

dr hab. inż. DARIUSZ PLEBAN, prof. CIOP-PIB (ORCID: 0000-0003-1351-9584)

dr inż. BOŻENA SMAGOWSKA (ORCID: 0000-0001-9498-7157)

dr inż. JAN RADOSZ (ORCID: 0000-0001-8542-7799)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: [daple@ciop.pl](mailto:daple@ciop.pl)

DOI: 10.5604/01.3001.0014.1922

# Kształtowanie klimatu akustycznego w pomieszczeniach placówek medycznych – zalecenia

Fot. Krakenimages.com/Bigstockphoto



W artykule scharakteryzowano wyniki pomiarów hałasu, przeprowadzonych w wybranych pomieszczeniach placówek medycznych. Omówiono także wyniki oceny warunków pracy w tych placówkach ze względu na hałas. Ocena ta została dokonana na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych wśród ponad 300 lekarzy, pielęgniarek oraz pracowników laboratoriów diagnostycznych. Wyniki pomiarów hałasu oraz badań ankietowych stanowiły podstawę do przedstawienia podstawowych metod kształtowania klimatu akustycznego w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych, laboratoriach diagnostyki medycznej, oddziałach intensywnej opieki medycznej oraz w pokojach pielęgniarek i korytarzach szpitalnych.

*Słowa kluczowe: klimat akustyczny, hałas, szpital, badania ankietowe, ochrona przed hałasem*

## Acoustic climate management in medical facilities – recommendations

The results of noise measurements that were carried out in selected hospital rooms are characterised in the paper. The results of the assessment of working conditions in medical facilities due to noise are also discussed. This assessment was based on survey results of more than 300 doctors, nurses and diagnostic laboratory staff. The results of noise measurements and surveys formed the basis for the elaboration of general recommendations for acoustic climate management in operating rooms, treatment rooms, medical diagnostic laboratories, intensive care units, nurses' rooms and hospital corridors.

*Keywords: acoustic climate, noise, hospital, surveys, noise protection*

## Wstęp

Klimat akustyczny w pomieszczeniu można zdefiniować jako zespół zjawisk akustycznych zachodzących w pomieszczeniu, wywołanych źródłami hałasu i drgań mechanicznych, znajdującymi się zarówno w pomieszczeniu jak i poza nim. Może być on określony za pomocą odpowiednich charakterystyk akustycznych w funkcji częstotliwości, czasu i przestrzeni. Z danych literaturowych [1-4] wynika, że klimat akustyczny,  $K_A$ , stanowi funkcję klimatów akustycznych cząstkowych i jest określony ogólną zależnością (1):

$$K_A = F(K_{a1}, K_{a2}, \dots, K_{an}) \quad (1)$$

gdzie:

$K_{a1} \dots K_{an}$  – klimaty akustyczne cząstkowe wytworzone w danym pomieszczeniu przez poszczególne grupy źródeł hałasu i drgań.

Klimat akustyczny cząstkowy w określonym punkcie obserwacji,  $K_{ai}$  ( $i = 1 \dots n$ ), zależy od poziomu hałasu wytwarzanego przez poszczególne źródła hałasu i wg [2] można to opisać zależnością (2):

$$K_{ai} = f(L_{Hi}, \Delta L_T) \quad (2)$$

gdzie:

$L_{Hi}$  – poziom ciśnienia akustycznego  $i$ -tego źródła hałasu, dB

$\Delta L_T$  – parametr charakteryzujący czynniki na drodze między  $i$ -tym źródłem hałasu a punktem obserwacji, wpływające na poziom hałasu w tym punkcie, dB.

Do oceny jakości klimatu akustycznego powszechnie stosowany jest równoważny poziom ciśnienia akustycznego. Najczęściej jest on mierzony z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej A i określany jako równoważny poziom dźwięku A.

Celem artykułu jest przedstawienie ogólnych zaleceń dotyczących kształtowania kli-

