

# Środowisko wewnętrzne szpitalnych sal chorych w świetle dokumentów prawnych i normatywnych

*Internal Environment in Hospital Patient Rooms in View of Legal and Normative Documents*

DOI:10.15199/9.2016.5.3

PIOTR UŚCINOWICZ\*)  
ANNA BOGDAN\*\*\*)

**Słowa kluczowe:** *hospitalizacja, sale chorych, zakażenia szpitalne, normy, wymagania prawne*

## Streszczenie

W szpitalnych salach chorych powinny występować komfortowe warunki środowiskowe, które zapewnią możliwie krótki okres hospitalizacji i zredukują częstotliwość występowania zakażeń szpitalnych.

W artykule przedstawiono przegląd i analizę porównawczą wymagań prawnych i normatywnych (krajowych i zagranicznych) dotyczących środowiska wewnętrznego w szpitalnych salach chorych.

**Keywords:** *hospitalization, hospital patient rooms, nosocomial infections, standards, legal requirements*

## Abstract

Indoor environment conditions in the hospital patient rooms should be comfortable for users to provide them possible short period of hospitalization and reduce the incidence of nosocomial infections.

The paper presents the review and comparative analysis of legal and normative regulations (domestic and foreign) in the field of indoor environment in the hospital patients' rooms.

© 2006-2016 Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o.  
All right reserved

## 1. Wstęp

Systemy kształtowania środowiska wewnętrznego w salach chorych powinny zapewniać komfortowe, bezpieczne i higieniczne warunki pracy oraz hospitalizacji. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, wraz z późniejszymi zmianami [1], wymagane jest zapewnienie „oświetlenia naturalnego i sztucznego, odpowiedniej temperatury i wymiany powietrza, oraz zabezpieczenia przed wilgocią, niekorzystnymi warunkami cieplnymi, nasłonecznieniem, drganiami oraz innymi czynnikami szkodliwymi dla zdrowia i uciążliwościami”. Część spośród wyżej wymienionych wymagań realizowana jest za pomocą systemów wentylacji i klimatyzacji. Są to wymagania cieplne, wilgotnościowe,

technologiczne i sanitarno-higieniczne. Stopień i zakres ich realizacji powinien mieć odzwierciedlenie w konfiguracji i parametrach pracy systemów wentylacji i klimatyzacji. Podstawowe wytyczne dotyczące systemów wentylacji i klimatyzacji podane są polskich aktach prawnych [1–4]:

\*) Mgr inż. **Piotr Uściniowicz**; osoba do kontaktu:  
piotr.uscinowicz@is.pw.edu.pl

\*\*) Dr hab. inż. **Anna Bogdan** prof. PW  
Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

– „Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy” [2],

– „Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, wraz z późniejszymi zmianami” [1],

– „Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać pod względem fachowym i sanitarnym pomieszczenia i urządzenia zakładu opieki zdrowotnej, wraz z późniejszymi zmianami” [3],

– „Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”, wraz z późniejszymi zmianami [4].

W Rozporządzeniu [3] podano typy sal chorych, w których wymagane jest stosowanie systemów wentylacji nawiewno-wywiewnej lub klimatyzacji. Jest to konieczne w salach chorych na blokach operacyjnych, w izolatkach oraz w pomieszczeniach dla pacjentów o obniżonej odporności. W izolatkach septycznych dodatkowo utrzymywać podciśnienie w stosunku do korytarza i śluzy. Funkcjonalność systemów wentylacji i klimatyzacji określa natomiast Rozporządzenie [1], w którym określono funkcję systemów wentylacji i klimatyzacji zapewniającą

„odpowiednią temperaturę, właściwą wymianę powietrza oraz zabezpieczenie przed wilgocią i innymi czynnikami szkodliwymi dla zdrowia”. W rozporządzeniach [1, 4] podano warunki stosowania recyrkulacji w obiektach służby zdrowia m.in. w salach chorych. Zgodnie z Rozporządzeniem [4] stosowanie recyrkulacji w budynku opieki zdrowotnej jest możliwe tylko i wyłącznie za zgodą Państwowego Inspektora Sanitarnego. Zgodnie z [1] dopuszczalna jest tylko recyrkulacja częściowa, a ilość powietrza świeżego nie może stanowić mniej niż 10% ogólnej ilości powietrza wentylacyjnego. W przypadku wprowadzania substancji szkodliwych „suma stosunków ich stężeń do odpowiadających im najwyższych dopuszczalnych stężeń nie może przekraczać wartości 0,3”. Stosowanie recyrkulacji jest zakazane w przypadku występowania w pomieszczeniu mikroorganizmów chorobotwórczych, substancji trujących, cuchnących, możliwości nagłego zwiększenia stężenia szkodliwych substancji lub zagrożenia wybuchem [1, 4]. Układ ogrzewania sal chorych należy natomiast wymiarować zgodnie z normą [5], w której podano, że w okresie zimowym należy przyjmować temperaturę operacyjną wynoszącą 20°C.

W projektowaniu wykorzystuje się także bardziej szczegółowe wymagania, które są zawarte w zagranicznych normach specjalistycznych [6–8] i polskich wytycznych projektowych [9]. Krajowe wytyczne projektowe [9] są jedynym polskojęzycznym dokumentem normatywnym dotyczącym projektowania systemów wentylacji i klimatyzacji w szpitalach. Wytyczne [9] od czasu publikacji, w 1984 roku, nie były nowelizowane. Rozwój medycyny i technik klimatyzacyjnych na przestrzeni ostatnich dekad spowodował dezaktualizację zawartych tam wymagań. W efekcie do projektowania coraz częściej wykorzystuje się zalecenia norm zagranicznych [6–8]. W Polskich obiektach służby zdrowia najczęściej stosowana jest norma niemiecka z 2008 roku [7], która została wydana w języku niemieckim i angielskim. Powszechnie jej wprowadzenie do krajowych przepisów jest utrudnione, ponieważ poza barierą językową problem stanowi fakt, że nie ma ona statusu normy europejskiej. Dokumentem aspirującym do statusu normy europejskiej był opracowywany kilka lat temu projekt raportu technicznego [8]. Prace nad nim [8] zostały wstrzymane, ale w ostatnich latach rozpoczęto pracę nad nowymi krajowymi wytycznymi dotyczącymi obiektów służby zdrowia. Zakres „Wytycznych projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą” został przedstawiony w trakcie XIII Ogólnopolskiej Konferencji „Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce” w 2015 r. Zgodnie z wiedzą autorów artykułu ostateczna wersja tych wytycznych nie została dotychczas opublikowana; z tego powodu analiza zapisów przedstawionych w tym dokumencie nie została uwzględniona w niniejszym artykule.

W artykule przedstawiono i porównano zalecenia prawne i normatywne dotyczące komfortu cieplnego, warunków sanitarno-higienicznych i technologicznych w szpitalnych salach chorych. Ocenę wykonano na podstawie polskich aktów prawnych [1–4], krajowych wytycznych projektowych [9] oraz zagranicznych norm projektowych [6–8].

