

Wytyczne projektowania,
wykonania, odbioru i eksploatacji
systemów wentylacji i klimatyzacji
dla podmiotów wykonujących
działalność leczniczą

Wytyczne projektowania,
wykonania, odbioru i eksploatacji
systemów wentylacji i klimatyzacji
dla podmiotów wykonujących
działalność leczniczą

Warszawa 2018

Zespół autorów pod przewodnictwem:

dr inż. Anny Charkowskiej

mgr inż. Andrzej Różycki

mgr inż. Radosław Lenarski

mgr inż. Agata Sobierajska

Konsultanci/Recenzenci:

dr inż. Marian Rubik

dr inż. Piotr Bartkiewicz

dr inż. Jerzy Sowa

Korekta

Krystyna Gasińska

Zezwala się na korzystanie z „Wytocznych projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą” (dalej Utwór) na warunkach licencji Creative Commons. Uznanie autorstwa – na tych samych warunkach 3.0 (zwaney również jako CC-BY-SA), dostępnej pod adresem <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> lub innej wersji językowej tej licencji lub którejkolwiek późniejszej wersji tej licencji, opublikowanej przez organizację Creative Commons.

„Wytoczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą” uzyskały rekomendację Ministerstwa Zdrowia do stosowania jako materiał pomocniczy przy projektowaniu i modernizacji infrastruktury podmiotów wykonujących działalność leczniczą.

Wydawca:

Pracodawcy Rzeczypospolitej Polskiej

ul. Brukselska 7, 03-973 Warszawa

ISBN 978-83-942639-5-9

Korekta, skład, druk i oprawa:

Oficyna Wydawniczo-Poligraficzna ADAM

ul. Rolna 191/193, 02-729 Warszawa

tel. 22 843 37 23; 22 843 08 79

Spis treści

1.	Wstęp	7
1.1.	Zakres stosowania wytycznych	7
1.2.	Wymagania ogólne	8
2.	Założenia do projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji	10
2.1.	Klasyfikacja pomieszczeń	10
2.2.	Zalecenia dotyczące rozwiązań systemów wentylacji i klimatyzacji	15
2.2.1.	Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S1	15
2.2.2.	Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S2	22
2.2.3.	Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S3	24
2.2.4.	Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S4	25
3.	Czystość powietrza	29
3.1.	Czystość pyłowa powietrza	29
3.1.1.	Założenia ogólne	29
3.1.2.	Metodyka pomiarów w pomieszczeniach klasy S1	30
3.2.	Czystość mikrobiologiczna powietrza	32
3.2.1.	Założenia ogólne	32
3.2.2.	Metodyka pomiarów w pomieszczeniach klasy S1	33
4.	Parametry mikroklimatu	35
4.1.	Temperatura i wilgotność względna powietrza	36
4.2.	Prędkość nawiewu powietrza	37
4.3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	37
4.4.	Kaskada ciśnienia powietrza	38
4.5.	Ciśnienie akustyczne	39
5.	Elementy systemu rozdziału powietrza	40
5.1.	Nawiewniki	40
5.1.1.	Stropy laminarne	40
5.1.2.	Nawiewniki skośne	41
5.1.3.	Nawiewniki z wpływem turbulentnym	41
5.1.4.	Recyrkulacja powietrza	42
5.2.	Wywiewniki	42
5.2.1.	Kratki wywiewne w pomieszczeniach klasy S1	43
5.2.2.	Elementy wywiewne w pozostałych pomieszczeniach	43
6.	Elementy systemu wentylacji i klimatyzacji	44
6.1.	Wymagania ogólne	44
6.2.	Centrale klimatyzacyjne i wentylacyjne	44
6.3.	Filtry powietrza	46
6.3.1.	Wymagania ogólne	46

6.3.2. Montaż i wymiana filtrów pierwszego i drugiego stopnia	47
6.3.3. Montaż i wymiana filtrów wysokoskuteicznych	47
6.4. Urządzenia do odzysku ciepła	48
6.5. Chłodnice	49
6.6. Nagrzewnice	49
6.7. Wentylatory	50
6.8. Nawilżacze powietrza	51
6.9. Przewody wentylacyjne	52
6.9.1. Założenia ogólne	52
6.9.2. Materiały i powierzchnie	52
6.9.3. Szczelność przewodów	53
6.9.4. Czystość instalacji	54
6.10. Otwory rewizyjne.	56
6.11. Tłumiki	57
6.12. Przepustnice	57
6.13. Regulatory wydatku	57
6.14. Czerpnie i wyrzutnie powietrza	58
6.15. Tace ociekowe i odprowadzenie kondensatu	58
6.16. System automatyki instalacji wentylacji i klimatyzacji	58
6.17. Ogrzewanie	60
7. Dokumentacja projektowa	62
7.1. Projekt budowlany.	62
7.2. Projekt wykonawczy systemu wentylacji i klimatyzacji	62
7.3. Projekt wykonawczy systemu automatyki wentylacji i klimatyzacji	63
7.4. Projekt powykonawczy systemu wentylacji i klimatyzacji.	64
7.5. Projekt powykonawczy systemu automatyki wentylacji i klimatyzacji	64
7.6. Umowa o roboty budowlane	65
8. Odbiór instalacji	67
8.1. Sprawdzenie kompletności wykonanych prac	67
8.2. Kontrola działania	68
8.3. Pomiary odbiorowe	68
8.3.1. Pomiary dla wszystkich pomieszczeń	68
8.3.2. Dodatkowe pomiary dla pomieszczeń klasy S1	69
8.3.3. Dodatkowe pomiary dla instalacji wyposażonych w filtry wysokoskuteiczne	69
8.4. Protokoły odbiorowe	69
9. Zalecenia dotyczące eksploatacji instalacji.	71
9.1. Kompetencje zespołu technicznego świadczącego usługi serwisowe	71
9.2. Kompleksowa obsługa techniczna	73
9.2.1. Obsługa bieżąca	73
9.2.2. Konserwacja.	74
9.2.3. Naprawy	75
9.3. Umowa serwisowa.	76

10. Powołania normatywne	78
11. Literatura	81
Załącznik A – Zalecana częstotliwość pomiarów odbiorowych i okresowych w pomieszczeniach klasy S1	82
Załącznik B – Zalecane parametry projektowe i przykładowe mierniki funkcjonalności dla pomieszczenia klasy S1	84
Załącznik C – Zalecany skład komisji odbiorowych	85
Załącznik D – Terminy i definicje	86



1. Wstęp

1.1. Zakres stosowania wytycznych

Niniejsze wytyczne dotyczą projektowania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji wraz z powiązаныmi z nimi instalacjami sanitarnymi (np. instalacje doprowadzenia wody do nawilżaczy, instalacje odprowadzenia kondensatu) w obiektach podmiotów działalności leczniczej, w których udzielane są stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne szpitalne i inne świadczenia szpitalne oraz świadczenia ambulatoryjne, takich jak: szpitale, szpitale jednodniowe, zakłady opiekuńczo-lecznicze i pielęgnacyjno-opiekuńcze, rehabilitacji leczniczej, hospicja, ambulatoria, przychodnie, poradnie, ośrodki zdrowia, zakłady badań diagnostycznych, laboratoria medyczne, zakłady patomorfologii itp., wraz z pomieszczeniami pomocniczymi (np. śluzy, korytarze, magazyny). Wymagania w szczególności dotyczą takich pomieszczeń jak:

- bloki operacyjne, w których skład wchodzi: sale operacyjne, sale hybrydowe, pomieszczenia przygotowania lekarza, pomieszczenia przygotowania pacjenta, śluza dla personelu, śluza dla pacjenta, śluza materiałowa, pomieszczenia szatni personelu, pomieszczenia porządkowe, magazyny czystej bielizny, magazyny brudnej bielizny, magazyny aparatury, korytarze czyste i brudne (Dz.U.2012.739 [2]),
- pracownie radiologii zabiegowej,
- pracownie hemodynamiki,
- sale pooperacyjne (sale nadzoru poznieczuleniowego),
- sale intensywnej opieki medycznej,
- sale łóżkowe chorych,
- izolatki (izolacja ochronna),
- separatki (izolacja pacjenta),
- gabinety lekarskie i zabiegowe,
- pomieszczenia diagnostyki obrazowej,
- pomieszczenia pro morte i prosektoria,
- pomieszczenia porządkowe, magazyny bielizny brudnej, odpadów medycznych, brudowniki,
- sterylizatornie.

Wytyczne nie dotyczą instalacji elektrycznych, instalacji gazów medycznych, instalacji wentylacji oddymiającej i pożarowej oraz pozostałych instalacji sanitarnych i systemów automatyki niezwiązanych z systemem wentylacji i klimatyzacji.

Wytyczne nie obejmują projektowania instalacji wentylacji i klimatyzacji dla placówek specjalnego przeznaczenia, w których przewiduje się leczenie pacjentów zarażonych szczególnie zaraźliwymi, śmiertelnymi chorobami, stanowiącymi szczególne zagrożenia dla pozostałych pacjentów oraz personelu medycznego.

1.2. Wymagania ogólne

Utrzymanie właściwej higieny oraz czystości w budynkach, w których wykonywana jest działalność lecznicza, szczególnie w obszarach o zdefiniowanych wymaganiach czystości, zależy od odpowiednich kwalifikacji, organizacji i dyscypliny personelu medycznego i technicznego oraz od spełnienia szczególnych wymagań dotyczących systemów wentylacji i klimatyzacji dla tego typu obiektów.

Konieczne jest przeprowadzenie prawidłowego procesu projektowania, uzgodnień techniczno-organizacyjnych (będących wytycznymi procesu realizacji), wykonanie prac w oparciu o zaakceptowany i sprawdzony projekt, przeprowadzenie starannych procedur odbiorowych, ustalenie i przestrzeganie zasad eksploatacji oraz utrzymanie serwisu na poziomie bezpieczeństwa funkcjonalnego (opartego o mierniki funkcjonalności określone w zależności od przeznaczenia pomieszczeń). Szczególnie ważna jest współpraca projektanta i inwestora z rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych oraz inspektorem nadzoru sanitarnego (higienista) w całym procesie planowania, budowy, odbioru i użytkowania.

W Tabeli 1 zamieszczono wykaz pomieszczeń bloku operacyjnego o szczególnych wymaganiach higienicznych.

Tabela 1. Pomieszczenia medyczne bloku operacyjnego

W skład bloku operacyjnego wchodzi:
<ul style="list-style-type: none">– co najmniej jedna sala operacyjna, mająca bezpośrednie połączenie z częścią brudną bloku operacyjnego do usuwania zużytego materiału, z zachowaniem ruchu jednokierunkowego,– śluza dla pacjenta, przez którą pacjent jest dowożony do bloku operacyjnego,– śluza szatniowa, przez którą przechodzą pracownicy,– śluza materiałowa, przeznaczona do dostarczania oraz krótkotrwałego przechowywania czystych materiałów,– pomieszczenie przygotowawcze dla pracowników wyposażone w stanowisko chirurgicznego mycia rąk, przez które pracownicy wchodzi do sali operacyjnej,– pomieszczenie przygotowania pacjenta,– stanowisko znieczulenia ogólnego,– sala wybudzeń, o ile nie została zorganizowana poza blokiem operacyjnym,– pomieszczenia dla pracowników z pomieszczeniem higieniczno-sanitarnym,– magazyn sprzętu i aparatury,– magazyn czystej bielizny,– magazyn brudnej bielizny,– pomieszczenie porządkowe.

Układ pomieszczeń bloku operacyjnego powinien zapewnić zachowanie rozdziału personelu od pacjentów oraz materiału czystego od materiału zużytego, brudnych narzędzi, brudnej bielizny i odpadów pooperacyjnych (Dz.U.2012.739 [2]).

Niniejsze wytyczne zawierają wymagania dla projektanta, wykonawcy, inspektora nadzoru budowlanego, inspektora nadzoru sanitarnego (higienisty), rzeczoznawcy ds. sanitarno-higienicznych oraz jednostek pełniących funkcje związane z utrzymaniem ruchu systemów wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń służby zdrowia i mogą być włączone do wniosku o certyfikację danej jednostki przez właściwy organ opieki zdrowotnej.

Wytyczne zawierają wskazówki do projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji oraz ogrzewania w ich podstawowym zakresie. W razie konieczności możliwe jest wprowadzenie wyższych wymagań np. ze względu na szczególne potrzeby medyczne lub warunki techniczne.

Wszelkie odstępstwa od zaleceń zamieszczonych w niniejszym dokumencie powinny być uzgadniane pomiędzy inwestorem, projektantami, rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych i rzeczoznawcą budowlanym z zakresu systemów wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń czystych oraz mieć szczegółowe uzasadnienie merytoryczne.

Projekt systemów wentylacji i klimatyzacji dla obiektów w sektorze działalności medycznej, a w szczególności dla bloku operacyjnego, musi być współmierny z wymaganiami związanymi z jego architekturą, technologią medyczną, układem pomieszczeń, podziałem na obszar czysty i obszar brudny oraz komunikacją.

Systemy wentylacji i klimatyzacji w obiektach działalności medycznej muszą zapewnić:

- czystość powietrza na wymaganym poziomie, określonym przez dopuszczalne stężenie następujących zanieczyszczeń: cząstek stałych, drobnoustrojów, gazów anestetycznych i oparów środków do dezynfekcji, w zależności od rodzaju pomieszczeń oraz ich funkcji, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań dotyczących strefy czystej;
- przeciwdziałanie przenoszeniu zanieczyszczeń drogą powietrzną poprzez:
 - zapewnienie wymaganego kierunku przepływu powietrza pomiędzy pomieszczeniami (kaskadowy układ ciśnienia powietrza), z zachowaniem kierunku przemieszczania się powietrza z pomieszczenia o wyższych wymaganiach czystości powietrza do pomieszczeń o niższych wymaganiach,
 - utrzymanie odpowiedniej prędkości powietrza nawiewanego,
 - obniżenie stężenia zanieczyszczeń gazowych w powietrzu poprzez ich rozcieńczenie odpowiednią ilością powietrza zewnętrznego;
- odprowadzenie wewnętrznych zysków ciepła i zysków wilgoci poprzez doprowadzenie wystarczającej ilości uzdatnionego powietrza z centrali klimatyzacyjnej (wentylacyjnej);
- zapewnienie komfortowych warunków pobytu dla pacjenta i pracy dla personelu poprzez utrzymanie wymaganych warunków cieplno-wilgotnościowych w pomieszczeniach.

2. Założenia do projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji

2.1. Klasyfikacja pomieszczeń

Ze względu na przeznaczenie oraz wymagania związane z czystością powietrza (pyłową i mikrobiologiczną) pomieszczenia w obiektach służby zdrowia podzielono na następujące klasy:

- Klasa S1 (z podklasami: S1a, S1b, S1c) – sale operacyjne (podział na podklasy w zależności od przeznaczenia i typów wykonywanych operacji),
- Klasa S2 – pomieszczenia o podwyższonych wymaganiach higienicznych, w tym: izolatki, oddziały anestezjologii i intensywnej terapii, sale pooperacyjne (sale nadzoru poznieczuleniowego), pomieszczenia przygotowania pacjenta, pomieszczenia przygotowania lekarza,
- Klasa S3 – separatki, oddziały zakaźne,
- Klasa S4 – pozostałe pomieszczenia medyczne.

W Tabeli 2 zamieszczono wymagania dla pomieszczeń w obiektach, w których wykonuje się działalność leczniczą, z uwzględnieniem ich przeznaczenia, podstawowych rodzajów wykonywanych operacji i zabiegów oraz rozwiązań systemów wentylacji i klimatyzacji.

Tabela 2. Klasyfikacja pomieszczeń medycznych ze względu na czystość powietrza z uwzględnieniem ich przeznaczenia oraz wymaganego rozwiązania systemów wentylacji i klimatyzacji

Klasa pomieszczenia	Zastosowanie (przykłady) *	Podstawowe wymagania dotyczące systemu nawiewu i wywiewu powietrza	Zalecany układ ciśnienia powietrza **
1	2	3	4
S1 – Sale operacyjne	<ul style="list-style-type: none"> – ortopedia i traumatologia narządu ruchu (złamania kończyn, protezy stawu biodrowego), – neurochirurgia (operacje kręgosłupa, operacje krwiaków wewnątrzczaszkowych), – transplantologia kliniczna (przeszczepy nerek, wątroby, serca), – kardiochirurgia (wszczepienie rozruszników, pomostowanie naczyń wieńcowych, leczenie wad serca), – chirurgia ogólna (operacje pęcherzyka żółciowego, wyrostka robaczkowego, przepuklin) 	<ul style="list-style-type: none"> – laminarny strop nawiewny, – obszar ściśle chroniony o powierzchni 9 m², – filtry wysokoskuteczne o klasie minimum H13, – prędkość strugi w odległości 0,30 m poniżej powierzchni wylotu powietrza ze stropu nawiewnego 0,20 - 0,30 m/s; na wysokości 1,20 m nad poziomem podłogi 0,18 - 0,25 m/s, – minimalny wymagany strumień powietrza zewnętrznego 2400 m³/h, – strumień powietrza wywiewanego (usuwanego) musi zapewnić zbilansowanie zysków ciepła i wilgoci; nie powinien być mniejszy niż 50% nawiewanego strumienia powietrza zewnętrznego 	<p>Nadciśnienie w sali operacyjnej w odniesieniu do pomieszczeń sąsiadujących minimum 10 Pa</p>

1	2	3	4
<p>S1 – Sale operacyjne</p>	<ul style="list-style-type: none"> – położnictwo i ginekologia (sale cięć cesarskich), – urologia (operacje kamicy dróg moczowych), – chirurgia szczękowo-twarzowa (operacje złamania kości twarzy, korekta zgryzu), – otorynolaryngologia (operacje zatok, przegrody nosowej), – okulistyka (operacje zaćmy, korekcja wad wzroku), – chirurgia plastyczna (wszczepienia implantów) 	<ul style="list-style-type: none"> – laminarny strop nawiewny, – ograniczony obszar ściśle chroniony o powierzchni <math>9 \text{ m}^2</math> i <math>3,6 \text{ m}^2</math> (spełniający jednocześnie oba warunki), – filtry wysokoskuteczne o klasie minimum H13, – prędkość strugi w odległości 0,30 m poniżej powierzchni wylotu powietrza ze stropu nawiewnego 0,20 m/s – 0,30 m/s; w odległości 1,20 m nad poziomem podłogi 0,18 – 0,25 m/s, – minimalny wymagany strumień powietrza zewnętrznego 2400 m³/h, – strumień powietrza wywiewanego (usuwanego) nie powinien być mniejszy niż 50% nawiewanego strumienia powietrza zewnętrznego 	<p>Nadciśnienie w sali operacyjnej w odniesieniu do pomieszczeń sąsiadujących minimum 10 Pa</p>
<p>S1c – niezidentyfikowany obszar ściśle chroniony</p>	<ul style="list-style-type: none"> – sale przeznaczone do pozostałych zabiegów operacyjnych (np. wprowadzenie małych implantów, – chirurgia plastyczna 	<ul style="list-style-type: none"> – wentylacja mieszająca (turbulentna), – nawiewniki skośne z filtrami wysokoskutecznymi o klasie minimum H13, – minimalna krotkość wymian powietrza: 25 h-1, – minimalny wymagany strumień powietrza zewnętrznego 1200 m³/h, – strumień powietrza wywiewanego (usuwanego) nie powinien być mniejszy niż 50% nawiewanego strumienia powietrza zewnętrznego 	

1	2	3	4
<p>S2 – Pomieszczenia o podwyższonych wymaganiach higienicznych, w tym izolatki ochronne</p>	<ul style="list-style-type: none"> – izolatki ochronne, – obszar chroniony w salach dla chorych będących pod specjalną opieką medyczną (np. pomieszczenia opieki pooperacyjnej, oddziały transplantologii, oddziały intensywnej opieki medycznej, oddziały onkologii)****, – strefy czyste bloku operacyjnego, chronione naciśnięciem (np. pomieszczenie przygotowania leka- rza, pomieszczenie przygotowania pacjenta, korytarz czysty, sterylizatornia)****, 	<ul style="list-style-type: none"> – filtry wysokoskuteczne o klasie minimum E11, – minimalna krotność wymian powietrza: 10 h⁻¹ 	<p>Naciśnienie w odniesieniu do pomieszczeń sąsiadujących minimum 10 Pa****</p>
<p>S3 – Separatki (izolacja pacjenta)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – sale specjalne, w których separo- wani są pacjenci zakażeni lub po- dejrzani o zakażenie chorobą zakaźną (np. gruźlica, ospa wie- trzna) 	<ul style="list-style-type: none"> – filtr wysokoskuteczny klasy minimum E11 w in- stalacji nawiewnej i/lub wywiewnej, – minimalna krotność wymian powietrza: 10 h⁻¹ 	<p>Zależnie od potrzeb naciśnienie lub podciśnienie w odniesieniu do pomieszczeń sąsiadujących > 10 Pa***, przy czym nie dopuszcza się łączenie tych funkcji w obrębie jednego pomieszczenia</p>

1	2	3	4
<p>S4 – Pozostałe pomieszczenia</p>	<p>– wszystkie pozostałe pomieszczenia o wymaganiach higienicznych, niezakwalifikowane do klas S1, S2 lub S3, np. sale chorych, gabinety lekarskie, gabinety zabiegowe, przebiegalnie chirurgów, centrum dializ, pomieszczenie rentgena, rezonansu magnetycznego i tomografu, brudowniki, pomieszczenia pro morte, prosektoria,</p> <p>– pomieszczenia obszaru brudnego bloku operacyjnego</p>	<p>– wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna</p>	<p>Zgodnie z wymaganiami użytkownika, technologii oraz aktualnymi przepisami</p>
<p>* Sugerowane typy zabiegów dla pomieszczeń klasy S1 przyjęto z uwzględnieniem wskazań zawartych w normy DIN 1946:2008.</p> <p>** Pomiar nadciśnienia pomiędzy pomieszczeniami powinien być wykonywany poniżej sufitu podwieszanego. We wszystkich pomieszczeniach, w których należy zapewnić nadciśnienie należy równocześnie zapewnić nadciśnienie pomiędzy analizowanym pomieszczeniem a przestrzenią nad sufitem podwieszanym.</p> <p>***Możliwe odstępstwa po konsultacji z rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych.</p> <p>****W szczególnych przypadkach wynikających z programu użytkowego, pełnionych funkcji oraz w przypadku braku wymagań wynikających z przepisów prawa, przynależność pomieszczeń do grupy S2 powinna być ustalona pomiędzy Inwestorem, rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych, inspektorem nadzoru sanitarnego (higienistą), ewentualnie rzeczoznawcą budowlanym oraz poświadczona pisemnym dokumentem załączonym do dokumentacji projektowej.</p> <p>*****W przypadku pełnienia przez pomieszczenie klasy S2 funkcji służby, nadciśnienie w nim panujące powinno mieć wartość minimum 5 Pa w odniesieniu do pomieszczeń przylegających (wyłączając sale operacyjne).</p> <p>Strumień powietrza wentylacyjnego należy określić w oparciu o bilans zysków ciepła, wilgoci lub stężenie zanieczyszczeń. Podane minimalne krotności wymian powietrza są wartościami pomocniczymi i nie powinny być podstawą projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji, a jedynie służyć do określenia niezbędnego minimum dla rozważanej klasy pomieszczeń.</p> <p>UWAGA: W przypadku, gdy w Tabeli 2 nie zamieszczono zabiegów lub operacji przewidzianych do wykonywania w projektowanej sali operacyjnej, należy zdefiniować klasę czystości na podstawie operacji lub zabiegu o najbardziej zbliżonej charakterystyce medycznej (po konsultacji z personelem medycznym) oraz uzyskać akceptację rozwiązania przez rzeczoznawcę ds. sanitarno-higienicznych.</p> <p>UWAGA: Przed rozpoczęciem procesu projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji (w szczególności dla pomieszczeń klasy S1) Inwestor powinien w formie pisemnej sprzecyzować planowane typy operacji w pomieszczeniach sal operacyjnych oraz planowane wyposażenie medyczne. Wymagania technologiczne co do pomieszczenia sali operacyjnej powinny zostać ostatecznie ustalone po konsultacji z personelem medycznym, rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych oraz inspektorem nadzoru sanitarnego (higienistą).</p>			

2.2. Zalecenia dotyczące rozwiązań systemów wentylacji i klimatyzacji

Pomieszczenia i obszary zakwalifikowane do klasy S1 muszą być wyposażone w systemy klimatyzacji.

Pomieszczenia zakwalifikowane do klasy S2 i S3 muszą być wyposażone w system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej zapewniającej co najmniej minimalną krotność wymiany powietrza, wymaganą czystość powietrza oraz komfort cieplny, bez konieczności regulacji wilgotności względnej powietrza.

Pomieszczenia i obszary klasy S4 zaleca się wyposażyć w system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, szczególnie, jeżeli zachodzi konieczność doprowadzenia minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego (tzw. higienicznego) lub jeżeli wymagane jest zbilansowanie strumieni powietrza.

Dla wybranych pomieszczeń (np. dla sal operacyjnych, pomieszczeń sal chorych itp.), w przypadku zastosowania rozwiązania uzasadnionego technologicznie i ekonomicznie dopuszcza się stosowanie recyrkulacji w obrębie jednego pomieszczenia lub w zespole pomieszczeń o identycznych wymaganiach higienicznych i zbliżonej charakterystyce wprowadzanych i emitowanych zanieczyszczeń. W takim przypadku należy wystąpić do właściwego ze względu na lokalizację inwestycji państwowego powiatowego inspektora sanitarnego, z wnioskiem o udzielenie zgody na zastosowanie recyrkulacji powietrza w pomieszczeniach jednostki działalności leczniczej.

2.2.1. Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S1

Głównym zadaniem systemu wentylacji i klimatyzacji w pomieszczeniu klasy S1 jest utrzymanie czystości powietrza w obszarze ściśle chronionym i chronionym.

Dla pomieszczeń klasy S1a i S1b zadanie to realizowane jest poprzez:

- utrzymanie nadciśnienia powietrza w stosunku do pomieszczeń przylegających,
- nawiew przez strop laminarny czystego powietrza o określonej, stałej prędkości, w obszarze ściśle chronionym i określonej różnicy wartości temperatury nawiewu i rzeczywistej temperatury w pomieszczeniu w granicach $\Delta t = 1 \div 3$ K,
- rozcieńczenie zanieczyszczeń (w tym gazów anestezyjnych) przez doprowadzenie odpowiedniej ilości powietrza zewnętrznego, określonej w Tabeli 2, o wymaganej czystości.

