

**Magdalena KROMKA-SZYDEK<sup>1</sup>, Zygmunt DZIECHCIOWSKI<sup>2</sup>, Bożena KIRKOV, Dariusz TONDERA**

<sup>1</sup>Instytut Mechaniki Stosowanej, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Politechnika Krakowska

<sup>2</sup>Instytut Konstrukcji Maszyn, Zakład Napędów Hydraulicznych i Transportu Bliskiego, Politechnika Krakowska

## **WSTĘPNA OCENA WARUNKÓW PRACY PERSONELU MEDYCZNEGO NA ODDZIALE INTENSYWNEJ TERAPII W OPARCIU O POMIARY POZIOMU DŹWIĘKU ORAZ NATEŻENIA OŚWIETLENIA**

**Streszczenie:** Autorzy przeprowadzili ocenę warunków pracy personelu na oddziale intensywnej terapii. Komfort akustyczny oceniano na podstawie pomiaru poziomu hałasu, a warunki oświetleniowe poprzez pomiar natężenia oświetlenia. W trakcie pomiarów uruchomione były dwa rodzaje istotnych źródeł hałasu: respiratory oraz kardiomonitoring. Zmierzone na sali IT wartości poziomu hałasu przekraczały dopuszczalną wartość o ok. 24 dB. Na podstawie badań natężenia oświetlenia stwierdzono, że tylko w części punktów pomiarowych wartości normowe były spełnione.

**Słowa kluczowe:** intensywna terapia, pomiary na stanowisku pracy, hałas, oświetlenie

### 1. WSTĘP

Ocena narażenia na różnego rodzaju czynniki szkodliwe i uciążliwe w jednostkach służby zdrowia stanowi niezwykle istotne zagadnienie. Istnieją przepisy, które podają wartości dopuszczalne dla tych czynników, jednak pomiary narażenia na poszczególnych stanowiskach pracy w jednostkach służby zdrowia (np. dla pielęgniarki na oddziale łóżkowym) nie dla wszystkich bodźców zewnętrznych są dokonywane. Powoduje to powstawanie znaczącego problemu w zakresie niezajomości rzeczywistych warunków pracy [1] oraz w ocenie ergonomii pracy lekarzy i pielęgniarek, od których szybkości reakcji i podejmowania decyzji niejednokrotnie zależy ludzkie życie. Personel pracujący na oddziałach intensywnej terapii stanowi grupę pracowników szczególnie narażoną na wpływ czynników szkodliwych i uciążliwych w środowisku pracy (do których należą np. hałas i niewłaściwe oświetlenie).

Zróznicowany poziom dźwięku na poszczególnych oddziałach szpitalnych związany jest w znacznym stopniu z rodzajem aparatury, która się tam znajduje, a także trybem jej pracy. Na oddziałach intensywnej opieki medycznej znajduje się najczęściej aparatury pracującej w trybie wielogodzinnym. Aparaty te można podzielić na dwie główne grupy: aparaty generujące hałas ciągły (np. respirator) lub hałas przerywany (np. ssaki). Równocześnie urządzenia monitorujące pacjenta generują sygnały dźwiękowe typu alarmowego (zazwyczaj dźwięki tonalne o wysokim poziomie), informujące personel

o zaistniałych nieprawidłowościach, co w znaczący sposób wpływa na podniesienie globalnego poziomu hałasu w pomieszczeniu oddziału. Istnieje oczywiście możliwość czasowego wyłączenia lub obniżenie intensywności generowanych dźwięków, jednak w niektórych przypadkach działania takie mogą spowodować zmianę parametrów pracy urządzenia.

W badaniu przeprowadzonym przez Johns Hopkins University [2] stwierdzono, że w ciągu ostatnich pięciu dekad poziom hałasu w szpitalach stale rośnie, z 57 dB do 72 dB. Wartości te znacznie przekraczają zalecane przez WHO normy z 1995 r. dotyczące hałasu w szpitalu (35 dB) [3]. Wysoki poziom dźwięku wpływa negatywnie zarówno na pacjentów jak i pracowników szpitali. Personel medyczny, a w szczególności pielęgniarski jest narażony w swoim środowisku pracy na występowanie wielu zagrożeń, które niejednokrotnie są ze sobą powiązane i nakładają się na siebie.

