

Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska¹Adam Dudarewicz¹Norman Czaja²Alicja Bortkiewicz³

CZY PROGI SŁUCHU U PRACOWNIKÓW PRZEMYSŁU MEBLARSKIEGO WYNIKAJĄ Z ICH NARAŻENIA NA HAŁAS?

DO HEARING THRESHOLD LEVELS IN WORKERS OF THE FURNITURE INDUSTRY REFLECT THEIR EXPOSURE TO NOISE?

¹ Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Zagrożeń Fizycznych / Department of Physical Hazards

² Przychodnia „Mój Lekarz” / Out-Patient Clinic “Mój Lekarz”, Brodnica, Poland

³ Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii / Department of Work Physiology and Ergonomics

STRESZCZENIE

Wstęp: Celem pracy była analiza stanu słuchu pracowników zakładu meblarskiego z uwzględnieniem ich narażenia zawodowego na hałas i występowania dodatkowych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem. **Materiał i metody:** W grupie 50 mężczyzn w wieku 20–57 lat, zatrudnionych bezpośrednio przy produkcji mebli, przeprowadzono pomiary hałasu, badania kwestionariuszowe i ocenę stanu słuchu z zastosowaniem audiometrii tonalnej. Rzeczywiste progi słuchu pracowników porównano z progami przewidywanymi, wyznaczonymi według normy PN-ISO 1999:2000 na podstawie ich wieku, płci i narażenia na hałas. **Wyniki:** Badane osoby pracowały przez 3–14 lat w warunkach narażenia na hałas o jego dziennym poziomie ekspozycji 82,7–94,8 dB (średnia: 90,9 dB). U wszystkich osób średni próg słuchu dla częstotliwości 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz nie przekraczał 25 dB, ale w przypadku 11% audiogramów zaobserwowano załamki wysokoczęstotliwościowe, typowe dla działania hałasu. Rzeczywiste progi słuchu pracowników w zakresie częstotliwości 3000–6000 Hz były zbliżone do przewidywanych według PN-ISO 1999:2000. Stwierdzono istotnie statystyczne różnice między progami słuchu w podgrupach osób z wyższym (> 78 mm Hg) i niższym (≤ 78 mm Hg) ciśnieniem rozkurczowym krwi, palących papierosy i niepalących oraz pracujących bez kontaktu lub w kontakcie z rozpuszczalnikami organicznymi. U osób z ww. dodatkowymi czynnikami ryzyka obserwowano większe ubytki słuchu. **Wnioski:** Wyniki badań potwierdzają, że podczas szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem i opracowywania programów ochrony słuchu pracowników konieczne jest uwzględnianie dodatkowych (poza hałasem) czynników ryzyka, w tym palenia papierosów, podwyższonego ciśnienia tętniczego krwi i równoczesnej ekspozycji na rozpuszczalniki organiczne. Med. Pr. 2016;67(3):337–351

Słowa kluczowe: ekspozycja zawodowa, hałas, audiometria tonalna, uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem, czynniki ryzyka uszkodzenia słuchu, progi słuchu

ABSTRACT

Background: The aim of the study was to analyze the hearing status of employees of a furniture factory with respect to their exposure to noise and the presence of additional risk factors of noise-induced hearing loss (NIHL). **Material and Methods:** Noise measurements, questionnaire survey and assessment of hearing, using pure tone audiometry, were carried out in 50 male workers, aged 20–57 years, directly employed in the manufacture of furniture. The actual workers' hearing threshold levels (HTLs) were compared with the predictions calculated according to PN-ISO 1999:2000 based on age, gender and noise exposure. **Results:** Workers under study were exposed to noise at daily noise exposure levels of 82.7–94.8 dB (mean: 90.9 dB) for a period of 3–14 years. In all subjects, mean HTL at 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz and 4000 Hz did not exceed 25 dB. Nevertheless, high frequency notches were found in 11% of audiograms. The actual workers' HTLs at 3000–6000 Hz were similar to those predicted using PN-ISO 1999:2000. There were statistical significant differences between HTLs in subgroups of people with higher (> 78 mm Hg) and lower (≤ 78 mm Hg) diastolic blood pressure, smokers and non-smokers, and those working with organic solvents. Hearing loss was more evident in subjects affected by the additional risk factors specified above. **Conclusions:** The results confirm the need to consider, in addition to noise, also some other NIHL risk factors, such as tobacco smoking, elevated blood pressure, and co-exposure to organic solvents when estimating the risk of NIHL and developing the hearing conservation programs for workers. Med Pr 2016;67(3):337–351

Key words: occupational exposure, noise, pure-tone audiometry, noise-induced hearing loss (NIHL), risk factors of NIHL, hearing threshold levels

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Zakład Zagrożeń Fizycznych, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: mpawlusz@imp.lodz.pl
Nadesłano: 28 lipca 2015, zatwierdzono: 20 stycznia 2016

WSTĘP

Według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization – WHO) ok. 10% ludności świata jest narażonych na hałas o poziomie stwarzającym ryzyko uszkodzenia słuchu [1]. Uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem (noise-induced hearing loss – NIHL) jest czuciowo-nerwowym upośledzeniem słuchu pogłębiającym się powoli na przestrzeni lat. Indywidualna podatność na działanie hałasu jest bardzo zróżnicowana i zależy od wielu zewnętrznych i wewnętrznych czynników [2].

Do czynników zewnętrznych zalicza się m.in. impulsowość hałasu (hałas impulsowy jest bardziej szkodliwy niż hałas ustalony lub nieustalony o takim samym równoważnym poziomie dźwięku A), czas i rodzaj ekspozycji (przerwy w narażeniu umożliwiają regenerację narządu słuchu), równoczesną ekspozycję na niektóre substancje chemiczne (w tym rozpuszczalniki organiczne i metale ciężkie) lub drgania mechaniczne, a także leki ototoksyczne (aminoglikozydy), hipertermię oraz palenie papierosów [2–9]. Czynniki wewnętrzne to przede wszystkim choroby metaboliczne (hiperlipidemia i cukrzyca), nadciśnienie tętnicze krwi, występowanie objawu Reynauda (blednięcie palców) i jasna karnacja skóry [10–12].

Rozwój uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem jest również uwarunkowany genetycznie. Indywidualna podatność na działanie hałasu może być szczególnie uzależniona od występowania polimorfizmów genów warunkujących obieg jonów potasu w uchu wewnętrznym, genów stresu oksydacyjnego i genu białka kadherine 23 [13–15].

Spodziewane ubytki słuchu spowodowane działaniem hałasu można oszacować z zastosowaniem Polskiej Normy PN-ISO 1999:2000, w której opisano metodę wyznaczania rozkładów progów słuchu w populacjach osób narażonych na hałas na podstawie takich parametrów, jak wiek, płeć, poziom ekspozycji na hałas i czas pracy w narażeniu na hałas, czyli bez uwzględnienia ww. dodatkowych czynników ryzyka [16].

Celem niniejszej pracy była analiza stanu słuchu pracowników w kontekście ich narażenia zawodowego na hałas i występowania dodatkowych czynników ryzyka. Analizę przeprowadzono na przykładzie pracowników wybranego zakładu meblarskiego. Dostępne dane literaturowe wskazują, że na wszystkich etapach produkcji mebli pracownicy są narażeni na wiele szkodliwych czynników – szczególnie na hałas, pyły, sub-

stancje chemiczne (w tym rozpuszczalniki organiczne) i drgania mechaniczne [17,18].

MATERIAŁ I METODY

U pracowników zakładu meblarskiego przeprowadzono pomiary i ocenę narażenia na hałas w miejscu ich pracy oraz badania kwestionariuszowe i pomiary ciśnienia krwi. Przeanalizowano również wyniki badań audiometrycznych pracowników, wykonanych w ramach obowiązkowych badań okresowych. Wyznaczono spodziewane ubytki słuchu wynikające z wieku, płci i narażenia na hałas pracowników oraz porównano je z wynikami badań audiometrycznych.

Badana grupa

Badaniami objęto 50 pracowników w wieku 20–57 lat, zatrudnionych bezpośrednio przy produkcji mebli tapicerowanych w działach montażu i linii produkcyjnej. Do badań wybrano mężczyzn pracujących na tej samej zmianie, eliminując na podstawie wywiadu osoby z przebytymi chorobami uszu.

Badania kwestionariuszowe

Badania kwestionariuszowe były ukierunkowane na czynniki ryzyka i występowanie chorób układu krążenia, styl życia oraz stres ogólny i zawodowy (szczegółowe wyniki tych badań zostaną przedstawione w kolejnych publikacjach). Jednym z celów badań kwestionariuszowych była również identyfikacja zawodowych i pozazawodowych czynników ryzyka uszkodzenia słuchu, z wyłączeniem pozazawodowego narażenia na hałas, związanego np. z hałaśliwym hobby lub służbą wojskową.

Ocena stanu słuchu

Podstawę oceny stanu słuchu pracowników stanowiły wyniki badań audiometrycznych przeprowadzonych w ramach okresowych badań profilaktycznych. Analizowano progi słyszenia przewodnictwa powietrznego w zakresie częstotliwości 250–8000 Hz, do których odwołuje się Polska Norma PN-ISO 1999:2000 [16] przy szacowaniu ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z wiekiem i narażeniem na hałas.

Analizowane okresowe badania audiometryczne obejmowały tylko przewodnictwo powietrzne. Były one wykonywane po 16-godzinnej przerwie w narażeniu na hałas, w kabinie ciszy, techniką wstępująco-zstępującą, z krokiem co 5 dB i zastosowaniem audiometru klinicznego typu AD 226 (prod. Interacoustics A/S, Dania).

Ocena narażenia na hałas

W ramach badania przeprowadzono bezpośrednie pomiary hałasu zgodnie z metodyką opisaną w normach PN-N-01307:1994 i PN-EN ISO 9612:2011 [19,20]. Stosowano strategię pomiarową 1, czyli strategię pomiarów z podziałem na czynności. W typowych warunkach pracy mierzono równoważny poziom dźwięku A, maksymalny poziom dźwięku A i szczytowy poziom dźwięku C.

