wykonawczego.

Część projektowa obejmuje wykonanie kompletnej, pełnobrańzowej dokumentacji budowlanej, wykonawczej i powykonawczej, dotyczących instalacji ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji dla potrzeb sali sportowej i pomieszczeń zaplecza zgodnie z obowiązującymi przepisami, odpowiednio:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 462),
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r. nr 202 poz. 2072 z późn. zm.).

Projekt wykonawczy należy opracować na podstawie Programu Funkcjonalno-Użytkowego oraz innych dokumentacji udostępnionych przez Zamawiającego.

Pełnobrańzowy projekt wykonawczy musi zawierać odpowiednie dla niniejszego zadania elementy a przede wszystkim:

- szczegółowy opis techniczny,
- szczegółowe bilanse: powietrza, obciążeń grzewczych, obciążeń chłodniczych,
- obliczenia hydrauliczne – wymiarowanie elementów instalacji HVAC,
- precyzyjny dobór wszystkich elementów instalacji,
- karty doborowe, katalogowe, DTR, elementów instalacji,
- atesty, certyfikaty, aprobaty,
- zestawienia materiałów,
- obliczenia akustyczne dokumentujące spełnienie dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego na zewnątrz i wewnątrz budynku,
- uzgodnienia i akceptację Zamawiającego,
- uzgodnienia formalno-prawne,
- szczegółowe obliczenia mostków cieplnych
- symulację CFD wentylacji pożarowej
- badanie termicznego testu gruntu (TRT)
- symulację energetyczną dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła
- część rysunkową (schematy, rzuty, przekroje, detale itp.),
- szczegółowe Specyfikacje Techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych
- wraz ze zgłoszeniem gotowości odbioru Wykonawca przedłoży Zamawiającemu wszelkie dokumenty pozwalające na ocenę prawidłowości wykonania przedmiotu odbioru, w tym:
 - dokumentacja projektowa powykonawcza (komplet zaktualizowanego do warunków rzeczywistych projektu, zawierający DTR urządzeń, karty gwarancyjne itp.),



- instrukcja obsługi i eksploatacji instalacji + potwierdzenie przeszkolenia personelu Zamawiającego,
- laminowane schematy instalacji,
- plan szkoleń dla personelu technicznego obsługującego obiekt ze strony Zamawiającego.

Ponadto dokumentacja musi zawierać protokół uzgodnień z wszystkimi branżami i być zgodna z normami i obowiązującymi polskimi przepisami, według których ma być wykonana instalacja. Dokumentacja podlega pełnej weryfikacji Zamawiającego i przed przystąpieniem do etapu realizacji musi uzyskać jego akceptację z oceną A.

Zamawiającemu należy przekazać 5 egzemplarzy dokumentacji projektowej w formie papierowej i elektronicznej.

Wszystkie urządzenia elektryczne (pompy, wentylatory, agregat wody lodowej itp.) wymagają pełnego opomiarowania zużycia energii elektrycznej – monitoring w BMS. Szczegóły zgodnie z PFU-AKPiA.



11. Wymagane próby, testy, badania odbiorowe – kontrola jakości

Należy dwukrotnie wykonać próby szczelności budynku (pomiar współczynnika q_{50} metodą ciśnieniową) – zgodnie z normą PN-EN 13829 lub inną normą równoważną - w trakcie wykonawstwa (na etapie umożliwiającym usunięcie większości usterek budowlanych) oraz ostatecznie przed odbiorem końcowym budynku. Po wykonaniu drugiego badania konieczne jest opracowanie szczegółowego raportu z badań z częścią opisową dotyczącą miejsc występowania nieszczelności oraz wynikami przeprowadzonych pomiarów. W ramach niniejszych badań należy bezwzględnie przeprowadzić lokalizację nieszczelności z wykorzystaniem wytwornicy nietoksycznego dymu oraz kamery termograficznej.

W celu oceny jakości osłony termicznej budynku (wraz z mostkami cieplnymi) należy wykonać badanie termograficzne zgodnie z normą PN-EN 13187 lub inną normą równoważną oraz pomiary rzeczywistych współczynników przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$] dla ok. 5 głównych typów przegród zewnętrznych budynku (przezroczyste i nieprzezroczyste, o największych stratach ciepła przez przenikanie). Po wykonaniu badania i pomiarów konieczne jest opracowanie wspólnego, szczegółowego raportu z częścią opisową dotyczącą miejsc występowania wad izolacji termicznej budynku.

Należy przewidzieć pomiary rzeczywistych długości wszystkich gruntowych sond pionowych dla pomp ciepła po ich zainstalowaniu w odwiertach. Metodę pomiaru należy uzgodnić z Zamawiającym.

W celu oceny jakości wykonania instalacji wentylacyjnej należy poddać badaniom szczelności wszystkie kanały wszystkich linii wentylacyjnych w budynku zgodnie z PN-EN 1507, PN-EN 12237, PN-EN 12599 lub normami równoważnymi. Odbiór instalacji wentylacji nastąpi w oparciu o procedurę zgodną z PN-EN 12599 lub równoważną. Przed przeprowadzeniem prób szczelności kanałów Wykonawca jest zobowiązany poinformować weryfikatora HVAC z ramienia Inwestora o planowanych terminach wykonywania pomiarów szczelności kanałów oraz przedstawić dokumentację i protokoły kalibracyjne sprzętu wykorzystywanego do pomiarów szczelności. Przeprowadzenie pierwszej serii pomiarów zostanie wykonane w obecności weryfikatora HVAC z ramienia Inwestora.

W trakcie wszystkich pomiarów niezbędna jest obecność weryfikatora branżowego ze strony Zamawiającego i protokolarne potwierdzenie odbioru prac.