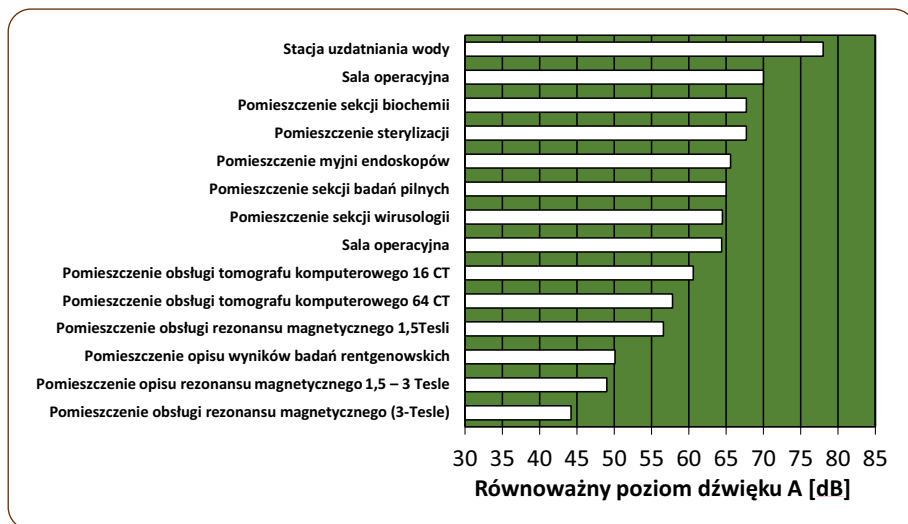
matu akustycznego (tj. poprawy jego jakości) w pomieszczeniach placówek medycznych. W artykule zamieszczono wyniki badań własnych obejmujących pomiary hałasu w szpitalach i badania ankietowe w placówkach medycznych oraz omówiono działania służące poprawie klimatu akustycznego w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych, pokojach pielęgniarek, laboratoriach diagnostyki medycznej, oddziałach intensywnej opieki medycznej i w korytarzach placówek medycznych.

### Skutki oddziaływania hałasu na personel służby medycznej

Według zaleceń WHO, w budynkach szpitalnych równoważny poziom dźwięku A nie powinien przekraczać 30 dB, a maksymalny poziom dźwięku A nie powinien przekraczać 40 dB [5]. Według danych literaturowych poziom dźwięku A tła akustycznego w salach operacyjnych może osiągać wartość 60 dB [6], a nawet 70 dB [7]. Natomiast w salach operacyjnych poziom dźwięku A pochodzący od pił, wiertarek szybkoobrotowych i narzędzi ręcznych, dochodzi nawet do 110 dB [7]. W standardowych warunkach narzędzia te nie wytwarzają hałasu przez cały czas zabiegu. Jednak przyjmując, że emitowany hałas podczas użytkowania narzędzi medycznych wynosi 110 dB, a dopuszczalny poziom ekspozycji na hałas w czasie dnia pracy ze względu na ochronę słuchu wynosi 85 dB, to z tego wynika, iż hałas emitowany przez narzędzia nie powinien oddziaływać na pracownika dłużej niż 2 min dziennie.

Czynniki związane z organizacją i wyposażeniem stanowisk pracy (np. nieodpowiednie oświetlenie, nadmierny hałas, zły stan pomieszczeń) przyczyniają się zarówno do błędów w pracy personelu medycznego, jak i powodują skutki zdrowotne w ich organizmie. Według K. Ciesielskiej powoduje to straty finansowe, związane z:

- kosztami ponoszonymi przez szpital jako pracodawcę (np. koszty zwolnień lekarskich personelu, ze względu na stany chorobowe wywołane hałasem i koszty rent z tytułu okresowej lub stałej utraty zdolności do pracy wskutek zdarzeń wywołanych hałasem)
- zmniejszeniem skuteczności i jakości leczenia oraz zwiększonymi kosztami leczenia (ze względu np. na wydłużenie czasu hospitalizacji pacjenta)
- odszkodowaniami szpitala zasądzanymi wyrokami sądowymi na rzecz pacjentów (w przypadkach, gdy do błędu lub zaniedbania przyczyniła się niezrozumiałość informacji słownych ze względu na niewłaściwy klimat akustyczny) lub pracowników (w przypadku ubytku na zdrowiu podczas wykonywania



Rys. Wartości równoważnego poziomu dźwięku A na stanowiskach pracy w wybranych pomieszczeniach szpitali  
 Fig. Results of measurements of the A-weighted equivalent sound pressure levels at workplaces in the selected hospital room

obowiązków służbowych, wynikających ze stosunku pracy), [8].

Hałas jako czynnik szkodliwy i uciążliwy może powodować skutki słuchowe i skutki pozasłuchowe. Zależą one od wielu czynników, takich jak: poziom dźwięku, rodzaj hałasu (hałas impulsowy powoduje większe uszkodzenia niż hałas ciągły), czas ekspozycji, oraz indywidualne cechy człowieka (jego wrażliwość na hałas). Skutki ekspozycji na hałas mogą być odwracalne (czasowe przesunięcie progu słyszenia) lub nieodwracalne (trwałe przesunięcie progu słyszenia). Skutki negatywnego oddziaływania hałasu na system słuchowy stwierdza się już powyżej poziomu 80 dB, podczas gdy skutki pozasłuchowe ujawniają się już przy poziomach 45-50 dB. Pozasłuchowe skutki działania hałasu to oddziaływanie między innymi na ośrodkowy układ nerwowy i układ gruczołowy wydzielania wewnętrznego [9]. W grupie pozasłuchowych skutków działania hałasu można wymienić także zaburzenia snu, rozdrażnienie, spadek koncentracji uwagi, nadmierne zmęczenie, zaburzenia orientacji, dyskomfort, senność, utrudnienie komunikacji słownej i odbioru sygnałów dźwiękowych. W następstwie tego pogarsza się jakość i wydajność pracy oraz zwiększa się ryzyko popełniania błędów i wypadków przy pracy.