Zgodnie z ustawą [4], pomieszczenia w budynkach użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem zarówno zewnętrznym, przenikającym do pomieszczenia spoza budynku, jak i pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku. Poziom hałas oraz drgań nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, określonych tak w odpowiednich rozporządzeniach, jak i polskich normach [5, 6, 7, 8].

Aktem prawnym dotyczącym bezpieczeństwa i higieny pracy przy narażeniu na hałas i wibracje jest Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [9], a także rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych na stanowisku pracy z dnia 6 czerwca 2014 r. [5].

Rozkład poziomu dźwięku w danym pomieszczeniu zależy od rozmieszczenia źródeł hałasu, od usytuowania przeszkód na drodze propagacji fali dźwiękowej, ale także od właściwości akustycznych pomieszczenia. W przypadku badanego obszaru, jakim jest oddział szpitalny, przeszkodami są łóżka wraz z pacjentami oraz urządzenia medyczne. Właściwości akustyczne pomieszczenia dodatkowo kształtują materiały budowlane i wykończeniowe.

Normowanie hałasu na oddziale IT możliwe jest do przeprowadzenia w trzech aspektach: ze względu na ochronę słuchu [5], ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań (PN-N-01307:1994) [6], ze względu na dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach (PN-87/B-02151/02) [7].

Ocena warunków akustycznych jest niezwykle istotna, ponieważ wiąże się z lepszym samopoczuciem personelu, a także wpływa na poprawę snu i zmniejszenie stresu wśród pacjentów. Dobre warunki akustyczne przyczyniają się również do obniżenia ryzyka pomyłek lekarskich spowodowanych złą zrozumiałością komunikatów słownych, czyli niskimi wskaźnikami odpowiedzialnymi za zrozumiałość mowy [3].

Badania tego typu są przedmiotem analiz prowadzonych w ostatnich latach na całym świecie [10, 11, 12]. Jednak pomimo zwiększonego nacisku na konieczność redukcji hałasu na oddziale intensywnej terapii, w dalszym ciągu poziom hałasu przekracza zalecenia WHO.

Oświetlenie stanowi kolejny ważny czynnik wpływający na komfort i wydajność pracy, wypadki przy pracy oraz zdrowie zarówno pracownika jak i pacjenta. Organizm człowieka niekorzystnie reaguje na niewłaściwe warunki oświetleniowe. Zapewnienie odpowiedniego oświetlenia na sali IT zgodnie z ustawą [13] oznacza, że pokoje łóżkowe powinny mieć zapewniony bezpośredni dostęp światła dziennego. W sytuacji gdy orientacja okien pomieszczeń przeznaczonych do pobytu ludzi może powodować zbyt duże ich naświetlenie, powinny być zainstalowane w tych pomieszczeniach urządzenia zabezpieczające przed nadmierną penetracją promieni słonecznych i przegrzewaniem. Równocześnie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [14], w pomieszczeniach stałej pracy oświetlenie dzienne na poszczególnych stanowiskach powinno być dostosowane do rodzaju

wykonywanych prac i wymaganej dokładności, oraz powinno spełniać wymagania określone w normie [15].