W pomieszczeniach klasy S1c ww. zadanie realizowane jest poprzez:

- utrzymanie nadciśnienia powietrza w stosunku do pomieszczeń przylegających,
- rozcieńczenie zanieczyszczeń (w tym gazów anestezyjnych) przez doprowadzenie odpowiedniej ilości powietrza zewnętrznego o określonej czystości oraz zapewnienie, co najmniej minimalnej krotności wymiany powietrza, w celu odprowadzenia wewnętrznych zysków ciepła oraz wilgoci, określonej w Tabeli 2.

Dla wszystkich sal operacyjnych zaleca się zastosowanie systemu nawiewu z użyciem stropu laminarnego, o niskiej turbulencji, z zachowaniem wymaganej prędkości opadania strugi.

W uzasadnionych przypadkach jedynie w salach klasy S1c dopuszcza się zastosowanie nawiewników skośnych.

Rozróżnia się następujące rozwiązania stropu laminarnego:

- strop laminarny bez funkcji recyrkulacji,
- strop laminarny z podmieszaniem powietrza recyrkulacyjnego,
- strop laminarny z recyrkulacją za pomocą oddzielnego modułu recyrkulacyjnego.

Poprzez funkcję recyrkulacji powietrza w systemie rozprowadzenia powietrza przez strop laminarny rozumie się pobór powietrza recyrkulacyjnego jedynie z obsługiwanej sali, bezpośrednio do komory recyrkulacyjnej w stropie laminarnym lub pobór przez odrębny moduł recyrkulacyjny przewodami powietrza recyrkulacyjnego.

Poza strefą ściśle chronioną, w obszarze chronionym sali operacyjnej należy zapewnić odpowiednią krotność wymiany powietrza gwarantującą komfort cieplny (zalecane parametry powietrza – **Tabela 7**), wymagane nadciśnienie powietrza (**Tabela 2**) oraz jednokierunkowy wypływ powietrza z danego pomieszczenia do pomieszczeń sąsiadujących poprzez drzwi lub inne elementy technologiczne.

Zaleca się uwzględnienie możliwości zmniejszenia strumienia nawiewanego powietrza (minimalnie do 50% nominalnego strumienia nawiewanego) w czasie, gdy sala operacyjna nie jest używana. Nie zaleca się wyłączenia systemu wentylacji i klimatyzacji w przerwach w użytkowaniu sali operacyjnej. W żadnej sytuacji nie wolno dopuścić do odwrócenia kierunku przepływu powietrza między pomieszczeniami, poprzez utratę nadciśnienia względem pomieszczeń sąsiadujących.

Po wyłączeniu systemu wentylacji i klimatyzacji obsługującego pomieszczenia klasy S1, konieczne jest jego ponowne włączenie w odpowiednim czasie (co najmniej 60 minut) przed rozpoczęciem kolejnych operacji lub zapewnić, co najmniej 30 wymian powietrza (w odniesieniu do powietrza świeżego) w pomieszczeniu przed przystąpieniem do jego użytkowania.

Aby uniknąć przestojów w funkcjonowaniu systemów obsługujących pomieszczenia klasy S1, mogących powodować zagrożenie dla pacjentów oraz straty finansowe dla szpitala, zaleca się stosowanie urządzeń redundantnych (lub przynajmniej układu redundantnych wentylatorów) wyposażonych w system sterowania i automatyki umożliwiający ich automatyczne zadziałanie w przypadku awarii urządzeń podstawowych, sterowanych z poziomu sali operacyjnej.

W przypadku konieczności ogrzewania pomieszczeń klasy S1 zaleca się stosowanie ogrzewania płaszczyznowego. Dopuszczalne jest stosowanie urządzeń o powierzchniach grzewczych gładkich, nieożebrowanych, łatwych do czyszczenia i dezynfekcji (np. grzejników w wykonaniu higienicznym). Ruch powietrza wynikający z potrzeby zapewnienia

komfortu cieplnego w obszarze chronionym nie może zakłócać przepływu strugi laminarnej. W przypadku wątpliwości zaleca się przeprowadzenie wizualizacji strumienia (próby dymowej), np. zgodnie z PN-EN ISO 14644-3 [35].

UWAGA: Przed przystąpieniem do prac wykończeniowych w sali operacyjnej (ściany, sufity, podłogi, otwory drzwiowe itp.) należy wykonać dokładny, komisyjny przegląd całej jej struktury budowlanej i instalacyjnej oraz uszczelnić wszystkie otwory i inne elementy powodujące utratę szczelności pomieszczenia przy użyciu środków przeznaczonych i dopuszczonych do zastosowania w pomieszczeniach czystych. W skład komisji powinni wchodzić: inwestor i/lub użytkownik, wykonawca, inspektor nadzoru budowlanego, inspektor nadzoru sanitarnego (higienista). Szczelność pomieszczenia powinna być potwierdzona stosownym protokołem podpisanym przez wszystkich członków komisji.

UWAGA: Przed zamontowaniem końcowych elementów instalacji wentylacyjnej (tj. strop laminarny, nawiewniki wentylacji mieszającej, wywiewniki, przepustnice, regulatory wydatku) należy wykonać ostateczne próby szczelności instalacji nawiewnej i recyrkulacyjnej w obecności przedstawiciela inwestora i/lub użytkownika oraz inspektora nadzoru sanitarnego (higienisty) i inspektora nadzoru budowlanego w branży sanitarnej. W szczególnych przypadkach zaleca się aby dodatkowym członkiem komisji był rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu instalacji wentylacji i klimatyzacji.

UWAGA: W przypadku wystąpienia pożaru, ze względu na fakt, że pacjent w trakcie zabiegu operacyjnego nie zawsze może być natychmiast ustabilizowany oraz ewakuowany, zaleca się aby scenariusz przeciwpożarowy budynku uwzględniał możliwie jak najdłuższą pracę systemu klimatyzacji dla potrzeb pomieszczeń klasy S1, niezależnie od realizacji scenariusza przeciwpożarowego dla pozostałej części budynku. Dla kontroli powietrza nawiewanego zaleca się zastosowanie czujnika dymu w przewodzie nawiewnym.

UWAGA: Pomiar nadciśnienia pomiędzy pomieszczeniami powinien być wykonywany poniżej sufitu podwieszanego. Równocześnie we wszystkich pomieszczeniach chronionych nadciśnieniem należy dodatkowo zapewnić nadciśnienie pomiędzy pomieszczeniem a przestrzenią nad sufitem podwieszanym.

2.2.1.1. Założenia do systemu wentylacji pomieszczeń klasy S1a

W salach operacyjnych o najwyższych wymaganiach higienicznych (S1a) obszar ściśle chroniony powinien mieć powierzchnię co najmniej 9,0 m² (np. 3,0 m x 3,0 m), co uzyskuje się przez zastosowanie stropu laminarnego o wymiarach np. 3,20 m x 3,20 m. Strumień powietrza nawiewanego, poza zapewnieniem odpowiedniej prędkości strugi

nawiewanego powietrza i odpowiedniej temperatury nawiewu, musi usunąć zyski ciepła i wilgoci oraz rozcieńczyć zanieczyszczenia gazowe, przy zachowaniu wymaganego nadciśnienia powietrza (**Tabela 2**) w stosunku do pomieszczeń sąsiadujących. Do pomieszczenia klasy S1a należy doprowadzić co najmniej 2400 m³/h powietrza zewnętrznego.

Sale operacyjne klasy S1a należy projektować w przypadku wykonywania w nich operacji określonych w **Tabeli 2**. W szczególnie uzasadnionych przypadkach, po konsultacji z rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych, inwestorem, projektantem systemów wentylacji i klimatyzacji, i rzeczoznawcą budowlanym z zakresu systemów wentylacji i klimatyzacji, dopuszcza się zmniejszenie wymagań w odniesieniu do czystości pomieszczenia o jeden stopień, czyli do klasy S1b.

Pomieszczenia klasy S1a wymagają zastosowania w systemie wentylacji trzystopniowej filtracji powietrza nawiewanego oraz jednostopniowej filtracji powietrza wywiewanego. Minimalne wymagania w odniesieniu do klas filtrów powietrza nawiewanego są następujące:

- 1 stopień: filtr klasy F7
- 2 stopień: filtr klasy F9
- 3 stopień: filtr klasy H13

W obszarach o dużym zapyleniu powietrza zewnętrznego, w uprzemysłowionych i dużych miastach, filtr F7 należy poprzedzić filtrem zgrubnym.

Do filtracji powietrza wywiewanego należy stosować filtry o klasie minimum M5 i separatory kłaczek na kratkach wywiewnych o oczkach nie większych niż 0,8 mm [15].

Ścienne kratki wywiewne powinny być rozlokowane w pomieszczeniu możliwie równomiernie w taki sposób, aby zapewniać stabilizację strugi laminarnej, umieszczając je np. w czterech narożnikach pomieszczenia lub w ich pobliżu, po dwie kratki w jednej lokalizacji – pod sufitem i nad podłogą. Należy usuwać 20% objętości strumienia powietrza ze strefy podsufitowej (przez kratki umieszczone w odległości do 0,30 m pod powierzchnią sufitu) i 80% strumienia powietrza ze strefy przypodłogowej (na wysokości do 0,30 m nad poziomem podłogi). Lokalizacja górnych kratek wywiewnych nie powinna powodować zjawiska bezpośredniego podsysania powietrza nawiewanego (tzw. zjawisko krótkiego spięcia). Zaleca się zastosowanie rozwiązania umożliwiającego indywidualną regulację strumienia powietrza dla górnych i dolnych kratek wyciągowych, np. poprzez zastosowania przepustnic regulacyjnych lub kratek z wbudowanymi przepustnicami regulacyjnymi.

Strumień powietrza bezpośrednio wywiewanego podczas eksploatacji systemu nie może być mniejszy niż 50% nawiewanego powietrza zewnętrznego, przy czym strumień powietrza wywiewanego do doboru kratek wywiewnych należy przyjąć nie mniejszy niż 90% strumienia powietrza nawiewanego.

Dla zapewnienia odpowiedniej czystości powietrza w sali operacyjnej klasy S1a wymagane jest zastosowanie śluzu. Funkcję śluzu może pełnić pomieszczenie przygotowania pa-

cjenta i/lub pomieszczenie przygotowania lekarza. W pomieszczeniu śluzy należy zapewnić podciśnienie w stosunku do sali operacyjnej oraz nadciśnienie w stosunku do pozostałych pomieszczeń sąsiadujących. Wyływ nadmiaru powietrza kompensacyjnego powinien odbywać się systemowo (np. przez klapy upustowe) lub przez szczelinę pod drzwiami. Nawiew powietrza do śluzy musi odbywać się przez nawiewniki w wykonaniu higienicznym z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum H13 przy zapewnieniu odpowiedniej krotności wymiany powietrza (wartości zamieszczono w **Rozdziale 4.3**).

2.2.1.2. Założenia do systemu wentylacji pomieszczeń klasy S1b

Sale operacyjne klasy S1b wymagają zastosowania nawiewu powietrza przez strop laminarny o założeniach identycznych jak dla klasy S1a, jednak z różnicą w wielkości pola operacyjnego ($< 9,0 \text{ m}^2$). Powierzchnia stropu laminarnego nie może być mniejsza niż $3,60 \text{ m}^2$. Strumień powietrza nawiewanego poza zapewnieniem odpowiedniej prędkości strugi powietrza i odpowiedniej temperatury nawiewu musi usunąć zyski ciepła i wilgoci oraz rozcieńczyć zanieczyszczenia gazowe przy zachowaniu wymaganego nadciśnienia powietrza (**Tabela 2**) w stosunku do pomieszczeń sąsiadujących. Do pomieszczenia klasy S1b należy doprowadzić co najmniej $2400 \text{ m}^3/\text{h}$ powietrza zewnętrznego.

Sale operacyjne klasy S1b należy projektować w przypadku wykonywania w nich operacji określonych w **Tabeli 2**. W szczególnie uzasadnionych przypadkach, po konsultacji z rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych, inwestorem, projektantem systemów wentylacji i klimatyzacji, i rzeczoznawcą budowlanym z zakresu systemów wentylacji i klimatyzacji, dopuszcza się zmniejszenie wymagań w odniesieniu do czystości pomieszczenia o jeden stopień, czyli do klasy S1c.

Pomieszczenia klasy S1b wymagają zastosowania w systemie wentylacji trzystopniowej filtracji powietrza nawiewanego oraz jednostopniowej filtracji powietrza wywiewanego. Minimalne wymagania w odniesieniu do klas filtrów powietrza nawiewanego są następujące:

- 1 stopień: filtr klasy F7*
- 2 stopień: filtr klasy F9
- 3 stopień: filtr klasy H13

*z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra pierwszego stopnia do klasy M5.

W obszarach o dużym zapyleniu powietrza zewnętrznego, uprzemysłowionych i w dużych miastach zaleca się poprzedzenie filtra pierwszego stopnia filtrem zgrubnym.

Do filtracji powietrza wywiewanego należy stosować filtry o klasie minimum M5 i separatory włócznie na kratkach wywiewnych o oczkach nie większych niż $0,8 \text{ mm}$ [15].

W przypadku zastosowania nawilżacza powietrza w instalacji nawiewnej, konieczne jest umieszczenie przed nim filtra o klasie, co najmniej F7.

Ścienne kratki wywiewne powinny być rozlokowane w pomieszczeniu możliwie równomiernie w taki sposób, aby zapewniać stabilizację strugi laminarnej, umieszczając je np. w czterech narożnikach pomieszczenia lub w ich pobliżu, po dwie kratki w jednej lokalizacji – pod sufitem i nad podłogą. Należy usuwać 20% objętości strumienia powietrza ze strefy podsufitowej (przez kratki umieszczone w odległości do 0,30 m pod powierzchnią sufitu) i 80% strumienia powietrza ze strefy przypodłogowej (na wysokości do 0,30 m nad poziomem podłogi). Lokalizacja górnych krately wywiewnych nie powinna powodować zjawiska bezpośredniego podsysania powietrza nawiewanego (tzw. zjawisko krótkiego spięcia). Zaleca się zastosowanie rozwiązania umożliwiającego indywidualną regulację strumienia powietrza dla górnych i dolnych krately wyciągowych, np. poprzez zastosowanie przepustnic regulacyjnych lub krately z wbudowanymi przepustnicami regulacyjnymi.

Strumień powietrza wywiewanego podczas eksploatacji systemu nie może być mniejszy niż 50% nawiewanego powietrza zewnętrznego, przy czym strumień powietrza wywiewanego do doboru krately wywiewnych należy przyjąć nie mniejszy niż 90% strumienia powietrza nawiewanego.

Dla zapewnienia odpowiedniej czystości powietrza w sali operacyjnej klasy S1b wymagane jest zastosowanie śluzy. Funkcję śluzy może pełnić pomieszczenie przygotowania pacjenta lub pomieszczenie przygotowania lekarza lub za zgodą rzeczoznawcy ds. sanitarno-higienicznych, inne pomieszczenie w bezpośrednim sąsiedztwie sali operacyjnej. Nadciśnienie panujące w pomieszczeniu śluzy musi być niższe niż w sali operacyjnej, jednak wyższe niż we wszystkich pozostałych pomieszczeniach sąsiadujących. Wypływ nadmiaru powietrza kompensacyjnego powinien odbywać się systemowo (np. przez klapy upustowe) lub przez szczelinę pod drzwiami. Nawiew powietrza do śluzy musi odbywać się przez nawiewniki w wykonaniu higienicznym z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum H13 przy zapewnieniu odpowiedniej krotności wymiany powietrza (wartości zamieszczono w **Rozdziale 4.3**).

2.2.1.3. Założenia do systemu wentylacji pomieszczeń klasy S1c

W salach operacyjnych o klasie czystości S1c dopuszcza się możliwość zastosowania wentylacji mieszającej o przepływie turbulentnym z wykorzystaniem nawiewników skośnych, bez określonego obszaru ściśle chronionego. Konieczne jest zaprojektowanie instalacji zapewniającej, co najmniej 25 wymian powietrza zewnętrznego na godzinę (w odniesieniu do powietrza nawiewanego). Strumień powietrza nawiewanego poza zapewnieniem odpowiedniej prędkości strugi w rejonie stołu operacyjnego oraz rozcieńczeniem zanieczyszczeń gazowych musi posiadać odpowiednią temperaturę i zapewnić usunięcie zysków ciepła i wilgoci. Strumień powietrza zewnętrznego nie może być mniejszy niż 1200 m³/h oraz musi zapewnić zachowanie wymaganego nadciśnienia w pomieszczeniu w stosunku do pomieszczeń sąsiadujących (**Tabela 2**).

System wentylacji i klimatyzacji przeznaczony dla pomieszczeń klasy S1c należy stosować w przypadku wykonywania w nich operacji określonych w Tabeli 2. Wymagania zdefiniowane dla pomieszczeń klasy S1c są najniższymi dopuszczalnymi wymaganiami dla sal operacyjnych.

System wentylacji pomieszczenia klasy S1c wymaga zastosowania trzystopniowej filtracji powietrza nawiewanego oraz jednostopniowej powietrza wywiewanego. Minimalne wymagania w odniesieniu do klas filtrów powietrza nawiewanego są następujące:

- 1 stopień: filtr klasy F7 *
- 2 stopień: filtr klasy F9**
- 3 stopień: filtr klasy H13

*z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra pierwszego stopnia do klasy M5,

**z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra drugiego stopnia do klasy F7.

W obszarach o dużym zapyleniu powietrza zewnętrznego, uprzemysłowionych i w dużych miastach zaleca się poprzedzenie filtra pierwszego stopnia filtrem zgrubnym.

Do filtracji powietrza wywiewanego zaleca się stosowanie filtrów o klasie minimum M5 i separatorów kłaczek na kratkach wywiewnych.

W przypadku zastosowania nawilżacza powietrza w instalacji nawiewnej, konieczne jest umieszczenie przed nim filtra o klasie co najmniej F7.

Ścienne kratki wywiewne powinny być rozlokowane w pomieszczeniu możliwie równomiernie, po dwie kratki w jednej lokalizacji – pod sufitem i nad podłogą. Należy usuwać 20% objętości strumienia powietrza ze strefy podsufitowej (przez kratki umieszczone w odległości do 0,30 m pod powierzchnią sufitu) i 80% strumienia powietrza ze strefy przypodłogowej (na wysokości do 0,30 m nad poziomem podłogi). Lokalizacja górnych kratek wywiewnych nie powinna powodować zjawiska bezpośredniego podsysania powietrza nawiewanego (tzw. zjawisko krótkiego spięcia). Zaleca się zastosowanie rozwiązania umożliwiającego indywidualną regulację strumienia powietrza dla górnych i dolnych kratek wyciągowych, np. poprzez zastosowanie przepustnic regulacyjnych lub kratek z wbudowanymi przepustnicami regulacyjnymi.

Strumień powietrza wywiewanego podczas eksploatacji systemu nie może być mniejszy niż 50% powietrza zewnętrznego, przy czym strumień powietrza wywiewanego do doboru kratek wywiewnych należy przyjąć nie mniejszy niż 90% strumienia powietrza nawiewanego.

Dla zapewnienia odpowiedniej czystości powietrza w salach operacyjnych klasy S1c zalecane jest zastosowanie śluzy. Funkcję śluzy może pełnić pomieszczenie przygotowania pacjenta lub pomieszczenie przygotowania lekarza lub, za zgodą rzeczoznawcy ds. sanitarno-higienicznych, inne pomieszczenie w bezpośrednim sąsiedztwie. Nadciśnienie

panujące w pomieszczeniu śluzy musi być niższe niż w sali operacyjnej, jednak wyższe niż we wszystkich pozostałych pomieszczeniach sąsiadujących. Wyptyw nadmiaru powietrza kompensacyjnego powinien odbywać się systemowo (np. przez klapy upustowe) lub przez szczelinę pod drzwiami. Nawiew powietrza do śluzy musi odbywać się przez nawiewniki w wykonaniu higienicznym z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum H13, przy zapewnieniu odpowiedniej krotności wymiany powietrza (wartości zamieszczono w Rozdziale 4.3).

2.2.2. Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S2

Klasa S2 dotyczy pomieszczeń:

- przeznaczonych do przebywania pacjentów o obniżonej odporności na infekcje,
- przeznaczonych do przebywania pacjentów wymagających izolacji,
- strefy czystej i sterylnej centralnych sterylizatori,
- obszarów czystych bloku operacyjnego takich jak: pomieszczenie przygotowania lekarza, pomieszczenie przygotowania pacjenta i korytarz czysty.

Pomieszczenia o klasie S2 wymagają zastosowania w systemie wentylacji trzystopniowej filtracji powietrza nawiewanego oraz jednostopniowej filtracji powietrza wywiewanego. Minimalne wymagania w odniesieniu do klas filtrów powietrza nawiewanego są następujące:

- 1 stopień: filtr klasy F7 *
- 2 stopień: filtr klasy F9 **
- 3 stopień: filtr klasy (minimum) E11

* z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra pierwszego stopnia do M5,

**z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra drugiego stopnia do F7.

W obszarach o dużym zapyleniu powietrza zewnętrznego, uprzemysłowionych i w dużych miastach zaleca się poprzedzenie filtra pierwszego stopnia filtrem zgrubnym.

Do filtracji powietrza wywiewanego zaleca się stosowanie filtra o klasie minimum M5.

W przypadku zastosowania nawilżacza powietrza w instalacji nawiewnej konieczne jest umieszczenie przed nim filtra o klasie co najmniej F7.

Dla zapewnienia odpowiedniej czystości powietrza w pomieszczeniach klasy S2, takich jak: izolatka, centralna sterylizatornia, sala intensywnej opieki medycznej, zaleca się zastosowanie śluzy.

W pomieszczeniu śluzy należy zapewnić podciśnienie powietrza w stosunku do izolatki oraz nadciśnienie w stosunku do innych pomieszczeń sąsiadujących. Wyptyw nadmiaru powietrza kompensacyjnego powinien odbywać się systemowo (np. przez klapę upustową) lub przez szczelinę pod drzwiami. Nawiew powietrza do śluzy musi odbywać się

przez nawiewniki w wykonaniu higienicznym z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum E11 przy zapewnieniu odpowiedniej krotności wymiany powietrza (wartości zamieszczono w **Rozdziale 4.3**).

UWAGA: Przed przystąpieniem do prac wykończeniowych (ściany, sufity, podłogi, otwory drzwiowe itp.) należy wykonać dokładny, komisyjny przegląd całej jej struktury budowlanej i instalacyjnej oraz uszczelnić wszystkie otwory i inne elementy powodujące utratę szczelności pomieszczenia przy użyciu środków dopuszczalnych do zastosowania w pomieszczeniach czystych. W skład komisji powinni wchodzić: inspektor nadzoru budowlanego, inwestor, inspektor nadzoru sanitarnego (higienista). Szczelność pomieszczenia powinna być potwierdzona stosownym protokołem podpisanym przez wszystkich członków komisji.

UWAGA: Pomiar nadciśnienia pomiędzy pomieszczeniami powinien być wykonywany poniżej sufitu podwieszanego. Równocześnie we wszystkich pomieszczeniach chronionych nadciśnieniem, należy dodatkowo zapewnić nadciśnienie pomiędzy pomieszczeniem a przestrzenią nad sufitem podwieszanym.

2.2.2.1. Pomieszczenia przygotowania pacjenta i przygotowania lekarza

Pomieszczenia przygotowania pacjenta i pomieszczenia przygotowania lekarza powinny być wyposażone w system wentylacji i klimatyzacji z trzystopniową filtracją powietrza. Nawiew powinien odbywać się przez nawiewniki turbulentne w wykonaniu higienicznym z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum H13, a wywiew poprzez kratki lub inne elementy wywiewne również w wykonaniu higienicznym. Konieczne jest utrzymanie nadciśnienia powietrza w pomieszczeniu względem pomieszczeń przylegających (wyłączając sale operacyjne jeśli pomieszczenie pełni funkcję śluzy).

2.2.2.2. Pomieszczenia przeznaczone dla pacjentów o obniżonej odporności

Pomieszczenia klasy S2 są przeznaczone na pobyt pacjentów o obniżonej odporności immunologicznej, podlegających leczeniu metodą przeszczepu szpiku kostnego, pod warunkiem zastosowania w nich nawiewników laminarnych z filtrem wysokoskutecznym o klasie minimum H13 i utrzymania w nich odpowiedniego nadciśnienia powietrza (**Tabela 2**) względem pomieszczeń sąsiadujących. Te wymagania wskazane są również dla sal, na których przebywają pacjenci z oparzeniami, ciężkimi odmrożeniami oraz inni pacjenci o obniżonej odporności immunologicznej. W obu przypadkach konieczne jest zastosowanie śluzy.

2.2.2.3. Centralna sterylizatornia

Centralna sterylizatornia musi mieć dogodne połączenie z zespołem operacyjnym, być łatwo dostępna z innych jednostek organizacyjnych szpitala oraz w miarę możliwości z zewnątrz (Dz.U.2012.739 [2]). Centralna sterylizatornia powinna być podzielona na trzy strefy: czystą, brudną i sterylną. Strefa czysta i sterylna powinny być chronione nad-

ciśnieniem, a przejście personelu ze strefy czystej do strefy brudnej i sterylnej powinno prowadzić przez śluzy.

Zaleca się wyposażenie sterylizatorni w oddzielny system wentylacji zapewniający minimum 10 wymian powietrza na godzinę, usuwający zyski ciepła i wilgoci od sterylizatorów z trzystopniową filtracją powietrza, w tym z filtrami wysokoskutecznymi po stronie sterylnej i czystej. W pomieszczeniach przeznaczonych do mycia i dezynfekcji powinno być zapewnione podciśnienie względem strony sterylnej i czystej oraz nadciśnienie w stosunku do otoczenia, dodatkowo zaleca się wyposażenie ich w oddzielny system wyciągowy, kierujący powietrze bezpośrednio do wyrzutni dachowej.

W przypadku, gdy producent nie przedstawi specjalnych wymagań, zaleca się aby w przestrzeni technicznej sterylizatorni utrzymywać temperaturę powietrza mieszczącą się w zakresie $24 \pm 26^{\circ}\text{C}$.

