



Ochronniki słuchu - dobór i użytkowanie



Emil Kozłowski, Rafał Młyński

Ochronniki słuchu - dobór i użytkowanie

CIOP  **PIB**

Warszawa 2021

Zaktualizowano i wydano w ramach realizacji V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2021-2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków ministra właściwego ds. pracy (zadanie nr 4.SP.28 pt. Opracowywanie i wydawanie specjalistycznych wydawnictw oraz materiałów szkoleniowych i upowszechniających wiedzę z dziedziny bezpieczeństwa, higieny pracy i ergonomii).

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Autorzy

dr inż. Emil Kozłowski, dr inż. Rafał Młyński – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki

Jolanta Maj

Opracowanie graficzne

Anna Borkowska

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy

– Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2015, 2021

Wydanie II

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

1.	Wstęp	5
2.	Aspekty prawne stosowania ochronników słuchu	7
3.	Klasyfikacja ochronników słuchu	8
	3.1. Podstawowe rozwiązania ochronników słuchu.....	8
	3.2. Zaawansowane rozwiązania ochronników słuchu	10
4.	Znakowanie ochronników słuchu.....	15
5.	Dobór ochronników słuchu ze względu na tłumienie dźwięku	16
	5.1. Parametry ochronników słuchu.....	17
	5.2. Metoda pasm oktaowych	18
	5.3. Metoda HML	20
	5.4. Metoda SNR.....	22
6.	Ochrona słuchu przed hałasem impulsowym	23
7.	Dobór ochronników słuchu ze względu na warunki środowiska pracy i zakres czynności wykonywanych przez pracownika	27
	7.1. Środowisko używania ochronników słuchu	27
	7.2. Wygoda użytkowania.....	28
	7.3. Wpływ zaburzeń zdrowia użytkownika na dobór ochronników słuchu	28
	7.4. Współdziałanie z innymi środkami ochrony indywidualnej	29

8.	Zasady użytkowania ochronników słuchu	33
8.1.	Prawidłowy sposób zakładania nauszników przeciwhałasowych	33
8.2.	Prawidłowy sposób umieszczania wkładek przeciwhałasowych	35
8.3.	Kontrola stanu technicznego ochronników słuchu	38
9.	Bibliografia	39

1. Wstęp

W środowisku pracy występuje wiele różnych czynników szkodliwych, przy czym hałas należy do tych najczęściej spotykanych. Na przykład w 2020 r. w warunkach zagrożenia hałasem pracowało ponad 181 tys. osób, co stanowiło więcej niż połowę ogólnej liczby zatrudnionych w warunkach zagrożenia czynnikami szkodliwymi [3]. Hałas może negatywnie oddziaływać na narząd słuchu pracownika. Długotrwałe przebywanie w hałasie o poziomie dźwięku A przekraczającym 80 dB może spowodować trwałe uszkodzenie słuchu. Na skutek narażenia na hałas o poziomie dźwięku A wynoszącym 85 dB po 40 latach pracy (8 godz. dziennie) jedna osoba na dziesięć będzie miała uszkodzony słuch [18]. Szczególnie niebezpieczny dla słuchu jest hałas impulsowy, ze względu na to, że impulsy mogą się charakteryzować wyjątkowo wysokim poziomem ciśnienia akustycznego (powyżej 140 dB) i szybkim czasem narastania oraz krótkim czasem trwania. Taki hałas może nawet być przyczyną natychmiastowego uszkodzenia słuchu.

Należy pamiętać, że uszkodzenie słuchu spowodowane narażeniem na hałas występujący w środowisku pracy może być zakwalifikowane jako choroba zawodowa. Zgodnie z *Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych* [16] obustronny trwały odbiorczy ubytek słuchu typu ślimakowego lub czuciowo-nerwowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu co najmniej o 45 dB w uchu lepiej słyszającym, obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości audiometrycznych 1, 2 i 3 kHz, jest uznawany za chorobę zawodową.

Niestety, pomimo coraz większej świadomości co do istniejącego zagrożenia uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem jest szóstą pod względem liczby przypadków orzecaną chorobą zawodową. Według danych publikowanych przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera

w Łodzi [10] w Polsce w 2019 r. zdiagnozowano 75 przypadków trwałego ubytku słuchu, co na tle innych chorób zawodowych stanowi 3,6%.

Istotna jest zatem ciągła prewencja mająca na celu ochronę narządu słuchu pracowników przed uszkodzeniami wynikającymi z ekspozycji na hałas. Zgodnie z zapisami dyrektywy 2003/10/WE [14] oraz wdrażającym tę dyrektywę do prawa polskiego *Rozporządzeniem 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* [15], pracodawca jest zobowiązany do eliminowania u źródła ryzyka wynikającego z narażenia na hałas lub ograniczenia go do możliwie najniższego poziomu za pomocą rozwiązań technicznych oraz administracyjno-organizacyjnych. Najważniejsze rozwiązania techniczne to: stosowanie mało hałaśliwych procesów technologicznych, ich mechanizacja i automatyzacja czy też stosowanie środków ochrony przeciwdźwiękowej, tj. tłumików akustycznych, obudów i ekranów dźwiękochłonno-izolacyjnych, materiałów i ustrojów dźwiękochłonnych. Do rozwiązań administracyjno-organizacyjnych można przede wszystkim zaliczyć stosowanie przerw w pracy czy rotację pracowników między stanowiskami pracy różniącymi się występującym na nich poziomem dźwięku. Kolejnym sposobem ograniczania wpływu hałasu na narząd słuchu pracownika jest stosowanie ochronników słuchu.

2. Aspekty prawne stosowania ochronników słuchu

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. [15], ochronniki słuchu są ostatecznym rozwiązaniem stosowanym wtedy, kiedy uniknięcie lub wyeliminowanie ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na hałas nie jest możliwe za pomocą środków ochrony zbiorowej lub zmiany organizacji pracy. Także w dyrektywie 89/656/EWG [12], dotyczącej stosowania środków ochrony indywidualnej, jest zawarta ogólna zasada stwierdzająca, że indywidualnego wyposażenie ochronnego powinno się używać, jeśli nie można uniknąć zagrożeń lub ich wystarczająco ograniczyć za pomocą technicznych środków ochrony zbiorowej lub środków, metod czy procedur organizacji pracy.

Według rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. [15], gdy wartości wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy przekraczają wartości progów działania, wówczas pracodawca ma obowiązek udostępnić pracownikom ochronniki słuchu. Wartości progów działania wynoszą: 80 dB dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do tygodnia pracy oraz 135 dB dla szczytowego poziomu dźwięku C. Gdy wartości wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy przekraczają najwyższe dopuszczalne natężenia (NDN) hałasu [17], wówczas pracodawca ma obowiązek dostarczyć pracownikom ochronniki słuchu oraz nadzorować prawidłowość ich stosowania. Wartości NDN hałasu wynoszą: 85 dB dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do tygodnia pracy, 115 dB dla maksymalnego poziomu dźwięku A oraz 135 dB dla szczytowego poziomu dźwięku C.

3. Klasyfikacja ochronników słuchu

3.1. Podstawowe rozwiązania ochronników słuchu

Najogólniej ochronniki słuchu dzielą się na nauszники przeciwhałasowe i wkładki przeciwhałasowe. Nauszniki składają się z dwóch czasz tłumiących, które otaczają małżowiny uszne i przylegają do skóry głowy poduszkami wypełnionymi pianką lub cieczą.



Rys. 1. Nauszniki przeciwhałasowe

Czasze tłumiące najczęściej wypełnia się materiałem w formie gąbki pochłaniającej dźwięk. Obie czasze są połączone za pomocą sprężyny dociskowej wykonanej z drutu lub tworzywa sztucznego (rys. 1). Najczęściej sprężyna dociskowa jest umieszczana jedynie na szczycie głowy. Bywają także rozwiązania nauszników ze sprężyną umieszczaną z tyłu głowy lub sprężyną obracaną, co umożliwi jej noszenie w trzech pozycjach, tj. na szczycie głowy, z tyłu głowy lub pod brodą. Przy dwóch

ostatnich pozycjach powinna być również stosowana elastyczna taśma do podtrzymywania czasz tłumiących.

Nauszniki przeciwhałasowe występują w trzech rozmiarach: normalnym, małym i dużym. Rozmiar normalny jest przeznaczony dla osób o typowym rozmiarze głowy, tzn. takim, jaki ma większość populacji, rozmiary duży i mały są przeznaczone dla osób o nietypowych rozmiarach głowy.

Wkładki przeciwhałasowe to ochronniki słuchu umieszczane w zewnętrznym przewodzie słuchowym lub u wejścia do niego. Są jednorazowego lub wielokrotnego użytku. Mogą być dostarczane z łączącym je sznureczkiem. Wkładki dzieli się na kształtowane przez producenta

(rys. 2), kształtowane przez użytkownika (rys. 3) lub formowane indywidualnie dla użytkownika (rys. 4).



