



INSTYTUT MEDYCYNY PRACY IM. PROF. J. NOFERA

„Monitorowanie narażenia na hałas i szacowanie ryzyka uszkodzenia
słuchu u pracowników różnych grup zawodowych”
Łódź, 04 listopada 2020 r.

Wytyczne dotyczące kontroli narażenia i minimalizowania ryzyka uszkodzenia słuchu użytkowników słuchawkowych zestawów komunikacyjnych, operatorów ultradźwiękowych urządzeń technologicznych niskich częstotliwości i instruktorów fitness



**Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska,
Adam Dudarewicz**

**Zakład Zagrożeń Fizycznych
Instytut Medycyny Pracy w Łodzi**



*Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia*





WPROWADZENIE

Program ochrony słuchu

- Ogół działań ukierunkowanych na minimalizowanie ryzyka wystąpienia zawodowego uszkodzenia słuchu wśród osób pracujących w narażeniu na hałas.
- Problem ochrony słuchu przed hałasem to jeden z priorytetów WHO.
 - W 1998 roku ogłoszono konieczność opracowania Narodowych Programów Zapobiegania Uszkodzeniom Słuchu Spowodowanym przez Hałas, opartych głównie na ograniczeniu narażenia, promocji zdrowia i wprowadzeniu unormowań prawnych.
 - USA to kraj, w którym zaproponowano najbardziej kompleksową opiekę nad pracownikami narażonymi na hałas.



WPROWADZENIE

- **Instrumenty prawne** obligujące pracodawców do podejmowania działań mających na celu minimalizowanie ryzyka zawodowego związanego z hałasem w miejscu pracy:
 - **kontrola narażenia na hałas**
Dz.U. z 2018, poz. 1286 i Dz.U. z 2011 r. Nr 33, poz. 166
 - **ograniczenie narażenia na hałas**
Dz.U. z 2005 r. Nr 157, poz. 1318
 - **profilaktyka medyczna**
Dz.U. z 2016 r., poz. 2067

Specyfikacja obowiązków pracodawcy





PRZEPISY PRAWNE

Kontrola narażenia →

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (**Dz.U. z 2011, Nr 33, poz. 166 z późn. zm.**)
- Rozporządzenia MPiPS z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (**Dz.U. z 2018 r., poz. 1286 z późn. zm.**)
- **ograniczenie narażenia na hałas →**
- 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. z 2005 r., Nr 157, poz. 1318**)
- **profilaktyka medyczna →**
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy (**tj.: Dz.U. 2016, poz. 2067**)



WPROWADZENIE

- W latach 2008-2012 w Zakładzie Zagrożeń Fizycznych i Klinice Audiologii i Foniatrii IMP, był realizowany projekt **“Program profilaktyczny zapobiegania chorobom narządu słuchu pochodzenia zawodowego”**.

Podprojekt **kompleksowych programów zdrowotnych** → przedsięwzięcie realizowane w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi, współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach POKL (“Kapitał Ludzki”), **Priorytet II działanie 2.3** “Wzmocnienie potencjału zdrowia osób pracujących oraz poprawienie jakości funkcjonowania systemu ochrony pracy”.



Programy profilaktyczne

Ochrona słuchu
Choroby skóry
Choroby alergiczne
Choroby zakaźne
Choroby obwodowego układu nerwowego i układu ruchu
Choroby układu krążenia
Zagrożenia psychospołeczne

Programy powrotu do pracy

Choroby narządu głosu
Pylice
Choroby alergiczne

Aktualności

Szkolenie nt. interaktywnego programu komputerowego ochrony słuchu, 31 III 2011, Łódź

Na szkolenia zapraszamy wszystkich, którzy zajmują się ochroną zdrowia, szczególnie słuchu osób pracujących. Jego zakres tematyczny będzie obejmował m.in. zasady szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu...

Szkolenie nt. interaktywnego programu komputerowego ochrony słuchu, 30 III 2011, Łódź

Na szkolenia zapraszamy wszystkich, którzy zajmują się ochroną zdrowia, szczególnie słuchu osób pracujących. Jego zakres tematyczny będzie obejmował m.in. zasady szacowania ryzyka uszkodzenia słuchu...



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



INSTYTUT MEDYCyny PRACY IM. PROF. J. NOFERA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY



Kompleksowy program ochrony słuchu

Celem programu jest opracowanie i wdrożenie kompleksowego programu profilaktycznego ochrony słuchu w miejscu pracy. Program będzie zawierał opis obowiązków spoczywających na pracodawcy, służbach bhp i służbie medycyny pracy, a także algorytm postępowania oraz narzędzia do prowadzenia, dokumentowania i weryfikacji skuteczności podjętych działań.

Okolo 30 milionów pracowników w Europie narażonych jest na hałas stwarzający ryzyko uszkodzenia słuchu. W Polsce liczba ta wynosi szacunkowo 640 tysięcy osób, przy czym nie uwzględnia ona rolnictwa indywidualnego skupiającego okolo 10% wszystkich pracujących.

W naszym kraju od wielu lat istnieją instrumenty prawne obligujące pracodawców do podejmowania działań mających na celu minimalizowanie ryzyka zawodowego związanego z hałasem w miejscu pracy. Obejmują one m.in. kontrolę narażenia, ograniczenie narażenia metodami technicznymi i organizacyjno-administracyjnymi, stosowanie środków ochrony indywidualnej oraz profilaktykę medyczną. Mimo to zawodowe uszkodzenie słuchu od lat znajduje się w czołówce listy rozpoznawanych chorób o podłożu zawodowym.

Nowatorskie elementy programu w odniesieniu do stanu obecnego:

- wzmocnienie działań i komunikacji między lekarzem-profilaktykiem a służbami bhp zakładu pracy w zakresie oceny minimalnych ubytków słuchu spowodowanych przez hałas,
 - wypracowanie narzędzi do efektywnego szacowania indywidualnego ryzyka uszkodzenia słuchu, z uwzględnieniem narażenia na czynniki ototoksyczne (np. rozpuszczalniki organiczne) oraz innych czynników pozazawodowych i osobniczych mogących sprzyjać uszkodzeniom słuchu,
 - komputeryzacja działań prowadzonych w ramach programu ochrony słuchu.
- Opracowany program ochrony słuchu zostanie pilotażowo wdrożony w wybranym zakładzie/grupie pracowników.

W ramach realizacji projektu organizowane są konferencje szkoleniowe dla lekarzy służb medycyny pracy i POZ, pracowników PIS, PIP i bhp, a także spotkania edukacyjno-informacyjne dla pracowników i pracodawców. Opracowane i upowszechnione zostaną materiały edukacyjno-informacyjne (w tym standardowe prezentacje multimedialne dla przeszkolonych kluczowych trenerów), które będą mogły być wykorzystywane do wdrażania założeń programu na szczeblu podstawowym.

Na terenie Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi powstanie Centrum Konsultacyjno-Diagnostyczne działające na zasadzie „hot-line” (e-health). Będzie ono zajmować się problematyką chorób zawodowych, w tym chorób narządu słuchu. Będą mogli z niego korzystać pracownicy, pracodawcy i lekarze różnych specjalności.

Podjęte działania powinny przyczynić się do minimalizowania ryzyka uszkodzenia słuchu wśród pracowników w skali ogólnokrajowej.

O programie

- Zespół
- Wydarzenia
- Konferencje
- Galeria
- Linki
- Kontakt
- Samoocena słuchu
- Interaktywny program ochrony słuchu
- Hałas – podstawowe pojęcia
- Zawodowe uszkodzenia słuchu



Pobierz materiały

Flim ochrona słuchu
prezentacja_ochrona słuchu





PROGRAM OCHRONY SŁUCHU

Podstawowe działania:

- kontrola narażenia na hałas
- identyfikacja stanowisk pracy i pracowników wymagających ochrony przed hałasem
- monitorowanie stanu słuchu pracowników
- zaplanowanie i wdrożenie działań mających na celu ograniczenie narażenia na hałas metodami technicznymi i organizacyjno-administracyjnymi
- dobór i wyposażenie pracowników w ochronniki słuchu
- akcje uświadamiające i szkoleniowe wśród pracowników
- gromadzenie i analiza danych
- okresowa ewaluacja i weryfikacja podjętych działań.



