

# Profilaktyka narażenia na hałas ultradźwiękowy w środowisku pracy<sup>1</sup>

*mgr inż. BOŻENA SMAGOWSKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy –  
Państwowy Instytut Badawczy  
00-701 Warszawa  
ul. Czerniakowska 16*

**Słowa kluczowe:** hałas ultradźwiękowy, profilaktyka zdrowotna, minimalizowanie ryzyka zawodowego, środowisko pracy.

**Keywords:** ultrasonic noise, health prevention, work environment.

## Streszczenie

Zagadnieniu szkodliwego działania hałasu ultradźwiękowego na człowieka poświęcono niewiele uwagi zarówno w literaturze polskiej, jak i zagranicznej.

W artykule omówiono, na podstawie nielicznych danych literaturowych: oddziaływanie na człowieka hałasu ultradźwiękowego, cechy fizyczne tego hałasu oraz jego wpływ na pracownika w warunkach ekspozycji w środowisku pracy.

Stwierdzono, że czynnik ten może wywoływać u człowieka zarówno skutki słuchowe, powodując ubytki

słuchu, jak i może wpływać ujemnie na układ przedsionkowy, co objawia się: bólami i zawrotami głowy, zaburzeniami równowagi i nudnościami.

W artykule omówiono także działania podejmowane w celu ochrony pracowników przed skutkami oddziaływania hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy. Wśród nich przedstawiono metodę oceny ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy oraz metody: techniczne, organizacyjne i medyczne ograniczenia narażenia na ten rodzaj hałasu.

## Summary

This article discusses physical traits of ultrasonic noise, their influence on the human body during exposure in the work environment. However, the literature on this subject is limited. The article presents prevention activities for workers' protection against the effects of exposure to ultrasonic noise in

the work environment.

It describes a method of assessing occupational risk resulting from exposure to ultrasonic noise at workstations as well as general technical, organizational and medical methods of reducing occupational exposure.

<sup>1</sup> Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

## WPROWADZENIE

Na wielkość uszkodzenia słuchu po ekspozycji zawodowej na hałas mają wpływ takie czynniki, jak: intensywność hałasu, czas jego trwania, charakter hałasu (szczególnie szkodliwy jest hałas impulsowy), zakres częstotliwości (dźwięki o częstotliwościach niskich są mniej szkodliwe niż o częstotliwościach wysokich), charakter ekspozycji (ostra lub przewlekła), warunki pomieszczenia oraz czynnik indywidualny, m.in.: zwiększona podatność na działanie hałasu, wiek, stan zdrowia, przyjmowane leki ototoksyczne oraz pozazawodowe narażenie na hałas (dyskoteki, koncerty), (Lawton 2001; Pawlaczyk-Łuszczynska i in. 2007).

Hałas ultradźwiękowy<sup>2</sup> to hałas, w którego widmie występują składowe o wysokich częstotliwościach słyszalnych i niskich ultradźwiękowych w zakresie środkowych częstotliwości pasm tercjowych od około 10 do około 40 kHz.

Stwierdzono, na podstawie nielicznych danych literaturowych dotyczących wpływu ultradźwięków w przypadku oddziaływania na człowieka hałasu w środowisku pracy, że czynnik ten może działać szkodliwie na narząd słuchu, powodując ubytki słuchu, a także wpływać ujemnie na układ przedsionkowy, co objawia się bólami i zawrotami głowy, zaburzeniami równowagi i nudnościami (Lawton 2001; Pawlaczyk-Łuszczynska i in. 2007). Składowe hałasu ultradźwiękowego o częstotliwościach powyżej 16 ÷ 22 kHz (różnice osobnicze górnej granicy słyszalności) nie wywołują wprawdzie wrażeń słuchowych u człowieka, ze względu na fizjologiczną budowę ucha ludzkiego, lecz chociaż są dla człowieka niesłyszalne, mogą powodować zagrożenie dla słuchu.