Rys. 2. Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez producenta



Rys. 3. Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez użytkownika



Rys. 4. Wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla użytkownika

Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez użytkownika najczęściej są wykonane z materiałów ściśliwych, tj. pianki, która pod wpływem nacisku kurczy się, a następnie po niedługim czasie wraca do pierwotnego kształtu. Takie wkładki przed użyciem powinny być odpowiednio ukształtowane przez użytkownika, tak aby można je było bez przeszkód umieścić w zewnętrznym przewodzie słuchowym. Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez producenta są zazwyczaj

wykonane z miękkich materiałów, np. waty, gumy, tworzyw sztucznych. Wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla użytkownika charakteryzują się tym, że ich kształt odpowiada kształtowi zewnętrznego przewodu słuchowego użytkownika. Zarówno w przypadku wkładek przeciwhałasowych formowanych indywidualnie dla użytkownika, jak i kształtowanych przez producenta, nie ma potrzeby ich samodzielnego kształtowania przez użytkownika.

Dostępne są także wkładki przeciwhałasowe ze sprężyną dociskową (rys. 5), która ma za zadanie utrzymać je wewnątrz przewodu słuchowego lub u wejścia do niego.

Możliwe jest noszenie sprężyny dociskowej na szczycie głowy, pod brodą lub z tyłu głowy.

Wybrane modele wkładek przeciwhałasowych są oferowane w różnych rozmiarach, dzięki czemu można je lepiej dopasować do rozmiaru zewnętrznego przewodu słuchowego użytkownika.



Rys. 5. Wkładki przeciwhałasowe ze sprężyną dociskową

3.2. Zaawansowane rozwiązania ochronników słuchu

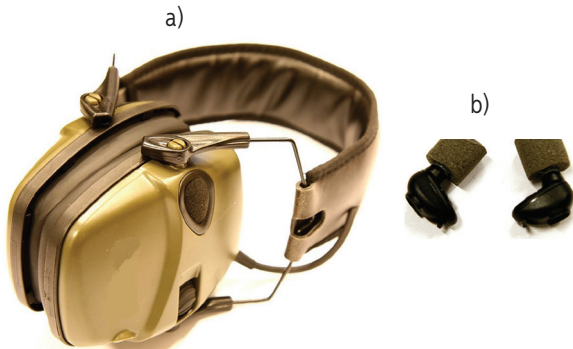
Stosowanie ochronników słuchu zarówno ogranicza hałas, który jest niepożądany, jak i wpływa na odbiór sygnałów użytecznych, np. takich jak mowa. Tak więc w wielu sytuacjach środowiska pracy podstawowe rozwiązania ochronników słuchu mogą być niewystarczające. Pomocne są nowo opracowywane, zaawansowane rozwiązania tych ochron. Zalicza się do nich zarówno ochronniki słuchu wyposażone w różne rodzaje układów elektronicznych, jak i w filtry akustyczne [4]. Do ochronni-

ków słuchu zawierających układy elektroniczne należą zarówno rozwiązania z aktywną redukcją hałasu, regulowanym tłumieniem (transmisją sygnału mowy) oraz oparte na komunikacji radiowej lub przewodowej. Zdarza się też, że ochronniki słuchu są wyposażone w odbiornik fal radiowych FM.

Podstawą działania układów aktywnej redukcji hałasu umieszczanych w ochronnikach słuchu jest nakładanie się fal dźwiękowych przesuniętych w fazie o 180 stopni. Układ elektroniczny generuje sygnał, który jest przesunięty w fazie względem hałasu i dzięki nałożeniu sygnału wygenerowanego na hałas następuje jego ograniczenie. Ochronniki słuchu wyposażone w układy aktywnej redukcji hałasu umożliwiają zwiększenie skuteczności tłumienia w zakresie niskich częstotliwości średnio o kilkanaście decybeli w stosunku do skuteczności przeciętnych, klasycznych nauszników przeciwhałasowych.

Zadaniem układu elektronicznego ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem jest dostarczanie pod ochronnik wzmocnionego dźwięku za pomocą toru elektroakustycznego składającego się z mikrofonu umieszczonego na zewnątrz ochronnika, wzmacniacza i głośnika znajdujących się w jego wnętrzu. Wzmocnienie zależy od poziomu dźwięku występującego na stanowisku pracy, tj. dźwięk o niskim poziomie jest mocniej wzmacniany niż dźwięk o wyższym poziomie, co w efekcie prowadzi do uzyskania charakterystyki tłumienia dźwięku rosnącej wraz ze wzrostem poziomu dźwięku. Tak ukształtowana charakterystyka tłumienia dźwięku przez ochronnik słuchu poprawia zrozumiałość mowy i percepcję dźwiękowych sygnałów ostrzegawczych. Optymalne warunki akustyczne stosowania ochronników z regulowanym tłumieniem stwarza hałas o dużej dynamice, np. wytwarzany podczas strzelania z broni palnej. W takich warunkach użytkownik ochronnika słuchu dobrze odbiera wszelkie informacje akustyczne w okresach „cichych” i jednocześnie jego narząd słuchu jest dobrze zabezpieczony przed skutkami oddziaływania hałasu impulsowego o wysokim poziomie. Funkcja regulowanego tłumienia może być zaimplementowana zarówno w na-

usznikach, jak i we wkładkach przeciwhałasowych. Przykłady takich rozwiązań przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem:
a) nauszniki przeciwhałasowe,
b) wkładki przeciwhałasowe

Kolejnym typem ochronników słuchu są ochronniki z komunikacją radiową, w których do komunikacji kilku użytkowników między sobą wykorzystuje się transmisję radiową poprzez urządzenie dołączone (radiotelefon) lub bezpośrednio w nich zaimplementowane. Tego rodzaju komunikację stosuje się m.in. w nausznikach (rys. 7).



Rys. 7. Nauszniki przeciwhałasowe umożliwiające komunikację radiową

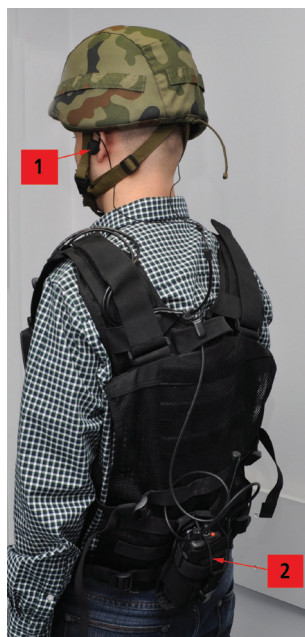
Na rynku można również spotkać ochronniki słuchu, w których wykorzystano jednocześnie dwie lub nawet trzy opisane wcześniej technologie. Na przykład wyposażenie przedstawionego na rysunku 8 nausznika umożliwia zarówno komunikację radiową, jak i korzystanie z regulowanego tłumienia.



Rys. 8. Nauszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem, umożliwiające komunikację radiową

Rozwiązaniem, w którym zastosowano wszystkie trzy opisane technologie, jest system przedstawiony na rysunku 9. Dodatkowo system ten daje możliwość informowania o poprawności założenia wkładek, a komunikacja radiowa z innym użytkownikiem jest tak zrealizowana, że sygnał mowy pochodzący od użytkownika jest zbierany mikrofonem umieszczonym wewnątrz wkładki.

Rys. 9. Wkładki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem, aktywną redukcją hałasu, umożliwiające komunikację radiową: 1 – wkładka z mikrofonami i głośnikiem, 2 – moduł sterowania



Funkcja komunikacji słownej nie zawsze jest używana za pomocą układów elektronicznych. Innym rozwiązaniem jest stosowanie filtrów akustycznych w pasywnych ochronnikach słuchu. Najczęściej takie filtry umieszcza się we wkładkach formowanych indywidualnie (rys. 10). Użytkownik takich wkładek ma do wyboru filtry o różnym tłumieniu, które w zależności od poziomu dźwięku na stanowisku pracy mogą być umieszczane w stosowanych wkładkach.



Rys. 10. Wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla użytkownika wyposażone w filtry akustyczne

Rozwinięciem poprzedniego rozwiązania są ochronniki z filtrem o płaskiej charakterystyce tłumienia. Standardowe pasywne ochronniki słuchu charakteryzują się mniejszymi wartościami tłumienia dźwięku dla częstotliwości 125 – 1000 Hz niż w paśmie 2000 – 8000 Hz. Dzięki

zastosowaniu filtra o płaskiej charakterystyce tłumienia dźwięku docierający do użytkownika wkładek nie jest zniekształcony. Takie rozwiązanie najczęściej jest przeznaczone dla zawodowych muzyków. Na rysunku 11 przedstawiono uniwersalną wkładkę przeciwhałasową o płaskiej charakterystyce tłumienia dźwięku i nominalnym tłumieniu wynoszącym 20 dB. Dostępne są także wkładki formowane indywidualnie dla użytkownika wyposażone w filtry o nominalnym tłumieniu 9, 15, 25 dB.



Rys. 11. Wkładki przeciwhałasowe z filtrem o płaskiej charakterystyce tłumienia dźwięku

Kolejnym typem ochronników pasywnych z filtrem akustycznym są wkładki i nauszniki z regulowanym tłumieniem. Zastosowanie filtra powoduje, że ochronniki



Rys. 12. Wkładki przeciwhałasowe z filtrem przeznaczone do tłumienia hałasu impulsowego

w przypadku niskiego poziomu dźwięku tłumią słabo, a gdy poziom dźwięku się podnosi, rośnie także ich tłumienie. Pasywne wkładki z regulowanym tłumieniem często są używane w zastosowaniach militarnych do ograniczania oddziaływania hałasu impulsowego (rys. 12). W sprzedaży są również dostępne pasywne nauszniki z regulowanym tłumieniem (rys. 13).