Dodatkowo, poza wymaganiami ww. norm, przeprowadzono analizę widmową hałasu w pasmach tercjowych z przedziału częstotliwości 1,6–20 000 Hz. Do pomiarów stosowano całkująco-uśredniające mierniki poziomu dźwięku (analizatory dźwięku) typu SVAN 958, SVAN 912E i SVAN 912 (prod. Svantek Sp. z o.o., Polska).

Skuteczność stosowanych ochronników słuchu, wyrażoną wartością przewidywanego tłumienia hałasu (predicted noise reduction – PNR), oszacowano metodą pasm oktaowych według PN-EN 458:2006 [21].

Szacowanie spodziewanych ubytków słuchu

Do szacowania spodziewanych ubytków słuchu spowodowanych narażeniem na hałas w miejscu pracy wykorzystano metodę opisaną w normie PN-ISO 1999:2000 [16]. Dla poszczególnych pracowników wyznaczono rozkłady spodziewanych progów słuchu (w zakresie częstotliwości 500–6000 Hz), uwzględniając ich wiek, płeć i deklarowany łączny czas pracy w narażeniu na hałas T (w latach) oraz wyniki pomiarów hałasu (tj. uśredniony poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy).

Ze względu na różnice wieku, stażu pracy i ekspozycji na hałas w badanej grupie wyznaczono tzw. standaryzowane progi słuchu (SPS), względem populacji narażonej na hałas według poniższych wzorów:

$$\begin{aligned} \text{dla HTL} \geq \text{HTLAN}_{0,50}: \text{SPS} &= \\ &= 1,282 (\text{HTL} - \text{HTLAN}_{0,50}) / \\ & / (\text{HTLAN}_{0,10} - \text{HTLAN}_{0,50}) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{dla HTL} < \text{HTLAN}_{0,50}: \text{SPS} &= \\ &= 1,282 (\text{HTL} - \text{HTLAN}_{0,50}) / \\ & / (\text{HTLAN}_{0,50} - \text{HTLAN}_{0,90}) \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie:

HTL – rzeczywisty próg słuchu (dla poszczególnych częstotliwości z przedziału 500–6000 Hz lub kombinacji wybranych częstotliwości) [dB],

HTLAN_{0,50} – mediana rozkładu przewidywanego progów słuchu [dB] (dla poszczególnych częstotliwości z przedzia-

łu 500–6000 Hz lub kombinacji wybranych częstotliwości) dla populacji równoważnej pod względem wieku i płci, uśrednionego (dla łącznego czasu pracy w narażeniu na hałas) poziomu ekspozycji na hałas, odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy ($L_{EX,sh}$) i czasu narażenia na hałas (T) w latach, HTLAN_{0,10} – 10. percentyl rozkładu przewidywanego progów słuchu (dla poszczególnych częstotliwości z przedziału 500–6000 Hz lub kombinacji wybranych częstotliwości) dla populacji równoważnej pod względem wieku, płci i narażenia na hałas ($L_{EX,sh}$ i T) [dB],

HTLAN_{0,90} – 90. percentyl rozkładu przewidywanego progów słuchu (dla poszczególnych częstotliwości z przedziału 500–6000 Hz lub kombinacji wybranych częstotliwości) dla populacji równoważnej pod względem wieku, płci i narażenia na hałas ($L_{EX,sh}$ i T) [dB].

Standaryzacja sprowadzała się do wyznaczenia różnicy między rzeczywistą wartością progów słuchu a medianą spodziewanego rozkładu progów słuchu i podzielenia jej – w zależności od znaku tej różnicy – przez odchylenie standardowe górne lub dolne. Im bliższa zeru wartość standaryzowanego progów słuchu (SPS), tym lepsza zgodność przewidywań z obserwowanymi ubytkami słuchu. W przypadku SPS > 0 i SPS < 0 rzeczywiste progi słuchu są odpowiednio wyższe (gorsze) i niższe (lepsze) niż przewidywane.

Podobną standaryzację wykonano w odniesieniu do rozkładów progów słuchu wyselekcjonowanej populacji zdrowej otologicznie (równoważnej ze względu na wiek i płeć) oraz nienarażonej na hałas (bazy danych A z normy PN-ISO 1999:2000 [16]).

Analiza statystyczna

Współmienność między audiometrycznymi progami słuchu a wiekiem, stażem pracy i innymi danymi, w tym parametrami ekspozycji na hałas, oceniano za pomocą współczynnika korelacji γ .

Do oceny istotności standaryzowanych progów słuchu w badanej grupie zastosowano test t-Studenta dla pojedynczej próby. Z kolei standaryzowane progi słuchu w podgrupach pracowników porównywano za pomocą testu t-Studenta dla prób niezależnych, a w przypadku niespełnienia warunków jego stosowania (tj. przy braku normalności rozkładów, niejednorodności wariancji lub nierównoliczności porównywanych podgrup) – nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya.

Normalność rozkładów sprawdzano za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnowa, a jednorodność wariancji – z zastosowaniem testu Levene'a i testu Browna-Forsythe'a. Równoliczność podgrup sprawdzano testem Chi².

Analizę statystyczną przeprowadzono przy założonym poziomie istotności równym 0,05 z zastosowaniem programu Statistica 9.1 (prod. StatSoft Inc., USA).

WYNIKI

Charakterystyka badanej grupy

Badaniami objęto grupę 50 mężczyzn w wieku 20–57 lat, zatrudnionych przez okres 3–14 lat przy produkcji mebli tapicerowanych w narażeniu na hałas (tab. 1). Około 2/3 (64%) osób pracowało w dziale linii produkcyjnej, a pozostali badani (36%) – w dziale montażu.

W obu działach występowały narażenie na hałas i substancje chemiczne (kleje i rozpuszczalniki), przy czym podczas prac przy liniach produkcyjnych stosowano kleje zawierające składniki o potencjalnym działaniu ototoksycznym (m.in. heksan). W zakładzie na tych stanowiskach pracy nie wykonywano rutynowo

badania stężeń rozpuszczalników organicznych, jednak w niniejszym badaniu pracowników z działu linii produkcyjnej uważano za pracujących w kontakcie z substancjami ototoksycznymi.

Wszyscy pracownicy biorący udział w badaniu byli wyposażeni w indywidualne ochronniki słuchu o parametrach tłumieniowych:

- H (high-frequency attenuation value – tłumienie wysokoczęstotliwościowe) – 32 dB,
- M (medium-frequency attenuation value – tłumienie średniczęstotliwościowe) – 25 dB,
- L (low-frequency attenuation value – tłumienie niskoczęstotliwościowe) – 15 dB,
- SNR (single number rating – jednolicebowa ocena tłumienia) – 27 dB.

U części pracowników stwierdzono dodatkowe czynniki ryzyka uszkodzenia słuchu – w tym palenie papierosów (44%), nadciśnienie tętnicze (ciśnienie

Tabela 1. Charakterystyka badanej grupy – pracowników zakładu meblarskiego
Table 1. Characteristics of the study group – the furniture factory workers

Parametr Parameter	Pracownicy Workers		
	ogółem total (N = 50)	dział montażu assembly department (N = 18)	dział linii produkcyjnej department of production line (N = 32)
Ekspozycja na hałas / Exposure to noise [n (%)]	50 (100)	18 (36)	32 (64)
Równoczesna ekspozycja na hałas i rozpuszczalniki organiczne / Co-exposure to noise and organic solvents [n (%)]	32 (64)	0 (0)	32 (100)
Palenie papierosów / Tobacco smoking [n (%)]	22 (44)	5 (10)	17 (34)
Nadciśnienie tętnicze / Arterial hypertension [n (%)]	13 (26)	3 (6)	10 (20)
Podwyższony poziom cholesterolu / Elevated cholesterol level [n (%)]	26 (52)	11 (22)	15 (30)
Podwyższone stężenie trójglicerydów / Elevated triglycerides level [n (%)]	11 (22)	4 (8)	7 (14)
Podwyższony poziom cukru / Elevated glucose level [n (%)]	21 (42)	5 (10)	16 (32)
Nadwaga / Overweight [n (%)]	9 (18)	4 (8)	5 (10)
Wiek [w latach] / Age [years] (M±SD)	35,0±8,1	34,7±7,0	35,2±8,8
Staż pracy [w latach] / Tenure [years] (M±SD)	11,0±2,7	11,2±2,2	10,9±2,9
Ciśnienie skurczowe krwi / Systolic blood pressure [mm Hg] (M±SD)	126,7±12,1	123,8±10,8	128,3±12,6
Ciśnienie rozkurczowe krwi / Diastolic blood pressure [mm Hg] (M±SD)	78,4±9,7	76,8±8,8	79,3±10,2
Cholesterol całkowity / Total cholesterol [mg/dl] (M±SD)	209,7±50,9	228,0±70,8	199,5±32,5
Stężenie trójglicerydów / Triglycerides level [mg/dl] (M±SD)	127,4±73,2	139,4±91,3	120,7±61,4
Poziom cukru we krwi / Blood glucose level [mg/dl] (M±SD)	97,7±19,3	93,9±18,9	99,9±19,4
Wskaźnik masy ciała / Body mass index (BMI) [kg/m ²] (M±SD)	27,1±3,5	26,9±4,0	26,8±3,0

M – średnia / mean, SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

skurczowe ≥ 140 mm Hg i/lub ciśnienie rozkurczowe ≥ 90 mm Hg) (26%), nadwagę (wskaźnik masy ciała (body mass index – BMI) > 30) (18%) oraz podwyższone stężenie całkowitego cholesterolu (52%), trójglicerydów (22%) i glukozy we krwi (42%).

