

# OCENA NARAŻENIA NA HAŁAS I RYZYKO USZKODZENIA SŁUCHU U PRACOWNIKÓW UŻYWAJĄCYCH SŁUCHAWKOWYCH ZESTAWÓW KOMUNIKACYJNYCH LUB SŁUCHAWEK

EVALUATION OF NOISE EXPOSURE AND RISK OF HEARING IMPAIRMENT IN EMPLOYEES USING COMMUNICATION HEADSETS OR HEADPHONES

Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska, Kamil Zaborowski, Małgorzata Zamojska-Daniszewska, Adam Dudarewicz, Paulina Rutkowska-Kaczmarek

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland  
Zakład Zagrożeń Fizycznych / Department of Physical Hazards

## STRESZCZENIE

**Wstęp:** Celem pracy była ocena narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem wśród użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek. **Materiał i metody:** W grupie 74 pracowników (wiek:  $31,8 \pm 7,3$  roku), w tym personelu lotnictwa wojskowego ( $N = 12$ ), transkrybentów ( $N = 18$ ) i telemarketerów ( $N = 44$ ), przeprowadzono pomiary hałasu i badania kwestionariuszowe. Poziomy dźwięku emitowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne (lub słuchawki) zmierzono z zastosowaniem techniki *microphone in the real ear* (MIRE) i techniki sztucznego ucha, odpowiednio, według norm PN-EN ISO 11904-1:2008 i CSA Z107.56-13. Ryzyko uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem oszacowano zgodnie z wytycznymi normy PN-ISO 1999:2000. **Wyniki:** Mierzone pod słuchawkami i słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi z zastosowaniem technik MIRE i sztucznego ucha wartości równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającego warunkom pola rozproszonego) wynosiły, odpowiednio, 67–86 dB (10–90 percentyl) i 68–89 dB (10–90 percentyl). Badani pracownicy używali tych urządzeń średnio przez 1,5–8 godz. dziennie (10–90 percentyl). Ekspozycja na takie poziomy dźwięku przez 40 lat pracy wiąże się z ryzykiem uszkodzenia słuchu (średni próg słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz > 25 dB) sięgającym 10–12% (technika MIRE) lub 19–22% (technika sztucznego ucha). Wartości indywidualnego dziennego poziomu ekspozycji na hałas w badanej grupie wynosiły 71–85 dB (10–90 percentyl). Część pracowników skarżyła się na problemy z rozumieniem mowy w hałaśliwym otoczeniu (28,4%) i słyszeniem szeptu (16,2%) oraz zauważyła przejściowe skutki słuchowe po pracy z zastosowaniem słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek (16,2–25,7%). **Wnioski:** Wskazane jest objęcie użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych i słuchawek programem ochrony słuchu oraz kontynuowanie badań wśród pracowników innych branż. Med. Pr. 2019;70(1):27–52

**Słowa kluczowe:** ekspozycja zawodowa, hałas, uszkodzenie słuchu, pomiar hałasu, szacowanie ryzyka, słuchawkowe zestawy komunikacyjne

## ABSTRACT

**Background:** The aim of the study was to assess the noise exposure and risk of noise-induced hearing loss (NIHL) among users of communication headsets (CHs) or headphones. **Material and Methods:** Noise measurements and questionnaire surveys were carried out in 74 workers (aged:  $31.8 \pm 7.3$  years), including military aviation personnel ( $N = 12$ ), transcribers ( $N = 18$ ) and call center operators ( $N = 44$ ). Sound pressure levels (SPLs) emitted by CHs (or headphones) were determined using the microphone in the real ear (MIRE) technique and artificial ear techniques according to PN-EN ISO 11904-1:2008 and CSA Z107.56-13, respectively. The risk of NIHL was evaluated in accordance with PN-ISO 1999:2000. **Results:** The diffused-field-related A-weighted equivalent-continuous SPLs measured under CHs (or headphones) using the MIRE and artificial ear techniques reached values of 67–86 dB (10–90th percentile) and 68–89 dB (10–90th percentile), respectively. The study subjects used these devices 1.5–8 h (10–90th percentile) per day. Exposure to such noise levels for 40 years of employment causes the risk of hearing impairment (mean hearing threshold level for 2, 3 and 4 kHz > 25 dB) up to 10–12% (MIRE technique) or 19–22% (artificial ear technique). Individual daily noise exposure levels in study group varied 71–85 dB (10–90th percentile). A number of workers complained of problems with understanding speech in noisy environment (28.4%) and hearing whisper (16.2%) and experienced post-work temporary hearing symptoms (16.2–25.7%) as well. **Conclusions:** The users of CHs and headphones should be included in the hearing conservation program. Further studies are also needed among employees of other industries. Med Pr. 2019;70(1):27–52

**Key words:** occupational exposure, noise, hearing loss, noise measurement, risk assessment, communication headsets

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi, Zakład Zagrożeń Fizycznych, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: malgorzata.pawlaczyk@imp.lodz.pl  
Nadesłano: 29 grudnia 2017, zatwierdzono: 18 czerwca 2018

## WSTĘP

W ostatnich kilkudziesięciu latach, w szczególności w ostatniej dekadzie, obserwuje się zwiększone zastosowanie przewodowych i bezprzewodowych słuchawkowych zestawów komunikacyjnych przez pracowników różnych branż. Tego typu urządzenia używane są m.in. w centrach usług telemarketingowych (call center), mediach, transporcie, budownictwie, obsłudze naziemnej lotnisk i kontroli ruchu lotniczego, wojsku, przemyśle i gastronomii (barach szybkiej obsługi). Stosują je również transkrybenci realizujący usługi transkrypcji (spisywania ze słuchu) [1]. Sama branża usług telemarketingowych dysponuje w Polsce blisko 24 tys. stanowisk pracy wyposażonych w słuchawkowe systemy komunikacyjne [2].

Standardowe metody pomiaru hałasu według norm PN-N-01307:1994 [3] i PN-EN ISO 9612:2011 [4], z zastosowaniem mierników poziomu dźwięku lub indywidualnych mierników ekspozycji na dźwięk (dozymetrów hałasu), nie pozwalają na ocenę narażenia na hałas w przypadku stosowania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, czyli wtedy, gdy źródło dźwięku znajduje się w pobliżu ucha pracownika.

Do oceny narażenia na hałas w tego typu sytuacjach zostały opracowane specjalne metody, które wymagają stosowania kosztownego specjalistycznego urządzenia pomiarowego symulującego głowę i tors osoby narażonej (technika manekina akustycznego według normy PN-EN ISO 11904-2:2008) lub umieszczania w przewodzie słuchowym pracownika miniaturowego mikrofonu bądź sondy mikrofonowej [technika pomiarowa *microphone in the real ear* (MIRE)] według normy PN-EN ISO 11904-1:2008) [5,6].

W niektórych krajach wprowadzono metody pomiarowe pozwalające na pominięcie niedogodności wynikających z konieczności stosowania manekina akustycznego lub umieszczania w uchu pracownika sondy mikrofonowej. W Nowej Zelandii, Australii i Kanadzie opracowano sposoby badań wykorzystujące sztuczne ucho, opisane odpowiednio w normach AS/NZS 1269.1:2005 i CSA Z107.56-13 [7,8]. Dodatkowo w Kanadzie zapro-

ponowano pośrednią metodę obliczeniową uwzględniającą wyniki pomiarów tła akustycznego (poziomu dźwięku na zewnątrz słuchawek) z zastosowaniem standardowych metod pomiaru hałasu w środowisku pracy oraz tłumienie dźwięku przez słuchawki i stosunek sygnału do szumu podczas odsłuchiwania sygnałów dźwiękowych [8].

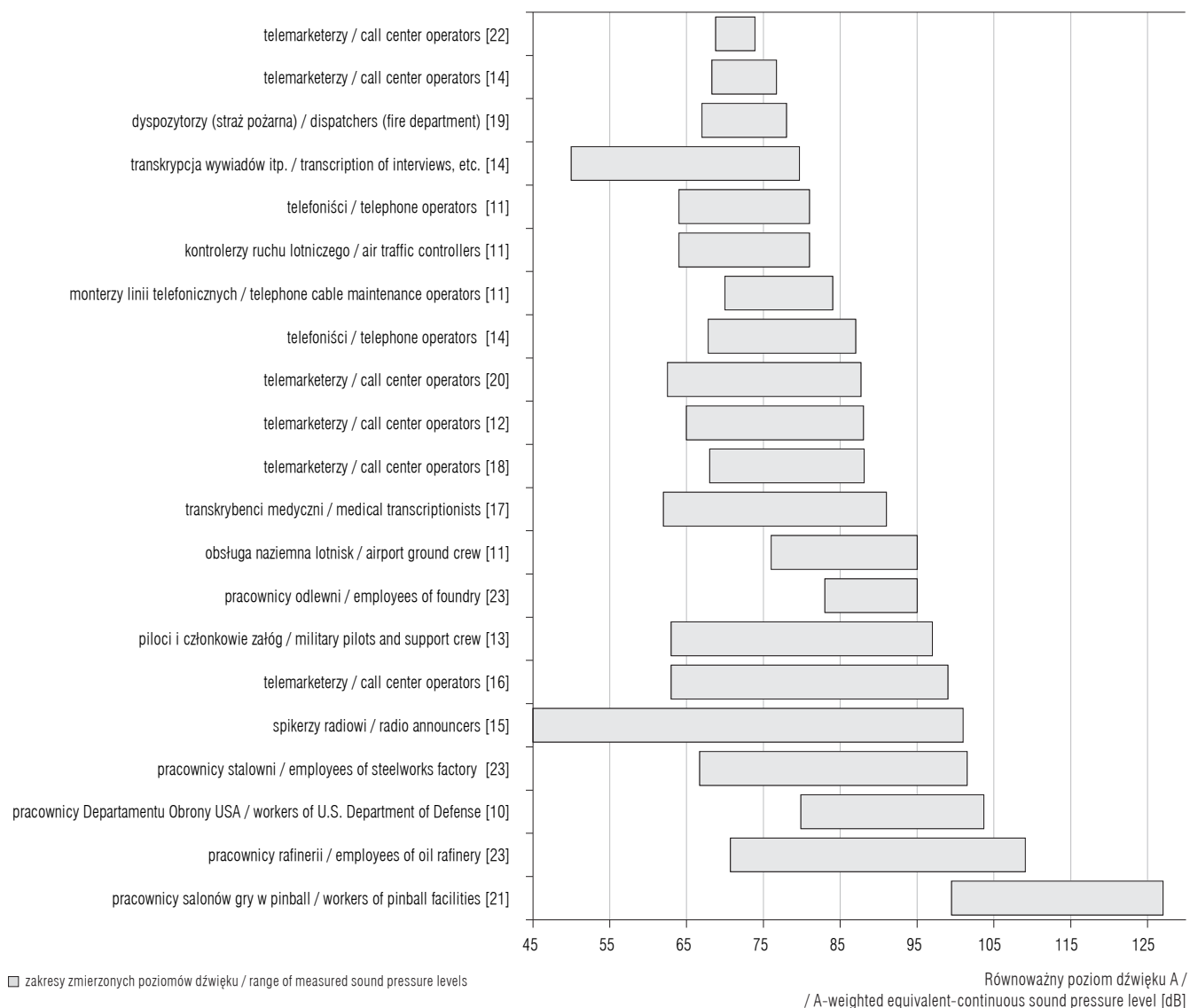
Problem ekspozycji pracowników używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych na hałas (dźwięki) nie jest nowy. Przykładowo w Kanadzie pomiary i ocenę narażenia na hałas generowany przez tego typu urządzenia zainicjowano pod koniec lat 70. ubiegłego wieku [9].

Od tamtego czasu przeprowadzono na świecie szereg badań z zastosowaniem różnych technik pomiarowych ukierunkowanych na ocenę narażenia na hałas (dźwięki) generowany przez słuchawki lub słuchawkowe zestawy komunikacyjne.

W świetle dostępnych danych z piśmiennictwa, w zależności od rodzaju stosowanego słuchawkowego zestawu komunikacyjnego oraz sposobu i warunków pracy, mierzone pod słuchawkami poziomy dźwięku A mogą się zmieniać w szerokim zakresie (od kilkudziesięciu do ponad 100 dB) [10–23], co zobrazowano na rycinie 1. Urządzenia tego typu mogą być w szczególności źródłem hałasu o równoważnym poziomie dźwięku A przewyższającym 85 dB – tymczasem za bezpieczny, z punktu widzenia ochrony narządu słuchu, uznawany jest poziom 75 dB [24].

Szeroki zakres zmienności poziomu dźwięku wytwarzanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne, zróżnicowanie zewnętrznych warunków akustycznych (hałasu tła) oraz możliwość generowania w słuchawkach (np. wskutek zakłóceń telefonicznych) nagłych, krótkotrwałych, głośnych dźwięków (tzw. wstrząsów akustycznych) wiążą się z ryzykiem występowania u pracowników zarówno słuchowych, jak i pozasłuchowych skutków działania hałasu.

Zatem u użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych może przede wszystkim dochodzić do niepożądanych reakcji i dolegliwości spowodowanych wstrząsem akustycznym, czyli wystąpieniem tzw. zespołu



**Rycina 1.** Narażenie na hałas emitowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne i słuchawki wśród pracowników różnych branż – przykładowe dane z piśmiennictwa [10–23]

**Figure 1.** Exposure to noise emitted by communication headsets and headphones among employees of various industries – exemplary literature data [10–23]

szoku akustycznego (*acoustic shock disorder* – ASD). Jego typowymi objawami są przejściowe bóle uszu, szumy uszne, nadwrażliwość słuchowa (fonofobia), bóle i zawroty głowy, uczucie zatkania uszu, drętwienie lub pieczenie wokół uszu, a także reakcje emocjonalne, w tym stany lękowe i depresja [25]. Z kolei długotrwałe narażenie na hałas (dźwięki) o poziomie > 85 dB poprzez słuchawki wiąże się z ryzykiem uszkodzenia słuchu [24].

Przykładowo opublikowane w 2015 r. wyniki badań przekrojowych, obejmujących 1351 kenijskich operatorów usług telemarketingowych (w wieku 19–55 lat), wykazały występowanie objawów zespołu szoku akustycz-

nego u 384 (13%) pracowników. Jednak tylko u 21 (5,5%) osób z tego typu objawami stwierdzono ubytki słuchu, przy czym tylko u 1 mężczyzny były to ubytki znaczne, a w przypadku 12 kobiet i 8 mężczyzn – umiarkowane [26].

Znacznie większy odsetek ubytków słuchu wśród użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych odnotowali wcześniej El-Bestar i wsp. [27]. Przeprowadzili oni badania słuchu (audiometria tonalna – przewodnictwo powietrzne i kostne w częstotliwości 0,5–8 kHz) w grupie 58 operatorów telefonicznych (wiek:  $46,3 \pm 8,1$  roku, staż pracy:  $20,6 \pm 9,1$  roku), z których ponad połowa (51,8%) stosowała słuchawkowe zestawy komuni-

kacyjne. Grupę kontrolną stanowiło 30 pracowników biurowych (wiek:  $47,2 \pm 8,1$  roku, staż pracy:  $21,7 \pm 8,2$  roku).

