

dr inż. EWA KOTARBIŃSKA

Zakład Elektroakustyki, Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych,  
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

mgr inż. KAROL ROGOWSKI

Kontakt: e.kotarbinska@ire.pw.edu.pl

DOI: 10.5604/01377043.1201797

# Czynniki zmniejszające skuteczność działania wkładek przeciwhałasowych stosowanych przez pracowników – wyniki badań

Fot. Andrey Popov/Bigstockphoto



Badania były prowadzone w warunkach laboratoryjnych oraz w dwóch zakładach przemysłowych. Indywidualne tłumienie PAR (Personal Attenuation Rating) wkładek przeciwhałasowych było mierzone z wykorzystaniem system pomiarowego VeriPRO, który został opracowany w laboratorium Howard Leight Honeywell Hearing Laboratory. Badano indywidualne tłumienie PAR siedmiu modeli wkładek jednorazowego użytku oraz dwóch modeli wkładek wielokrotnego użytku. Celem badań laboratoryjnych było zmierzenie średnich wartości PAR wkładek nowych, w idealnym stanie technicznym, umieszczanych prawidłowo w przewodach słuchowych osób biorących udział w badaniu. Badania laboratoryjne były prowadzone z udziałem 16 wytrenowanych słuchaczy, którzy byli instruowani jak należy prawidłowo umieszczać wkładki w przewodach słuchowych. Badania w warunkach rzeczywistych były prowadzone z udziałem 152 pracowników, stosujących codziennie wkładki przeciwhałasowe. Pracownicy biorący udział w badaniach nie byli instruowani i umieszczali wkładki w przewodach słuchowych w sposób jaki to robią zazwyczaj. Uzyskane wyniki badań upoważniają do następujących wniosków. Podstawowym czynnikiem powodującym małą skuteczność działania wkładek w warunkach rzeczywistych jest ich złe przyleganie do przewodów słuchowych, spowodowane nieprawidłowym umieszczeniem wkładki w przewodzie lub wyborem niewłaściwego modelu wkładki. Drugim istotnym czynnikiem, w przypadku wkładek wielokrotnego użytku, jest ich zły stan techniczny. Nie obserwowano jakichkolwiek prawidłowości natury ilościowej, które mogłyby stanowić przesłankę do globalnego podejścia i poszukiwania drogą analizy statystycznej poprawek korygujących wartości tłumienia wkładek przeciwhałasowych, które są mierzone w laboratorium w procesie certyfikacji.

*Słowa kluczowe: wkładki, hałas, badania laboratoryjne, wskaźnik PAR*

## Factors influencing performance of ear-plugs worn by workers – results of study

The study were conducted in laboratory conditions and two industrial plants. Personal Attenuation Rating (PAR) of earplugs was measured with the use of a VeriPRO system developed by Howard Leight Honeywell Hearing Laboratory. Seven models of disposable and two models of reusable earplugs were tested. The aim of the laboratory study was to obtain mean PAR values for tested models of brand new samples when they were properly fitted in ear canals. The measurements were carried on with 16 trained subjects who were instructed how to correctly insert earplugs in ear canals. In industrial plants, earplugs were tested with the participation of 152 workers, who inserted the earplugs as they do it usually on every working day. The general conclusion was that the main factors causing poor performance of earplugs were incorrect fitting of earplugs in ear canals – incorrect inserting in the ear canal or wrong model selection. In case of reusable earplugs a significant factor was their bad technical condition. Any quantitative rules were not observed. A global, statistical approach to the problem of earplugs attenuation in a real-world and recommendation for derating of the attenuation values measured in laboratories during the certification process is not reasonable.