## 2. Klasyfikacja sal chorych i ich użytkowników

Warunki cieplno-higieniczne w salach chorych powinny spełniać oczekiwania i zapewniać bezpieczeństwo pacjentom i personelowi medycznemu [6–9]. Personelowi szpi-

talnemu należy zapewnić komfortowe i bezpieczne warunki pracy, pacjentom zaś – komfortowe warunki, możliwie krótki pobyt w szpitalu, bez ryzyka zakażeń wtórnych, gdyż środowisko wewnętrzne w salach pacjentów wpływa na przebieg ich rekonwalescencji [10].

Odpowiednie przepisy dotyczące odwiedzania chorych mają zapewniać komfort i bezpieczeństwo także gościom oraz zabezpieczyć środowisko wewnętrzne szpitali przed skażeniem przez odwiedzających. Wymagania środowiskowe odnośnie do poszczególnych sal chorych nie są jednolite, zależą m.in. od ogólnego stanu zdrowia pacjentów oraz cech specyficznych jednostki chorobowej [2, 3, 5–9]. W przywoływanych dokumentach najczęściej dokonywano podziału sal chorych na następujące typy:

- pokoje łóżkowe (standardowe sale chorych),
- sale chorych na OIOM (oddział intensywnej opieki medycznej),
- izolatki septyczne – pomieszczenie zabezpieczone przed wypływem zanieczyszczeń na zewnątrz (np. pacjenci z chorobami zakaźnymi),
- izolatki aseptyczne – pomieszczenia chronione przed napływem zanieczyszczeń (np. pacjenci z osłabionym układem odpornościowym),
- izolatki septyczno-aseptyczne – izolatki septyczne chronione aseptycznym przedsionkiem przed napływem zanieczyszczeń (np. pacjenci z chorobami zakaźnymi, z osłabionym układem odpornościowym),
- izolatki konwertowalne – w zależności od zapotrzebowania są to izolatki septyczne albo aseptyczne,
- sale pooperacyjne.

Zgodnie z wymaganiami norm [7, 8] przed izolatkami wymagane jest utworzenie przedsionków pełniących funkcję śluzy powietrza. Powierzchnia przedsionków powinna wynosić ok. 10 m<sup>2</sup>. Stosowanie przedsionka (śluzy powietrza) przed izolatką nie jest wymagane przez normę i wytyczne [6, 9].

Powyższy podział sal chorych jest uproszczony i nie obejmuje wszystkich typów. Jednak w większości zastosowań umożliwia on właściwy dobór warunków środowiska wewnętrznego spełniających oczekiwania użytkowników i zapewniający im bezpieczną i krótką rekonwalescencję ze zminimalizowanym ryzykiem zakażeń wtórnych.

## 3. Wymagania sanitarno-higieniczne

Systemy wentylacji i klimatyzacji sal chorych powinny eliminować drobnoustroje chorobotwórcze i redukować stężenie pyłów w pomieszczeniu oraz w powietrzu do niego napływającym. Przepływ świeżego, oczyszczonego powietrza powinien być ukierunkowany od środowiska czystego do mniej czystego w sposób eliminujący występowanie stref niewentylowanych w obszarze chronionym [6–9]. Ponadto powinny być spełnione wymagania technologiczne i warunki komfortu cieplnego (rozdział 4).

Instalacja wentylacji i klimatyzacji, która ma zapewnić właściwe warunki sanitarno-higieniczne powinna cechować się [6–9]:

- wyznaczoną na podstawie norm i wytycznych [6–9] wydajnością strumienia powietrza wentylacyjnego o czystości zgodnej z wymaganiami tychże norm,
- optymalnym typem elementów nawiewnych i wywiewnych, a także właściwym ich rozmieszczeniem [6–9],
- stosunkiem strumienia powietrza nawiewnego i wywiewnego, który zapewni żądaną różnicę ciśnienia między analizowanym pomieszczeniem i pomieszczeniami do niego przyległymi.

Zakres realizacji powyższych zaleceń jest różny w zależności od projektowanego stopnia czystości środowiska wewnętrznego w pomieszczeniu.

## Wydajność wentylacji

Wydajność instalacji wentylacji, a więc strumień powietrza wentylacyjnego, powinien być określany na podstawie bilansu ciepła, wilgoci i zanieczyszczeń. Niezależnie od wyników bilansu należy spełnić wymagania norm i wytycznych [6–9] w zakresie minimalnej ilości powietrza wentylacyjnego w poszczególnych typach sal chorych (tab. 1). Strumień powietrza wyznaczony na podstawie wymagań podanych w tab. 1, w przypadku pomieszczeń chronionych nadciśnieniem, odpowiada strumieniowi powietrza nawiewanego, a w pomieszczeniach, gdzie utrzymywane jest podciśnienie, odpowiada strumieniowi wywiewanemu [6–9].

Dostarczane powietrze może być w całości pobierane z zewnątrz, a w pewnych przypadkach może zostać zmieszane w określonym stopniu z powietrzem recyrkulowanym. Warunki stosowania recyrkulacji w obiektach służby zdrowia określają przepisy prawne [1, 4] oraz normy i wytyczne branżowe [6–9].

Minimalne wymagania wentylacyjne w poszczególnych normatywach wyrażane są za pomocą odmiennych wiel-

kości fizycznych. Normy i wytyczne [6, 9] określają strumień powietrza wentylacyjnego przez podanie minimalnej krotności wymian powietrza zewnętrznego (usuwanego) w ciągu godziny. Zgodnie z wytycznymi [9], powietrze zewnętrzne można w określonych proporcjach zastąpić powietrzem recyrkulowanym. Nieco inaczej strumień powietrza wentylacyjnego określono w normie [7]. Podano w niej ilość powietrza przypadającego na każdego użytkownika pomieszczenia lub na każdego pacjenta. W normie [8] określono ilość powietrza wentylacyjnego na podstawie liczby użytkowników oraz powierzchni pomieszczenia. Wskazane różnice w sposobie wyrażania wymagań wentylacyjnych w poszczególnych normach utrudniają ich porównywanie. Możliwe jest wyłącznie porównanie norm i wytycznych o zbliżonym sposobie opisu wymagań wentylacyjnych, czyli normy [7] z [8] oraz normy [6] z wytycznymi [9].