Ubytki słuchu u osób zawodowo narażonych na hałas może przyspieszyć jednoczesne działanie środków ototoksycznych (rozpuszczalników organicznych, substancji duszących oraz metali ciężkich), (Minimalizowanie... 2010). Podczas pracy

niektórych urządzeń ultradźwiękowych (np. podczas zgrzewania ultradźwiękowego) generowany hałas ma charakter zbliżony do impulsowego, co może mieć istotny wpływ na wielkość uszkodzenia słuchu. W zakresie oddziaływań pozasłuchowych okazało się, że ekspozycja zawodowa na hałas ultradźwiękowy o poziomach powyżej 80 dB w zakresie częstotliwości słyszalnych i ponad 100 dB w zakresie niskich częstotliwości ultradźwiękowych wywołuje zmiany o charakterze wegetatywno-naczyniowym (Pawlaczyk-Łuszczynska i in. 2001).

Wyznaczenie progu słyszenia osób narażonych na działanie hałasu w środowisku pracy przeprowadza się głównie w zakresie niskich częstotliwości, tj. 125 ÷ 8000 Hz (m.in. ze względu na składowe o częstotliwościach z zakresu odpowiedzialnych za zrozumiałość mowy). Na podstawie wyników prowadzonych badań ubytku słuchu u osób narażonych na działanie słyszalnego hałasu przemysłowego o poziomie powyżej 85 dB w ciągu 8 lat pracy w zakresie wysokich częstotliwości (> 8 kHz) wykazano, że szybsze i większe zmiany podwyższenia progów słyszenia w badanej grupie osób występują w zakresie audiometrii wysokoczęstotliwościowej (8 ÷ 20 kHz), (Rozporządzenie... 2011). Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że audiometria wysokoczęstotliwościowa umożliwia wczesne wykrycie ubytków słuchu w sytuacji obecności zmian w zakresie częstotliwości jeszcze nieodczuwalnych przez pracowników, co może być ważne w przypadku hałasu ultradźwiękowego zawierającego w widmie składowe wysokoczęstotliwościowe (10 ÷ 20 kHz).

W celu zapobiegania skutkom narażenia na hałas ultradźwiękowy, szczególnie uszkodzeniu słuchu, zostały ustalone wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń<sup>3</sup> (NDN), (Pawlaczyk-Łuszczynska i in. 2001; Rozporządzenie... 2002).

<sup>2</sup> Według przyjętej umownie do celów praktycznych definicji stosowanej jako rozszerzenie widma w stosunku do zakresu pomiarowego hałasu słyszalnego obejmującego zwykle zakres o środkowych częstotliwościach pasm tercjowych 125 ÷ 8000 Hz.

<sup>3</sup> NDN (najwyższe dopuszczalne natężenie) – wartość średnia natężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy określonego w kodeksie pracy przez jego okres aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

## OCENA NARAŻENIA NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY

Ocenę narażenia na hałas ultradźwiękowy przeprowadza się, porównując wyznaczone z pomiarów wartości poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 10 ÷ 40 kHz z wartościami dopuszczalnymi (Harazin 2006; Mikulski, Smagowska 2007). Pomiar hałasu ultradźwiękowego wykonywane w celu dokonania oceny narażenia pracownika na danym stanowisku pracy na ten rodzaj hałasu przeprowadza się w typowych dla tego stanowiska miejscach przebywania pracownika, z uwzględnieniem wszystkich wykonywanych przez niego czynności oraz standardowych warunków eksploatacji: narzędzi, maszyn czy innych urządzeń będących źródłem tego hałasu (PN-N-18002: 2001).

Obowiązujące w Polsce wartości dopuszczalne hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia ogółu pracowników (wartości NDN) są określone w rozporządzeniu ministra pracy i polityki społecznej (Rozporządzenie... 2002).

Pomiary hałasu ultradźwiękowego przeprowadza się metodą określoną w procedurze pomiarowej opracowanej w CIOP-PIB i IMP w Łodzi (Pawlaczyk-Łuszczynska i in. 2007).