Pracownicy służby zdrowia stanowią specyficzną grupę zawodową, która z jednej strony sprawuje opiekę nad zdrowiem człowieka w bardzo szerokim i różnorodnym zakresie, z drugiej zaś strony nie może zapominać o tym, że podczas sprawowania tej opieki jest narażona m.in. na działanie czynników uciążliwych i szkodliwych. Brak zrozumiałości mowy wynikający z niewłaściwego klimatu

akustycznego może być czynnikiem wpływającym na błędy lekarskie.

### Charakterystyka hałasu w szpitalach – badania własne

Klimat akustyczny w pomieszczeniach placówek medycznych (w tym w szpitalach), jest wynikiem hałasu docierającego z zewnątrz pomieszczeń (np. hałas komunikacyjny), hałasu od wyposażenia szpitalnego (hałas instalacji i urządzeń technicznych: wentylacji i klimatyzacji, kompresorów), stosowanej aparatury i narzędzi medycznych, hałasu generowanego okazjonalnie (hałas urządzeń alarmowych, dzwonek telefonów lub wózków dostawczych) oraz hałasu pogłosowego, będącego skutkiem właściwości rozpraszania pomieszczenia.

Autorzy przeprowadzili pomiary hałasu, hałasu infraczerwonego i hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy umiejscowionych w wybranych pomieszczeniach dwóch szpitali. Szczegółowe omówienie wyników tych pomiarów Czytelnik znajdzie w [10, 11, 12]. Natomiast na rys. przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A w wybranych pomieszczeniach w szpitalach, w których znajdują się stanowiska pracy i, gdzie były realizowane badania.

Na podstawie pomiarów hałasu przeprowadzonych na wybranych stanowiskach pracy można stwierdzić, że:

- w badanych pomieszczeniach na żadnym stanowisku pracy nie były przekroczone wartości dopuszczalne wielkości charakteryzujących hałas (określone w rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej [13]): poziomu ekspozycji na hałas (85 dB),

maksymalnego poziomu dźwięku A (115 dB) i szczytowego poziomu dźwięku C (135 dB)

- wyniki pomiarów hałasu potwierdziły uciążliwość oddziaływania tego czynnika w zakresie częstotliwości słyszalnych na wybranych stanowiskach pracy, np. obsługi aparatów rezonansu magnetycznego, obsługi aparatów diagnostyki ultrasonograficznej, jednostek stomatologicznych (stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnej ze względu na możliwość realizacji przez pracownika podstawowych zadań (55 dB), ustalonej w PN-N-01307 [14])

- przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu ultradźwiękowego (określonych w [13]) występowały na stanowiskach pracy w pomieszczeniach badań endoskopowych (podczas stosowania pistoletów sprężonego powietrza) i w pomieszczeniach sterylizacji (podczas stosowania myjek ultradźwiękowych). Przekroczenia wartości dopuszczalnych równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego na tych stanowiskach pracy występowały w czterech pasmach normalizowanego zakresu częstotliwości o częstotliwościach środkowych: 10 kHz, 12,5 kHz, 16 kHz i 20 kHz

- na wszystkich badanych stanowiskach pracy w zakresie hałasu infraczerwonego nie była przekroczona wartość poziomu dźwięku G (86 dB), określająca kryterium uciążliwości wg PN-Z-01338 [15].

## Wyniki badań ankietowych

Istotnym źródłem informacji na temat klimatu akustycznego w placówkach medycznych są wyniki badań ankietowych. Dostarczają one subiektywnych ocen na temat „akustycznych” warunków pracy w służbie zdrowia. Przykładami takich badań ankietowych są omówione w [16,17,18] wyniki uzyskane w krajach skandynawskich.

Badania ankietowe zrealizowano techniką wywiadu bezpośredniego – osobistego z wykorzystaniem skategoryzowanego papierowego wywiadu kwestionariuszowego (PAPI). Ankieta badawcza składała się z 30 pytań dotyczących warunków pracy i występujących czynników szkodliwych. Badaniami objęto 301 osób:

- 151 lekarzy
- 120 pielęgniarek
- 30 pracowników laboratoriów diagnostycznych (diagnostów).