Badania te wykazały u 44,8% operatorów telefonicznych ubytki słuchu typu odbiorczego – żadnego takiego przypadku nie stwierdzono w grupie porównawczej. Użytkownicy słuchawkowych zestawów komunikacyjnych mieli istotnie statystycznie gorszy słuch niż operatorzy nieużywający słuchawek (w częstotliwości 4–8 kHz i 2–8 kHz, odpowiednio, w przypadku prawego i lewego ucha). Co więcej analiza statystyczna (regresja logistyczna) wykazała, że używanie tego typu urządzeń zwiększało ponad 5-krotnie ryzyko wystąpienia ubytków słuchu typu odbiorczego (OR = 5,2, 95% CI: 1,2–16,1,  $p < 0,05$ ) [27].

Obecnie w Polsce nie wykonuje się rutynowo pomiarów i oceny narażenia na hałas na stanowiskach pracy wyposażonych w słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki, a nieliczne opublikowane wcześniej prace przedstawiają jedynie wyniki badań poziomu dźwięku wśród telemarketerów [20,22]. W konsekwencji brakuje informacji na temat skali i stopnia narażenia na hałas oraz związanego z nimi ryzyka uszkodzenia słuchu wśród pracowników używających na co dzień słuchawkowych zestawów komunikacyjnych. Dlatego celem niniejszej pracy była właśnie ocena narażenia oraz ryzyka uszkodzenia słuchu wśród pracowników różnych branż stosujących słuchawkowe zestawy komunikacyjne.

## MATERIAŁ I METODY

Od lipca do października 2017 r. przeprowadzono badania kwestionariuszowe oraz pomiary i ocenę narażenia na hałas wśród pracowników wybranych branż, którzy stosują słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki. Następnie na podstawie uzyskanych wyników oszacowano ryzyko uszkodzenia słuchu u potencjalnych użytkowników tego typu urządzeń.

Badania te przeprowadzono w bazie lotnictwa wojskowego, centrum usług telemarketingowych operatora jednej z sieci telefonii komórkowej oraz 2 sądach (rejonowym i okręgowym) i prywatnej firmie zatrudniającej transkrybentów.

Komisja Bioetyczna działająca przy Instytucie Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi wyraziła zgodę na realizację badań i stosowane metody (Uchwała nr 13/2016 z dnia 18 listopada 2016 r.).

### Badana grupa

Badaniami objęto 74 osoby (34 kobiety i 40 mężczyzn) w wieku 18–59 lat, w tym 12 pracowników lotnictwa

wojskowego (5 pilotów i członków załóg, 4 pracowników obsługi technicznej statków powietrznych i 3 kontrolerów ruchu lotniczego), 18 transkrybentów oraz 44 operatorów centrów usług telemarketingowych, używających na co dzień w pracy słuchawek lub słuchawkowych zestawów komunikacyjnych przez 0,1–28 lat.

### Badania kwestionariuszowe

Celem badań kwestionariuszowych była samoocena stanu słuchu pracowników oraz identyfikacja zawodowych i pozazawodowych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu. Zastosowano specjalnie przygotowany do tego celu kwestionariusz, zawierający m.in. pytania dotyczące:

- przebiegu pracy zawodowej, wykształcenia, aktualnego stanowiska pracy;
- specyfiki pracy ze słuchawkami lub słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi, w tym ich rodzaju, sposobu i czasu stosowania, zakresu i rodzaju wykonywanych czynności;
- samooceny stanu słuchu;
- przebytych chorób;
- stylu życia (np. palenia papierosów, hobby związane z narażeniem na hałas itp.).

Dodatkowo badane osoby poproszono o wypełnienie zaadaptowanego przetłumaczonego kwestionariusza amsterdamskiego do oceny upośledzenia i niepełnosprawności słuchowej (*Amsterdam Inventory for Auditory Disability and Handicap – AIADH*) [28,29].

Kwestionariusz ten składa się z 30 pytań, w tym 2 pytań kontrolnych, nieuwzględnianych w ocenie. Pytania podzielone są na 5 części (skal) oceniających oddzielnie:

- zdolność dyskryminacji (rozróżniania) dźwięku (skala I),
- lokalizację słuchową (skala II),
- rozumienie mowy w hałasie (skala III),
- rozumienie mowy w ciszy (skala IV),
- wykrywanie dźwięku (skala V).

Respondenci, mając do wyboru 4 odpowiedzi: „prawie nigdy”, „czasami”, „często” i „prawie zawsze”, określają, jak często w różnych codziennych sytuacjach i w jakim stopniu sobie radzą (np. „Czy rozumiesz, co mówi sprzedawca w gwarnym sklepie?”). Odpowiedzi na pytania kodowane są w skali 0–3, a następnie sumowane – oddzielnie dla każdej z 5 części kwestionariusza. Maksymalna liczba punktów, jaką można osiągnąć, wynosi 84 ( $24+15+15+15+15$ ). Im wyższą punktację uzyskają respondenci, tym lepszą jakość słyszenia wykazują [28].

### Pomiary i ocena narażenia na dźwięki

Przeprowadzono bezpośrednie pomiary hałasu docierającego do uszu pracowników przez słuchawkowe



zestawy komunikacyjne oraz pomiary hałasu tła akustycznego, występującego na zewnątrz słuchawek podczas ich używania. Mierzono:

- równoważny poziom dźwięku A,
- maksymalny poziom dźwięku A,
- szczytowy poziom dźwięku C,
- równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 20–20 000 Hz.

Pomiary hałasu generowanego przez słuchawki były przeprowadzane równocześnie 2 metodami, tj. z zastosowaniem techniki MIRE według normy PN-EN ISO 11904-1:2008 oraz techniki sztucznego ucha według normy CSA Z107.56-13 [5,8]. Natomiast pomiary tła akustycznego wykonywano standardową metodą według norm PN-N-01307:1994 [3] i PN-EN ISO 9612:2011 [4] z zastosowaniem indywidualnego dozymetru hałasu.

W przypadku badań techniką MIRE miniaturowa sonda mikrofonowa typu SV25S, podłączona do dwukanałowego dozymetru hałasu typu SV102 (prod. SVANTEK, Polska), była umieszczana pod słuchawką w uchu pracownika (przy wejściu do otwartego przewodu słuchowego). Jednocześnie drugi kanał dozymetru (wposażony w mikrofon 1/2 cala, typ 7052E, prod. ACO Pacific, USA) był wykorzystywany do pomiarów poziomu dźwięku tła akustycznego (na zewnątrz słuchawki lub przy uchu bez słuchawki w odległości ok. 10 cm).

Z kolei badania techniką sztucznego ucha wymagały podłączenia równolegle do komputera (lub innego urządzenia przesyłającego sygnały dźwiękowe) drugiego takiego samego słuchawkowego zestawu komunikacyjnego lub słuchawek identycznych z używanymi przez pracownika. Jedna z dwóch słuchawek (lub jedna słuchawka) – w szczególności ta wchodząca w skład zestawu komunikacyjnego – umieszczana była na sztucznym uchu firmy typu 43AG-2 (prod. GRAS Sound and Vibration A/S, Dania) połączonym z analizatorem dźwięku typu SVAN 958 (prod. SVANTEK, Polska).

Wyniki pomiarów hałasu z zastosowaniem technik MIRE i sztucznego ucha były korygowane tak, aby odpowiadały warunkom pola rozproszonego i mogły być porównywane z wartościami najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu w środowisku pracy [30].

W przypadku techniki MIRE, zgodnie z ustaleniami normy PN-EN ISO 11904-1:2008 [5], wyniki pomiarów (w uchu) równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 20–16 000 Hz korygowano z zastosowaniem znormalizowanej charakterystyki częstotliwościowej ucha w warunkach pola rozproszonego. Następnie na ich podstawie wyznaczano równoważny

poziom dźwięku A, odpowiadający warunkom pola rozproszonego ( $L_{AeqT,DF}$ ) według wzoru:

$$L_{AeqT,DF} = 10 \lg \left[ \sum_f 10^{(L_f + \Delta L_{DF,Hf} + A_f)/10} \right] \text{ [dB]} \quad (1)$$

gdzie:

$L_f$  – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz [dB],  
 $\Delta L_{DF,Hf}$  – charakterystyka częstotliwościowa ucha w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz w warunkach pola rozproszonego według normy PN-EN ISO 11904-1:2008 [5] [dB],

$A_f$  – wzmocnienie (korekcja) charakterystyki częstotliwościowej A w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz według normy PN-EN 61672-1:2014-03 [31] [dB].

Podobnie postępowano z wynikami pomiarów techniką sztucznego ucha, ale do korekcji wyników analizy widmowej hałasu (w pasmach tercjowych 100–10 000 Hz) stosowano poprawki ( $\Delta L_{DF,Hf}$ ) określone w normie CSA Z107.56-13 [8].

Zarówno pomiary hałasu generowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki, jak i pomiary hałasu tła akustycznego wykonywano z zastosowaniem strategii pomiarowej 1 według normy PN-EN ISO 9612:2011 [4].

Zgodnie z ustaleniami tej normy do wyboru są 3 strategie pomiarowe:

- strategia 1 – pomiary z podziałem na czynności,
- strategia 2 – pomiary stanowiskowe,
- strategia 3 – pomiary całodziennie.

W przypadku strategii 1 praca wykonywana w trakcie dnia jest dzielona na pewną liczbę reprezentatywnych czynności – dla każdej przeprowadzane są oddzielne pomiary poziomu dźwięku metodą próbkowania (wykonuje się co najmniej 3 pomiary, zwykle o ok. 5-minutowym czasie trwania). Strategia 3 wymaga przeprowadzenia co najmniej 3 całodziennych (lub obejmujących w miarę możliwości znaczną część dnia pracy) ciągłych pomiarów ciśnienia akustycznego. Z kolei w przypadku strategii 2 podczas wykonywania prac na konkretnym stanowisku pobieranych jest co najmniej 5 wybranych losowo próbek poziomu dźwięku o łącznym czasie trwania, w zależności od liczby zatrudnionych pracowników, 5–17 godz. Ze względu na konieczność przeprowadzania pomiarów z sondą mikrofonową w uchu pracownika wybrano najmniej czasochłonną strategię 1.

Badaniami objęto 63 stanowiska pracy. Na każdym w trakcie wykonywania czynności z zastosowaniem słu-

chawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek zmierzono 3–10 próbek hałasu o czasie trwania 5–10 min. W sumie zarejestrowano 1008 (3×336) elementarnych próbek hałasu o łącznym czasie trwania ok. 90 (3×30) godz.

Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A i uzyskane w badaniu kwestionariuszowym informacje nt. czasu używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek) w ciągu dnia pracy wykorzystano do wyznaczenia znormalizowanego równoważnego poziomu dźwięku A (poziomu ekspozycji na hałas) odniesionego do 8-godzinnej dobowej wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h}$ ) – wielkości stanowiącej podstawę oceny narażenia na hałas i szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu.

Oceniając narażenie na hałas poszczególnych pracowników, uwzględniono wartości średnie (energetyczne) równoważnego poziomu dźwięku A (wyznaczone dla poszczególnych podgrup pracowników / stanowisk pracy) i deklarowany przez nich czas używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek. Natomiast podczas szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu uwzględniono rozkłady poziomów dźwięku i czasu narażenia w poszczególnych podgrupach pracowników (oraz w całej grupie łącznie). Następnie wyznaczono wartości dziennego poziomu ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h,10}$ ,  $L_{EX,8h,50}$  i  $L_{EX,8h,90}$ , odpowiadające, kolejno, 10, 50 i 90百分ylowi równoważnego poziomu dźwięku A i czasu narażenia.

### Szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu

Do szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu związanego ze stosowaniem słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek) wykorzystano metodę opisaną w normie PN-ISO 1999:2000 [24].

Norma ta umożliwia wyznaczanie ryzyka uszkodzenia słuchu wynikającego z wieku i ekspozycji na hałas oraz ryzyka związanego tylko z narażeniem na hałas w populacji dorosłych osób narażonych zawodowo na hałas na podstawie takich zmiennych jak wiek, płeć oraz średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia lub do tygodnia pracy ( $L_{EX,8h}$  lub  $L_{EX,w}$ ) i czas narażenia w latach [24].

Miarą ryzyka uszkodzenia słuchu wynikającego z wieku i narażenia na hałas jest odsetek osób w danym wieku (oddzielnie kobiet i mężczyzn), których próg słuchu osiąga lub przekracza założoną wartość graniczną (np. 25 dB lub 45 dB). Natomiast ryzyko związane tylko z ekspozycją na hałas jest określane jako różnica między odsetkiem populacji w danym wieku (oddzielnie kobiet

i mężczyzn) narażonym na hałas, którego próg słuchu przekracza wartość graniczną (np. 25 dB), a odsetkiem populacji nienarażonej na hałas w tym samym wieku (i tej samej płci) z progiem słuchu powyżej założonej wartości granicznej [24].

Podstawą szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu były wartości dziennego poziomu ekspozycji na hałas (wartości  $L_{EX,8h,10}$ ,  $L_{EX,8h,50}$  i  $L_{EX,8h,90}$ ) wyznaczone na podstawie rozkładów wyników pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A pod słuchawkami i deklarowanego czasu ich używania. Dla całej badanej grupy i poszczególnych podgrup pracowników / stanowisk pracy (oddzielnie kobiet i mężczyzn), przy założonym hipotetycznym wieku (25–65 lat) i okresie pracy zawodowej (5–45 lat), zmieniających się z krokiem co 5 lat, oszacowano ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i narażeniem na hałas oraz ryzyko wynikające tylko z narażenia na hałas. Obliczenia te wykonano oddzielnie dla średniego proggu słuchu dla wybranych częstotliwości:

- 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz;
- 1 kHz, 2 kHz i 3 kHz;
- 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz.

W obliczeniach uwzględniono rozkłady proggu słuchu z bazy danych A (wyselekcjonowanej, zdrowej otologicznie, nienarażonej zawodowo na hałas populacji, odniesienia według normy PN-ISO 1999:2000) [24].

### Analiza statystyczna

Analizując wyniki badań kwestionariuszowych, określono, jakie odsetki całej badanej grupy i poszczególnych podgrup pracowników osiągnęły założone wyniki lub udzieliły określonych odpowiedzi. Odsetki te wyznaczono wraz z 95% CI. Różnice pomiędzy podgrupami pracowników w częstości (odsetkach) udzielanych odpowiedzi lub osiągniętych rezultatach oceniano z zastosowaniem dokładnego testu Fishera.

Przedstawiając wyniki pomiarów poziomu dźwięku i badań kwestionariuszowych, odwoływano się zarówno do całej badanej grupy, jak i do 6 podgrup pracowników (stanowisk pracy):

- pilotów i członków załóg,
- pracowników obsługi technicznej statków powietrznych,
- kontrolerów ruchu lotniczego,
- pracowników lotnictwa wojskowego (z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego),
- transkrybentów,
- telemarketerów.

Natomiast analizując wyniki tych badań, ze względu na małą liczbę kontrolerów ruchu lotniczego, ograniczono się tylko do porównań w 3 podgrupach pracowników, tj. w podgrupie pracowników lotnictwa (pilotów, członków załóg i obsługi technicznej statków powietrznych), transkrybentów i operatorów call center.