Ocena narażenia na hałas

Wyniki pomiarów hałasu przedstawiono w tabelach 2. i 3. Na wszystkich badanych stanowiskach pracy, z wyłączeniem jednego stanowiska linii produkcyjnej, stwierdzono przekroczenie wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) hałasu w środowisku pracy [22].

W obu działach zakładu występował hałas o charakterze impulsowym, ponieważ podczas prac montażowych stosowano m.in. młotki, pistolety montażowe i tapicerskie. W widmie hałasu dominowały składowe

słyszalne z zakresu częstotliwości 100–10 000 Hz (pasma tercjowe) (ryc. 1).

Na podstawie wyników analizy widmowej hałasu i parametrów tłumieniowych stosowanych przez pracowników ochronników słuchu oszacowano, że obniżały one poziom dźwięku A o 27–32 dB (średnia PNR \pm odchylenie standardowe (standard deviation – SD): 29,5 \pm 1,4 dB). W konsekwencji spodziewany efektywny równoważny poziom dźwięku A pod ochronnikami nie przekraczał 70 dB, czyli zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 458:2006 udostępnione pracownikom ochronniki słuchu zapewniały zbyt duże zabezpieczenie przed hałasem [21].

Mimo że badani pracownicy deklarowali stosowanie ochronników słuchu, to ze względu na brak informacji na temat częstości i czasu ich używania w niniejszej analizie nie uwzględniano tłumienia ochronni-

Tabela 2. Hałas na stanowiskach pracy w dziale montażu zakładu meblarskiego
Table 2. Noise at work stations in the assembly department of the furniture factory

Stanowisko pracy (nr) Work station (No.)	$L_{EX, 8h} + U$ [dB]	$L_{A max}$ [dB]	$L_{C peak}$ [dB]
1	91,7+3,0	103,7	134,0
2	92,9+2,3	104,6	137,2
3	93,5+3,3	104,7	138,3
4	90,8+2,2	103,1	133,7
5	92,9+2,4	104,2	133,4
6	93,1+2,9	108,6	138,4
7	94,8+2,1	105,3	135,5
8	92,3+2,6	104,8	132,1
9	87,9+2,7	100,8	129,0
Wartość średnia energetyczna / / An energy average	92,6	–	–
Wartość maksymalna / / Maximum value	–	108,6	138,4
NDN / MAI	85,0	115,0	135,0

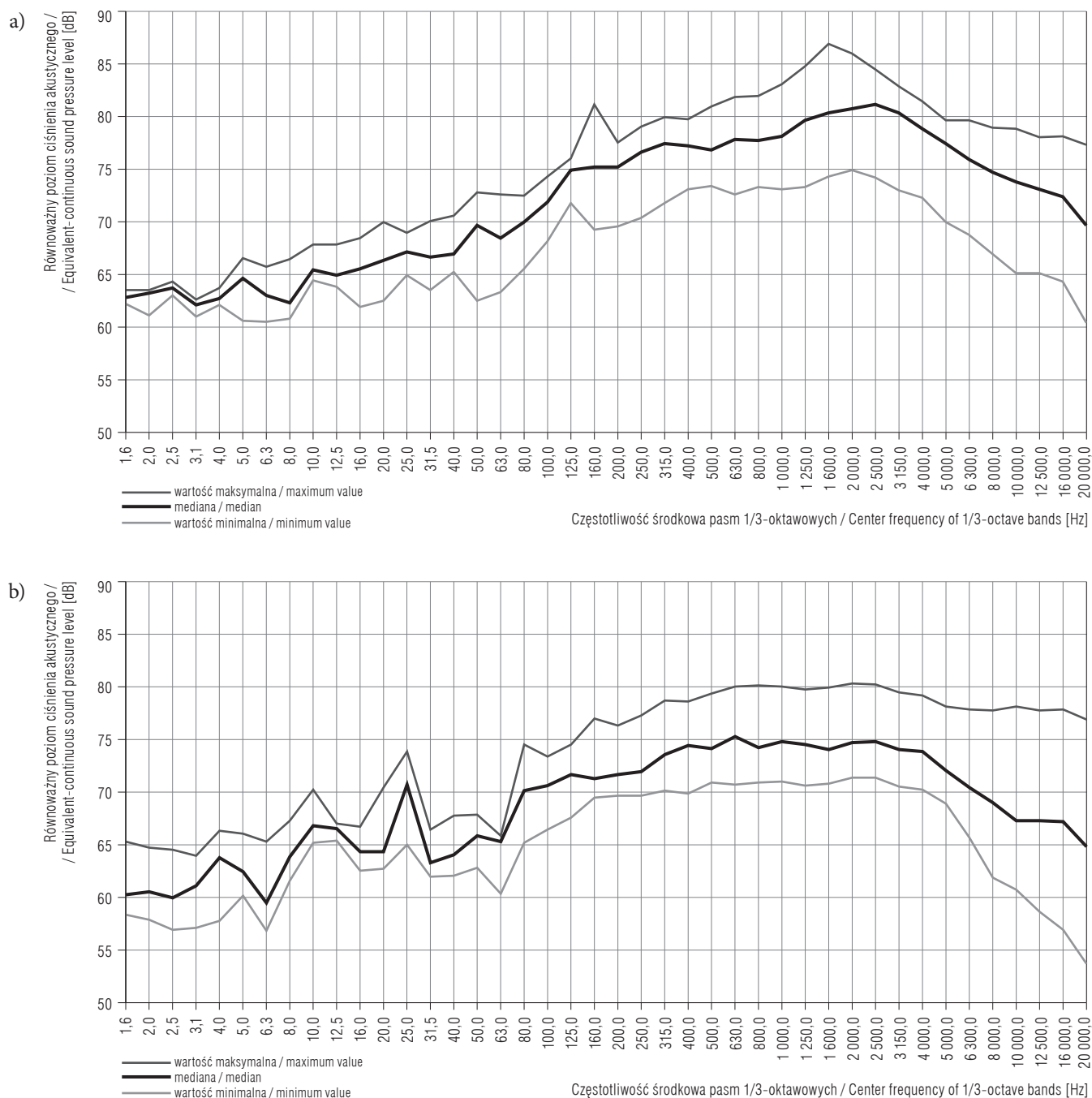
$L_{EX, 8h}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy / noise exposure level normalized to an 8-h working day, $L_{A max}$ – maksymalny poziom dźwięku A / maximum A-weighted sound pressure level, $L_{C peak}$ – szczytowy poziom dźwięku C / peak C-weighted sound pressure level.

U – rozszerzona niepewność pomiaru przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia $k = 1,65$ / expanded measurement uncertainty with the confidence interval of 95% and coverage factor $k = 1.65$, NDN – wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń hałasu w środowisku pracy / MAI – maximum admissible intensity values for noise in occupational settings [22].

Tabela 3. Hałas na stanowiskach pracy w dziale linii produkcyjnej zakładu meblarskiego
Table 3. Noise at work stations in the department of production line of the furniture factory

Stanowisko pracy (nr) Work station (No.)	$L_{EX, 8h} + U$ [dB]	$L_{A max}$ [dB]	$L_{C peak}$ [dB]
1	88,3+2,1	102,8	135,2
2	88,0+2,4	99,9	115,8
3	92,9+3,4	108,9	139,3
4	86,3+2,7	100,4	135,4
5	85,7+2,0	98,4	114,0
6	86,5+3,4	99,6	137,8
7	82,7+2,3	91,9	111,5
8	91,0+2,4	103,8	131,0
9	92,4+3,6	100,4	130,4
10	91,3+2,2	102,7	132,3
11	85,4+3,5	100,2	115,0
12	89,5+2,2	103,7	133,4
13	87,4+2,4	99,0	126,8
Wartość średnia energetyczna / / An energy average	89,2	–	–
Wartość maksymalna / / Maximum value	–	108,9	139,3
NDN / MAI	85,0	115,0	135,0

Objaśnienia jak w tabeli 2 / Explanations as in Table 2.



Ryc. 1. Analiza widmowa hałasu na stanowiskach pracy w a) dziale montażu i b) dziale linii produkcyjnej zakładu meblarskiego
 Fig. 1. Frequency analysis of noise at work stations in the a) department of assembly and b) department of production line in the furniture company

ków słuchu. Co więcej, ze względu na rotację pracowników w poszczególnych działach jako podstawę szacowania przewidywanych ubytków słuchu przyjęto wartości średnie (energetyczne) poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy – równe 92,6 dB dla stanowisk montażu i 89,2 dB dla linii produkcyjnej. Zrezygnowano przy tym z dodawa-

nia (proponowanej w PN-ISO 1999:2000 [16]) poprawki (o wartości 5 dB) ze względu na impulsowy charakter hałasu.

Dodatkowo założono, że ekspozycja na hałas w rozpatrywanym zakładzie utrzymuje się na jednakowym poziomie, a ww. uśrednione poziomy ekspozycji na hałas są reprezentatywne dla całego okresu zatrudnienia

badanych pracowników. Na tej podstawie dla poszczególnych osób wyznaczono wartości poziomu emisji hałasu (L_{IM}), tj. miary całościowej (zawodowej) dawki hałasu, wiążącej uśredniony dzienny poziom ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$) z łącznym czasem narażenia w latach (T) ($L_{IM} = L_{EX,8h} + 10 \log T$). Obliczone w ten sposób wartości L_{IM} zawierały się w przedziale 94–104,1 dB (średnia $L_{IM} \pm SD$: 100,7±2,2 dB).

Wyniki badań słuchu

W przypadkach wszystkich rozpatrywanych osób średni próg słuchu w zakresie częstotliwości mowy – tj. 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz – nie przekraczał 25 dB, co według klasyfikacji WHO odpowiada stopniowi 0 uszkodzenia słuchu, czyli słuchowi prawidłowemu [23]. Jedynie w przypadku 11% audiogramów obserwowano typowe dla działania hałasu wysokoczęstotliwościowe załamki dla częstotliwości 4000 Hz lub 3000 Hz. Przyjęto, że w audiogramie występuje załamek, jeśli progi słuchu dla częstotliwości 2000 Hz i 8000 Hz są co najmniej o 10 dB niższe od maksymalnej wartości progów słuchu dla częstotliwości 3000 Hz, 4000 Hz lub 6000 Hz.