W przypadku sal chorych przebywających na OIOM i sal pooperacyjnych wykorzystywane w normach [7, 8] kryterium minimalnej ilości powietrza wentylacyjnego dla każdego użytkownika wymaga podobnych wydajności instalacji wentylacji. Jednak w normie [7] użyto także dodatkowego kryterium minimalnego strumienia powietrza wentylacyjnego dla każdego pacjenta. W związku z tym warunkiem wymagany w normie [7] minimalny strumień powietrza wentylacyjnego może być niekiedy 3–4-krotnie większy niż wymagany w normie [8]. Wymagania norm

TABELA 1. Wydajność instalacji wentylacji w salach chorych – wymagania norm i wytycznych [6–9]

Lp.	Numer normy						Uwagi
	DIN 1946 [7]		ASHRAE 170 [6]	Wytyczne projektowe [9]	FprCEN TR 16244 [8]		
	strumień świeżego powietrza wentylacyjnego						
	m <sup>3</sup> /h·osoba	m <sup>3</sup> /h·pacjent	1/2	1/h	m <sup>3</sup> /h·osoba		
<b>sale chorych</b>						<b>m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup></b>	
1	b/d		2 (4) <sup>a</sup>	b/d	wentylacja naturalna <sup>b</sup>		–
<b>Sala pooperacyjna</b>							
2	40	150 <sup>c</sup>	2 (6) <sup>a</sup>	10	36	20	–
<b>sale chorych na OIOM</b>							
3a	40	100	2 (6) <sup>a</sup>	10	36	15	–
3b	40	100	2 (6) <sup>a</sup>	10	36	15	pacjenci z oparzeniami
3c	40	100	2 (6) <sup>a</sup>	10	36	15	noworodki
<b>izolatka aseptyczna</b>							
4	– <sup>d</sup>	100 <sup>d</sup>	2 (12) <sup>a</sup>	b/d	36	15	izolatka
4a	b/d		b/w (10) <sup>a</sup>		b/d	przedsionek	
<b>izolatka septyczna</b>							
5	– <sup>d</sup>	100 <sup>d</sup>	2 (12) <sup>a</sup>	b/d	36	15	izolatka
5a	b/d		b/w (10) <sup>a</sup>		b/d	przedsionek	
<b>izolatka septyczno-aseptyczna</b>							
6	b/d		2 (12) <sup>a</sup>	b/d	b/d		izolatka
6a			b/w (10) <sup>a</sup>				przedsionek
<b>izolatka konwertowalna</b>							
7	– <sup>d</sup>	100 <sup>d</sup>	2 (12) <sup>a</sup>	b/d	36	15	izolatka
7a	b/d		b/w (10) <sup>a</sup>		b/d	przedsionek	

<sup>a</sup> – w nawiasach podano minimalną krotność wymian powietrza zewnętrznego (usuwanego) i recyrkulowanego;  
<sup>b</sup> – w przypadku, gdy nie można zapewnić zbilansowanej wentylacji naturalnej, należy przewidzieć nawiew mechaniczny powietrza w ilości co najmniej 36 m<sup>3</sup>/h na łóżko; <sup>c</sup> – w przypadku stosowania gazowych środków anestetycznych; <sup>d</sup> – w izolkach na OIOM wymagany jest jednostkowy strumień powietrza zewnętrznego (usuwanego) wynoszący 40 m<sup>3</sup>/h dla każdej osoby lub 100 m<sup>3</sup>/h dla każdego pacjenta.

i wytycznych [6, 9] dotyczące sal osób chorych, przebywających na OIOM i w salach pooperacyjnych, znacznie się różnią, szczególnie gdy nie jest dopuszczalne stosowanie recyrkulacji. Zgodnie z wytycznymi [9], niezależnie od stosowania recyrkulacji należy zapewnić 10 wymian powietrza zewnętrznego (usuwanego) na godzinę. Natomiast zgodnie z normą [6] wymagane jest 6 wymian na godzinę, przy czym 4 wymiany mogą pochodzić z recyrkulacji.

Ilość powietrza wentylacyjnego w izolatkach określana jest w każdej z norm w inny sposób. W normie [7] określa się ją na podstawie liczby pacjentów, w normie [6] podana jest krotność wymian, a w normie [8] ilość powietrza wentylacyjnego oblicz się na podstawie powierzchni izolátky lub liczby osób.

Spśród analizowanych norm najpełniejsze zalecenia wentylacyjne można znaleźć w normie [6], w której jako jedynej podano minimalną ilość powietrza wentylacyjnego doprowadzonego do przedsionków izolatek (śluz powietrznych). Minimalną ilość powietrza wentylacyjnego do izolatek i standardowych sal chorych podano w normach [6–8].

Minimalne wymagania wentylacyjne dotyczące wszystkich analizowanych typów sal chorych zebrano w tab. 1.

### Czystość powietrza wentylacyjnego

Skuteczność usuwania zanieczyszczeń z pomieszczenia uzależniona jest m.in. od czystości powietrza nawiewanego do pomieszczenia. Ta z kolei zależy od czystości powietrza zewnętrznego oraz skuteczności urządzeń filtracyjnych. Osiągnięcie normatywnej czystości powietrza zewnętrznego możliwe jest po spełnieniu wielu wymagań prawnych [4] i normatywnych [6–9] określających właściwą lokalizację czerpni. Docelowa czystość powietrza wentylacyjnego osiągnana jest także dzięki przepływowi

powietrza przez kolejne stopnie filtracji. Wymagania normatywne w zakresie filtracji powietrza wentylacyjnego w różnych rodzajach sal chorych zestawiono w tab. 2.

Najwyższa skuteczność filtracji powietrza nawiewanego wymagana jest w wypadku izolatek aseptycznych, septyczno-aseptycznych i konwertowalnych. Zgodnie z normami [6, 8] wymagają one stosowania m.in. filtra wysokoskutecznego co najmniej klasy H13, według normy [7] wystarczający jest zaś filtr klasy F9 (niekiedy norma [7] wymaga jednak stosowania filtrów klasy H13). Zgodnie z wytycznymi [9] powietrze nawiewane do sali pooperacyjnej i do sal chorych przebywających na OIOM powinno podlegać trójstopniowej filtracji, zgodnie z wymaganiami pozostałych norm wystarczy zaś filtracja dwustopniowa. Filtracja strumienia powietrza wywiewanego z sal chorych, według większości norm, powinna być dokonywana za pomocą filtrów o klasie min. M5 lub F7. Filtracja wysokoskuteczna, co najmniej klasy H13, wymagana jest tylko w wypadku izolatek septycznych i niekiedy dotyczy do powietrza recyrkulowanego.

### Rozmieszczenie nawiewników i wywiewników

Do wentylacji ogólnej sal chorych najczęściej stosuje się wentylację mieszającą (przepływ turbulentny), rzadziej zaś wentylację tłokową (przepływ laminarny lub niskoturbulentny). Standard higieniczny sporej części sal chorych pozwala na stosowanie wirowego przepływu powietrza w pomieszczeniu, chociaż w salach osób chorych o wysokich wymaganiach aseptycznych (np. pacjenci z oparzeniami) stosowanie nawiewu wirowego może być mało skuteczne, kosztowne i niekomfortowe. Lepiej sprawdza się w nich ukierunkowany nawiew laminarny lub niskoturbulentny, gdyż znacznie obniża ryzyko zakażeń [8].