Wyniki pomiarów hałasu z zastosowaniem technik MIRE i sztucznego ucha porównywano za pomocą testu t-Studenta dla prób zależnych, a w przypadku niespełnienia warunków jego stosowania – za pomocą nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxon. Do oceny różnic rozkładów statystycznych poziomu dźwięku stosowano test Kołmogorowa-Smirnowa. Średni wiek, staż pracy, dzienny poziom ekspozycji na hałas (i inne zmienne) w podgrupach pracowników porównywano parami za pomocą testu Tukeya (HSD) dla nierównych liczebności grup.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy założonym poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , poza wyjątkiem porównań częstości odpowiedzi lub średnich parami w różnych podgrupach pracowników równocześnie, kiedy jako granicę istotności statystycznej przyjmowano wartość  $\alpha$  podzieloną przez liczbę możliwych porównań  $N$  ( $\alpha = 0,05/N$ ). Do obliczeń stosowano program STATISTICA 9.1 (prod. StatSoft Inc., USA).

## WYNIKI

### Badania kwestionariuszowe

#### Charakterystyka badanej grupy

Badaniami objęto 74 osoby, w tym 34 kobiety i 40 mężczyzn, w wieku  $31,8 \pm 7,3$  roku (tabela 1). Ankietowani pracownicy używali słuchawek (transkrybenci) lub słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (pracownicy lotnictwa wojskowego i telemarketerzy) przez  $0,1-28$  lat ( $4,9 \pm 5,3$  roku), średnio przez  $0,4-8$  godz. ( $5,7 \pm 2,6$  godz.) dziennie. Prawie wszystkie badane osoby nosiły słuchawki nauszne (95,9%), w tym ponad połowa (52,7%) – jednouszne. Wśród operatorów centrów usług telemarketingowych, jedynych użytkowników słuchawek jednousznych, przeważali ci, którzy zakładali je tylko na preferowane ucho (94,1%).

Poszczególne podgrupy stanowisk pracy, tj. pracownicy lotnictwa wojskowego, transkrybenci i operatorzy call center, nie różnili się wiekiem, stażem pracy i okresem używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek). Jedynie operatorzy call center używali tego typu urządzeń dłużej (w skali tygodnia) w porównaniu z pozostałymi podgrupami pracowni-

ków. Z kolei piloci i technicy stosowali je przy ustawionym niższym wzmocnieniu niż transkrybenci i telemarketerzy (tabela 1).

Około 43% ankietowanych osób było ekspozowanych na hałas w poprzednim miejscu pracy: 81,5% z nich na hałas głośny lub bardzo głośny. Co piąta osoba deklarowała częste (co najmniej kilka razy w miesiącu) spędzanie wolnego czasu w pubach, klubach muzycznych lub na koncertach. Nieznacznie większy odsetek (27%) badanych pracowników słuchał muzyki za pomocą odtwarzaczy typu mp3 przez co najmniej godzinę dziennie: ponad połowa (60%) z nich – co najmniej kilka razy w tygodniu. Natomiast jedynie kilka osób (4,1%) deklarowało posiadanie hobby związanego z narażeniem na hałas.

Wśród innych dodatkowych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu, takich jak palenie papierosów, nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, zespół Reynauda, jasna karnacja, leczenie antybiotykami ototoksycznymi, najczęściej wymieniane było palenie papierosów. Ponad 2/3 ankietowanych pracowników deklarowało palenie papierosów aktualnie lub w przeszłości – inne dodatkowe czynniki ryzyka występowały najwyżej u kilku osób.

Analizowane podgrupy pracowników lotnictwa, transkrybentów i telemarketerów nie różniły się pod względem częstości występowania dodatkowych, poza hałasem, czynników ryzyka uszkodzenia słuchu.

#### Samoocena stanu słuchu

Prawie wszyscy ankietowani pracownicy ocenili swój słuch jako dobry (94,6%). Jednak 16,2% badanych zauważyło u siebie pogorszenie słuchu, które u większości nasilało się stopniowo (83,3%) i dotyczyło obojga uszu (75%). Co więcej, część z nich skarżyła się na problemy z rozumieniem mowy w hałaśliwym otoczeniu (28,4%) i słyszeniem szeptu (16,2%) (tabela 2).

Problemy ze słuchem występowały najczęściej wśród transkrybentów. Ta podgrupa pracowników istotnie statystycznie częściej w stosunku do operatorów call center skarżyła się na pogorszenie słuchu (38,9% vs 6,8%,  $p < 0,05/3$ ) i trudności w rozumieniu szeptu (44,4% vs 6,8%,  $p < 0,05/3$ ) (tabela 2).

Część ankietowanych zaobserwowała u siebie, po pracy w słuchawkach, przejściowe pogorszenie słuchu (17,6%), szumy uszne (16,2%) i uczucie pełności (zatkania) uszu (25,7%). Dolegliwości tego typu występowały zwykle sporadycznie.

W badaniu kwestionariuszem amsterdamskim użytkownicy słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek) uzyskali średni łączny wynik ( $72,7 \pm 9$ )

**Tabela 1.** Charakterystyka pracowników używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek, uczestniczących w badaniach terenowych prowadzonych w bazie lotnictwa wojskowego, centrum usług telemarketingowych oraz 2 sądach (rejonowym i okręgowym) i prywatnej firmie zatrudniającej transkrybentów, w okresie od lipca do października 2017 r.

**Table 1.** Characteristics of the workers using communication headsets or headphones participating in studies carried out in the military aviation base, call center and 2 courts (district and county) and a private company employing transcribers in period from July to October 2017

Zmienna Variable	Pracownicy Workers						
	ogółem total (N = 74)	piloci i członkowie załóg pilots and cabin crew (N = 5)	obsługa techniczna statków powietrznych technical service of aircrafts (N = 4)	kontrolerzy ruchu lotniczego air traffic controllers (N = 3)	pracownicy lotnictwa wojskowego military aviation employees* (N = 9)	transkrybenci (N = 18)	telemarketerzy call center operators (N = 44)
Mężczyźni / Males [%]	54,1	100	100	100	100	61,1	38,6
Wiek [w latach] / Age [years] (M±SD)	31,8±7,3	37,3±8,7	40,8±2,3	31,3±2,8	38,6±6,9	32,4±6,4	30,3±7,3
Wykształcenie / Education [%]							
wyższe / higher	58,1	80,0	50,0	66,7	66,7	77,8	47,7
średnie / high school	40,5	20,0	50,0	33,3	33,3	16,7	52,3
inne / other	1,4	0	0	0	0	5,6	0
Staż pracy [w latach] / Tenure [years] (M±SD)	3,5±2,9	3,8±3,4	8,0±5,9	3,1±4,3	5,9±5,0	3,1±2,4	3,2±2,2
Rodzaj zatrudnienia / Type of employment [%]							
praca na pełny etat / full-time job	86,1	100	100	100	100	55,6	95,3
praca na część etatu / part-time job	2,8	0	0	0	0	0	4,7
inne / others	11,1	0	0	0	0	44,4	0
Rodzaj SZK / Type of CH [%]							
słuchawki douszne / earphones	4,1	20,0	0	0	11,1	11,1	0
obuuszne słuchawki nagłowne / binaural headphones	43,2	80,0	100	100	88,9	77,8	15,9
jednuszne słuchawki nagłowne / monaural headphones	52,7	0	0	0	0	11,1	84,1
Używanie SZK lub słuchawek / Usage of CH or headphones (M±SD)							
okres [w latach] / duration [years]	4,9±5,3	13,0±11,8	14,3±6,1	3,1±4,3	13,6±9,2	2,8±2,0	4,0±2,9
czas w ciągu dnia [godz.] / time per day [h]	5,7±2,6	3,0±1,0	2,1±0,9	1,3±0,4	2,5±1,0	3,2±1,8	7,5±0,8
czas w ciągu tygodnia [godz.] / time per week [h]	27,9±13,8	8,0±5,4	12,0±3,5	9,2±9,4	9,5±5,0 <sup>a</sup>	18,9±11,4 <sup>b</sup>	37,7±5,3 <sup>ab</sup>
wzmocnienie / volume settings [%]	72±22,7	42,4±29,2	53,8±25,3	50,0±0	47,4±26,5 <sup>ac</sup>	76,1±17,4 <sup>c</sup>	77,4±20,5 <sup>a</sup>

\* Z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego / Excluding air traffic controllers.

SZK – słuchawkowy zestaw komunikacyjny / CH – communication headset.

<sup>a</sup> istotne statystycznie różnice pomiędzy pracownikami lotnictwa wojskowego i telemarketerami (p < 0,05/3) / Significant differences between military aviation employees and call center operators (p < 0,05/3).

<sup>b</sup> istotne statystycznie różnice pomiędzy transkrybentami i telemarketerami (p < 0,05/3) / Significant differences between transcribers and call center operators (p < 0,05/3).

<sup>c</sup> istotne statystycznie różnice pomiędzy pracownikami lotnictwa wojskowego i transkrybentami (p < 0,05/3) / Significant differences between military aviation employees and transcribers (p < 0,05/3).



**Tabela 2.** Skutki słuchowe zgłaszane przez uczestników badania używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek  
**Table 2.** Self-reported hearing-related symptoms in the study group using communication headsets or headphones

Samocena Self-assessment	Pracownicy Workers [% (95% CI)]						
	ogółem total (N = 74)	piloci i członkowie załóg pilots and cabin crew (N = 5)	obsługa techniczna statków powietrznych technical service of aircrafts (N = 4)	kontrolerzy ruchu lotniczego air traffic controllers (N = 3)	pracownicy lotnictwa wojskowego military aviation employees* (N = 9)	transkrybenci transcribers (N = 18)	telemarketerzy call center operators (N = 44)
Dobry słuch / Good hearing	94,6 (86,5–98,3)	100 (51,1–100)	100 (45,4–100)	100 (38,3–100)	100 (65,5–100)	83,3 (60–95)	97,7 (87,1–100)
Pogorszenie słuchu / Hearing impairment	16,2 (9,4–26,4)	20,0 (2–64,0)	25,0 (3,4–71,1)	0 (0–61,8)	22,2 (5,3–55,7)	38,9* (20,2–61,5)	6,8* (1,7–18,9)
ucho prawe / right ear	8,3 (0–37,5)	0 (0–83,3)	0 (0–83,3)	-	0 (0–71,0)	0 (0–40,4)	33,3 (5,6–79,8)
ucho lewe / left ear	16,7 (3,5–46,0)	0 (0–83,3)	100 (16,8–100)	-	50,0 (9,5–90,6)	0 (0–40,4)	33,3 (5,6–79,8)
oboje uszu / both ears	75,0 (46,2–91,7)	100 (16,8–100)	0 (0–83,3)	-	50,0 (9,5–90,6)	100 (59,6–100)	33,3 (5,6–79,8)
nagle / sudden	8,3 (0–37,5)	0 (0–83,3)	0 (0–83,3)	-	0 (0–71,0)	14,3 (0,5–53,4)	0 (0–61,8)
narastające stopniowo / increasing gradually	83,3 (54,0–96,5)	100 (16,8–100)	100 (16,8–100)	-	100 (29,0–100)	71,4 (35,2–92,4)	100 (38,3–100)
narastające inaczej / increasing in different manner	8,3 (0–37,5)	0 (0–83,3)	0 (0–83,3)	-	0 (0–71,0)	14,3 (0,5–53,4)	0 (0–61,8)
Trudności w rozumieniu / Difficulties with understanding							
szeptu / whisper	16,2 (9,4–26,4)	0 (0–48,9)	25,0 (3,4–71,1)	0 (0–61,8)	11,1 (0–45,7)	44,4* (24,5–66,3)	6,8* (1,7–18,9)
normalnej mowy / normal speech	1,4 (0–8,0)	0 (0–48,9)	0 (0–54,6)	0 (0–61,8)	0 (0–34,5)	5,6 (0–27,3)	0 (0–9,6)
mowy w hałasie / speech in noisy environment	28,4 (19,3–39,6)	0 (0–48,9)	25,0 (3,4–71,1)	33,3 (5,6–79,8)	11,1 (0–45,7)	44,4 (24,5–66,3)	25,0 (14,4–39,6)
wysokich tonów / trebles	0 (0–5,9)	0 (0–48,9)	0 (0–54,6)	0 (0–61,8)	0 (0–34,5)	0 (0–20,7)	0 (0–9,6)
Potrzeba głośniejszego nastawiania radia i telewizora / Need for higher radio and TV volume settings	13,5 (7,3–23,3)	20,0 (2,0–64,0)	25,0 (3,4–71,1)	0 (0–61,8)	22,2 (5,3–55,7)	27,8 (12,2–51,2)	6,8 (1,7–18,9)
Szumy uszne / Tinnitus	10,8 (5,3–20,2)	0 (0–48,9)	25,0 (3,4–71,1)	0 (0–0)	11,1 (0–45,7)	11,1 (1,9–34,1)	11,4 (4,5–24,4)
Czasowe/przebieciovie pogorszenie słuchu po pracy / Post-work temporary hearing impairment	16,2 (9,4–26,4)	0 (0–48,9)	0 (0–54,6)	0 (0–61,8)	0 (0–34,5)	16,7 (5,0–40,1)	20,5 (10,9–34,7)
Szumy uszne po pracy / Post-work tinnitus	17,6 (10,4–27,9)	20,0 (2,0–64,0)	0 (0–54,6)	0 (0–61,8)	11,1 (0–45,7)	22,2 (8,5–45,8)	18,2 (9,3–32,2)
Odczucie zatkania ucha/uszu po pracy / Post-work sensation of blocking the ear/ears	25,7 (17,0–36,7)	0 (0–48,9)	25,0 (3,4–71,1)	0 (0–0)	11,1 (0–45,7)	22,2 (8,5–45,8)	31,8 (19,9–46,6)

\* Z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego / Excluding air traffic controllers.

<sup>a</sup> istotne statystycznie różnice pomiędzy transkrybentami i telemarketerami (p < 0,05/3) / Significant differences between transcribers and call center operators (p < 0,05/3).