INSTYTUT MEDYCYNY PRACY IM. PROF. J. NOFERA

KONTROLA NARAŻENIA NA HAŁAS

Użytkownicy słuchawkowych zestawów komunikacyjnych



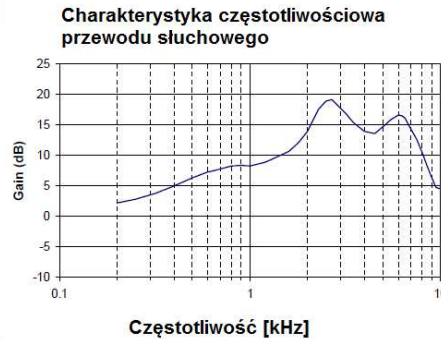
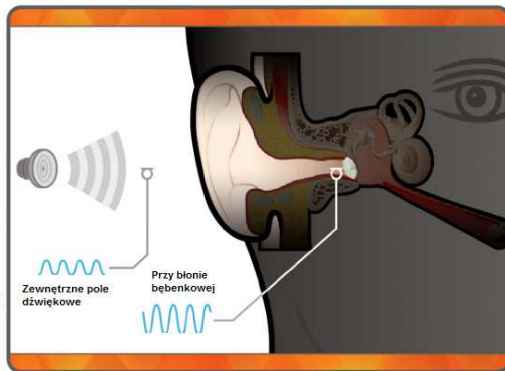
*Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia*





METODY POMIAROWE

Standardowe metody pomiaru hałasu w środowisku pracy według **PN-N-01307:1994 i PN-EN ISO 9612:2011** nie pozwalają na ocenę narażenia na hałas w przypadku stosowania zestawów słuchawkowych.



Miejsce pomiaru	W wolnym polu L_A [dB]	Wewnątrz ucha L_A [dB]
Mowa	85	89,4
Samolot	85	86,6
Tłum	85	91,3
Nitownica	85	93,6



METODY POMIAROWE

Do oceny narażenia na hałas od źródeł umieszczonych bezpośrednio przy uchu zostały opracowane specjalne metody, z wykorzystaniem:

- **techniki MIRE** (microphone in the real ear) – wg **ISO 11904-1:2004**
- **manekina akustycznego** – wg **ISO 11904-2:2004**.



Microphone in Real Ear (MIRE)
SV 25S & SV 102
Svantek

PN-EN ISO 11904-1:2008 Akustyka – Wyznaczanie imisji dźwięku od źródeł umieszczonych bezpośrednio przy uchu – Część 1: Technika z zastosowaniem mikrofonu umieszczonego w uchu (technika MIRE).



Acoustic Manikin
KEMAR, Type 45BA
G.R.A.S.



Acoustic Test Fixture
ANSI Head, Type 45CB
G.R.A.S.

PN-EN ISO 11904-2:2009 Akustyka – Wyznaczanie imisji dźwięku od źródeł umieszczonych bezpośrednio przy uchu – Część 2: Technika z zastosowaniem manekina akustycznego.



TECHNIKA MIRE



- Mikrofon miniaturowy lub sonda mikrofonowa w przewodzie słuchowym

- pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych **20–16000 Hz** →

- odjęcie poprawek korekcyjnych (w pasmach tercjowych 20-16000 Hz) dla pola swobodnego / rozproszonego

- korekcja charakterystyką częstotliwościową A i sumowanie

- wyznaczenie poziomu dźwięku A odpowiadającego warunkom pola swobodnego / rozproszonego

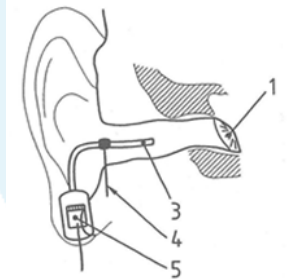
PN-EN ISO 11904-1:2008



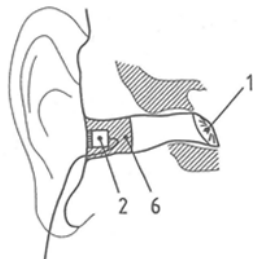
TECHNIKA MIRE



Miniaturowy mikrofon
w otwartym przewodzie
słuchowym



Sonda mikrofonowa
z rurką w otwartym
przewodzie słuchowym



Mikrofon miniaturowy
w zablokowanym
przewodzie słuchowym

Przykłady mikrofonów i sposobów ich mocowania w przewodzie słuchowym

1 - błona bębenkowa, 2 - mikrofon miniaturowy,
3 - rurka sondy, 4 - element podtrzymujący,
5 - mikrofon, 6 - wkładka przeciwhałasowa

PN-EN ISO 11904-1:2008



TECHNIKA MIRE

- Wyznaczenie poziomu dźwięku A odpowiadającego warunkom pola swobodnego / rozproszonego

Równoważny poziom dźwięku A odpowiadający warunkom pola rozproszonego (lub swobodnego) jest wyznaczany odpowiednio wg wzorów (1) i (2):

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

$$L_{FF,H,A} = 10 \lg \left[\sum_f 10^{(L_f + \Delta L_{FF,Hf} + A_f)/10} \right] \quad (2)$$

W obliczeniach można uwzględnić znormalizowane lub indywidualne charakterystyki częstotliwościowe ucha

gdzie:

L_f – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w przewodzie słuchowym w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz, w dB

$\Delta L_{DF,Hf} / \Delta L_{FF,Hf}$ – charakterystyka częstotliwościowa ucha w warunkach pola rozproszonego / swobodnego w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz

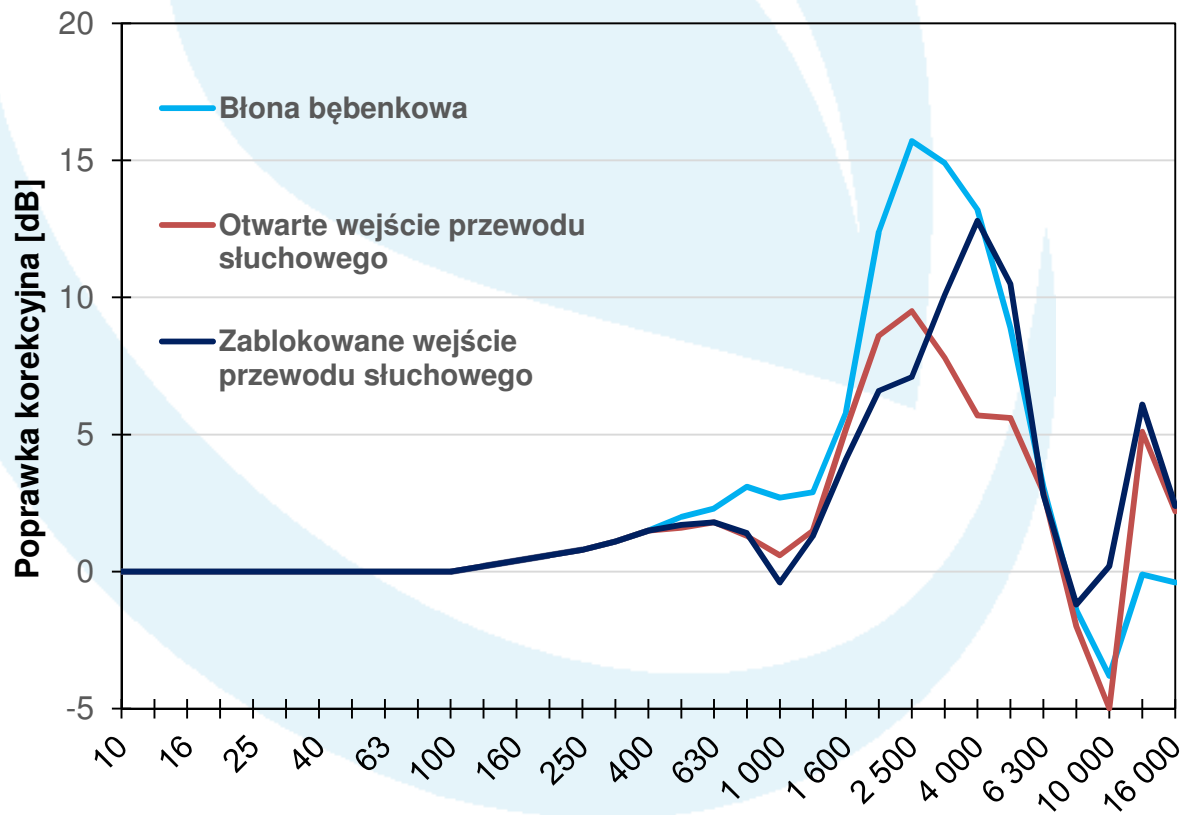
A_f – wzmocnienie (korekcja) charakterystyki częstotliwościowej A w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–16 000 Hz