W wyniku przeprowadzonych badań ankietowych stwierdzono, że hałas jest największym źródłem uciążliwości dla pielęgniarek, mniejszym dla diagnostów i lekarzy. W zakresie głównych źródeł hałasu powodujących największą uciążliwość podczas wykonywanej pracy, badani wskazali (każda osoba mogła wskazać więcej niż 1 źródło hałasu) ruch we-

wnątrz budynku – 51,5% badanych. W dalszej kolejności wskazano: rozmowy (w tym rozmowy telefoniczne) – 47,5%, dzwoniące telefony – 42,9% oraz ruch na zewnątrz budynku (drogowy, kolejowy, lotniczy) – 40,9% badanych. Kolejne źródła, takie jak: instalacje techniczne budynku (np. klimatyzacja, windy) oraz narzędzia i przyrządy (w tym aparaty i sprzęt medyczny) wskazało odpowiednio 32,9% oraz 29,2% badanych. Inne wskazane źródła hałasu, stanowiące pewnego rodzaju uciążliwość, to także: maszyny i urządzenia usytuowane na zewnątrz budynku (np. transformatory, turbiny wiatrowe) – 28,2%, dzwonki alarmowe – 22,9% oraz oświetlenie – 19,2% badanych. Trzeba tu jednak dodać, że dla diagnostów takie źródła hałasu, jak narzędzia, przyrządy, aparaty i sprzęt medyczny oraz maszyny i urządzenia usytuowane na zewnątrz budynku (np. transformatory, turbiny wiatrowe), są bardziej uciążliwe niż dla innych grup zawodowych.

Hałas słyszalny jest obecny w miejscu pracy niemal wszystkich pielęgniarek – 98,3% i diagnostów – 90,0% oraz w odniesieniu do większości lekarzy – 68,9%. Dla lekarzy w większym stopniu niż w przypadku innych grup zawodowych źródłem hałasu słyszalnego są wykonywane działania medyczne (np. stosowanie narzędzi chirurgicznych). Dla pielęgniarek, w większym stopniu niż dla pozostałych grup, źródłem hałasu są instalacje/urządzenia techniczne (np. klimatyzacja, oprawy oświetleniowe), hałas przenikający z innych pomieszczeń lub z korytarzy, rozmowy personelu lub pacjentów oraz hałas przenikający z zewnątrz budynku do pomieszczenia. Natomiast dla diagnostów, bardziej niż dla innych grup, źródłem hałasu są układy napędowe narzędzi, sprzętu, aparatów medycznych.

Według danych ankietowanych to pielęgniarki najwyżej oceniają uciążliwość hałasu w miejscu pracy. Średnia ocena w skali 0 do 10 w przypadku pielęgniarek wyniosła 3,47, wśród diagnostów 2,37 natomiast wśród lekarzy 2,30. Ponad połowa badanych – 54,2%, pracuje cały czas w warunkach, które określa jako uciążliwe ze względu na występujący hałas. Zdecydowana większość badanych pracowników placówek medycznych – 72,8%, nie musi używać podniesionego głosu podczas pracy. Więcej niż co czwarta badana osoba – 27,2%, używa podniesionego głosu w trakcie wykonywania swojej pracy (47,5% pielęgniarek, 23,3% diagnostów oraz 11,9% lekarzy).

## Kształtowanie klimatu akustycznego w pomieszczeniach placówek medycznych

Warunki akustyczne występujące w pomieszczeniach szpitalnych, zależne m.in. od stanu jakości tych pomieszczeń oraz znajdującego

się wyposażenia, wpływają na jakość akustyczną pomieszczeń, a tym samym na klimat akustyczny środowiska pracy. W celu określenia jakości akustycznej pomieszczeń niezbędna jest informacja na temat kształtu pomieszczeń, wyposażenia znajdującego się wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń/budynku oraz parametrów akustycznych, charakteryzujących pomieszczenia (czas pogłosu). Z wcześniejszych badań przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym, dotyczących warunków akustycznych pomieszczeń wynika, że właściwości akustyczne ścian, stropu i podłogi mają istotny wpływ na poziom hałasu pogłosowego na stanowiskach pracy. Na podstawie wyników tych badań można stwierdzić, że hałas pogłosowy w pomieszczeniach bez adaptacji akustycznych jest większy o ok. 4 – 8 dB w porównaniu do pomieszczeń z adaptacją akustyczną [19].