2.2.3. Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S3

Klasa S3 dotyczy pomieszczeń zakaźnych (separatki), w których znajdują się pacjenci chorujący lub podejrzani o choroby zakaźne, stanowiący zagrożenie dla pacjentów i personelu. Klasa ta obejmuje również pomieszczenia, w których do powietrza mogą być uwalniane substancje tworzące zagrożenie dla otoczenia.

Zanieczyszczone powietrze z separatek nie może przepływać do stref sąsiadujących. Ze względów bezpieczeństwa konieczne jest zastosowanie śluz. W separacie należy utrzymywać podciśnienie powietrza w stosunku do śluz oraz pomieszczeń sąsiadujących (Tabela 2).

Pomieszczenia klasy S3 wymagają zastosowania w systemie wentylacji przynajmniej dwustopniowej filtracji powietrza nawiewanego oraz przynajmniej jednostopniowej filtracji powietrza wywiewanego. Minimalne wymagania w odniesieniu do klas filtrów powietrza nawiewanego są następujące:

- 1 stopień: filtr klasy F7 *
- 2 stopień: filtr klasy F9 **

*z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra pierwszego stopnia do M5,

** z możliwością obniżenia w uzasadnionych przypadkach klasy filtra drugiego stopnia do F7.

W obszarach o dużym zapyleniu powietrza zewnętrznego, uprzemysłowionych i w dużych miastach zaleca się poprzedzenie filtra pierwszego stopnia filtrem zgrubnym.

Do filtracji powietrza wywiewanego w centralach klimatyzacyjnych zaleca się stosowanie filtrów o klasie minimum M5.

W pomieszczeniach specjalnych o statusie pomieszczeń zakaźnych zaleca się stosowanie filtrów wysokoskutecznych o klasie minimum E11 w systemie wentylacji nawiewnej i wywiewnej.

W przypadku stosowania nawilżacza powietrza w instalacji nawiewnej konieczne jest umieszczenie przed nim filtra o klasie co najmniej F7.

W czasie nieużytkowania pomieszczeń klasy S3 (brak chorego w pomieszczeniu) system wentylacji mechanicznej może zostać wyłączony, jednak należy zapewnić jego działanie jeszcze przez 60 minut po opuszczeniu pomieszczenia przez pacjenta oraz zapewnić jego uruchomienie na 30 minut przed przyjęciem kolejnego pacjenta.

UWAGA: Przed przystąpieniem do prac wykończeniowych (ściany, sufity, podłogi, otwory drzwiowe itp.) należy wykonać dokładny, komisyjny przegląd całej jej struktury budowlanej i instalacyjnej oraz uszczelnić wszystkie otwory i inne elementy powodujące utratę szczelności pomieszczenia przy użyciu środków dopuszczalnych do zastosowania w pomieszczeniach czystych. W skład komisji powinni wchodzić: inspektor nadzoru budowlanego, inwestor, inspektor nadzoru sanitarnego (higienista). Szczelność pomieszczenia powinna być potwierdzona stosownym protokołem podpisanym przez wszystkich członków komisji.

2.2.4. Założenia do projektowania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S4

Do klasy S4 zaliczane są pomieszczenia przeznaczenia medycznego, które nie zostały zakwalifikowane do żadnej z klas S1, S2 i S3. Pomieszczenia i obszary klasy S4 zaleca się wyposażyć w system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, zapewniającej dotrzymanie wymagań związanych z zapewnieniem odpowiedniego strumienia powietrza zewnętrznego (higienicznego) i możliwie komfortu cieplnego.

W pomieszczeniach klasy S4 dopuszcza się zastosowanie miejscowych urządzeń chłodzących typu belki aktywne i sufity chłodzące, które powinny być wykonane w sposób zapobiegający kondensacji wilgoci z powietrza. Zaleca się, aby temperatura wody zasilającej miała parametry wykluczające możliwość kondensacji wilgoci na powierzchni belki.

Klimakonwektory oraz systemy chłodzące typu split mogą być stosowane pod warunkiem doprowadzenia do pomieszczenia odpowiedniej ilości powietrza zewnętrznego, zastosowania rozwiązań niedopuszczających do zalegania wody w tacy ociekowej urządzenia oraz umożliwienia łatwego dostępu służb technicznych szpitala dla potrzeb wykonywania regularnych kontroli ich stanu czystości. Urządzenia powinny posiadać atest PZH upoważniający do stosowania ich w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych.

Stosowanie recyrkulacji powietrza w pomieszczeniach klasy S4 jest dopuszczalne, jednak ze względu na mieszanie powietrza z pomieszczenia z powietrzem uzdatnionym, doprowadzanym przez belki chłodzące aktywne lub klimakonwektory, należy wystąpić do właściwego ze względu na lokalizację inwestycji Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego, z wnioskiem o udzielenie zgody na jej zastosowanie.

W przestrzeniach o zmiennej liczbie osób, takich jak poczekalnie, ze względu na możliwość wystąpienia przejściowego zwiększenia zysków ciepła i wilgoci, natężenia zapachów, strumień powietrza nawiewanego oraz wywiewanego powinien być zaprojektowany adekwatnie do pokrycia szczytowego występowania tych obciążeń. Zaleca się stosowanie systemu wentylacji o zmiennej wydajności przepływu powietrza (o płynnej regulacji wydajności wentylatorów) i sterowanego np. czujnikami CO₂.

2.2.4.1. Pomieszczenia diagnostyki obrazowej

Wymagania dla chłodzenia powietrzem pomieszczeń rentgena (RTG), tomografu (CT) i rezonansu magnetycznego (MRI) należy przyjąć zgodnie z zaleceniami producentów urządzeń medycznych, uwzględniając minimalne krotności wymiany powietrza zgodnie z bieżącymi przepisami BHP oraz innymi regulacjami dotyczącymi obsługi i użytkowania pomieszczeń diagnostyki obrazowej. Strumień objętości powietrza wentylacyjnego należy obliczyć w oparciu o zyski ciepła i sprawdzić, czy spełnia wymagania dotyczące doprowadzenia minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego w ilości higienicznej (zaleca się przyjmować nie mniej niż 4 wymiany powietrza na godzinę).

W bilansie mocy chłodniczej zastosowanych urządzeń klimatyzacyjnych należy uwzględnić zalecenia producentów urządzeń medycznych w zakresie wymagań co do granicznych parametrów pracy zainstalowanych urządzeń medycznych.

Ze względu na ryzyko znaczących strat finansowych związane z ewentualnymi przestojami w wykonywaniu badań, spowodowanymi awarią urządzeń klimatyzacyjnych zaleca się stosowanie urządzeń redundantnych. Dla pomieszczenia rezonansu magnetycznego należy przewidzieć awaryjny system chłodzenia, np. wodą wodociągową. System redundantny lub awaryjny należy wyposażyć w układy automatyki i sterowania samoczynnie załączające urządzenia redundantne w przypadku awarii urządzeń podstawowych.

Wymagania dotyczące wentylacji pomieszczeń sterowni sąsiadujących z pomieszczeniami rentgena, tomografu i rezonansu magnetycznego należy przyjąć zgodnie z wymaganiami producenta. Należy zapewnić minimalny, regulowany przepisami, strumień powietrza zewnętrznego oraz zapewnić odprowadzenie zysków ciepła (wartości zamieszczono w **Rozdziale 4.3**).

2.2.4.2. Sale chorych

W salach chorych zaleca się stosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej. Jako minimalną wartość strumienia zewnętrznego powietrza można przyjąć 30 m³/h na

osobę (przy założeniu maksymalnej ilości pacjentów na sali), jednak zaleca się przyjmowanie wartości nie niższej niż $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobę. Należy zwrócić szczególną uwagę na poziom głośności w pomieszczeniach pacjentów oraz prędkość i zasięg strugi powietrza nawiewanego.

Zaleca się stosowanie rozwiązań ze zmienną ilością powietrza nawiewanego w oparciu o stężenie CO_2 przy zapewnieniu wymagań normy PN-EN 13779 [22].

Ze względu na ciągły charakter użytkowania sal chorych w ciągu roku urządzenia klimatyzacyjne należy lokalizować w miejscach zapewniających do nich bezkolizyjny dostęp oraz możliwość wykonywania obsługi serwisowej, również w okresie przebywania pacjentów.

2.2.4.3. Gabinety lekarskie

Gabinet lekarski jest pomieszczeniem przeznaczonym do badań pacjentów i konsultacji. Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do tego typu pomieszczeń powinien być obliczony w oparciu o zyski ciepła i jednocześnie spełniać wymagania dotyczące minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego odniesionego do liczby osób (minimum $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobę) oraz minimalnej krotności wymiany powietrza wynoszącej 2 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego. Należy zwrócić szczególną uwagę na poziom głośności w pomieszczeniach oraz prędkość i zasięg strugi powietrza nawiewanego.

2.2.4.4. Gabinety diagnostyczno-zabiegowe i zabiegowe

Gabinet diagnostyczno-zabiegowy jest pomieszczeniem, w którym wykonywane są drobne zabiegi opatrunkowe, pobieranie krwi lub wykonywane są badania diagnostyczne z zastosowaniem specjalistycznego sprzętu (elektrokardiografia (EKG), ultrasonografia (USG), echo serca, endoskopia).

Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do tego typu pomieszczeń powinien być obliczony w oparciu o zyski ciepła i jednocześnie spełniać wymagania dotyczące minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego odniesionego do liczby osób (minimum $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobę) oraz minimalnej krotności wymiany powietrza wynoszącej 5 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego. Należy zwrócić szczególną uwagę na poziom głośności w pomieszczeniach pacjentów oraz prędkość i zasięg strugi powietrza nawiewanego.

W pomieszczeniach zabiegowych, w których wykonuje się zabiegi wymagające przerwania ciągłości powłoki skórnej zaleca się zastosowanie filtra wysokoskutecznego w instalacji nawiewnej oraz zapewnienie przynajmniej 10 wymian powietrza na godzinę. Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do tego typu pomieszczeń powinien zapewniać odprowadzenie zysków ciepła i wilgoci.

2.2.4.5. Pomieszczenia odpadów medycznych i brudowniki

Zaleca się wyposażenie pomieszczeń odpadów medycznych i brudowników w oddzielny system wyciągowy, zapewniający filtrację odprowadzanego powietrza oraz podciśnienie powietrza względem pomieszczeń sąsiadujących.

Pomieszczenie przechowywania odpadów medycznych powinno być zaprojektowane zgodnie z wymaganiami Dz.U.2010.139.940 [6]. Temperaturę powietrza wewnętrznego należy przyjąć zależnie od rodzaju odpadów i czasu ich składowania. W razie konieczności dotrzymania niskiej temperatury powietrza w miejscu przechowywania odpadów zaleca się stosowanie oddzielnych urządzeń do przechowywania odpadów (np. lodówek i chłodzi). W takim przypadku system wentylacji lub klimatyzacji powinien uwzględnić odbiór zysków ciepła od zamontowanych urządzeń. Zaleca się, aby skraplacze urządzeń chłodniczych w miarę możliwości lokalizowane były na zewnątrz budynku.

2.2.4.6. Pomieszczenia pro morte/prosektoria

Pomieszczenia pro morte powinny odpowiadać wymaganiom Dz.U.2012.739 [2]. W systemie wentylacji pomieszczenia należy przewidzieć oddzielny system wyciągowy zapewniający od 2 do 5 h⁻¹, utrzymujący podciśnienie powietrza względem pomieszczeń sąsiadujących.

Należy zaprojektować instalację klimatyzacji gwarantującą utrzymanie wymaganej temperatury dla tego typu pomieszczeń, możliwie z uwzględnieniem 15% rezerwy mocy chłodniczej. Zaleca się zastosowanie urządzeń redundantnych, załączanych automatycznie w przypadku awarii urządzeń podstawowych.

System wentylacji i klimatyzacji należy projektować tak aby w obrębie pozostałych pomieszczeń pracował na podciśnieniu.

3. Czystość powietrza

Salie operacyjne są pomieszczeniami, w których czystość powietrza ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa operowanych w nich pacjentów.

Powietrze w salach klasy S1 może być zanieczyszczone przez drobnoustroje, substancje gazowe (w tym gazy anestetyczne, gazy medyczne, opary środków dezynfekcyjnych), cząstki stałe oraz biozanieczyszczenia (CO₂, zapachy, fragmenty naskórka). Najistotniejszym źródłem mikroorganizmów i cząstek stałych są ludzie przebywający w sali operacyjnej (personel medyczny oraz pacjent). Ilość drobnoustrojów w powietrzu, a także mikrowłókien oraz cząstek stałych uwalnianych m.in. z powierzchni odzieży medycznych, zależy od liczby osób oraz intensywności ruchu. Ich źródłem mogą być także materiały budowlane, wykończeniowe oraz wyposażenie sali. Cząstki stałe mogą również przedostać się do sali wraz z powietrzem wentylacyjnym.

Drobnoustroje wnikać do rany operacyjnej mogą powodować zakażenia. Mikroorganizmy przenoszone przez powietrze najczęściej przedostają się do otwartej rany poprzez:

- osiadanie na narzędziach chirurgicznych oraz rękawicach chirurgicznych wykorzystywanych podczas operacji, na których wcześniej osiadły,
- bezpośrednie osiadanie na otwartą ranę.

Czystość powietrza określa się definiując dopuszczalne stężenie cząstek stałych o danych wymiarach oraz dopuszczalne stężenie drobnoustrojów w powietrzu (czystość pyłowa oraz czystość mikrobiologiczna).

Określenie czystości pyłowej powietrza zaleca się wykonywać w trakcie odbioru instalacji lub po jej modernizacji.

Ponieważ ilość zanieczyszczeń w powietrzu zależy od sposobu i intensywności wykorzystania pomieszczeń, określenie samej dopuszczalnej ilości cząstek pyłowych nie jest wystarczające i musi zostać podparte badaniami mikrobiologicznymi.

Czystość mikrobiologiczną powietrza zaleca się określać w trakcie rutynowego użytkowania oraz ewentualnie bezpośrednio po skończeniu zabiegów (w celu wykluczenia instalacji wentylacji jako dodatkowego źródła zanieczyszczeń mikrobiologicznych).

3.1. Czystość pyłowa powietrza

3.1.1. Założenia ogólne

Zgodnie z normą PN-EN ISO 14644-1 [33] czystość powietrza w pomieszczeniach czystych i strefach czystych określana jest ze względu na liczbę cząstek pyłu w powietrzu jako klasa N ISO, gdzie N to odpowiedni numer klasy. Klasyfikację pomieszczeń czystych, określoną zgodnie z normą PN-EN ISO 14644-1 [33], zamieszczono w **Tabeli 3**.

Tabela 3. Klasyfikacja czystości pyłowej powietrza w pomieszczeniach czystych i rozpatrywane wymiary cząstek

Numer klasy ISO (N)	Maksymalne dopuszczalne stężenie cząstek pyłu w powietrzu (liczba cząstek pyłów/m ³ powietrza) dla cząstek pyłu o wielkości równej lub większej od podanych poniżej						Numer klasy wg Fed-Std-209D
	0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,5 m	1 m	5 m	
Klasa ISO 1	10	2	–	–	–	–	–
Klasa ISO 2	100	24	10	4	–	–	–
Klasa ISO 3	1 000	237	102	35	8	–	1
Klasa ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	–	10
Klasa ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29	100
Klasa ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293	1 000
Klasa ISO 7	–	–	–	352 000	83 200	2 930	10 000
Klasa ISO 8	–	–	–	3 520 000	832 000	29 300	100 000
Klasa ISO 9	–	–	–	35 200 000	8 320 000	0	–

W Tabeli 3 wyróżniono dwie klasy pomieszczeń czystych (ISO 5 oraz ISO 7), które stosowane są w celu określenia wymaganej czystości pyłowej powietrza w salach operacyjnych (Tabela 4), wraz z liczbą cząstek (szt./m³) odniesienia stosowanych podczas pomiarów (cząstki 0,5 m).

Ze względu na posługiwanie się przez specjalistów klasami czystości zgodnymi z amerykańską normą Fed-Std-209, w ostatniej kolumnie Tabeli 3 zamieszczono informacyjnie odpowiedniki klas ISO według wycofanego amerykańskiego standardu Fed-Std-209D.

3.1.2. Metodyka pomiarów w pomieszczeniach klasy S1

Aby potwierdzić uzyskanie wymaganej czystości pyłowej powietrza dla pomieszczeń grupy S1 należy wykonać następujące testy:

- test czystości pyłowej powietrza (dla obszaru ściśle chronionego dla sal klasy S1a i S1b oraz chronionego dla sal klasy S1c) dla cząstek o wymiarze 0,5 m (tzw. walidacja sali operacyjnej),
- test szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego),
- test regeneracji (dla obszaru ściśle chronionego w salach klasy S1a i S1b oraz chronionego w salach klasy S1c).

Wszystkie powyższe testy (uzupełnione o testy przedstawione w Załączniku A) należy przeprowadzić podczas odbiorów instalacji (w szczególnych przypadkach podczas rozruchu oraz po dłuższych przerwach w pracy instalacji). W pozostałych przypadkach wystąpienia określonych zdarzeń należy wykonać wybrane testy zgodnie z Tabelą A.1 umieszczoną w Załączniku A.

3.1.2.1. Test czystości pyłowej

Dla sal operacyjnych i pozostałych pomieszczeń medycznych w celu określenia czystości pyłowej rozpatruje się cząstki pyłu o wymiarach $0,5 \mu\text{m}$.

W Tabeli 4 zamieszczono wymagania dotyczące czystości pyłowej powietrza w salach operacyjnych klasy S1 dla cząstek o wymiarach $0,5 \mu\text{m}$, określone w oparciu o PN-EN ISO 14644:1 [33].

Tabela 4. Maksymalne dopuszczalne stężenie (szt./m³ powietrza) cząstek pyłu o wielkości $0,5 \mu\text{m}$

Maksymalne dopuszczalne stężenie cząstek pyłu o wymiarach $0,5 \mu\text{m}$ w 1 m^3 powietrza (szt./m ³ powietrza)	
Obszar ściśle chroniony w salach klasy S1a i S1b	Obszar chroniony w salach klasy S1c
3 520 (ISO 5)	352 000 (ISO 7)
<i>UWAGA:</i> podane wymagania dotyczą pomieszczeń w stanie spoczynku, czyli instalacje są całkowicie wykonane, aparatura zainstalowana i gotowa do pracy, bez obecności personelu (PN-EN ISO 14644-1: 2005P [33]).	
<i>UWAGA:</i> Niedokładności procesu pomiarowego powodują, że wyniki stężenia wykorzystywane do określenia klasy czystości powinny być liczbami o nie więcej niż trzech cyfrach znaczących.	

Test czystości pyłowej należy wykonać zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w normie PN-EN ISO 14644:1 [33].

3.1.2.2. Test szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych

Test szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego) należy wykonać zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w normie PN-EN ISO 14644-3 [35].

3.1.2.3. Test regeneracji

Test regeneracji należy wykonać zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w normie PN-EN ISO 14644-3 [35]. Jest to pomiar czasu powrotu stężenia cząstek pyłu $0,5 \mu\text{m}$ do stężenia właściwego dla danej klasy, po wprowadzeniu zanieczyszczenia 100x powyżej tego poziomu. Test regeneracji należy wykonywać w obszarze ściśle chronionym w pomieszczeniach klasy S1a i S1b oraz w rejonie stołu operacyjnego w obszarze chronionym w pomieszczeniach klasy S1c.

W Tabeli 5 zamieszczono wymagania dotyczące czasu powrotu do wymaganego stężenia cząstek w powietrzu podczas testu regeneracji wykonanego w pomieszczeniach klasy S1, zgodnie z metodyką zawartą w PN-EN 14644-3 [35].

Tabela 5. Wymagany czas regeneracji

Klasa pomieszczenia	Czas regeneracji wymagany dla danej klasy czystości
S1a, S1b	5 min
S1c	10 min

3.2. Czystość mikrobiologiczna powietrza

3.2.1. Założenia ogólne

Testy mikrobiologiczne powietrza wykonuje się w celu oceny stopnia obciążenia sali operacyjnej mikroorganizmami zdolnymi do rozmnażania. W tym celu stosuje się skalę oceny poziomu zanieczyszczeń mikrobiologicznych w jednostkach JTK (jednostki tworzące kolonie).

W celu potwierdzenia uzyskania odpowiedniej czystości powietrza w sali operacyjnej pomiary mikrobiologiczne przeprowadza się podczas trwania operacji.

Testy mikrobiologiczne bloku operacyjnego należy wykonywać okresowo w następujących sytuacjach:

- w trakcie eksploatacji (pomiar czystości powietrza podczas trwania operacji),
- po każdej wymianie filtrów wysokoskutecznych (pomiar czystości powietrza podczas trwania operacji),
- po upływie 2 lat od wymiany filtrów wysokoskutecznych w celu wydłużenia czasu ich eksploatacji (pomiar czystości powietrza podczas trwania operacji),
- po zdarzeniach losowych powodujących dłuższy przestój pracy instalacji (pomiar czystości powietrza podczas trwania operacji),
- w związku z prowadzonym dochodzeniem epidemiologicznym.

Podmiotem odpowiedzialnym za wykonanie pomiarów biologicznych na salach operacyjnych jest szpital lub jednostka wykonująca działalność leczniczą.

Zaleca się do oceny czystości mikrobiologicznej powietrza stosować metodę zderzeniową z zastosowaniem próbnika podciśnieniowego (metoda szczelinowa).

Uzyskana w badaniach szczególnie wysoka liczebność kolonii w obszarze ściśle chronionym nie zawsze musi wskazywać na nieprawidłowości działania systemu wentylacji i klimatyzacji. Może ona wynikać ze wzrostu emisji drobnoustrojów pochodzących od personelu przebywającego na sali operacyjnej oraz obecności dodatkowych osób. Jeśli przy powtarzalnym korzystaniu z sali operacyjnej następuje wzrost obciążenia w obszarze chronionym i ściśle chronionym (bez żadnych towarzyszących zmian w zachowaniu pracowników), może to wskazywać na nieprawidłowości w działaniu systemu wentylacji i klimatyzacji. W takim przypadku dla sprawdzenia poprawności pracy systemu wentylacji i klimatyzacji można dodatkowo wykonać pomiar dla pustej sali w przerwie pomiędzy operacjami.

W Tabeli 6 zamieszczono maksymalne dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu w trakcie eksploatacji pomieszczeń klasy S1.

Tabela 6. Dopuszczalne stężenie zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu w pomieszczeniach klasy S1 podczas rutynowego użytkowania

Strefa w sali operacyjnej	30 cm od otwartej rany – sale klasy S1a, S1b	Na granicy strefy ściśle chronionej – sale klasy S1a, S1b	W obszarze chronionym
Dopuszczalne stężenie drobnoustrojów w powietrzu podczas trwania operacji	< 10 JTK/m ³ *	< 20 JTK/m ³ *	< 70 JTK/m ³
<p>*maksymalne wartości zanieczyszczeń mikrobiologicznych przyjęto na podstawie Health Technical Memorandum 03-1 ([43]).</p> <p>UWAGA: W badanym powietrzu nie mogą znajdować się drożdżaki oraz grzyby pleśniowe.</p> <p>UWAGA: Przyjęte wartości odnoszą się do próbki pobranej metodą zderzeniową. W przypadku zastosowania metody sedimentacyjnej należy przeliczyć maksymalną dopuszczalną ilość mikroorganizmów w powietrzu na ilość żywych mikroorganizmów znajdujących się na płytce sedimentacyjnej. W przypadku braku określenia metodyki przeliczenia przez kierownika laboratorium mikrobiologicznego można przyjąć metodę uproszczoną i zastosować przelicznik: 1 jtk/ w płytce sedimentacyjnej o średnicy 90 mm po 1 godzinie ekspozycji odpowiada 10 aktywnym (żywym) jtk/m³ powietrza w wyniku pomiaru próbnikiem z zastosowaniem metody zderzeniowej.</p>			

3.2.2. Metodyka pomiarów w pomieszczeniach klasy S1

Metodyka pomiarów mikrobiologicznych powinna być określona przez kierownika laboratorium mikrobiologicznego [13]. W przypadku wątpliwości, co do sposobu wykonania pomiarów zaleca się wykonanie pomiarów zgodnie z ([43]) oraz wartości podanych w Tabeli 6.

Badania czystości powietrza pod względem zanieczyszczeń mikrobiologicznych należy przeprowadzać w trakcie zabiegów operacyjnych, przy pracującej instalacji klimatyzacji. W czasie pomiaru powinno się zapewnić ustalone warunki mikroklimatu (temperatura w zakresie 19÷23°C; wilgotność względna w zakresie 30÷65%) oraz nominalny strumień powietrza wentylacyjnego. Otrzymane wyniki należy porównać z maksymalnym dopuszczalnym stężeniem zanieczyszczeń mikrobiologicznych (Tabela 6).

Pomiary należy wykonać za pomocą podciśnieniowego próbnika powietrza zawierającego płytkę lub pasek osadczy z odpowiednim podłożem. Należy pobrać próbkę powietrza o objętości 1 m³ w minimum 4 równomiernie rozłożonych punktach pomiarowych, na granicy obszaru ściśle chronionego i chronionego, na wysokości 1,20 m nad poziomem podłogi – w pomieszczeniu klasy S1a i S1b lub w rejonie stołu operacyjnego w pomieszczeniu klasy S1c, na wysokości 1,20 m nad poziomem podłogi.

W przypadku wyników wskazujących na występowanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych, aby wyeliminować podejrzenie wprowadzania zanieczyszczeń przez układ wentylacji i klimatyzacji można wykonać badanie czystości mikrobiologicznej powietrza nawiewanego w sali operacyjnej podczas nieobecności personelu medycznego. Takie badanie powinno być wykonane przy pracującej instalacji klimatyzacji, po zamknięciu drzwi i opuszczeniu pomieszczenia przez personel, nie wcześniej niż po 15 minutach od zakończenia zabiegu na sali operacyjnej. W czasie pomiaru powinno się zapewnić ustalone warunki mikroklimatu (temperatura w zakresie $19\div 23^{\circ}\text{C}$; wilgotność względna w zakresie $30\div 65\%$ oraz nominalny strumień powietrza nawiewanego).