*Keywords: earplugs, noise, lab testing, PAR indicator*

## Wstęp

Zgodnie z wymaganiami tzw. dyrektywy hałasowej (Dyrektywa Parlamentu UE i Rady 2003/10/WE [1]), wdrożonej rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. [2], jeżeli wartości wielkości charakteryzujących hałas przekraczają wartości progów działania, pracodawca ma obowiązek udostępnić pracownikom indywidualne ochrony słuchu, natomiast gdy są osiągnięte lub przekroczone wartości dopuszczalne hałasu, wówczas pracodawca ma również obowiązek nadzorować ich stosowanie, a więc ponosi odpowiedzialność za ich ewentualne nieprawidłowe stosowanie. Zgodnie z wymaganiami przytoczonych aktów prawnych ochronniki słuchu powinny być odpowiednio dobrane, tzn. tak, aby wyeliminować ryzyko uszkodzenia słuchu pracowników. Przez odpowiedni dobór, zgodnie z zaleceniami PN-EN 458 [3], rozumie się przede wszystkim dobór tłumienia ochronnika do wartości wielkości charakteryzujących hałas na stanowisku pracy. Niezbędne jest również uwzględnienie warunków pracy (temperatura, wilgotność, zapylenie), wymagań związanych ze zrozumiałością mowy i percepcją sygnałów ostrzegawczych oraz uwzględnienie warunkowań zdrowotnych i preferencji pracownika.

Można zatem wnioskować, że sytuacja prawna dotycząca zapewnienia pracownikowi skutecznej ochrony słuchu przed hałasem drogą stosowania indywidualnych ochron słuchu jest zadowalająca. Mimo to statystyki dotyczące chorób zawodowych w Polsce [4] ukazują, że głuchota zawodowa jest na trzecim miejscu na liście chorób zawodowych w naszym kraju. Fakt ten bezspornie świadczy, że prawidłowe uregulowania prawne w zakresie stosowania indywidualnych ochron słuchu nie gwarantują prawidłowej ochrony pracowników przed skutkami oddziaływania hałasu. Niezbędne jest, aby obowiązek stosowania ochronników był przestrzegany i aby były one użytkowane w sposób prawidłowy, zgodny z instrukcją producenta.

Przyczyny niezadowolających efektów ochrony przed hałasem pracowników stosujących nauszniki przeciwhałasowe były przedmiotem badań prowadzonych kilka lat temu w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie

Tabela 1. Uśrednione wartości tłumienia indywidualnego PAR 10 modeli wkładek przeciwhałasowych  
 Table 1. Mean values of the individual PAR suppression for 10 earplug models

Wkładka	PAR [dB]	SNR [dB]	SNR – PAR [dB]	NRR [dB]	NRR – PAR [dB]
Bilsom 303	28,3	33	4,7	29	0,7
LaserLite	31,3	35	3,7	32	0,7
Max	31	37	6	33	2
MaxLite	30,3	34	3,7	30	-0,3
Matrix	22,6	29	6,4	23	0,4
Koyote K310	31,5	34	3,5	–	–
3M 1100	31,7	31	-0,7	29	-2,7
3M 1120	28	34	6	28	0
Clarity 656	18,6	22	3,4	–	–
SmartFit	21,8	30	8,2	25	3,2

Tabela 2. Zmierzone wartości indywidualnego tłumienia PAR wkładek jednorazowego użytku Max Lite, stosowanych przez pracowników w zakładzie nr 1

Table 2. Measured values of the individual attenuation PAR of disposable earplugs Max Lite, used by employees in the company no. 1

f [Hz]	250		500		1000		2000		4000	
	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L
PAR <sub>freq</sub>										
MaxLite	28	34	28	29	31	33	41	49	45	54
	34	34	34	27	23	24	29	35	44	46
	13	13	6	15	27	16	22	17	20	19
	7	0	17	14	29	11	16	5	17	6
	6	12	7	10	0	5	0	11	5	6
	16	7	19	4	4	9	19	25	30	23
	23	9	14	10	27	13	29	12	12	10
	13	17	20	17	10	13	21	15	2	0
	1	0	1	9	0	16	1	1	7	17
14	2	24	5	22	9	23	3	28	19	
Średnia Rz	15,5	12,8	17,0	14,0	17,3	14,9	20,1	17,3	21,0	20,0
SD Rz	10,2	12,5	10,3	8,4	12,5	8,2	12,4	15,2	15,4	17,5
Średnia Lab	30,6	35,8	34,4	38,9	36,1	37,3	37,1	37,2	40,5	41,7
SD Lab	9,8	10,9	7,0	8,0	8,1	10,1	6,2	8,6	6,4	5,1

Badawczym w Warszawie [5]. W tym artykule zostaną przedstawione wyniki badań skuteczności działania wkładek przeciwhałasowych w warunkach rzeczywistych.