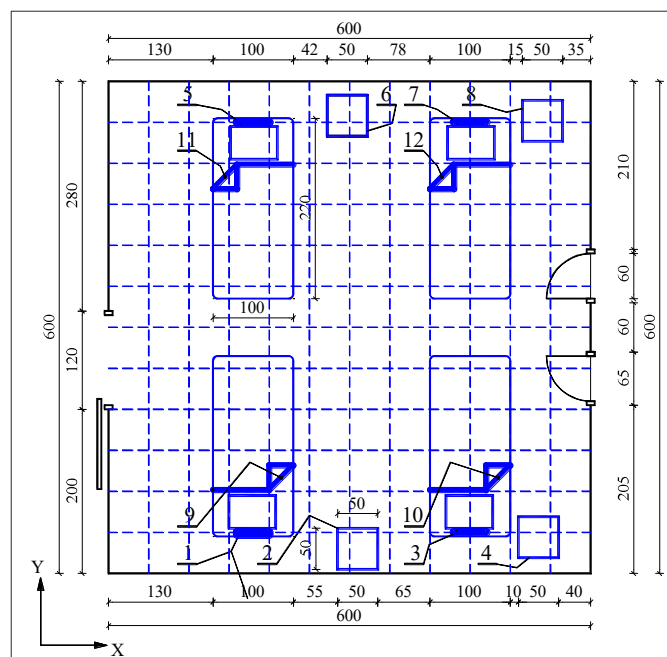
W celu uzyskania dobrego oświetlenia istotne jest aby obok wymaganych poziomów natężeń oświetlenia spełnione były dodatkowo inne potrzeby jakościowe i ilościowe. Wymagania oświetleniowe wynikają z uwzględnienia trzech podstawowych aspektów poprawnej akwizycji wzrokowej: komfortu widzenia (co wpływa na większą wydajność i wyższą jakość pracy), wydolności wzrokowej (pracownicy są w stanie wykonywać swoje zadania wzrokowe nawet w trudnych warunkach i dłuższych okresach pracy) oraz bezpieczeństwa. [16] Podstawowymi parametrami otoczenia świetlnego uwzględniającymi światło sztuczne i światło dzienne są: rozkład luminacji, natężenie oświetlenia, olśnienie, kierunkowość światła (oświetlenie w przestrzeni wnętrza), zmienność światła (poziomy i barwa światła), oddawanie barw i wygląd barwy światła, migotanie, oświetlenie elektryczne uzupełniające światło dzienne [16, 17].

## 2. CEL PRACY

Celem pracy było przeprowadzenie wstępnej oceny ergonomii warunków pracy personelu medycznego na oddziale intensywnej terapii (IT) w jednym ze szpitali województwa małopolskiego. W ramach pracy przeprowadzono pomiary i na ich podstawie dokonano oceny wybranych parametrów tj. rozkładu natężenia oświetlenia oraz równoważnego poziomu dźwięku, które to parametry mogą mieć istotny wpływ na zapewnienie skutecznej opieki medycznej.

## 3. METODYKA BADAŃ

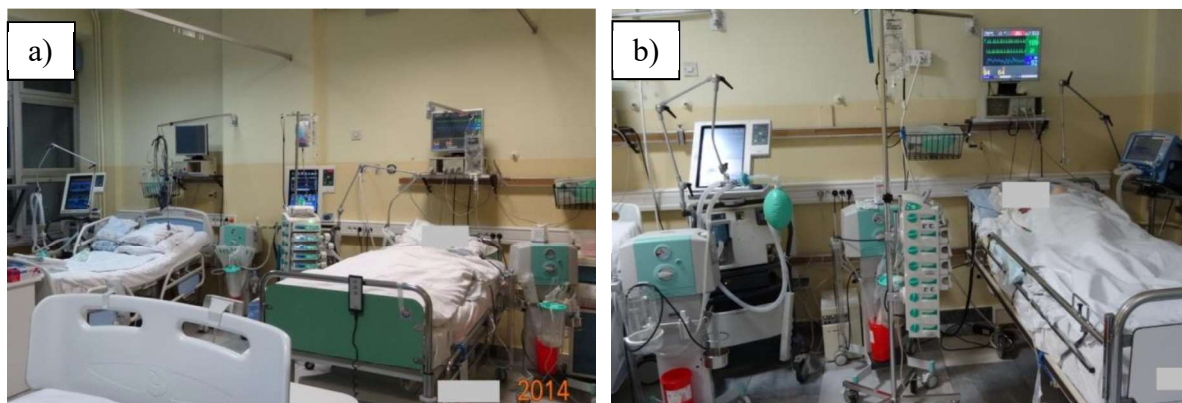
Pomiary poziomu dźwięku i natężenia oświetlenia zostały przeprowadzone w pomieszczeniu o wymiarach 6 m x 6 m (przedstawionym na rys. 1) na oddziale IT.



**Rys. 1. Plan analizowanego pomieszczenia z rozkładem aparatury i sprzętu medycznego: 1,3,5,7 –kardiomonitor, 2,4,6,8 – respirator, 9,10,11,12 – łóżko szpitalne**

Dla pomiarów hałasu brano pod uwagę tylko stan ustalony tzn. bez uwzględnienia pracy urządzeń w trybie alarmowym, a w przypadku pomiaru natężenia oświetlenia nie brano pod uwagę doświetlenia miejscowego stosowanego przez personel.