PN-EN ISO 11904-1:2008



TECHNIKA MIRE

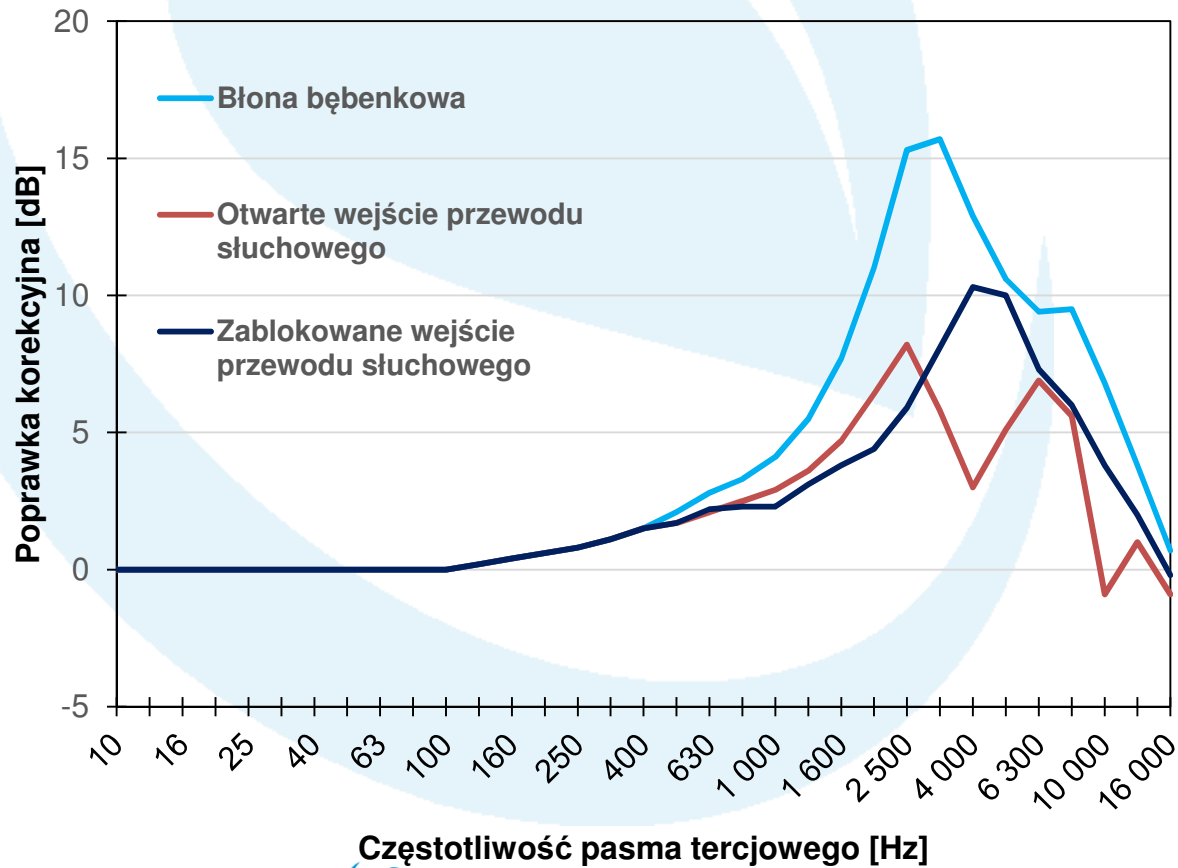
Znormalizowane charakterystyki częstotliwościowe ucha w warunkach pola swobodnego





TECHNIKA MIRE

Znormalizowane charakterystyki częstotliwościowe ucha w warunkach pola rozproszonego



Częstotliwość pasma tercjowego [Hz]



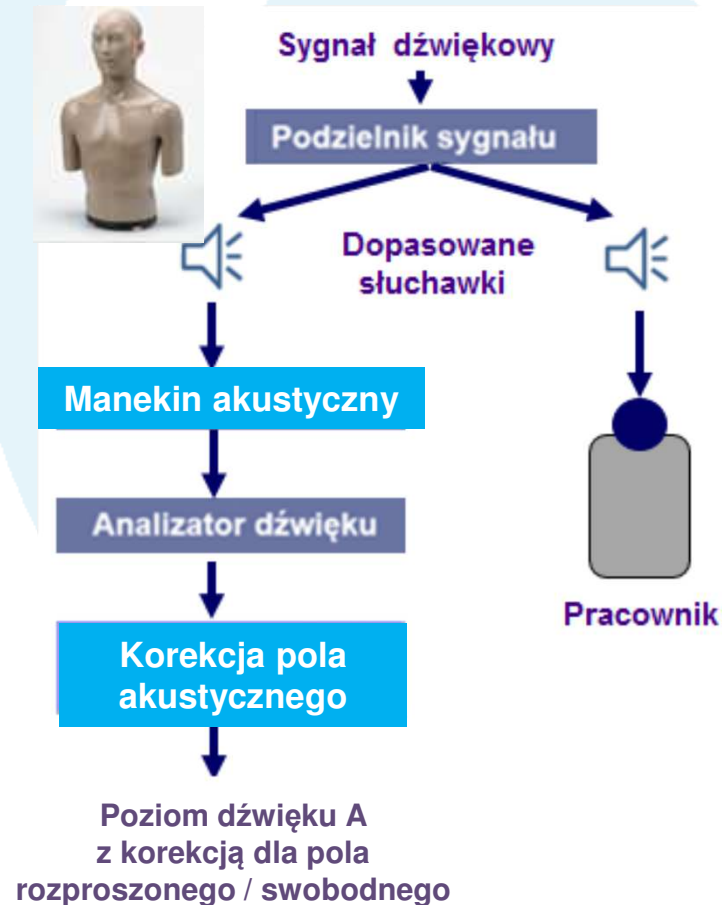
Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia

PN-EN ISO 11904-1:2008





TECHNIKA MANEKINA AKUSTYCZNEGO



- Dodatkowa słuchawka umieszczona na manekinie akustycznym

- pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych **20–10 000 kHz** →

- odjęcie poprawek korekcyjnych (w pasmach tercjowych 20-10 000 Hz) dla pola swobodnego / rozproszonego

- korekcja charakterystyką częstotliwościową A i sumowanie

- wyznaczenie poziomu dźwięku A odpowiadającego warunkom pola swobodnego / rozproszonego

PN-EN ISO 11904-2:2009



TECHNIKA MANEKINA AKUSTYCZNEGO

- Wyznaczenie poziomu dźwięku A odpowiadającego warunkom pola swobodnego / rozproszonego

Równoważny poziom dźwięku A odpowiadający warunkom pola rozproszonego (lub swobodnego) jest wyznaczany odpowiednio wg wzorów (1) i (2):

$$L_{DF,M,A} = 10 \lg \left[\sum_f 10^{(L_f + \Delta L_{DF,Mf} + A_f)/10} \right] \quad (1)$$

$$L_{FF,M,A} = 10 \lg \left[\sum_f 10^{(L_f + \Delta L_{FF,Mf} + A_f)/10} \right] \quad (2)$$

gdzie:

L_f – równoważny poziom ciśnienia akustycznego mierzony z zastosowaniem manekina akustycznego, w f-tym paśmie tercjowym z przedziału 20–10 000 Hz, w dB

$\Delta L_{DF, Mf} / \Delta L_{FF, Mf}$ – charakterystyka częstotliwościowa przyjęta przy stosowaniu manekinów akustycznych w warunkach w warunkach pola rozproszonego / swobodnego w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–10 000 Hz