Rys. 13. Nauszniki przeciwhałasowe z filtrem przeznaczone do tłumienia hałasu impulsowego

4. Znakowanie ochronników słuchu

Warunkiem uzyskania oczekiwanej ochrony narządu słuchu osoby noszącej ochronniki słuchu jest ich stosowanie zgodnie z instrukcją użytkownika. Instrukcja w języku polskim powinna być dołączana do każdego sprzedawanego ochronnika słuchu. Należy ją udostępnić każdemu pracownikowi stosującemu ten sprzęt. Często nieprzestrzeganie zasad podanych w instrukcji użytkownika prowadzi do znacznego, niekontrolowanego zmniejszenia skuteczności ochrony stosowanych ochronników słuchu.

Wszystkie nauszники przeciwhałasowe powinny być trwale oznakowane w taki sposób, aby użytkownik mógł odczytać nazwę i adres producenta, oznaczenie wzoru, datę produkcji lub datę przydatności do użycia i numer normy EN 352-1:2020 [19] lub EN 352-3:2020 [21], której wymagania spełniają. W wypadku nauszników, których konstrukcja umożliwia różne ustawienie czasz tłumiących, niezbędne jest dodatkowe trwałe oznaczenie sposobu ich prawidłowego ustawienia (np. napisy: „góra”, „dół”, „prawa”, „lewa”).

Oznakowanie wkładek przeciwhałasowych powinno się znajdować bezpośrednio na ich opakowaniu lub urządzeniu dozującym wkładki. Powinno ono umożliwiać odczytanie numeru normy EN 352-2:2020 [20], której wymagania spełniają dane wkładki, zawierać nazwę producenta, oznaczenie wzoru, datę produkcji lub datę przydatności do użycia oraz, w wypadku wkładek formowanych indywidualnie dla użytkownika, określenie – za pomocą znaku lub koloru – różnicy pomiędzy lewą i prawą wkładką.

Ponadto ochronniki słuchu powinny być oznakowane znakiem CE wraz z numerem identyfikacyjnym jednostki notyfikowanej uczestniczącej w procedurze certyfikacji, który potwierdza, że produkt spełnia wymagania Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 [13] dotyczącej środków ochrony indywidualnej.

5. Dobór ochronników ze względu na tłumienie dźwięku

Stosowanie ochronników słuchu ma na celu zabezpieczenie narządu słuchu pracownika, tak aby słuch nie był zagrożony uszkodzeniem. W związku z tym w rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. [15] jest powiedziane, że środki ochrony indywidualnej słuchu są dobierane w sposób eliminujący ryzyko uszkodzenia słuchu lub zmniejszający je do najniższego możliwego do osiągnięcia w danych warunkach poziomu. Dane literaturowe [2] wskazują, że ryzyka uszkodzenia słuchu nie ma, gdy pracownik nie jest ekspozowany na hałas o poziomie dźwięku A powyżej 80 dB. Zatem właściwie dobrane ochronniki słuchu tak tłumią dźwięk, że wartości poziomu dźwięku A pod nimi są nie większe niż 80 dB. Należy także pamiętać, że oprócz ograniczenia poziomu dźwięku A pod ochronnikami ze względu na ochronę słuchu istnieje ograniczenie tłumienia związane z komfortem i bezpieczeństwem pracy w ochronnikach. Zbyt duże tłumienie dźwięku może spowodować u użytkownika uczucie izolacji akustycznej, co stwarza dyskomfort i może skutkować odrzuceniem tej ochrony. Tymczasem nawet chwilowe, bezpośrednie narażenie słuchu na hałas o poziomie dźwięku A przekraczającym wartości dopuszczalne może zniweczyć cały efekt ochronny. Ponadto trzeba wiedzieć, że ochronniki słuchu, które mocno ograniczają hałas, równie mocno ograniczają słyszenie sygnałów użytecznych, co może spowodować, że pracownik nie usłyszy sygnału ostrzegawczego, a w konsekwencji ulegnie wypadkowi. Z tych względów zaleca się, aby poziom dźwięku A pod ochronnikami słuchu był nie niższy niż 65 dB.

Określenie poziomu dźwięku A, jaki będzie występował w danych warunkach hałasowych pod ochronnikami słuchu, jest możliwe z zastosowaniem obliczeniowych metod doboru ochronników słuchu [22].

W wypadku hałasu ustalonego istnieją trzy podstawowe znormalizowane metody doboru ochronników słuchu do wielkości charakteryzujących hałas na stanowiskach pracy:

- metoda pasm oktaowych (dokładna)
- metoda HML (przybliżona)
- metoda SNR (szacunkowa).

Metody te różnią się stopniem dokładności określania poziomu dźwięku A pod ochronnikami. W obliczeniach przeprowadzanych z ich użyciem korzysta się z danych pomiarowych wielkości hałasu na stanowisku pracy oraz parametrów akustycznych ochronników słuchu.

5.1. Parametry ochronników słuchu

Parametrami ochronników słuchu wykorzystywanymi przy ich doborze są tłumienie dźwięku i parametry H , M , L lub SNR . Ich wartości są wyznaczane w procesie certyfikacji i następnie podawane przez producenta w instrukcji użytkownika.

Tłumienie dźwięku to algebraiczna różnica, wyrażona w decybelach, dla danego sygnału testowego między progiem słyszenia słuchacza biorącego udział w badaniu z ochronnikiem słuchu i bez ochronnika. Sygnałem testowym jest szum różowy filtrowany w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych pasm oktaowych w zakresie 125 – 8000 Hz. Pomiar tłumienia dźwięku są badaniami subiektywnymi, czyli przeprowadzanymi z udziałem słuchaczy. W wyniku pomiarów otrzymuje się średnie wartości tłumienia dźwięku oraz odchylenia standardowego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz. Różnica pomiędzy wartością średnią tłumienia i odchyleniem standardowym nazywa się minimalnym tłumieniem dźwięku.

Wartości parametrów H , M i L określają, o ile obniży się poziom dźwięku A przy błonie bębenkowej ucha po zastosowaniu ochronników słuchu odpowiednio w przypadku hałasów wysokoczęstotliwościowych, śred-

nioczęstotliwościowych i niskoczęstotliwościowych. Natomiast parametr SNR to jednoliczbowa ocena właściwości ochronnych ochronników słuchu. Zarówno SNR jak i H , M , L są obliczane na podstawie wartości tłumienia dźwięku.

5.2. Metoda pasm oktaowych

Metoda pasm oktaowych polega na dokładnym obliczeniu redukcji hałasu wprowadzanej przez ochronnik. Potrzebna jest znajomość zmierzonych wartości poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych w zakresie 125 – 8000 Hz hałasu na stanowisku pracy oraz wartości średniego tłumienia dźwięku i odchylenia standardowego tego tłumienia.

Poziom dźwięku A pod ochronnikiem słuchu, L'_A , oblicza się zgodnie ze wzorem (1):

$$L'_A = 10 \log \sum_{f=125}^{8000} 10^{[0,1(L_f + K_{Af} - (m_f - s_f))]} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

gdzie:

- L_f – poziom ciśnienia akustycznego hałasu w paśmie oktaowym o częstotliwości środkowej f , w dB
- K_{Af} – wartość poprawki według krzywej korekcji A (tab. 1), w dB
- m_f – średnie tłumienie dźwięku ochronnika słuchu, w dB
- s_f – odchylenie standardowe tłumienia dźwięku, w dB
- f – częstotliwość środkowa pasma oktaowego z zakresu 125 – 8000 Hz.

Końcowy wynik należy zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej.

Tabela 1. Wartość poprawki według krzywej korekcji A

Częstotliwość środkowa pasma oktaowego f , Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
K_{Af} , dB	-16,2	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1	-1,1

Przykład doboru ochronników słuchu metodą pasm oktaowych

Obliczanie poziomu dźwięku A metodą pasm oktaowych pod ochronnikami słuchu O1 i O2 dla przykładowego hałasu występującego na stanowisku pracy.

W tabeli 2 przedstawiono wartości poziomów ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych, równoważne poziomy dźwięku A i C przykładowego hałasu występującego na stanowisku pracy. W tabeli 3 podano wartości parametrów akustycznych dwóch przykładowych ochronników słuchu.

Tabela 2. Wartości poziomów ciśnienia akustycznego (L_p) w oktaowych pasmach częstotliwości, równoważny poziom dźwięku A (L_A) i równoważny poziom dźwięku C (L_C) hałasu na stanowisku pracy

Poziom ciśnienia akustycznego L_p (w dB) w oktaowych pasmach częstotliwości f (w Hz):							L_A	L_C
125	250	500	1000	2000	4000	8000		
105	102	99	96	93	90	87	101,8	107,9

Tabela 3. Przykładowe parametry ochronników słuchu: wartość średnia (m_f) oraz odchylenie standardowe (s_f) tłumienia dźwięku, parametry H , M , L , SNR

Ochronnik	f Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H dB	M dB	L dB	SNR dB
O1	m_f dB	15,4	17,5	16,5	18,6	25,8	32,9	34,8	22	16	14	20
	s_f dB	4,3	3,1	3,2	3,4	2,8	2,9	3,3				
O2	m_f dB	18,6	21,2	31,5	39,7	36,9	34,8	41,0	34	29	21	31
	s_f dB	2,6	2,8	2,4	2,8	2,5	3,9	2,7				

Aby obliczyć poziom dźwięku A pod ochronnikami słuchu należy wprowadzić do wzoru (1) odpowiednie dane dotyczące parametrów hałasu oraz parametrów ochronników słuchu.