W przypadku braku możliwości zastosowania metody zderzeniowej alternatywnie można wykonać pomiar z zastosowaniem metody sedymentacyjnej. W czasie pomiaru powinno się zapewnić ustalone warunki mikroklimatu (temperatura w zakresie $19\div 23^{\circ}\text{C}$; wilgotność względna w zakresie $30\div 65\%$) oraz nominalny strumień powietrza wentylacyjnego.

UWAGA: Pomiary należy przeprowadzić we współpracy z zespołem kontroli zakażeń szpitalnych w podmiocie działalności leczniczej (higienistą) i właściwym ze względu na lokalizację inwestycji państwowym powiatowym inspektorem sanitarnym.

4. Parametry mikroklimatu

W Tabeli 7 zamieszczono zalecane projektowe parametry powietrza wewnętrznego i mikroklimatu w pomieszczeniach klas S1, S2, S3 i S4.

Tabela 7. Parametry projektowe mikroklimatu wewnętrznego

Rozdział	Klasa czystości pomieszczenia	S1	S2	S3	S4
	Parametr				
4.1	Temperatura powietrza	niezależnie od pory roku regulowana w zakresie: 19÷23°C	19÷23°C	19÷23°C	zgodnie z Dz.U.2002.75.690 [1]
	Wilgotność względna	30-65%	30-65%	30-65%	wynikowa lub uzależniona od wymagań technologicznych
4.2	Prędkość powietrza	Na wysokości 1,20 m nad podłogą: S1a, S1b: 0,18÷0,25 m/s S1c: 0,15÷0,25 m/s	nie wyższa niż 0,20 m/s w strefie przebywania ludzi		
4.3	Minimalny strumień powietrza zewnętrznego	S1a,S1b: 2400 m ³ /h S1c: 1200 m ³ /h	zgodnie z normą PN-EN 13779 [22]		
	Minimalna krotkość wymiany powietrza (w odniesieniu do powietrza nawiewanego)	S1c: 25 h ⁻¹	10 h ⁻¹	10 h ⁻¹	5 h ⁻¹
4.4	Układ nadciśnienia powietrza	10 Pa	10 Pa*	10 Pa	w zależności od funkcji pomieszczenia
4.5	Poziom dźwięku A	48 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)

* w przypadku pełnienia przez pomieszczenie klasy S2 funkcji służy, nadciśnienie w nim panujące powinno mieć wartość minimum 5 Pa w odniesieniu do pomieszczeń przylegających (wyłączając sale operacyjne).

UWAGA: Strumień powietrza wentylacyjnego należy obliczyć w oparciu o zyski ciepła i wilgoci uwzględniając stężenie emitowanych zanieczyszczeń. Podane w tabeli krotkości wymian powietrza są wartościami przybliżonymi i nie mogą być podstawą do obliczania strumienia powietrza wentylacyjnego.

4.1. Temperatura i wilgotność względna powietrza

Dla pomieszczeń klasy S1, niezależnie od warunków zewnętrznych, zaleca się przyjęcie następujących parametrów projektowych powietrza wewnętrznego:

- temperatura powietrza regulowana w zakresie: $19 \pm 23^{\circ}\text{C}$,
- wilgotność względna z zakresu $30 \pm 65\%$.

Przy szczególnych wymaganiach technologii lub personelu medycznego, których nie uwzględniono w niniejszych wytycznych dopuszcza się przyjęcie innych wartości temperatury i wilgotności. W takim przypadku, wszelkie odstępstwa od ww. wartości powinny być uzgodnione pomiędzy projektantem, inwestorem, rzeczoznawcą ds. sanitarnych (higienistą) i rzeczoznawcą budowlanym z zakresu wentylacji i klimatyzacji.

Przyjęcie do projektowania innych wartości parametrów niż wskazane w Tabeli 7 musi zostać w projekcie uzasadnione lub udokumentowane (np. w przypadku szczególnych wymagań związanych ze stosowaną aparaturą medyczną lub szczególnymi wymaganiami personelu medycznego dotyczącymi komfortu cieplnego).

Dla pomieszczeń klasy S1a, S1b temperatura powietrza nawiewanego (określona w oparciu o bilans ciepła) musi być niższa od rzeczywistej temperatury powietrza w pomieszczeniu o $t = 1 \pm 3\text{ K}$, tak aby nie zakłócać stabilności strugi laminarnej (niskoturbulentnej) przy jednoczesnym zapewnieniu komfortu cieplnego w całym obszarze chronionym i ściśle chronionym.

Dla pomieszczeń klasy S1c temperatura powietrza nawiewanego musi być zgodna z zaleceniami producenta nawiewników i jednocześnie zapewniać utrzymanie komfortu cieplnego w strefie przebywania ludzi.

Systemy wentylacji i klimatyzacji muszą zapewnić wymagany poziom wilgotności względnej powietrza przez zastosowanie odpowiednio zaprojektowanych systemów nawilżania i osuszania powietrza.

Zimą wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu klasy S1 nie powinna być niższa niż 30%, natomiast latem nie powinna przekraczać 65%.

Dla pomieszczeń klasy S2 i S3 zaleca się przyjęcie projektowej temperatury powietrza wewnętrznego wynoszącej 21°C dla zimy i 23°C dla lata. W pomieszczeniach tych klas nie ma konieczności stosowania systemów z regulacją wilgotności względnej powietrza, jednak zaleca się stosowanie rozwiązań pozwalających na utrzymanie jej w granicach 30-65%.

Dla pomieszczeń klasy S4 zaleca się przyjęcie projektowej temperatury powietrza wewnętrznego zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Dz.U.2002.75.690 [1].

W pomieszczeniu składowania odpadów należy przyjąć temperaturę w zależności od rodzaju składowanych odpadów, zgodnie z rozporządzeniem Dz.U.2010.139.940 [6].

Dla pozostałych pomieszczeń należy przyjąć zakres temperatury powietrza zgodnie z wymaganiami technologii.

4.2. Prędkość nawiewu powietrza

Dla pomieszczeń klasy S1a, S1b wymagana średnia prędkość nawiewu powietrza określona pod stropem laminarnym powinna wynosić:

- 0,20 ÷ 0,30 m/s w odległości 0,30 m poniżej powierzchni wylotu powietrza ze stropu laminarnego,
- 0,18 ÷ 0,25 m/s na wysokości 1,20 m nad poziomem wykończonej podłogi, w rejonie stołu operacyjnego.

Dla pomieszczeń klasy S1c wymagana prędkość nawiewu powietrza powinna wynosić:

- 0,15 ÷ 0,25 m/s na wysokości 1,20 m nad poziomem wykończonej podłogi, w rejonie stołu operacyjnego.

Pomiar należy wykonać przy temperaturze powietrza nawiewanego wynoszącej $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. W przypadku stropów laminarnych ilość punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza niż 1 punkt pomiarowy na 1 m^2 powierzchni stropu laminarnego.

Dla pomieszczeń klasy S2, S3 i S4 prędkość powietrza nawiewanego nie może przekraczać wartości 0,20 m/s w strefie przebywania ludzi.

4.3. Strumień powietrza wentylacyjnego

Strumień nawiewanego powietrza wentylacyjnego należy określić w oparciu o zyski ciepła i wilgoci lub emisję zanieczyszczeń, jednak z uwzględnieniem następujących minimalnych wymagań:

- dla pomieszczeń klasy S1a, S1b minimalny strumień powietrza zewnętrznego wynosi $2400 \text{ m}^3/\text{h}$, a całkowity strumień powietrza nawiewanego powinien gwarantować utrzymanie prędkości strugi laminarnej zgodnie z **Rozdziałem 4.2**,
- dla pomieszczeń klasy S1c minimalna krotność wymiany powietrza wynosi 25 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego, jednocześnie strumień powietrza nawiewanego nie może być mniejszy niż $1200 \text{ m}^3/\text{h}$,
- dla pomieszczeń izolatek i separetek minimalna krotność wymiany powietrza wynosi 10 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego,
- dla pomieszczeń przygotowania pacjenta i lekarza oraz sal pooperacyjnych minimalna krotność wymiany powietrza wynosi 10 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego,
- dla pomieszczenia składowania odpadów i pomieszczenia pro morte/prosektorium minimalna krotność wymiany powietrza wynosi od 2 h^{-1} do 5 h^{-1} w odniesieniu do powietrza wywiewanego,
- dla pomieszczenia śluzы (niebędącej pomieszczeniem przygotowania pacjenta ani lekarza) minimalna krotność wymiany powietrza wynosi 5 h^{-1} w odniesieniu do powietrza nawiewanego.

Minimalny strumień powietrza nawiewanego dla pozostałych pomieszczeń należy przyjąć zgodnie z aktualnymi rozporządzeniami i normami oraz wymaganiami technologii.

4.4. Kaskada ciśnienia powietrza

W celu utrzymania właściwej kaskady ciśnienia powietrza dla pomieszczeń klasy S1 należy spełnić następujące wymagania:

- różnica ciśnienia powietrza pomiędzy salą operacyjną, a wszystkimi pomieszczeniami przylegającymi powinna wynosić nie mniej niż 10 Pa,
- różnica ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniem przygotowania pacjenta lub pomieszczeniem przygotowania lekarza (pełniącymi funkcję śluzy dla sali operacyjnej), a korytarzem powinna wynosić nie mniej niż 5 Pa,
- różnica ciśnienia powietrza pomiędzy korytarzem czystym, a korytarzem brudnym powinna wynosić nie mniej niż 5 Pa.

W przypadku wszystkich pomieszczeń klasy S2 i S3 zaleca się utrzymanie nadciśnienia/podciśnienia powietrza o wartości nie mniejszej niż 10 Pa względem śluzy.

W przypadku szczególnego zagrożenia dla zdrowia pacjenta lub personelu, w pomieszczeniu klasy S3 należy zapewnić kaskadę ciśnienia wynoszącą minimum 10 Pa nadciśnienia pomiędzy pomieszczeniem, a śluzą oraz minimum 5 Pa pomiędzy śluzą a korytarzem.

We wszystkich pomieszczeniach, zaleca się utrzymywanie większej różnicy ciśnienia powietrza niż minimalne wartości, jednak przy spełnieniu wymagań nie przekraczając maksymalnego dopuszczalnego poziomu dźwięku A w analizowanych pomieszczeniach (Tabela 7, Tabela 8).

Niedopuszczalne jest łączenie pomieszczeń o odrębnej funkcji i różnym układzie ciśnienia w obrębie jednego pomieszczenia (każdemu pomieszczeniu klasy S2 i S3 powinna być jednoznacznie przyporządkowana funkcja: izolotka/separatka, oraz układ ciśnienia nadciśnienie/podciśnienie).

UWAGA: Wymagane nadciśnienie/podciśnienie powietrza należy bezwzględnie utrzymać podczas każdego etapu pracy instalacji, bez względu na zanieczyszczenie filtrów, tryb pracy (pełna lub ograniczona wydajność) oraz pozostałe zakłócenia pracy układu wentylacji i klimatyzacji. System sterowania i automatyki nadzorujący prawidłową pracę systemów wentylacji i klimatyzacji musi uwzględniać ww. wymagania.

UWAGA: Doprowadzenie do powstania zjawiska podciśnienia na sali operacyjnej lub świadoma akceptacja występowania takiej sytuacji jest niezgodna z przepisami i może być poważną podstawą do roszczeń pacjentów zakażonych podczas operacji. Za stałe utrzymanie nadciśnienia na pracującej sali operacyjnej odpowiedzialny jest personel techniczny szpitala oraz inspektor nadzoru sanitarnego (higienista).

4.5. Ciśnienie akustyczne

Dla pomieszczeń klasy S1 dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego podczas pracy systemu wentylacji i klimatyzacji nie może przekraczać 48 dB(A). Pomiar należy wykonać w centralnym punkcie sali operacyjnej na wysokości 1,75 m powyżej poziomu podłogi.

Dla pomieszczeń klasy S2, S3, S4 dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego podczas pracy systemu wentylacji i klimatyzacji powinien odpowiadać warunkom zawartym w PN-EN 15251 [26] (Tabela 8).

Tabela 8. Dopuszczalny poziom dźwięku A w wybranych pomieszczeniach zgodnie z PN-EN 15251 [26]

Rodzaj pomieszczenia	Poziom dźwięku A (wartość domyślna do obliczeń) PN-EN 15251	Poziom dźwięku A (wartość nieprzekraczalna)
sale operacyjne	40 dB(A)	48 dB(A)
korytarze i pozostałe pomieszczenia	40 dB(A)	45 dB(A)
sale pooperacyjne	30 dB(A)	35 dB(A)
sale chorych (w ciągu nocy)	30 dB(A)	35 dB(A)
sale chorych (w ciągu dnia)	30 dB(A)	40 dB(A)

Norma PN EN 15251:2012 [26] ustala wejściowe parametry środowiska wewnętrznego do projektowania systemów w budynku i obliczenia charakterystyki energetycznej (wartość domyślna dla obliczeń). Zalecone w powyższej tabeli wartości nieprzekraczalne zostały określone na podstawie niniejszej normy oraz praktyki inżynierskiej, głównie w oparciu o niemiecką normę DIN 1946-4 [15].

Dla pozostałych pomieszczeń należy przyjmować wartości określone w projekcie technologicznym, jednak zaleca się nieprzekraczanie wartości 40 dB(A).

UWAGA: Norma PN-EN 15251 [26] wskazuje wartości domyślne do obliczeń poziomu dźwięku A w środowiskach wewnętrznych. W przypadku sal operacyjnych, które wyposażone są w dużą ilość zróżnicowanego sprzętu, hałas od wentylacji jest istotną, ale nie jedyną składową poziomu dźwięku A. W normie PN-EN 15251 [26] typowy zakres poziomu dźwięku A określono jako 30 dB(A) do 48 dB(A). W praktyce, poziom dźwięku A w nowoczesnych i w pełni wyposażonych salach operacyjnych oscyluje wokół górnej granicy tego zakresu. Równocześnie w obowiązujących przepisach nadal przywoływana jest norma PN-B-02151-02 [37], która określa maksymalny poziom dźwięku A przenikający do sali operacyjnej od wszystkich źródeł, na poziomie 35 dB(A). W praktyce, przy załączonych wszystkich urządzeniach znajdujących się w pomieszczeniu sali operacyjnej wartość ta jest niemożliwa do osiągnięcia.

5. Elementy systemu rozdziału powietrza

5.1. Nawiewniki

Nawiewniki muszą być przystosowane do użytkowania w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych oraz łatwo dostępne w celu regularnego czyszczenia. Powinny być wykonane z materiałów gładkich, odpornych na ścieranie i korozję (np. ze stali nierdzewnej 1.4301) oraz łatwe w skutecznym czyszczeniu ręcznym i dezynfekcji.

5.1.1. Stropy laminarne

Strop laminarny jest nawiewnikiem, który jest głównym elementem wyposażenia systemu wentylacji i klimatyzacji obsługującego salę operacyjną. Powietrze nawiewane powinno przepływać w sposób niskoturbulentny z góry na dół przez cały obszar ściśle chroniony, przy zachowaniu odpowiedniej prędkości i temperatury powietrza (Tabela 6) bez względu na warunki otoczenia.

Wymaga się, aby:

- powietrze zewnętrzne wprowadzane było do pomieszczenia tylko przez strop laminarny,
- prędkość opadania strugi konieczna do utrzymania stabilnego przepływu laminarnego wynosiła:
 - w przedziale $0,18 \pm 0,25$ m/s (Tabela 7) – pomiar na wysokości 1,20 m nad poziomem podłogi w rejonie stołu operacyjnego,
 - w granicach $0,20 \pm 0,30$ m/s – pomiar w odległości 0,30 m pod płaszczyzną nawiewną stropu laminarnego (pomiar należy wykonywać przy temperaturze powietrza nawiewanego $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5$),
- filtrem końcowym, zainstalowanym bezpośrednio w płaszczyźnie nawiewnej stropu, był filtr wysokoskuteczny o klasie minimum H13 (zgodnie z PN-EN 1822-1 [29]); w szczególnych, uzasadnionych w projekcie przypadkach (np. w przypadku gdy technologia wymaga umożliwienie wymiany filtrów po stronie brudnej), dopuszcza się umiejscowienie filtra wysokoskutecznego na wlocie powietrza do komory rozprężnej nawiewnika laminarnego, wymaganą szczelność osadzenia filtrów opisano w Rozdziale 6.3.3,
- w stropie laminarnym zamontowane było urządzenie stabilizujące strugę nawiewanego powietrza (laminaryzator), wykonany z tkaniny spełniającej wymagania higieniczne dla tego rodzaju produktu,
- elementy wyposażenia i zabudowy stropu laminarnego były szczelne i skonstruowane tak, aby nie było przecieków powietrza w ich obrębie (przeciek na filtry, przeciek na połączeniu ramy filtra z elementem konstrukcyjnym mocującym filtr w stropie laminarnym, przeciek pomiędzy ramą filtra, a materiałem filtracyjnym, przeciek pomiędzy elementem konstrukcyjnym, a przewodem wentylacyjnym),

- specjalna lampa operacyjna była dostosowana do współpracy ze stropem laminarnym,
- przejście lampy operacyjnej przez strop laminarny było wykonane szczelnie,
- króćce pomiarowe były łatwo dostępne.

Dodatkowo zaleca się:

- zastosowanie kurtyny na obwodzie nawiewnika laminarnego – konieczne jest sprawdzenie ewentualnych kolizji kurtyny z pracą wysięgników, na których zamontowane będą elementy aparatury medycznej (trasy zasięgu wysięgników muszą zostać uwzględnione przy doborze wysokości kurtyn),
- wyeliminowanie do minimum zakłóceń wynikających z opływu powietrza wokół elementów wyposażenia medycznego, takich jak lampy operacyjne, wysięgniki/ramiona aparatury medycznej,
- stosowanie dodatkowego wyposażenia (osprzęt kolumn anestezjologicznych itp.) przeznaczonego wyłącznie do pracy w obszarze przepływu powietrza laminarnego.

5.1.2. Nawiewniki skośne

Nawiewniki skośne mogą być stosowane tylko w salach operacyjnych klasy S1c. Bezpośrednio w nawiewniku musi być zainstalowany filtr wysokoskuteczny o klasie minimum H13. Wymaganą szczelność osadzenia filtrów opisano w **Rozdziale 6.3.3**.

Nawiewniki skośne powinny być umieszczone w narożu ściany i sufitu tworząc nawiewnik liniowy (tylko z jednej strony sali) w taki sposób, aby powietrze nawiewane było w kierunku stołu operacyjnego. Lokalizacja nawiewnika skośnego nie może powodować przepływu powietrza od strony głowy pacjenta przez pole operacyjne. Prędkość nawiewu nawiewnika określa jego producent, ale nie powinna być wyższa niż 2 m/s oraz powinna zapewnić prędkość strugi powietrza w rejonie stołu operacyjnego na poziomie $0,15 \text{ m/s} \div 0,25 \text{ m/s}$.

5.1.3. Nawiewniki z wyptywem turbulentnym

Nawiewnikami przeznaczonymi do stosowania w pomieszczeniach klasy S2, S3 i S4 są sufitowe oraz ściennie nawiewniki z wyptywem turbulentnym powietrza, w wykonaniu higienicznym. W szczególnych przypadkach, w zależności od przeznaczenia pomieszczeń (pomieszczenia opieki pooperacyjnej, izolatki), wymaga się zamontowania bezpośrednio w nawiewniku filtrów wysokoskutechnych o klasie minimum E11, z zachowaniem szczelności osadzenia zgodnie z opisem w **Rozdziale 6.3.3** oraz **Rozdziale 2**. Prędkość nawiewu nawiewnika określa jego producent, ale nie powinna być wyższa niż 2 m/s oraz zapewnić zalecane parametry prędkości powietrza w strefie przebywania ludzi.

Niedopuszczalne jest stosowanie nawiewników sufitowych i ściennych z turbulentnym wyptywem powietrza w pomieszczeniach klasy S1.

5.1.4. Recyrkulacja powietrza

W pomieszczeniach klasy S1 w celu zrealizowania bezpośredniego odzysku ciepła (recyrkulacji powietrza) dopuszcza się stosowanie:

- stropów laminarnych z funkcją mieszania (moduły recyrkulacyjne w przestrzeni stropu podwieszanego),
- ściennych modułów recyrkulacyjnych (instalowanych w ścianie sali operacyjnej lub bezpośrednio za nią w obszarze sąsiadującym z salą operacyjną).

W przypadku stosowania rozwiązań realizujących recyrkulację powietrza wymaga się, aby:

- powietrze recyrkulacyjne pobierane z sali operacyjnej poddane było filtracji o klasie minimum F7, a przed ponownym wprowadzeniem do sali operacyjnej filtracji o klasie minimum H13 bezpośrednio w nawiewniku,
- kratki wywiewne zasysające powietrze recyrkulacyjne z pomieszczenia były wyposażone w separatory kłaczek o oczkach < 0,8 mm [15],
- w przypadku zastosowania rozwiązań z chłodzeniem, w modułach recyrkulacyjnych stosowane były chłodnice pracujące powyżej temperatury punktu rosy dla powietrza recyrkulacyjnego (chłodnice stosuje się w przypadku, kiedy zaprojektowany strumień powietrza zewnętrznego nie jest w stanie usunąć wewnętrznych zysków ciepła i wymagane jest dochłodzenie powietrza),
- system recyrkulacji posiadał możliwość płynnego regulowania prędkości obrotowej wentylatorów recyrkulacyjnych,
- moduły recyrkulacyjne były równomiernie rozłożone wokół nawiewnika,
- w module recyrkulacyjnym przed i za wentylatorem zastosowane były tłumiki w wykonaniu higienicznym,
- konstrukcja systemu nawiewnego spełniała warunek, że nawet w razie awarii, powietrze nawiewane do sali operacyjnej będzie poddane filtracji na wysokoskutecznym filtrze powietrza (np. poprzez zastosowanie przepustnic zwrotnych) – niedopuszczalny jest przepływ wsteczny przez wentylatory recyrkulacyjne.

5.2. Wywiewniki

Wywiewniki muszą być przystosowane do użytkowania w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych oraz łatwo dostępne w celu regularnego czyszczenia. Powinny być wykonane z materiałów gładkich, odpornych na ścieranie i korozję oraz łatwe w skutecznym czyszczeniu i dezynfekcji.

Rozkład wywiewników powinien zapewnić bezpieczny, stabilny i ukierunkowany przepływ powietrza przez pomieszczenie, uniemożliwiający przekroczenie wartości granicznych stężeń szkodliwych zanieczyszczeń w każdym punkcie pomieszczenia w taki sposób, aby zminimalizować zakłócenia wywołane zmieszaniem się strugi czystego powietrza z powietrzem wywiewanym.

5.2.1. Kratki wywiewne w pomieszczeniach klasy S1

Wywiew powietrza z sal operacyjnych powinien odbywać się za pośrednictwem ściennych kratki wentylacyjnych w wykonaniu higienicznym, umieszczonych przy podłodze i pod sufitem, w odległości nie większej niż 0,30 m od powierzchni podłogi i sufitu, rozmieszczonych równomiernie w pomieszczeniu, zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w **Rozdziale 2.2.1.**

Kratki wywiewne w salach operacyjnych powinny być wyposażone w separatory kłaczek o oczkach < 0,8 mm [15]. Należy zapewnić możliwość łatwego demontażu kratki wywiewnej w celu wymiany separatora kłaczek i czyszczenia.

5.2.2. Elementy wywiewne w pozostałych pomieszczeniach

W pomieszczeniach klasy S2, S3 i S4 elementy wywiewne należy rozmieszczać zgodnie z zasadami sztuki inżynierskiej oraz obowiązującymi przepisami, uwzględniając ich dostępność dla personelu technicznego. W przypadku podwyższonych wymagań higienicznych w pomieszczeniach należy zastosować wywiewniki w wykonaniu higienicznym, przystosowane do regularnego czyszczenia i dezynfekcji.

6. Elementy systemu wentylacji i klimatyzacji

6.1. Wymagania ogólne

Wszystkie elementy składowe systemu wentylacji i klimatyzacji powinny być łatwo dostępne do obsługi i czyszczenia oraz usytuowane tak, aby ograniczyć do minimum konieczność wchodzenia do pomieszczeń klasy S1, S2 i S3 na potrzeby eksploatacji, regulacji i czyszczenia.

Jeżeli dostęp do takich elementów możliwy jest tylko poprzez pomieszczenia klasy S1, sale te powinny być czyszczone i dezynfekowane po każdym działaniu serwisowych.