W analizowanym pomieszczeniu znajdowały się następujące urządzenia: defibrylator (1 szt.), respiratory (4 szt.), aparat do EKG (1 szt.), pompy infuzyjne (24 szt.), ssak chirurgiczny (4 szt.), kardiomonitor (4 szt.), łóżko elektryczne (4 szt.), materac przeciwodłężynowy z pompką elektryczną (4 szt.).



Rys. 2. Pomieszczenie oddziału IT z lokalizacją źródeł hałasu

W czasie pomiarów na sali było obecnych dwóch pacjentów, przy których uruchomione były następujące, istotne źródła hałasu: dwa respiratory, zestaw pomp infuzyjnych oraz dwa kardiomonytory, z których jeden wykazywał znaczną aktywność akustyczną (rys. 2). Pozostałe dwa stanowiska były zaopatrzone w respiratory i kardiomonytory, ale nie wspomagały i nie monitorowały one czynności życiowych pacjentów (tzw. praca na sucho).

Punkty pomiarowe zostały dobrane w zależności od rozmieszczenia łóżek pacjentów i urządzeń medycznych. W trakcie badań przestrzegano ogólnych wytycznych podczas przeprowadzania tego typu pomiarów, tj. miernik hałasu (DSA-50 Sonopan) znajdował się ok. 1,2 m nad podłogą, co odpowiada wysokości, na której zwykle znajduje się głowa osoby personelu medycznego w trakcie wykonywania podstawowych czynności podczas opieki nad pacjentem. Przed i po sesji pomiarowej miernik był kalibrowany kalibratorem akustycznym klasy 1 (KA-1 Sonopan).

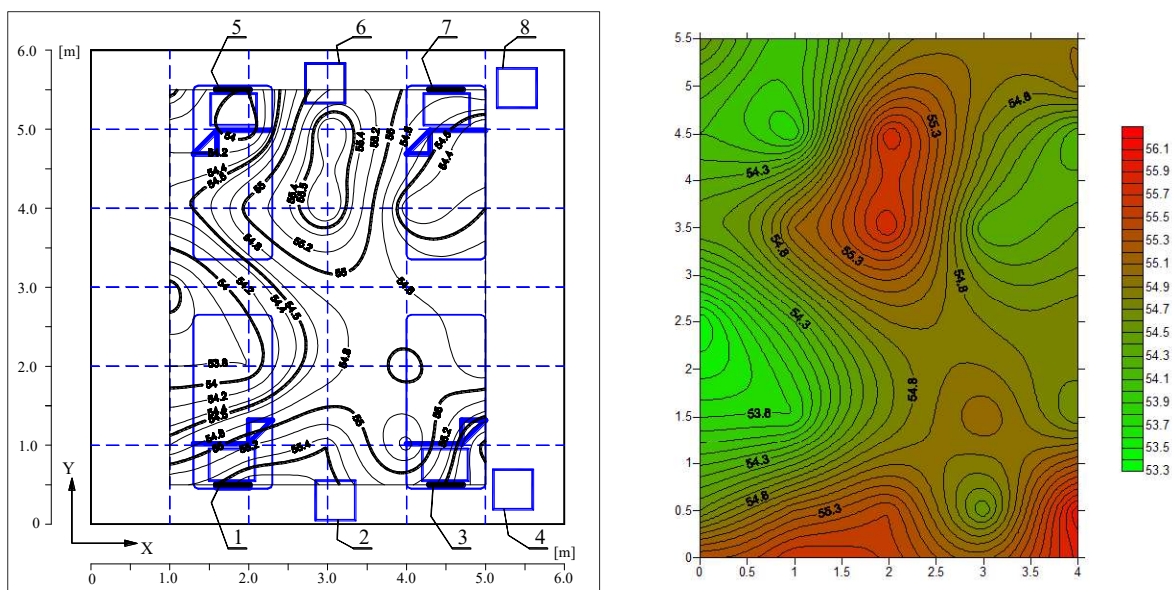
Pomiar natężenia oświetlenia w pomieszczeniu oddziału IT odbył się w godzinach nocnych, przy włączonym sztucznym oświetleniu (4 oprawy rastrowe ze świetlówkami o różnej barwie). Do wykonania pomiarów użyto miernik natężenia oświetlenia L-50 SONOPAN klasy 1. Głowica fotometryczna w czasie badania była umiejscowiona na podłodze (pomiar oświetlenia ogólnego), a także w miejscu, w którym znajduje się głowa pacjenta oraz w miejscach gdzie znajdują się urządzenia medyczne - na wysokości ok. 1,2 m nad poziomem podłogi.