W procedurze tej wyznacza się następujące wielkości fizyczne charakteryzujące hałas ultradźwiękowy:

- równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5 i 40 kHz, odniesione do 8-godzinnego dnia pracy,  $L_{feq,8h}$  (lub do tygodnia pracy  $L_{feq,w}$  – w przypadku oddziaływania hałasu ultradźwiękowego na organizm pracownika w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu lub gdy pracownik pracuje inną liczbę dni w tygodniu niż 5)
- maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5 i 40 kHz,  $L_{f,max,d}$  w czasie dnia pracy (lub tygodnia pracy  $L_{f,max,w}$ ).

W tabelach: 1., 2. i 3. podano dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy dla ogółu pracowników oraz grup szczególnego ryzyka – kobiet w ciąży i młodocianych.

**Tabela 1.**

**Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy określone dla ogółu pracowników, odniesione do 8-godzinnej lub tygodniowej ekspozycji na hałas i maksymalne dopuszczalne poziomy ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości (Przeklasa i in. 2008)**

Częstotliwości środkowe tercjowych pasm częstotliwości, $f$ , kHz	Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{feq,8h, dop}$ lub $L_{feq,w, dop}$ , dB	Dopuszczalne maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{f,max,d, dop}$ lub $L_{f,max,w, dop}$ , dB
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

**Tabela 2.**

**Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy określone dla kobiet w ciąży, odniesione do 8-godzinnej lub tygodniowej ekspozycji na hałas i maksymalne dopuszczalne poziomy ciśnienia akustycznego, w tercjowych pasmach częstotliwości (Rozporządzenie Rady... 1996)**

Częstotliwości środkowe tercjowych pasm częstotliwości, $f$ , kHz	Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{feq,8h, dop}$ lub $L_{feq,w, dop}$ , dB	Dopuszczalne maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{f,max,d, dop}$ lub $L_{f,max,w, dop}$ , dB
10; 12,5; 16	77	100
20	87	110
25	102	125
31,5; 40	107	130

Tabela 3.

Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy określone dla pracowników młodocianych, odniesione do 8-godzinnej lub tygodniowej ekspozycji na hałas i maksymalne dopuszczalne poziomy ciśnienia akustycznego, w tercjowych pasmach częstotliwości (Rozporządzenie... 2004)

Częstotliwości środkowe tercjowych pasm częstotliwości, $f_i$ kHz	Dopuszczalne równoważne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{feq,8h,dop}$ lub $L_{feq,w,dop}$ dB	Dopuszczalne maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego, $L_{fmax,d,dop}$ lub $L_{fmax,w,dop}$ dB
10; 12,5; 16	75	100
20	85	110
25	100	125
31,5; 40	105	130

Jednym ze sposobów szacowania ryzyka utraty zdrowia przez pracowników narażonych na czynniki szkodliwe jest ocena ryzyka zawodowego oparta na kryteriach NDN (Harazin 2006; Mikulski, Smagowska 2007a). Ryzyko zawodowe będące następstwem narażenia na hałas ultradźwiękowy na danym stanowisku pracy jest określane jako różnica pomiędzy odpowiednimi poziomami mierzonymi i dopuszczalnymi na podstawie wyznaczonej dla tego stanowiska krotności finalnej. Krotność tę (o największej wartości) określa się na podstawie krotności cząstkowych określanych w ww. tercjowych pasmach częstotliwości o częstotliwościach środkowych,  $f$ :

- równoważnego odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy,  $L_{feq,8h}$ , w stosunku do wartości dopuszczalnej,  $L_{feq,8h,dop} - k_{L_{feq,8h}}$
- maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego,  $L_{fmax}$ , w stosunku do wartości dopuszczalnej,  $L_{fmax,dop} - k_{L_{fmax}}$ .