Hałas w placówkach medycznych generowany jest przez liczne źródła o zróżnicowanych charakterystykach. Ponadto gładkie i odbijające dźwięk powierzchnie ścian, podłóg i sufitów z jednej strony są korzystne ze względów higienicznych (łatwość utrzymania czystości, odkażanie), jednak powodują one liczne, wielokrotnie odbicia fal akustycznych oraz przyczyniają się do wydłużenia czasu pogłosu. Prawidłowość odbioru informacji i poleceń jest jednym z warunków decydujących o skuteczności działania zespołu operacyjnego, wykonującego skomplikowane procedury medyczne. Na poziom zrozumiałości mowy wpływa wiele czynników, np. parametry sygnału mowy, poziom hałasu tła, czas pogłosu w pomieszczeniu oraz kształt pomieszczenia. Krótszy czas pogłosu daje możliwość pełniejszego odbioru dźwięków i poprawia zrozumiałości mowy. Podstawowe znaczenie w środowisku szpitalnym w odniesieniu zarówno do personelu, jak i do pacjentów, mają dwa czynniki: poziom hałasu tła akustycznego oraz czas pogłosu w pomieszczeniach. W celu zapewnienia właściwego klimatu akustycznego w pomieszczeniach zaleca się, aby pogłos był możliwie krótki, przez co należy rozumieć dążenie do uzyskania czasu pogłosu od 0,5 s do 1 s w przedziale częstotliwości od 250 Hz do 4 kHz. Maksymalny zalecany czas pogłosu w miejscu pracy zależy od objętości pomieszczenia. W celu skrócenia czasu pogłosu zaleca się w pierwszej kolejności umieszczenie ustrojów dźwiękochłonnych na suficie. W dużych pomieszczeniach mogą być konieczne bardziej złożone rozwiązania, takie jak np. tapety dźwiękochłonne ściennie, panele ściennie i podłogowe z materiałów o dużym współczynniku pochłaniania dźwięku.

Negatywne działanie hałasu na stanowiskach pracy może być ograniczone przez

podejmowanie odpowiednich działań profilaktycznych w zakresie redukcji hałasu, wywołanego przez źródła znajdujące się na zewnątrz budynków. W tym celu należy:

- ograniczyć hałas emitowany od instalacji wentylacyjnej, znajdującej się na zewnątrz budynku, poprzez zastosowanie pasywnych i aktywnych metod redukcji hałasu
- zwiększyć izolacyjność akustyczną okien, ścian i stropów
- zastosować odpowiednio dobraną wibroizolację urządzeń chłodniczych oraz pomp i instalacji wodnych, jeśli stanowią one źródła hałasu przenikającego z zewnątrz.

W celu dostosowania warunków pracy do charakteru wykonywanych prac w pomieszczeniach jednostek medycznych należy:

- określić właściwy układ pomieszczeń, zapewniający separację pomieszczeń chronionych przed hałasem od jego źródeł i od pomieszczeń ze źródłami hałasu
- dokonać doboru urządzeń i instalacji ze szczególnym uwzględnieniem niskiej emisji hałasu i drgań
- wyposażyć pomieszczenia w elementy dźwiękochłonne w celu uzyskania w nich odpowiednich wartości czasu pogłosu (sufity i panele ściennie)
- zastosować dźwiękochłonne parawany lub kotary
- zapewnić właściwą izolacyjność akustyczną okien i ścian
- zapewnić właściwą izolacyjność akustyczną i szczelność drzwi do pomieszczeń
- wyposażyć korytarze w elementy dźwiękochłonne (sufity i panele ściennie).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia [20], w przypadku stosowania sufitów podwieszanych w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych, w szczególności w salach operacyjnych i porodowych, pokojach łóżkowych przystosowanych do odbioru porodu, pokojach łóżkowych na oddziałach anesteziologicznych i intensywnej terapii, salach pooperacyjnych, salach oparzeniowych oraz w pomieszczeniach przeznaczonych do pobierania i przerobu krwi, sufitów te muszą być wykonane w sposób zapewniający szczelność powierzchni oraz umożliwiającą ich mycie i dezynfekcję.

Z kolei zgodnie z wymaganiami zdefiniowanymi w PN-B-02151-3 [21], minimalna izolacyjność akustyczna ścian pomieszczeń w placówkach medycznych powinna być w przedziale 40-45 dB w zależności od rodzaju pomieszczeń.

Dalej przedstawiono zasadnicze działania służące poprawie klimatu akustycznego w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych, pokojach pielęgniarek, laboratoriach diagnostyki medycznej, oddziałach intensywnej

opieki medycznej i w korytarzach placówek medycznych.