#### 4. WYNIKI POMIARÓW

Wyniki przeprowadzonych pomiarów poziomu dźwięku oraz natężenia oświetlenia przedstawiono graficznie w postaci map rozkładu na analizowanym obszarze (rys. 3 i 4). Umożliwiło to określenie przebiegu zmienności mierzonych parametrów na tle pomieszczenia (ustalenie stref koncentracji wartości danego parametru).

Mapę rozkładu poziomu dźwięku w pomieszczeniu, na tle znajdujących się tam urządzeń, pokazano na rys. 3. Można na niej zaobserwować, że równoważny poziom dźwięku  $L_{Aeq}$  w pomieszczeniu IT przyjmuje wartości w zakresie od 53,4 do 56,1 dB. Na mapie widoczne

jest również, że hałas w największym stopniu odczuwalny jest w strefie umiejscowienia urządzeń medycznych tj. respiratorów i kardiomonitorów. Otrzymane wartości przekraczają o ok. 24 dB wartości dopuszczalne zdefiniowane przez WHO [3].



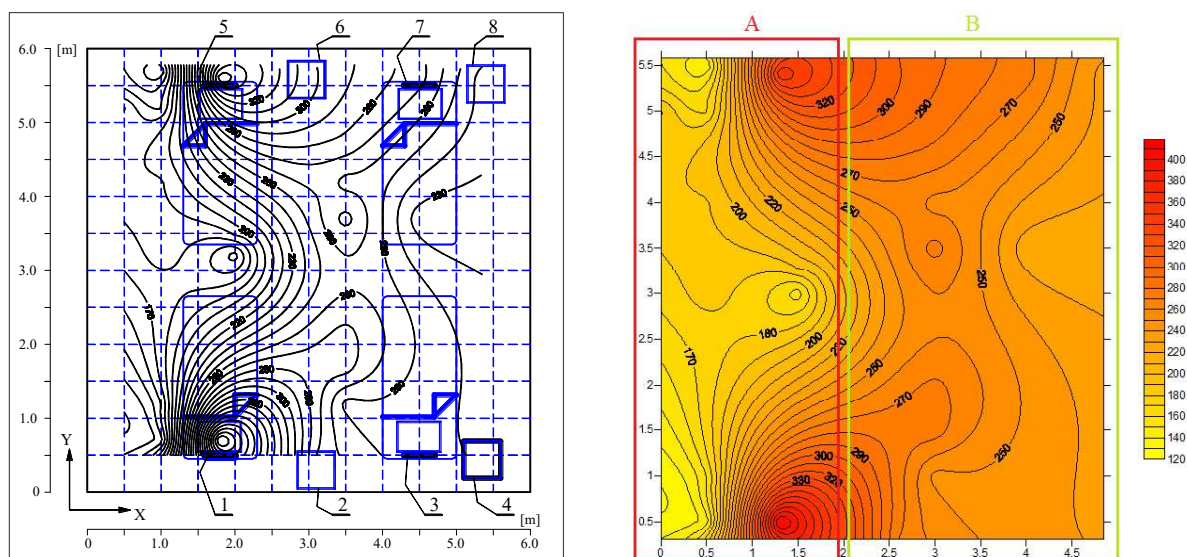
Rys. 3. Rozkładu poziomu dźwięku w analizowanym pomieszczeniu IT

Uzyskane w trakcie badań wartości natężenia oświetlenia w analizowanym pomieszczeniu (wybrane wyniki pomiarów zawarto w tabeli 1) porównane zostały z wartościami podanymi w normie PN-EN 12464-1:2004 [15]. Zgodnie z nią w pomieszczeniach oddziału intensywnej terapii oświetlenie powinno przyjmować wartości, które zależą od wykonywanych czynności: oświetlenie ogólne (OO) - 100 lx, proste badania (PB) - 300 lx, badania i zabiegi (BZ) - 1000 lx, nocna obserwacja (NO) - 200 lx, dyżurka pielęgniarek - 500 lx.