Wkładki przeciwhałasowe są najczęściej stosowanymi ochronami indywidualnymi w hałaśliwym środowisku pracy [6]. Badania tłumienia dźwięku wkładek przeciwhałasowych, wykonywane w laboratorium dla potrzeb certyfikacji, są prowadzone z udziałem 16 wytrenowanych słuchaczy o słuchu prawidłowym, którzy prawidłowo umieszczają badane próbki w przewodach słuchowych. Próbkę badanych wkładek są dostarczane bezpośrednio przez producenta lub dystrybutora, w stanie technicznym nie budzącym wątpliwości. W instrukcji dla użytkownika podawane są wartości średniego tłumienia dźwięku – z 16 wartości zmierzonych w warunkach idealnych.

Do badań skuteczności działania wkładek w warunkach rzeczywistych została zastosowana niestandardowa metoda badania indywidualnego tłumienia wkładek przeciwhałasowych, opracowana przez Laboratorium Sperian Hearing Protection firmy Howard Leight (San Diego, USA) [7], która umożliwia pomiar indywidualnego tłumienia PAR (ang. *Personal Attenuation Rating*) konkretnej wkładki, znajdującej się w przewodzie słuchowym użytkownika.

## Metoda badawcza

Badania przeprowadzono metodą VeriPRO, niestandardową i subiektywną, opartą na wyrównywaniu głośności [6]. Uczestnicy mieli za zadanie wyrównanie głośności sygnałów testowych, odbieranych przez ucho lewe i prawe, przy założeniu, że w przewodzie słuchowym jednego z nich umieszczona była badana wkładka przeciwhałasowa. System pomiarowy VeriPRO składa się z oprogramowania zainstalowanego na komputerze, procesora sygnałowego i słuchawek nausznych. Sygnałami testowymi są tony stosowane w audiometrii tonalnej, w zakresie częstotliwości od 250 do 4000 Hz. Procedura badań jest realizowana w trzech etapach. Pierwszy etap (pomiar bez wkładek przeciwhałasowych), polega na wyznaczeniu różnicy pomiędzy progami słyszenia ucha prawego i lewego, w celu uzyskania korekty niezbędnej do prawidłowych obliczeń wartości PAR wkładek, w przypadku gdy charakterystyki ubytków słuchu w funkcji częstotliwości ucha prawego i lewego różnią się. Kolejne etapy to wyznaczenie wartości tłumienia indywidualnego PAR wkładki umieszczonej w uchu prawym, a następnie wyznaczenie wartości tłumienia indywidualnego PAR wkładki umieszczonej w uchu lewym. Wymagane jest, aby poziom dźwięku A w pomieszczeniu, w którym wykonywane są badania, nie przekraczał 68 dB.

Badania prowadzone były zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i rzeczywistych. Badania w warunkach laboratoryjnych wykonywano w pomieszczeniu, w którym poziom dźwięku A nie przekraczał 40 dB. Badania miały na celu zmierzenie średnich wartości indywidualnego tłumienia PAR wkładek stosowanych przez słuchaczy wytrenowanych, o prawidłowym słuchu (grupa wzorcowa), którzy umieszczali wkładki w przewodach słuchowych w sposób prawidłowy (czyli zgodny z instrukcją producenta). Zmierzone w laboratorium wartości średniego indywidualnego tłumienia PAR stanowiły odniesienie

do porównania z wartościami PAR wkładek tych samych wzorów, użytych przez pracowników stosujących wkładki w warunkach rzeczywistych. Badania prowadzono w odniesieniu do siedmiu wzorów wkładek przeciwhałasowych jednorazowego użytku – *Bilsom 303*, *LaserLite*, *Max*, *MaxLite*, *Matrix*, *3M 1100*, *3M 1120* oraz dwóch wzorów wkładek wielokrotnego użytku: *SmartFit*, *Clarity656*. Wszystkie wzory spełniały wymagania PN-EN 352-2 [8]. Próbkę do badań dostarczył do Laboratorium bezpośrednio dystrybutor firm *Howard Leight*. Laboratoryjna grupa odsłuchowa (grupa wzorcowa) składała się z 16 osób (4 kobiety i 12 mężczyzn) w wieku od 22 do 33 lat. Prawidłowe umieszczanie wkładek w przewodach słuchowych było kontrolowane przez prowadzącego badania [9, 10].