**Salę operacyjne i gabinety zabiegowe** powinny być oddzielone od pozostałych obszarów szpitala korytarzami lub dodatkowymi pomieszczeniami. W przyległych korytarzach i dodatkowych pomieszczeniach należy zastosować adaptacje akustyczne (sufity pochłaniające dźwięk oraz ściennie panele pochłaniające dźwięk). W salach operacyjnych i gabinetach zabiegowych należy zainstalować sufity pochłaniające dźwięk o odpowiednich właściwościach higienicznych, tzn. spełniające wymagania dotyczące szczelności powierzchni, mycia i dezynfekcji [15]. Czas pogłosu w pasmach oktawowych o częstotliwościach środkowych z przedziału od 125 do 4000 Hz w tych pomieszczeniach zgodnie z PN-B-02151-4 [22] powinien wynosić poniżej 0,8 s. W tym celu wg [23] na całej powierzchni sufitu powinny być zainstalowane materiały dźwiękochłonne (w formie sufitu podwieszanego lub paneli montowanych bezpośrednio do stropu) o współczynniku pochłaniania dźwięku nie mniejszym niż 0,8. Możliwe jest pokrycie sufitu materiałem dźwiękochłonnym na mniejszej powierzchni (jednak nie mniejszej niż 90% powierzchni sufitu pomieszczenia), lecz w tym przypadku współczynnik pochłaniania dźwięku materiału powinien być nie mniejszy niż 0,9. Ponadto wskazane jest:

- umieszczenie na ścianach pomieszczeń paneli akustycznych pochłaniających dźwięk
- zainstalowanie drzwi wejściowych charakteryzujących się wysoką izolacyjnością akustyczną
- stosowanie urządzeń medycznych oraz instalacji technicznych emitujących hałas o niskim poziomie.

**Pokoje pielęgniarek** powinny być na ścianach wyposażone w panele pochłaniające dźwięk. Na suficie należy zamontować materiały pochłaniające dźwięk w formie sufitu podwieszanego lub paneli montowanego bezpośrednio do stropu. W pomieszczeniach należy zainstalować drzwi o wysokiej izolacyjności akustycznej i szczelności. Niezbędne instalacje techniczne w pomieszczeniu powinny charakteryzować się niskim poziomem emitowanego hałasu. Ściany powinny zapewnić wysoką izolacyjność akustyczną. W przyległych korytarzach na suficie należy zainstalować materiały pochłaniające dźwięk, natomiast ściany tych korytarzy należy wyłożyć panelami pochłaniającymi dźwięk.

**Laboratoria diagnostyki medycznej** powinny być wyposażone w odpowiednią adaptację akustyczną. Na suficie laboratorium należy zainstalować materiały pochłaniające dźwięk o odpowiednich właściwościach higienicznych w formie sufitu podwieszanego lub

paneli montowanych bezpośrednio do stropu. Na ścianach w pobliżu urządzeń emitujących hałas powinny być zainstalowane panele pochłaniające dźwięk. Urządzenia emitujące hałas należy oddzielić od stanowisk pracy przegrodami dźwiękochłonnymi. W pobliżu urządzeń emitujących hałas ultradźwiękowy powinny być zastosowane obudowy, osłony lub ekrany akustyczne, które powinny być umieszczone jak najbliżej źródła hałasu oraz od jego strony pokryte materiałem dźwiękochłonnym.

**Oddziały intensywnej opieki medycznej** powinny być wyposażone w aparaturę medyczną, charakteryzującą się niskim poziomem emitowanego hałasu. Zgodnie z [22] chłonność akustyczna sal chorych na oddziałach intensywnej opieki medycznej powinna być nie mniejsza niż wartość iloczynu liczby 0,8 i pola powierzchni rzutu pomieszczenia. W celu spełnienia tego wymagania wg [23] na całej powierzchni sufitu powinny być zainstalowane materiały dźwiękochłonne (w formie sufitu podwieszanego lub paneli montowanych bezpośrednio do stropu) o współczynniku pochłaniania dźwięku nie mniejszym niż 0,8. Możliwe jest pokrycie sufitu materiałem dźwiękochłonnym na mniejszej powierzchni (jednak nie mniejszej niż 90% powierzchni sufitu pomieszczenia), lecz w tym przypadku współczynnik pochłaniania dźwięku materiału powinien być nie mniejszy niż 0,9.