Tabela 1. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w wybranych strefach pomieszczenia IT

Nr miejsca pomiar. wg rys. 1	Natężenie oświetlenia [lx]	Wymagana wartość natężenia oświetlenia [lx] dla prostych badań zgodnie z [15]				Zgodność z [15]
		OO	BP	BZ	ON	
miejsce pomiaru – respirator, panel sterowania						
2	270	100	300	1000	200	T / N / N / T
4	237	100	300	1000	200	T / N / N / T
6	300	100	300	1000	200	T / T / N / T
8	236	100	300	1000	200	T / N / N / T
miejsce pomiaru – łóżko pacjenta, obszar głowy						
9	414	100	300	1000	200	T / T / N / T
10	245	100	300	1000	200	T / N / N / T
11	358	100	300	1000	200	T / T / N / T
12	274	100	300	1000	200	T / N / N / T

T – zgodność z normą; N – brak zgodności z normą



Rys. 4. Rozkład natężenia oświetlenia w analizowanym pomieszczeniu IT

Na podstawie mapy rozkładu natężenia oświetlenia (rys. 4) można zaobserwować, że całe pomieszczenie można podzielić na dwa obszary:

- obszar A – gdzie natężenie oświetlenia nie przekracza wartości 200 lx, oprócz stref bezpośrednio przy kardiomonitorach 1 i 5, które są swoistego rodzaju źródłem światła),
- obszar B – gdzie oświetlenie jest równomierne i przyjmuje wartości pomiędzy ok. 250 do ok. 300 lx.

Widać również, że wartości natężenia oświetlenia są bardzo zróżnicowane i mieszczą się w granicach od ok. 141 lx do ok. 414 lx.

Odnosząc się do wartości normatywnych podanych w tabeli 1, można stwierdzić, że na całej powierzchni pomieszczenia spełnione są wymagania dotyczące oświetlenia ogólnego (wartość wymagana wg [15] - 100 lx), natomiast badania i zabiegi nie powinny być przeprowadzane w żadnej strefie analizowanego pomieszczenia (wartość wymagana wg [15] - 1000 lx).

## 5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniu oddziału IT, zmieniały się w zakresie 53,4 dB do 56,1 dB. Podobną wartość, wynoszącą 56,2 dB, jako średnią dzienną wartość poziomu dźwięku, podaje Elliot i współ. [10]. Natomiast Cordova i współ. [11] oraz Nakamura i współ. [12] wykazują wyższą wartość średnią dla dnia ok. 65,9 dB oraz ok. 60,9 dB dla pory nocnej. WHO zaleca, by maksymalne natężenie hałasu nie przekraczało 40 dB(A) [3], natomiast z badań, którym poddane zostały zdrowe osoby, wynika, że zaburzenia snu pojawiają się przy natężeniu dźwięku powyżej 45 dB(A) [3]. Z kolei norma [7] podaje, że dopuszczalna wartość równoważnego poziomu dźwięku pochodząca od wszystkich źródeł łącznie dla pory dnia wynosi 30 dB. Zmierzone na sali intensywnej opieki medycznej wartości poziomu hałasu przekraczają więc zalecane wartości średnio o ok. 24 dB.

Istniejące warunki mogą więc negatywnie wpływać na komfort pracy personelu, zwłaszcza w ujęciu długotrwałej ekspozycji w ciągu dnia, powodować zmęczenie i brak koncentracji, a także utrudniać prawidłową komunikację z pacjentem. Hałaśliwe otoczenie powoduje wyczerpanie emocjonalne i efekt wypalenia zawodowego, szczególnie wśród personelu pielęgniarskiego. Dodatkowo silnie wiąże się ze zwiększonym stresem

i rozdrażnieniem. Praca w takim środowisku wiąże się z konieczności większej koncentracji na prawidłowym wykonaniu swoich obowiązków, a to w konsekwencji może doprowadzić do popełnienia błędów. W przypadku pacjentów natomiast podwyższony poziom natężenia dźwięku może skutkować zaburzeniami snu i odpoczynku oraz zwiększeniem dolegliwości bólowych.