Badania skuteczności działania wkładek przeciwhałasowych w warunkach rzeczywistych były prowadzone w dwóch zakładach przemysłowych, w pomieszczeniach w których poziomy dźwięku A nie przekraczały 68 dB. W zakładzie nr 1 badania przeprowadzono z udziałem 90 pracowników – 26 kobiet i 64 mężczyzn, w wieku od 19 do 58 lat. Obiektem badań były nowe próbki wzorów badanych w laboratorium z wzorcową grupą słuchaczy. Uczestnicy pomiarów użytkowali na co dzień wkładki tych wzorów, a więc mieli doświadczenie w ich stosowaniu. Wkładki każdego wyżej wymienionego wzoru były badane z udziałem 10 pracowników.

W zakładzie nr 2 badania przeprowadzono z udziałem 62 pracowników: 9 kobiet i 53 mężczyzn, w wieku od 22 do 44 lat. Badano wkładki wielokrotnego użytku *3M 1271*, które były wtedy stosowane przez pracowników. Zmierzone wartości ich indywidualnego tłumienia były porównywane

z wartościami tłumienia NRR, zamieszczonymi w instrukcji dla użytkownika (24 dB).

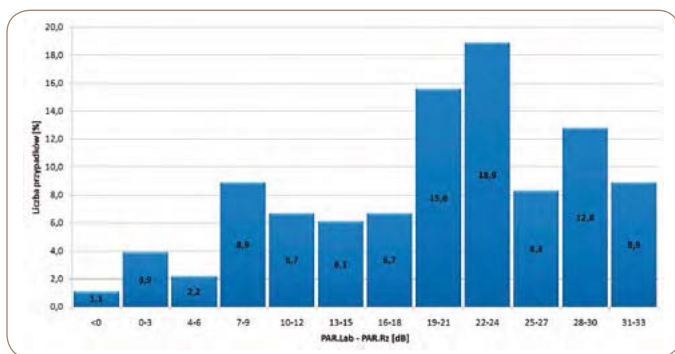
W obu zakładach pracownicy byli zaznajamiani z celem badań oraz sposobem ich prowadzenia. Zadaniem uczestników było umieszczenie wkładek w przewodach słuchowych w taki sposób, w jaki to robią rutynowo każdego dnia, bez jakichkolwiek instrukcji i pomocy osoby prowadzącej badania. Notowała ona za to dane dot. stażu pracy i doświadczenia w zakresie stosowania indywidualnych ochron słuchu, na podstawie informacji uzyskanych od pracownika. Prowadzący badania obserwował sposób zakładania wkładek przez pracownika i oceniał prawidłowość umieszczenia wkładki w przewodzie słuchowym (dobrze/źle).

W przypadku, gdy słuchacz próbował prawidłowo umieścić wkładkę w przewodzie słuchowym, ale z powodu małego rozmiaru przewodu słuchowego nie mógł tego zrobić, prowadzący oceniał taki przypadek jako „brak możliwości”. W przypadku wkładek *3M 1271* oceniano dodatkowo stan techniczny badanych próbek.

## Wyniki badań

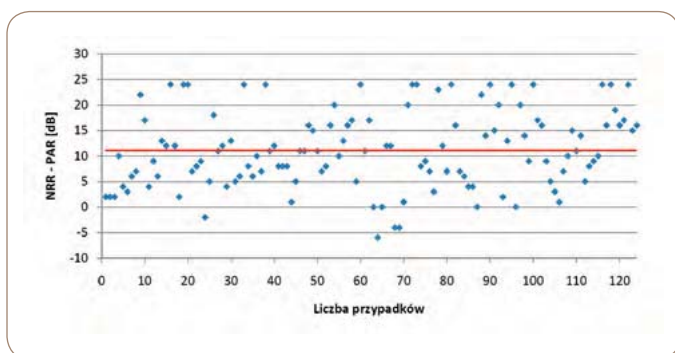
Wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono w tabeli 1., w której zamieszczono zmierzone, uśrednione w odniesieniu do 16 słuchaczy, wartości indywidualnego tłumienia PAR w całym badanym zakresie częstotliwości, dziesięciu badanych wzorów wkładek przeciwhałasowych. Ponadto zamieszczono wartości tłumienia SNR i NRR, podane w informacji dla użytkownika.