Stwierdzono również występowanie słabej, lecz istotnej statystycznie, dodatniej korelacji między progami słuchu a wiekiem, stażem, ciśnieniem rozkurczowym i paleniem papierosów (tab. 4). Większa liczba wypalanych dziennie papierosów przez dłuższy okres i wyższe ciśnienie rozkurczowe wiązały się z wyższymi progami słuchu. W podobny sposób na słuch pracowników miał wpływ ich wiek i staż pracy. Istotną statystycznie korelację między całościową dawką hałasu (L_{IM}) a ostrością słuchu obserwowano jedynie dla częstotliwości 3000 Hz i 4000 Hz (tab. 4).

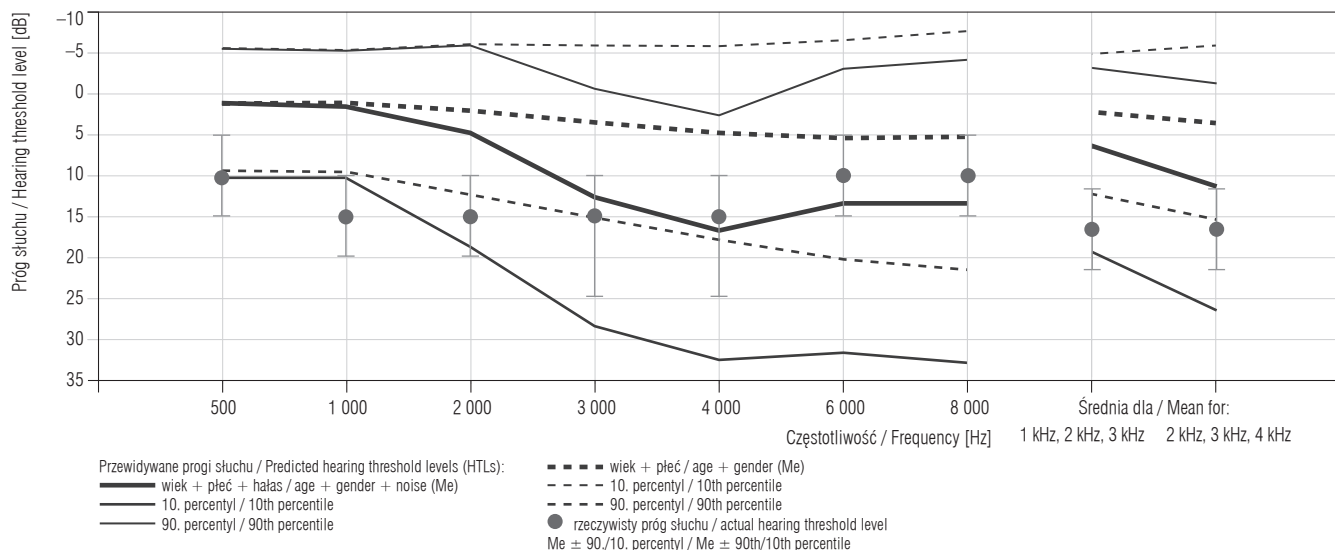
Porównanie rzeczywistych i przewidywanych progów słuchu

Rycina 2. przedstawia uśrednione wyniki badań audiometrycznych w badanej grupie wraz z progami słuchu przewidywanymi według PN-ISO 1999:2000 [16] (na podstawie narażenia na hałas i/lub wieku i płci). Z kolei na rycinie 3. pokazano standaryzowane progi słuchu pracowników względem równoważnej populacji osób narażonych na hałas i wyniki standaryzacji względem równoważnej, wyselekcjonowanej (zdrowej otologicznie) populacji nienarażonej na hałas (bazy danych A według PN-ISO 1999:2000 [16]). W obliczeniach spodziewanych ubytków słuchu nie uwzględniano impulsowego charakteru hałasu ani skuteczności stosowania ochronników słuchu.

Tabela 4. Współzależność między progami słuchu (dla różnych częstotliwości audiometrycznych) u badanych osób a zmiennymi opisującymi ich narażenie na hałas i cechy indywidualne
Table 4. Association between hearing threshold levels (at different audiometric frequencies) in the study subjects and variables describing their noise exposure and individual features

Zmienna Variable	Współczynnik korelacji γ dla różnych częstotliwości audiometrycznych Correlation coefficient γ at different audiometric frequencies									
	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1 000 Hz	1 500 Hz	2 000 Hz	3 000 Hz	4 000 Hz	6 000 Hz	8 000 Hz
Wiek [w latach] / Age [years]	0,38	0,25	0,24	0,33	0,32	0,33	0,49	0,48	0,52	0,57
Staż pracy [w latach] / Tenure [years]	0,36	0,17	0,20	0,34	0,36	0,36	0,56	0,52	0,49	0,56
Poziom emisji hałasu L_{IM} / Noise immission level L_{IM} [dB]	0,09	0,02	-0,03	0,11	0,15	0,14	0,18	0,18	0,12	0,16
Wskaźnik masy ciała / Body mass index (BMI) [kg/m ²]	0,11	0,13	0,09	0,00	-0,03	0,18	0,09	0,10	0,15	0,18
Cholesterol całkowity / Total cholesterol [mg/dl]	0,00	-0,03	0,04	-0,01	0,04	0,01	-0,08	-0,03	0,03	-0,01
Stężenie trójglicerydów / Triglycerides level [mg/dl]	-0,09	-0,02	0,01	-0,06	0,11	-0,03	-0,12	-0,11	-0,04	-0,02
Poziom cukru we krwi / Blood glucose level [mg/dl]	-0,03	0,07	0,03	-0,03	0,00	0,00	-0,04	0,03	0,04	-0,04
Wskaźnik palenia papierosów / Smoking index*	0,25	0,34	0,26	0,27	0,22	-0,09	0,08	0,25	0,26	0,27
Ciśnienie skurczowe krwi / Systolic blood pressure [mm Hg]	0,13	0,12	0,01	0,08	-0,02	0,08	0,15	0,13	0,18	0,10
Ciśnienie rozkurczowe krwi / Diastolic blood pressure [mm Hg]	0,22	0,23	0,13	0,18	0,16	0,17	0,28	0,27	0,31	0,29

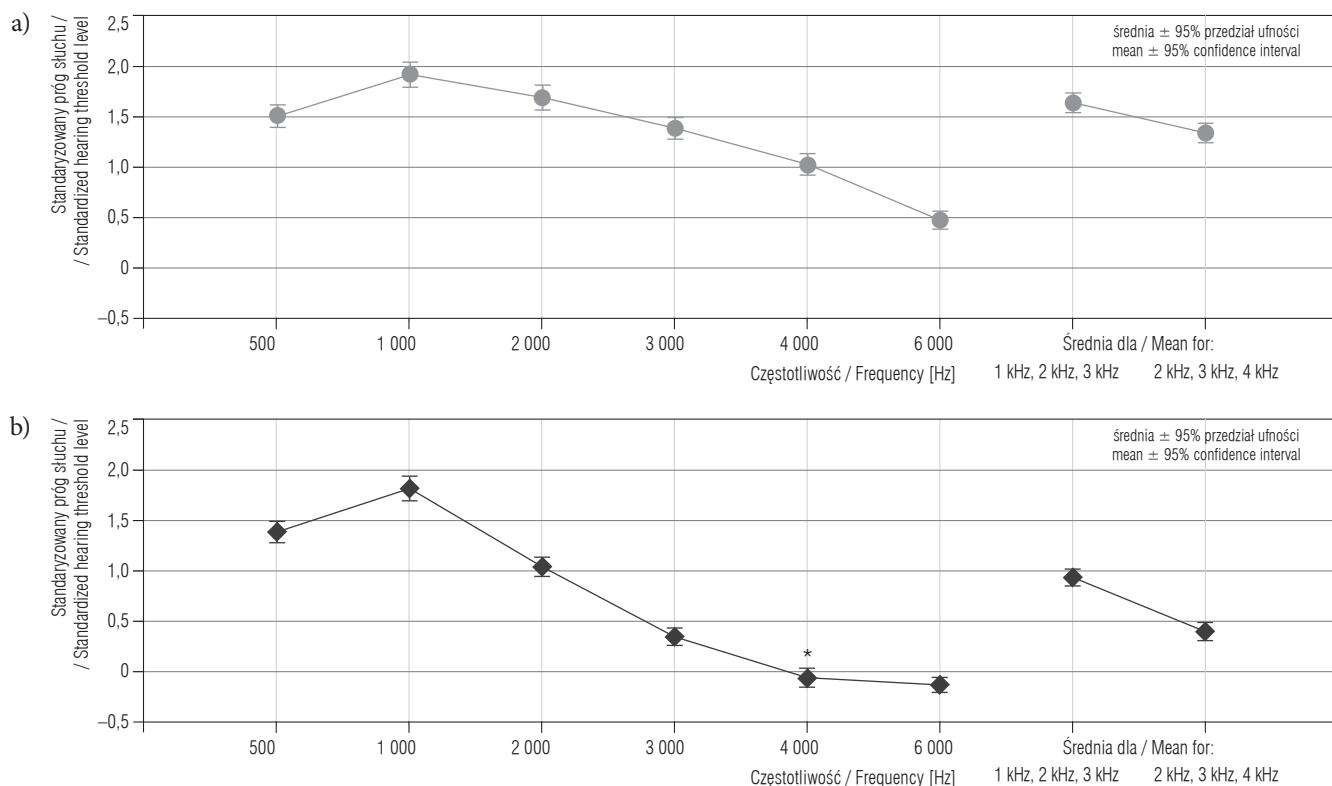
* Liczba dziennie wypalanych papierosów \times okres ich palenia [w latach] / Number of cigarettes smoked per day \times duration of smoking [years].
Pogrubiona czcionka – istotne statystycznie wartości współzależności γ ($p < 0,05$) / Bold – statistically significant values of correlation coefficient γ ($p < 0,05$).