Poziom dźwięku A pod ochronnikami słuchu dla przykładowego hałasu występującego na stanowisku pracy wynosi:

– ochronnik O1

$$L'_A = 10 \log(10^{0,1[105+(-16,2)-(-15,4-4,3)]} + 10^{0,1[102+(-8,6)-(-17,5-3,1)]} + 10^{0,1[99+(-3,2)-(-16,5-3,2)]} + 10^{0,1[96+0-(18,6-3,4)]} + 10^{0,1[93+1,2-(25,8-2,8)]} + 10^{0,1[90+1-(32,9-2,9)]} + 10^{0,1[87+(-1,1)-(-34,8-3,3)]}) = 86,6 \approx 87 \text{ dB}$$

– ochronnik O2

$$L'_A = 10 \log(10^{0,1[105+(-16,2)-(-18,6-2,6)]} + 10^{0,1[102+(-8,6)-(-21,2-2,8)]} + 10^{0,1[99+(-3,2)-(-31,5-2,4)]} + 10^{0,1[96+0-(39,7-2,8)]} + 10^{0,1[93+1,2-(36,9-2,5)]} + 10^{0,1[90+1-(34,8-3,9)]} + 10^{0,1[87+(-1,1)-(-41,0-2,7)]}) = 77,7 \approx 78 \text{ dB}$$

5.3. Metoda HML

Metoda HML wymaga w pierwszej kolejności oszacowania różnicy równoważnych poziomów dźwięku C i A hałasu na stanowisku pracy oraz znajomości wartości trzech parametrów: H , M i L ochronników słuchu.

Jeżeli wartość różnicy równoważnych poziomów dźwięku C i A jest nie większa niż 2 dB, przewidywane obniżenie poziomu hałasu PNR (ang. *predicted noise level reduction*) należy wyznaczyć ze wzoru (2), jeżeli natomiast jest większa niż 2 dB – ze wzoru (3):

$$PNR = M - \frac{H-M}{4}(L_C - L_A - 2 \text{ dB}) \quad \text{dla } L_C - L_A \leq 2 \text{ dB} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

$$PNR = M - \frac{M-L}{8}(L_C - L_A - 2 \text{ dB}) \quad \text{dla } L_C - L_A > 2 \text{ dB} \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

gdzie:

L_C – równoważny poziom dźwięku C na stanowisku pracy, w dB

L_A – równoważny poziom dźwięku A na stanowisku pracy, w dB

H – tłumienie hałasu wysokoczęstotliwościowego, w dB

M – tłumienie hałasu średniczęstotliwościowego, w dB

L – tłumienie hałasu niskoczęstotliwościowego, w dB.

Po określeniu wartości PNR oszacowanie poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu polega na odjęciu tej wartości od wartości równoważnego poziomu dźwięku A na stanowisku pracy:

$$L'_A = L_A - PNR \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

gdzie:

L_A – poziom dźwięku A na stanowisku pracy, w dB

PNR – obliczone przewidywane obniżenie poziomu hałasu, w dB.

Końcowy wynik należy zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej.

Przykład doboru ochronników słuchu metodą HML

Obliczanie poziomu dźwięku A metodą HML pod ochronnikami słuchu O1 i O2 (tab. 3) dla przykładowego hałasu występującego na stanowisku pracy (tab. 2).

W wypadku rozpatrywanego hałasu różnica $L_C - L_A$ wynosi 6,1 dB, zatem parametr PNR powinno się obliczać ze wzoru (3). Poziom dźwięku A pod ochronnikiem słuchu oblicza się z zależności (4):

– **ochronnik O1**

$$PNR = 16 - (16 - 14)(107,9 - 101,8 - 2)/8 = 15,0$$

$$L'_A = 101,8 - 15,0 = 86,8 \approx 87 \text{ dB}$$

– **ochronnik O2**

$$PNR = 29 - (29 - 21)(107,9 - 101,8 - 2)/8 = 24,9$$

$$L'_A = 101,8 - 24,9 = 76,9 \approx 77 \text{ dB}$$

5.4. Metoda SNR

Jest to metoda oparta na znajomości wartości parametru SNR oraz wynikach pomiaru równoważnego poziomu dźwięku C dla danego hałasu na stanowisku pracy.

Poziom dźwięku A pod ochronnikiem słuchu oblicza się ze wzoru (5):

$$L'_A = L_C - SNR \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

gdzie:

L_C – równoważny poziom dźwięku C na stanowisku pracy, w dB
 SNR – jednolicebowa ocena właściwości ochronnych, w dB.

Końcowy wynik należy zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej.

Przykład doboru ochronników słuchu metodą SNR

Obliczanie poziomu dźwięku A metodą SNR pod ochronnikami słuchu O1 i O2 (tab. 3) dla przykładowego hałasu występującego na stanowisku pracy (tab. 2).

Aby obliczyć poziom dźwięku A pod ochronnikiem słuchu, do wzoru (5) należy wprowadzić odpowiednie dane dotyczące poziomu dźwięku C oraz parametru SNR tego ochronnika:

– **ochronnik O1:**

$$L'_A = 107,9 - 20 = 87,9 \approx 88 \text{ dB}$$

– **ochronnik O2:**

$$L'_A = 107,9 - 31 = 76,9 \approx 77 \text{ dB}$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że ochronnik O2 w przypadku rozpatrywanego hałasu jest dobrze dobrany, ponieważ zapewnia obniżenie poziomu dźwięku A poniżej 80 dB. Natomiast ochronnik O1 nie zapewnia odpowiedniej ochrony, gdyż spodziewany poziom dźwięku A pod nim przekracza 80 dB.

6. Ochrona słuchu przed hałasem impulsowym

Hałas impulsowy, ze względu na naturę oddziaływania, jest szczególnie niebezpieczny dla słuchu i – jak wspomniano we wstępie – nawet krótkotrwała ekspozycja na impuls o dużym poziomie ciśnienia akustycznego może być przyczyną wystąpienia natychmiastowego ubytku słuchu [9]. Ten rodzaj hałasu wymaga zatem osobnego rozpatrzenia, tym bardziej że w tym przypadku nie można określić stopnia ochrony dostarczanej przez ochronniki słuchu tak samo jak dla hałasu ustalonego.

Narażenie na hałas impulsowy dotyczy pracowników przebywających w miejscach przebiegu procesów, w których występują zderzenia obiektów, takie jak uderzenie młota kuźniczego w obrabiany element [6, 7]. Ponadto narażenie na hałas impulsowy może być związane z ekspozycją na dźwięki wytwarzane podczas wystrzałów z broni palnej (dotyczy pracowników testujących amunicję lub broń, żołnierzy oraz pracowników innych służb mundurowych, osób zajmujących się łowiectwem, trenerów strzelania, sportowców oraz sędziów i trenerów sportów strzeleckich) lub podczas eksplozji materiałów wybuchowych (dotyczy pracowników opracowywanych materiały wybuchowe, pracowników kamieniołomów, zajmujących się wyburzaniem budynków) [5, 8].

Najważniejszym parametrem odzwierciedlającym właściwości hałasu jest szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}), którego wartość dopuszczalna wynosi 135 dB [17]. Wartość tego parametru w przypadku stanowisk pracy związanych z obróbką metalu może przekraczać nawet 145 dB, natomiast w przypadku broni palnej mogą to być jeszcze większe wartości z zakresu 150 – 180 dB. Trzeba zatem pamiętać, że charakteryzowanie hałasu impulsowego o tak wysokim poziomie ciśnienia akustycznego wymaga sprzętu pomiarowego, w którego skład wchodzi mikrofon

o znacznie większej wartości górnej granicy zakresu pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego niż w przypadku standardowych mierników poziomu dźwięku. Liczbowe wartości parametrów charakteryzujących hałas impulsowy (a nie jedynie informacja o przekroczeniu wartości dopuszczalnej) są niezbędne do przeprowadzenia doboru ochronników słuchu.

Określanie tłumienia hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu jest trudne, ponieważ sam ochronnik słuchu w różnym stopniu tłumy impulsy wytwarzane przez różne źródła. Wynika to z tego, że istotny wpływ na tłumienie określonego impulsu mają jego właściwości czasowe, przede wszystkim czas trwania [11].