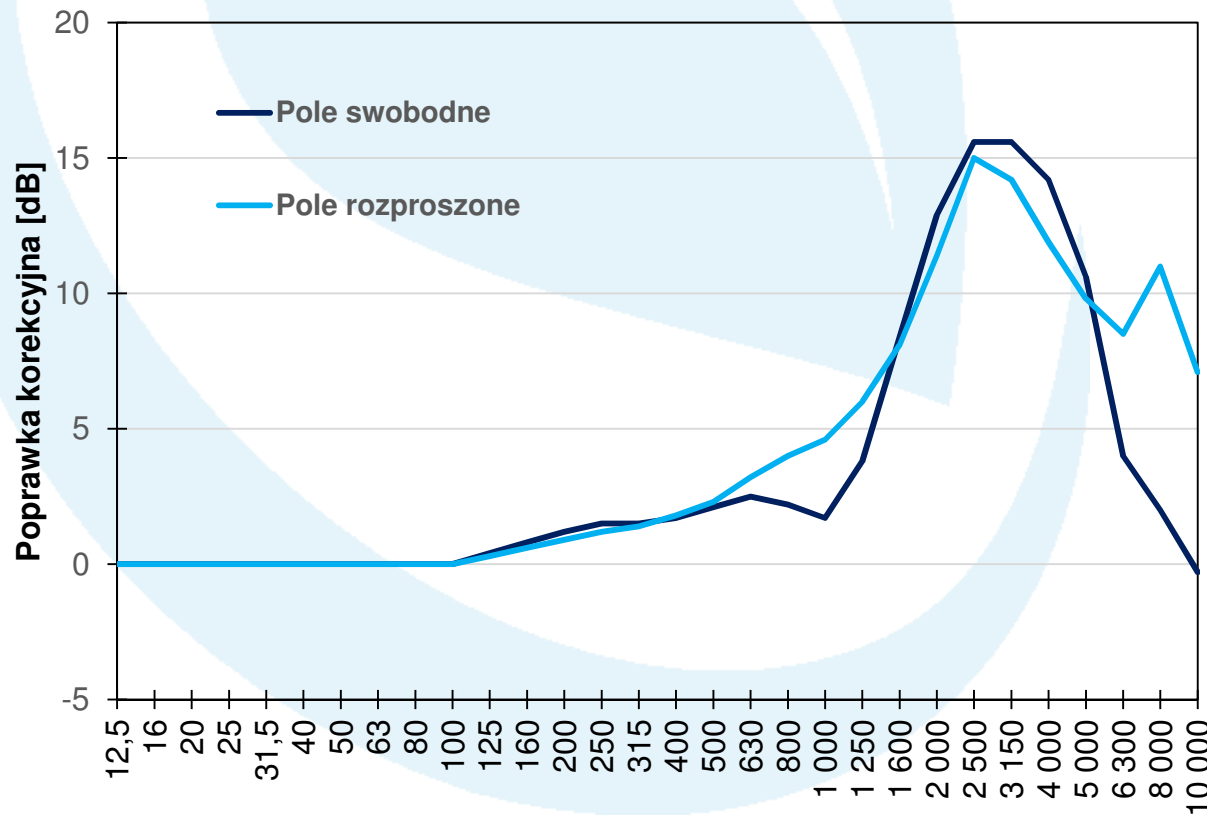
A_f – wzmacnienie (korekcja) charakterystyki częstotliwościowej A w f-tym paśmie tercjowym z przedziału częstotliwości 20–10 000 Hz

PN-EN ISO 11904-1:2008



TECHNIKA MANEKINA AKUSTYCZNEGO

Charakterystyki częstotliwościowe przyjęte przy stosowaniu manekinów akustycznych w warunkach pola swobodnego i rozproszonego



Częstotliwość pasma tercjowego [Hz]



Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia

PN-EN ISO 11904-2:2009





METODY POMIAROWE

Ograniczenia techniki MIRE wg PN-EN ISO 11904

- Praktyczne problemy z właściwym umieszczaniem mikrofonu w przewodzie słuchowym i zabezpieczenie go przed przemieszczaniem, aby **nie stwarzać ryzyka urazów** przewodu słuchowego i błony bębenkowej oraz **nie utrudniać realizacji zadań** przez pracownika.





METODY POMIAROWE

Ograniczenia techniki manekina akustycznego wg PN-EN ISO 11904

- Wysoka cena samego urządzenia pomiarowego.
- Trudności w praktycznej realizacji pomiarów w warunkach terenowych – **symulator torsu i głowy musi być umieszczany obok pracownika**, a słuchawki (nauszne i douszne) sprzężone z symulatorem małżowiny i przewodu słuchowego w sposób możliwie najbardziej zbliżony do sprzężenia słuchawek z ludzkim uchem.



Źródło: Giguère Ch., Nassrallah F.: New CSA Noise Standards and Noise Control CAN/CSA Z107.56 Measurement of Occupational Noise Exposure, OHAO, Fall PDC. Toronto - October 23rd, 2013, University of Ottawa, Hearing Research Laboratory uOttawa, uOttawa.ca



ALTERNATYWNE METODY POMIAROWE

- W Nowej Zelandii i Australii oraz Kanadzie wprowadzono dodatkowo inne metody, pozwalające na pominięcie ww. niedogodności, tj.:
 - **metodę z zastosowaniem sztucznego ucha**
– wg **AS/NZS 1269-1:2005 i CSA Z107.56-13 / CSA Z107.56-18**
 - **Pośrednią metodę obliczeniową** –
wg **CSA Z107.56-13 / CSA Z107.56-18**

- Standards Australia and Standards New Zealand (2005).
- **CSA Z107.56-13**. Measurement of noise exposure. Canadian Standards Association, Mississauga, Canada (2013).
- **CSA Z107.56-18**. Measurement of noise exposure. Canadian Standards Association, Mississauga, Canada (2018).
- **AS/NZS 1269-1:2005** Occupational Noise Management Part 1: Measurement and assessment of noise immission and exposure.



ALTERNATYWNE METODY POMIAROWE

- **Sztuczne ucho** (artificial ear) – urządzenie symulujące pod względem geometrycznym i akustycznym ucho zewnętrzne i środkowe człowieka. Impedancja akustyczna sztucznego ucha jest taka jak impedancja ucha. Słuchawka przyłożona do sztucznego ucha jest tak samo obciążona jak przy przyłożeniu do ucha naturalnego.

Zasadniczym elementem sztucznego ucha jest sprzęgacz – komora akustyczna symulująca przewód słuchowy.

Stosowane są sprzęgacze o pojemności :

- 6 cm³ – do pomiaru słuchawek nausznych,
- 2 cm³ – do pomiaru słuchawek dousznych



Type 3.3
(G.R.A.S.)
www.gras.dk/



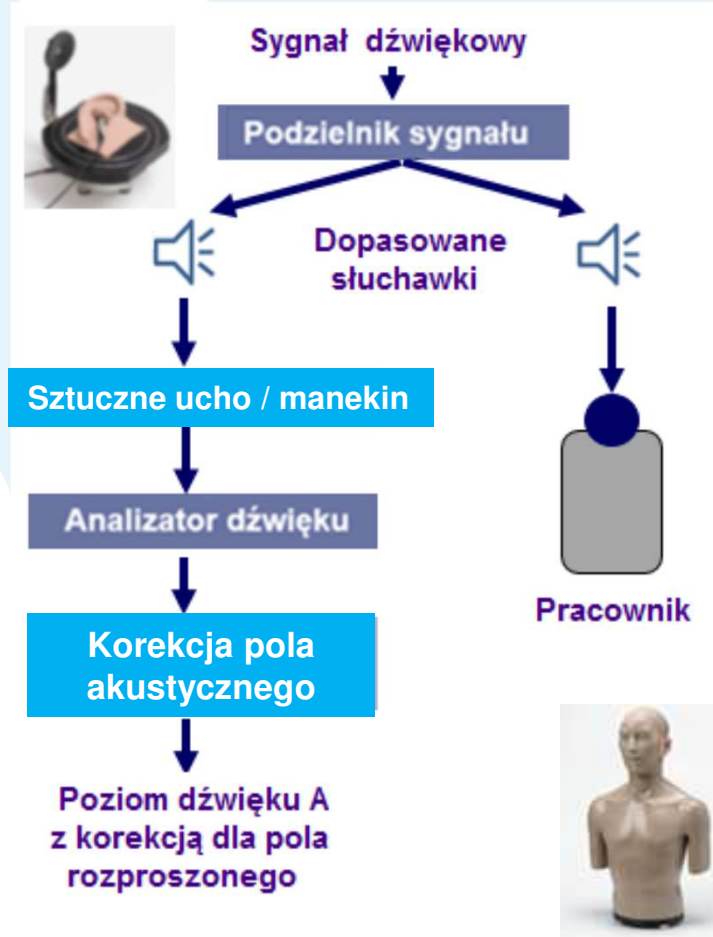
Type 2
(G.R.A.S.)
www.gras.dk/



Type 1
(B & K)
www.bksv.com/



METODY POMIAROWE WG AS/NZS 1269.1:2005



- Dodatkowa słuchawka umieszczona na sztucznym uchu lub manekinie

- pomiar równoważnego poziomu dźwięku A
- pomiar szczytowego poziomu dźwięku C →

- odjęcie jednoliczbowych poprawek korekcyjnych

- wyznaczenie równoważnego poziomu dźwięku A / szczytowego poziomu dźwięku C odpowiadającego warunkom pola dyfuzyjnego



METODY POMIAROWE WG AS/NZS 1269.1:2005

Jednoliczbowe poprawki korekcyjne do przeliczeń (mierzonych z zastosowaniem sztucznego ucha, manekina akustycznego lub symulatora ucha) poziomów dźwięku do (równoważnych) warunków pola rozproszonego

Urządzenie pomiarowe	Poprawka [dB]	
	Równoważny poziom dźwięku A, $L_{Aeq,T}$	Szczytowy poziom dźwięku, L_{peak}^*
Szerokopasmowe sztuczne ucho	8	4
Symulator ucha	5	3
Manekin akustyczny	5	3

*Dotyczy szczytowego nieważonego częstotliwościowo i skorygowanego charakterystyką częstotliwościową C lub Z poziomu ciśnienia akustycznego.