**Tabela 3.** Samoocena jakości słyszenia w badanej grupie pracowników, wyrażona sumą punktów w badaniu kwestionariuszem amsterdamskim do oceny upośledzenia i niepełnosprawności słuchowej (*Amsterdam Inventory for Auditory Disability and Handicap* – AIAHD) [28,29]  
**Table 3.** Self-assessment of hearing ability in study group of workers in the *Amsterdam Inventory for Auditory Disability and Handicap* (AIAHD) [28,29]

Wymiar Score	Pracownicy Workers													
	ogółem total (N = 74)	piloci i członkowie załóg pilots and cabin crew (N = 5)		obsługa techniczna statków powietrznych technical service of aircrafts (N = 4)		kontrolerzy ruchu lotniczego air traffic controllers (N = 3)		pracownicy lotnictwa wojskowego military aviation employees* (N = 9)		transkrybenci transcribers (N = 18)		telemarketerzy call center operators (N = 44)		
	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile	M±SD	percentyl 10-50-90 10-50-90th percentile
Sumaryczny / Total	72,7±9,0	59-75-81	74,8±7,7	65-80-82	76,0±6,7	66-80-81	73,3±9,5	65-73-82	69,8±8,8	54-70,5-81	74,8±7,7	65-80-82	74,8±7,7	65-80-82
Skala I (dyskryminacja dźwięku) / Scale I (distinction of sounds)	22,0±2,2	19-22-24	23,4±0,7	22-24-24	23,4±0,9	22-24-24	23,5±0,6	23-23,5-24	21,4±2,3	19-21,5-24	23,4±0,7	22-24-24	23,4±0,7	22-24-24
Skala II (lokalizacja słuchowa) / Scale II (auditory localization)	12,7±2,3	9-13-15	13,2±1,9	10-14-15	13,4±2,1	10-14-15	13,0±1,8	11-13-15	12,1±2,1	9-12-15	13,2±1,9	10-14-15	13,2±1,9	10-14-15
Skala III (rozumienie mowy w hałasie) / Scale III (intelligibility in noise)	11,9±1,9	9-12-14	11,1±2,4	6-12-13	11,8±1,3	10-12-13	10,3±3,4	6-11-13	11,4±2,0	9-11-15	11,1±2,4	6-12-13	11,1±2,4	6-12-13
Skala IV (rozumienie mowy w ciszy) / Scale IV (intelligibility in quiet)	13,2±1,9	10-14-15	13,3±1,7	11-14-15	13,4±1,5	11-14-15	13,3±2,1	11-13,5-15	13,1±1,8	10-13,5-15	13,3±1,7	11-14-15	13,3±1,7	11-14-15
Skala V (wykrywanie dźwięku) / Scale V (detection of sounds)	12,9±2,4	10-14-15	13,7±1,9	10-15-15	14,0±1,7	11-15-15	13,3±2,4	10-14-15	11,8±2,4	8-12-15	13,7±1,9	10-15-15	13,7±1,9	10-15-15

\* Z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego / Excluding air traffic controllers.

na poziomie  $86,5 \pm 10,7\%$  wartości maksymalnej, a więc zbliżony do normy (tabela 3). Dobre (zbliżone do wartości maksymalnej) wyniki zdobyli również w przypadku prawie wszystkich części kwestionariusza (skale I, II, IV i V). Najniższy wynik ( $79 \pm 12,5\%$  wartości maksymalnej) odnotowano w przypadku skali III, oceniającej rozumienie mowy w szumie. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy średnimi wynikami uzyskanymi w podgrupach pracowników lotnictwa, transkrybentów i telemarketerów ( $p > 0,05/3$ ) (tabela 3).

Sumaryczny wynik  $< 70\%$  wartości maksymalnej uzyskało jedynie 5,1% operatorów call center. Najwyższy odsetek względnie niskiej punktacji ( $< 70\%$ ) odnotowano u 12,5% transkrybentów i 8,5% pracowników lotnictwa, odpowiednio, w przypadku części kwestionariusza oceniających wykrywanie dźwięku (skali V) i rozumienie mowy w hałasie (skali III).

Wyniki pomiarów i oceny narażenia na hałas

W tabeli 4 przedstawiono wyniki pomiarów hałasu docierającego do uszu pracowników przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne (lub słuchawki) i hałasu tła akustycznego, w tym wartości skorygowanego równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającego warunkom pola rozproszonego), zmierzonych z zastosowaniem technik MIRE i sztucznego ucha.

Z tego zestawienia wynika, że równoważny poziom dźwięku A tła akustycznego wynosił 54–79 dB (10–90 percentyl). Natomiast mierzone pod słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi (lub słuchawkami) wartości równoważnego poziomu dźwięku A, odpowiadającego warunkom pola rozproszonego, wynosiły 67–86 dB (10–90 percentyl) lub 68–89 dB (10–90 percentyl), odpowiednio, w przypadku pomiarów technikami MIRE i sztucznego ucha (tabela 4).

Najwyższe wartości równoważnego poziomu dźwięku A pod słuchawkami i na zewnątrz słuchawek występowały na stanowiskach pracy pilotów i obsługi technicznej statków powietrznych, a najniższe – na stanowiskach transkrybentów i kontrolerów ruchu lotniczego (tabela 4).

Pomiędzy elementarnymi wynikami pomiarów poziomu dźwięku z zastosowaniem technik sztucznego ucha i MIRE obserwowano różnice 2,4–6 dB (10–90 percentyl,  $M \pm SD = 1,5 \pm 3,2$  dB). Analiza statystyczna wyników (uśrednionych) wartości równoważnego poziomu dźwięku A w poszczególnych podgrupach stanowisk pracy wskazywała jednak na występowanie istotnych statystycznie różnic jedynie w przypadku podgrupy operatorów call center (tabela 4).

W zależności od metody badań skorygowany równoważny poziom dźwięku A przekraczał wartość najwyższego dopuszczalnego natężenia hałasu (85 dB) [30] w przypadku 11,1% (technika MIRE) lub 15,9% (technika sztucznego ucha) analizowanych stanowisk pracy. Co więcej, na co czwartym (technika MIRE) lub co trzecim (technika sztucznego ucha) stanowisku pracy generowane przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne (lub słuchawki) poziomy hałasu były wyższe od wartości progu działania (80 dB) określonego w rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r., wdrażającego postanowienia dyrektywy 2003/10/WE [32] (rycina 2). Z kolei równoważny poziom dźwięku A hałasu tła akustycznego przekraczał wartości 85 dB i 80 dB, odpowiednio, na 4 (6,3%) i 6 (9,5%) stanowiskach pracy.

Przekroczenie dopuszczalnej, równej 65 dB [3], wartości hałasu ze względu na konieczność realizacji podstawowych zadań przez pracownika (w kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną w procesie sterowania itp.) stwierdzono w przypadku 95,6% stanowisk pracy ze słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi (lub słuchawkami). Natomiast zmierzony na zewnątrz słuchawek hałas tła akustycznego przewyższał tę wartość w przypadku blisko 2/3 (63,5%) analizowanych stanowisk pracy (rycina 3). Przekroczenia wartości NDN [30] w odniesieniu do maksymalnego poziomu dźwięku A i szczytowego poziomu dźwięku C (135 dB) stwierdzono jedynie w przypadku pilotów i członków załóg, ale dotyczyły one wartości nieskorygowanych do warunków pola rozproszonego.

Ankietowani pracownicy używali słuchawkowych zestawów komunikacyjnych przeciętnie przez 1,5–8 godz. dziennie (przedział: 10–90 percentyl). Bez względu na stosowaną technikę pomiarową wyznaczone na tej podstawie wartości indywidualnego dziennego poziomu ekspozycji na hałas ( $L_{EX,sh}$ ) sięgały 71–85 dB (10–90 percentyl) (tabela 4), przy czym przekroczenia wartości NDN odnotowano w przypadku 12,2% ankietowanych osób, tj. u 5 pilotów (lub członków załóg statków powietrznych) i 4 pracowników obsługi technicznej.

Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy wynikami oceny narażenia na hałas w 3 podgrupach pracowników. Najniższe wartości  $L_{EX,sh}$  odnotowano wśród transkrybentów, a najwyższe – wśród pilotów i pracowników obsługi technicznej (tabela 5).

Większość (81,8%) operatorów call center używała jednousznych słuchawkowych zestawów komunikacyjnych. Uszy bez słuchawek były narażone na hałas o dziennym





Telemarketerzy / Call center operators (N = 38)	$T_d$ [godz. / h]	3,2±1,8	0,4–3–6						
	$T_w$ [godz. / h]	18,9±11,4	2–17–35						
	$L_{Aeq,T}$ [dB]	77,6±6,3 (82,8)	71–77–88	83,5±6,2 (87,2)	77–83–93	71,1±4,8 (73,3)	64–71–78	914	
	$L_{Aeq,T,DF}$ [dB]	74,8±6,2 (80,3) <sup>b</sup>	68–74–85	78,0±5,9 (82,1) <sup>b</sup>	72–78–89	–	–		
	$L_{Amax}$ [dB]	91,0±7,4	82–91–105	98,5±6,7	90–100–106	85,3±4,9	80–86–91		
	$L_{Cpeak}$ [dB]	111,1±8,7	101–109–123	116,4±5,3	108–118–118	105,2±4,6	99–105–111		
Ogółem / Total (N = 63)	$T_d$ [godz. / h]	7,5±0,8	7–8–8						
	$T_w$ [godz. / h]	37,7±5,3	30–40–40						
	$L_{Aeq,T}$ [dB]	78,0±8,7 (87,2)	70–77–88	82,7±9,8 (93,3)	74–83–93	67,6±10,7 (77,4)	54–70–79	1 801	
	$L_{Aeq,T,DF}$ [dB]	75,1±8,6 (84,3) <sup>b</sup>	67–74–86	77,3±8,9 (85,1) <sup>b</sup>	68–78–89	–	–		
	$L_{Amax}$ [dB]	90,8±8,9	81–90–103	96,3±10,2	82–95–106	83,3±9,1	72–84–94		
	$L_{Cpeak}$ [dB]	112,2±8,8	103–111–124	115,4±7,6	107–115–115	105,5±7,6	99–104–117		
	$T_d$ [godz. / h]	5,7±2,6	1,5–7–8						
	$T_w$ [godz. / h]	27,9±13,8	4–35–40						

MIRE – mikrofon umieszczony w uchu / a microphone in the real ear.

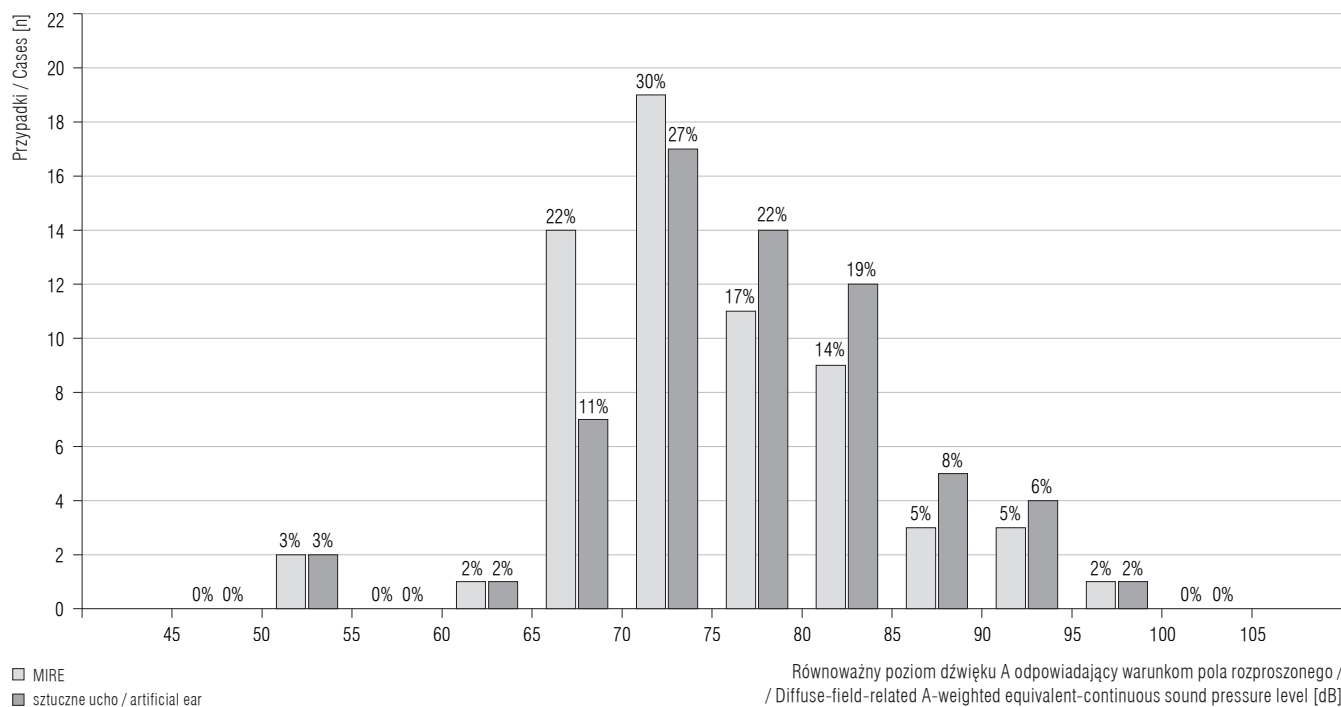
\* Z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego / Excluding air traffic controllers.

$L_{Aeq,T}$  – równoważny poziom dźwięku A / A-weighted equivalent-continuous sound pressure level,  $L_{Aeq,T,DF}$  – równoważny poziom dźwięku A odpowiadający warunkom pola rozproszonego / diffuse-field-related A-weighted equivalent-continuous sound pressure level,  $L_{Amax}$  – maksymalny poziom dźwięku A / maximum A-weighted sound pressure level,  $L_{Cpeak}$  – szczytowy poziom dźwięku C / peak C-weighted sound pressure level,  $T_d$  – łączny czas pomiaru / total time of measurements,  $T_d/T_w$  – deklarowany czas używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek w ciągu dnia/tygodnia pracy / declared time usage of the communication headsets or headphones per working day/week

<sup>a</sup> W nawiasach podano wartości średniej energetycznej równoważnego poziomu dźwięku A / In brackets there are given mean energy values of A-weighted equivalent-continuous sound pressure level.

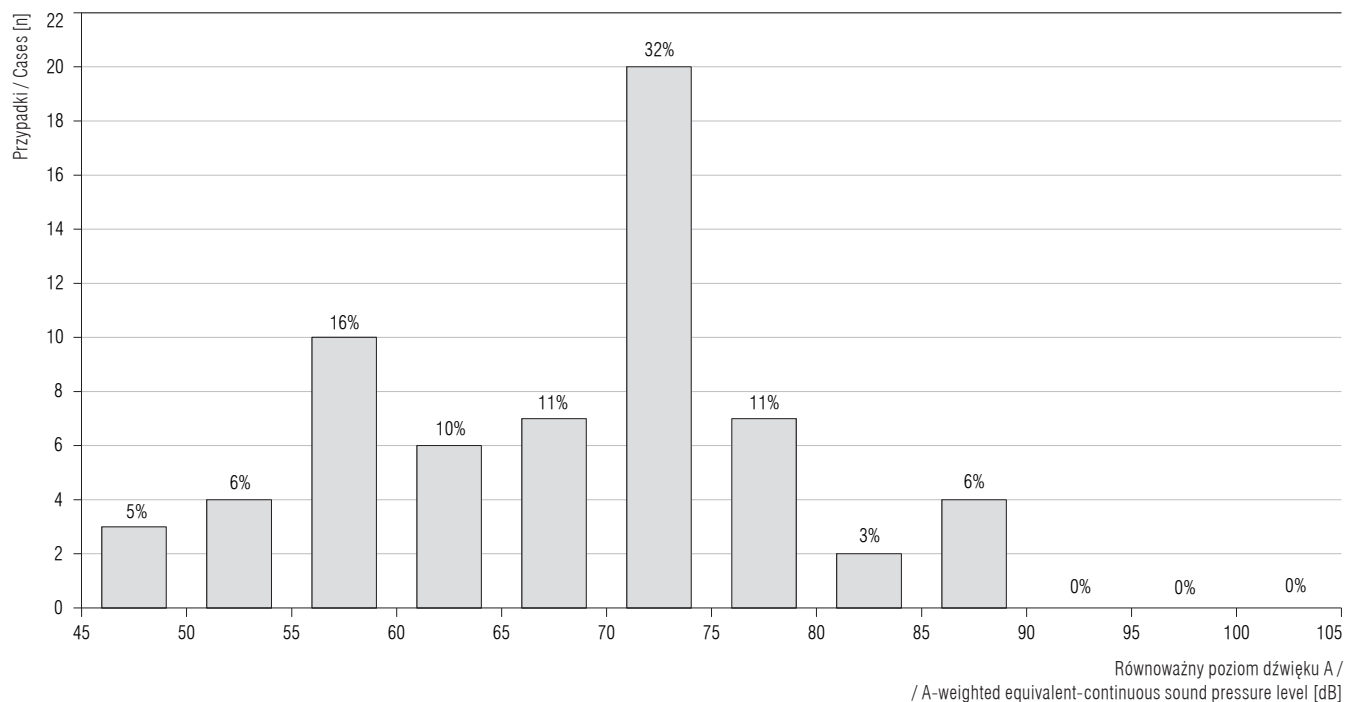
<sup>b</sup> Istotnie statystyczne różnice pomiędzy wynikami pomiarów techniką MIRE i techniką sztucznego ucha / Statistically significant differences between results of measurements using the MIRE technique and artificial ear technique

( $p < 0,05$ ).