W tabeli 2. przedstawiono przykładowe wyniki pomiaru indywidualnego tłumienia PAR wkładek



Rys. 1. Histogram różnic pomiędzy wartościami indywidualnego tłumienia PAR dziewięciu wzorów wkładek przeciwhałasowych, zmierzonymi z udziałem wytrenowanych słuchaczy w laboratorium i z udziałem pracowników w warunkach rzeczywistych

Fig. 1. Differences histogram between the individual attenuation PAR values of 9 earplug models, measured with trained listeners in a lab, and with employees in real work environment



Rys. 3 Różnice pomiędzy wartością NRR i zmierzonymi wartościami indywidualnego tłumienia PAR wkładek 3M 1327, używanych przez pracowników w zakładzie nr 2

Fig. 3. Differences between the NRR value and the measured individual attenuation PAR values of 3M 1327 earplugs, used by employees from the company no. 2

jednokrotnego użytku *Max Lite*, zmierzone dla kolejnych częstotliwości – wartości  $PAR_{red}$  wkładki umieszczonej w uchu prawym i lewym dziesięciu pracowników zakładu nr 1. Zamieszczono również średnie wartości PAR wraz z ich odchyleniami standardowymi, uzyskane w warunkach rzeczywistych oraz w laboratorium z grupą wzorcową. Jak można zauważyć, rozbieżności zmierzonych wartości indywidualnego tłumienia wkładek umieszczonych przez różnych pracowników w ich przewodach słuchowych są bardzo duże: maksymalna różnica wynosi 31 dB w przypadku częstotliwości 1000 Hz. Obserwacje sposobu umieszczania wkładek w przewodach słuchowych wykazały, że jedynie dwóch z dziesięciu pracowników prawidłowo umieszczało obie wkładki w przewodzie słuchowym, trzech pracowników umieszczało poprawnie tylko jedną wkładkę, jeden pracownik nie miał możliwości prawidłowego umieszczenia wkładki w przewodzie słuchowym ze względu na niedopasowanie jej do jego budowy, a czterech pracowników nieprawidłowo umieszczało wkładki w obu przewodach słuchowych.

Wyniki pomiarów indywidualnego tłumienia wkładek pozostałych ośmiu wzorów stosowanych przez pracowników zakładu nr 1 przedstawiono w formie zbiorczej, w postaci graficznej. Wykres przedstawiony na rys. 1. ilustruje histogram różnic wartości PAR, zmierzonych w warunkach laboratoryjnych (z grupą wzorcową) i rzeczywistych. 100% przypadków odpowiada 180 wartościom – 9 wzorów wkładek, wzór każdej wkładki badany

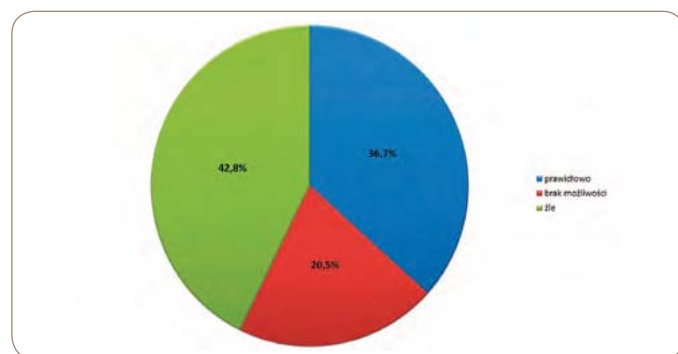
z udziałem 10 pracowników, umieszczających dwie próbki w obu przewodach słuchowych.

Z wykresu tego można odczytać, że w stosunku do 95% badanych przypadków różnice pomiędzy zmierzoną średnią wartością PAR w laboratorium i w warunkach rzeczywistych przekraczają 3 dB. Najwięcej przypadków dotyczyło sytuacji, w której różnica ta mieściła się w przedziale 19-21 dB i 22-24 dB. Stanowiło to odpowiednio 15,6% i 18,9% wszystkich przypadków.