TABELA 2. Filtracja powietrza wentylacyjnego – wymagania norm i wytycznych [6–9]

Lp.	Nawiew/Wywiew	Numer normy			
		DIN 1946 [7]	ASHRAE 170 <sup>a</sup> [6]	Wytyczne Projektowe [9]	FprCEN TR 16244 [8]
klasa filtracji					
Sala chorych	N	b/d	G4+F8	b/d	F7+F9
	W		b/d		F7
Sala pooperacyjna	N	M5+F9	G4+F8	G1+M5+H13	F7+F9
	W	M5	b/d	b/d	F7
Sala chorych na OIOM	N	b/d	G4+F8	G1+M5+H13	F7+F9
	W		b/d	b/d	F7
Izolátka aseptyczna	N	M5+F9 <sup>e</sup>	G4+H13	b/d	F7+F9+H13
	W	M5	b/d		F7
Izolátka septyczna	N	b/d	G4+F8	b/d	F7+F9 <sup>e</sup>
	W	<sup>e</sup>	b/d		F7+F9+H13 <sup>d</sup>
					H13 <sup>c</sup>
F7+H13 <sup>d</sup>					
Izolátka septyczno-aseptyczna	N	M5+F9 <sup>e</sup>	b/d	b/d	b/d
	W	<sup>e</sup>			
Izolátka konwertowalna	N	b/d	b/d	b/d	F7+F9+H13
	W				F7+H13

<sup>a</sup> – podane w normie [6] klasy filtracji MERV [11] zamieniono na klasyfikację z normy [12],

<sup>b</sup> – w wytycznych [9] użyto klasyfikacji zgodnej z [13], <sup>c</sup> – choroby tj. np. wielooporna gruźlica, <sup>d</sup> – choroby tj. np. gorączka Lassa; <sup>e</sup> – w szczególnych przypadkach zaleca się stosowanie filtracji co najmniej klasy H13

Chociaż aranżacja punktów nawiewnych i wywiewnych ma duży wpływ na jakość środowiska wewnętrznego, to jednak poza zaleceniami w odniesieniu do izolatek, normy i wytyczne stawiają nieliczne wymagania co do lokalizacji elementów nawiewnych i wywiewnych [6–9]. Jedyne zalecenia dotyczące wszystkich typów sal chorych podano w wytycznych [9]. Wymagania dotyczą umieszczenie punktów nawiewnych ponad strefą przebywania ludzi, tj. na suficie lub w górnej części ścian.

Pozostałe wymagania z tego zakresu dotyczą wyłącznie izolatek i zawarte są w normie [6]. Podani w niej, że w izolatkach aseptycznych elementy nawiewne należy lokalizować bezpośrednio nad łóżkiem chorego, zaś elementy wywiewne powinny się znajdować w pobliżu drzwi do pomieszczenia. W wypadku izolatek septyczno-aseptycznych zaleca się rozmieszczenie punktów nawiewnych i wywiewnych tak, jak w izolatkach aseptycznych [6]. Nieco inaczej należy rozmieścić punkty wywiewne w izolatkach septycznych; powinny być one ulokowane bezpośrednio nad łóżkiem chorego.

### Różnicowanie ciśnienia

Różnicowanie ciśnienia między analizowanym pomieszczeniem i pomieszczeniami przyległymi ma na celu zredukowanie, a najlepiej zlikwidowanie migracji zanieczyszczeń w kierunku innym niż projektowany. W normach [6–8] najwięcej uwagi poświęca się różnicowaniu ciśnienia między izolatką a pomieszczeniami przyległymi. W izolat-

ce aseptycznej powinno panować nadciśnienie w stosunku do śluzy, w śluzie zaś nadciśnienie w stosunku do wszystkich przyległych pomieszczeń. Natomiast w izolacie septycznej powinno panować podciśnienie w stosunku do śluzy, a w śluzie powinno panować podciśnienie w stosunku do pomieszczeń przyległych. W izolacie konwertowalnej zgodnie z normą [7] należy zawsze utrzymywać nadciśnienie. Natomiast zgodnie z normą [8] w zależności od wymagania septyki/aseptyki należy zapewniać odpowiednio podciśnienie lub nadciśnienie w stosunku do śluzy. W śluzie poprzedzającej tego typu izolatkę zawsze powinno panować podciśnienie w stosunku do pomieszczeń przyległych [7, 8]. W izolacie septyczno-aseptycznej należy utrzymywać nadciśnienie w stosunku do korytarza i podciśnienie w stosunku do śluzy [6]. W pozostałych salach chorych normy [7, 8] nie wymagają różnicowania ciśnienia, a norma [6] wymaga kontroli ciśnienia tylko na salach noworodków na OIOM. Wytyczne [9] wymagają utrzymywania nadciśnienia praktycznie we wszystkich salach chorych, nie jest ono wymagane tylko w standardowych salach chorych. Szczegółowe informacje na temat nadciśnienia/podciśnienia w poszczególnych typach sal chorych w odniesieniu do sąsiednich pomieszczeń podano w tab. 3.

### 4. Warunki ciepłno-wilgotnościowe

Warunki panujące w szpitalnych salach chorych powinny zapewnić komfort cieplny użytkownikom przy jednoczesnym spełnieniu wymagań technologicznych i sanitarnych.

TABELA 3. Rozkład ciśnienia w salach chorych – wymagania w normach i wytycznych [6–9]

Lp	Numer normy				Uwagi
	DIN 1946 <sup>a</sup> [7]	ASHRAE 170 <sup>a</sup> [6]	Wytyczne Projektowe <sup>b</sup> [9]	FprCEN TR 16244 <sup>a</sup> [8]	
	–	–	%	Pa	
<b>ciśnienie w stosunku do sąsiednich pomieszczeń</b>					
<b>sale chorych</b>					
1	b/w	b/w	b/d	b/w	–
<b>Sala kooperacyjna</b>					
2	b/w	b/w	+15 <sup>a</sup>	b/w	–
<b>sale chorych na OIOM</b>					
3a	b/w	b/w	+15 <sup>a</sup>	b/w	–
3b			+15 <sup>a</sup>		pacjenci z oparzeniami
3c			+ <sup>a</sup>		+15 <sup>a</sup>
<b>izolatka aseptyczna</b>					
4	+ <sup>a,b</sup>	+ <sup>a,b</sup>	b/d	≥ + 6Pa <sup>a</sup>	izolatka
4a	– <sup>c</sup> / + <sup>a</sup>	– <sup>c</sup> / + <sup>a</sup>		– <sup>c</sup> / + <sup>a</sup>	śluza
<b>izolatka septyczna</b>					
5	– <sup>a,b</sup>	– <sup>a,b</sup>	b/d	≤ – 6Pa <sup>a</sup>	izolatka
5a	+ <sup>c</sup> / – <sup>a</sup>	+ <sup>c</sup> / – <sup>a</sup>		+ <sup>c</sup> / – <sup>a</sup>	śluza
<b>izolatka septyczno-aseptyczna</b>					
6	b/d	– <sup>b</sup> / + <sup>a</sup>	b/d	b/d	izolatka
6a		+ <sup>c,a</sup>			śluza
<b>izolatka konwertowalna</b>					
7	+ <sup>b</sup>	b/d	b/d	≤ – 6Pa <sup>a</sup>	izolatka septyczna
7a				– <sup>a</sup>	– <sup>a</sup>