6.2. Centrale klimatyzacyjne i wentylacyjne

Urządzenia do uzdatnienia powietrza zewnętrznego (centrala lub szafa klimatyzacyjna) muszą znajdować się poza pomieszczeniami użytku medycznego, być łatwo dostępne dla personelu technicznego, zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych oraz spełniać następujące wymagania:

- wszystkie komponenty central klimatyzacyjnych i wentylacyjnych powinny spełniać wymagania norm PN-EN 13093 [20] oraz PN-EN 1886 [30],
- urządzenie powinno posiadać atest higieniczny PZH z zapisem: „przeznaczone do stosowania w systemach klimatyzacyjnych bloków operacyjnych i innych obiektów o podwyższonych wymaganiach higienicznych”,
- centrale powinny zapewnić stały, jednokierunkowy przepływ powietrza przez cały system wentylacji,
- każda centrala powinna posiadać swoją indywidualną kartę katalogową,
- wszystkie powierzchnie wewnętrzne powinny być gładkie, pozbawione ostrych krawędzi oraz wykonane tak, aby zapobiegać na nich rozwojowi mikroorganizmów,
- wszystkie powierzchnie wewnętrzne oraz elementy składowe (wymienniki, wentylatory) powinny być łatwo dostępne do czyszczenia i dezynfekcji,
- nie powinno się stosować półzamkniętych profili lub połączeń, w których mogą gromadzić się zanieczyszczenia oraz takich, które są trudne do czyszczenia; śruby i inne podobne elementy konstrukcyjne nie powinny wystawać ze ścian wewnętrznych obudowy centrali,
- materiały, z którymi ma kontakt uzdatnione powietrze powinny być odporne na korozję i nie stwarzać zagrożenia emisji zanieczyszczeń stałych lub szkodliwych substancji chemicznych,
- tace ociekowe powinny być odporne na korozję (np. stal nierdzewna 1.4301) zapewniać ciągły i całkowity odpływ kondensatu z urządzenia, odpływ z każdej tacy ociekowej powinien posiadać indywidualny syfon,
- odprowadzenie kondensatu powinno być wykonane z rurociągów o średnicy co najmniej 40 mm,

- wszystkie materiały włókniste i porowate, z wyjątkiem elementów wymiennych, takich jak wkłady filtracyjne, powinny być zabezpieczone odpowiednim, gładkim materiałem, odpornym na wielokrotne czyszczenie i ścieranie,
- centrale powinny być wyposażone w okna inspekcyjne oraz oświetlenie wewnętrzne, w co najmniej sekcji wentylatorów, filtrów i nawilzacza; wielkość otworu inspekcyjnego powinna umożliwiać łatwą kontrolę wizualną wnętrza centrali i mieć średnicę co najmniej 150 mm (lub pole powierzchni odpowiadające oknu inspekcyjnemu o średnicy 150 mm),
- jako uszczelnienie powinno się używać środków dopuszczalnych do zastosowania w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych,
- filtry pierwszego i drugiego stopnia powinny być zamocowane w sposób umożliwiający ich wymianę od strony brudnej tak, aby przepływ powietrza przez centralę zapewniał doszczelnienie osadzenia filtra,
- przepustnice zamykające otwory wlotowe i wylotowe powietrza nawiewanego i wywiewanego powinny spełniać wymagania szczelności klasy 2 (określonej zgodnie z normą PN-EN 1751 [28]),
- szczelność obudowy centrali powinna odpowiadać wymaganiom co najmniej klasy L2(R) zgodnie z normą PN-EN 1886 [30],
- wytrzymałość mechaniczna obudowy centrali, odpowiadająca jej odporności na odkształcenia pod wpływem ciśnienia statycznego powietrza, powinna odpowiadać klasie co najmniej D2 zgodnie z normą PN-EN 1886 [30],
- izolacja cieplna centrali powinna zapewnić nie większe straty ciepła niż określone dla klasy T3 zgodnie z normą PN-EN 1886 [30], a mostki ciepła nie większe niż określone dla klasy TB4 (TB3 w przypadku central przeznaczonych do montażu na zewnątrz) zgodnie z normą PN-EN 1886 [30],
- dopuszczalna wartość przecieku na filtrze określona jest jako 0,5% przepływu nominalnego zgodnie z normą PN-EN 1886 [30],
- centrale przeznaczone do montażu na zewnątrz powinny posiadać fabrycznie montowany daszek nad każdą sekcją centrali, posiadać odpowiednią izolację cieplną, być dodatkowo uszczelnione na połączeniach zewnętrznych. Siłowniki przepustnic powinny być zabudowane w urządzeniu lub zabezpieczone przed wpływem czynników zewnętrznych. Instalacje doprowadzające media do central oraz odprowadzające kondensat w wykonaniu zewnętrznym powinny być zabezpieczone przed zamarzaniem.

Dodatkowo centrale lub szafy klimatyzacyjne przeznaczone do zastosowania w instalacjach obsługujących pomieszczenia klasy S1 powinny spełniać poniższe wymagania:

- karta katalogowa centrali przeznaczonej dla pomieszczeń klasy S1 powinna zawierać szczegółowe parametry pracy zastosowanych w niej wentylatorów,
- zastosowany system odzysku ciepła dla pomieszczeń klasy S1 musi wykluczać możliwość kontaktu strumieni powietrza nawiewnego i wywiewnego (**Rozdział 6.4**).

6.3. Filtry powietrza

6.3.1. Wymagania ogólne

Zastosowane filtry powinny spełniać wymagania norm PN-EN 779 [32] oraz PN-EN 1822-1 [29].

Należy tak projektować system, aby w pobliżu filtrów powietrza zapewnić temperaturę powietrza wyższą od temperatury punktu rosy, również w okresie postoju systemu. Konstrukcja ram i kaset filtrów powinna zapewniać brak możliwości rozwoju mikroorganizmów, umożliwiając łatwy i bezpieczny montaż oraz zapewnić szczelność zamontowania filtra.

Filtry bezpośrednio po wyprodukowaniu nie powinny zawierać żadnych fragmentów materiałów, które mogłyby zostać uwolnione w trakcie pracy systemu.

Materiały filtracyjne nie mogą być impregnowane substancjami biobójczymi.

Obudowy filtrów pierwszego i drugiego stopnia powinny być wykonane z materiałów odpornych na wilgoć i odpornych na odkształcenia podczas montażu i użytkowania.

Podczas dostawy filtry powinny być poddane przynajmniej wstępnym oględzinom w celu wychwycenia uszkodzeń lub zabrudzeń, jak również w celu oceny stanu zamontowanych na nich uszczelkach (w obrębie zamontowania wkładu filtracyjnego). Na materiale filtracyjnym nie powinno być widocznych żadnych zabrudzeń i uszkodzeń. Filtry powinny być zapakowane w bezpieczne opakowanie chroniące materiał filtracyjny przed uszkodzeniem oraz uszczelki przed zagnieceniem.

Każda sekcja filtracyjna w centrali wentylacyjno-klimatyzacyjnej musi być wyposażona w presostat lub przetwornik ciśnienia (do kontroli zabrudzenia filtra). Zaleca się, aby wszystkie filtry wysokoskuteczne (lub grupy filtrów w miejscach instalacji o identycznej charakterystyce hydraulicznej i użytkowej), umieszczone bezpośrednio w nawiewnikach, były wyposażone w presostat lub przetwornik ciśnienia. Urządzenia te muszą współpracować z dedykowanym systemem sterowania i automatyki zarządzającym pracą instalacji nawiewnej, wywiewnej i recyrkulacji. Dla urządzeń obsługujących pomieszczenia klasy S1, dodatkowo wymagana jest możliwość miejscowego odczytu nastawy presostatu lub przetwornika ciśnienia, oprócz zastosowania nadrzędnych systemów automatyki bloku operacyjnego lub przetwornika ciśnienia systemu BMS.

Personel techniczny powinien dokumentować datę każdej wymiany filtra, z uwzględnieniem jego typu i wielkości.

UWAGA: Eksploatacja sali operacyjnej lub innego pomieszczenia o podwyższonych wymaganiach higienicznych, wyposażonego w uszkodzone lub nieszczelnie zamontowane filtry wysokoskuteczne, może być przyczyną zwiększenia ryzyka występowania zakażeń i stanowić bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia pacjentów.

6.3.2. Montaż i wymiana filtrów pierwszego i drugiego stopnia

Filtr pierwszego i drugiego stopnia musi być wymieniony, jeżeli spadek ciśnienia powietrza jest większy lub równy wartości maksymalnej zalecanej przez producenta i jeśli filtr jest uszkodzony lub jeśli czas jego użytkowania przekracza 12 miesięcy.

Konieczne jest zapewnienie szczelnego połączenia ramki filtra z obudową centrali. Do uszczelnienia zaleca się używanie nieprzezroczystych materiałów uszczelniających lub prefabrykowanych uszczelek, wykonanych z materiału o zamkniętych porach, dopuszczonych do stosowania w instalacjach o podwyższonych wymaganiach higienicznych, posiadających atest higieniczny PZH.

Pierwszą wymianę filtrów w centrali klimatyzacyjno-wentylacyjnej należy wykonać po wstępnym rozruchu instalacji i wykonaniu pomiarów odbiorowych.

Wymiana filtra powinna być przeprowadzana od jego strony brudnej.

6.3.3. Montaż i wymiana filtrów wysokoskutecznych

Filtry wysokoskuteczne powinny być dostarczone wraz ze świadectwem jakości filtra zgodnie z PN-EN 1822-1 [29]. Zaleca się przechowywanie filtrów w bezpiecznych opakowaniach aż do momentu ich montażu.

Należy bezwzględnie wykluczyć występowanie przecieków na filtrach wysokoskutecznych. Możliwe rodzaje przecieków to: przeciek na filtrze, przeciek na połączeniu ramy filtra z elementem konstrukcyjnym nawiewnika, przeciek pomiędzy ramą filtra a materiałem filtracyjnym, przeciek pomiędzy ramą filtra a przewodem wentylacyjnym. Konieczne jest zapewnienie szczelnego połączenia ramy filtra z obudową nawiewnika. Do uszczelnienia zaleca się używanie prefabrykowanych uszczelek, wykonanych z materiału o zamkniętych porach, odpornych na wilgoć i grzyby pleśniowe, przeznaczonych do użytkowania w pomieszczeniach czystych. W szczególnych przypadkach dopuszcza się zastosowanie nieprzezroczystych materiałów uszczelniających przeznaczonych i dopuszczonych do zastosowania w pomieszczeniach czystych, posiadających atest higieniczny PZH dedykowany tego typu rozwiązaniom.

Wymiana filtra wysokoskutecznego może być przeprowadzana od strony pomieszczenia.

Aby potwierdzić gotowość pomieszczenia klasy S1 do eksploatacji, po każdej wymianie filtrów wysokoskutecznych należy przeprowadzić następujące badania (zgodnie z metodą wg PN-EN ISO 14644-3 [35]):

- wykonanie testu czystości pyłowej powietrza (walidacja pomieszczenia),
- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego),
- pomiar kaskady ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniami,
- pomiar spadku ciśnienia powietrza na filtrze wysokoskutecznym,

- dla pomieszczeń klasy S1 po każdej wymianie filtrów wysokoskutecznych zaleca się dodatkowo wykonać pomiary czystości mikrobiologicznej powietrza. Negatywny wynik testu może (lecz nie musi) świadczyć o nieprawidłowościach w działaniu instalacji wentylacji.

Po zamontowaniu filtrów wysokoskutecznych w nawiewnikach w pomieszczeniach klasy S2, S3, S4 należy wykonać następujące testy, pod kątem ewentualnych uszkodzeń podczas montażu oraz poprawności zamocowania:

- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego).

Zalecany czas pracy filtra wysokoskutecznego wynosi 2 lata, jednak możliwe jest jego przedłużenie do 3 lat pod warunkiem corocznego (po upływie wspomnianych 2 lat) wykonania następujących badań i pomiarów (zgodnie z metodyką opisaną w normie PN EN ISO 14644-3 [35]):

- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego),
- pomiar kaskady ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniami,
- pomiar spadku ciśnienia powietrza na filtrze.

W szczególnych przypadkach, za zgodą i pod nadzorem Inspektora Nadzoru Sanitarnego (Higienisty) dopuszcza się ponowny montaż zdemontowanych filtrów wysokoskutecznych, pod warunkiem ich dokładnego zabezpieczenia na okres przechowywania oraz wykonania następujących badań, zgodnie z procedurami opisanymi w PN-EN ISO 14644-3 [35]:

- badanie czystości pyłowej powietrza (walidacja pomieszczenia),
- test regeneracji,
- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego),
- pomiar kaskady ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniami,
- pomiar spadku ciśnienia powietrza na filtrze.

6.4. Urządzenia do odzysku ciepła

Do pośredniego odzysku ciepła z powietrza wywiewanego z pomieszczeń o podwyższonych wymaganiach higienicznych zaleca się poniższe urządzenia:

- wymiennik z czynnikiem pośrednim (mieszaniłą niskokrzepliwą),
- rurka ciepła,
- pompa ciepła,
- wymiennik krzyżowy (z wyjątkiem pomieszczeń klasy S1 oraz pomieszczeń należących do obszaru czystego bloku operacyjnego),
- wymiennik przeciwprądowy (z wyjątkiem pomieszczeń klasy S1 oraz pomieszczeń należących do obszaru czystego bloku operacyjnego).

Wymienniki ciepła muszą być łatwe do czyszczenia i dezynfekcji.

Wymiennik do odzysku ciepła powinien być zainstalowany w centrali klimatyzacyjnej za pierwszym stopniem filtracji. W jednostce powietrza wywiewanego przed wymiennikiem należy zamontować filtr powietrza klasy co najmniej M6.

W projekcie konieczne jest określenie wartości temperatury, przy której istnieje zagrożenie zamrażania wymiennika i uwzględnienie rozwiązań pozwalających na jego prawidłową pracę i proces jego rozmrożenia w przypadku zalodzenia.

6.5. Chłodnice

W fazie projektowej należy oszacować potencjalne zyski wilgoci, które będą wydzielane w sali operacyjnej, pochodzące od personelu i aparatury medycznej (zależnie od stosowanej techniki operacyjnych), w celu doboru odpowiedniej chłodnicy (pracującej na „sucho” lub na „mokro”).

Zaleca się przy doborze chłodnicy przewidzieć rezerwę mocy chłodniczej na poziomie co najmniej 10÷15%. Dla potwierdzenia zastosowania rezerwy mocy chłodniczej zaleca się zawarcie w projekcie podstawowych obliczeń układu zawierających m.in. obliczenia wymaganej mocy chłodniczej, dobór rurociągów, opory przepływu.

Zaleca się takie projektowanie chłodnicy, aby nie powodować zagrożenia porywania kropeł wody z jej powierzchni (należy zachować niskie prędkości przepływu powietrza przez chłodnicę, tzn. 2,0÷2,5 m/s). W razie wystąpienia takiego zagrożenia należy stosować odkraplacze.

Wszystkie powierzchnie, na których występuje kondensacja wilgoci powinny być łatwo dostępne do regularnego czyszczenia.

Wielkość modułu komory chłodniczej w centrali powinna zapewniać stabilizację temperatury powietrza w przekroju poprzecznym centrali. Odległość pomiędzy lamelami chłodnicy powinna wynosić co najmniej 2,5 mm.

Aby nie dopuścić do kondensacji wilgoci na powierzchni chłodnicy, w modułach recykulacyjnych dopuszcza się stosowanie jedynie chłodnic pracujących bez wykroplenia pary wodnej (tzw. suchych).

6.6. Nagrzewnice

W sekcji nagrzewania dopuszcza się stosowanie wodnych lub elektrycznych nagrzewnic powietrza.

Odległość między żebrami nagrzewnic, umieszczonych przed filtrem pierwszego stopnia, nie powinna być mniejsza niż 4,0 mm, a w innych przypadkach powinna wynosić co najmniej 2,0 mm.

Dla nagrzewnic wodnych należy stosować zabezpieczenie przed zamrażaniem. Zaleca się stosować przynajmniej dwustopniowe zabezpieczenie nagrzewnicy przed zamrożeniem, tzw. przeciwarzamrożeniowe (np. termostat z odpowiednio długą kapilarą oraz niezależny czujnik temperatury wody powrotnej z nagrzewnicy).

W przypadku nagrzewnic elektrycznych należy bezwzględnie przestrzegać minimalnej prędkości przepływu przez nagrzewnicę, wynoszącej 1,5 m/s lub podanej przez producenta. Nagrzewnica elektryczna może działać jedynie wtedy, gdy włączony jest wentylator.

Zasady lokalizacji nagrzewnicy elektrycznej:

- odległość nagrzewnicy od łuku i kolanka lub innych elementów zamontowanych w przewodzie wentylacyjnym musi być równa co najmniej 2-krotnej średnicy przewodu przyłączeniowego,
- nagrzewnicę wtórną (znajdującą się w przewodzie nawiewnym) montować w odległości od centrali równej minimum 3-krotnej średnicy (średnicy równoważnej) przewodu,
- nagrzewnicę wstępną (zamontowaną przed centralą na czerpni, pełniącą funkcję układu rozmrażania dla wymiennika do odzyskiwania ciepła) montować w odległości od centrali równej minimum 1-krotnej średnicy (średnicy równoważnej) przewodu,
- w przypadku montażu nagrzewnicy w pionowym odcinku przewodu wentylacyjnego, nad nagrzewnicą nie należy montować filtra wykonanego z materiałów palnych.

Do nagrzewnic elektrycznych należy stosować zabezpieczenia przed przegrzaniem i zabezpieczeniem minimalnej prędkości przepływu powietrza.

Zaleca się przy doborze nagrzewnicy przewidzieć rezerwę mocy cieplnej na poziomie 10%. Dla potwierdzenia zastosowania rezerwy mocy grzewczej zaleca się zawarcie w projekcie podstawowych obliczeń układu zawierających m.in. obliczenia wymaganej mocy grzewczej, dobór rurociągów, opory przepływu.

6.7. Wentylatory

Wentylatory nawiewne należy umieścić między pierwszym, a drugim stopniem filtracji, a wentylator wywiewny za sekcją filtracji w części wywiewnej centrali.

Ze względu na fakt, że w salach operacyjnych klasy S1a oraz S1b należy zapewnić nadciśnienie i utrzymać stały strumień powietrza wentylacyjnego (w celu zachowania stałej prędkości opadania strugi laminarnej w całym okresie pracy filtra od stanu oporu początkowego poprzez fazę przyrostu oporu wynikającego z procesu zabrudzenia filtra, aż do stanu zabrudzenia zagrażającego utracie nadciśnienia) do obliczeń sprężu dyspozycyjnego zaleca się przyjęcie maksymalnego dopuszczalnego przez producenta filtrów spadku ciśnienia na filtrach pierwszego i drugiego stopnia, a dla filtra trzeciego stopnia zaleca się przyjęcie oporu początkowego powiększonego o co najmniej 200% (dla założonego przepływu powietrza).

Powyższe zalecenie należy przyjąć również dla pomieszczeń klasy S1c.

Dla pomieszczeń klasy S1 projektant powinien zamieścić w projekcie obliczenia oporów instalacji, dokonać doboru wentylatora (jego wydajności oraz sprężu dyspozycyjnego),

nanieść charakterystykę instalacji na charakterystykę dobranego wentylatora oraz oznaczyć punkty pracy wentylatora nawiewnego w czterech fazach:

- fazie początkowej: przy początkowych oporach przepływu na filtrach pierwszego, drugiego i trzeciego stopnia,
- fazie nominalnej: przy oporach na filtrach pierwszego i drugiego stopnia równych połowie wartości pomiędzy początkowym oraz dopuszczalnym końcowym spadkiem ciśnienia oraz oporach na filtrach trzeciego stopnia równych 100% przyrostu ciśnienia w stosunku do oporów początkowych,
- fazie końcowej: przy założonych maksymalnych oporach na filtrach pierwszego i drugiego stopnia oraz oporach na filtrach trzeciego stopnia równym 200% przyrostu ciśnienia w stosunku do oporów początkowych (przy maksymalnej częstotliwości pracy wentylatora oraz pełnym otwarciu regulatorów wydatku),
- trybie ograniczonego wydatku (tzw. trybie nocnym – kiedy sala operacyjna jest w stanie gotowości i nie odbywają się operacje) przy oporach na filtrach pierwszego i drugiego stopnia równych połowie wartości pomiędzy początkowym oraz końcowym spadkiem ciśnienia oraz oporach na filtrach trzeciego stopnia równym 100% przyrostu ciśnienia w stosunku do oporów początkowych.

UWAGA: Powyższe zalecenie nie jest obligatoryjne, ale jest potwierdzeniem dobrych praktyk projektowych w trudnym temacie, jakim jest projekt systemu wentylacji sal operacyjnych. Niewykonanie tego zalecenia może być powodem roszczeń inwestora i/lub użytkownika w przypadku ponadnormatywnego wzrostu częstotliwości wymiany filtrów i związanych z tym kosztów eksploatacyjnych oraz braku dotrzymania oczekiwanych parametrów mikroklimatu w salach operacyjnych.

Przy doborze wentylatora projektant powinien uwzględnić przyjętą klasę szczelności kanałów oraz założyć nadwyżkę wydajności wentylatora na ewentualne błędy montażowe podczas fazy wykonawczej.

6.8. Nawilżacze powietrza

Ze względów higienicznych w pomieszczeniach służby zdrowia dopuszcza się stosowanie jedynie nawilżaczy parowych. Para wodna nie może zawierać żadnych szkodliwych substancji. Należy zapewnić całkowite mieszanie strumienia pary wodnej z nawilżanym powietrzem wentylacyjnym.

Nawilżacze powietrza powinny być zainstalowane wewnątrz centrali lub szafy klimatyzacyjnej przed drugim stopniem filtracji. Dopuszcza się również zastosowanie kanałowego nawilżacza powietrza z lancą (lancami) zainstalowaną w przewodzie wentylacyjnym za drugim stopniem filtracji. W takim przypadku konieczne jest określenie w projekcie drogi nawilżania oraz wymaganych warunków montażu, z zapewnieniem systemu odprowadzenia skroplin w celu uniknięcia zastoju wody w przewodzie wentylacyjnym lub

na tacach ociekowych. Wilgotność względna powietrza na końcu drogi nawilżania nie powinna przekraczać 90%. W żadnym przypadku nie wolno dopuścić do zawilgocenia filtra spowodowanego pracą nawilżacza.

Automatyka nawilżacza powinna być zaprojektowana tak, aby gwarantować zatrzymanie jego pracy w wypadku awarii systemu nawiewnego, zbyt małego przepływu powietrza lub przekroczenia maksymalnej zawartości wilgoci w powietrzu nawiewanym w przewodzie nawiewnym. Należy przewidzieć zwłokę czasową załączenia nawilżacza do pracy w stosunku do wentylatorów nawiewnych po uruchomieniu centrali.

Automatyka nawilżacza powinna współpracować z systemem sterowania automatyki zarządzającym pracą wentylacji na sali operacyjnej.

Woda nawilżająca powietrze w centrali powinna być kontrolowana pod względem higienicznym. Zgodnie z normą PN-EN 13053 [20] zanieczyszczenia biologiczne nie powinny przekroczyć 100 JTK/ml, przy czym niedopuszczalne jest przekroczenie 1000 JTK/ml.

Instalacja doprowadzająca wodę do nawilżacza powinna być wyposażona w filtr siatkowy oraz zawór odcinający. Woda powinna spełniać wymagania producenta urządzenia pod względem twardości i przewodności.

W przypadku montażu nawilżacza na zewnątrz budynku, system zasilania w wodę oraz system odprowadzania kondensatu powinien być zabezpieczony przed zamarznięciem.

6.9. Przewody wentylacyjne

6.9.1. Założenia ogólne

Wszystkie przewody wentylacyjne powinny być możliwie najkrótsze. Powyższa zasada jest szczególnie istotna dla instalacji obsługujących pomieszczenia klasy S1.

6.9.2. Materiały i powierzchnie

Przewody wentylacyjne we wszystkich obszarach dystrybucji powietrza powinny być wykonane z materiałów, które:

- nie wydzielają szkodliwych substancji, włókien i zapachów do nawiewanego powietrza oraz pomieszczeń,
- nie stanowią pożywki dla mikroorganizmów ani nie sprzyjają ich rozwojowi,
- nie sprzyjają osadzaniu się zanieczyszczeń.

Zaleca się stosowanie przewodów wentylacyjnych wykonanych z blachy ze stali ocynkowanej zgodnie z normami PN-EN 1505 [23] dla przewodów o przekroju prostokątnym oraz PN-EN 1506 [24] dla przewodów o przekroju kołowym.

Do podłączenia urządzeń nawiewnych na salach operacyjnych nie dopuszcza się stosowania przewodów elastycznych, np. typu flex.

We wszystkich głównych przewodach, na ich odejściach (odgałęzieniach) oraz obok kanałowych czujników temperatury i wilgotności należy wykonać otwory, przeznaczone

do wykonania pomiarów wydajności oraz kalibracji czujników temperatury. Otwory pomiarowe powinny być zabezpieczone za pomocą miękkich, szczelnych korków zaślepiających.

6.9.3. Szczelność przewodów

Przewody wentylacyjne powinny spełniać wymagania szczelności i wytrzymałości zgodnie z normami PN-EN 1507 [25] dla przewodów o przekroju prostokątnym i PN-EN 12237 [13] dla przewodów o przekroju okrągłym.

Dla instalacji, w której zamontowany jest filtr wysokoskuteczny zaleca się projektowanie sieci przewodów z zachowaniem klasy szczelności C zgodnie z normą PN-EN 1507 [25] oraz PN-EN 12237 [15], przyjmując testowe nadciśnienie statyczne wynoszące 1000 Pa. Klasa szczelności przewodów może być w szczególnych, uzasadnionych przypadkach obniżona do klasy B zgodnie z normą PN-EN 1507 [25] oraz PN-EN 12237 [15].

Dla instalacji bez zastosowanych filtrów wysokoskutecznych zaleca się projektowanie sieci przewodów z zachowaniem klasy szczelności B zgodnie z normą PN-EN 1507 [25] oraz PN-EN 12237 [15].

Klasa szczelności przewodów powinna być jednoznacznie określona w projekcie systemu wentylacji i klimatyzacji. W przypadku braku określenia klasy szczelności w projekcie dla instalacji z zastosowaniem filtrów wysokoskutecznych należy przyjąć domyślnie klasę szczelności C, natomiast dla instalacji bez zastosowania filtrów wysokoskutecznych klasę szczelności B, zgodnie z PN-EN 1507 [25] oraz PN-EN 12237 [15].

Powierzchnia odcinków przewodów wytypowana do badania szczelności powinna zostać określona w umowie między wykonawcą i inwestorem. W przypadku braku odpowiednich zapisów do testów należy przyjąć losowo wskazane przez inwestora odcinki przewodów stanowiące nie mniej niż 50% powierzchni przewodów dla instalacji nawiewnej z filtrami wysokoskutecznymi oraz nie mniej niż 30% powierzchni przewodów dla instalacji nawiewnej bez filtrów wysokoskutecznych. W przypadku wykrycia nieszczelności w wyznaczonych odcinkach testowych należy wykonać badanie całej sieci przewodów wentylacyjnych.

W przypadku systemów recyrkulacyjnych należy przeprowadzić testy szczelności przewodów na zasadach określonych dla instalacji nawiewnych (przy czym instalację recyrkulacji należy traktować jako osobną instalację i poddać testom minimum 30% powierzchni przewodów wentylacyjnych).

Klasa szczelności instalacji powinna być potwierdzona testami szczelności. Przeprowadzenie testów szczelności instalacji wentylacji należy wykonać komisyjnie. W skład komisji powinni wchodzić: inwestor i/lub użytkownik, inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) i inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej. W szczególnych przypadkach zaleca się, aby dodatkowym członkiem komisji był rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu instalacji wentylacji i kli-

matyzacji. Szczelność kanałów powinna być potwierdzona stosownym protokołem podpisanym przez wszystkich członków komisji oraz załączonym do dokumentacji powykonawczej.

W przypadku braku uzyskania wymaganej klasy szczelności przewodów wentylacyjnych, należy doszczelnić instalację oraz ponownie wykonać komisyjnie test szczelności.