METODY POMIAROWE WG CSA Z107.56-13



- Dodatkowa słuchawka umieszczona na sztucznym uchu lub manekinie

- pomiar równoważnego poziomu dźwięku A
- pomiar poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych **100-10 000 Hz** →

- odjęcie jednoczłonowych poprawek korekcyjnych

lub

- odjęcie poprawek w pasmach tercjowych 100-10000 Hz +korekcja charakterystyką A i sumowanie

- wyznaczenie równoważnego poziomu dźwięku A odpowiadającego warunkom pola rozproszonego / swobodnego



METODY POMIAROWE WG CSA Z107.56-13 i CSA Z107.56-18

Urządzenie pomiarowe	Poprawka jednoczłobowa*	Poprawki w pasmach tercjowych 100-10000 Hz
Sztuczne ucho typu 1	8	—
Sztuczne ucho typu 2 lub 3.3	5	Wg ISO 11904-2
Manekin akustyczny	5	



Acoustic Manikin
KEMAR, type 45BA
(G.R.A.S.)



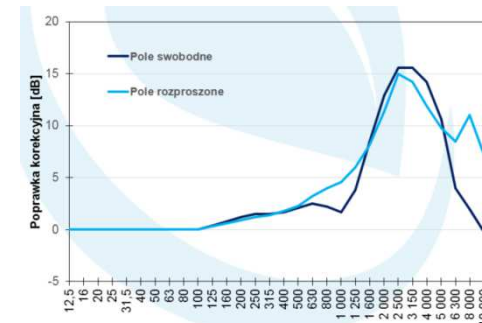
Type 3.3
(G.R.A.S.)
www.gras.dk/



Type 2
(G.R.A.S.)
www.gras.dk/



Type 1
(B & K)
www.bksv.com/



* W znowelizowanej normie CA Z107.56-18 zrezygnowano ze sztucznego ucha typu 1 i stosowania poprawek jednoczłobowych.



POŚREDNIE METODY OBLICZENIOWE

Pośrednie metody obliczeniowe według **CSA Z107.56-13**
i **CSA Z107.56-18**

- zakładają, że użytkownicy zestawów słuchawkowych ustawiają wzmocnienie na poziomie zapewniającym rozumienie mowy / dobrą komunikację słowną
- nie wymagają stosowania specjalnych urządzeń pomiarowych
- opierają się na wynikach pomiarów **hałasu tła akustycznego (na zewnątrz słuchawek) (BN)** i oszacowanym poziomie sygnału w słuchawce podczas komunikacji słownej (**S**),
- uwzględniają **tłumienie dźwięku** przez słuchawki (**NR**)





POŚREDNIA METODA OBLICZENIOWA WG CSA Z107.56-18

- Równoważny poziom dźwięku A ($L_{s,Aeq,T}$) w trakcie używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych opisuje wzór:

$$L_{s,Aeq,T} = 10 \times \log \left(10^{0.1 \times (L_{t,Aeq,T} - NR)} + \frac{t}{T} \times 10^{0.1 \times (L_{t,Aeq,T} - NR + SNR)} \right)$$



gdzie:

$L_{t,Aeq,T}$ – równoważny poziom dźwięku A na zewnątrz słuchawek (tła akustycznego) podczas stosowania słuchawek, w dB

NR - tłumienie dźwięku przez słuchawki, w dB

SNR – stosunek sygnału do szumu w słuchawce (wzmocnienie sygnału audio w słuchawce w stosunku do tła akustycznego) zapewniający dobre rozumienie mowy, w dB (**SNR=15 dB**)

t - łączny czas emitowania sygnału dźwiękowego w słuchawce w czasie trwania pomiaru/obserwacji, w h lub min

T - łączny czas używania słuchawek, w h lub min.



POŚREDNIA METODA OBLICZENIOWA WG CSA Z107.56-18

- Równoważny poziom dźwięku A ($L_{s,Aeq,T}$) w trakcie używania słuchawkowych zestawów komunikacyjnych opisuje wzór:

$$L_{s,Aeq,T} = 10 \times \log \left(10^{0.1 \times (L_{t,Aeq,T} - NR)} + \frac{t}{T} \times 10^{0.1 \times SL} \right)$$

gdzie:

$L_{t,Aeq,T}$ – równoważny poziom dźwięku A na zewnątrz słuchawek (tła akustycznego) podczas stosowania słuchawek, w dB

NR - tłumienie dźwięku przez słuchawki, w dB

SL – oszacowany równoważny poziom dźwięku A, odpowiadający warunkom pola dyfuzyjnego, podczas komunikacji słownej (odsluchiwania sygnałów), w dB

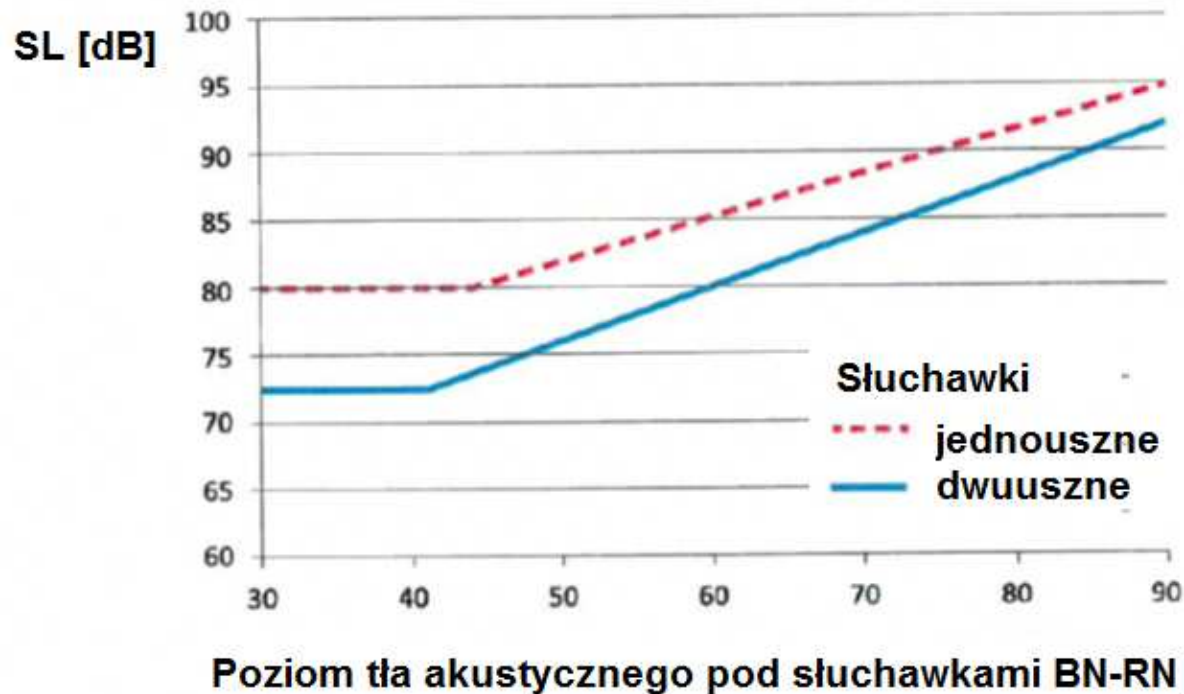
t - łączny czas emitowania sygnału dźwiękowego w słuchawce w czasie trwania pomiaru/obserwacji, w h lub min

T - łączny czas używania słuchawek, w h lub min.