Na rysunku 2. przedstawiono odsetek obserwowanych przypadków prawidłowego lub nieprawidłowego umieszczenia wkładek w przewodach słuchowych. Rozróżniane były trzy sytuacje: 1) pracownik poprawnie umieścił obie wkładki w przewodach słuchowych; 2) niepoprawnie umieścił jedną lub obie wkładki; 3) nie było możliwości poprawnego umieszczenia wkładek z powodu jej niedopasowania do budowy przewodu słuchowego.

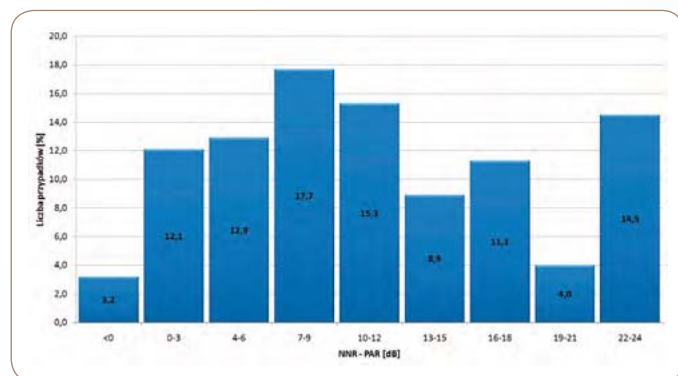
Jak widać, jedynie niewiele ponad 1/3 pracowników umieszczała wkładki w przewodach słuchowych zgodnie z instrukcją producenta. Około 20% pracowników biorących udział w badaniu nie miało możliwości umieszczenia wkładek prawidłowo ze względu na niedopasowanie ich do przewodu słuchowego, a ponad 40% – nie stosowało się do instrukcji producenta.

Obiektem badań w zakładzie nr 2 były wkładki wielokrotnego użytku 3M 1327 stosowane aktualnie przez pracowników. Na rys. 3. przedstawiono



Rys. 2. Odsetek obserwowanych przypadków prawidłowego lub nieprawidłowego umieszczenia wkładek w przewodach słuchowych przez 90 pracowników zakładu nr 1

Fig. 2. Percentages of proper and improper earplug inserting in ear canals by the total of 90 employees from the company no. 1



Rys. 4 Histogram różnic pomiędzy wartością NRR i zmierzonymi wartościami indywidualnego tłumienia PAR wkładek 3M 1327, używanych przez pracowników w zakładzie nr 2

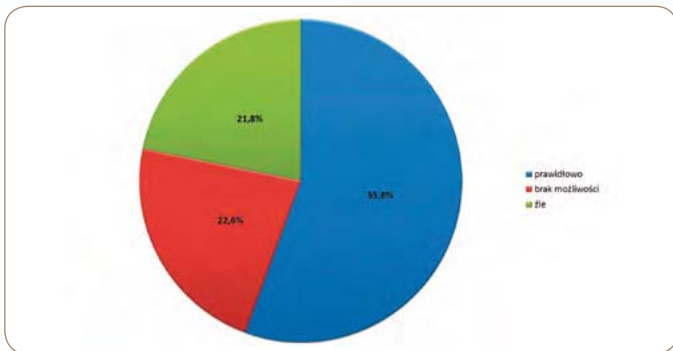
Fig. 4. Differences histogram between the NRR value and the measured individual attenuation PAR values of 3M 1327 earplugs, used by employees from the company no. 2

graficznie różnice pomiędzy zmierzonymi 124 wartościami indywidualnego tłumienia PAR (62) pracowników (dwie wkładki) a podawanymi w instrukcji dla użytkownika wartością NRR, która wynosi 24 dB. Rozkład empiryczny tych różnic wraz z ich wartością średnią, przedstawiono na rys. 4.

Z przedstawionych danych na rys. 4. wynika, że w odniesieniu do ponad 80% badanych przypadków różnica pomiędzy NRR i PAR była większa od 3 dB. Najwięcej było przypadków, w których różnica pomiędzy tłumieniem NRR a tłumieniem indywidualnym PAR mieściła się w przedziałach 7-9 dB, 10-12 dB oraz 22-24 dB, co stanowiło odpowiednio 17,7%, 15,3%, 14,5% wszystkich badanych sytuacji.