Krotność  $k_{L_{feq,8h}}$  określa się na podstawie wzoru:

$$k_{L_{feq,8h}} = 10^{(L_{feq,8h} - L_{feq,8h,dop})/10}.$$

Krotność  $k_{L_{fmax}}$  określa się na podstawie wzoru:

$$k_{L_{fmax}} = 10^{(L_{fmax} - L_{fmax,dop})/20}.$$

Zgodnie z wytycznymi oceny ryzyka zawodowego na stanowisku pracy, zawartymi w normie PN-N-18002: 2011, a także po uwzględnieniu skali trójstopniowej, przyjmuje się dla hałasu ultradźwiękowego następujące wartości krotności finalnych:

- gdy  $k < 0,5$ , to ryzyko wystąpienia niekorzystnych dla zdrowia pracowników następstw narażenia na hałas ultradźwiękowy na tym stanowisku określa się jako – małe dopuszczalne

- gdy  $0,5 \leq k \leq 1$ , to ryzyko zawodowe związane z narażeniem na hałas ultradźwiękowy określa się jako – średnie dopuszczalne
- gdy  $k > 1$ , to ryzyko związane z narażeniem na ten rodzaj hałasu określa się jako – duże niedopuszczalne.

Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia z dnia 2.02.2011 r. do przeprowadzania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (w tym pomiarów i oceny narażenia na hałas) są upoważnione przede wszystkim laboratoria badawcze, które uzyskały akredytację zgodnie z ustawą z dnia 30.08.2002 r. o systemie oceny zgodności (Obwieszczenie... 2010). Laboratoria te powinny posiadać akredytację Polskiego Centrum Akredytacji i mieć wdrożony system zarządzania zgodny z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN ISO/IEC 17027: 2005+Apl:2007. Na stronie internetowej Polskiego Centrum Akredytacji [<http://www.pca.gov.pl>] jest zamieszczony wykaz akredytowanych laboratoriów badawczych.

W przypadku braku jednostek akredytowanych badania i pomiary hałasu wykonują:

- laboratoria szkół wyższych, instytutów naukowych Polskiej Akademii Nauk lub instytutów badawczych, które prowadzą badania i pomiary czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy i mają wdrożony system zapewnienia jakości
- laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Wojskowej Inspekcji Sanitarnej i Państwowej Inspekcji Sanitarnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji, jeśli mają wdrożony system zapewnienia jakości lub laboratoria prowadzone przez jednostki organizacyjne czy osoby fizyczne, które uzyskały certyfikat kompetencji w zakresie wykonywania badań i pomia-

rów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (na podstawie przepisów ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności), dysponujące aparaturą do badań

i pomiarów tych czynników, która podlega udokumentowanemu nadzorowi metrologicznemu obejmującemu okresowe jej: wzorcowanie, sprawdzanie i konserwację.

## DZIAŁANIA TECHNICZNE, ORGANIZACYJNE I MEDYCZNE

Szkodliwe działanie hałasu ultradźwiękowego może być ograniczone przez podejmowanie odpowiednich działań profilaktycznych (Obwieszczenie... 2010; Rozporządzenie... 2005). Najlepsze rezultaty przynosi eliminacja zagrożenia hałasem ultradźwiękowym przez jego redukcję u źródła powstawania, co ze względów technicznych lub ekonomicznych nie zawsze jest możliwe do zrealizowania. Redukcja hałasu u źródła polega na stosowaniu jak najcichszych: procesów technologicznych i środków produkcji (zarówno typu, jak i egzemplarza, a także ograniczaniu emisji hałasu ze źródeł). Przede wszystkim powinny być podejmowane działania w zakresie ograniczenia emisji hałasu ultradźwiękowego przez urządzenia, które są źródłem tego hałasu. Podczas korzystania z tych maszyn i innych urządzeń należy uwzględnić takie aspekty, jak: właściwe eksploataowanie maszyny zgodnie z jej przeznaczeniem, stosowanie zabezpieczeń akustycznych stanowiących elementy wyposażenia maszyny dołączone przez producenta, właściwą konserwację maszyny i utrzymywanie jej w dobrym stanie technicznym.