MIRE – mikrofon umieszczony w uchu / a microphone in the real ear.

**Rycina 2.** Rozkłady wartości równoważnego poziomu dźwięku A, odpowiadającego warunkom pola rozproszonego, zmierzone pod słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi i słuchawkami (N = 63) z zastosowaniem techniki MIRE i techniki sztucznego ucha  
**Figure 2.** Distribution of corrected diffuse-field-related A-weighted equivalent-continuous sound pressure levels measured under communication headsets and headphones (N = 63) using the MIRE technique and artificial ear technique



**Rycina 3.** Rozkład wartości równoważnego poziomu dźwięku A tła akustycznego, zmierzonych na zewnątrz słuchawek zestawów komunikacyjnych i słuchawek lub przy uszach bez słuchawek (N = 63)  
**Figure 3.** Distribution of the A-weighted equivalent-continuous sound pressure levels of background noise measured outside the communication headsets and headphones or at the ears without headphones (N = 63)

**Tabela 5.** Wyniki oceny narażenia na hałas generowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki w badanej grupie pracowników  
**Table 5.** Evaluation of noise exposure from communication headsets or headphones in study group of workers

Technika pomiarowa Measuring technique	$L_{EX,8h}$ [dB]													
	pracownicy ogółem workers – total (N = 74)		piloci i członkowie załóg pilots and cabin crews (N = 5)		obsługa techniczna statków powietrznych technical service of aircrafts (N = 4)		kontrolerzy ruchu lotniczego air traffic controllers (N = 3)		pracownicy lotnictwa wojskowego military aviation employees* (N = 9)		transkrybenci transcribers (N = 18)		telemarketerzy call center operators (N = 44)	
	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	percentyl 10–50–90 10–50–90th percentile	
Technika MIRE / MIRE technique	77,9±7,7 M±SD	71–80–85 10–50–90 10–50–90th percentile	88,4±1,3 M±SD	86–89–89 10–50–90 10–50–90th percentile	86,3±1,7 M±SD	85–86–89 10–50–90 10–50–90th percentile	67±3,1 M±SD	64–66–70 10–50–90 10–50–90th percentile	87,4±1,8 <sup>a,c</sup> M±SD	85–88–89 10–50–90 10–50–90th percentile	69,9±10,2 <sup>b,c</sup> M±SD	49–74–77 10–50–90 10–50–90th percentile	80±0,6 <sup>a,b</sup> M±SD	80–80–80 10–50–90 10–50–90th percentile
Technika sztucznego ucha / Artificial ear technique	79,2±8,6 M±SD	71–82–85 10–50–90 10–50–90th percentile	88,8±1,3 M±SD	87–89–90 10–50–90 10–50–90th percentile	86,4±1,7 M±SD	85–86–89 10–50–90 10–50–90th percentile	69±3,1 M±SD	66–68–72 10–50–90 10–50–90th percentile	87,7±1,9 <sup>c</sup> M±SD	85–88–90 10–50–90 10–50–90th percentile	70,2±12,3 <sup>b,c</sup> M±SD	46–75–81 10–50–90 10–50–90th percentile	81,8±0,6 <sup>b</sup> M±SD	82–82–82 10–50–90 10–50–90th percentile
Tło akustyczne / Background noise	68±10,7 M±SD	50–73–77 10–50–90 10–50–90th percentile	82,7±1,5 M±SD	81–83–84 10–50–90 10–50–90th percentile	78,2±1,7 M±SD	77–78–81 10–50–90 10–50–90th percentile	48,7±3,1 M±SD	46–48–52 10–50–90 10–50–90th percentile	80,7±2,8 <sup>a,c</sup> M±SD	77–81–84 10–50–90 10–50–90th percentile	52,6±4,1 <sup>b,c</sup> M±SD	47–53–57 10–50–90 10–50–90th percentile	73±0,6 <sup>a,b</sup> M±SD	73–73–73 10–50–90 10–50–90th percentile

\*Z wyłączeniem kontrolerów ruchu lotniczego / Excluding air traffic controllers.

$L_{EX,8h}$  – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy / Noise exposure level normalized to 8-h working day, MIRE – mikrofon umieszczony w uchu / a microphone in the real ear.

<sup>a</sup> Istotne statystycznie różnice pomiędzy pracownikami lotnictwa wojskowego i telemarketerami (p < 0.05/3) / Significant differences between military aviation employees and call center operators (p < 0.05/3).

<sup>b</sup> Istotne statystycznie różnice pomiędzy transkrybentami i telemarketerami (p < 0.05/3) / Significant differences between transcribers and call center operators (p < 0.05/3).

<sup>c</sup> Istotne statystycznie różnice pomiędzy pracownikami lotnictwa wojskowego i transkrybentami (p < 0.05/3) / Significant differences between military aviation employees and transcribers (p < 0.05/3).

poziomie ekspozycji  $73 \pm 0,6$  dB, a więc niższym od wartości NDN i proggu działania hałasu [30,31].

#### Ocena ryzyka uszkodzenia słuchu

Na rycinie 4 przedstawiono graniczne wartości dziennego poziomu ekspozycji na hałas ( $L_{EX,8h,10}$ ,  $L_{EX,8h,50}$  i  $L_{EX,8h,90}$ ), stanowiące podstawę szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu u użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek), natomiast na rycinach 5 i 6 oraz w tabelach 6–8 zamieszczono wyniki szacowania ryzyka.

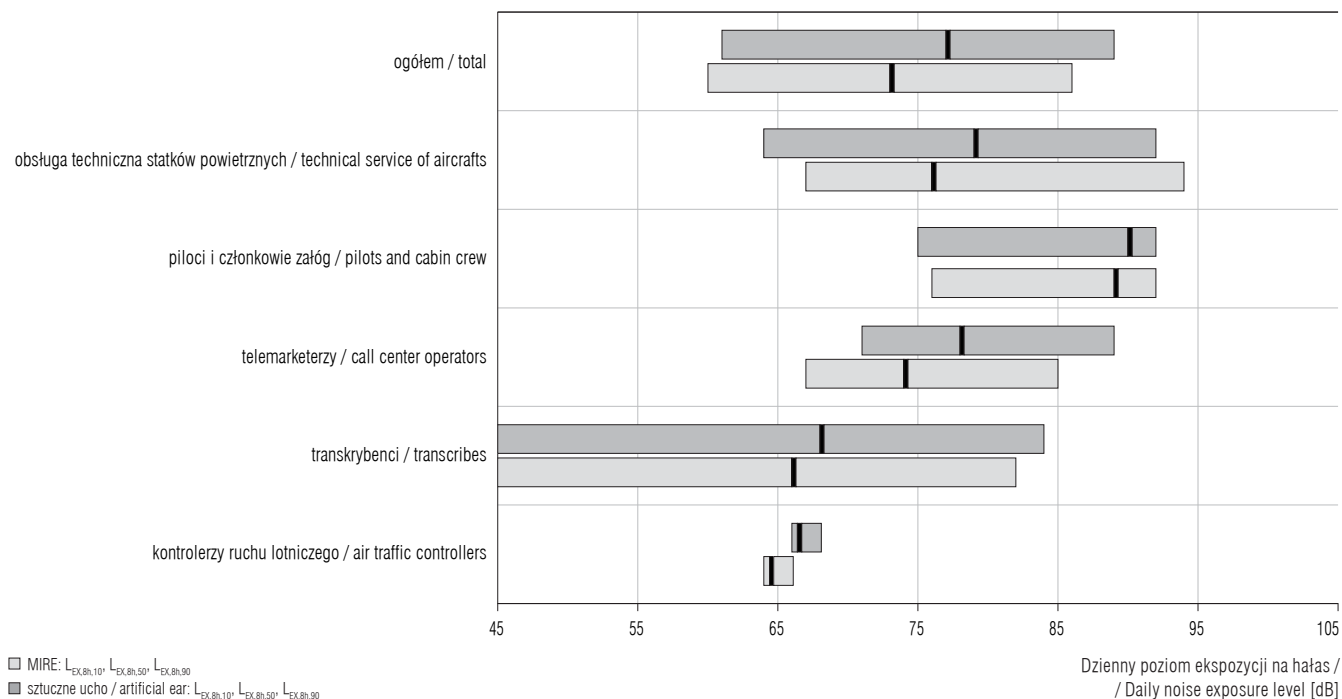
W tabelach przedstawiono wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu wynikającego z wieku i narażenia na hałas, polegającego na wskazaniu odsetka osób ze średnimi progami słuchu dla wybranych częstotliwości (0,5, 1, 2 i 4 kHz; 1, 2 i 3 kHz oraz 2, 3 i 4 kHz) przekraczającymi założoną wartość graniczną (25 dB lub 45 dB) oraz ryzyko uszkodzenia słuchu wynikające tylko z narażenia na hałas. Podano tylko wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu dla 60-letnich pracowników (obu płci) po ok. 40 latach pracy zawodowej, przy założeniu, że przez cały ten okres narażenie na hałas generowany

przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne (lub słuchawki) będzie utrzymywać się na takim samym poziomie.

Na rycinach 5 i 6 przedstawiono wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia (wynikającego z narażenia na hałas) u potencjalnych użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek) w funkcjach wieku (i czasu pracy w latach) oraz płci, z podziałem i bez podziału na rodzaj stanowiska pracy.

Przedstawione dane wskazują, że ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i hałasem oraz wynikające tylko z hałasu zależą od analizowanego zakresu częstotliwości. Największe ryzyko występuje przy średnim proggu słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz, a najmniejsze przy średnim proggu słuchu dla częstotliwości 0,5, 1, 2 i 4 kHz (tabele 6 i 7).

Bez względu na poziom ekspozycji na hałas (rodzaj stanowiska pracy) w początkowym okresie narażenia ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem wzrasta z czasem narażenia (w latach), po czym u pracowników w wieku ok. 55–60 i 50–55 lat, odpowiednio w przypadku kobiet i mężczyzn, osiąga maksimum i zaczyna maleć (ryciny 5 i 6).

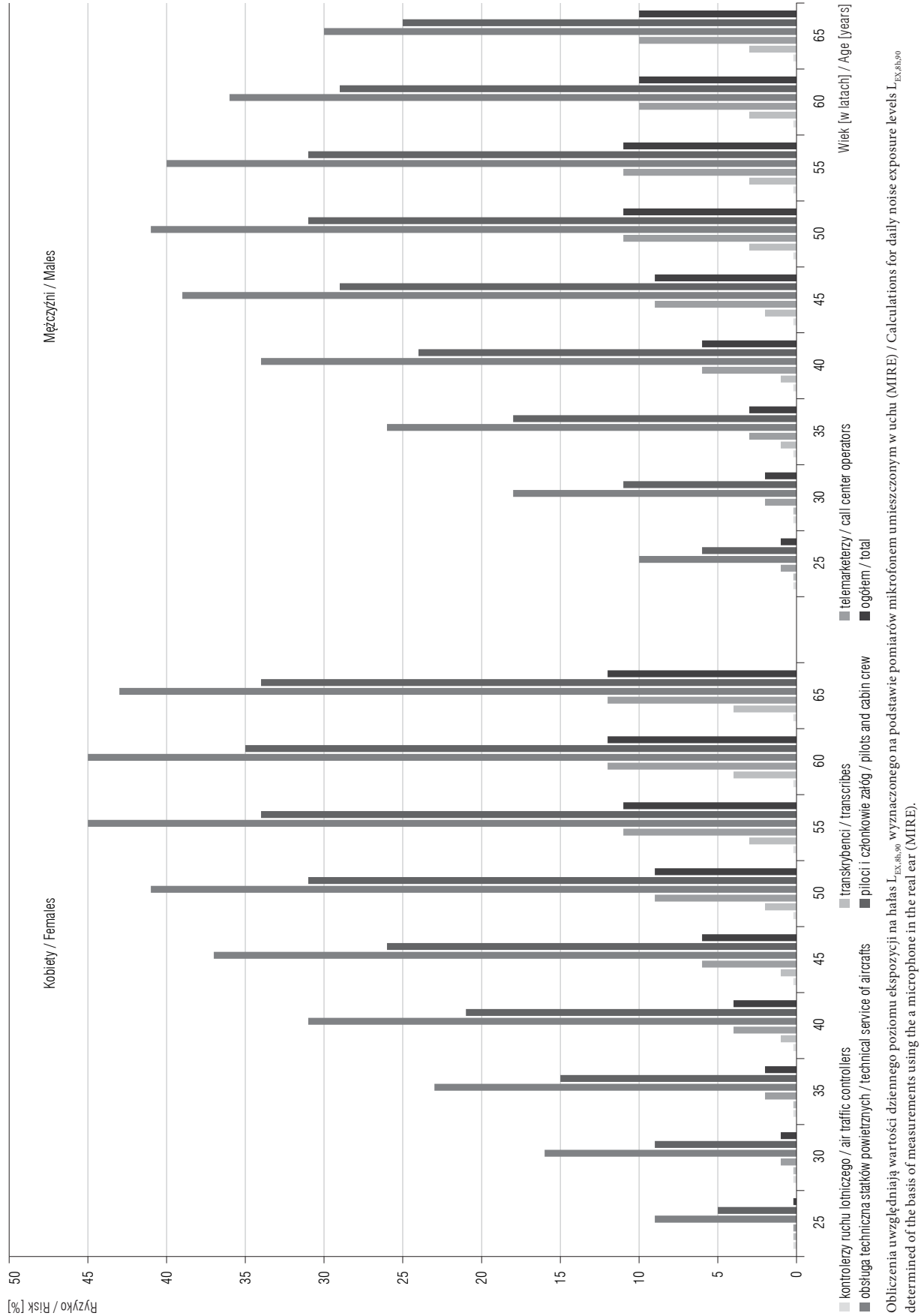


MIRE – mikrofon umieszczony w uchu / a microphone in the real ear,  $L_{EX,8h,10}$ ,  $L_{EX,8h,50}$ ,  $L_{EX,8h,90}$  – dzienny poziom ekspozycji na hałas odpowiadający kolejno 10, 50 i 90 percentylowi równoważnego poziomu dźwięku A i czasu narażenia / daily noise exposure level, corresponding to 10th, 50th and 90th percentile of the A-weighted equivalent-continuous sound pressure level and time of exposure.