Na rys. 5. przedstawiono odsetek obserwowanych przypadków: 1) gdy pracownik poprawnie umieszczał obie wkładki w przewodach słuchowych; 2) gdy nieprawidłowo umieszczał obie lub jedną z wkładek oraz; 3) sytuację, w której pracownik nie mógł poprawnie umieścić wkładek z powodu niedopasowania jej rozmiaru do budowy przewodu słuchowego.

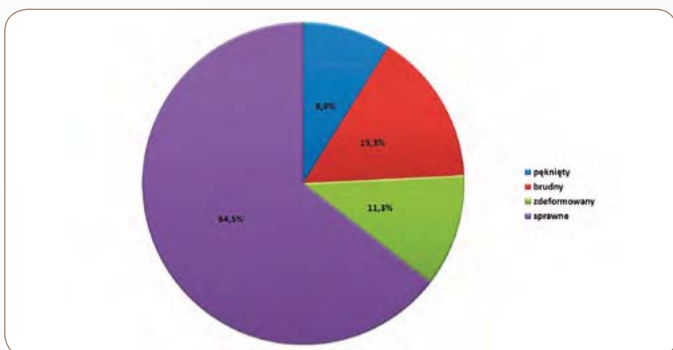
Jak wynika z przedstawionych danych, ponad połowa – 55,6% pracowników zakładu nr 2 poprawnie stosowała wkładki, zgodnie z instrukcją producenta. 22,6% pracowników miała źle dobrane, nie pasujące do budowy ucha zewnętrzne wkładki, które nie mieściły się w przewodach słuchowych. 21,8% pracowników źle (niezgodnie z instrukcją producenta) umieszczało wkładki. Na rys. 6. zamieszczono zdjęcia ilustrujące przykładowe nieprawidłowe sytuacje.



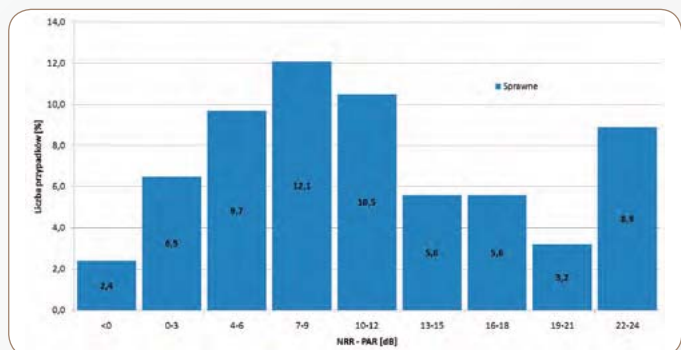
Rys. 5. Odsetek obserwowanych przypadków prawidłowego lub nieprawidłowego umieszczenia wkładek 3M 1271 w przewodach słuchowych przez 67 pracowników zakładu nr 2  
Fig. 5. Percentage of proper and improper 3M 1271 earplug installation inside ear canals by the total of 67 employees from the company no. 2



Rys. 6. Przykładowe, nieprawidłowe stosowanie wkładek przeciwhałasowych 3M 1271  
Fig. 6. An example of the improper 3M 1271 earplug installation



Rys. 7. Odsetek przypadków różnego stanu technicznego wkładek 3M 1271 używanych przez pracowników w zakładzie nr 2  
Fig. 7. Various technical conditions of the 3M 1271 earplugs used by employees in the company no. 2 percentage



Rys. 8. Histogram różnic pomiędzy wartościami tłumienia NRR i zmierzonym indywidualnego tłumienia PAR wkładek 3M 1271 będących w dobrym stanie technicznym  
Fig. 8. Differences histogram between the NRR suppression values and the measured individual PAR suppression values of the 3M 1271 earplugs in good technical condition

Na rys. 7. przedstawiono odsetek wystąpień przypadków różnego stanu technicznego wkładek 3M 1271, używanych przez pracowników: wkładki o prawidłowym stanie technicznym (sprawne), wkładki o zdeformowanym kształcie, wkładki pęknięte i wkładki brudne.