Informacje dla użytkownika ochronnika słuchu, dotyczące między innymi tłumienia dźwięku, odnoszą się do hałasu ustalonego; nie podaje się danych o tłumieniu hałasu impulsowego. Ocena tłumienia w przypadku hałasu impulsowego wytwarzanego przez określone źródło może być między innymi wyznaczana w pomiarach, z użyciem którejś z dwóch metod: metody MIRE (ang. *microphone in real ear*) lub metody, w której wykorzystywany jest tester akustyczny. W przypadku metody MIRE parametry hałasu docierającego pod ochronnik słuchu są mierzone z użyciem miniaturowego mikrofonu umieszczonego w uchu osoby. Metoda ta ma istotne ograniczenia, związane np. z koniecznością unikania sytuacji narażania ludzi na hałas o wysokim poziomie ciśnienia akustycznego czy też z trudnościami z przeprowadzeniem poprawnego pomiaru pod wkładkami przeciwhałasowymi. W metodzie, w której wykorzystuje się tester akustyczny, czyli urządzenie odzwierciedlające cechy osób, parametry hałasu docierającego pod ochronnik słuchu są mierzone z użyciem mikrofonu umieszczonego w testerze. Trzeba jednak pamiętać, że metoda ta również ma ograniczenia wynikające z ograniczonych możliwości wiernego odzwierciedlenia cech osób przez tester akustyczny [1].

Innym sposobem oceny skuteczności tłumienia hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu, poza metodami pomiarowymi, jest stosowanie metod obliczeniowych. W przypadku narażenia na hałas impulsowy nie

istnieje jednak znormalizowana metoda doboru ochronników słuchu. Możliwe jest wykorzystanie rozwiązania uproszczonego, które opisano w załączniku informacyjnym normy PN-EN 458:2016-06 [22] zawierającej zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej ochronników słuchu. Rozwiązanie to, nazwane „metodą szacowania tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasów impulsowych”, umożliwi szacowanie wartości szczytowego poziomu dźwięku C hałasu docierającego do uszu użytkownika. Zaleca się przy tym, aby ocenę odnoszącą się do równoważnego poziomu dźwięku A przeprowadzać zgodnie z zasadami stosowanymi w przypadku hałasu ustalonego, przedstawionymi w rozdziale 5. Należy przy tym podkreślić, że przytoczona metoda obliczeniowa jest rozwiązaniem uproszczonym, którego wyniki mogą niezbyt dokładnie odzwierciedlać narażenie ucha osoby stosującej ochronniki słuchu, i jeśli są dostępne dokładniejsze sposoby oceny skuteczności tłumienia impulsów przez ochronniki, zaleca się z nich korzystać.

Zgodnie z tym, co wspomniano wcześniej, informacja dla użytkownika ochronników słuchu nie zawiera danych odnoszących się do hałasu impulsowego. W omawianej metodzie obliczeniowej należy zatem korzystać z odpowiednio skorygowanych danych ochronnika słuchu: parametrów H lub M lub L , które są wyznaczone na podstawie wartości tłumienia dźwięku zmierzonej dla hałasu ustalonego. Problemem jest również trudność związana z uwzględnieniem różnego tłumienia przez określony ochronnik słuchu impulsów wytwarzanych przez różne źródła. W uproszczonym rozwiązaniu źródła hałasu impulsowego pogrupowano ze względu na lokalizację dominujących składowych sygnału w widmie impulsu i w zależności od tego, który z trzech typów hałasu wytwarzają, w obliczeniach trzeba skorzystać z innego wzoru. Przeprowadzenie obliczeń wymaga również znajomości wyniku pomiaru szczytowego poziomu dźwięku C hałasu impulsowego, dla którego dobierane są ochronniki słuchu ($L_{Cpeak,IMP}$).

Szczytowy poziom dźwięku C hałasu docierającego pod ochronnik słuchu ($L_{Cpeak,OS}$) oblicza się na podstawie zależności (6):

$$L_{Cpeak,OS} = L_{Cpeak,IMP} - \Delta L_{Cpeak} \quad [dB] \quad (6)$$

gdzie:

$L_{Cpeak,IMP}$ – szczytowy poziom dźwięku C hałasu impulsowego, zmierzony w miejscu przebywania osoby, w dB

ΔL_{Cpeak} – tłumienie hałasu przez ochronnik słuchu określone dla szczytowego poziomu dźwięku C, w dB.

Tłumienie hałasu przez ochronnik słuchu (ΔL_{Cpeak}) jest obliczane jako wartość parametru L pomniejszona o 5 dB, gdy hałas objętego analizą źródła hałasu impulsowego jest zaliczany do typu 1 według podziału zamieszczonego w omawianym załączniku informacyjnym normy PN-EN 458:2016-06 [22]. Przynależność do typu 1 oznacza, że większa część energii akustycznej hałasu impulsowego zawiera się w zakresie niskich częstotliwości. Przykładowe źródła to dziurkarka lub materiał wybuchowy. Gdy hałas rozpatrywanego źródła należy do typu 2 (większa część energii akustycznej zawiera się w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, np. młot uderzający w płytę lub wystrzał z karabinu), ΔL_{Cpeak} jest obliczane jako wartość parametru M pomniejszona o 5 dB. Dla źródła przyporządkowanego do typu 3 hałasu (większa część energii akustycznej zawiera się w zakresie wysokich częstotliwości, np. wystrzał z pistoletu), ΔL_{Cpeak} przyjmuje wartość parametru H ochronnika słuchu.

Zgodnie z zasadami określonymi w omawianej metodzie obliczeniowej ochronnik słuchu można uznać za odpowiedni do ochrony przed hałasem impulsowym, ze względu na parametr L_{Cpeak} , gdy oszacowana wartość hałasu docierającego pod ochronnik ($L_{Cpeak,OS}$) jest mniejsza niż wartość dopuszczalna określona dla tego parametru (135 dB).

W odniesieniu do ochrony słuchu przed hałasem impulsowym nale-

ży szczególnie podkreślić, że bardzo ważne jest, aby ochronniki słuchu prawidłowo zakładać oraz aby stosować je nieprzerwanie podczas występowania impulsów w celu uniknięcia ryzyka powstania natychmiastowego ubytku słuchu.

7. Dobór ochronników słuchu ze względu na warunki środowiska pracy i zakres czynności wykonywanych przez pracownika

7.1. Środowisko używania ochronników słuchu

Gdy ochronniki słuchu trzeba stosować w warunkach występowania wysokiej temperatury i/lub dużej wilgotności powietrza, zaleca się używanie wkładek przeciwhałasowych, ponieważ stosowanie nauszników przeciwhałasowych może spowodować obfite pocenie się twarzy ich użytkownika. Alternatywą dla wkładek przeciwhałasowych są nauszники z założonymi na poduszki uszczelniające specjalnymi nakładkami pochłaniającymi wilgoć. Przy czym należy pamiętać, że założenie nakładek higienicznych może zmienić wartości tłumienia dźwięku nauszników przeciwhałasowych.

W przypadku pracy w zanieczyszczonym środowisku (kurz, smary itp.) stosowanie ochronników słuchu może się wiązać z występowaniem infekcji. Dlatego wskazana jest regularna kontrola, czy nie wystę-

puje podrażnienie skóry w miejscu kontaktu ochronnika słuchu z głową użytkownika. W zanieczyszczonym środowisku pracy zaleca się unikanie stosowania wkładek przeciwhałasowych. W każdej sytuacji należy dbać o to, aby wkładki umieszczać w przewodzie słuchowym czystymi rękami.

W razie krótkotrwałych ekspozycji na hałas, np. gdy pracownik wchodzi na krótko do pomieszczenia, w którym występuje hałas, zaleca się wybór nauszników przeciwhałasowych lub wkładek przeciwhałasowych ze sprężyną dociskową, ze względu na łatwość ich zakładania.

7.2. Wygoda użytkowania

Wygoda użytkowania ochronników słuchu jest jednym z głównych czynników warunkujących zaaprobowanie ich przez pracownika. Pozytywnemu nastawieniu do stosowania ochronników słuchu zazwyczaj sprzyja przedstawienie użytkownikom płynących z tego korzyści. Istotne jest także przeszkolenie pracowników w zakresie prawidłowego stosowania ochronników słuchu, ponieważ problemy występujące podczas ich zakładania (dotyczy to zwłaszcza wkładek przeciwhałasowych) mogą użytkowników skutecznie do nich zniechęcić.

Zaleca się, aby pracownik mógł sam wybrać model ochronnika ze zbioru tych, które są uprzednio prawidłowo dobrane ze względu na tłumienie dźwięku, warunki środowiska pracy i zakres czynności przez niego wykonywanych. Należy pamiętać, że pracownicy mogą się różnić pod względem budowy głowy oraz kształtu przewodów słuchowych, a więc ich oceny komfortu użytkowania tych samych ochronników słuchu mogą być różne.

7.3. Wpływ zaburzeń zdrowia użytkownika na dobór ochronników słuchu

Przy wyborze ochronników słuchu należy także uwzględniać występowanie u potencjalnego użytkownika jakichkolwiek schorzeń związanych z narządem słuchu. Ostateczny wybór ochronnika słuchu powinien

być poprzedzony sprawdzeniem, czy u pracownika nie występują lub nie występowały problemy zdrowotne, takie jak: podrażnienia przewodu słuchowego, ból ucha, wydzielina z ucha, choroby skóry lub jakiegokolwiek inne choroby uszu. Zaleca się, aby pracownicy, którzy mają problemy zdrowotne związane z narządem słuchu, odbyli konsultacje medyczne w celu określenia, jaki typ ochronników słuchu (nauszniki czy wkładki) jest dla nich najodpowiedniejszy.