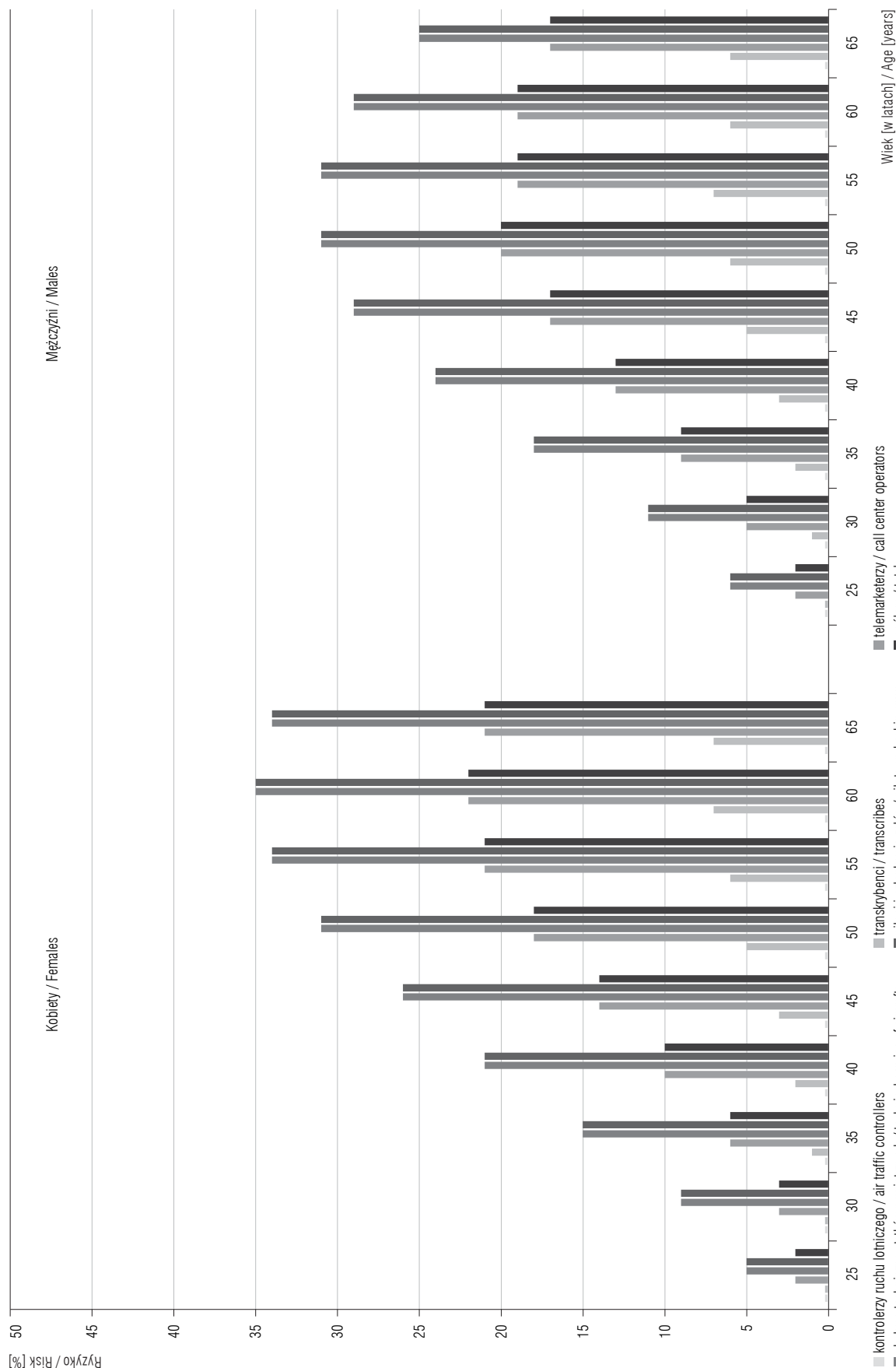
**Rycina 4.** Ocena narażenia na hałas emitowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki w całej badanej grupie i w podgrupach pracowników

**Figure 4.** Evaluation of exposure to noise emitted by communication headsets or headphones in all study group and in the individual subgroups of workers





**Rycina 5.** Wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu (średni próg słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz > 25 dB) wynikającego tylko z narażenia na hałas w funkcji wieku (stazu pracy) i pięci pracowników stosujących słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki (technika MIRE)  
**Figure 5.** Results of risk assessment of hearing impairment (mean hearing threshold level at frequencies of 2, 3 and 4 kHz > 25 dB) due to noise exposure only by age (tenure) and gender in workers using communication headsets or headphones (MIRE technique)



Obliczenia uwzględniają wartości dziennego poziomu ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h,90}$  wyznaczonego na podstawie pomiarów techniką sztucznego ucha / Calculations for daily noise exposure levels  $L_{EX,8h,90}$  determined on the basis of measurements using the artificial ear technique.

**Rycina 6.** Wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu (średni próg słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz > 25 dB) wynikającego tylko z narażenia na hałas w funkcji wieku (stażu pracy) i płci pracowników stosujących słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki (technika sztucznego ucha)  
**Figure 6.** Results of risk assessment of hearing impairment (mean hearing threshold level at frequencies of 2, 3 and 4 kHz > 25 dB) due to noise exposure only by age (tenure) and gender of workers using communication headsets or headphones (artificial ear technique)

**Tabela 6.** Wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z wiekiem i narażeniem na hałas u 60-letnich pracowników używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych przez ok. 40 lat\*

**Table 6.** Results of risk assessment of hearing impairment associated with age and noise exposure only in 60 years old workers using communication headsets after approx. 40 years of work\*

Stanowisko pracy Workplace	Ryzyko Risk [%]					
	średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold level at frequencies of 0,5, 1, 2, 4 kHz > 25 dB		średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold at frequencies of 1, 2, 3 kHz > 25 dB		średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold at frequencies of 2, 3, 4 kHz > 25 dB	
	MIRE	sztuczne ucho artificial ear	MIRE	sztuczne ucho artificial ear	MIRE	sztuczne ucho artificial ear
<b>Kobiety / Females</b>						
piloci i członkowie załóg / pilots and cabin crew	9 <sup>a</sup> –17 <sup>b</sup> –23 <sup>c</sup>	9–19–23	9–20–29	9–23–29	19–40–53	18–44–53
obsługa techniczna statków powietrznych / technical service of aircrafts	9–9–30	9–10–23	9–9/ 38	9–11–29	18–19–64	18–22–53
kontrolerzy ruchu lotniczego / air traffic controllers	9–9–9	9–9–9	9–9–9	9–9–9	18–18–18	18–18–18
transkrybenci / transcribers	9–9–10	9–9–11	9–9–11	9–9–12	18–18–22	18–18–26
telemarketerzy / call center operators	9–9–12	9–9–17	9–9–13	9–9–20	18–18–28	18–19–40
ogółem / total	9–9–13	9–9–17	9–9–15	9–9–20	18–18–31	18–19–40
<b>Mężczyźni / Males</b>						
piloci i członkowie załóg / pilots and cabin crew	19–27–33	19–29–33	18–30–38	18–32–38	39–58–68	39–61–68
obsługa techniczna statków powietrznych / technical service of aircrafts	19–19–39	19–20–33	18–18–45	18–20–38	39–40–75	39–42–68
kontrolerzy ruchu lotniczego / air traffic controllers	19–19–19	19–19–19	18–18–18	18–18–18	39–39–39	39–39–39
transkrybenci / transcribers	19–19–20	19–19–21	18–18–20	18–18–21	39–39–42	39–39–45
telemarketerzy / call center operators	19–19–22	19–19–27	18–18–23	18–18–30	39–39–47	39–39–58
ogółem / total	19–19–23	19–19–27	18–18–24	18–18–30	39–39–49	39–39–58

\* Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-ISO 1999:2000 [24], przy założonej wartości granicznej proggu słuchu równej 25 dB / Calculations were performed according to PN-ISO 1999:2000 standard [24], with assumed limit value of hearing threshold level equal to 25 dB.

MIRE – mikrofon umieszczony w uchu / a microphone in the real ear.

<sup>a</sup> Wyniki szacowania dla dziennego poziomu ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h,10}$ , który odpowiada 10百分ilowi równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającemu warunkom pola rozproszonego) i 10 percentylowi deklarowanego czasu narażenia (dotyczy wartości w całej tabeli) / Results of risk assessment for daily noise exposure level  $L_{EX,8h,10}$  that corresponds to the 10th percentile of the diffuse-field-related A-weighted equivalent-continuous sound pressure level and 10th percentile of declared time of exposure (it applies to the values in the whole table).

<sup>b</sup> Wyniki szacowania dla dziennego poziomu ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h,50}$ , który odpowiada 50 percentylowi równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającemu warunkom pola rozproszonego) i 50 percentylowi deklarowanego czasu narażenia (dotyczy wartości w całej tabeli) / Results of risk assessment for daily noise exposure level  $L_{EX,8h,50}$  that corresponds to the 50th percentile of the diffuse-field-related A-weighted equivalent-continuous sound pressure level and 50th percentile of declared time of exposure (it applies to the values in the whole table).

<sup>c</sup> Wyniki szacowania dla dziennego poziomu ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h,90}$ , który odpowiada 90 percentylowi równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającemu warunkom pola rozproszonego) i 90 percentylowi deklarowanego czasu narażenia (dotyczy wartości w całej tabeli) / Results of risk assessment for daily noise exposure level  $L_{EX,8h,90}$  that corresponds to the 90th percentile of the diffuse-field-related A-weighted equivalent-continuous sound pressure level and 90th percentile of declared time of exposure (it applies to the values in the whole table).

W konsekwencji po 40 latach pracy zawodowej ryzyko uszkodzenia słuchu (wyrażone średnim proggiem słuchu dla częstotliwości 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz > 25 dB), szacowane na podstawie wartości  $L_{EX,8h,90}$ , osiąga w poszczególnych podgrupach pracowników wartości 0–36%

(technika MIRE) lub 0–45% (technika sztucznego ucha) (tabela 7).

Najwyższe ryzyko uszkodzenia słuchu występuje u pracowników obsługi technicznej statków powietrznych (do 35–46%) oraz pilotów i członków załóg samolotów

**Tabela 7.** Wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu wynikające tylko z narażenia na hałas u 60-letnich pracowników używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek przez ok. 40 lat\*  
**Table 7.** Results of risk assessment of hearing impairment due to only noise exposure only in 60 years old workers using communication headsets or headphones after approx. 40 years of work\*

Stanowisko pracy Workplace	Ryzyko Risk [%]					
	średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold level at frequencies of 0,5, 1, 2, 4 kHz > 25 dB		średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold level at frequencies of 1, 2, 3 kHz > 25 dB		średni próg słuchu dla częstotliwości mean hearing threshold level at frequencies of 2, 3, 4 kHz > 25 dB	
	MIRE	sztuczne ucho artificial ear	MIRE	sztuczne ucho artificial ear	MIRE	sztuczne ucho artificial ear
<b>Kobiety / Females</b>						
piloci i członkowie załóg / / pilots and cabin crew	0 <sup>a</sup> -7 <sup>b</sup> -14 <sup>c</sup>	0-9-14	0-11-20	0-14-20	0-22-35	0-26-35
obsługa techniczna statków powietrznych / technical service of aircrafts	0-0-20	0-0-14	0-0-29	0-1-20	0-1-45	0-4-35
kontrolerzy ruchu lotniczego / / air traffic controllers	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0
transkrybenci / transcribers	0-0-0	0-0-2	0-0-1	0-0-3	0-0-4	0-0-7
telemarketerzy / call center operators	0-0-2	0-0-7	0-0-4	0-0-11	0-0-9	0-0-22
ogółem / total	0-0-4	0-0-7	0-0-6	0-0-11	0-0-12	0-0-22
<b>Mężczyźni / Males</b>						
piloci i członkowie załóg / / pilots and cabin crew	0-8-14	0-9-14	0-11-20	0-13-20	0-19-29	0-22-29
obsługa techniczna statków powietrznych / technical service of aircrafts	0-0-19	0-1-14	0-0-27	0-2-20	0-1-36	0-3-29
kontrolerzy ruchu lotniczego / / air traffic controllers	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0
transkrybenci / transcribers	0-0-1	0-0-2	0-0-2	0-0-3	0-0-3	0-0-6
telemarketerzy / call center operators	0-0-3	0-0-8	0-0-4	0-0-11	0-0-8	0-0-19
ogółem / total	0-0-3	0-0-8	0-0-5	0-0-11	0-0-10	0-0-19

\* Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-ISO 1999:2000 [24], przy założonej wartości granicznej progu słuchu równej 25 dB / Calculations were performed according to PN-ISO 1999:2000 standard [24], with assumed limit value of hearing threshold level equal to 25 dB.  
 Objasnienia jak w tabeli 6 / Abbreviations as in Table 6.

(do 29–35%), a najniższe (zerowe) – w przypadku kontrolerów ruchu lotniczego (tabela 7).

## OMÓWIENIE

Celem pracy była ocena narażenia na hałas i związanego z nim ryzyka uszkodzenia słuchu wśród pracowników różnych branż używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek. Badania te ograniczono do pilotów i członków załóg samolotów wojskowych, pracowników obsługi technicznej statków

powietrznych i kontrolerów ruchu lotnictwa wojskowego oraz transkrybentów i operatorów usług telemarketingowych.

Pomiary i ocena narażenia na hałas w takich sytuacjach zawodowych stanowią wyzwanie metodologiczne, a dyskusje na temat odpowiednich procedur pomiarowych i metod analizy trwają od ponad 30 lat. W tym czasie przeprowadzono na świecie wiele badań dotyczących użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, z zastosowaniem różnych technik pomiarowych i metod transformowania, mierzonych we-



**Tabela 8.** Wyniki szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu, wynikającego z wieku i narażenia na hałas, wyrażone średnim progiem słuchu dla częstotliwości 1, 2 i 3 kHz > 45 dB, u 60-letnich pracowników używających słuchawkowych zestawów słuchawkowych lub słuchawek przez ok. 40 lat\*

**Table 8.** Results of risk assessment of hearing impairment associated with age and noise exposure, expressed as mean hearing threshold level at frequencies of 1, 2 and 3 kHz > 45 dB, in 60 years old workers using communication headsets or headphones after approx. 40 years of work\*

Stanowisko pracy Workplace	Ryzyko Risk [%]			
	kobiety females		mężczyźni males	
	MIRE	sztuczne ucho artificial ear	MIRE	sztuczne ucho artificial ear
Piloci i członkowie załóg / Pilots and cabin crew	0 <sup>a</sup> -1 <sup>b</sup> -2 <sup>c</sup>	0-1-2	1-2-4	1-3-4
Obsługa techniczna statków powietrznych / Technical service of aircrafts	0-0-4	0-0-2	1-1-8	1-1-4
Kontrolerzy ruchu lotniczego / Air traffic controllers	0-0-0	0-0-0	1-1-1	1-1-1
Transkrybenci / Transcribers	0-0-0	0-0-0	1-1-1	1-1-1
Telemarketerzy / Call center operators	0-0-0	0-0-1	1-1-1	1-1-2
Ogółem / Total	0-0-0	0-0-1	1-1-1	1-1-2

\* Obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-ISO 1999:2000 [24] / Calculations were performed according to PN-ISO 1999:2000 standard [24].