M – średnia / mean, Me – mediana / median.

Przewidywane progi słuchu wyznaczone na podstawie PN-ISO 1999:2000 [16] przy uwzględnieniu narażenia na hałas i/lub wieku i płci pracowników / Predicted hearing threshold levels (HTLs) were determined according to PN-ISO 1999:2000 [16] taking into account workers' noise exposure and/or age and gender.

Ryc. 2. Rozkłady rzeczywistych i przewidywanych progów słuchu u pracowników zakładu meblarskiego
 Fig. 2. Distributions of actual and predicted hearing threshold levels (HTLs) in the furniture factory workers



W obliczeniach zastosowano metodę wyznaczania rozkładów spodziewanych ubytków słuchu według PN-ISO 1999:2000 [16] / Calculations were performed using the method for determining statistical distributions of expected hearing threshold levels described in PN-ISO 1999:2000 [16].

* Wartość SPS, która nie różniła się istotnie statystycznie od 0 (w przypadku pozostałych wartości test t-Student dla pojedynczej próby, $p < 0,05$) / The SHTL value that did not differ significantly from 0 (for other values one-sample t-Student test, $p < 0.05$).

Ryc. 3. Standaryzowane progi słuchu (SPS) w grupie 50 pracowników zakładu meblarskiego (100 uszu), odniesione do a) równoważnej (ze względu na wiek i płeć) populacji osób nienarażonych na hałas i b) równoważnej (ze względu na narażenie na hałas, wiek i płeć) populacji narażonej na hałas
 Fig. 3. Standardized hearing threshold levels (SHTLs) in a group of 50 workers (100 ears) of the furniture factory, relative to a) equivalent (for age and gender) non-noise-exposed population and b) equivalent (for noise exposure, age and gender) noise-exposed population

Stwierdzono, że w całym rozpatrywanym zakresie częstotliwości rzeczywiste progi słuchu pracowników były wyższe (gorsze) niż w równoważnej populacji nienarażonej na hałas (średnie standaryzowane progi słuchu > 0, p < 0,05) (ryc. 3a). Audiometryczne progi słuchu były również wyższe (gorsze) niż przewidy-

wane na podstawie PN-ISO 1999:2000 [16] dla równoważnej populacji narażonej na hałas w zakresie częstotliwości 500–3000 Hz. Przewidywane progi słuchu były zgodne z rzeczywistymi wartościami dla częstotliwości 4000 Hz, a nieznacznie niższe (lepsze) – dla 6000 Hz (ryc. 3b, tab. 5).

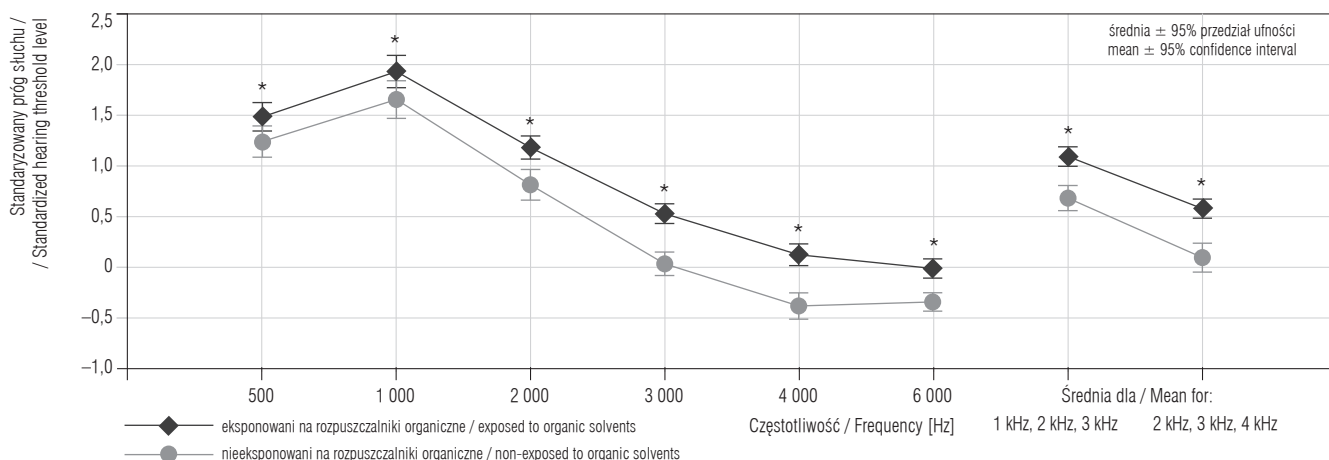
Tabela 5. Audiometryczne i standaryzowane progi słuchu (względem populacji równoważnej – nienarażonej i narażonej na hałas) u pracowników zakładu meblarskiego* (N = 50 (100 uszu))

Table 5. Audiometric and standardized hearing threshold levels (relative to equivalent non-noise-exposed and noise-exposed population) in the furniture factory workers* (N = 50 (100 ears))

Częstotliwość Frequency [Hz]	Audiometryczny próg słuchu Audiometric hearing threshold level [dB] (M±SD)	Standaryzowany próg słuchu Standardized hearing threshold level (M±SD)	
		populacja nienarażona na hałas non-noise-exposed population	populacja narażona na hałas noise-exposed population
500	11,20±3,77	1,50±0,56	1,40±0,54
1 000	14,25±4,34	1,91±0,63	1,84±0,63
2 000	16,30±4,96	1,69±0,62	1,05±0,49
3 000	16,85±4,80	1,38±0,54	0,34±0,45
4 000	16,05±5,09	1,03±0,54	-0,08±0,48
6 000	11,45±3,50	0,47±0,45	-0,15±0,38
Średnia dla / Mean for: 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz	15,80±3,90	1,63±0,49	0,94±0,43
Średnia dla / Mean for: 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz	16,40±4,15	1,34±0,49	0,39±0,46

* Rozkłady standaryzowanych progów słuchu były normalne (p > 0,05), a ich wartości średnie (z wyjątkiem wartości wyróżnionej pogrubioną czcionką) różniły się istotnie statystycznie od 0 (p < 0,05) / Standardized hearing threshold levels had normal distributions (p > 0.05) and their mean values (excluding that in bold) differed significantly from 0 (p < 0.05).

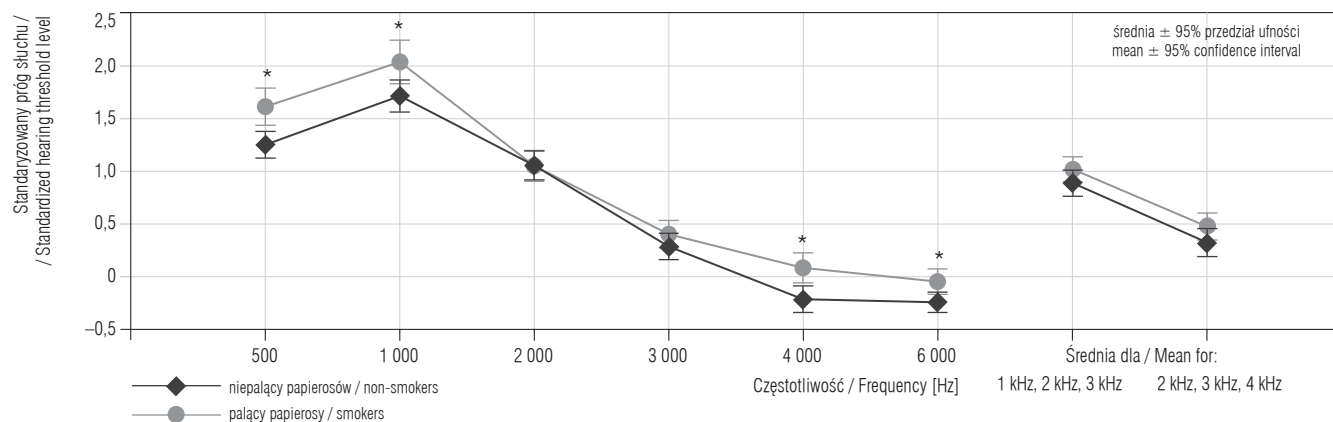
Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.



W obliczeniach zastosowano metodę wyznaczania rozkładów spodziewanych ubytków słuchu według PN-ISO 1999:2000 [16] / Calculations were performed using the method for determining statistical distributions of expected hearing threshold levels described in PN-ISO 1999:2000 [16].

* Istotne statystycznie różnice między podgrupami (test U Manna-Whitneya, p < 0,05) / Statistically significant differences between subgroups (Mann-Whitney U test, p < 0.05).