Przyjęto oznaczenia: „+” – nadciśnienie, „–” – podciśnienie

<sup>a</sup> – nadciśnienie/podciśnienie względem korytarza, <sup>b</sup> – nadciśnienie/podciśnienie względem śluzy, <sup>c</sup> – nadciśnienie/podciśnienie względem izolatki

no-higienicznych. Komfort cieplny to taki stan organizmu, w którym bilans ciepła wymienianego przez organizm ze środowiskiem wewnętrznym pomieszczenia jest zrównoważony [14]. Zgodnie z uproszczoną definicją komfortu cieplnego [14] stan ten uzależniony jest od:

- czynników opisujących środowisko wewnętrzne (temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania, wilgotność i prędkość powietrza),
- parametrów charakteryzujących użytkownika (metabolizm, aktywność fizyczna, izolacyjność cieplna odzieży, stopień osłonięcia ciała odzieżą, temperatura powierzchni odzieży).

Funkcją systemów wentylacji i klimatyzacji szpitalnych sal chorych jest dostosowanie parametrów opisujących środowisko wewnętrzne do parametrów charakteryzujących ich użytkowników (pacjentów i personel medyczny) przy równoczesnym spełnieniu wymagań technologicznych i sanitarno-higienicznych. Warunki cieplne w salach chorych w sposób uproszczony można ocenić zgodnie z normą [15], za pomocą wskaźników PMV i PPD. Współczynniki te odnoszą się do osób pracujących w środowiskach umiarkowanych termicznie. Wskaźnik PMV opisuje przewidywane odczucia użytkowników. W środowiskach umiarkowanych termicznie przyjmuje on wartości z zakresu  $-2$  (chłодно) do  $+2$  (ciepło). Wartość wskaźnika PPD odpowiada procentowi osób niezadowolonych z warunków cieplnych.

Niejednorodny warunki cieplne w salach chorych mogą powodować lokalny dyskomfort cieplny. Normy [15, 16] spośród zjawisk wywołujących dyskomfort wyróżniają:

przeciąg, pionowy gradient temperatury, zjawisko ciepłej lub zimnej podłogi i asymetrię promieniowania. W odniesieniu do wymienionych zjawisk stosowane są wskaźniki lokalnego dyskomfortu cieplnego, tj. DR i PD.

Poza mierzalnymi czynnikami fizycznymi, o odczuciach cieplnych decydują także m.in. aspekty psychologiczne, zdolności adaptacyjne, cechy osobowe. Klasyczny model komfortu cieplnego nie obejmuje wymienionych zmiennych, a aby je uwzględnić trzeba stosować opracowane na podstawie szeregu badań doświadczalnych tzw. adaptacyjne modele komfortu cieplnego [15, 16].

Zalecenia odnośnie do środowiska cieplnego zamieszczone w normach i wytycznych branżowych [6–9] opierają się częściowo na klasycznym modelu komfortu cieplnego (wymagania norm [15, 16]), częściowo na adaptacyjnych modelach komfortu cieplnego (badania doświadczalne [17]), w większości przypadków nie podano zaś informacji o pochodzeniu zalecanych wartości parametrów środowiska cieplnego. W dalszej części artykułu przedstawiono i porównano wymagania zawarte w poszczególnych normach i wytycznych branżowych [6-9] dotyczące różnych rodzajów sal chorych.

### Temperatura powietrza i promieniowanie przegród

Kompleksowa ocena średnich warunków temperaturowych w pomieszczeniu powinna być dokonywana za pomocą temperatury operatywnej [15]. Temperatura operatywna w odróżnieniu od średniej temperatury powietrza,

TABELA 4. Normatywne warunki temperaturowe w szpitalnych salach chorych [6–9]

Lp.	Numer normy					Uwagi
	DIN 1946 [7]	ASHRAE 170 [6]	Wytyczne Projektowe [9]	FprCEN TR 16244 [8]		
				ogrzewanie	chłodzenie	
średnia temperatura powietrza, °C						
<b>sala chorych</b>						
1	b/d <sup>1,a</sup>	21–24	b/d <sup>a</sup>	22–24	b/d	–
<b>sala pooperacyjna</b>						
2	22–26	21–24	22–25	22–24	≤26	–
<b>sala chorych na OIOM</b>						
3a	22–26	21–24	22–25	22–26		–
3b			20–25			pacjenci z oparzeniami
3c			22–25			noworodki
<b>izolatka aseptyczna</b>						
4	b/w <sup>2,b</sup>	21–24	b/d	22–26		izolatka
4a	b/w <sup>b</sup>	NR		b/w		przedsionek
<b>izolatka septyczna</b>						
5	b/w <sup>b</sup>	21–24	b/d	22–24 <sup>c</sup>	≤26 <sup>c</sup>	izolatka
5a				b/w	22–26 <sup>d</sup>	
					b/w	
<b>izolatka septyczno–aseptyczna</b>						
6	b/d	21–24	b/d	b/d		izolatka
6a		b/w		b/d		przedsionek
<b>izolatka konwertowalna</b>						
7	b/w <sup>b</sup>	21–24	b/d	22–26		izolatka
7a		b/w		b/w		przedsionek

<sup>a</sup> – zgodnie z [6,18] w salach chorych w okresie zimowym należy zapewnić temperaturę co najmniej 20°C; <sup>b</sup> – w izolkach i służach na OIOM należy zapewnić temperaturę 22–26°C; <sup>c</sup> – choroby tj. np. wielooporna gruźlica; <sup>d</sup> – choroby tj. np. gorączka *Lassa*, b/d – brak danych, <sup>2</sup> b/w – brak wymagań

uwzględnić wpływ średniej temperatury promieniowania przegród na odczucia cieplne użytkowników. Zalecenia temperaturowe w części analizowanych norm podawane są za pomocą średniej temperatury powietrza w pomieszczeniu [7, 8], a w pozostałych normach przy użyciu niestandardowego, niezdefiniowanego w tychże normach parametru. W normie [6] użyto terminu „temperatura projektowa”, a w wytycznych polskich [9] terminu „temperatura wewnętrzna”. Jednak ze względu na to, że zalecenia podane w normach i wytycznych [6, 9] nie odbiegają od zaleceń norm [7, 8] można podejrzewać, że także w tych normach posłużono się temperaturą powietrza. Wytyczne temperaturowe dotyczące poszczególnych typów sal chorych zestawiono w tab. 4 [6–9].