POŚREDNIA METODA OBLICZENIOWA WG CSA Z107.56-18

Szacowany równoważny poziom dźwięku A, odpowiadający warunkom pola dyfuzyjnego, podczas komunikacji słownej (**SL**), (dla 84. percentyla populacji) w przypadku słuchawek jednusznych i dwuusznych w zależności od poziomu tła pod słuchawkami (**BN-NR**)





POŚREDNIA METODA OBLICZENIOWA WG CSA Z107.56-18

Słuchawki dwuuszne:

- Jeżeli $(BN-NR) < 42 \text{ dB}$ to $SL = 72,5 \text{ dB}$
- Jeżeli $42 \text{ dB} < (BN-NR) < 90 \text{ dB}$ to $SL = 0,40 \times (BN-NR) + 56 \text{ dB}$
 - Jeżeli $(BN-NR) > 68 \text{ dB}$ to $SL \approx (BN-NR) + 15 \text{ dB}$
 - Jeżeli $(BN-NR) > 90 \text{ dB}$ to $SL \approx (BN-NR) + 2 \text{ dB}$

Słuchawki jednouszne:

- Jeżeli $(BN-NR) < 44 \text{ dB}$ to $SL = 80 \text{ dB}$
- Jeżeli $44 \text{ dB} < (BN-NR) < 90 \text{ dB}$ to $SL = 0,32 \times (BN-NR) + 66 \text{ dB}$
 - Jeżeli $(BN-NR) > 68 \text{ dB}$ to $SL \approx (BN-NR) + 20 \text{ dB}$
 - Jeżeli $(BN-NR) > 90 \text{ dB}$ to $SL \approx (BN-NR) + 5 \text{ dB}$



POŚREDNIA METODA OBLICZENIOWA WG CSA Z107.56-18

Tłumienie hałasu przez słuchawki

- **RN=0 dB** chyba, że producent deklaruje inaczej.
- **W przypadku, gdy dostępne są parametry tłumienne słuchawek** (założony poziom tłumienia APV_f , lub parametry H, M, L)



to można zastosować metody doboru ochronników słuchu wg PN-EN 458:2016-06

PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu - Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej -- Dokument przewodni



KONTROLA NARAŻENIA NA HAŁAS ➔

Użytkownicy słuchawkowych zestawów komunikacyjnych

Zalecane metody pomiarowe

- **Pośrednia metoda obliczeniowa wg **CSA Z107.56-18****
+ standardowa metoda pomiarowa hałasu
wg **PN-EN ISO 9612:2011 i PN-N-01307:1994**
- **Bezpośrednia metoda pomiarowa z zastosowaniem
techniki MIRE wg **PN-EN ISO 11904-1:2008****
+ standardowa metoda pomiarowa hałasu
wg **PN-EN ISO 9612:2011 i PN-N-01307:1994**



KONTROLA NARAŻENIA NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY →

Operatorzy ultradźwiękowych urządzeń technologicznych n.cz.

Zalecane metody pomiarowe

- Radosz J.: Procedura pomiaru hałasu ultradźwiękowego, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2015, 4(86): 169-190.
- **prPN-Z-01339:2020 Hałas ultradźwiękowy — Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów w środowisku pracy.**



KONTROLA NARAŻENIA NA HAŁAS →

Instruktorzy fitness

Zalecane metody pomiarowe

Standardowa metoda pomiarowa hałasu wg **PN-EN ISO 9612:2011**
i **PN-N-01307:1994**



Strategia 2. lub 3., tj. pomiarów stanowiskowych lub całodziennych z zastosowaniem indywidualnych dozymetrów hałasu.

- **PN-N-01307:1994** Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące przeprowadzania pomiarów
- **PN-EN ISO 9612:2011** Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna



Minimalizowanie zagrożenia hałasem w przypadku operatorów centrów usług telemarketingowych

NIOSH opracował zalecenia w celu zapobieżenia uszkodzeniem słuchu i innym niekorzystnym skutkom dla zdrowia:

- Zalecenia dla pracowników
- Zalecenia dla pracodawców

„Reducing Noise Hazards for Call and Dispatch Center Operators”

wg DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2011-210/pdfs/2011-210.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2011210>



Zalecenia dla pracowników

1. Powiadom przełożonego, aby mógł podjąć działania ochronne, jeśli wystąpią u Ciebie po pracy w słuchawkach lub ekspozycji na hałas szumy uszne (dzwonienie w uszach) lub inne skutki słuchowe. Powtarzanie się tych objawów może prowadzić do trwałego pogorszenia słuchu.
2. Ustawiaj głośność słuchawek na najniższym poziomie.
3. Poproś o możliwość wypróbowania różnych zestawów słuchawkowych, w tym słuchawek z redukcją szumów.



Zalecenia dla pracowników

3. Utrzymuj należyty stan techniczny zestawu słuchawkowego (kontrola sprawności i jego prawidłowe użytkowanie). Wymień je, gdy zauważysz uszkodzenie lub zmniejszoną wydajność.
4. Korzystaj z przerw (w cichych pomieszczeniach), gdy tylko jest to możliwe.
5. Informuj przełożonego, gdy poziom hałasu jest wysoki i poproś współpracowników o stosowanie niskich nastaw głośności urządzeń.



Zalecenia dla pracodawców

1. Adaptacja akustyczna pomieszczeń i instalacja rozwiązań ograniczających rozprzestrzenianie się hałasu (np. ekranów akustycznych).
2. Zapewnienie systemów komunikacyjnych z funkcjami ograniczającymi hałas.
3. Wyposażenie pracowników w różnorodne słuchawkowe zestawy komunikacyjne z regulacją głośności, funkcją redukcji szumów itp.
4. Szkolenia pracowników obejmujące zasady prawidłowego korzystania z zestawów słuchawkowych, sprzętu komunikacyjnego i utrzymania cichego środowiska pracy.



Minimalizowanie narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu operatorów ultradźwiękowych urządzeń technologicznych niskich częstotliwości

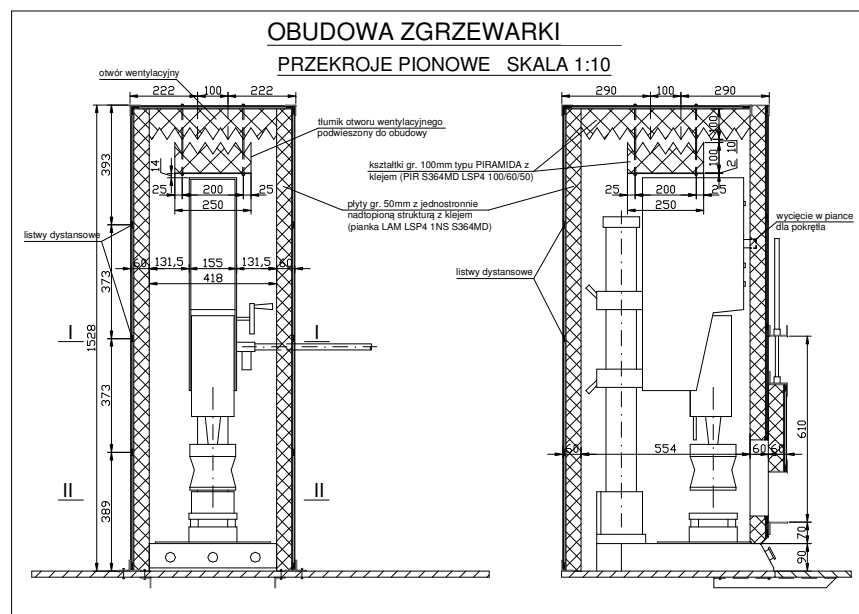
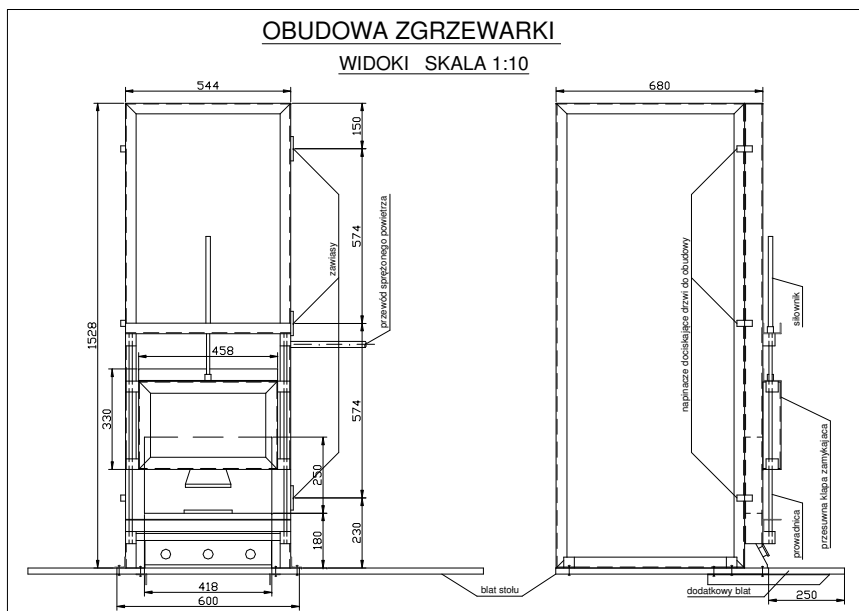
Kompleksowe działania mające na celu ograniczenie narażenia i zapobieganie ujemnym skutkom działania hałasu obejmują:

- ograniczenie ekspozycji metodami technicznymi,
- metodami organizacyjno-administracyjnymi,
- stosowanie indywidualnych ochronników słuchu
- profilaktykę medyczną.