Ryc. 4. Porównanie standaryzowanych progów słuchu (SPS) (odniesionych do równoważnej ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas populacji) w podgrupach pracowników pracujących w kontakcie i bez kontaktu z rozpuszczalnikami organicznymi
Fig. 4. Comparison of the standardized hearing threshold levels (SHTLs) (relative to age-, gender- and noise exposure-equivalent population) in subgroups of workers working with and without organic solvents

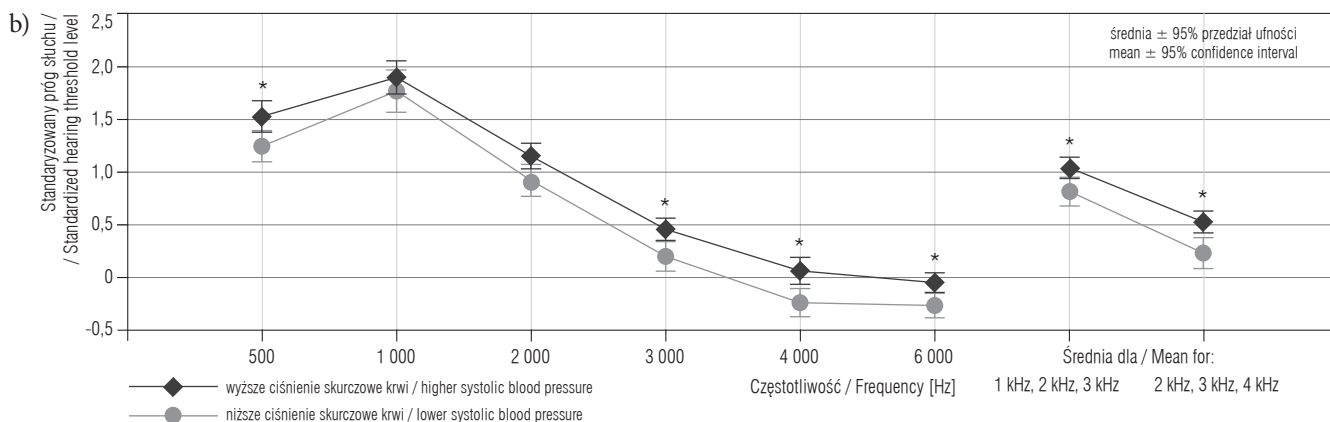
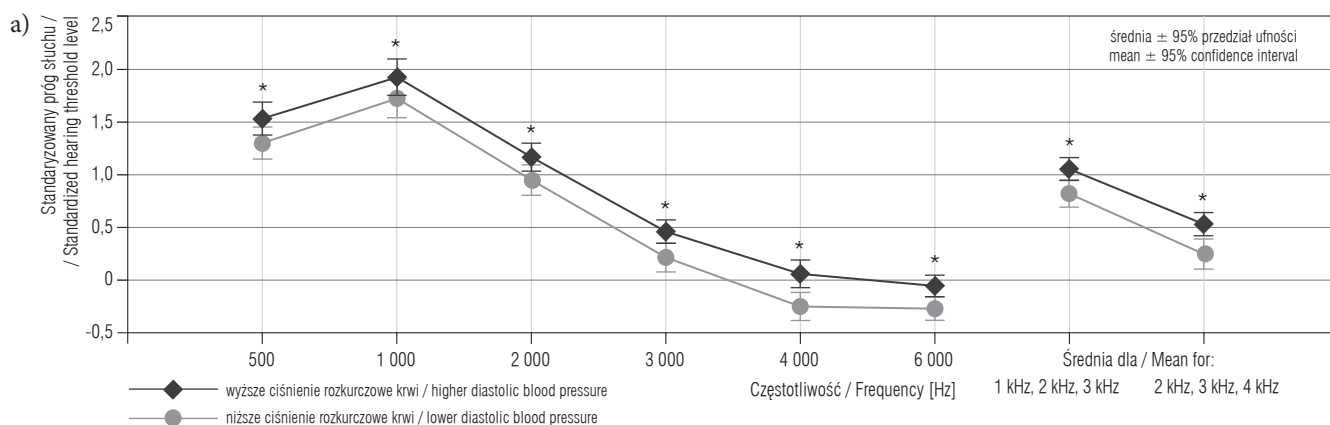


W obliczeniach zastosowano metodę wyznaczania rozkładów spodziewanych ubytków słuchu według PN-ISO 1999:2000 [16] / Calculations were performed using the method for determining statistical distributions of expected hearing threshold levels described in PN-ISO 1999:2000 [16].

* Istotnie statystycznie różnice między podgrupami (test t-Studenta, $p < 0,05$) / Statistically significant differences between subgroups (t-Student test, $p < 0.05$).

Ryc. 5. Porównanie standaryzowanych progów słuchu (SPS) (odniesionych do równoważnej ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas populacji) w podgrupach pracowników palących papierosy i niepalących

Fig. 5. Comparison of the standardized hearing threshold levels (SHTLs) (relative to age-, gender- and noise exposure-equivalent population) in the smoker and non-smoker subgroups



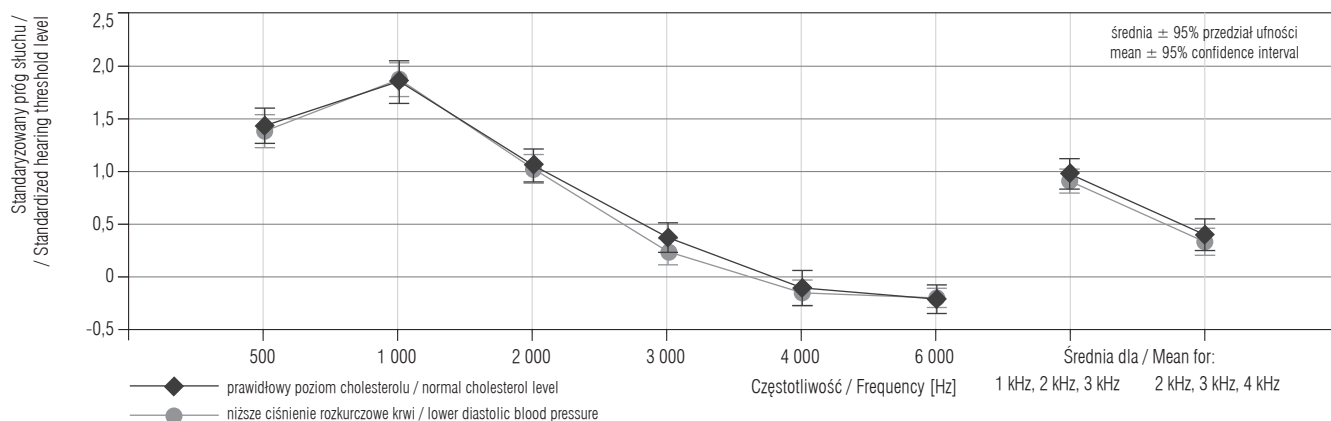
Objaśnienia jak w rycinie 5 / Explanations as in Figure 5.

Ryc. 6. Porównanie standaryzowanych progów słuchu (SPS) (odniesionych do równoważnej ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas populacji) w podgrupach pracowników a) z wyższym (> 78 mm Hg) i niższym (≤ 78 mm Hg) ciśnieniem rozkurczowym krwi oraz b) z wyższym (> 129 mm Hg) i niższym (≤ 129 mm Hg) ciśnieniem skurczowym krwi

Fig. 6. Comparison of the standardized hearing threshold levels (SHTLs) (relative to age-, gender- and noise exposure-equivalent population) in subgroups of workers a) with higher (> 78 mm Hg) and lower (≤ 78 mm Hg) diastolic blood pressure, and b) with higher (> 129 mm Hg) and lower (≤ 129 mm Hg) systolic blood pressure

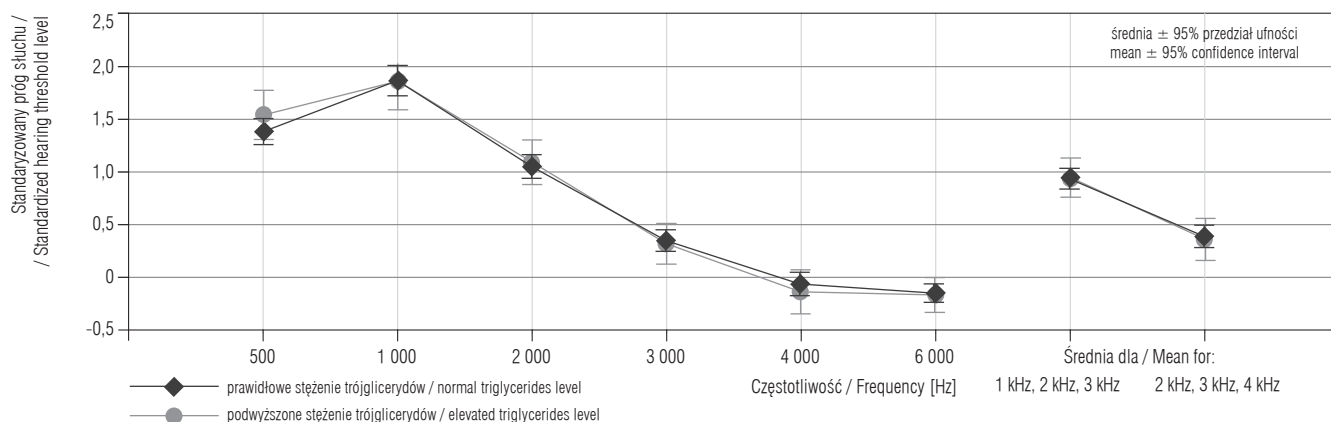
Stwierdzono istotnie statystyczne różnice między standaryzowanymi progami słuchu (względem równoważnej populacji narażonej na hałas) w podgrupach osób palących papierosy i niepalących oraz pracujących bez kontaktu lub w kontakcie z rozpuszczalnikami organicznymi. Standaryzowane progi słuchu u palaczy były wyższe niż u osób niepalących (ryc. 4). Z kolei pracownicy mający kontakt z ototoksycznymi rozpuszczalnikami organicznymi mieli gorszy słuch niż osoby bez narażenia na takie rozpuszczalniki (ryc. 5).

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między standaryzowanymi progami słuchu u osób z nadciśnieniem tętniczym i bez nadciśnienia tętniczego (test U Manna-Whitneya, $p > 0,05$). Po podziale grupy badanej na podstawie wartości mediany ciśnienia rozkurczowego krwi na dwie podgrupy – pierwszą o niższym ciśnieniu rozkurczowym (≤ 78 mm Hg, 50 uszu) i drugą o wyższym ciśnieniu rozkurczowym (> 78 mm Hg, 50 uszu) – stwierdzono istotne statystycznie różnice.



W obliczeniach zastosowano metodę wyznaczania rozkładów spodziewanych ubytków słuchu według PN-ISO 1999:2000 [16] / Calculations were performed using the method for determining statistical distributions of expected hearing threshold levels described in PN-ISO 1999:2000 [16].
 Między podgrupami nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie (test t-Studenta lub U Manna-Whitneya (tylko dla 6 kHz), $p > 0,05$) / No statistically significant differences between subgroups (t-Student test or Mann-Whitney U test (exclusively at 6 kHz), $p > 0.05$) were noted.