W zakresie technicznych rozwiązań powinny być stosowane ochrony zbiorowe ograniczające hałas na drodze jego propagacji. Ze względu na specyfikę hałasu ultradźwiękowego, polegającą na występowaniu narażenia głównie bezpośrednio w sąsiedztwie źródeł hałasu, najbardziej skutecznymi ochronami są: osłony, obudowy dźwiękochłonnaizolacyjne, ekrany akustyczne oraz tłumiki akustyczne (Czuchaj i in. 2000; Engel, Zawieska 2010; PN-EN 458: 2006).

Na stanowiskach obsługi źródeł hałasu ultradźwiękowego, szczególnie w przypadku małych odległości między operatorem a urządzeniem, powinny być stosowane ochronniki słuchu oraz ochrony osłaniające głowę (hełmy lub przyłbice zaopatrzone w przezroczyste ekrany, np. z pleksi-glasu). Ogólne wymagania w zakresie doboru, użytkowania oraz konserwacji ochronników słuchu zawarto w normie PN-EN 458:2006. Ochronniki słuchu powinny być odpowiednio dobrane do widma hałasu występującego na stanowisku pracy (Kozłowski 2006).

Obecnie znormalizowane metody doboru ochron-

ników dotyczą zakresu hałasu słyszalnego. Podstawą tego doboru jest oszacowanie spodziewanego poziomu dźwięku pod ochronnikiem słuchu na podstawie parametrów tłumieniowych ochronników słuchu i wyników pomiarów hałasu na stanowisku pracy (Kozłowski 2006). Sposób wyboru ochronników zależy od rodzaju hałasu: ustalonego, nieustalonego, impulsowego lub udarowego. Jedną z metod doboru ochronników jest metoda orientacyjna oparta na wartościach parametrów określających tłumienność:  $H$ ,  $M$  i  $L$  oraz składzie widmowym hałasu. Metoda ta jest stosowana w przypadku narażenia na hałas impulsowy lub udarowy. W wielu przypadkach przemysłowych źródeł technologicznych charakter hałasu ultradźwiękowego jest zbliżony do ww. rodzaju hałasu (np. zgrzewarek czy ręcznych narzędzi pneumatycznych). W odniesieniu do zakresu hałasu ultradźwiękowego nie ma metody umożliwiającej prawidłowe ich stosowanie. Dlatego więc są preferowane ochronniki o wysokim parametrze  $H$ , czyli o wysokim tłumieniu w zakresie hałasu wysokoczęstotliwościowego. Należy także podkreślić, że podstawowym warunkiem skuteczności ochronników przed hałasem jest nieprzerwane ich stosowanie w trakcie narażenia.

Oprócz doboru ochronników pod kątem cech akustycznych, niezbędne jest także uwzględnienie w procesie ich doboru takich własności, jak np.: przeciwwskazania zdrowotne, środowisko i zakres działania, komfort użytkowania, dopuszczenie ochronnika do stosowania (znak CE), współdziałanie ochronnika z takimi innymi środkami ochrony indywidualnej, jak hełmy i okulary.

Działania o charakterze organizacyjnym powinny być prowadzone jednocześnie ze wspomnianymi wcześniej działaniami o charakterze technicznym. W zakresie działań organizacyjnych miejsca pracy i stanowiska pracy powinny być rozmieszczone w sposób zapewniający izolację od źródła hałasu i ograniczający jednocześnie oddziaływanie innych źródeł hałasu na pracownika. Systematycznie powinny być konserwowane: środki pracy, urządzenia, układy izolująco-tłumiące oraz inne środki ochrony zbiorowej.