Objaśnienia jak w tabeli 6 / Abbreviations as in Table 6.

wnętrz ucha (lub pod słuchawką) poziomów dźwięku do warunków pola rozproszonego lub swobodnego, aby można było je porównać z ogólnie stosowanymi wartościami dopuszczalnymi hałasu w środowisku pracy.

Przykładowo Dajani i wsp. [11] do oceny narażenia na hałas telefonistów, kontrolerów ruchu lotniczego, monterów kabli telefonicznych i obsługi naziemnej lotnisk używali manekina akustycznego. Podobne rozwiązanie zaproponowali Tubbs i wsp. [17], analizując narażenie na hałas transkrybentów medycznych. Symulator głowy i torsu był również stosowany przez Perettię i wsp. [14] podczas pomiarów prowadzonych wśród dziennikarzy zajmujących się transkrypcją wywiadów. Sztuczne ucho używano m.in. do oceny narażenia na hałas spikerów radiowych [15], pracowników przemysłowych [23] i salonów gier [21]. Natomiast technika MIRE była stosowana m.in. do oceny narażenia na hałas pilotów i członków załóg samolotów [13].

Wszystkie wyżej wymienione techniki pomiarowe stosowano podczas badań z udziałem operatorów call center. Przykładowo Patel i Broughton [12] prowadzili pomiary z zastosowaniem manekina akustycznego. Z kolei Planeau [16] wykorzystał do badań sztuczne ucho, a Smagowska [20,22] – technikę MIRE.

Uważa się, że technika MIRE (według PN-EN ISO 11904-1:2004 [5]) jest najbardziej odpowiednia do oceny narażenia na hałas generowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne – jako jedyna umożliwia uzyska-

nie wyników odzwierciedlających zmienność narażenia na dźwięki (hałas) w populacji użytkowników tego typu urządzeń [1].

Niestety podstawowym ograniczeniem techniki MIRE są praktyczne problemy z właściwym umieszczeniem miniaturowego mikrofonu (lub sondy mikrofonowej) w przewodzie słuchowym i zabezpieczenie go przed przemieszczaniem, tak aby nie stwarzać ryzyka urazów przewodu słuchowego i błony bębenkowej oraz nie utrudniać pracownikowi realizacji zadań.

Z kolei podstawowym ograniczeniem stosowania techniki manekina akustycznego, poza bardzo wysoką ceną samego urządzenia pomiarowego, są trudności w praktycznej realizacji badań w warunkach terenowych – symulator torsu i głowy musi być umieszczony obok pracownika, a słuchawki (nauszne i douszne) powinny być połączone z symulatorem małżowiny i przewodu słuchowego w sposób możliwie najbardziej zbliżony do sprzężenia słuchawek z ludzkim uchem. Jeżeli słuchawki nauszne i douszne lub inne elementy dotyczą małżowiny, różnice w sztywności lub kształcie małżowin sztucznej i ludzkiej mogą mieć znaczny wpływ na wynik pomiaru, dając nawet wyniki nieprawidłowe [6]. Dlatego coraz częściej omawia się przydatność innych technik pomiarowych, przede wszystkim wykorzystujących sztuczne ucho jako alternatywę dla manekina akustycznego.

Ostatnio Nassrallah i wsp. [1] przeprowadzili badania porównawcze znormalizowanych metod pomiaru

dźwięku generowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne. Zrealizowano je w warunkach laboratoryjnych z zastosowaniem manekina akustycznego oraz sztucznych uszu typu 3.3, 2 i 1, przy uwzględnieniu 2 procedur korekcji wyników pomiarów do warunków pola dyfuzyjnego (tj. na podstawie wyników analizy widmowej z wykorzystaniem poprawek w pasmach tercjowych i przy uwzględnieniu jednoczłobowej poprawki odejmowanej od zmierzonego poziomu dźwięku A).

Badania te wykazały, że sztuczne ucho typu 1, stosowane powszechnie do wzorcowania słuchawek audiometrycznych, nie nadaje się do pomiarów hałasu pod słuchawkami z powodu niskiej powtarzalności uzyskiwanych wyników i ich niewielkiej zgodności z wynikami pomiarów techniką manekina akustycznego (według PN-EN ISO 11904-2:2009 [6]). Natomiast ze względu na dużą zgodność wyników pomiarów z zastosowaniem sztucznych uszu typu 2 i 3.3 oraz manekina akustycznego, a także porównywalną powtarzalność wyników pomiarów wnioskowano, że te 2 typy sztucznych uszu stanowią dobrą alternatywę dla manekina akustycznego, ale pod warunkiem stosowania poprawek w pasmach tercjowych [1].

W związku z powyższym w niniejszej pracy, bazując na ustaleniach norm PN-EN ISO 11904-1:2008 [5] i CSA Z107.56-13 [8], do pomiarów i oceny narażenia na hałas (dźwięki) poprzez słuchawkowe zestawy komunikacyjne zastosowano technikę MIRE oraz sztuczne ucho typu 2, a wyniki badań poziomu dźwięku korygowano do warunków pola rozproszonego z zastosowaniem poprawek w pasmach tercjowych.

Pomiary hałasu generowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne, podobnie jak pomiary hałasu tła akustycznego, wykonywano z zastosowaniem strategii pomiarowej z podziałem na czynności według PN-EN 9612:2011 [4]. Analizując wyniki elementarnych pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A, stwierdzono różnice pomiędzy wynikami badań z zastosowaniem techniki sztucznego ucha i techniki MIRE. Różnice te wynosiły średnio  $1,5 \pm 3,2$  dB, ale analiza statystyczna uśrednionych (wynikowych dla poszczególnych stanowisk) wartości równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającego warunkom pola rozproszonego) wskazywała na występowanie istotnych statystycznie różnic jedynie w przypadku operatorów call center.

Zmierzone pod słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi (lub słuchawkami) z zastosowaniem techniki MIRE i sztucznego ucha wartości równoważnego poziomu dźwięku A (odpowiadającego warunkom pola rozproszonego) wynosiły, odpowiednio, 67–86 dB

(10–90 percentyl) i 68–89 dB (10–90 percentyl). Natomiast hałas tła akustycznego (na zewnątrz słuchawek lub przy uchu bez słuchawki) zawierał się w przedziale 54–79 dB (10–90 percentyl).

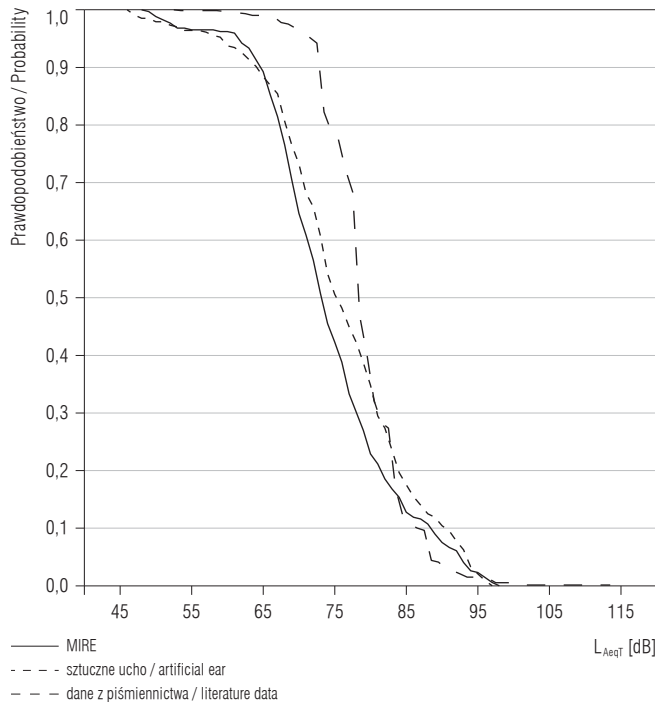
Bez względu na stosowaną technikę pomiarową najwyższe wartości równoważnego poziomu dźwięku A pod słuchawkami (i na zewnątrz słuchawek) (w tym również wchodzącymi w skład zestawów komunikacyjnych) stwierdzono na stanowiskach pracy pilotów i obsługi technicznej statków powietrznych, a najniższe – na stanowiskach transkrybentów i kontrolerów ruchu lotniczego.

Skorygowany równoważny poziom dźwięku A (odpowiadający warunkom pola rozproszonego) przekraczał wartość najwyższego dopuszczalnego natężenia hałasu (85 dB) [30] w przypadku 11,1% (technika MIRE) lub 15,9% (technika sztucznego ucha) analizowanych stanowisk pracy. Z kolei przekroczenia dopuszczalnej wartości hałasu (65 dB [3]), ze względu na możliwość realizacji podstawowych zadań przez pracownika, stwierdzono w przypadku 95,6% stanowisk pracy ze słuchawkowymi zestawami komunikacyjnymi. Natomiast zmierzony na zewnątrz słuchawek hałas tła akustycznego przewyższał tę wartość w przypadku blisko 2/3 analizowanych stanowisk.

Na rycinie 7 przedstawiono wyniki pomiarów hałasu emitowanego przez słuchawkowe systemy komunikacyjne (lub słuchawki) na tle rezultatów wcześniejszych badań [10–23]. Pomimo wykonania pomiarów wśród różnych grup pracowników oraz stosowania w przeszłości różnych technik pomiarowych (i metod korekcji mierzonych bądź rejestrowanych pod słuchawką poziomów dźwięku do warunków pola rozproszonego lub swobodnego) przedstawiony na tej rycinie rozkład statystyczny wyników wcześniejszych badań nie różni się istotnie od rozkładów rezultatów pomiarów z zastosowaniem technik MIRE i sztucznego ucha w zakresie poziomów dźwięku powyżej ok. 80 dB ( $p > 0,05$ ). Większe (istotne) różnice w zakresie niższych poziomów dźwięku (poniżej ok. 80 dB) mogą wynikać z liczebnej przewagi w analizowanej grupie operatorów call center i transkrybentów.

Na uwagę zasługuje zgodność rozkładów statystycznych wyników pomiarów technikami MIRE i sztucznego ucha ( $p > 0,05$ ) (rycina 7), co potwierdza zasadność stosowania obu technik pomiarowych do oceny narażenia na hałas użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek) w warunkach rzeczywistych (na stanowiskach pracy).

Po pierwsze prezentowane w tej pracy wyniki pomiarów są zgodne z wcześniejszymi obserwacjami, że



**Rycina 7.** Rozkłady statystyczne równoważnego poziomu dźwięku A ( $L_{AeqT}$ ) generowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne – przykładowe dane z piśmiennictwa [10–23] oraz wyniki własnych pomiarów hałasu z zastosowaniem mikrofonu umieszczonego w uchu (MIRE) i sztucznego ucha **Figure 8.** Statistical distributions of the A-weighted equivalent-continuous sound pressure level ( $L_{AeqT}$ ) emitted by communication headsets – exemplary literature data [10–23] and the results of own noise measurements using the microphone in the real ear (MIRE) and the artificial ear

słuchawkowe zestawy komunikacyjne i słuchawki mogą generować hałas o poziomach stwarzających ryzyko uszkodzenia słuchu (> 85 dB). Po drugie potwierdzają wnioski wynikające z cytowanych wcześniej badań laboratoryjnych [1], że pomiary z zastosowaniem sztucznego ucha typu 2 stanowią alternatywę dla techniki MIRE w przypadku oceny narażenia na hałas użytkowników tego typu urządzeń, zwłaszcza w przypadku stacjonarnych stanowisk pracy.

Prowadzone równoległe z pomiarami poziomu dźwięku badania kwestionariuszowe wśród pracowników umożliwiły m.in. oszacowanie efektywnego czasu używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych (lub słuchawek), a w konsekwencji wyznaczenie poziomu ekspozycji na hałas, odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h}$ ) – wielkości stanowiącej podstawę oceny narażenia na hałas i szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu.

Ankietowani pracownicy używali słuchawkowych zestawów komunikacyjnych przeciętnie 1,5–8 godz. dziennie (10–90 percentyl). Wyznaczone na tej podstawie war-

tości indywidualnego dziennego poziomu ekspozycji na hałas ( $L_{EX,8h}$ ) wynosiły 71–85 dB (10–90 percentyl). Przekroczenia wartości NDN hałasu w środowisku pracy (85 dB) stwierdzono w przypadku 12,2% ankietowanych pracowników, tj. 5 pilotów (lub członków załóg) i 4 pracowników obsługi technicznej statków powietrznych.

Natomiast oszacowany na podstawie rozkładów równoważnego poziomu dźwięku A i czasu narażenia w całej badanej grupie dzienny poziom ekspozycji na hałas wynosił 60–86 dB ( $L_{EX,8h,10}$ – $L_{EX,8h,90}$ ) lub 61–89 dB ( $L_{EX,8h,10}$ – $L_{EX,8h,90}$ ), odpowiednio, w przypadku uwzględnienia wyników pomiarów techniką MIRE lub techniką sztucznego ucha.

Wyniki oceny narażenia na hałas z zastosowaniem obu technik pomiarowych potwierdziły wyniki wcześniejszych badań: u części użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, zwłaszcza stosujących tego typu urządzenia w hałaśliwych miejscach, może występować ekspozycja stwarzająca ryzyko uszkodzenia słuchu [10,11,13,21,23].

Do szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu, związanego ze stosowaniem słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, wykorzystano metodę opisaną w normie PN-ISO 1999:2000 [24]. Norma ta umożliwia wyznaczenie ryzyka uszkodzenia słuchu wynikającego z wieku i ekspozycji na hałas oraz ryzyka związanego tylko z narażeniem na hałas na podstawie takich zmiennych jak wiek, płeć oraz średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia (lub tygodnia pracy) i czas narażenia w latach [24].

Ze względu na zróżnicowanie narażenia na hałas na objętych pomiarami stanowiskach pracy oraz rozpiętość deklarowanego czasu używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, szacując ryzyko uszkodzenia słuchu, uwzględniano rozkłady poziomów dźwięku i czasu narażenia w całej badanej grupie pracowników łącznie i oddzielnie w poszczególnych podgrupach. W konsekwencji dla użytkowników zestawów słuchawkowych określonej płci, wieku i stażu pracy wyznaczono przedziały zmienności ryzyka.

Zgodnie z ustaleniami normy PN-ISO 1999:2000 oszacowano ryzyko uszkodzenia słuchu wynikające z wieku i narażenia na hałas (wyrażone jako odsetek osób danej płci i w danym wieku z progiem słuchu wyższym od założonej wartości granicznej) oraz ryzyko uszkodzenia słuchu wynikające tylko z ekspozycji na nadmierne dźwięki [24].

Ryzyko to określono w odniesieniu do średniego proggu słuchu dla częstotliwości 0,5, 1, 2 i 4 kHz, 1, 2 i 3 kHz oraz 2, 3 i 4 kHz. Wybrano częstotliwości 1 kHz, 2 kHz

i 3 kHz, gdyż są one szczególnie istotne ze względu na rozumienie mowy i wydolność socjalną słyszenia. Co więcej, średni ubytek słuchu dla częstotliwości 1 kHz, 2 kHz i 3 kHz  $\geq 45$  dB (w uchu lepiej słyszającym) jest jednym z warunków rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu [29].