7.4. Współdziałanie z innymi środkami ochrony indywidualnej

W środowisku pracy dość często pracownicy są narażeni na działanie hałasu i jednocześnie innych czynników szkodliwych. Takie sytuacje wymuszają stosowanie ochronników słuchu z innymi środkami ochrony indywidualnej, np. okularami ochronnymi, goglami ochronnymi, półmaskami, maskami lub przemysłowymi hełmami ochronnymi. Najlepszym rozwiązaniem jest wówczas stosowanie wkładek przeciwhałasowych lub zintegrowanych zestawów chroniących słuch i inne narządy człowieka przed szkodliwymi czynnikami. Na rynku są dostępne zestawy nauszników i przemysłowych hełmów ochronnych (rys. 14) lub też nauszników i osłon twarzy (rys. 15).

Gdy nie ma możliwości zastosowania zestawów lub stosowanie wkładek przeciwhałasowych jest niewskazane, używa się jednocześnie nauszników przeciwhałasowych i innych środków ochrony indywidualnej. Często jednoczesne stosowanie nauszników i innych ochron (okularów ochronnych, gogli ochronnych, półmasek czy masek pełnych) powoduje, że skuteczność tłumienia nauszników jest zmniejszona.



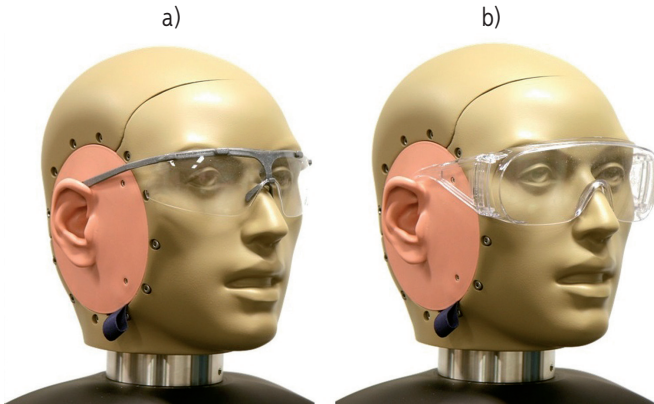
Rys. 14. Zestaw nauszników i przemysłowego hełmu ochronnego



Rys. 15. Zestaw nauszników i osłony twarzy

Jednakże odpowiedni wybór wspomnianych środków ochrony indywidualnej może takie skutki zminimalizować.

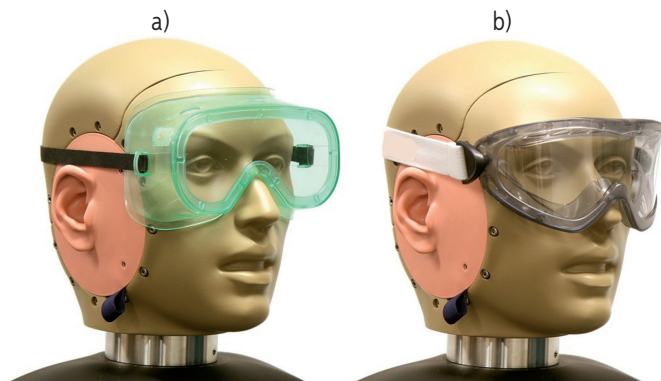
W sytuacji jednoczesnego stosowania naszników i okularów ochronnych należy zwracać uwagę na szerokość zauszników używanych okularów. Im te zauszniki są węższe i lepiej dopasowane do twarzy, tym ich wpływ na tłumienie naszników jest mniejszy. Na rysunku 16a przedstawiono okulary charakteryzujące się wąskimi, dopasowanymi do twarzy zausznikami.



Takiego rodzaju okulary można zalecić do stosowania z nasznikami w odróżnieniu od okularów z szerokimi zausznikami, przedstawionych na rysunku 16b.

Rys. 16. Okulary ochronne wyposażone w: a) wąskie zauszniki, b) szerokie zauszniki

Podczas jednoczesnego stosowania naszników i gogli ochronnych należy zwracać uwagę na szerokość taśmy nagłownej gogli. Mimo że stosowane w goglach taśmy nagłowne są elastyczne, w związku z tym odkształcenie poduszek uszczelniających podczas stosowania naszników jednocześnie z goglami jest nie-



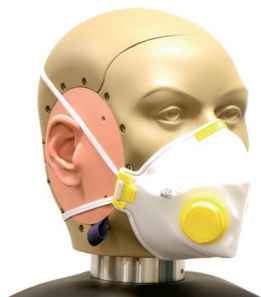
ne w goglach taśmy nagłowne są elastyczne, w związku z tym odkształcenie poduszek uszczelniających podczas stosowania naszników jednocześnie z goglami jest nie-

Rys. 17. Gogle ochronne wyposażone w: a) wąską taśmę nagłowną, b) szeroką taśmę nagłowną

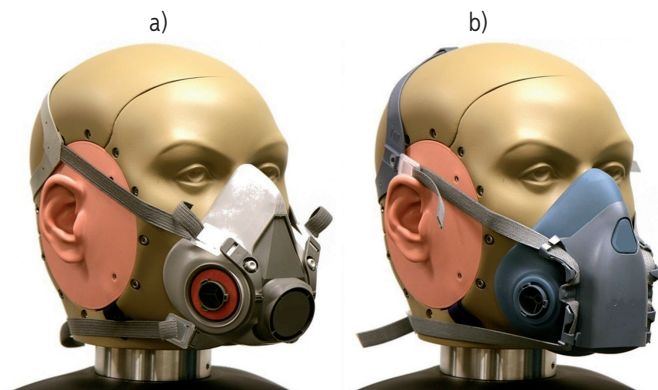
wielkie, preferowane jest stosowanie gogli z węższymi taśmami. Na rysunkach 17a i 17b przedstawiono przykład odpowiednich ze względu na ochronę słuchu gogli ochronnych z wąską taśmą i mniej zalecanych gogli z szeroką taśmą.

W razie konieczności jednoczesnego stosowania ochrony słuchu i sprzętu ochrony układu oddechowego środkiem ochrony najmniej ingerującym w tłumienie nauszników są półmaski filtrujące (rys. 18).

W przypadku półmasek przeznaczonych do skompletowania z elementami oczyszczającymi należy zwracać uwagę na rodzaj stosowanych w nich taśm nagłownych. W półmasce przedstawionej na rysunku 19a taśma jest regulowana przy jej części twarzowej. Takie umiejscowienie elementu regulacji jest zalecane, ponieważ nie ingeruje w dopasowanie nauszników do twarzy użytkownika. Natomiast taśma półmasksi z rysunku 19b jest regulowana za pomocą elementu umieszczonego z tyłu głowy użytkownika. Taki sposób umiejscowienia elementu regulacji taśmy (z tyłu głowy) powoduje, że poduszki nausznika się odkształcają, co skutkuje znacznym zmniejszeniem jego skuteczności tłumienia.

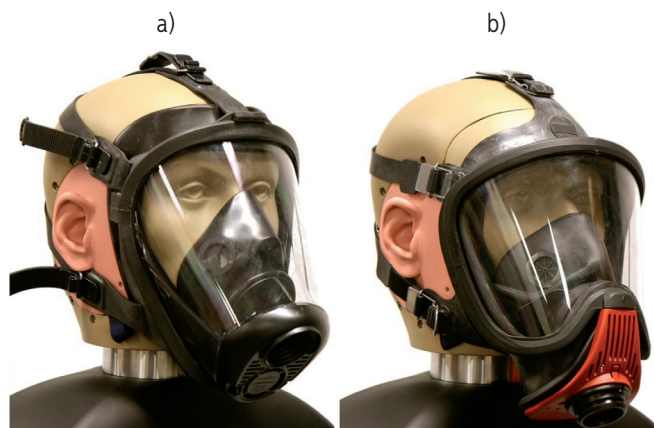


Rys. 18. Półmaska jednorazowego użytku



Rys. 19. Półmaska przeznaczona do skompletowania z elementami oczyszczającymi wyposażona w taśmę regulowaną: a) przy części twarzowej półmasksi, b) przy elemencie umieszczanym z tyłu głowy użytkownika

Ze względu na konstrukcję masek pełnych ich stosowanie jednocześnie z nausznikami wiąże się ze znacznym zmniejszeniem skuteczności tłumienia nauszników przeciwhałasowych. Wobec tego stosowanie nauszników jest ostatecznością, w razie braku możliwości użycia wkładek przeciwhałasowych. Jeśli jednak nauszniki mają być używane, to należy tak wybrać maskę, aby jej stosowanie w jak najmniejszym stopniu ingerowało w tłumienie nauszników. Należy zwracać uwagę głównie na szerokość jej taśm nagłownych, a przede wszystkim na rodzaj elementu służącego do regulacji tych taśm. Na rysunku 20a przedstawiono maskę wyposażoną w taśmy, których regulacja odbywa się za pomocą elementu umieszczonego bezpośrednio pod maźżowiną użytkownika, a sam element regulacji ma dość duże wymiary. Z tego powodu czasze nauszników opierają się na elemencie regulacji i nie przylegają do twarzy użytkownika. Druga z przedstawionych masek (rys. 20b) jest wyposażona w cieńsze taśmy nagłowania, a co istotne element regulacji taśm jest stosunkowo płaski. Dzięki temu nauszniki, pomimo jednoczesnego ich stosowania z maską, równomiernie przylegają do twarzy użytkownika i wpływ maski na tłumienie jest zminimalizowany.