W przypadku ekspozycji na hałas ultradźwiękowy odniesionej do 8-godzinnego czasu pracy

wynoszącej powyżej wartości NDN, należy stosować skrócony czas pracy lub przerwy w pracy oraz rotację pracowników na stanowiskach. W odniesieniu do źródeł hałasu ultradźwiękowego, w których otoczeniu występuje emisja o dużym poziomie ciśnienia akustycznego, należy określić strefy szkodliwego działania oraz w miarę możliwości ograniczyć do nich dostęp. W zależności od poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego dźwięku należy zastosować (na ile jest to możliwe ze względów technologicznych) grupowanie źródeł dźwięku, a także robotyzację i automatyzację umożliwiającą odsunięcie człowieka od hałaśliwych procesów. Pracownicy powinni odbywać szkolenia w zakresie zasad prawidłowej i bezpiecznej obsługi maszyn oraz w zakresie szkodliwego wpływu ultradźwięków na organizm człowieka. Poza tym powinni być poinformowani o wynikach pomiarów hałasu i zagrożeniach dla zdrowia wynikających z narażenia na hałas na danym stanowisku pracy (Rozporządzenie... 2005).

W celu zapobiegania skutkom szkodliwego działania hałasu w środowisku pracy działaniom technicznym i organizacyjnym powinny równolegle towarzyszyć działania profilaktyczne. Profilaktyka lekarska obejmuje wstępne i okresowe badania lekarskie, którymi powinni być objęci pracownicy (Rozporządzenie... 1996). Badania lekarskie mają na celu wyeliminowanie przy pracach w narażeniu na hałas, szczególnie wysokoczęstotliwościowy, osób, których stan zdrowia odbiega od normy, gdyż w wyniku narażenia na hałas może on ulec znacznemu pogorszeniu. Na podstawie wyników tych badań będzie można również określić wczesne objawy zmian chorobowych (uszkodzenia słuchu) powstające pod wpływem narażenia na

hałas i niedopuszczenie do pogłębiania się choroby.

Badania wstępne obejmują badania: ogólnolekarskie i otolaryngologiczne oraz audiometrię tonalną (przewodnictwo powietrzne i kostne). Badania okresowe powinny być przeprowadzane nie rzadziej, niż co 2 lata i w takim zakresie, jaki obowiązuje w badaniach wstępnych. W przypadku stwierdzenia odchylenia od normalnego stanu zdrowia w wyniku narażenia na hałas ultradźwiękowy, badania należy rozszerzyć o badania specjalistyczne, np. EEG, EKG i inne. Szczególnie istotne jest monitorowanie słuchu pracowników narażonych na hałas ultradźwiękowy (zwłaszcza osób o zwiększonym ryzyku zawodowym).

Pracodawca nie może dopuścić do pracy pracownika bez aktualnego orzeczenia lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku. Przeciwwskazaniami do ekspozycji zawodowej na ultradźwięki są m.in.: choroby nowotworowe, gruźlica, schorzenia oczu i zaćma, choroba wrzodowa żołądka i dwunastnicy, niedokrwistość, przewlekłe organiczne schorzenia układu nerwowego, zaburzenia układu krążenia (niedokrwienie serca, zaburzenia rytmu serca), zaburzenia narządu przedsionkowego, choroby alergiczne skóry, zwapnienie naczyń i ostry gościec stawowy.

W celu ochrony pracowników przed hałasem ultradźwiękowym należy uwzględniać w podejmowanych przedsięwzięciach profilaktycznych zarówno wyniki oceny ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na ten czynnik pracownika na danym stanowisku pracy, jak i wyniki badań medycznych, szczególnie w przypadku łącznego działania kilku czynników szkodliwych (Minimalizowanie... 2010).

## PIŚMIENNICTWO

Czuchaj J., Śliwiński A., Środecki K., Zachara S. (2000) Ochrona przed hałasem w warunkach wysokich wymagań higienicznych w zakładach pracy przemysłu spożywczego i farmaceutycznego. Gdańsk, Wyd. UG.

Engel Z., Zawieszka W.M. (2010) Hałas i drgania w procesach pracy – źródła, ocena, zagrożenia. Warszawa, CIOP-PIB.

Harazin B. (2006) Szacowanie ryzyka zawodowego i ryzyka zdrowotnego związanego z działaniem miejscowych drgań mechanicznych. Bezpieczeństwo Pracy 6, 8–10.