Badania natężenia oświetlenia wykazały znaczne zróżnicowane wartości tego parametru w pomieszczeniu. Poziom natężenia oświetlenia przy podłodze przyjmował średnio wartość ok. 230 lx, natomiast wielkości zalecane w normie [15] dla tego parametru wynoszą 100 lx. Wartość natężenia oświetlenia, zmierzona w miejscach gdzie wykonywane są podstawowe czynności medyczne (łóżka pacjentów oraz respiratory), zmieniały się w zakresie 236 – 414 lx, podczas gdy zalecenia normowe [15] mówią o wartości minimum 300 do nawet 1000 lx.

Biorąc pod uwagę specyfikę oddziału IT można stwierdzić, iż natężenie oświetlenia przyjmuje tu zdecydowanie zbyt niskie wartości.

Podsumowując, przeprowadzona wstępna ocena warunków pracy personelu medycznego na oddziale intensywnej terapii wykazała, że warunki panujące w analizowanym pomieszczeniu odbiegają od zaleceń normowych, co może negatywnie wpływać na proces pracy. Jest to istotne ze względu na charakter tego typu oddziału, gdzie przeprowadza się zabiegi wymagające dużej odpowiedzialności i koncentracji.

Zaprezentowane wyniki stanowią część szerokiego programu badawczego obejmującego nie tylko oddziały IT w różnych szpitalach, ale również gabinety specjalistyczne (stomatologiczne). Dotychczasowe wyniki badań były udostępnione dyrekcji oraz zainteresowanym osobom. W kolejnych etapach autorzy przewidują opracowanie własnej propozycji zmian na stanowiskach pracy w jednostkach służby zdrowia, zarówno w zakresie racjonalizacji przestrzeni pracy jak i poprawy ergonomii dla personelu.

## LITERATURA

- [1] Kuriata E., Felińczak A., Szachniewicz M., Pawlas K., Grzebieluch J., Kiedik D., Fal A. M.: Rozpoznawanie przez pielęgniarki szkodliwych czynników chemicznych i fizycznych na stanowiskach pracy w szpitalu, *Family Medicine & Primary Care Review*, vol. 14(1), 2012, s. 29-36.
- [2] [http://www.sztuka-architektury.pl/index.php?ID\\_PAGE=34642](http://www.sztuka-architektury.pl/index.php?ID_PAGE=34642)
- [3] [http://www.ecophon.com/globalassets/old-structure/eco-magazine/ecomag-2/eco2\\_pl.pdf](http://www.ecophon.com/globalassets/old-structure/eco-magazine/ecomag-2/eco2_pl.pdf)
- [4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 grudnia 2012 r. w sprawie standardów postępowania medycznego w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą (Dz.U.2013.15).
- [5] 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 poz. 817).
- [6] PN-N-01307:1994, Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- [7] PN-B-02151/02:1987, Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [8] PN-88 B-02171, Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318).
- [10] Elliott R.M., McKinley S.M., Eager D.: A pilot study of sound levels in an Australian adult general intensive care unit, *Noise Health*, vol. 12, 2011, p. 26-36.

- [11] Cordova A.C., Logishetty K., Fauerbach J., (et al.): Noise levels in a burn intensive care unit. *Burns*, vol. 39, 2013, p. 44-48.
- [12] Nakamura V., Bouletreau P., Allaouchiche B., (et al.): Results of an Anti-Noise Campaign in an Intensive Care Unit. *Anesthesiology*, vol. 96, 2002, A407.
- [13] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690).
- [14] Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, tekst jednolity (Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650 z późn. zm.).
- [15] PN-EN 12464-1:2012, Światło i oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- [16] Zajkowski M., Efektywność energetyczna oświetlenia szpitalnego – cz. I, *Ogólnopolski Przegląd Medyczny* 1-2/2015.
- [17] Pawlak A., Oświetlenie miejsc pracy we wnętrzach – nowa norma oświetleniowa, *Bezpieczeństwo Pracy* 10/2004.

## **PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF MEDICAL STAFF IN THE INTENSIVE CARE UNIT BASED ON MEASUREMENTS OF THE SOUND LEVEL AND ILLUMINATION**

**Abstract:** The authors assess the working conditions of medical staff on the w Intensive Care Unit (ICU). The acoustic comfort was evaluated on the basis of sound level measurement and the lighting conditions of the illumination value. During the measurements worked most important noise sources such as respirators and patient monitors. The sound level values which have been measured in the ICU room were exceeded the permissible value of approx. 24 dB. Based on the results of measurements illumination it has been found that only part of the measurement points were met of requirements of the current legislations.