Ryc. 7. Porównanie standaryzowanych progów słuchu (SPS) (odniesionych do równoważnej ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas populacji) w podgrupach pracowników z podwyższonym i prawidłowym poziomem cholesterolu całkowitego we krwi
Fig. 7. Comparison of the standardized hearing threshold levels (SHTLs) (relative to age-, gender- and noise exposure-equivalent population) in subgroups of workers with elevated and normal levels of blood total cholesterol



W obliczeniach zastosowano metodę wyznaczania rozkładów spodziewanych ubytków słuchu według PN-ISO 1999:2000 [16] / Calculations were performed using the method for determining statistical distributions of expected hearing threshold levels described in PN-ISO 1999:2000 [16].
 Między podgrupami nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie (test U Manna-Whitneya, $p > 0,05$) / No statistically significant differences between subgroups (Mann-Whitney U test, $p > 0.05$) were noted.

Ryc. 8. Porównanie standaryzowanych progów słuchu (SPS) (odniesionych do równoważnej ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas populacji) w podgrupach pracowników z podwyższonym i prawidłowym stężeniem trójglicerydów we krwi
Fig. 8. Comparison of the standardized hearing threshold levels (SHTLs) (relative to age-, gender- and noise exposure-equivalent population) in subgroups of workers with elevated and normal levels of triglycerides in blood

Standaryzowane progi słuchu u pracowników z wyższym ciśnieniem rozkurczowym krwi były wyższe niż u osób z niższym ciśnieniem (ryc. 6a). Podobną zależność stwierdzono, kiedy analizowano w analogiczny sposób standaryzowane progi słuchu w podgrupach osób z niższym (≤ 129 mm Hg, 48 uszu) i wyższym (> 129 mm Hg, 52 uszu) ciśnieniem skurczowym krwi (ryc. 6b). Nie zaobserwowano natomiast istotnych statystycznie różnic między standaryzowanymi progami słuchu u osób z podwyższonym (> 200 mg/dl) i prawidłowym (≤ 200 mg/dl) poziomem cholesterolu całkowitego we krwi (ryc. 7) oraz w przypadku osób z podwyższonym (> 150 mg/dl) i prawidłowym stężeniem trójglicerydów (≤ 150 mg/dl) (ryc. 8).

OMÓWIENIE

Przez wiele lat wśród wszystkich rozpoznawanych chorób o podłożu zawodowym największy odsetek stanowił zawodowy ubytek słuchu. W latach 1998–2002 był 2. pod względem liczby rozpoznawanych przypadków, a obecnie plasuje się na 4. pozycji [24]. Odsetek zawodowego ubytku słuchu zmniejszył się z 28,7% w 1998 r. do 7,2% w 2014 r., a liczba przypadków odpowiednio: z 3385 do 169 [24]. Może to częściowo wynikać z wprowadzenia w 2002 r. nowych, zaostrzonych kryteriów orzecznich w odniesieniu do zawodowego uszkodzenia słuchu [25], a także świadczyć o coraz większej skuteczności podejmowanych przez pracodawców działań mających na celu minimalizowanie ryzyka zawodowego związanego z hałasem w miejscu pracy.

Coraz częściej zwraca się uwagę, że w celu zachowania w pełni wydolnego zawodowo i społecznie słuchu pracowników powinno się w opiece zdrowotnej kłaść nacisk na wczesne wykrywanie niewielkich ubytków słuchu i podejmowanie szerokich działań profilaktycznych. Służy temu m.in. opracowany w Zakładzie Zagrożeń Fizycznych oraz Klinice Audiologii i Foniatrii Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi kompleksowy program ochrony słuchu [26].

Krytycznym okresem dla rozwoju uszkodzeń słuchu spowodowanych działaniem hałasu są pierwsze lata pracy w narażeniu na hałas. W badanej grupie przeważali młodzi mężczyźni wyposażeni w indywidualne ochronniki słuchu, które teoretycznie zapewniały pełną, a nawet nadmierną, ochronę narządu słuchu (wartości spodziewanego równoważnego poziomu dźwięku A pod ochronnikami były niższe od 70 dB), co mogło powodować izolację akustyczną i skłaniać pra-

owników do zdejmowania ochronników [26]. W przypadku stosowania ochronników tylko podczas części zmiany roboczej o ich skuteczności bardziej decyduje czas przebywania w hałasie bez ochronników niż wartość przewidywanego tłumienia hałasu (PNR). Skrócenie czasu noszenia ochronników o połowę – bez względu na wartość PNR – powoduje, że ich skuteczność spada do 3 dB [21]. Można więc przyjąć, że stosowanie indywidualnych ochronników słuchu tylko przez połowę zmiany roboczej niwelowało poprawkę, jaką można wprowadzić ze względu na charakter impulsowy przy szacowaniu przewidywanych rozkładów ubytków słuchu na podstawie PN-ISO 1999:2000 [16].

W niniejszej pracy spodziewane ubytki słuchu wyznaczano zgodnie z normą PN-ISO 1999:2000 [16], która jest tłumaczeniem normy międzynarodowej ISO 1999:1990 [27]. W 2013 r. miała miejsce nowelizacja normy ISO 1999 [28]. W jej nowym wydaniu nie zmieniono sposobu wyznaczania spodziewanych ubytków słuchu spowodowanych działaniem hałasu, a jedynie zaktualizowano dane dotyczące rozkładów progów słuchu w niewyselekcjonowanych populacjach osób nienarażonych na hałas. Jednocześnie nie zmieniono bazy danych zawierającej informacje na temat wyselekcjonowanej (zdrowej otologicznie) populacji nienarażonej na hałas (bazy danych A), do której odnoszono się w niniejszej pracy.

W grupie biorącej udział w niniejszym badaniu przeważali mężczyźni w wieku do 40 lat (74%), którzy przez średnio 11 lat pracowali w warunkach narażenia na hałas o uśrednionym dziennym poziomie ekspozycji ($L_{EX,8h}$) równym ok. 90 dB. Wszyscy badani pracownicy mieli słuch odpowiadający stopniowi 0 uszkodzenia słuchu według klasyfikacji WHO [23], a typowe dla działania hałasu załamki wysokoczęstotliwościowe stwierdzono jedynie w przypadku 11% audiogramów. Co więcej, u żadnej osoby nie stwierdzono symetrycznych (obuusznych) pohałasowych załamek wysokoczęstotliwościowych. Mimo to w całym rozpatrywanym zakresie częstotliwości pracownicy zatrudnieni przy montażu mebli mieli słuch gorszy niż osoby nienarażone na hałas z populacji równoważnej (ze względu na wiek i płeć) (ryc. 3a).

W zakresie wysokich częstotliwości (3000–6000 Hz) progi słuchu pracowników były zbliżone do przewidywanych ze względu na wiek, płeć i narażenie na hałas. Z kolei w zakresie niższych częstotliwości (≤ 2000 Hz) były wyższe od przewidywanych, co może wynikać z rozdzielczości (5 dB) badań audiometrycznego i małych ubytków słuchu w tym zakresie (ryc. 2 i 3b).

Godne uwagi jest to, że w celu skorygowania wpływu wieku, stażu pracy i poziomu ekspozycji na hałas różnice między rzeczywistymi a spodziewanymi ubytkami słuchu w badanej grupie oceniano na podstawie analizy standaryzowanych progów słuchu (wzór 1 i 2). Standaryzowane progi słuchu umożliwiły również porównanie ubytków słuchu w różnych podgrupach pracowników, przy jednoczesnym wyeliminowaniu wpływu wieku i narażenia na hałas. Zmieniając tę należy stosować ostrożnie wtedy, gdy analizowane są wyniki badań audiometrycznych wykonywanych z krokiem co 5 dB, szczególnie w zakresie niskich częstotliwości (< 3000 Hz) i w przypadku niskich progów słuchu (do 10 dB).

Na podstawie analizy standardowych progów słuchu w podgrupach pracowników potwierdzono, że palenie papierosów lub praca w kontakcie z substancjami chemicznymi zwiększa ryzyko uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem (wiąże się z większymi ubytkami słuchu niż w przypadku samego narażenia na hałas). Stwierdzono również, że u osób z wyższym ciśnieniem rozkurczowym krwi (> 78 mm Hg) występują wyższe ubytki słuchu niż u osób z niższym ciśnieniem (\leq 78 mm Hg). Podobną zależność zaobserwowano w przypadku pracowników z wyższym (> 129 mm Hg) i niższym (\leq 129 mm Hg) ciśnieniem skurczowym krwi.

Warto zwrócić uwagę, że osoby pracujące bez kontaktu z rozpuszczalnikami organicznymi miały w zakresie wysokich częstotliwości (> 3000 Hz) lepszy słuch niż wynika to z ich narażenia na hałas (ryc. 5). Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku osób niepalących papierosów i osób z niższym ciśnieniem rozkurczowym/skurczowym krwi (ryc. 4 i 6). Może to wynikać z przeszacowania ich ekspozycji na hałas (w obliczeniach nie uwzględniono skuteczności środków ochrony indywidualnej). Z kolei w przypadku obecności dodatkowych czynników ryzyka (palenia papierosów, równoczesnej ekspozycji na hałas i rozpuszczalniki organiczne oraz podwyższonego ciśnienia skurczowego/rozkurczowego krwi) rzeczywiste progi słuchu były bliższe przewidywanym w PN-ISO 1999:2000 [16]. Można przypuszczać, że występowanie dodatkowych czynników ryzyka niwelowało korzyści wynikające ze stosowania ochronników słuchu.