6.9.4. Czystość instalacji

Wszystkie elementy składowe instalacji powinny być dostarczone w stanie czystym i zabezpieczone przed zanieczyszczeniem w trakcie montażu. Systemy wentylacji i klimatyzacji należy instalować w taki sposób, aby wszystkie elementy dystrybucji powietrza w momencie odbioru instalacji były czyste w najwyższym możliwym do uzyskania stopniu.

W Tabeli 9 zamieszczono, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 15780 [27], minimalne zalecane częstotliwości kontroli instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych o wysokiej i średniej klasie czystości (odpowiednio: obszary zabiegowe w szpitalach i obszary ogólne w szpitalach).

Tabela 9. Minimalna zalecana częstotliwość kontroli czystości instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych (w miesiącach) dla instalacji o średnim i wysokim poziomie czystości PN-EN 15780 [25]

Klasa czystości (jakości) instalacji	Obszary	Centrala wentylacyjna lub klimatyzacyjna/jednostka uzdatniająca powietrze*	Filtry**	Nawilżacze	Przewody	Urządzenia końcowe
średnia	ogólne w szpitalach	12	12	6	24	24
wysoka	zabiegowe w szpitalach, laboratoria	12	6	6	12	12

* urządzenia wyposażone w nawilżacz parowy lub system adiabatyicznego chłodzenia lub zlokalizowane w obszarze o umiarkowanym lub wilgotnym klimacie powinny być kontrolowane przynajmniej 2 razy w ciągu roku,

** filtry powinny być kontrolowane i konserwowane zgodnie z zaleceniami producenta, jednocześnie uwzględniając podane w Tabeli 9 częstotliwości.

Opis metod określenia poziomu czystości instalacji ze względu na obecny w nich pył znajduje się w normie PN-EN 15780 [27].

Akceptowane poziomy czystości wnętrza przewodów ze względu na osadzony pył zamieszczono w Tabeli 10. Zdefiniowano wartości gęstości powierzchniowej pyłu, podawane w jednostkach (g/m^2), jako:

- Akceptowany poziom czystości – ilość pyłu lub innych zanieczyszczeń, która nie może zostać przekroczona, określona za pomocą wskazanej metody pomiarowej,

- Akceptowany poziom (czystości) po czyszczeniu – po czyszczeniu nie został wykryty wzrokowo (metoda wizualna kontroli czystości PN-EN 15780 [25]) uwolniony (luźny) pył na wewnętrznych powierzchniach przewodów wentylacyjnych, a system jest zdolny do osiągnięcia akceptowanego poziomu czystości określonego za pomocą wskazanej metody pomiarowej. W przypadku konfliktu (np. pomiędzy właścicielem obiektu a użytkownikiem) lub niepewnością związaną z obiektywnością metody wizualnej, zalecana jest ilościowa ocena pozostałego w przewodzie osadu (Tabela 10),
- Akceptowany poziom akumulacji pyłu (dotyczy nowych sieci przewodów) – akceptowany poziom czystości na wewnętrznych powierzchniach nowych przewodów wentylacyjnych – dotyczy pyłu naniesionego i osadzonego na etapie od montażu do oddania systemu do użytkowania. W praktyce oznacza ilość zanieczyszczeń uznawaną jako akceptowana.

Tabela 10. Akceptowany poziom czystości przed i po czyszczeniu przewodów wentylacyjnych w użytkowanych i nowych instalacjach, pobór próbki metodą podciśnieniową PN-EN 15780 [25]

Klasa czystości instalacji	Obszary	Instalacja oddawana do użytkowania		Instalacja użytkowana			Akceptowany poziom czystości po czyszczeniu
		Akceptowany poziom akumulacji pyłu		Akceptowany poziom czystości			
		Przewody nawiewne i recyrkulacyjne	Przewody wywiewne	Przewody nawiewne	Przewody recyrkulacyjne	Przewody wywiewne (usuwanie powietrza na zewnątrz)*	Przewody nawiewne, recyrkulacyjne
		Gęstość powierzchniowa zakumulowanego pyłu (g/m ²)					
Średnia	ogólne w szpitalach	<0,6	<1,8	<3,0	<4,5	< 9,0	<0,3
Wysoka	zabiegowe w szpitalach, laboratoria	<0,3	<0,9	<0,6	<3,0	< 9,0	<0,3

*określenie gęstości powierzchniowej pyłu jest drugą w kolejności zalecaną metodą kontroli czystości przewodów wywiewnych wyprowadzających powietrze na zewnątrz obiektu.

Ze względu na brak znormalizowanych dopuszczalnych stężeń drobnoustrojów w pyłe pobranym z wnętrza instalacji wentylacji i klimatyzacji, sugeruje się stosowanie zaleceń zamieszczonych w Tabeli 11.

Tabela 11. Dopuszczalne stężenie drobnoustrojów w pyłe pobranym z wnętrza instalacji wentylacyjnej ([40])

Drobnoustroje	Dopuszczalne stężenie drobnoustrojów w pobranym pyłe
Grzyby pleśniowe	< 15 000 JTK/g
Bakterie	< 30 000 JTK/g

Kontrola zawsze powinna poprzedzać decyzję o przystąpieniu do czyszczenia instalacji. Dezynfekcję przeprowadza się po mechanicznym oczyszczeniu instalacji z osadu. Dezynfekcja nie może zastąpić mechanicznego czyszczenia instalacji. Do dezynfekcji należy stosować preparaty biobójcze posiadające atest PZH i przeznaczone do stosowania w systemach wentylacji i klimatyzacji.

Po każdym czyszczeniu zaleca się wymianę filtrów wysokoskutecznych, zgodnie z procedurą opisaną w Rozdziale 6.3.3.

6.10. Otwory rewizyjne

Otwory rewizyjne powinny umożliwiać czyszczenie wewnętrznych powierzchni przewodów, a także urządzeń i elementów instalacji, jeśli konstrukcja tych urządzeń i elementów nie umożliwia ich czyszczenia w inny sposób.

Zaleca się wykonanie otworów rewizyjnych zgodnie z normą PN-EN 12097 [16]. Należy zapewnić wystarczającą ilość odpowiedniej wielkości otworów rewizyjnych dla umożliwienia dostępu do obszarów podlegających czyszczeniu (w szczególnych przypadkach należy uwzględnić demontaż pojedynczych elementów składowych instalacji).

Roźmieszczanie otworów rewizyjnych z podaniem wymiarów powinno zostać zamieszczone w projekcie. Konstrukcja przegród budowlanych oraz pozostałych elementów wyposażenia budynku powinna zapewniać technologiczny i swobodny dostęp do otworu rewizyjnego przez służby serwisowe.

Ze względu na trudności podczas czyszczenia, dostęp z obu stron (otwory serwisowe) należy zapewnić dla następujących elementów wyposażenia instalacji (lub umożliwić jego demontaż w celu konserwacji)[14]:

- przepustnic regulacyjnych i odcinających,
- kłap przeciwpożarowych,
- nagrzewnic i chłodnic,
- nawilżaczy,
- tłumików hałasu z wewnętrznymi płytami,
- sekcji filtracji,
- wentylatorów przewodowych,
- urządzeń do odzyskiwania ciepła,
- urządzeń do regulacji strumienia powietrza,
- kierownic powietrza.

W przypadku przewodów z dodatkową izolacją (izolacja cieplna lub przeciwpożarowa), wykonanie otworu rewizyjnego nie może wpłynąć negatywnie na działanie ochronne izolacji/osłony.

Otwory rewizyjne powinny być tak wykonane, aby nie obniżyć klasy szczelności przewodów wentylacyjnych.

6.11. Tłumiki

Tłumiki powietrza powinny być wykonane tak, aby ich powierzchnia, która ma kontakt z powietrzem była gładka, odporna na ścieranie, wodoodporna i nieulegająca rozkładowi, niepyląca. Niedopuszczalne jest stosowanie tłumików za trzecim stopniem filtracji.

Należy stosować tłumiki w wykonaniu higienicznym.

6.12. Przepustnice

Przepustnice odcinające powietrza zewnętrznego należy umieścić na wlocie i wylocie powietrza do centrali/szafy klimatyzacyjnej. Konieczne jest wyposażenie tych przepustnic w siłowniki ze sprężyną zwrotną lub inny system automatycznego zamykania, w celu zapewnienia samoczynnego zamknięcia w przypadku awarii, zaniku zasilania lub postoju urządzenia.

Wszystkie przepustnice muszą spełniać klasę szczelności 2 zgodnie z PN-EN 1751 [28]. Aktualna pozycja przepustnic (otwarte/zamknięte) powinna być widoczna dla obsługi.

W przewodach nawiewnych i wywiewnych przepustnice muszą zostać zamontowane w przypadku:

- instalacji, które zasilają pomieszczenia o różnych klasach czystości: na rozgałęzieniach przewodów zasilających pomieszczenia o różnych klasach czystości,
- na odejściach (odgałęzieniach) przewodów do pomieszczeń, nawet tej samej klasy czystości, w przypadku gdy podczas postoju systemu istnieje ryzyko, że powietrze może cofnąć się do innego pomieszczenia tej samej klasy.

6.13. Regulatory wydatku

Zaleca się stosowanie regulatorów wydatku (strumienia powietrza wentylacyjnego), umożliwiających odczyt oraz zmianę nastawionego wydatku bez konieczności ich demontażu. Praca regulatorów wydatku nie może zakłócać sterowania pracą wentylatora nawiewnego w danym systemie wentylacyjnym. W przypadku zastosowania na instalacji regulatorów wydatku oraz płynnej regulacji wydatku wentylatorów projektant instalacji powinien szczegółowo opisać zasady współpracy regulatora wydatku i przetwornic częstotliwości zarządzających pracą wentylatorów oraz uwzględnić ww. zasady w założeniach dla układu automatyki.

6.14. Czerpnie i wyrzutnie powietrza

Lokalizacja czerpni i wyrzutni powinna spełniać wymagania zamieszczone w Dz.U.2002.75.690 [1].

Przy projektowaniu czerpni należy uwzględnić:

- warunki meteorologiczne (np. często występujące silne wiatry, nasłonecznienie),
- lokalizację chłodni kominowych instalacji chłodzenia wtórnego,
- źródła intensywnych zapachów lub inne źródła zakłóceń (np. wentylacja sanitarna),
- istniejące lub planowane budynki w sąsiedztwie (np. budynki wysokie, plan rozbudowy komunalnej),
- ruch uliczny lub bliskość parkingów, garaże, miejsca dostaw towarów, lądowiska helikoptera,
- duże zewnętrzne źródła ciepła.

Czerpnia powinna być wyposażona w odporną na korozję siatkę ochronną, o maksymalnym wymiarze oczek 20×20 mm, możliwą do zewnętrznego czyszczenia mechanicznego. Usuwane powietrze o intensywnym zapachu, dużej wilgotności oraz innych zanieczyszczeniach, w szczególności z oddziałów zakaźnych, zwierzętarni, patologii, laboratoriów, kuchni, pralni oraz pomieszczeń o wysokim natężeniu substancji promieniotwórczych lub kancerogennych, powinno być kierowane oddzielnym przewodem wentylacyjnym bezpośrednio do pochodniowej wyrzutni dachowej.

6.15. Tace ociekowe i odprowadzenie kondensatu

Tace ociekowe pod urządzeniami klimatyzacyjnymi powinny zapewniać stały i całkowity odpływ kondensatu. Przewody odprowadzenia kropli powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 40 mm. Odpływy kondensatu z poszczególnych sekcji centrali powinny posiadać osobne syfony. Połączenie instalacji odprowadzającej kondensat z instalacją kanalizacyjną powinno być wykonane z zastosowaniem przerwy powietrznej. Nie wolno łączyć bezpośrednio odpływu kondensatu z centrali klimatyzacyjnej (wentylacyjnej) z systemem kanalizacji.

UWAGA: W celu potwierdzenia prawidłowego odpływu kondensatu zaleca się zastosować test zgodnie z zaleceniami normy DIN 1946-4 [15]. Tacę ociekową należy wypełnić wodą w ilości 5 litrów na każdy m² powierzchni tacy. System powinien zapewnić opróżnienie 95% powierzchni tacy ociekowej w czasie 10 minut od napełnienia.

6.16. System automatyki instalacji wentylacji i klimatyzacji

Projektant systemu wentylacji i klimatyzacji powinien umieścić w projekcie szczegółowe zalecenia dotyczące systemu automatyki.

Założenia do projektu układu automatyki sterującej pracą systemów wentylacji i klimatyzacji muszą zostać zaakceptowane przez inwestora oraz inspektora sanitarnego (higieni-

stę) lub rzeczoznawcę ds. sanitarno-higienicznych. W razie wątpliwości czy system realizuje wszystkie wymagane założenia można skorzystać z konsultacji rzeczoznawcy budowlanego w zakresie wentylacji i klimatyzacji.

System automatyki wentylacji i klimatyzacji powinien:

- zapewnić utrzymanie parametrów roboczych: strumienia objętości powietrza, temperatury, wilgotności względnej powietrza, zgodnie ze spełnianą funkcją, przy zmiennych warunkach zewnętrznych i wewnętrznych,
- sygnalizować wszelkie stany alarmowe występujące w układzie i im przeciwdziałać,
- umożliwić śledzenie historii zdarzeń awaryjnych,
- zabezpieczyć prawidłowe funkcjonowanie centrali/szafy wentylacyjno-klimatyzacyjnej w okresie jej pracy jak również postoju.

System automatyki przeznaczonej dla bloku operacyjnego powinien być zaprojektowany w taki sposób, aby uwzględniał technologię, zapewniał osiągnięcie parametrów funkcjonalności oraz zapewniał spełnienie zaleceń zawartych w projekcie instalacji klimatyzacyjnej. System automatyki powinien dodatkowo:

- zapewnić bezpieczeństwo funkcjonowania sal operacyjnych. W przypadku wystąpienia awarii system powinien (w miarę możliwości technicznych) zapewnić utrzymanie mierników funkcjonalności na sali operacyjnej przynajmniej do czasu zakończenia bieżącej operacji (automatyka załączająca układ redundantny nie może dopuścić do powstania niekontrolowanego podciśnienia, wywołanego pracą wentylatora wyciągowego),
- posiadać instrumenty umożliwiające odczyt aktualnego trybu pracy oraz aktywnych stanów awaryjnych, wartości temperatury, wilgotności względnej powietrza i aktualnego nadciśnienia powietrza na sali operacyjnej, bezpośrednio przez personel medyczny (zaleca się wyposażenie sali w panel sterowniczy z możliwością korekty nastaw temperatury i wilgotności),
- zapewniać możliwość stałego monitorowania pracy instalacji przez służby techniczne szpitala lub zewnętrzne służby serwisowe,
- zapewniać współpracę wszystkich elementów instalacji wentylacji i klimatyzacji w sposób gwarantujący bezpieczeństwo funkcjonowania oraz ekonomiczną pracę systemu.
- zapewniać stały nadzór nad instalacją recyrkulacji i prawidłową współpracę systemu doprowadzającego powietrze zewnętrzne i recyrkulacyjne.

UWAGA: Automatyka, w którą wyposażona jest typowa centrala klimatyzacyjna lub wentylacyjna nie spełnia wszystkich niezbędnych funkcji do prawidłowej pracy systemu klimatyzacji i wentylacji sali operacyjnej. W przypadku zastosowania fabrycznej automatyki central klimatyzacyjnych zaleca się zaprojektowanie i zastosowanie nadrzędnego systemu automatyki przeznaczonego specjalnie dla bloku operacyjnego i innych po-

mieszkań o zdefiniowanych wymaganiach czystości, którego podstawowym zadaniem będzie zapewnienie odpowiedniej czystości powietrza oraz utrzymanie nadciśnienia powietrza w sali operacyjnej w stosunku do pomieszczeń sąsiadujących, który będzie współpracował z systemami dostarczonymi z centralami. Projekt automatyki bloku operacyjnego może również uwzględniać w pełni samodzielny system przejmujący również funkcje związane ze sterowaniem centrali wentylacji i klimatyzacji przy uwzględnieniu wymagań producenta urządzeń w zakresie zobowiązania gwarancyjnego.

UWAGA: Należy bezwzględnie zapewnić dostęp do wszystkich elementów wykonawczych automatyki systemu wentylacji i klimatyzacji. Za zapewnienie dostępu do ww. elementów odpowiedzialny jest wykonawca, inspektor nadzoru budowlanego oraz inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej.

UWAGA: Wykonawca powinien bezwzględnie przekazać Inwestorowi prawa autorskie (wraz z prawem do wykonywania zależnego prawa autorskiego oraz prawem do udzielenia zezwoleń na wykonywanie zależnego prawa autorskiego) do kodów źródłowych dla systemów automatyki nadzorujących systemy klimatyzacji i wentylacji bloków operacyjnych. Przekazanie oprogramowania oraz praw autorskich (w tym praw zależnych) nie powinno wpływać na utrzymanie gwarancji, a ograniczenie lub utrata zobowiązań gwarancyjnych może nastąpić jedynie w przypadku jego nieuprawnionego użycia wykraczającego ponad standardowe użytkowanie (np. modyfikacja kodów źródłowych bez zgody ich autorów w okresie trwania gwarancji). Wykonawca powinien dodatkowo przekazać Inwestorowi w pełni funkcjonalne wersje kodów źródłowych, a w przypadku możliwości ich bezpośredniego pobrania ze sterowników, przekazać niezbędne hasła dostępu pozwalające na ich pobranie oraz modyfikację. Kody źródłowe powinny być przekazane Inwestorowi w momencie odbioru robót budowlanych.

6.17. Ogrzewanie

W przypadku konieczności ogrzewania pomieszczeń klasy S1, jak również pomieszczeń przygotowania pacjenta i pomieszczeń przygotowania lekarza, zaleca się stosowanie ogrzewania płaszczyznowego. W szczególnych przypadkach dopuszczalne jest stosowanie urządzeń o gładkich powierzchniach grzewczych, nieożebrowanych, łatwych do czyszczenia i dezynfekcji (np. grzejników w wykonaniu higienicznym).

W pomieszczeniach klasy S1a oraz S1b zaleca się stosować taki system ogrzewania, aby nawiew powietrza poprzez strop laminarny z zachowaniem odpowiednio niższej temperatury w stosunku do temperatury w pomieszczeniu ($\Delta t = 1 \div 3 \text{ K}$) nie miał negatywnego wpływu na utrzymanie parametrów komfortu cieplnego.

W pomieszczeniach klasy S1 ruch powietrza wynikający z potrzeby zapewnienia komfortu cieplnego w obszarze chronionym nie powinien zakłócać przepływu strugi laminarnej. Z tego powodu zaleca się stosowanie ogrzewania płaszczyznowego ściennego. Stosowanie ogrzewania podłogowego może mieć negatywny wpływ na utrzymanie stabilności strugi laminarnej w obszarze ściśle chronionym.

W przypadku wątpliwości, czy zastosowane rozwiązanie ma negatywny wpływ na stabilność strugi laminarnej zaleca się przeprowadzenie testu przepływu strumienia powietrza – próby dymowej, np. zgodnie z PN-EN ISO 14644-3 [35]).

W pomieszczeniach klasy S2, S3 i S4 należy stosować grzejniki w wykonaniu higienicznym. Lokalizacja grzejników w tych pomieszczeniach w jak najmniejszym stopniu powinna zakłócać przepływ powietrza.

7. Dokumentacja projektowa

7.1. Projekt budowlany

Roboty budowlane powinny być wykonywane na podstawie dokumentacji projektowej oraz indywidualnie opracowywanej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót sporządzonej zgodnie z wymaganiami Dz.U.2004.202.2072[3].

7.2. Projekt wykonawczy systemu wentylacji i klimatyzacji

Projekt wykonawczy powinien zawierać opis techniczny, część rysunkową oraz dokładną specyfikację urządzeń i elementów instalacji. Dodatkowo projekt wykonawczy powinien uzupełniać projekt budowlany w zakresie i stopniu dokładności niezbędnym do realizacji robót budowlanych, sporządzenia przedmiaru robót, kosztorysu inwestorskiego i przygotowania oferty przez wykonawcę.

Opis techniczny powinien zawierać:

- opis zastosowanych rozwiązań,
- parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego i wewnętrznego, klasy czystości powietrza w pomieszczeniu, nadciśnienie/podciśnienie powietrza, założoną prędkość przepływu powietrza itp.,
- parametry obliczeniowe czynników: grzewczego i chłodniczego,
- zestawienie zapotrzebowania na energię cieplną i chłodniczą dla poszczególnych pomieszczeń oraz obliczenie łącznego zapotrzebowania instalacji na energię cieplną i chłodniczą,
- zestawienie strumieni powietrza wentylacyjnego dla poszczególnych pomieszczeń i central/szaf klimatyzacyjnych,
- opis zaprojektowanego układu kaskady ciśnień powietrza pomiędzy pomieszczeniami o podwyższonych wymaganiach higienicznych (wraz z podanymi w (Pa) wartościami założonego nadciśnienia i/lub podciśnienia powietrza),
- zestawienie urządzeń i elementów instalacji wraz z ich specyfikacją zawierającą: karty katalogowe urządzeń, liczbę, podstawę doboru,
- zestawienie przewodów wentylacyjnych oraz kształtek z podaną ich powierzchnią, wraz ze wskazaniem klasy szczelności wykonania instalacji,
- szczegółowe założenia do systemu automatyki instalacji (w szczególności wymagania dla systemu automatycznej regulacji nadzorującego pomieszczenia klasy S1),
- określenie mierników funkcjonalności (przykładowe mierniki funkcjonalności dla pomieszczeń klasy S1 zamieszczono w **Załączniku B**),
- wytyczne przeciwpożarowe z uwzględnieniem umiejscowienia klap przeciwpożarowych,
- wytyczne dla innych branż, w tym elektrycznej i budowlanej,

– wytyczne dla eksploatacji systemu na poziomie bezpieczeństwa funkcjonalnego z określeniem mierników funkcjonalności, zalecanego czasu napraw, SLA itp.

W skład części rysunkowej wchodzi: rzuty, przekroje i schematy rozwiązań (w szczególności schemat działania systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S1). Rysunki powinny umożliwiać lokalizację instalacji w stosunku do konstrukcji budynku.

W projekcie wykonawczym dla instalacji pomieszczeń klasy S1 zaleca się zawarcie obliczeń doboru wentylatorów nawiewnych i wyciągowych w czterech fazach pracy instalacji: fazie początkowej, nominalnej, końcowej i trybie ograniczonego wydatku (tzw. trybie nocnym) zgodnie z zaleceniami zawartymi w **Rozdziale 6.7**.

UWAGA: W projekcie wykonawczym dla instalacji obsługującej pomieszczenia klasy S1 należy podać wartości ciśnienia powietrza przed filtrem wysokoskutecznym w odniesieniu do prędkości wypływu powietrza bezpośrednio pod stropem laminarnym (w odległości 0,30 m od powierzchni wypływu).

7.3. Projekt wykonawczy systemu automatyki wentylacji i klimatyzacji

Projekt wykonawczy w zakresie instalacji wentylacji i klimatyzacji powinien zostać uzupełniony o projekt automatyki systemu wentylacji i klimatyzacji.

Za projekt automatyki systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S2, S3, S4 można uznać schematy automatyki wraz z instrukcjami obsługi, schematami technicznymi oraz danymi technicznymi dostarczonymi przez producenta centrali, wraz z wymaganiami technologicznymi opisanymi w projekcie wentylacji i klimatyzacji.

W przypadku pomieszczeń klasy S1 projekt automatyki powinien być oddzielnym opracowaniem zawierającym schematy techniczne, dane dotyczące zastosowanych komponentów oraz szczegółowy opis realizacji wszystkich funkcji, które powinien realizować system automatyki.

Projekt powinien zawierać opis technologii działania systemu automatyki z uwzględnieniem wartości zadanych (naciśnienie w pomieszczeniu, wydajności instalacji, nastawy temperatury, nastawy wilgotności) oraz sposobem utrzymania zadanych wartości w trakcie pracy instalacji (naciśnienie w pomieszczeniach, wydajności instalacji, nastawy temperatury, nastawy wilgotności). Opis techniczny instalacji automatyki musi zawierać objaśnienie działania algorytmów sterowania poszczególnych urządzeń, charakterystykę zastosowanych czujników i urządzeń wykonawczych służących do osiągnięcia właściwego poziomu dokładności regulacji.

UWAGA: Ze względu na częste przypadki „rozmycia odpowiedzialności” za ostateczne działanie systemu wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń klasy S1 oraz liczne spory pomiędzy Wykonawcami a Inwestorami, w wyniku braku możliwości osiągnięcia założonych parametrów funkcjonalności systemu, należy zwrócić szczególną uwagę przy doborze

urządzeń i określeniu funkcji rozwiązań, które powinien spełniać system automatyki dla sal operacyjnych.

UWAGA: Projekt automatyki urządzeń obsługujących pomieszczenia klasy S1 musi zostać zaakceptowany przez inwestora i/lub użytkownika, projektanta instalacji wentylacji i klimatyzacji, inspektora nadzoru sanitarnego (higienistę) i inspektora nadzoru budowlanego w branży sanitarnej. W szczególnych przypadkach zaleca się, aby projekt automatyki został zaakceptowany dodatkowo przez rzeczoznawcę ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawcę budowlanego z zakresu instalacji wentylacji i klimatyzacji.

7.4. Projekt powykonawczy systemu wentylacji i klimatyzacji

Projekt powykonawczy powinien stanowić wersję uaktualnioną w stosunku do projektu wykonawczego i uwzględniać w części opisowej i rysunkowej wszystkie zmiany, jakich dokonano w instalacji podczas jej wykonania.

Do projektu powykonawczego należy dołączyć wymagane przepisami atesty, aprobaty techniczne, deklaracje zgodności.

Do projektu powykonawczego należy dołączyć wykaz zastosowanych urządzeń wraz z ich dokumentacją techniczno-ruchową oraz instrukcjami obsługi.

Do projektu powykonawczego powinna zostać załączona lista materiałów eksploatacyjnych przewidzianych do prawidłowej eksploatacji systemu.

Wszystkie istotne zmiany w projekcie powykonawczym w stosunku do dokumentacji wykonawczej muszą zostać zatwierdzone przez projektanta instalacji.

7.5. Projekt powykonawczy systemu automatyki wentylacji i klimatyzacji

Projekt automatyki musi zostać załączony do dokumentacji powykonawczej instalacji wentylacji i klimatyzacji jako oddzielny dokument.