W zakresie częstotliwości 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz najwcześniej uwidaczniają się ubytki słuchu wywołane działaniem hałasu. Z kolei średni próg słuchu dla częstotliwości 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz stanowi podstawę klasyfikacji stopni niedosłuchu według Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization – WHO). Średni próg słuchu  $\leq 25$  dB, tj. stopień 0 na 4-stopniowej skali, jest równoznaczny z brakiem lub bardzo małymi problemami ze słuchem i pełnym słyszeniem szeptu [29].

Wyniki szacowania sugerują, że 40-letnia ekspozycja zawodowa na hałas generowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne o dziennym poziomie ekspozycji z przedziału 60–86 dB (technika MIRE) i 61–89 dB (technika sztucznego ucha) wiąże się z ryzykiem uszkodzenia słuchu (wyrażonym średnim ubytkiem słuchu dla częstotliwości 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz  $> 25$  dB) sięgającym 10–12% (technika MIRE) lub 19–22% (technika sztucznego ucha). Najwyższe ryzyko (do 35–46%) występuje wśród obsługi technicznej statków powietrznych oraz pilotów i członków załóg samolotów, a najniższe (0–7%) – w przypadku transkrybentów i kontrolerów ruchu lotniczego (tabela 7).

Co więcej, po 40 latach pracy zawodowej u 9–27% telemarketerów (tabela 6) można się spodziewać ubytków słuchu odpowiadających pierwszemu lub wyższemu stopniom niedosłuchu według klasyfikacji WHO [29], a u niewielkiego odsetka pilotów (2–4%) i pracowników obsługi technicznej statków powietrznych (2–8%) mogą wystąpić ubytki słuchu kwalifikujące do rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu (tabela 8).

Istotne, że bez względu na poziom ekspozycji na hałas (rodzaj stanowiska pracy) w początkowym okresie narażenia ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem wzrasta z czasem narażenia (w latach), po czym u kobiet w wieku ok. 55–60 lat i u mężczyzn w wieku 50–55 lat osiąga maksimum i zaczyna maleć (ryciny 5 i 6).

Warto zwrócić uwagę na to, że zastosowana metoda szacowania ryzyka według PN-ISO 1999:2000 [24] została opracowana na podstawie danych uzyskanych dla populacji osób narażonych na ustalony hałas szerokopasmowy bez składowych tonalnych. Istotne czynniki wpływające na urazowość hałasu, takie jak jego widmo częstotliwości i charakter zmienności w czasie (np. im-

pulsowość), zostały tylko częściowo włączone w postaci poprawki o wartości 5 dB dla hałasu tonalnego lub impulsowego. Nie uwzględniono natomiast innych czynników, m.in. uwarunkowań środowiskowych, takich jak ekspozycje pozazawodowe na hałas, czy występujące łącznie z hałasem narażenie na niektóre substancje chemiczne (np. rozpuszczalniki organiczne), a także uwarunkowań osobniczych, jak np. nadciśnienie tętnicze, hiperlipidemia czy palenie papierosów [29]. Tymczasem wyniki badań kwestionariuszowych wskazują na występowanie u części pracowników dodatkowych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu. Około 42% ankietowanych osób paliło w przeszłości lub aktualnie pali papierosy, a ok. 27% respondentów deklaruowało częste słuchanie muzyki przez słuchawki. Oczywiście jest, że przy występowaniu wyżej wymienionych czynników ryzyko uszkodzenia słuchu jest wyższe niż wynikające tylko z ekspozycji na hałas generowany przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki.

W badaniu kwestionariuszem amsterdamskim użytkownicy tego typu urządzeń uzyskali średni sumaryczny wynik zbliżony do normy ( $86,5 \pm 10,7\%$  wartości maksymalnej) (tabela 3). Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku poszczególnych części kwestionariusza, jednak najniższy średni wynik odnotowano w przypadku skali III, oceniającej rozumienie mowy w szumie ( $79 \pm 12,5\%$  wartości maksymalnej). Nie zaskakuje, że w przypadku tej skali najwyższy odsetek względnie niskiej punktacji ( $< 70\%$  wartości maksymalnej) obserwowano u 8,5% pracowników lotnictwa wojskowego, narażonych na najwyższe poziomy hałas.

Istotne, że w badaniu kwestionariuszem AIADH sumaryczny wynik  $< 70\%$  wartości maksymalnej uzyskało jedynie 5,1% operatorów call center. Nic więc dziwnego, że prawie wszyscy ankietowani pracownicy ocenili swój słuch jako dobry. Część z nich zauważyła jednak u siebie pogorszenie słuchu (16,2%) oraz zgłaszała problemy z rozumieniem mowy w hałaśliwym otoczeniu (28,4%) i słyszeniem szeptu (16,2%), a także zaobserwowała występowanie po pracy w słuchawkach przejściowego pogorszenia (przytłumienia) słuchu (17,6%), szumów usznych (16,2%) i uczucia pełności (zatkania) uszu (25,7%).

Na problemy ze słuchem najczęściej skarżyli się transkrybenci. Pracownicy tej podgrupy istotnie statystycznie częściej niż narażeni na wyższe poziomy hałas operatorzy call center (tabela 5) zauważali u siebie pogorszenie słuchu i sygnalizowali trudności w rozumieniu szeptu (tabela 2). Co więcej, wśród transkrybentów stwierdzono największy odsetek (12,5%) osób z nieco gorszym ( $< 70\%$



wartości maksymalnej) wynikiem w przypadku części kwestionariusza oceniającej dyskryminację dźwięku.

## WNIOSKI

1. Wyniki badań kwestionariuszowych i pomiarów poziomu dźwięku generowanego przez słuchawkowe zestawy komunikacyjne lub słuchawki wśród pracowników lotnictwa wojskowego, transkrybentów i operatorów centrów usług telemarketingowych wykazały, że pracownicy ci są narażeni średnio przez 1,5–8 godz. dziennie (10–90 percentyl) na hałas o skorygowanym równoważnym poziomie dźwięku A (odpowiadającym warunkom pola dyfuzyjnego) 67–86 dB (10–90 percentyl) lub 68–89 dB (10–90 percentyl), odpowiednio, w przypadku pomiarów techniką MIRE i techniką sztucznego ucha.
2. Oszacowano, że taka ekspozycja na hałas przez 40 lat pracy zawodowej wiąże się z ryzykiem uszkodzenia słuchu (wyrażonym średnim progiem słuchu dla częstotliwości 2 kHz, 3 kHz i 4 kHz > 25 dB) sięgającym 10–12% (technika MIRE) lub 19–22% (technika sztucznego ucha).
3. Najwyższe ryzyko uszkodzenia słuchu występuje wśród obsługi technicznej statków powietrznych oraz pilotów i członków załóg samolotów. Co więcej, oszacowano, że u części tych pracowników (maks. 8%) w wyniku 40-letniej ekspozycji zawodowej mogą pojawić się ubytki słuchu kwalifikujące do rozpoznania zawodowego uszkodzenia słuchu.
4. Część pracowników używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych zauważyła u siebie pogorszenie słuchu (16,2%) oraz skarżyła się na problemy z rozumieniem mowy w hałaśliwym otoczeniu (28,4%) i słyszeniem szeptu (16,2%), a także zaobserwowała występowanie po pracy w słuchawkach przejściowego pogorszenia (przytłumienia) słuchu (17,6%), szumów usznych (16,2%) i uczucia pełności (zatkania) uszu (25,7%).

Wyniki przeprowadzonych badań wśród pracowników lotnictwa wojskowego, transkrybentów i operatorów call center wskazują na konieczność objęcia użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych i słuchawek programem ochrony słuchu dostosowanym do specyfiki ich pracy. Zasadne jest również kontynuowanie badań z udziałem pracowników innych branż, zanim zostaną sformułowane wnioski dotyczące ryzyka uszkodzenia słuchu w związku ze stosowaniem słuchawkowych zestawów komunikacyjnych. W szczególności wskazane wydaje się przeprowadzenie oceny stanu słuchu u pracowni-

ków używających słuchawkowych zestawów komunikacyjnych lub słuchawek, a także zbadanie, czy w grupie osób stosujących słuchawki jednouszne asymetria słuchu zaznacza się subiektywnie i w badaniach audiometrycznych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Nassrallah F.G., Giguere C., Dajani H.R., Ellaham N.N.: Comparison of direct measurement methods for headset noise exposure in the workplace. *Noise Health* 2016; 18(81):62–77, <https://doi.org/10.4103/1463-1741.178479>
2. Polskie Stowarzyszenie Marketingu SMB: Badanie branży outsourcing call/contact center. Edycja 2017. Raport ogólny [Internet]. Stowarzyszenie, Warszawa 2017 [cytowany 30 marca 2018]. Adres: <http://www.outsourcing-cc.pl/xcl23downloadreport1678xcw1k1s>
3. PN-N-01307:1994. Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1994
4. PN-EN ISO 9612:2011. Akustyka. Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas. Metoda techniczna. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011
5. PN-EN ISO 11904-1:2008. Akustyka. Wyznaczanie emisji dźwięku od źródeł umieszczonych bezpośrednio przy uchu. Część 1: Technika z zastosowaniem mikrofonu umieszczonego w uchu (technika MIRE). Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2008
6. PN-EN ISO 11904-2:2009. Akustyka. Wyznaczanie emisji dźwięku od źródeł umieszczonych bezpośrednio przy uchu. Część 2: Technika z zastosowaniem manekina akustycznego. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2009
7. AS/NZS 1269.1:2005. Occupational noise management – Measurement and assessment of noise immission and exposure. Standards Australia / Standards New Zealand, Wellington 2005
8. CSA Z107.56-13. Measurement of noise exposure. Canadian Standards Association, Mississauga 2013
9. Nassrallah F.G., Giguere C., Dajani H.R.: Measurement methods of noise exposure headsets used in various occupational settings [Internet]. W: International Commission on Biological Effects of Noise [red.]. 11th International Congress on Noise as a Public Health Problem; 1–5 czerwca 2014; Nara, Japan [cytowany 30 marca 2018]. Adres: [http://www.icben.org/2014/papers/Team1/1\\_3%20Flora-Nassrallah.pdf](http://www.icben.org/2014/papers/Team1/1_3%20Flora-Nassrallah.pdf)
10. Chiusano S.V., Lees P.S.J., Breyse P.N.: An occupational noise exposure assessment for headset-wearing communications workers. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 1995;10(5): 476–481, <https://doi.org/10.1080/1047322X.1995.10387640>

11. Dajani H., Kunov H., Seshagiri B.: Real-time method for the measurement of noise exposure from communication headsets. *Appl. Acoust.* 1996;49(3):209–224, [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(96\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(96)00019-9)
12. Patel J.A., Broughton K.: Assessment of the noise exposure of call centre operators. *Ann. Occup. Hyg.* 2002;46(8): 653–661
13. Crabtree R.B.: Hercules Audio Enhancement: Project Report [letter report]. Defence Research and Development Canada, Toronto 2002
14. Peretti A., Pedrielli F., Baiamonte M., Farina A.: Headphone noise: occupational noise exposure assessment for communication personnel. W: Associazione italiana di acustica, European Acoustics Association [red.]. *Euro-noise, 2003: 5th European Conference on Noise Control*; 19–21 maja 2003; Naples, Italy [cytowany 30 marca 2018]. Adres: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1260/135101002320941422>
15. Williams W., Presbury J.: Observations of noise exposure through the use of headphones by radio announcers. *Noise Health* 2003;5(19):69–73
16. Planeau V.: Noise hazards associated with the call centre industry. Institut National de Recherche et de Sécurité, Vandoeuvre 2005
17. Tubbs R.L., Kardous C.A. NIOSH Health Hazard Evaluation Report 2003-0273; 2003-0280; 2003-0287-2974. Evaluation of a telephone dictation system (c-phone) used by transcriptionists for excessive noise exposures through their headsets. National Institute for Occupational Safety and Health, Santa Teresa, Redwood City, Santa Clara 2005
18. Vergara F.E., Steffani J., Gerges N.S., Pedroso M.A.: Uncertainties assessment of noise dose for telemarketing operators [Internet]. W: Simposio de Metrologia; 25–27 października 2006; Rio de Janeiro, Brazil [cytowany 30 marca 2018]. Adres: [https://www.researchgate.net/publication/237827552\\_UNCERTAINTIES\\_ASSESSMENT\\_OF\\_NOISE\\_DOSE\\_FOR\\_TELMARKETING\\_OPERATORS\\_HEADPHONE\\_USERS/stats](https://www.researchgate.net/publication/237827552_UNCERTAINTIES_ASSESSMENT_OF_NOISE_DOSE_FOR_TELMARKETING_OPERATORS_HEADPHONE_USERS/stats)
19. Achutan C., Kardous C.A.: Evaluation of potential noise hazards to mechanics and 911 dispatchers at a fire department. Health Hazard Evaluation Report 2007-0235-3064. National Institute for Occupational Safety and Health, Anchorage 2008
20. Smagowska B.: Noise at workplaces in the call center. *Arch. Acoust.* 2010;35(2):253–264, <https://doi.org/10.2478/v10168-010-0024-2>
21. Idota N., Horie S., Tsutsui T., Inoue J.: Temporary threshold shifts at 1500 and 2000 Hz induced by loud voice signals communicated through earphones in the pinball industry. *Ann. Occup. Hyg.* 2010;54(7):842–849
22. Smagowska B., Mikulski W., Radosz J.: Ocena hałasu na wybranych stanowiskach pracy call center metodą pomiarów stanowiskowych oraz techniką MIRE. *Bezpiecz. Pr.* 2012;10:24–27
23. Nakao T., Kakei M., Araki I., Tsutsui T., Satoh N., Inoue J. i wsp.: Assessment of exposure to voices and noise via earphones in manufacturing industry workers in Japan. *J. Occup. Health* 2014;56:285–291, <https://doi.org/10.1539/joh.13-0285-OA>
24. PN-ISO 1999:2000. Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011
25. Westcott M.: Acoustic shock injury (ASI). *Acta Otolaryngol. Suppl.* 2006;556:54–58, <https://doi.org/10.1080/03655230600895531>
26. Ayugi J., Loyal P., Mugwe P., Nyandusi M.: Demographic patterns of acoustic shock syndrome as seen in a large call centre. *Occup. Med. Health Aff.* 2015;3(4):212
27. El-Bestar S.F., El-Helaly M.E., Khashaba E.O.: Prevalence and risk factors of sensory-neural hearing loss among telephone operators. *Egypt. J. Occup. Med.* 2010;34(1):113–127, <https://doi.org/10.21608/ejom.2010.691>
28. Kramer S.E., Kapteyn T.S., Festen J.M.: The self-reported handicapping effect of hearing disabilities. *Audiol.* 1998; 37(5):302–312, <https://doi.org/10.3109/00206099809072984>
29. Śliwińska-Kowalska M., Kotyło P.T.: Profilaktyka zawodowych uszkodzeń słuchu. Poradnik dla lekarzy. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2010
30. Obwieszczenie Ministra rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 7 czerwca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU z 2017 r., poz. 1348*
31. PN-EN 61672-1:2014-03. Elektroakustyka. Mierniki poziomu dźwięku. Część 1: Wymagania. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2014
32. 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. *DzU z 2005 r. nr 157, poz. 1318*