Analiza statystyczna wykazała również występowanie słabej, lecz istotnej statystycznie, dodatniej korelacji γ między trwałymi ubytkami słuchu a ciśnieniem rozkurczowym i paleniem papierosów (tab. 4). Większa liczba wypalanych dziennie, przez dłuższy okres, pa-

pierosów i wyższe ciśnienie rozkurczowe krwi wiązały się z wyższymi progami słuchu. Występowanie istotnej zależności między ciśnieniem tętniczym, paleniem tytoniu a stopniem uszkodzenia słuchu stwierdzili także Toppila i wsp. [29] u leśników, pracowników przemysłu papierniczego i stoczniowego. Cytowani autorzy stwierdzili także istotną korelację między stężeniem cholesterolu a ubytkami słuchu. Podobne wyniki uzyskano w badaniu populacyjnym przeprowadzonym wśród 16 040 dorosłych mieszkańców Korei [30].

W niniejszym badaniu nie stwierdzono istotnej statystycznie współzależności między hipercholesterolemią a ubytkami słuchu (ryc. 7). Podobne wyniki uzyskali Chang i wsp. [31] na podstawie analizy badań 4071 pracowników ekspozowanych na hałas o poziomie dźwięku A powyżej 85 dB przez co najmniej rok. Cytowani autorzy stwierdzili natomiast istotny wzrost ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z podwyższonym stężeniem trójglicerydów (iloraz szans (odds ratio – OR) = 1,281; 95% przedział ufności (confidence interval – CI): 1,088–1,507) [32]. W niniejszym badaniu nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic między progami słuchu u osób z podwyższonym stężeniem trójglicerydów a progami u osób z prawidłowym stężeniem trójglicerydów (ryc. 8).

Stwierdzono natomiast, że osoby pracujące w kontakcie z ototoksycznymi rozpuszczalnikami organicznymi miały gorszy słuch niż osoby bez narażenia na takie rozpuszczalniki. Z danych literaturowych wynika, że równoczesna ekspozycja na hałas i rozpuszczalniki organiczne zwiększa ryzyko uszkodzenia słuchu, ale wciąż nie rozstrzygnięto, czy jest to efekt synergistyczny, czy addytywny [30].

Celem niniejszej pracy była analiza stanu słuchu pracowników przemysłu meblarskiego z uwzględnieniem ich narażenia zawodowego na hałas i występowania dodatkowych czynników ryzyka. Ograniczono się jednak tylko do wybranych zewnętrz- i wewnętrznych dodatkowych czynników ryzyka. Wskazane jest więc kontynuowanie badań, w tym uwzględnienie wpływu pozazawodowego narażenia na hałas na stan słuchu pracowników.

WNIOSKI

Wyniki badań wskazują, że ubytki słuchu pracowników zakładu przemysłu meblarskiego w zakresie wysokich częstotliwości są zbliżone do przewidywań normy PN-ISO 1999:2000 (ISO 1999:2013) [16,28], odzwierciedlają więc narażenie pracowników na hałas

w miejscu pracy. Potwierdzają również konieczność uwzględniania dodatkowych (poza hałasem) czynników ryzyka – w tym palenia papierosów, podwyższonego ciśnienia krwi i równoczesnej ekspozycji na rozpuszczalniki organiczne – zarówno podczas szacowania ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na hałas w miejscu pracy, jak i przy opracowywaniu programów ochrony słuchu.

PIŚMIENNICTWO

1. Basner M., Babish W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S. i wsp.: Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* 2014;383(9925):1325–1332, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
2. Pyykkö I., Starck J., Toppila E., Ulfendahl M.: Noise-induced hearing loss. W: Luxon L., Furman J.M., Martini A., Stephens D., Dunitz M. [red.]. *Textbook of audiological medicine, clinical aspects of hearing and balance*. Martin Dunitz, Taylor & Francis Group, London 2003, ss. 477–494
3. Starck J., Toppila E., Pyykkö I.: Impulse noise and risk criteria. *Noise Health* 2003;5(20):63–73
4. Sliwiska-Kowalska M.: Combined exposures to noise and chemicals at work. W: Nriagu J.O. [red.]. *Encyclopedia of environmental health*. Elsevier Science, Amsterdam, London 2011, ss. 755–763
5. Brown J.J., Brummett R.E., Fox K.E., Bendrik T.W.: Combined effects of noise and kanamycin: Cochlear pathology and pharmacology. *Arch. Otolaryngol.* 1980;106:744–750, <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1980.00790360022008>
6. Agrawal Y., Platz E.A., Niparko J.K.: Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among U.S. adults data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2004. *Arch. Intern. Med.* 2008;168(14):1522–1530, <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.168.14.1522>
7. Ferrite S., Santana V.S., Marshall S.W.: Interaction between noise and cigarette smoking for the outcome of hearing loss among women: A population-based study. *Am. J. Ind. Med.* 2013;56:1213–1220, <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.22142>
8. Van Kempen E.E., Kruize H., Boshuizen H.C., Ameling C.B., Staatsen B.A., de Hollander A.E.: The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: A meta-analysis. *Environ. Health Perspect.* 2002;110:307–317
9. Esparza C.M., Jáuregui-Renaud K., Morelos C.M.C., Muhl G.E.A., Mendez M.N., Carillo N.S. i wsp.: Systematic high blood pressure and inner ear dysfunction: A preliminary study. *Clin. Otolaryngol.* 2007;32:173–178, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2273.2007.01442.x>
10. Chang T.Y., Liu C.S., Huang K.H., Chen R.Y., Lai J.S., Bao B.Y.: High-frequency hearing loss, occupational noise exposure and hypertension: A cross-sectional study in male workers. *Environ. Health* 2011;10(35), <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069x-10-35>
11. Basner M., Brink M., Bristow A., Kluizenaar Y., Finegold L., Hong J. i wsp.: ICBEN review of research on the biological effects of noise 2011–2014. *Noise Health* 2015; 17(75):57–82, <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.153373>
12. Barrenas M.: Pigmentation and noise-induced hearing loss: Is the relationship between pigmentation and noise-induced hearing loss due to an ototoxic pheolaminin interaction or to otoprotective eumelan effects. W: Prasher D., Luxon L. [red.]. *Advances in noise research, biological effects of noise*. Vol. 1. Whurr Publisher Ltd., London 1998, ss. 59–70
13. Konings A., van Laer L., van Camp G.: Genetic studies on noise-induced hearing loss: A review. *Ear Hear.* 2009;30:151–159, <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181987080>
14. Pawelczyk M., van Laer L., Franssen E., Rajkowska E., Konings A., Carlsson P.I. i wsp.: Analysis of gene polymorphisms associated with K⁺ ion circulation in the inner ear of patients susceptible and resistant to noise-induced hearing loss. *Ann. Hum. Genet.* 2009;73:411–421, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-1809.2009.00521.x>
15. Sliwiska-Kowalska M., Noben-Trauth K., Pawelczyk M., Kowalski T.J.: Single nucleotide polymorphisms in the Cadherin 23 (CDH23) gene in Polish workers exposed to industrial noise. *Am. J. Hum. Biol.* 2008;20:481–483, <http://dx.doi.org/10.1002/ajhb.20744>
16. PN-ISO 1999:2000. Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2000
17. Pośniak M., Kowalska J., Makhniashvili I.: Narażenie na szkodliwe substancje chemiczne w przemyśle meblarskim. *Med. Pr.* 2005;56(6):461–465
18. Polek-Duraj K.: Badanie warunków pracy w branży meblarskiej na przykładzie województwa opolskiego. Edukacja w świetle przemian współczesnego rynku pracy: wybrane problemy. Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2014
19. PN-N-01307:1994. Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywa-

- nia pomiarów. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1993
20. PN-ISO 9612:2011. Akustyka. Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas. Metoda techniczna. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011
 21. PN-EN 458:2006. Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej. Dokument przewodni. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2006
 22. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2014 r., poz. 817
 23. World Health Organization [Internet]: Organization, Genewa 2016 [cytowany 24 czerwca 2015]. Grades of hearing impairment. Adres: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en
 24. Instytut Medycyny Pracy [Internet]: Instytut 2008 [cytowany 24 czerwca 2015]. Centralny Rejestr Chorób Zawodowych. Dane o zapadalności. Adres: http://www.imp.lodz.pl/home_pl/o_institucie/reg_and_databases/work_dissises1/dane_o_zapadalnosci
 25. Guzek W.J., Sułkowski W.J.: Zawodowe uszkodzenie słuchu: nowe zasady orzecznicze. *Med. Pr.* 2002;53(5): 387–390
 26. Pawlaczyk-Łuszczynska M., Dudarewicz A., Zamojska M., Śliwińska-Kowalska M.: Kompleksowy program ochrony słuchu. W: Pawlaczyk-Łuszczynska M. [red.]. Minimalizowanie ryzyka uszkodzenia słuchu w miejscu pracy – poradnik dla pracowników BHP, PIS, PIP, pracodawców i pracowników. Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2010, ss. 73–78
 27. ISO 1999:1990. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss. International Organization for Standardization, Geneva 1990
 28. ISO 1999:2013. Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss. International Organization for Standardization, Geneva 2013
 29. Toppila E., Pyykkö I., Starck J., Kaksonen R., Ishizaki H.: Individual risk factors in the development of noise-induced hearing loss. *Noise Health* 2000;2(8):59–70
 30. Hong J.W., Jeon J.H., Ku C.R., Noh J.H., Yoo H.J., Kim D.J.: The prevalence and factors associated with hearing impairment in the Korean adults: The 2010–2012 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (observational study). *Medicine* 2015;94(10):e611, <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000000611>
 31. Chang N.C., Yu M.L., Ho K.Y., Ho C.K.: Hyperlipidemia in noise-induced hearing loss. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2007;137(4):603–606, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ototns.2007.04.022>
 32. Zamysłowska-Szmytka E., Śliwińska-Kowalska M.: Działanie wybranych rozpuszczalników organicznych na narząd słuchu i układ równowagi. *Med. Pr.* 2013;64(1):83–102, <http://dx.doi.org/10.13075/mp.5893/2013/0009>