Projekt powykonawczy automatyki dla pomieszczeń klasy S1 powinien zawierać schematy wykonanych systemów automatycznej regulacji wraz z opisem technologii działania systemu automatyki oraz opisem zasady działania systemu dla fazy początkowej, nominalnej, końcowej oraz trybu ograniczonego wydatku, oszczędnościowej.

Opis zastosowanego rozwiązania powinien uwzględniać zasadę działania systemu dla warunków normalnej pracy (wydatki instalacji, sposób utrzymania nadciśnienia, tryby pracy itp.) oraz zasadę działania w przypadku wystąpienia stanów awaryjnych (utrata nadciśnienia, awaria poszczególnych komponentów systemu, wystąpienie alarmu pożarowego itp.).

Do projektu powykonawczego instalacji obsługującej pomieszczenia klasy S1 należy załączyć Instrukcję obsługi systemu dla personelu medycznego zawierającą:

- opis dostępnych trybów pracy,

- sposób oraz możliwości systemu w zakresie regulacji temperatury,
- sposób oraz możliwości systemu w zakresie regulacji wilgotności względnej,
- sygnalizację poprawności pracy systemu wentylacji i klimatyzacji,
- sygnalizację utrzymania nadciśnienia na sali operacyjnej.

Wszystkie istotne zmiany w projekcie powykonawczym w stosunku do dokumentacji wykonawczej muszą zostać zatwierdzone przez osoby odpowiedzialne za zatwierdzenie projektu automatyki zgodnie z **Rozdziałem 7.3**.

7.6. Umowa o roboty budowlane

Umowa o roboty budowlane powinna zawierać:

- odniesienie do oczekiwanej jakości wykonanych robót, np. poprzez odniesienie do specyfikacji technicznej wykonania robót, niniejszych wytycznych lub warunków technicznych wykonania i odbioru instalacji,
- określenie strony odpowiedzialnej za wykonanie pomiarów i kontroli oraz przedstawiciela Inwestora odpowiedzialnego za nadzór nad prawidłowością przeprowadzenia pomiarów oraz interpretację ich wyników,
- parametry projektowe instalacji oraz mierniki funkcjonalności, które należy zapewnić, aby móc uznać instalację za wykonaną prawidłowo oraz gotową do spełniania przynależnych jej funkcji (umowa o wynik),
- określenie procedur odbiorowych.

Dodatkowo, dla pomieszczeń o podwyższonych wymaganiach higienicznych zaleca się załączenie do umowy o roboty budowlane następujących wymagań:

- wykonanie przewodów wentylacyjnych z zachowaniem określonej w projekcie klasy szczelności,
- wykonanie komisijnego testu szczelności instalacji wentylacyjnej. Umowa powinna dodatkowo określać powierzchnię przewodów przewidzianą do prób szczelności instalacji,
- wykonanie instalacji z zachowaniem odpowiedniej czystości i/lub wykonanie dodatkowego czyszczenia instalacji wentylacyjnej po montażu,
- wykonanie komisijnego przeglądu całej struktury budowlanej pomieszczeń klasy S1 (przed przystąpieniem do robót wykończeniowych) pod kątem ich szczelności oraz ewentualne doszczelnienie przy użyciu środków dopuszczonych do zastosowania w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych,
- montaż filtrów wysokoskutecznych w nawiewnikach z zachowaniem szczelności ich osadzenia (zamocowania),
- wykonanie komisyjnych pomiarów szczelności zamocowania oraz integralności filtrów wysokoskutecznych,
- montaż elementów aparatury medycznej przy zachowaniu szczególnych wymagań szczelności w obrębie ich przejścia przez strop laminarny,

- zapewnienie nieprzerwanej pracy instalacji przez 72 godziny przed przystąpieniem do procedur odbiorowych,
- sporządzenie instrukcji eksploatacji instalacji wentylacji, klimatyzacji i chłodniczej,
- wykonanie odbioru technicznego instalacji zawierającego testy i pomiary zgodnie z zawartymi w **Rozdziale 8.3** oraz tabelą w **Załączniku A**.

UWAGA: Ze względu na bezpieczeństwo pracy instalacji obsługujących pomieszczenia klasy S1 w umowie o roboty budowlane powinny się znaleźć jednoznaczne zapisy o nieograniczonym przekazaniu inwestorowi praw autorskich (wraz z prawem do wykonywania zależnego prawa autorskiego oraz prawem do udzielania zezwoleń na wykonywanie zależnego prawa autorskiego) do kodów źródłowych dla systemów automatyki nadzorujących systemy klimatyzacji i wentylacji bloków operacyjnych. Przekazanie oprogramowania oraz praw autorskich (w tym praw zależnych) nie powinno wpływać na utrzymanie gwarancji, a ograniczenie lub utrata zobowiązań gwarancyjnych może nastąpić jedynie w przypadku jego nieuprawnionego użycia wykraczającego ponad standardowe użytkowanie (np. modyfikacja kodów źródłowych bez zgody ich autorów w okresie trwania gwarancji). Wykonawca powinien dodatkowo przekazać inwestorowi w pełni funkcjonalne wersje kodów źródłowych, a w przypadku możliwości ich bezpośredniego pobrania ze sterowników, przekazać niezbędne hasła dostępu pozwalające na ich pobranie oraz modyfikację. Kody źródłowe powinny być przekazane Inwestorowi w momencie odbioru robót budowlanych.

8. Odbiór instalacji

Prace odbiorowe powinny być wykonane zgodnie z procedurami podanymi w PN-EN 12599 [17]. W czasie odbioru robót należy wykonać:

- sprawdzenie kompletności wykonanych prac,
- kontrolę działania instalacji,
- pomiary kontrolne.

UWAGA: Z racji wymagań i odpowiedzialności w komisji odbiorowej w trakcie realizacji pomiarów odbiorczych, szczególnie w przypadku pomieszczeń klasy S1, powinien uczestniczyć inwestor i/lub użytkownik, projektant, wykonawca, inspektorzy nadzoru budowlanego wymaganych branż, inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) jako jej pełnoprawny członek oraz zalecany jest rzeczoznawca ds. higienicznych lub rzeczoznawca budowlany z zakresu wentylacji i klimatyzacji.

8.1. Sprawdzenie kompletności wykonanych prac

Celem sprawdzenia kompletności wykonanych prac jest wykazanie, że wszystkie roboty związane z montażem instalacji wykonano prawidłowo, zgodnie z projektem oraz obowiązującymi przepisami.

Sprawdzenie kompletności instalacji należy przeprowadzić na podstawie zestawienia zainstalowanych urządzeń i ich specyfikacji technicznej.

W ramach tego etapu prac odbiorowych należy przeprowadzić:

- sprawdzenie zgodności wykonania instalacji z dokumentacją wykonawczą i przekazaną dokumentacją powykonawczą,
- sprawdzenie zgodności dokumentacji systemu automatyki z założeniami przyjętymi dla ww. systemu,
- porównanie sposobu wykonania wszystkich elementów instalacji z zasadami sztuki inżynierskiej,
- sprawdzenie, czy zapewniono wymagany dostęp do elementów instalacji dla celów eksploatacji i konserwacji,
- sprawdzenie lokalizacji otworów rewizyjnych zgodnie z projektem i wymaganiami normy PN-EN 12097 [16],
- sprawdzenie czystości instalacji zgodnie z PN-EN 15780 [27],
- sprawdzenie kompletności dokumentacji powykonawczej (zmiany w stosunku do dokumentacji wykonawczej, atesty higieniczne, certyfikaty filtrów wysokoskutecznych),
- sprawdzenie kompletności przekazanych instrukcji eksploatacji systemu,
- sprawdzenie oznakowania wszystkich elementów systemu oraz oznakowania kierunku przepływu powietrza oraz mediów przez instalacje.

8.2. Kontrola działania

Kontrolę działania należy rozpocząć od kontroli pojedynczych urządzeń i części składowych instalacji, poprzez poszczególne układy aż do kompletnych instalacji i systemów.

Bezwzględnie należy wykonać symulację stanów awaryjnych dla układu obsługującego pomieszczenia klasy S1 pod kątem zachowania w sytuacjach zagrożenia (np. utraty zasilania, awarii komponentów centrali, awarii instalacji pomocniczych), pod kątem niedopuszczenia do powstania w nich podciśnienia powietrza i odwrócenia kierunku przepływu powietrza.

Konieczna jest kontrola działania systemów redundantnych pod kątem ich automatycznego załączania w przypadku awarii urządzeń podstawowych.

Dla potwierdzenia możliwości spełnienia przyjętych mierników funkcjonalności należy przeprowadzić 48-godzinny test letni przy zewnętrznych warunkach temperatury i wilgotności zbliżonych do maksymalnych wartości przyjętych w projekcie.

8.3. Pomiary odbiorowe

Celem pomiarów kontrolnych jest uzyskanie pewności, że instalacja osiąga parametry projektowe oraz jest w stanie zapewnić w trakcie eksploatacji spełnienie założonych przez projektanta i inwestora mierników funkcjonalności.

Pomiary odbiorowe powinny być przeprowadzone komisyjnie. W skład komisji powinni wchodzić: inwestor i/lub użytkownik, wykonawca, projektant (w ramach nadzoru autorskiego), inspektor nadzoru sanitarnego (higienista), inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej. W szczególnych przypadkach zaleca się, aby dodatkowym członkiem komisji był rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu instalacji wentylacji i klimatyzacji.

8.3.1. Pomiary dla wszystkich pomieszczeń

Zalecane pomiary podczas odbioru instalacji klimatyzacyjnej (dla wszystkich klas pomieszczeń):

- pomiar szczelności przewodów wentylacyjnych (wykonany przed montażem elementów końcowych instalacji),
- pomiar parametrów powietrza wewnętrznego: temperatury i wilgotności względnej zgodnie z normą PN-EN-12599 [17] (pomiary należy wykonać we wszystkich pomieszczeniach bloku operacyjnego),
- pomiar strumienia objętości powietrza nawiewanego, wywiewanego i recyrkulacyjnego we wszystkich pomieszczeniach zgodnie z normą PN-EN 12599 [17],
- pomiar poziomu dźwięku A zgodnie z normą PN-EN 12599 [17],
- pomiar kaskady ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniami (w przypadku pomieszczeń, dla których wymagane jest nadciśnienie lub podciśnienie powietrza).

Przed przystąpieniem do użytkowania pomieszczeń klasy S2, S3, S4 należy zapewnić ciągłą pracę systemu wentylacji przez co najmniej 72 godziny.

8.3.2. Dodatkowe pomiary dla pomieszczeń klasy S1

Dla pomieszczeń klasy S1 oraz pozostałych pomieszczeń czystych należy wykonać dodatkowo pomiary specjalne:

- test czystości pyłowej powietrza (walidacja pomieszczenia zgodnie z PN-EN ISO 14644-3 [35]),
- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego zgodnie z PN-EN ISO 14644-3[35]),
- pomiar spadku ciśnienia na filtrach wysokoskutecznych,
- pomiar prędkości opadania strugi pod stropem laminarnym (ilość punktów pomiarowych należy przyjąć w zależności od powierzchni stropu laminarnego – możliwie równomiernie, przyjmując 1 punkt pomiarowy na każdy 1 m² powierzchni stropu),
- wizualizację przepływu powietrza nawiewanego w obrębie obszaru ściśle chronionego (dla pomieszczeń klasy S1a i S1b) i chronionego (dla pomieszczeń klasy S1c),
- test regeneracji zgodnie z PN-EN ISO 14644-3 [35] w celu oceny efektywności działania wentylacji w obszarze ściśle chronionym (dla pomieszczeń S1a, S1b) oraz w obszarze chronionym (dla pomieszczeń S1c),
- pomiar poziomu dźwięku A spowodowanego pracą systemu wentylacji i klimatyzacji przy pełnym wyposażeniu sali operacyjnej (należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 12599 [17]).

Przed przystąpieniem do wykonywania powyższych pomiarów należy zapewnić nieprzerwaną pracę instalacji przez 72 godziny.

8.3.3. Dodatkowe pomiary dla instalacji wyposażonych w filtry wysokoskuteczne

Dla wszystkich instalacji wyposażonych w filtry wysokoskuteczne należy wykonać dodatkowo, zgodnie z procedurami opisanymi w PN-EN ISO 14644-3 [33]:

- badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutecznych (ocena jednorodności materiału filtracyjnego).

8.4. Protokoły odbiorowe

Do protokołu odbioru końcowego robót należy załączyć następujące protokoły pomiarowe:

- protokół z pomiarów badania szczelności przewodów wentylacyjnych,
- protokół z badania czystości instalacji,

- protokoły z pomiarów określonych w punkcie 8.3.1,
- protokoły z pomiarów określonych w punkcie 8.3.2 (dla pomieszczeń klasy S1),
- protokoły z pomiarów określonych w punkcie 8.3.3 (dla instalacji wyposażonych w filtry wysokoskuteczne),
- protokoły potwierdzające zapewnienie mierników funkcjonalności na założonym poziomie,
- protokół z wykonania 48-godzinnego testu letniego (w przypadku zakończenia prac budowlanych w porze roku uniemożliwiającej przeprowadzenie ww. testu jego wykonanie powinno zostać przełożone na najbliższy możliwy termin),
- protokoły badań szczelności instalacji chłodniczych i pomp ciepła.

9. Zalecenia dotyczące eksploatacji instalacji

Prawidłowe zaprojektowanie, wykonanie oraz odbiór instalacji wentylacji i klimatyzacji dla pomieszczeń o podwyższonych wymaganiach higienicznych nie stanowią gwarancji uchronienia się przed zagrożeniami płynącymi z ich nieprawidłowej eksploatacji.

Zadaniem zespołu technicznego odpowiedzialnego za serwis systemu wentylacji i klimatyzacji jest:

- utrzymanie mierników funkcjonalności systemu wentylacji i klimatyzacji na określonym poziomie (zdefiniowanym przez projektanta i/lub inwestora, zawartym w umowie serwisowej),
- zapewnienie prawidłowej eksploatacji systemu przez zespół posiadający kompetencje opisane w **Rozdziale 9.1**,
- zapewnienie możliwie najbardziej ekonomicznej eksploatacji przy równoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa funkcjonowania (optymalizacja kosztów eksploatacji),
- utrzymanie urządzeń i instalacji w należytym stanie technicznym,
- zapewnienie skutecznego i możliwie jak najszybszego usunięcia awarii w przypadku ich wystąpienia,
- wykonywanie odpowiednich pomiarów i testów określonych w harmonogramie w odstępach czasu.

UWAGA: W przypadku urządzeń objętych gwarancją, w celu utrzymania świadczeń gwaranta (w okresie gwarancyjnym) konieczne jest podpisanie umowy serwisowej z serwisem fabrycznym producenta lub jednostką upoważnioną do świadczenia autoryzowanej usługi serwisowej lub dysponującą pracownikami odpowiednio przeszkolonymi zgodnie z wymaganiami producenta, zdolnymi do świadczenia autoryzowanej usługi serwisowej.

Szczególne uwagę należy zwrócić na instalacje obsługujące pomieszczenia klasy S1, ponieważ każda ich awaria niesie za sobą zagrożenie dla ludzkiego zdrowia, a nawet życia. Należy dołożyć wszelkich starań, aby wszystkie systemy pracowały z możliwie największą niezawodnością.

Protokoły z uruchomień, przeglądów okresowych, pomiarów okresowych oraz napraw awaryjnych powinny być przechowywane przez cały okres użytkowania instalacji.

9.1. Kompetencje zespołu technicznego świadczącego usługi serwisowe

Dla zapewnienia funkcjonalności na wymaganym poziomie konieczne jest dobranie odpowiedniego własnego personelu technicznego lub zlecenie usług zewnętrznej jednostce pełniącej funkcje serwisowe, posiadającej odpowiedni potencjał zarówno ludzki, jak i techniczny. Do wymaganych kompetencji personelu można zaliczyć:

- doświadczenie w obsłudze i serwisowaniu urządzeń wentylacji i klimatyzacji w zakresie pomieszczeń czystych lub pomieszczeń o podwyższonych wymaganiach higienicznych,
- świadectwa kwalifikacyjne z zakresu dozoru i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych,
- świadectwa kwalifikacyjne uprawniające do obsługi, naprawy oraz demontażu urządzeń i instalacji zawierających substancje kontrolowane, wydane przez właściwe organy, na podstawie przepisów zawartych w Dz.U.2014.436 [7],
- certyfikaty kompetencji w dziedzinie chłodnictwa, pomp ciepła i klimatyzacji, w zakresie konserwacji, obsługi, montażu, rozruchu, naprawy urządzeń i instalacji chłodniczych oraz klimatyzacyjnych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13313 [21],
- uprawnienia budowlane do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych, zgodnie z Dz.U.2001 nr 71 poz. 741 2001.07.18 [10],
- uprawnienia budowlane do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, zgodnie z Dz.U.2001 nr 71 poz. 741 2001.07.18 [10],
- uprawnienia rzeczoznawcy budowlanego zgodnie z Dz.U.2001 nr 71 poz. 741 2001.07.18 [10],
- certyfikaty potwierdzające możliwość wykonywania autoryzowanej usługi serwisowej urządzeń danego producenta.

Kryteria potwierdzające potencjał zespołu (firmy) świadczącego usługi serwisowe:

- doświadczenie (referencje potwierdzające świadczenie usług dla jednostek służby zdrowia, w zakresie pomieszczeń czystych lub pomieszczeń o podwyższonych wymaganiach higienicznych, z uwzględnieniem wielkości obsługiwanych instalacji, wydatku, mocy czynników zasilających, uwzględniające świadczenie usług serwisowych (oraz okres ich świadczenia) dla podobnych instalacji co do ich wielkości, niezawodności, klasy czystości, np. S1a itp.,
- potencjał ludzki (ilość pracowników oraz ich kwalifikacje),
- zaświadczenie podmiotu uprawnionego do kontroli jakości w zakresie utrzymania w ruchu oraz serwisie systemów wentylacji i klimatyzacji (np. certyfikat ISO 9001),
- certyfikaty autoryzacji producentów zastosowanych urządzeń lub ich autoryzowanych przedstawicieli na terenie kraju,
- zaplecze techniczne (magazyn części, przyrządy pomiarowe, narzędzia, specjalistyczne oprogramowanie, flota).

9.2. Kompleksowa obsługa techniczna

Na kompleksową obsługę techniczną składają się poniższe działania:

- obsługa bieżąca,
- konserwacja,
- naprawy.

9.2.1. Obsługa bieżąca

W celu zapewnienia prawidłowego działania systemu wentylacji i klimatyzacji należy zapewnić regularną obsługę bieżącą. Składają się na nią:

- cykliczna kontrola trybu i prawidłowości pracy systemu według aktualnych potrzeb, poprzez bieżącą analizę danych z zainstalowanych systemów monitorujących (BMS, sterowniki itp.) oraz weryfikację ich wskazań ze stanem faktycznym, a w przypadku wystąpienia awarii natychmiastowe przystąpienie do jej usuwania,
- regularne obchody kontrolne urządzeń (np. codzienna kontrola pracy agregatu chłodniczego w okresie letnim, regularna kontrola pracy nawilżaczy parowych w okresie zimowym), instalacji i systemów,
- regularne obchody kontrolne obsługiwanych pomieszczeń,
- opracowanie i aktualizacja harmonogramów bieżących czynności eksploatacyjnych,
- opracowanie i aktualizacja harmonogramów przeglądów okresowych wykonywanych przez służby serwisowe obecne w obsługiwanym obiekcie i/lub zewnętrzne specjalistyczne służby serwisowe,
- opracowanie procedur na wypadek awarii lub przerwania ciągłości pracy urządzeń i instalacji, ze szczegółowym wskazaniem na obowiązki personelu technicznego dotyczące podejmowania prac naprawczych, decydowania o utrzymaniu lub zatrzymaniu pracy systemu, powiadamiania dedykowanych zewnętrznych specjalistycznych służb serwisowych i wyznaczonych przedstawicieli użytkownika,
- opracowanie i bieżąca aktualizacja procedur eksploatacyjnych obejmujących:
 - codzienne czynności eksploatacyjne,
 - okresowe czynności eksploatacyjne,
 - kompetencje personelu wykonującego codzienne czynności eksploatacyjne,
 - kompetencje personelu wykonującego okresowe czynności eksploatacyjne,
 - wykaz zalecanych nastaw parametrów pracy urządzeń i instalacji,
 - procedury postępowania na wypadek awarii,
 - procedury okresowych prób i kontroli,
 - wykaz części zamiennych i eksploatacyjnych,
- wykonywanie drobnych napraw bieżących niewymagających interwencji specjalistycznych służb serwisowych, dostawa i wymiana materiałów eksploatacyjnych do

- urządzeń i instalacji (np. filtrów w centralach, cylindrów nawilżaczy, pasów klinowych, smarów), bieżące czyszczenie urządzeń i instalacji,
- prowadzenie dokumentacji z regularnych obchodów kontrolnych,
 - prowadzenie dokumentacji z przeglądów okresowych,
 - nadzór nad przeglądami wykonywanymi przez zewnętrzne specjalistyczne służby serwisowe,
 - pomiary okresowe parametrów powietrza wewnętrznego (zaleca się korzystanie z Tabeli A.1 w Załączniku A niniejszego dokumentu),
 - kontrola stanu i czystości instalacji wentylacyjnej (zaleca się korzystanie z wytycznych zamieszczonych w Rozdziale 6.9.3 niniejszego dokumentu oraz Załącznika A).

Personel techniczny obecny w obiekcie powinien zostać przeszkolony z zakresu obsługi bieżącej obsługiwanych urządzeń i instalacji.

Personel medyczny powinien zostać przeszkolony z zakresu parametrów funkcjonalnych systemu oraz ich interpretacji, jak również przekroczeń mierników funkcjonalności mogących stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia pacjentów oraz w zakresie postępowania w sytuacjach awaryjnych.

9.2.2. Konserwacja

Konserwacja obejmuje wszelkie planowane, regularne działania serwisowe, mające na celu utrzymywanie pracy urządzeń i instalacji na poziomie funkcjonalnym oraz minimalizację ryzyka wystąpienia awarii. Niezbędnym elementem utrzymania ruchu są regularne przeglądy serwisowe systemu wentylacji i klimatyzacji obiektu.

Przeгляд okresowy powinien zapewnić wykonanie planowanych czynności serwisowych (wykonywanych odpowiednio przez wewnętrzne i/lub specjalistyczne służby serwisowe), zgodnie z harmonogramem przeglądów okresowych w zakresie wynikającym z dokumentacji techniczno-ruchowej, procedur eksploatacyjnych, instrukcji obsługi producentów, wiedzy inżynierskiej oraz obowiązujących przepisów. Rodzaje przeglądów okresowych:

- przeglądy okresowe urządzeń wymagane koniecznością utrzymania ich we właściwym stanie technicznym,
- przeglądy okresowe urządzeń wymagane z konieczności utrzymania gwarancji producenta,
- przeglądy urządzeń i instalacji 2 razy w roku (wiosna, jesień) wymagane przez prawo budowlane (Dz.U.2004.121.1263 [8]) w celu przygotowania instalacji do sezonu zimowego oraz letniego,
- przeglądy okresowe urządzeń wymagane przez inne rozporządzenia i ustawy (np. wymagania ppoż. Dz.U.2010.109.719 [11], ustawa o dozorcze technicznym Dz.U. 2015 nr 0 poz. 1125 [12]).

Częstotliwość wykonywania przeglądów okresowych powinna być zawarta w szczegółowym harmonogramie przeglądów okresowych, załączonym do umowy o obsługę

techniczną obiektu. Jest ona wynikiem uzgodnień pomiędzy jednostką pełniącą działalność leczniczą, a obsługą serwisową w oparciu o dokumentację techniczno-ruchową, procedury eksploatacyjne, instrukcje obsługi, wiedzę inżynierską oraz obowiązujące przepisy.

Zalecaną i minimalną częstotliwość wykonywania przeglądów okresowych urządzeń, konieczną do utrzymania ich we właściwym stanie technicznym, dla systemów obsługujących pomieszczenia klasy S1 zamieszczono w Tabeli 12.

Tabela 12. Zalecana częstotliwość wykonywania przeglądów okresowych urządzeń systemu wentylacji i klimatyzacji

Urządzenie	Częstotliwość wykonywania przeglądów okresowych w roku	
	zalecana	minimalna
centrale/szafy klimatyzacyjne obsługujące obszary ogólne	4	2
centrale/szafy klimatyzacyjne obsługujące obszary zabiegowe oraz pomieszczenia klasy S1	12	4
agregaty wody lodowej	4	2
agregaty z bezpośrednim odparowaniem	4	2
nawilżacze parowe*	6	2
układy automatyki bloków operacyjnych	6	2
układ automatyki central	12	4
regulatory wydatku	4	2
szafy/układy recyrkulacyjne	12	4
szafy/układy recyrkulacyjne z chłodzeniem	12	6
belki chłodnicze	4	2
klimatyzatory oraz klimakonwektory pracujące poniżej punktu rosy	6	4
układy redundantne wraz z kontrolą automatycznego przełączania	3	6
*w okresie zapotrzebowania na pracę nawilżacza.		

Zalecaną minimalną częstotliwość pomiarów okresowych instalacji obsługujących pomieszczenia klasy S1 zamieszczono w Załączniku A.

9.2.3. Naprawy

Aby zapewnić bezpiecznie funkcjonowanie systemów wentylacji i klimatyzacji (mierniki funkcjonalności zgodnie z SLA) w obiektach służby zdrowia należy zapewnić wykonywanie napraw przez specjalistyczne służby serwisowe z zachowaniem zdefiniowanego

w umowie serwisowej czasu reakcji oraz czasu naprawy. Aby możliwe było dotrzymanie czasu naprawy, niezbędne jest zapewnienie dostawy materiałów eksploatacyjnych w określonym czasie i/lub zapewnienie magazynu części zamiennych.

Konieczne jest zapewnienie jednostce serwisowej swobodnego dostępu do urządzeń i instalacji (klucze, przepustki, karty dostępu itp.) w celu możliwie najszybszego usunięcia awarii. Dla zapewnienia sprawnego procesu usuwania awarii istotne jest przechowywanie w dostępnym miejscu dokumentacji dotyczącej obsługiwanych urządzeń i instalacji (dokumentacja powykonawcza, dokumentacja techniczno-ruchowa, instrukcje, schematy automatyki itp.).