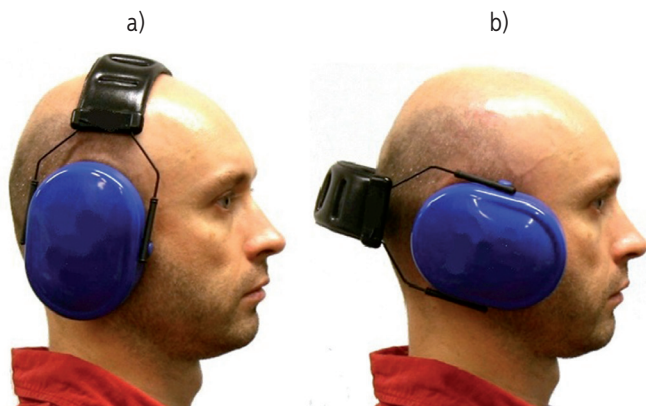
Rys. 20. Maska pełna wyposażona w taśmę: a) z wystającym elementem regulacji, b) z płaskim elementem regulacji

8. Zasady użytkowania ochronników słuchu

Prawidłowy dobór ochronników słuchu nie jest jedynym wystarczającym warunkiem zapewnienia pracownikowi właściwej ochrony jego narządu słuchu przed skutkami działania hałasu. Innym niezbędnym warunkiem jest prawidłowe użytkowanie ochronników, w tym prawidłowe zakładanie i częsta kontrola ich stanu technicznego.

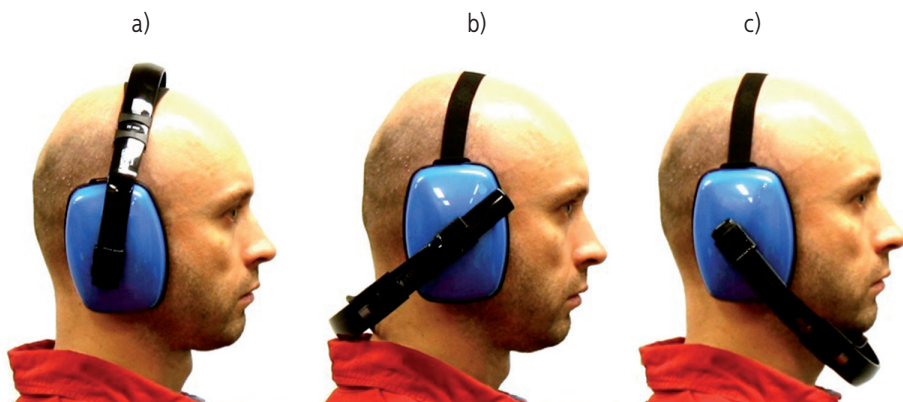
8.1. Prawidłowy sposób zakładania nauszników przeciwhałasowych

Nauszniki przeciwhałasowe należy zakładać w taki sposób, aby uwzględnić jedyne dopuszczalne dla danego nauszniaka ułożenie sprężyny dociskowej. Najczęściej spotykane na rynku są nauszniki ze sprężyną dociskową przeznaczoną do noszenia na szczycie głowy użytkownika (rys. 21a). Inny sposób noszenia takich nauszników (rys. 21b) powoduje zmniejszenie ich skuteczności.



Rys. 21. Nauszniki przeciwhałasowe założone: a) prawidłowo, b) nieprawidłowo

Spotykane są także nauszniki z możliwością obracania sprężyny w trzech pozycjach, tak aby można było ją nosić na szczycie głowy (rys. 22a), z tyłu głowy (rys. 22b) lub pod brodą (rys. 22c). Podczas noszenia sprężyny z tyłu głowy lub pod brodą należy stosować taśmę przytrzymującą nauszniki na głowie.



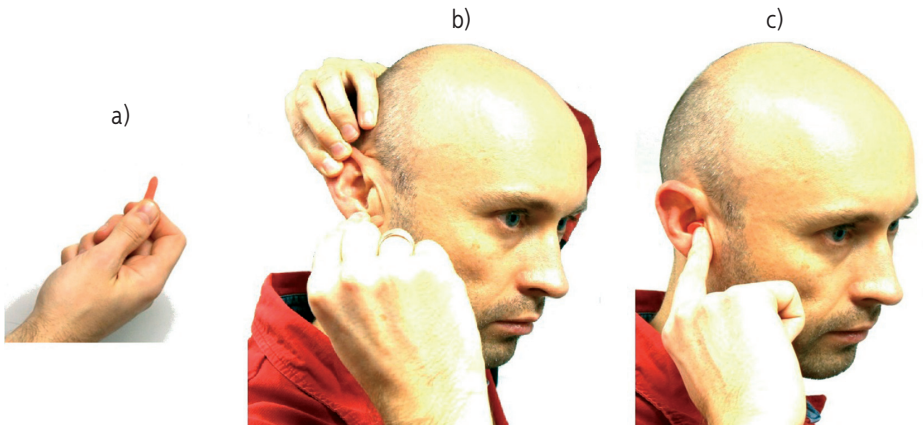
Rys. 22. Pozycje noszenia sprężyny dociskowej uniwersalnego nausznika: a) na szczycie głowy, b) z tyłu głowy, c) pod brodą

Po założeniu nauszników ich czasze muszą w sposób pełny obejmować małżowiny uszne użytkownika i dokładnie przylegać do głowy. Należy także wyregulować sprężynę dociskową, aby była tak samo ustawiona po obu stronach głowy. W trakcie zakładania nauszników spod czasz należy odgarnąć włosy.

W wypadku nauszników przeciwhałasowych mocowanych do hełmu ochronnego lub osłon twarzy należy pamiętać o odpowiednim dociśnięciu czasz, aby mechanizm przeskoczył z pozycji spoczynkowej na pozycję roboczą. Trzeba także sprawdzić, czy czasza dokładnie przylega do głowy pracownika.

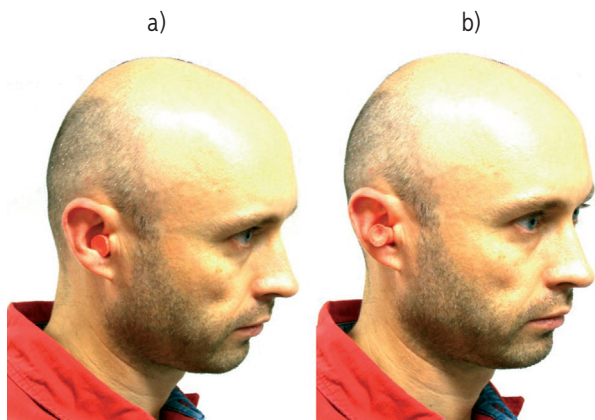
8.2. Prawidłowy sposób umieszczania wkładek przeciwhałasowych

Niezwykle istotny jest prawidłowy sposób umieszczania wkładek przeciwhałasowych w zewnętrznym przewodzie słuchowym. Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez użytkownika (np. piankowe) przed umieszczeniem w przewodzie słuchowym trzeba odpowiednio ukształtować (rys. 23a). Następnie należy odciągnąć małżowinę uszną w celu wyprostowania przewodu słuchowego i wsunąć do niego wkładkę (rys. 23b). Kolejnym krokiem jest puszczenie małżowiny i przytrzymanie wkładki aż do momentu jej całkowitego rozprężenia (rys. 23c).



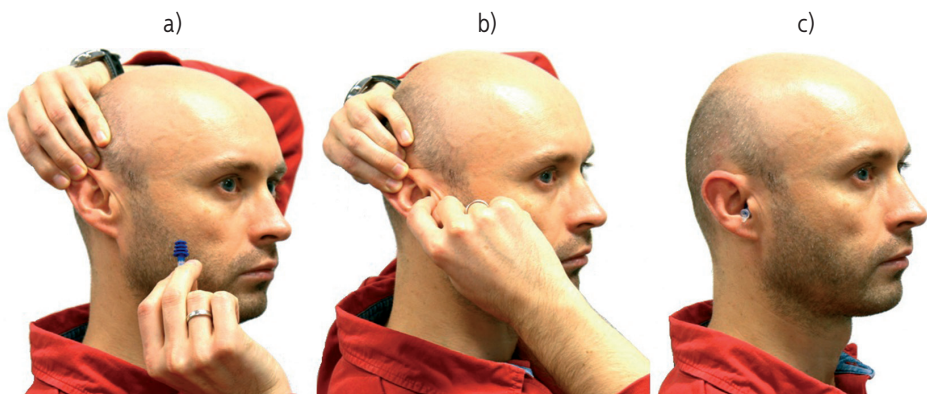
Rys. 23. Sposób umieszczania wkładki kształtowanej przez użytkownika: a) kształtowanie, b) odciągnięcie małżowiny usznej i wsunięcie wkładki do przewodu słuchowego, c) puszczenie małżowiny i przytrzymanie wkładki

Na rysunku 24a przedstawiono poprawne umieszczenie wkładki przeciwhałasowej w przewodzie słuchowym. Natomiast na rysunku 24b pokazano przykład nieprawidłowego sposobu umieszczenia wkładki – jej większa część znajduje się na zewnątrz przewodu słuchowego.