**Korytarze w placówkach medycznych** powinny posiadać adaptacje akustyczne w celu zapewnienia spełnienia wymagania ujętego w [22]: chłonność akustyczna korytarzy jest nie mniejsza niż wartość iloczynu liczby 0,6 i pola powierzchni rzutu pomieszczenia. W celu spełnienia tego wymagania wg [23] na całej powierzchni sufitu korytarza powinny być zainstalowane materiały dźwiękochłonne (w formie sufitu podwieszanego lub paneli montowanych bezpośrednio do sufitu) o współczynniku pochłaniania dźwięku nie mniejszym niż 0,6. Możliwe jest pokrycie sufitu korytarza materiałem dźwiękochłonnym na mniejszej powierzchni (jednak nie mniejszej niż 2/3 powierzchni sufitu korytarza), lecz w tym przypadku współczynnik pochłaniania dźwięku materiału powinien być nie mniejszy niż 0,9.

Podobnie jak wspomniane korytarze, także **klatki schodowe w placówkach medycznych** powinny posiadać adaptacje akustyczne zapewniające spełnienie określonego w [22] wymagania: chłonność akustyczna klatki schodowej jest nie mniejsza niż wartość iloczynu liczby 0,4 i pola powierzchni klatki schodowej (jako pole powierzchnię klatki przyjmuje się iloczyn pola powierzchni rzutu powierzchni klatki i liczby kondygnacji). Według [23] w celu spełnienia tego wymagania pod spocznikami

i podestami należy zainstalować materiały dźwiękochłonne – zaleca się stosowanie paneli dźwiękochłonnych montowanych bezpośrednio do stropu na całej powierzchni spoczników i stropów. Współczynnik pochłaniania dźwięku paneli nie powinien być mniejszy niż 0,8.

Poza tym, w ramach ograniczenia oddziaływania hałasu w środowisku pracy jednostek medycznych, należy zmniejszyć głośność dzwonek aparatów telefonicznych, ograniczyć rozmowy na korytarzach oraz rozmowy telefoniczne na korytarzach i w poczekalniach.

Oprócz działań o charakterze technicznym w zakresie ograniczenia hałasu w środowisku pracy powinny być prowadzone równoległe działania o charakterze organizacyjnym. W przypadku źródeł hałasu znajdujących się na zewnątrz budynków należy systematycznie kontrolować stan techniczny urządzeń wchodzących w skład systemu wentylacji i klimatyzacji.

Prace wywołujące hałas i prace nie powodujące hałasu należy rozdzielać przez ulokowanie ich w oddzielnych pomieszczeniach. Miejsca pracy i stanowiska pracy powinny być rozmieszczone w sposób zapewniający izolację od źródła hałasu i ograniczać jednocześnie oddziaływanie innych źródeł hałasu na pracownika.

## Podsumowanie

Hałas w placówkach medycznych generowany jest przez liczne źródła, o zróżnicowanych charakterystykach i zakresie częstotliwości. Zastosowane w pomieszczeniach „twarde” i gładkie powierzchnie ścian i podłóg (wyłożonych często płytami ceramicznymi), sufitów i sprzętów z jednej strony są uznawane za korzystne ze względów higienicznych (łatwość utrzymania czystości, odkażania), z drugiej powodują liczne odbicia fal dźwiękowych i ich wzmocnienie. Regularne kształty pomieszczeń, często przyczyniają się do powstania niepożądanego, dużego czasu pogłosu, do zwielokrotnienia odbić fal dźwiękowych, a także do innych zjawisk wpływających na wzrost poziomu hałasu w pomieszczeniach.

Przeprowadzone badania środowiskowe w wybranych pomieszczeniach szpitali, gdzie istniały stanowiska pracy, wykazały m.in.:

- przekroczenie wartości poziomu dźwięku A, określającej kryterium uciążliwości hałasu na stanowiskach pracy techników radiologii, na stanowiskach pracy lekarzy podczas zabiegów w salach operacyjnych oraz na stanowiskach pracy techników w stacjach uzdatniania wody
- przekroczenie wartości dopuszczalnych hałasu ultradźwiękowego w pomieszczeniach sterylizacji i w myjniach endoskopowych.

Wyniki badań ankietowych wykazały m.in., że hałas podczas pracy towarzyszy zdecydowanej większości pielęgniarek (98,3%) i diagnostów (90%). W przypadku lekarzy, odsetek ten wynosi 68,9%. Natomiast w przypadku pielęgniarek źródłami tego hałasu są instalacje/urządzenia techniczne, hałas przenikający z sąsiednich pomieszczeń i korytarzy oraz z zewnątrz, a także rozmowy personelu i pacjentów. Diagnostów na główne źródła wskazywali układy napędowe narzędzi oraz sprzęt i aparaty medyczne. Z kolei lekarze jako główne źródła hałasu wytypowali narzędzia medyczne stosowane podczas wykonywania działań medycznych.