9.3. Umowa serwisowa

Umowa serwisowa powinna precyzować wszystkie istotne kwestie dotyczące utrzymania urządzeń i instalacji w ruchu na poziomie funkcjonalności oraz zapewniać świadczenie usług przez firmy serwisowe z zachowaniem ustalonego poziomu jakości świadczonych usług w celu zapewnienia w szpitalu mierników funkcjonalności określonych przez projektanta i inwestora. Niezbędne jest uwzględnienie w umowie serwisowej kompetencji personelu przewidzianych do wykonywania prac serwisowych oraz zapisów odnośnie kar za niedotrzymanie jej warunków wynikających z niewywiązania się z zapewnienia warunków SLA.

W umowie konieczne jest zawarcie następujących ustaleń:

- w zakresie obsługi bieżącej:
 - określenie strony, która przejmie odpowiedzialność za zapewnienie mierników funkcjonalności na określonym przez projektanta oraz inwestora poziomie (SLA). Istotną kwestią jest określenie konsekwencji niedotrzymania mierników funkcjonalności na wymaganym poziomie (w szczególności dotyczy to czystości powietrza w pomieszczeniach klasy S1), w tym odpowiedzialności prawnej oraz finansowej, w sytuacji gdy przyczyni się ona do wystąpienia zakażeń szpitalnych, związanych z niedostateczną czystością powietrza w sali operacyjnej,
 - określenie warunków dostaw materiałów eksploatacyjnych,
 - określenie trybu przygotowania, terminów i formy procedur awaryjnych, ich opracowania oraz bieżącej aktualizacji,
 - określenie trybu przygotowania, terminów i formy harmonogramów obchodów kontrolnych, ich opracowania i bieżącej aktualizacji,
 - określenie trybu prowadzenia i formy dokumentacji eksploatacyjnej (protokoły z obchodów kontrolnych),
 - wytypowanie przedstawiciela użytkownika, informowanego o wszystkich awariach oraz przekroczeniach mierników funkcjonalności,

- w zakresie konserwacji:
 - określenie trybu przygotowania, terminów i formy harmonogramu przeglądów okresowych dla wewnętrznych służb serwisowych i/lub specjalistycznych służb serwisowych, ich opracowania i bieżącej aktualizacji,
 - określenie szczegółowego zakresu przeglądów okresowych, w oparciu o dokumentację techniczno-ruchową, procedury eksploatacyjne, instrukcje obsługi producentów, wiedzę inżynierską oraz obowiązujące przepisy,
 - określenie trybu przygotowania i formy dokumentacji przeglądów okresowych (protokoły pomiarowe itp.),
- w zakresie napraw:
 - określenie czasu reakcji i czasu naprawy w zależności od wpływu uszkodzonego elementu na utrzymanie mierników funkcjonalności,
 - określenie warunków dostaw części zamiennych,
 - określenie formy zgłoszenia awarii.

10. Powołania normatywne

Powołania normatywne przywołane w niniejszych wytycznych odnoszą się do rozporządzeń, ustaw oraz norm wydanych do dnia ukazania się niniejszych wytycznych. W miarę ich nowelizacji zaleca się korzystanie z ostatniej aktualizacji.

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie ich warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2002.75.690 z późniejszymi nowelizacjami
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą, Dz.U.2012.739
- [3] Rozporządzenie 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.2004.202.2072
- [4] Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, Dz.U.2003 nr 169 poz. 1650
- [5] Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi, Dz.U.2008.234.1570 z późniejszymi nowelizacjami
- [6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 lipca 2010 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi, Dz.U.2010.139.940
- [7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, Dz.U.2014.817
- [8] Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową, Dz.U.2004.121.1263
- [9] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo budowlane, Dz.U. 2013 nr 0 poz. 1409
- [10] Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 18 czerwca 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie telekomunikacyjnym. Dz.U.2001 nr 71 poz. 741 2001.07.18
<http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19951200581>
- [11] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów, Dz.U.2010.109.719

- [12] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 20 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o dozorcze technicznym, Dz.U.2015 nr 0 poz. 1125
- [13] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 marca 2006 r. w sprawie standardów jakości dla medycznych laboratoriów diagnostycznych i mikrobiologicznych
- [14] Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 12 kwietnia 2013 r., w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu leczenia szpitalnego
- [15] DIN 1946-4:2008:12, Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Raumen des Gesundheitswesens
- [16] PN-EN 12237:2005P, Wentylacja budynków – Sieć przewodów – Wytrzymałość i szczelność przewodów z blachy o przekroju kołowym
- [17] PN-EN 12097:2007P, Wentylacja budynków – Sieć przewodów – Wymagania dotyczące elementów sieci przewodów ułatwiających konserwację systemów przewodów
- [18] PN-EN 12599:2013-04P, Wentylacja budynków – Procedury badań i metody pomiarowe stosowane podczas odbioru instalacji wentylacji i klimatyzacji
- [19] PN-EN 12792: 2006P, Wentylacja budynków – Symbole, terminologia i oznaczenia na rysunkach
- [20] PN-EN 13053:2011E, Wentylacja budynków – Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne – Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji
- [21] PN-EN 13313:2011P, Instalacje ziębnicze i pompy ciepła – Kompetencje personelu
- [22] PN-EN 13779:2008P, Wentylacja budynków niemieszkalnych – Wymagania dotyczące właściwości instalacji wentylacji i klimatyzacji
- [23] PN-EN 1505:2001P, Wentylacja budynków – Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym – Wymiary
- [24] PN-EN 1506:2007E, Wentylacja budynków – Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju kołowym – Wymiary
- [25] PN-EN 1507:2007P, Wentylacja budynków – Przewody wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym – Wymagania dotyczące wytrzymałości i szczelności
- [26] PN-EN 15251:2012P, Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko cieplne, oświetlenie i akustykę
- [27] PN-EN 15780:2011E, Wentylacja budynków – Sieć przewodów – Czystość systemów wentylacji
- [28] PN-EN 1751:2014E, Wentylacja budynków – Urządzenia wentylacyjne końcowe – Badania aerodynamiczne przepustnic regulacyjnych i zamykających

- [29] PN-EN 1822-1:2009E, Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 1: Klasyfikacja, badanie parametrów, znakowanie
- [30] PN-EN 1886:2008E, Wentylacja budynków – Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne – Właściwości mechaniczne
- [31] PN-EN 7730:2006P, Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego
- [32] PN-EN 779:2012E, Przeciwpyłowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej – Określanie parametrów filtracyjnych
- [33] PN-EN ISO 14644-1:2005P, Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane – Część 1: Klasyfikacja czystości powietrza
- [34] PN-EN ISO 14644-2:2005P, Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane – Część 2: Wymagania techniczne dotyczące badania i monitorowania w celu wykazania ciągłej zgodności z normą ISO 14644-1
- [35] PN-EN ISO 14644-3:2006E, Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane – Część 3: Metody badań
- [36] PN-EN ISO 14644-4:2006P, Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane – Część 4: Projekt, konstrukcja i uruchomienie
- [37] PN-B 02151-02:1987, Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach – Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach

11. Literatura

- [38] Adamiak W., Grabas K., Kołwzan B., Pawełczyk A., Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005
- [39] Bennett A.M., Dobson C., Fraser I., Hoffman P.N., Humphreys H., Ridgway G.L., Stacey A., Williams J., Microbiological commissioning and monitoring of operating theatre suites, *Journal of Hospital Infection*, London, UK 2002
- [40] Fitzner K., Müller B., Küchen V., Lußky J., Airless, Definition of cleanliness: Ducts, Hermann-Rietschel – Institute for Heating and Air-Conditioning of Technical University of Berlin, Berlin, 2000
- [41] Kaiser K., Wolski A., Kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza, *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna* 4/2007
- [42] Pasquarella C., Pitzurra O., Savino A., The index of microbial air contamination, *Journal of Hospital Infection*, London, UK 2000
- [43] Heating and ventilation systems – Health Technical Memorandum 03-01: Specialised ventilation for healthcare premises, Part A: Design and validation

Załącznik A – Zalecana częstotliwość pomiarów odbiorowych i okresowych w pomieszczeniach klasy S1

Tabela A1. Zalecana częstotliwość pomiarów w pomieszczeniach klasy S1

Rodzaj testu	W sytuacjach określonych poniżej						Okresowo podczas standardowej eksploatacji		
	w trakcie montażu	podczas odbioru instalacji/ /przy rozruchu instalacji *	po wymianie filtrów wysokoskutekcyjnych	po upływie 2 lat od wymiany filtrów **	w celu ponownego montażu filtrów wysokoskutekcyjnych ***	po dłuższych przestojach w pracy	raz w roku	raz na pół roku	raz na kwartał
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
test czystości pyłowej powietrza (walidacja pomieszczenia)		X	X	X	X	X	X		
test regeneracji		X			X	X			
badanie szczelności zamocowania i integralności filtrów wysokoskutekcyjnych	X	X	X	X	X	X	X		
pomiary czystości mikrobiologicznej powietrza podczas trwania operacji (w gestii szpitala)		X	X	X		X	do decyzji szpitala		
pomiar parametrów powietrza wewnętrznego i nawiewanego (temperatura i wilgotność względna)		X				X		X	
pomiar prędkości nawiewanego powietrza		X				X		X	
pomiar kaskady ciśnienia powietrza pomiędzy pomieszczeniami		X	X	X	X	X			X
pomiar poziomu dźwięku A		X							
pomiar wydajności elementów nawiewnych i wywiewnych, recyrkulacyjnych		X				X		X	
pomiar spadku ciśnienia na filtrach wysokoskutekcyjnych		X	X	X		X			X

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pomiar szczelności instalacji wentylacyjnej	X	X							
wizualizacja przepływu powietrza nawiewanego w salach operacyjnych		X							
kontrola czystości instalacji wentylacyjnej	X	X					X		
kontrola czystości urządzeń							Zgodnie z Tabelą 9		

*w szczególnych okolicznościach, w przypadku zakończenia robót montażowych później niż przewidziano, dopuszcza się wykonanie pomiarów odbiorczych bez zainstalowanej aparatury medycznej, w celu sprawdzenia poprawności wykonania robót,

**w celu sprawdzenia możliwości ich dalszej pracy,

***ponowny montaż filtrów wysokoskutecznych jest możliwy pod warunkiem zabezpieczenia ich przed zabrudzeniem i uszkodzeniem.

Załącznik B – Zalecane parametry projektowe i przykładowe mierniki funkcjonalności dla pomieszczenia klasy S1

Tabela B1. Zalecane parametry projektowe i przykładowe mierniki funkcjonalności dla pomieszczeń klasy S1

Parametr	Oznaczenie	Wartość projektowa	Miernik funkcjonalności	Stan awarii niekrytycznej	Stan awarii krytycznej
temperatura powietrza wewnętrznego	t_p	21°C	18 ÷ 25°C	$t_p > 25^\circ\text{C}$ $16^\circ\text{C} < t_p < 18^\circ\text{C}$	$t_p > 28^\circ\text{C}$ $t_p < 16^\circ\text{C}$
temperatura powietrza nawiewanego	t_n	20°C	17 ÷ 23°C	$t_n > 23^\circ\text{C}$ $t_n < 17^\circ\text{C}$	$t_n > 25^\circ\text{C}$
wilgotność względna powietrza wewnętrznego	p	45%	30 ÷ 65%	$p < 30\%$ $p > 65\%$	$p < 20\%$ $p > 85\%$
prędkość powietrza nawiewanego pod stropem laminarnym (S1a, S1b)		0,25 m/s	0,20÷0,30 m/s	$n < 0,18$ m/s	$n < 0,12$ m/s
nadciśnienie powietrza w sali operacyjnej względem pomieszczeń sąsiadujących	p	10 Pa	8÷12 Pa	$p < 8$ Pa	$p < 4$ Pa
czystość pyłowa powietrza	–	ISO 5	< 3520 cząstek pyłu*/m ³	> 3520 cząstek pyłu/m ³	> 352 000 cząstek pyłu/m ³
integralność filtrów wysokoskutecznych					uszkodzenie filtra
poziom dźwięku A		48 dB(A)			> 55 dB(A)

*dotyczy cząstek pyłu o wymiarach 0,5 µm.

Załącznik C – Zalecany skład komisji odbiorowych

Etap procesu budowlanego	Wymagani członkowie komisji	Zalecani dodatkowi członkowie komisji
Określenia klasy projektowanych pomieszczeń	<ul style="list-style-type: none"> – inwestor i/lub użytkownik, – rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych, – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) 	Nie dotyczy
Przegląd struktury budowlanej pomieszczenia	<ul style="list-style-type: none"> – inwestor i/lub użytkownik, – wykonawca, – inspektor nadzoru budowlanego, – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) 	Nie dotyczy
Próby szczelności instalacji wentylacyjnej	<ul style="list-style-type: none"> – inwestor i/lub użytkownik, – wykonawca, – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista), – inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej 	<ul style="list-style-type: none"> – rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu wentylacji i klimatyzacji
Ponowny montaż filtrów wysokoskutecznych	<ul style="list-style-type: none"> – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) 	Nie dotyczy
Pomiary mikrobiologiczne zgodnie z Rozdziałem 3.2		
Akceptacja projektu automatyki systemu wentylacji i klimatyzacji	<ul style="list-style-type: none"> – inwestor i/lub użytkownik, – projektant instalacji wentylacji i klimatyzacji, – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista), – inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej 	<ul style="list-style-type: none"> – rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu wentylacji i klimatyzacji
Zapewnienie dostępu do wszystkich istotnych elementów instalacji	<ul style="list-style-type: none"> – wykonawca, – inspektor nadzoru budowlanego, – inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej 	Nie dotyczy
Pomiary odbiorowe zgodnie z Rozdziałem 8.3	<ul style="list-style-type: none"> – inwestor i/lub użytkownik, – projektant (w ramach nadzoru autorskiego), – wykonawca, – inspektor nadzoru budowlanego w branży sanitarnej, – inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) 	<ul style="list-style-type: none"> – rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych i/lub rzeczoznawca budowlany z zakresu wentylacji i klimatyzacji

Załącznik D – Terminy i definicje

Awaria – wystąpienie nieprzewidzianego nagłego zakłócenia (uszkodzenia) w prawidłowo eksploatowanym i konserwowanym urządzeniu, systemie lub instalacji, które powoduje utratę funkcjonalności lub zmniejszenie ich zdolności użytkowej.

Czas naprawy – okres od wystąpienia awarii do przywrócenia całkowitej funkcjonalności instalacji lub urządzenia.

Czas reakcji – okres od wystąpienia awarii do podjęcia przez jednostkę świadczącą usługi serwisowe czynności naprawczych w miejscu wystąpienia awarii.

Czystość powietrza – stan powietrza o zdefiniowanym i kontrolowanym poziomie zanieczyszczeń (PN-EN ISO 14644-3 [33]).

Funkcjonalność – zespół parametrów eksploatacyjnych środowiska technicznego niezbędny do zapewnienia jego prawidłowej i bezawaryjnej pracy.

Harmonogram – harmonogram konserwacji, przeglądów okresowych i specjalistycznych elementów systemu, zgodny z wymaganiami technologii i inwestora, opracowany do wdrożenia przez służby techniczne.

Inspektor nadzoru sanitarnego (higienista) – pracownik szpitala, zespołu kontroli zakażeń szpitalnych, którego zadaniem jest bieżące, systematyczne zbieranie, analiza i interpretacja danych zdrowotnych niezbędnych do planowania, wdrażania i oceny działań z dziedziny zdrowia publicznego, w celu opracowania planów długoterminowych, zabezpieczających zdrowie społeczności lub inny pracownik szpitala oddelegowany do wykonywania powyższych zadań.

Intensywność turbulencji – stosunek odchylenia standardowego prędkości powietrza do średniej prędkości powietrza (PN-EN 12792 [19]), jest miarą zmian prędkości powietrza względem jej wartości średniej (względne odchylenie standardowe), wartość wyrażana w %. Dla potrzeb niniejszych wytycznych przyjęto, że dla przepływu laminarnego powietrza wynosi <5%, dla przepływu niskoturbulentnego 5-20%, dla przepływu turbulentnego >20% (DIN 1946-4 [9]).

Izolotka – pomieszczenie, w którym izoluje się pacjenta o obniżonej odporności immunologicznej i podwyższonej wrażliwości na infekcje, narażonego na zakażenie.

JTK – jednostki tworzące kolonie (ang. CFU – *colony forming unit*), termin równoważny z wcześniej stosowanym określeniem: liczebność komórek (kolonii) mikroorganizmów. Kolonią nazywa się skupisko drobnoustrojów, widoczne gołym okiem, wyrosłe na powierzchni lub w głębi podłoża stałego powstałe z jednostki tworzącej kolonie (ozn. JTK). Liczba kolonii jest w warunkach idealnych równa liczbie mikroorganizmów w próbce, co przez interpolację pozwala na określenie ich liczby w materiale badanym przy zastosowaniu metody posiewu na/w pożywce.

Klasyfikacja czystości biologicznej powietrza w pomieszczeniach – poziom czystości powietrza ze względu na liczbę drobnoustrojów zawieszonych w powietrzu, dotyczący pomieszczeń czystych lub stref czystych, wyrażany przez ilość jednostek tworzących kolonie (JTK).

Klasyfikacja czystości pyłowej powietrza w pomieszczeniach – poziom czystości powietrza ze względu na liczbę cząstek stałych zawieszonych w powietrzu, dotyczący pomieszczeń czystych lub stref czystych, określane jako klasa N ISO; definiowany poprzez podanie maksymalnego dopuszczalnego stężenia pyłów o rozważanych wymiarach (wyrażone w szt./1 m³ powietrza) (PN-EN ISO 14644-1 [33]).

Komfort cieplny – stan umysłu, który wyraża zadowolenie z panującego środowiska cieplnego (PN-EN 7730 [31]), w którym człowiek nie odczuwa chłodu ani ciepła, gwarantujący personelowi medycznemu prawidłowe warunki pracy.

Kompleksowa obsługa techniczna – świadczenie pełnego zakresu usług na obiekcie (obsługi bieżącej, konserwacji i napraw) z zachowaniem wymagań SLA utrzymania ruchu na obiekcie 365 dni w roku przez 24 godziny na dobę mające na celu utrzymanie pracy systemu w odpowiedniej funkcjonalności.

Konserwacja – cykliczne realizowanie kompleksowych czynności diagnostycznych oraz działań technicznych, wykonywane przez serwisanta zgodnie z harmonogramem na obiekcie, zaleceniami producentów zapisanymi w DTR, zaleceniami projektanta, zapisami instrukcji obsługi użytkownika, mających na celu zachowanie wymaganego stanu technicznego, sprawności i niezawodności technicznej infrastruktury oraz obniżenie intensywności ponadnormatywnego zużycia.

Kontrola – okresowy nadzór pracy i ocena stanu technicznego systemu, bez znaczącego udziału materiałów i robocizny, wraz z ewentualnymi regulacjami i korektą nastaw parametrów pracy i pomiarami realizowanymi na obiekcie.

Mierniki funkcjonalności – precyzyjnie określone, dopuszczalne i niedopuszczalne, poziomy poszczególnych parametrów środowiska technicznego. Przykładowe parametry eksploatacyjne to: temperatura, wilgotność względna, prędkość przepływu medium roboczego, poziom ciśnienia akustycznego, czystość, nadciśnienia itp.

Nadciśnienie/podciśnienie powietrza – wartość ciśnienia dodatnia lub ujemna, utrzymywana pomiędzy dwoma przylegającymi pomieszczeniami, zdefiniowana, jako wynik bilansowy pomiędzy ilością nawiewanego i wywiewanego powietrza; mierzone bezpośrednio w (Pa) lub pośrednio z bilansu objętości strumienia powietrza nawiewanego i wywiewanego w %.

Obszar ściśle chroniony – przestrzeń operacyjna, strefa centralna w sali operacyjnej, znajdująca się pod stropem laminarnym, obejmująca zasięgiem stanowisko operacyjne lub zabiegowe, miejsca pracy zespołu operacyjnego w jałowej odzieży medycznej, stół

narzędziowy na sterylne narzędzia oraz obszar przeznaczony na pokrycia sterylne (prześcieradła i chusty chirurgiczne).

Obszar chroniony – obszar w sali operacyjnej poza obszarem ściśle chronionym, w którym konieczne jest utrzymanie nadciśnienia i kontrola emisji zanieczyszczeń, przy zachowaniu warunków komfortu cieplnego personelu.

Obsługa bieżąca – zestaw czynności obejmujący: utrzymywanie stałego dyżuru serwisowego na obiekcie, utrzymywanie stałej gotowości do wykonania interwencji serwisowej, monitorowanie stanu infrastruktury technicznej, bieżące usuwanie usterek, dokonywanie drobnych napraw awaryjnych, wymianę materiałów eksploatacyjnych, kontrolę, konserwację, aktualizację procedur postępowania w sytuacjach awaryjnych.

Przeglądy okresowe – czynności prowadzone profilaktycznie przez służby serwisowe, według zasad określonych przez: producenta urządzeń i projektanta, w celu utrzymania wymaganej zdolności użytkowej i eksploatacyjnej, wraz z wymianą materiałów eksploatacyjnych.

Pomieszczenie czyste – szczelne pod względem budowlano-instalacyjnym i kontrolowane pod względem potencjalnych źródeł zanieczyszczeń pomieszczenie, w którym stężenie cząstek pyłów w powietrzu jest kontrolowane; które zostało skonstruowane i jest użytkowane w sposób minimalizujący wprowadzenie, generowanie i osadzanie cząstek pyłów i w którym inne istotne parametry powietrza takie jak, np. temperatura, wilgotność i ciśnienie są regulowane zgodnie z wymaganiami (PN-EN ISO 14644-3 [33]).

Przepływ niskoturbulentny powietrza (tzw. laminarny) – kontrolowany przepływ powietrza, przez cały przekrój obszaru ściśle chronionego, o stałej prędkości i w przybliżeniu równoległych liniach prądu.

Przepływ turbulentny powietrza – przepływ powietrza w pomieszczeniu lub obszarze chronionym, w którym nawiewane do strefy czystej powietrze miesza się z powietrzem wewnętrznym na drodze indukcji.

Rzeczoznawca ds. sanitarno-higienicznych – osoba mająca uprawnienia do uzgadniania, w imieniu państwowego inspektora sanitarnego dokumentacji projektowej, pod względem wymagań higienicznych i zdrowotnych. W przypadku uzgadniania projektów instalacji w obiektach służby zdrowia konieczne są uprawnienia bez ograniczeń lub uprawnienia w zakresie budownictwa ogólnego z obiektami służby zdrowia (Dz.U.2008.234.1570 [2]).

SLA (Service Level Agreement) – parametry dotyczące poziomu jakości usług świadczonych przez jednostkę serwisową (czasy reakcji, czasy naprawy, mierniki funkcjonalności) określające wymagany poziom realizacji usługi utrzymania ruchu w ramach świadczenia kompleksowej obsługi technicznej, na poziomie bezpieczeństwa funkcjonowania szpitala.

Specjalistyczne służby serwisowe – osoby bądź jednostki, w skład których wchodzi osoby odpowiednio przeszkolone, potwierdzone certyfikatem bądź innym dokumentem, wydanym przez producentów danych urządzeń bądź ich autoryzowanych przedstawicieli lub dystrybutorów w Polsce, w zakresie świadczenia profesjonalnych usług serwisowych gwarancyjnych i pogwarancyjnych urządzeń i systemów stanowiących elementy instalacji.

Separatka – pomieszczenie, w którym izoluje się zakażonego pacjenta stanowiącego źródło zakażenia w celu uniknięcia rozprzestrzeniania się zakażeń oraz ochrony pacjentów i personelu szpitala przed niebezpieczeństwem z tym związanym.

Stężenie cząstek stałych – liczba cząstek przypadająca na jednostkę objętości badanego powietrza, wyrażana w szt./m³ powietrza lub w cząstkach pyłu/m³ powietrza (PN-EN 12792 [19]).

Strefa czysta – wydzielony obszar, w którym stężenie w powietrzu cząstek stałych (pyłów) i cząstek żywych (drobnoustrojów) zawieszonych w powietrzu (określonych jako JTK) jest kontrolowane; który został skonstruowany i jest użytkowany w sposób minimalizujący wprowadzanie, generowanie i osadzanie cząstek pyłów i w którym inne istotne parametry powietrza takie jak, np. temperatura, wilgotność i ciśnienie są regulowane zgodnie z wymaganiami (PN-EN ISO 14644-1 [33]).

System wentylacji i klimatyzacji – system wentylacji i klimatyzacji spełniający funkcję dystrybucji powietrza, jego ogrzewania, chłodzenia, oczyszczania, nawilżania i osuszania.

System wentylacji – zestaw urządzeń, których przeznaczeniem jest doprowadzenie powietrza zewnętrznego do pomieszczeń i usunięcie zanieczyszczonego powietrza wewnętrznego (PN-EN 13779 [22]).

System klimatyzacji – instalacja zdolna do utrzymywania w określonym zakresie warunków komfortu w pomieszczeniach (PN-EN 13779 [22]).

Śluza – zamknięta przestrzeń spełniająca funkcję „łącznika” pomiędzy dwoma lub większą liczbą pomieszczeń o różnych klasach czystości. Zadaniem śluzy jest zapewnienie wymaganego podciśnienia względem sali operacyjnej umożliwiającego prawidłowy kierunek ruchu powietrza w celu ochrony pomieszczeń o wymaganej klasie czystości. Śluza jest wyposażona w dwoje lub więcej drzwi, które nie mogą być równocześnie otwarte. Zaleca się stosowanie oddzielnych śluz do przemieszczania się personelu oraz sterylnych materiałów.

Zakażenie szpitalne – infekcja, do której doszło w szpitalu, albo ujawniła się podczas hospitalizacji (minimum 48 godzin po przyjęciu) lub po wypisaniu pacjenta, której przyczyną jest udokumentowany epidemiologicznie czynnik chorobotwórczy pochodzący od innego chorego, pracowników szpitala lub przez endogeny czynnik mikrobiologiczny.







„Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą” uzyskały rekomendację Ministerstwa Zdrowia do stosowania jako materiał pomocniczy przy projektowaniu i modernizacji infrastruktury podmiotów wykonujących działalność leczniczą.

Pracodawcy Rzeczypospolitej Polskiej

ISBN 978-83-942639-5-9



9 788394 263959