Metody techniczne ograniczające narażenie na hałas operatorów ultradźwiękowych urządzeń technologicznych niskich częstotliwości

- Stosowanie obudów dźwiękochłonna-izolacyjnych urządzeń.
- Właściwe pod względem akustycznym zagospodarowanie pomieszczeń ze źródłami hałasu ultradźwiękowego, w tym unikanie skomasowania na małej przestrzeni wielu maszyn i urządzeń generujących hałas ultradźwiękowy lub/i instalowanie ekranów akustycznych.
- Mechanizacja i automatyzacja procesów technologicznych (zdalne sterowanie i automatyczną kontrola maszyn i urządzeń) połączone z hermetyzacją lub/ i obudową źródeł.



OBUDOWY DŹWIĘKOCHŁONNO-IZOLACYJNE

Zgrzewarka ultradźwiękowa

Obudowa dźwiękochłonna-izolacyjna, całkowicie zamknięta, z dostępem do sonotrody przez okno z przesuwanymi uszczelnionymi klapami.

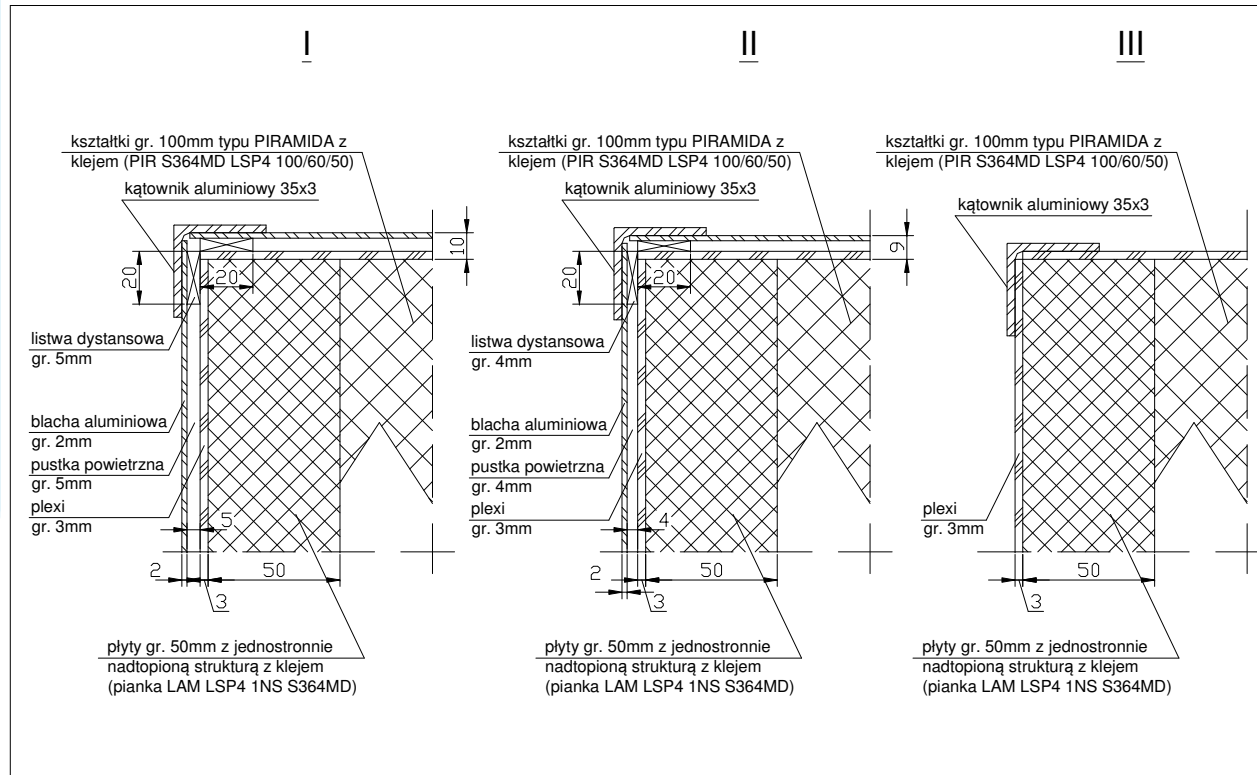
Zbudowane z wielowarstwowych ścianek, złożonych z blach aluminiowych lub / i płyt pleksiglasowych, oddzielonych przerwami powietrznymi, oraz materiałów dźwiękochłonnych.

Szczeliny w obudowie, zwłaszcza w rejonie sonotrody, pogarszają skuteczność akustyczną, dlatego wskazana jest okresowa konserwacja.

← Przykład obudowy – własne rozwiązanie konstrukcyjne



OBUDOWY DŹWIĘKOCHŁONNO-IZOLACYJNE



Ścianki 2- i 4-warstwowe zbudowane na bazie poliuretanowej elastycznej pianki estrowej (LAM LSP41NS LSP4)

Przykłady własnych rozwiązań konstrukcyjnych



Ograniczenie narażenia na hałas operatorów ultradźwiękowych urządzeń technologicznych niskich częstotliwości metodami organizacyjno-administracyjnymi

- Skracanie czasu pracy w narażenia na wysokie poziomy ciśnienia akustycznego występujące na stanowiskach pracy.
- Wprowadzanie dodatkowych przerw w pracy, dublowanie i rotacja pracowników oraz wydzielanie wyciszonych pomieszczeń do czasowego wypoczynku pracowników.

Dopuszczalny czas ekspozycji na hałas ultradźwiękowy wyznacza się wg wzoru:

$$T_{\text{dop}} = 480 \cdot 10^{0,1(L_{\text{feq},8\text{h},\text{dop}} - L_{\text{feq},\text{Te}})} \text{ [min]}$$

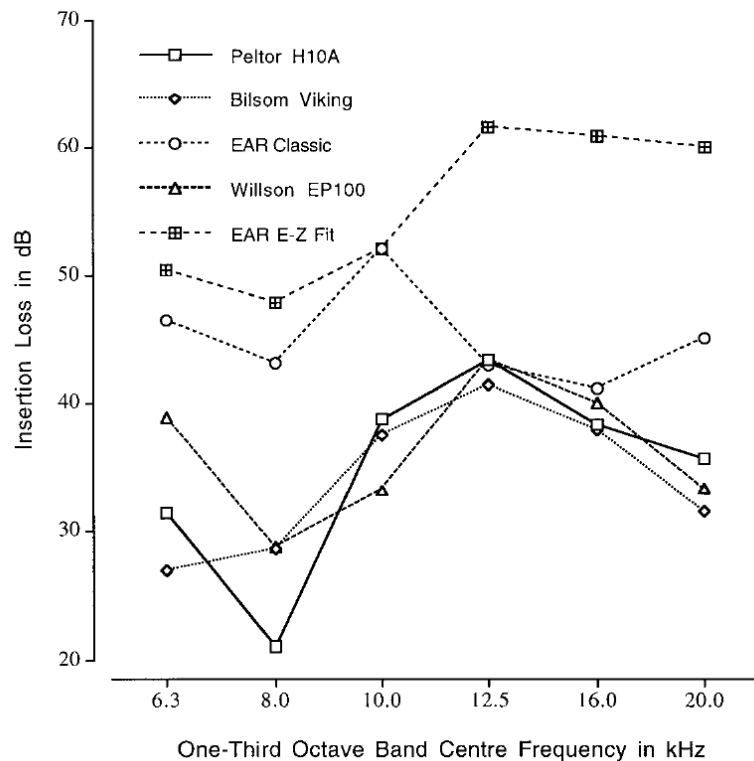
$L_{\text{feq}, \text{Te}}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , dla którego stwierdzono najwyższą krotność wartości dopuszczalnej (NDN),

$L_{\text{feq}, 8\text{h}, \text{dop}}$ – wartość dopuszczalna (NDN) równoważnego poziom ciśnienia akustycznego w odniesieniu do ekspozycji 8-godzinnej, w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f .



PARAMETRY TŁUMIENNE OCHRONNIKÓW SŁUCHU W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI > 8 kHz

- Tłumienie wtrącenia wybranych typów ochronników



Tłumienie wtrącenia (w dB) – różnica między poziomami ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych, mierzonymi w polu akustycznym (w określonych warunkach) mikrofonem testera, bez nauszników i przy założonych na tester nausznikach

Crabtree R.B., Behar A.: Measurement of hearing protector insertion loss at ultrasonic frequencies. *Applied Acoustics*. 2000, 59, 287-299.