Wyniki badań środowiskowych i ankietowych potwierdzają, że zasadniczy wpływ na klimat akustyczny w pomieszczeniach placówek medycznych mają trzy zmienne:

- poziom hałasu tła akustycznego, uwzględniający także hałas przenikający spoza pomieszczenia
- poziom emisji hałasu aparatury i narzędzi stosowanych w procedurach medycznych
- czas pogłosu w pomieszczeniu.

Obniżenie wartości każdej z tych zmiennych skutkuje poprawą jakości klimatu akustycznego w rozważanych pomieszczeniach. Zasadniczo osiągnąć to można stosując materiały dźwiękochłonne (zarówno na sufitach, jak i na ścianach), zwiększając izolacyjność akustyczną ścian, okien i drzwi oraz stosując narzędzia i aparaturę medyczną charakteryzującą się niskim poziomem emitowanego hałasu.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] PLEBAN, D. Ocena akustyczna maszyn. Rozprawa doktorska. AGH, Kraków 1996.
- [2] ENGEL, Z., PLEBAN, D. Hałas maszyn i urządzeń – źródła, ocena [Noise of machines and devices – sources, evaluation]. CIOP, Warszawa 2001.
- [3] SADOWSKI, J. Kształtowanie klimatu akustycznego środowiska i jego ochrona przed hałasem i drganiami [Modelling of the environment acoustic climate and its protection against noise and vibrations]. Prace Instytutu Techniki Budowlanej 1999, 2-3, 110-111:50-61.
- [4] SADOWSKI, J. Akustyka środowiska i architektury a rozwój zrównoważony [Environmental and architecture acoustics and sustainable development]. Proceedings 51st Open Seminar on Acoustics, 95-102, Gdańsk 2004.
- [5] WHO, Guidelines for Community Noise, 1999.
- [6] LUZZI, S., FALCHI, S., BECCHI, C., BALDACCHINI, A. Sound analysis of noise pollution in operating rooms. Euronoise Naples, 2003, ID: 210.
- [7] HOLZER, L. A., LEITHNER, A., KAZIANSCHÜTZ, M., GRUBER, G. Noise measurement in total knee arthroplasty. Noise & Health, July-August 2014, Vol. 16, 205-207.
- [8] CIESIELSKA, K. Hałas w szpitalach i jego koszty, <https://www.academia.edu/12061826>.
- [9] POŚNIAK, M., red. Czynniki szkodliwe w środowisku pracy. Wartości dopuszczalne. CIOP-PIB, Warszawa 2018.
- [10] SMAGOWSKA, B., PLEBAN, D., SOBOLEWSKI, A., PAWLAK, A. Noise exposure at workstations in the Polish

medical facilities – pilot study, Proceedings INTER-NOISE 2018, Chicago 2018.

[11] SMAGOWSKA, B., PLEBAN, D., SOBOLEWSKI, A., PAWLAK, A. Warunki pracy w wybranych pomieszczeniach szpitala – wyniki badań pilotażowych hałasu, oświetlenia i mikroklimatu [Working conditions in selected hospital rooms – results of a pilot study on noise, illumination and microclimate]. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka 2018, 12, 567:17-21.

[12] SMAGOWSKA, B., RADOSZ, J., PLEBAN, D. Noise exposure at workstations in hospitals. Proceedings ICSV26, Montreal 2019.

[13] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.

[14] PN-N-01307:1994 Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

[15] PN-Z-01338:2010 Akustyka – Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy.

[16] BELDMAN, M.B. The importance of several room acoustic descriptors in operation rooms, Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, 9-13.09.2019, Aachen, Germany, 4646-4653.

[17] QUINN, M. Staff experience of sound environment in operating rooms built with non absorbing modules, Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, 9-13.09.2019, Aachen, Germany, 7833-7839.

[18] LARSEN, T.M., JEONG, C.H., BELDAM, M.B., BRUNSKOG, J., WEITZE, C.A. An investigation of room functions and acoustic demands in selected departments and acoustic demands in selected departments in three Danish Hospitals, Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, 9-13.09.2019, Aachen, Germany, 7803-7810.

[19] MIKULSKI, W., WARMIAK, I. Adaptacja akustyczna pomieszczeń biurowych z zastosowaniem dźwiękochłonnych sufitów podwieszanych [The acoustic treatment of an office room with the use of sound absorbing suspended ceilings]. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka 2017, 2, 545:20-24.

[20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz.U. 2019, poz. 595).

[21] PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.

[22] PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.

[23] Polska Norma PN-B-02151-4:2015-06, Objaśnienia i komentarze, Ecophon Saint-Gobain <http://www.ecophon.com/gabalassets/media/pdf-and-documents/pl/nowa-norma/ecophone-polska-norma-01-01-2018.pdf>

*Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*