Wykonawcy badań odbiorczych (szczelność powietrzna, termografia, współczynniki U) powinni posiadać co najmniej następujące doświadczenie:

- udokumentowane przeprowadzenie zgodnie z normą PN-EN 13829 lub inną normą równoważną badania szczelności powietrznej budynku użyteczności publicznej o kubaturze przekraczającej 50 000 m³,
- udokumentowane przeprowadzenie zgodnie z normą PN-EN 13187 lub inną równoważną normą branżową badania termograficznego przegród zewnętrznych



połączonego z pomiarem współczynników przenikania ciepła U w budynku o kubaturze przekraczającej 50 000 m³, zakończonych wspólnym raportem.

Dokumenty poświadczające doświadczenie / referencje wykonawcy badań podlegają weryfikacji i akceptacji Zamawiającego.

Po wykonaniu pierwszych dwóch sond (po związaniu materiału wypełniającego odwiert), a przed opracowaniem kompletnego projektu wykonawczego źródła dolnego wymagane jest wykonanie termicznego testu gruntu (TRT) w obu niniejszych sondach (w skrajnych lokalizacjach działki).

W wyniku badania TRT w określone zostaną: średnia temperatura gruntu (niezakłócona) T_g , średnia przewodność cieplna gruntu λ_g , opór cieplny między płynem w rurach sondy a powierzchnią odwiertu R_{sp} . Na podstawie uzyskanych wyników z testu TRT wymagane jest również wykonanie szczegółowych obliczeń doborowych oraz symulacji wieloletniej pracy wymiennika w warunkach klimatycznych wg danych ministerialnych za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Projekt systemu sond gruntowych wraz z wynikami testu TRT i symulacją energetyczną stanowić będzie odrębne opracowanie. Typ, długość całkowita, liczba, rozstaw i głębokości z sond wynikać będą z niniejszego projektu i w jego ramach niniejsze parametry będą zoptymalizowane. Wykonawca testu, obliczeń i symulacji podlega akceptacji Zamawiającego.

Metodologia w/w pomiarów, prób i badań bazować będzie na normach, literaturze i wiedzy fachowej z tego zakresu. Szczegółowe metodologie dla każdego badania muszą zostać opracowane przez Wykonawcę na etapie projektowania obiektu i wymagają precyzyjnego uzgodnienia oraz zatwierdzenia przez Zamawiającego.

W przypadku niedotrzymania wymaganych przez Zamawiającego wartości w/w parametrów, Wykonawcy naliczone zostaną kary.



II. CZĘŚĆ INFORMACYJNA

12. Przepisy i wytyczne związane

Projekt wykonawczy oraz całość robót należy wykonać zgodnie z Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót COBRI INSTAL (Zeszyt 2 „Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania”, zeszyt 5–„Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”, zeszyt 6–„Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych” zeszyt 11–„Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella”) lub równoważnymi wytycznymi oraz obowiązującymi przepisami bhp i ppoż., a w szczególności z Prawem budowlanym z dnia 7 lipca 1994 r.(wraz z późniejszymi zmianami) oraz „Rozporządzeniem MI w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” wraz z poprawkami (Dz.U. Nr 75/2002); oraz Rozporządzeniem MI z dnia 6. listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Instalacje wykonać zgodnie z obowiązującymi normami dotyczącymi projektowania, a w szczególności z:

- PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach lub inną normą równoważną,
- PN-B-02414:1999 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo - Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiórczymi przeponowymi - Wymagania lub inną normą równoważną,
- PN-C-04607:1993 Woda w instalacjach ogrzewania - Wymagania i badania dotyczące jakości wody lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła - Metoda obliczania lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 10211:2008 Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 13370:2008 Ciepłota - właściwości użytkowe budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłota - właściwości użytkowe budynków - Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację - Metoda obliczania lub inną normą równoważną,
- PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne lub inną normą równoważną,
- PN-B-02403:1982 Ogrzewnictwo - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne lub inną normą równoważną,
- PN-B-02421:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo - Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń - Wymagania i badania odbiorcze lub inną normą równoważną,



- PN-B-10425:1989 Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane z cegły - Wymagania techniczne i badania przy odbiorze lub inną normą równoważną,
- PN-B-03430:1983 PN-B-03430:1983/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania lub inną normą równoważną,
- PN-B-03421:1978 Wentylacja i klimatyzacja - Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi lub inną normą równoważną,
- PN-EN 1507:2007 Wentylacja budynków - Przewody wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym - Wymagania dotyczące wytrzymałości i szczelności lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12237:2005 Wentylacja budynków - Sieć przewodów - Wytrzymałość i szczelność przewodów z blachy o przekroju kołowym lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12097:2007 Wentylacja budynków - Sieć przewodów - Wymagania dotyczące elementów sieci przewodów ułatwiających konserwację systemów przewodów lub inną normą równoważną,
- PN-EN 779:2005 Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej - Wymagania, badania, oznaczanie lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12101-6:2007 - "Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła -- Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12599 - Wentylacja budynków -- Procedury badań i metody pomiarowe dotyczące odbioru wykonanych instalacji wentylacji i klimatyzacji lub inną normą równoważną,
- PN-EN 12101- Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła
- Innymi przepisami, normami i wytycznymi powołanymi lub wynikającymi z tekstu PFU

Dla Wszystkich elementów instalacji, urządzeń itp. (zwłaszcza proponowanych przez Wykonawcę jako równoważne) należy przedstawić listę wymaganych przez Zamawiającego parametrów charakterystycznych, ustalonych przez uznane, akredytowane jednostki (laboratoria), niezależne od dostawcy tego elementu.

Kryteria równoważności (lista wymaganych parametrów charakterystycznych dla danego rozwiązania / elementu, urządzenia) ustalone zostaną w razie konieczności przez Zamawiającego.