W normach [6, 8] zamieszczono zalecenia temperaturowe dla wszystkich spośród analizowanych typów sal chorych, w normach i wytycznych [7, 9] brakowało zaś zaleceń dotyczących standardowych sal chorych. Brak zaleceń dotyczących standardowych sal chorych ma jednak uzasadnienie. Wymagania te zamieszczono w normach [5, 18], których rozwinięciem są specjalistyczne normy i wytyczne [7, 9]. Całoroczna regulacja temperatury w standardowych salach chorych zalecana jest wyłącznie w normie amerykańskiej [6], pozostałe normy [5, 7–9, 18] wymagają zaś wyłącznie systemu ogrzewania. Wszystkie normy i wytyczne [6–9] zalecają całoroczną regulację temperatury w salach pooperacyjnych i w salach chorych na OIOM. W normach i wytycznych [6–9] istnieją różnice w wymaganiach temperaturowych dotyczących izolatek. Normy [6, 8] wymagają całorocznej regulacji temperatury, normy i wytyczne [7, 9], podobnie jak w przypadku standardo-

wych sal chorych, wymagają zaś wyłącznie ogrzewania. Szczegółowe wymagania temperaturowe poszczególnych norm branżowych [5, 7–9, 18] zamieszczono w tab. 4.

### Wilgotność powietrza

Wymagania wilgotnościowe w obiektach szpitalnych uwarunkowane są względami sanitarno-higienicznymi, technologicznymi oraz komfortem cieplnym użytkowników. Różnorodność wymagań sanitarno-higienicznych i technologicznych powoduje, że wymagania wilgotnościowe dotyczące poszczególnych sal chorych nie są jednolite w poszczególnych normach projektowych. Wymaganie dotyczące nawilżania jest zależne od danej normy i nie dotyczy wszystkich typów sal chorych. Zgodnie z normą [6] regulacja wilgotności wymagana jest we wszystkich typach sal chorych, tymczasem w mniej wymagającej normie [7] zaleca się nawilżanie powietrza wyłącznie w salach chorych OIOM. Normy i wytyczne [8, 9] prezentują podobny poziom wymagań, pierwsza nie wymaga nawilżania powietrza w standardowych salach chorych, a druga także w salach pooperacyjnych. Zakresy wilgotności względnej zalecane w normach i wytycznych [6–9] zmieniają się w zależności od typu sali chorych i normy projektowej.

W analizowanych normach i wytycznych [6–9] warunki wilgotnościowe opisywane w dwojaki sposób tj. za pomocą wilgotności względnej [6, 7, 9] i wilgotności bezwzględnej [8]. Zamieszczone w normie [8] zakresy wilgotności bezwzględnej przeliczono na zakresy wilgotności względnej i w tej formie zestawiono je w tab. 5 i porównano z wymaganiami pozostałych norm i wytycznych branżowych

**TABELA 5. Zalecane warunki wilgotnościowe w szpitalnych salach chorych na podstawie wymagań zamieszczonych w normach i wytycznych [6–9]**

Lp.	Numer normy				Uwagi
	DIN 1946 [7]	ASHRAE 170 [6]	Wytyczne Projektowe [9]	FprCEN TR 16244 [8]	
<b>wilgotność względna, %</b>					
<b>sala chorych</b>					
1	b/d	≤60	b/d	b/w <sup>b</sup>	–
<b>sala pooperacyjna</b>					
2	b/w	20–60	55	b/w <sup>b</sup>	–
<b>sale chorych na OIOM</b>					
3a	30–60	30–60	40–60	30–70 <sup>b</sup>	–
3b	b/d	40–60			pacjenci z oparzeniami
3c		30–60			noworodki
<b>izolatka aseptyczna</b>					
4	b/w <sup>a</sup>	≤60	b/d	30–70 <sup>b</sup>	izolatka
4a		b/w		b/w <sup>b</sup>	przedsionek
<b>izolatka septyczna</b>					
5	b/w <sup>a</sup>	≤60	b/d	30–70 <sup>b</sup>	izolatka
5a		b/w		b/w <sup>b</sup>	przedsionek
<b>izolatka septyczno-aseptyczna</b>					
6	b/d	≤60	b/d	b/d	izolatka
6a		b/w			przedsionek
<b>izolatka konwertowalna</b>					
7	b/w <sup>a</sup>	b/d	b/d	30–70 <sup>b</sup>	izolatka
7a				b/w <sup>b</sup>	przedsionek

<sup>a</sup> – w izolatkach i śluzach OIOM należy zapewnić wilgotność względną z zakresu 30–60%, <sup>b</sup> – podane w normie [8] wartości wilgotności bezwzględnej zostały poddane konwersji na wilgotność względną

[6, 7, 9] (tab. 5). Podane zakresy wilgotności względnej powinny być spełnione w całym zakresie temperatury powietrza podanym w tab. 4 [6].

## Prędkość powietrza

W przypadku powszechnie stosowanych w salach chorych nawiewników wirowych nie ma większych wymagań technologicznych. Prędkość powietrza w ich przypadku wynika wyłącznie z konieczności zapewnienia użytkownikom komfortu cieplnego. Natomiast w wypadku nawiewników LTF (nawiewnik nisko turbulentny lub laminarny wg definicji podanej w [6–8]) należy dodatkowo wykluczyć możliwość zaburzenia strugi powietrza. Podane bezpośrednio w normach i wytycznych [6–9] prędkości powietrza odnoszą się do nawiewników typu LTF. Ukierunkowany przepływ laminarny lub nisko turbulentny nie ulega nadmiernym zaburzeniom wtedy, gdy napływ powietrza do obszaru chronionego odbywa się z prędkością większą niż prędkość minimalna podana w tab. 6. Zalecane w normach i wytycznych [6–9] prędkości pracy nawiewnika LTF znacznie się różnią. Przykładowo, norma [6] powołując się na badania [17] zaleca, aby średnia prędkość u czoła nawiewnika wynosiła od 0,13 m/s do 0,18 m/s; zgodnie z normą [8] średnia prędkość w odległości 0,3 m od czoła nawiewnika nie powinna być niższa niż 0,25 m/s; według normy [7] powinna ona wynosić 0,23 m/s–0,25 m/s na wysokości 1,2 m FFL, a zgodnie z wytycznymi [9] średnia prędkość powietrza powinna być jeszcze wyższa i wynosić 0,4 m/s lub 0,5 m/s w zależności od klasy czystości pomieszczenia. Zbiór prędkości powietrza wymaganych do prawidłowej pracy nawiewników LTF przedstawiono w tab. 6. W przypadku nawiewników laminarnych, gdy podane w tab. 6 wymagania wynikające z komfortu cieplnego użytkowników [15,16] są sprzeczne z podanymi tam wymaganiami technologicznymi [6–9], to w pierwszej kolejności należy spełnić wymagania technologiczne.