Kozłowski E. (2006) Metoda badania narażenia na hałas osób stosujących nauszniki przeciwhałasowe. Bezpieczeństwo Pracy 5, 22–24.

Lawton B.W. (2001) Damage to human hearing by airborne sound of very high frequency or ultrasonic frequency. Contract Research Report 343/2001. Institute of Sound and Vibration Research for Health and Safety Executive, University of Southampton United Kingdom [<http://www.compound.security.co.uk/download/HSE.pdf>].

Mikulski W. (2008) Metoda pomiaru emisji hałasu źródeł ultradźwiękowych. Materiały LV Otwartego Seminarium z Akustyki. Wrocław-Szklarska Poręba.

Mikulski W., Smagowska B. (2007a) Metoda oceny ryzyka zawodowego związanego z hałasem ultradźwiękowym. Bezpieczeństwo Pracy 3, 13–17.

- Mikulski W., Smagowska B.* (2007b) Metoda wstępnej identyfikacji hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy. Materiały z LIV Otwartego Seminarium z Akustyki. Przemysł.
- Mikulski W., Smagowska B.* (2008) Ocena narażenia na hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy drążarek ultradźwiękowych. Materiały LV Otwartego Seminarium z Akustyki. Wrocław – Szklarska Poręba.
- Minimalizowanie ryzyka uszkodzenia słuchu w miejscu pracy. Poradnik dla pracowników BHP, PIS, PIP, pracodawców i pracowników (2010) [Red.] M. Pawlaczyk-Łuszczczyńska. Łódź, IMP.
- Norma PN-EN 458: 2006 (2006) Ochronniki słuchu – zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej – dokument przewodni. Warszawa, PKN.
- Norma PN-EN/ISO/IEC 17027: 2005.
- Norma PN-N-18002: 2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o systemie oceny zgodności.
- Pawlaczyk-Łuszczczyńska M., Dudarewicz A., Śliwińska-Kowalska M.* (2007) Theoretical predictions and actual hearing threshold levels in workers exposed to ultrasonic noise of impulsive character – a pilot study. *Int. J. Occup. Safety Ergonom. (JOSE)* 4, vol. 13., 409–418.
- Pawlaczyk-Łuszczczyńska M., Koton J., Śliwińska-Kowalska M.* (2001) Hałas ultradźwiękowy – dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *PiMOŚP* 2(28), 89–95.
- Przeklasa R., Reron E., Wiatr M., Składzień J.* (2008) Rola audiometrii wysokich częstotliwości w ocenie ubytku słuchu u osób narażonych na działanie hałasu przemysłowego. *Otolaryngologia* 7(4), 201–206.
- Rozporządzenie ministra gospodarki i pracy z dnia 5.08.2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. DzU nr 157, poz. 1318.
- Rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29.11.2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833, ze zm.; DzU nr 212 poz. 1769 z dnia 28.10.2005.
- Rozporządzenie ministra zdrowia i opieki społecznej z dnia 30.05.1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. DzU 1996 r., nr 69, poz. 322 z późn. zm.
- Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 2.02.2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2011 r., nr 33, poz. 166.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10.09.1996 r. w sprawie wykazu prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet. DzU 1996 r., nr 114, poz. 545; zm. DzU 2002 r., nr 127, poz. 1092.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24.08.2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. DzU 2004 r., nr 200, poz. 2047; zm. DzU 2005 r., nr 136, poz. 1145.
- Smagowska B.* (2006) Stosowane w Polsce i na świecie kryteria oceny hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy. Ocena hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach obsługi typowych źródeł ultradźwiękowych. Materiały z LIII Otwartego Seminarium z Akustyki. Kraków-Zakopane.
- Smagowska B., Mikulski W.* (2008) Hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy drążarek ultradźwiękowych – ocena ryzyka zawodowego. *Bezpieczeństwo Pracy* 10, 18–22.