Z powyższego wykresu możemy odczytać, że 35,5% używanych przez pracowników wkładek nie nadawało się do stosowania. 15,3% wszystkich używanych wkładek było brudne, 11,3% było zdeformowane, a 8,9% było pęknięte. Na rys. 8. przedstawiono histogram różnic pomiędzy wartościami tłumienia NRR wkładek 3M 1271 i zmierzonymi wartościami indywidualnego tłumienia PAR wkładek będących w dobrym stanie technicznym.

Przedstawione na rys. 8. dane potwierdzają poczynione obserwacje, że prawidłowy stan techniczny wkładek nie gwarantuje ich odpowiedniej skuteczności działania. Kiedy pracownicy stosowali wkładki w dobrym stanie technicznym, obserwowano najczęściej – 15 przypadków, gdy różnica pomiędzy wartościami NRR i tłumieniem indywidualnym wynosiła 7-9 dB oraz 13 przypadków, gdy wynosiła 10-12 dB.

## Podsumowanie

Otrzymane wyniki badań wykazały, że najistotniejszym czynnikiem wpływającym na obniżenie skuteczności działania wkładek jest nieprawidłowe umieszczanie ich w przewodach słuchowych, niezgodne z instrukcją producenta. Kolejnym czynnikiem powodującym znaczne obniżenie skuteczności

działania wkładek, w przypadku wkładek wielokrotnego użytku, jest ich zły stan techniczny. Następnym czynnikiem to nieprawidłowy wybór ochronnika słuchu w stosunku do danego pracownika, polegający zazwyczaj na niedopasowaniu go do budowy przewodu słuchowego: najczęściej wkładka była za duża i pracownik nie mógł jej umieścić w przewodzie słuchowym. Różnice pomiędzy wartościami indywidualnego tłumienia wkładek, zmierzonymi w laboratorium z udziałem słuchaczy wytrenowanych, którzy umieszczali wkładki w przewodach słuchowych prawidłowo a wartościami zmierzonymi z udziałem 90 pracowników w warunkach rzeczywistych, były bardzo zróżnicowane i wynosiły od -1 do 31 dB. Różnice pomiędzy wartością tłumienia NRR podaną w instrukcji użytkownika wkładek 3M 1271 a wartościami indywidualnego tłumienia zmierzonymi z udziałem 62 pracowników w warunkach rzeczywistych, były również bardzo zróżnicowane i zawierały się w przedziale od -6 do 24 dB.

Nie obserwowano jakichkolwiek prawidłowości natury ilościowej, które mogłyby stanowić przesłankę do globalnego podejścia i poszukiwania drogą analizy statystycznej, poprawek korygujących wartości tłumienia wkładek przeciwhałasowych, które są mierzone w laboratorium w procesie certyfikacji.

## BIBLIOGRAFIA

[1] 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) (siedemnasta

dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)

[2] 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)

[3] Norma: PN-EN 458:2005. *Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej*

[4] Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., Sobola W. *Choroby zawodowe w Polsce*, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, Łódź 2014

[5] Kotarbińska E., Kozłowski E. *Measurement of effectiveness of workers wearing earplugs*, "International Journal of Occupational Safety and Ergonomics", Vol. 15, No. 2, 2009

[6] Murphy W.J., Stephenson M.R., Byrne D.C., Witt B., Duran J. *Effects of training on hearing protector attenuation*. „Noise and Health” 13:132-41, 2011

[7] Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej własnej Weryfikacja metody VeriPRO badania tłumienia dźwięku wkładek przeciwhałasowych w warunkach laboratoryjnych finansowanej z funduszu rektorskiego za rok 2008. Umowa nr 503 R/1034/4068

[8] PN-EN 352-2:2005 *Ochronniki słuchu. Wymagania ogólne. Część 2: Wkładki przeciwhałasowe*

[9] Rogowski K. *Badanie skuteczności wkładek przeciwhałasowych z wykorzystaniem systemu pomiarowego VeriPRO*, praca magisterska, Wydział Elektroniki Techniki Informatycznych PW, 2010

[10] Kotarbińska E., Rogowski K. *Real-world performance of earplugs measured by Personal Attenuation Rating*, Forum Acusticum 2014, Proceedings, Kraków, wrzesień 2014