Wpływ prędkości powietrza na odczucia cieplne użytkowników nie został bezpośrednio przedstawiony w specjalistycznych normach branżowych [6–8]. Opisano go skrótowo w wytycznych [9] i dokładniej w normach [15, 16]. Ruch powietrza może powodować zarówno

poprawę, jak i pogorszenie komfortu cieplnego [15, 16]. W chłodnych środowiskach cieplnych nadmierna prędkość powietrza powoduje pogorszenie ogólnego komfortu cieplnego (tj. gdy  $PMV < 0$ ). Gdy warunki w pomieszczeniu są postrzegane jako ciepłe lub gorące (tj. gdy  $PMV > 0$ ), intensywny ruch powietrza może natomiast kompensować niekorzystne odczucia cieplne. Zjawisko to zostało przedstawione w normach [15, 16], gdzie zamieszczono wykres pokazujący wpływ prędkości powietrza na wartość temperatury w stanie komfortu cieplnego. Nadmierna prędkość powietrza ma wpływ na dyskomfort lokalny, który w tym wypadku objawia się w postaci tzw. zjawiska przeciągu. Podane w normach i wytycznych [9, 15, 16] zalecane prędkości powietrza mają ograniczyć zjawisko przeciągu [6–9]. W przypadku normy [16] wartość graniczna wskaźnika przeciągu wynosi 20%, a w normie [15] wynosi ona 30%. Podana tam maksymalna prędkość powietrza jest zależna od wskaźnika turbulencji (rodzaju systemu nawiewnego) oraz temperatury powietrza w pomieszczeniu. Podane w tab. 6. maksymalne prędkości powietrza odpowiadają skrajnej temperaturze powietrza (zalecanej w normie [6])

Różnica temperatury powietrza nawiewanego i temperatury powietrza w pomieszczeniu nie może przekroczyć 6K ze względu na komfort cieplny użytkowników zgodnie z wymaganiami wytycznych [9]. Podana w normie [8] różnica temperatury powietrza nawiewanego i temperatury powietrza w pomieszczeniu powinna wynosić natomiast od 1K do 3K, z tym, że wynika ona z wymagań technologicznych i odnosi się do pomieszczeń obsługiwanych nawiewnikami typu LTF.

## 5. Podsumowanie i wnioski

Analiza norm i wytycznych branżowych w aspekcie wymagań cieplnych, sanitarno-higienicznych i technologicznych [6–9] wykazała, że występują różnice w wymaganiach środowiskowych odnoszących się do różnych typów sal chorych. Różne są także wymagania poszczególnych norm w odniesieniu do konkretnego typu sal chorych. Szczególnie zauważalny jest brak zaleceń do standardowych sal chorych w normach i wytycznych [7, 9] oraz brak wymagań odnośnie do izolatek w wytycznych [9].

TABELA 6. Prędkość powietrza i intensywność turbulencji w salach chorych – wymagania norm i wytycznych [6–9]

Numer normy			
DIN 1946 [7]	ASHRAE 170 [6]	Wytyczne Projektowe [9]	FprCEN TR 16244 [8]
<b>wymagania technologiczne</b>			
<b>prędkość powietrza</b>			
0,23–0,25m/s <sup>g</sup>	0,13 m/s < $v_{sr}$ < 0,18 m/s <sup>e</sup>	0,4 lub 0,5 m/s <sup>a</sup>	0,23 m/s < $v$ < 0,45 m/s $v_{sr} > 0,25$ m/s
<b>intensywność turbulencji (1,2m FFL<sup>2</sup>)</b>			
≤20% (≤30% <sup>d</sup> )	b/d	b/d <sup>a</sup>	≤15% (≤25% <sup>d</sup> )
<b>wymagania komfortu cieplnego</b>			
<b>prędkość powietrza w SPL<sup>3</sup></b>			
< 0,23 m/s ( $t_a=21$ °C) <sup>c</sup> < 0,34 m/s ( $t_a=26$ °C) <sup>c</sup>	< 0,18 m/s ( $t_a=21$ °C) <sup>b</sup> < 0,26 m/s ( $t_a=26$ °C) <sup>b</sup>	< 0,2 m/s	< 0,23 m/s ( $t_a=21$ °C) <sup>c</sup> < 0,34 m/s ( $t_a=21$ °C) <sup>c</sup>

<sup>a</sup> – stosowanie nawiewników LTF zalecane wyłącznie na salach operacyjnych i zabiegowych, pomiar na wysokości pola operacyjnego; <sup>b</sup> – wymagania normy [16], przywołanej w normie [6]; <sup>c</sup> – wymagania normy [15], przywołanej w normach [7,8]. Podane wartości odnoszą się klasy C komfortu cieplnego; <sup>d</sup> – dotyczy 4 punktów narożnych; <sup>e</sup> – pomiar u czoła nawiewnika; <sup>f</sup> – pomiar w SPL; <sup>f</sup> – pomiar 0,3 m poniżej czoła nawiewnika LTF; <sup>g</sup> – pomiar na wysokości 1,2 m FFL, <sup>2</sup> nad poziomem podłogi, <sup>3</sup> strefa przebywania ludzi wg definicji podanej w [15, 16]