Rys. 24. Wkładka przeciwhałasowa umieszczona: a) prawidłowo, b) nieprawidłowo

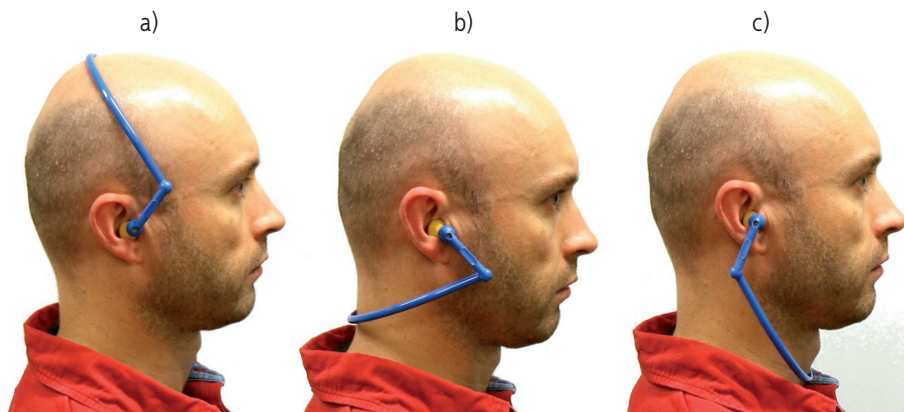
Wkładki przeciwhałasowe kształtowane przez producenta (np. skrzydełkowe) nie wymagają wstępnego kształtowania przed umieszczeniem w przewodzie słuchowym. Wystarczy odciągnąć małżowinę uszną (rys. 25a), wsunąć wkładkę do środka (rys. 25b) i puścić małżowinę (rys. 25c).



Rys. 25. Sposób umieszczania wkładki kształtowanej przez producenta: a) odciągnięcie małżowiny usznej, b) wsunięcie wkładki do przewodu słuchowego, c) puszczenie małżowiny

Wkładki przeciwhałasowe mocowane na sprężynie dociskowej można nosić, umieszczając sprężynę na szczycie głowy, na karku lub pod brodą (rys. 26a, b i c). Najczęściej tego typu wkładki służą tylko do zamknięcia

wejścia przewodu słuchowego, nie należy zatem ich głęboko wsuwać. Trzeba pamiętać, że nawet słabe uderzenie w sprężynę dociskową tego typu wkładek może być przyczyną wzbudzenia dodatkowego hałasu.



Rys. 26. Pozycje noszenia wkładek przeciwhałasowych ze sprężyną dociskową: a) na szczycie głowy, b) z tyłu głowy, c) pod brodą

Umieszczając w przewodzie słuchowym wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla użytkownika, należy zwracać uwagę na

oznakowanie prawej i lewej wkładki, gdyż nie można ich stosować zamiennie (rys. 27). Wkładki formowane indywidualnie są dopasowane jedynie do osoby, dla której zostały wykonane.



Rys. 27. Oznakowanie lewej wkładki (kolor niebieski) i prawej wkładki (kolor czerwony)

W przypadku wkładek wyposażonych w łączący sznurek trzeba pamiętać, że nie można ich używać tam, gdzie istnieje niebezpieczeństwo zaczepienia się sznurka. Nie wolno także tego rodzaju wkładek wyciągać szybkim ruchem przez pociągnięcie za sznurek, gdyż może to spowodować pęknięcie błony bębenkowej.

8.3. Kontrola stanu technicznego ochronników słuchu

Właściwości ochronne ochronników słuchu mogą się pogarszać w trakcie użytkowania, np. z powodu starzenia się materiału, uszkodzenia podczas użytkowania czy nieprawidłowego sposobu konserwacji. Zaleca się zatem, aby stosowane ochronniki słuchu były systematycznie



kontrolowane w celu sprawdzenia, czy nie uległy uszkodzeniu. Najprostszym sposobem kontroli jest dokładne ich obejrzenie. W nasznikach przeciwhałasowych uszkodzeniu najczęściej ulegają poduszki uszczelniające, które mogą pękać lub mogą się na nich pojawiać wgniecenia (rys. 28). Ponadto zużyte poduszki uszczelniające twardnieją i ich przyleganie do głowy nie zapewnia szczelności. Niezwłocznie po zaobserwowaniu najmniejszego uszkodzenia należy poduszkę uszczelniającą wymienić na nową.

Rys. 28. Przykład uszkodzenia poduszki uszczelniającej

Niezbędna jest także systematyczna kontrola sprężyny dociskowej naszników przeciwhałasowych. Sprężyny wykonane z tworzywa sztucznego mogą ulec pęknięciu, a sprężyny wykonane z drutu – zwichrowaniu.

Konieczna jest częsta kontrola wkładek przeciwhałasowych wielokrotnego użytku ze względu na możliwość zużycia się materiału, z którego są wykonane. Zużyte wkładki powinny być zastępowane fabrycznie nowymi egzemplarzami. Wkładki formowane indywidualnie dla użytkownika należy kontrolować pod względem utrzymania prawidłowego przylegania do powierzchni przewodu słuchowego, gdyż kształt przewodu może się zmieniać z wiekiem. Kontrola powinna być wykonana po zalecany przez producenta czasie użytkowania, za pomocą przeznaczonych do tego urządzeń.

W celu utrzymania ochronników słuchu w dobrym stanie technicznym należy je, z wyjątkiem wkładek jednorazowego użytku, regularnie konserwować i czyścić, zgodnie ze wskazówkami podanymi przez producenta w informacji dla użytkownika.

9. Bibliografia

1. Berger E.H., Kieper R.W., Stergar M.E.: *Performance of New Acoustical Test Fixtures Complying with ANSI S12.42-2010, With Particular Attention to the Specification of Self Insertion Loss*. [W:] Proceedings of the INTER-NOISE 2012; 19–22 August 2012; New York, USA. Red. C. Burroughs, S. Conlon. New York, Institute of Noise Control Engineering (INCE) 2013, s. 3806-3817.
2. Dudarewicz A., Pawlaczyk-Łuszczczyńska M., Zamojska M.: *Minimalizacja ryzyka uszkodzenia słuchu w miejscu pracy*. Łódź, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, 2010.
3. Główny Urząd Statystyczny. *Warunki Pracy w 2020 r.* Warszawa, Gdańsk 2021.
4. Kozłowski E., Młyński R., Usowski J., Jurkiewicz D.: *Ochronniki słuchu – nowe rozwiązania*. Lekarz Wojskowy, 2014, nr 4, t. 92, s. 466-471.
5. Młyński R.: *Ocena i ograniczanie narażenia trenera strzelania na hałas impulsowy*. Pomiary Automatyka Kontrola, 2013, 59, 11:1210-1213.
6. Młyński R., Kozłowski E.: *Ocena ograniczania hałasu impulsowego przez wkładki przeciwhałasowe podczas obróbki metalu*. Medycyna Pracy 2014;65(2):197-207.
7. Młyński R., Kozłowski E., Adamczyk J.: *Assessment of impulse noise hazard and the use of hearing protection devices in workplaces where forging hammers are used*. Archives Acoustics 2014, 39, 1, 73-79.
8. Młyński R., Żera J., Kozłowski E.: *Zagrożenie hałasem impulsowym wytwarzanym w przemyśle oraz podczas strzałów i eksplozji*. Bezpieczeństwo Pracy, 2012, nr 3(486):22-25.
9. Mrena R., Savolainen S., Pirvola U., Ylikoski J.: *Characteristics of acute acoustical trauma in the Finnish Defense Forces*. Int. J. Audiol. 2004; 43:177-181.

10. Świątkowska B., Hanke W., Szeszenia-Dąbrowska N.: Choroby zawodowe w Polsce w 2019 roku. Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź 2020 .
11. Żera J., Młyński R.: *Attenuation of high-level impulses by earmuffs*. J. Acoust. Soc. Am., 2007, 122(4):2082-2096.
12. *Dyrektywa 89/656/EWG w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników korzystających z wyposażenia ochronnego*. Dz.U. L 393 z 30.12.1989.
13. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG.
14. *Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem)*. Dz.U. L 42 z 15.2.2003.
15. *Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne*. Dz.U. nr 157, poz. 1318.
16. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych*. Dz.U. nr 105, poz. 869.
17. *Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy*. Dz.U. 2018 poz. 1286.
18. PN-ISO 1999:2000 *Akustyka – Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem*.
19. PN-EN 352-1:2021-04 *Ochronniki słuchu. Wymagania ogólne. Część 1: Naszniki przeciwhałasowe*.
20. PN-EN 352-2:2021-04 *Ochronniki słuchu. Wymagania ogólne. Część 2: Wkładki przeciwhałasowe*.
21. PN-EN 352-3:2021-04 *Ochronniki słuchu. Wymagania ogólne. Część 3: Naszniki przeciwhałasowe przymocowane do środków ochrony głowy i/lub twarzy*.
22. PN-EN 458:2016-6 *Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej. Dokument przewodni*.