Normy i wytyczne [6–9] określały warunki higieniczne podając zalecenia w zakresie wydajności instalacji wentylacji, liczby i skuteczności poszczególnych stopni filtracji, rozmieszczenia elementów nawiewnych i wywiewnych oraz określając zalecaną różnicę ciśnienia pomiędzy sąsiadującymi pomieszczeniami. Minimalną wydajność wentylacji opisywano w normach i wytycznych [6–9] za pomocą różnych wielkości fizycznych. W efekcie możliwe było porównanie zaleceń norm [7] i [8] oraz normy [6] i wytycznych [9]. Pomimo tego ograniczenia dostrzeżono jednak, że w większości sal chorych najtrudniej będzie spełnić wymagania stawiane przez normy i wytyczne [7, 9]. Spośród analizowanych typów sal chorych najwyższe wydajności instalacji wentylacji zaleca się w salach chorych przebywających w OIOM i salach pooperacyjnych, najniższe wymagania dotyczą natomiast standardowych sal chorych. W analizowanych normach i wytycznych [6–9] wykorzystywano trzy standardy określenia skuteczności filtracji, w artykule ujednoczono je do standardu zgodnego z normą [12]. We wszystkich salach chorych zalecana jest co najmniej dwustopniowa filtracja powietrza nawiewanego i przynajmniej jednostopniowa filtracja powietrza wywiewanego. Po stronie nawiewnej, na pierwszym stopniu filtracji zaleca się montowanie filtrów o klasie od G1 do F7, a na drugim stopniu filtrów o klasie od G4 do F9. Wyjątek stanowią wymagania normy [6], w której w salach chorych o najwyższej klasie czystości, z uwagi na brak wymagania stosowania trójstopniowej filtracji, na drugim stopniu zaleca się stosować filtry wysoko skuteczne co najmniej klasy H13. Pozostałe normy i wytyczne [7–9] zalecają, aby po stronie nawiewnej filtry wysoko skuteczne poprzedzać dwoma filtrami o niższej skuteczności. Niezależnie od normy po stronie wywiewnej pierwszy stopień filtracji stanowią filtry co najmniej klasy F5 lub F7, na drugim stopniu instalowane są zaś filtry klasy H13 lub wyższej. W analizowanych normach podano nieliczne wytyczne odnośnie do lokalizacji elementów nawiewnych i wywiewnych w salach chorych innych niż izolátky. Natomiast zalecenia lokalizacji nawiewników i wywiewników w izolatkach zamieszczono tylko w normie [6]. We wszystkich typach izolatek wymagana jest różnica ciśnienia w stosunku do pomieszczeń sąsiednich [6–9]. W izolatkach aseptycznych, niezależnie od normy, wymagane jest nadciśnienie, w izolatkach septycznych wymagane jest zaś podciśnienie. Spośród pozostałych typów sal chorych wymaganie dotyczące różnicowania ciśnienia występuje tylko w wytycznych [9] oraz w normie [6]. Zgodnie z [9] wymaganie utrzymywania nadciśnienia w stosunku do pomieszczeń sąsiednich dotyczy sal chorych przebywających na OIOM i salach pooperacyjnych, według normy [6] dotyczy ono zaś sal noworodków. Normy [6, 7] nie podają jakiej wielkości nadciśnienie/podciśnienie jest wymagane. Wytyczne [9] nie podają docelowej różnicy ciśnienia, ale określają sposób, w jaki żądaną różnicę ciśnienia należy uzyskać. Jedynie w normie [8] podana jest wartość różnicy ciśnienia w Pa.

Warunki cieplno-wilgotnościowe określono przez podanie zalecanych zakresów temperatury powietrza i wilgotności powietrza oraz maksymalnej prędkości powietrza [6–9]. Spośród analizowanych norm tylko norma [6] zaleca stosowanie chłodzenia w standardowych salach chorych, pozostałe normy wymagają wyłącznie systemu ogrzewania. Inne rodzaje sal chorych w większości przypadków wymagają całorocznej regulacji temperatury [6, 8, 9]. Wyjątek stanowią wymagania normy [7], która w izolatkach wymaga tylko ogrzewania. Zalecane w poszczególnych normach zakresy temperatury są zbliżone i wszystkie zawierają się w zakresie 20°C–26°C. Ponadto, szerokie zakresy

regulacji i wymaganie zapewnienia dowolnej temperatury z podanego w normach zakresu temperatury dodatkowo niweluje istniejące różnice i powoduje, że odczucia komfortu cieplnego użytkowników są zbliżone. Nieco inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku warunków wilgotnościowych gdzie występują większe dysproporcje w wymaganiach norm. W standardowych salach chorych większość norm nie wymaga regulacji wilgotności, tylko [6] wymaga utrzymywania wilgotności poniżej 60%. W pozostałych salach chorych regulacja wilgotności jest na ogół wymagana, wyjątek stanowią wymagania [7], dotyczącej izolatek i sal pooperacyjnych oraz zalecenia [8], dotyczącej do sal pooperacyjnych. Najszerszy zakres wilgotności dopuszczalny jest w [8] oraz w salach pooperacyjnych w [6, 8]. Najdokładniejsza regulacja wilgotności wymagana jest w salach pooperacyjnych – wytyczne [9]. W pozostałych przypadkach dopuszczalny zakres wilgotności względnej to na ogół od 30% lub 40% do 60%. Wymagana w większości analizowanych typów sal chorych prędkość powietrza ma sprzyjać komfortowi cieplnemu użytkowników, tylko przy nawiewnikach LTF należy dodatkowo uwzględnić wymagania technologiczne prawidłowej ich pracy [6–9, 15]. W przypadku nawiewników LTF w pierwszej kolejności należy uwzględnić wymagania technologiczne.

*Publikacja opracowana na podstawie prac prowadzonych w ramach grantu przyznawanego przez Halton Foundation Inc. w 2016 r. This publication has been developed on the basis of research findings obtained in the framework of the grant supported by the Halton Foundation Inc. in 2016.*

## LITERATURA

- [1] ANSI/ASHRAE Standard 52.2. 2012. "Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size." ASHRAE.
- [2] ANSI/ASHRAE Standard 55. 2013. "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy." ASHRAE.
- [3] ASHRAE Standard 170. 2013. "Ventilation of Health Care Facilities." ASHRAE.
- [4] DIN 1946-4. 2008. "Ventilation and Air Conditioning – Part 4: VAC Systems in Buildings and Rooms used in the Health Care Sector." DIN.
- [5] Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833 z późn. zm. 2002. „Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.” Min Pracy i Polityki Społecznej.
- [6] Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm. 2002. „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, wraz z późniejszymi zmianami.” Min Infrastruktury.
- [7] Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 z późn. zm. 2003. „Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, wraz z późniejszymi zmianami.” Min. Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej.
- [8] Dz.U. 2011 nr 31 poz. 158 z późn. zm. 2011. „Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać pod względem fachowym i sanitarnym pomieszczenia i urządzenia zakładu opieki zdrowotnej, wraz z późniejszymi zmianami.” Min. Zdrowia.
- [9] EN 779. 2012. „Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej - określanie parametrów filtracyjnych.” CEN.
- [10] Fanger, P. O. 1974. "Komfort cieplny". 1st ed. Warszawa: Arkady.
- [11] FprCEN TR 16244. 2011. "Ventilation for Hospitals." CEN.
- [12] Huisman, E. R. C. M., E. Morales, J. van Hoof, and H. S. M. Kort. 2012. "Healing Environment: A Review of the Impact of Physical Environmental Factors on Users." *Building and Environment* (58): 70–80.
- [13] Kruczkowski, Piotr. 1984. „Wytyczne Projektowania Szpitali Ogólnych. Instalacje Sanitarne. Zeszyt 5 – Wentylacja i Klimatyzacja.” MZiOS.
- [14] Memarzadeh, F. and Z. Jiang. 2004. "Effect of Operation Room Geometry and Ventilation System Parameter Variations on the Protection of the Surgical Site." IAQ Conference.
- [15] PN-82/B-02402. 1982. „Ogrzewnictwo – Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.” PKN.
- [16] PN-B-76003. 1996. „Wentylacja i klimatyzacja – Filtry powietrza – Klasy jakości.” PKN.
- [17] PN-EN 12831. 2006. „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.” PKN.
- [18] PN-EN 7730. 2006. „Ergonomia środowiska termicznego-analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczenia wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego.” PKN.