INSTYTUT MEDYCyny PRACY IM. PROF. J. NOFERA

PARAMETRY TŁUMIENNE OCHRONNIKÓW SŁUCHU W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI > 8 kHz

BAZA DANYCH CIOP-PIB

- Tłumienie w zakresie częstotliwości 10–16 kHz → M_f , s_f
 - 27 typów nauszników przeciwhałasowych i 29 modeli wkładek



Zmodyfikowana (rozszerzona dla zakresu częstotliwości 10-16 kHz) metoda REAT

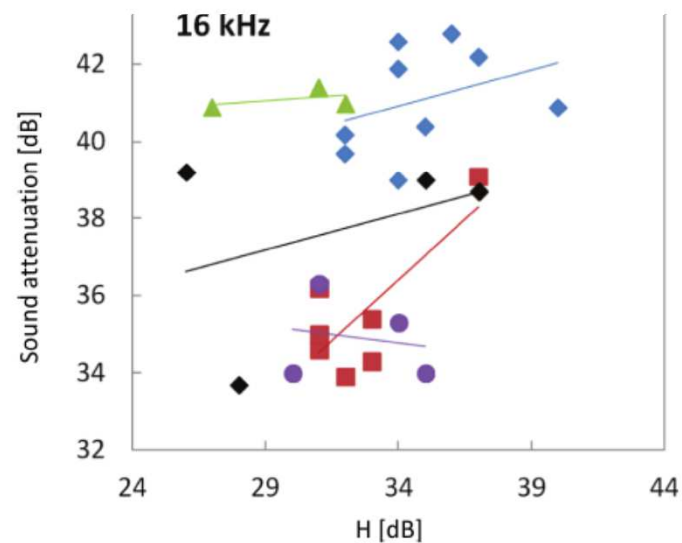
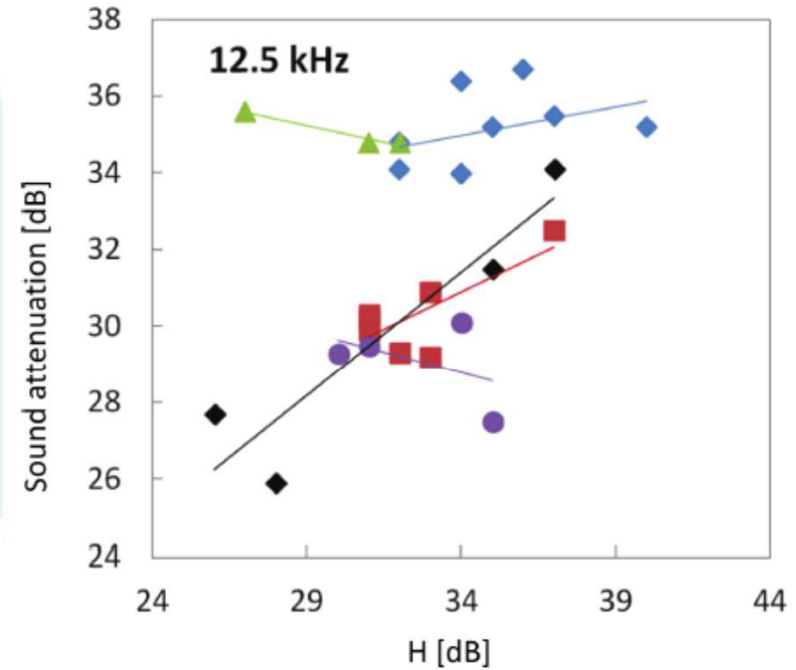
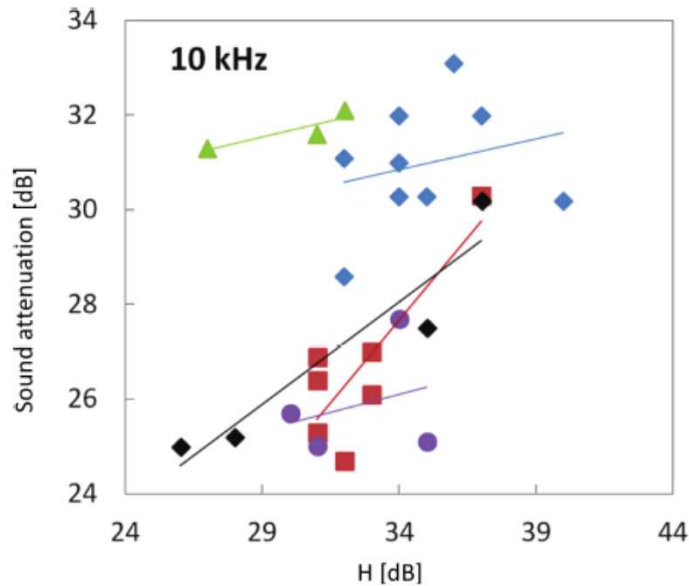


Pomiary z zastosowaniem testera akustycznego (G.R.A.S 45CB z mikrofonami G.R.A.S. 40BP)

Kozłowski E., Młyński R.: Measurement of earmuffs attenuation at high audible frequencies. Archives of Acoustics, 2017, 42(2), 249-254.



TŁUMIENIE DŹWIĘKU WYBRANYCH OCHRONNIKÓW (M_f dla 10, 12,5 i 16 kHz) W ZALEŻNOŚCI OD PARAMETRU TŁUMIENNEGO H



- ◆ 3M Peltor
- Howard Leight
- ▲ MSA
- Hellberg
- ◆ JSP

Kozłowski E., Młyński R.: Measurement of earmuffs attenuation at high audible frequencies. Archives of Acoustics, 2017, 42(2), 249-254.

Środków Narodowego Programu Zdrowia
, finansowane przez Ministra Zdrowia

Ministerstwo Zdrowia

**BAZA DANYCH CIOP-PIB → WKŁADKI PRZECIWHĄŁASOWE****Średnie tłumienie M_f i odchylenie standardowe s_f dla 10, 12,5 i 16 kHz**

Lp.	Wkładki przeciwhałasowe	Częstotliwość [kHz]		
		10	12,5	16
		M_f / s_f		
1	Howard Leight Laser Lite	32,5 / 2,6	35,2 / 4,8	36,7 / 3,1
2	Howard Leight Matrix	26,4 / 3,2	32,0 / 3,9	35,6 / 2,9
3	Howard Leight Firmfit	31,4 / 2,8	33,4 / 4,0	36,5 / 2,8
4	Howard Leight Max Lite	33,2 / 3,7	34,6 / 4,5	36,1 / 2,8
5	Howard Leight Max	33,2 / 3,3	33,7 / 4,1	36,6 / 3,2
6	Uvex X-fit	33,1 / 2,8	34,0 / 4,5	36,0 / 3,5
7	Uvex com4-fit	31,7 / 3,4	34,4 / 4,4	36,6 / 4,2
8	Uvex hi-com lime	31,2 / 3,8	33,2 / 4,0	35,6 / 2,8
9	Howard Leight Airsoft	27,9 / 4,6	32,1 / 4,6	33,7 / 4,7
10	Uvex Whisper	28,5 / 4,2	33,3 / 4,2	35,0 / 2,7
14	Uvex x-fold	29,3 / 3,8	31,7 / 3,7	35,7 / 4,7
15	Howard Leight Per-Cap	30,8 / 3,5	32,4 / 4,1	36,1 / 3,5
16	Howard Leight QB3	28,9 / 5,1	32,4 / 5,4	36,3 / 3,1

**BAZA DANYCH CIOP-PIB → WKŁADKI PRZECIWHĄŁASOWE**Średnie tłumienie M_f i odchylenie standardowe s_f dla 10, 12,5 i 16 kHz

Lp.	Wkładki przeciwhałasowe	Częstotliwość [kHz]		
		10	12,5	16
		M_f / s_f		
17	3M EARsoft	33,0 / 2,3	34,2 / 3,6	37,2 / 3,1
18	3M 1271	30,8 / 3,6	33,2 / 4,5	36,3 / 3,7
19	3M 1310	31,8 / 2,8	32,8 / 4,4	36,0 / 4,0
20	3M 1120	31,8 / 2,9	33,8 / 5,0	36,2 / 4,0
21	3M 1100	31,2 / 2,3	33,2 / 4,4	36,2 / 3,7
22	3M EAR Classic	31,0 / 3,4	33,1 / 4,6	36,6 / 3,4
23	3M EAR Band	31,9 / 3,3	33,0 / 4,2	35,2 / 3,8
24	3M EAR Ultrafit 14	12,9 / 4,0	24,5 / 4,4	29,5 / 4,7
25	3M EAR Ultrafit	30,0 / 2,4	32,6 / 4,1	36,2 / 2,9
26	3M EAR Ultrafit 20	17,7 / 5,0	23,5 / 3,8	33,0 / 4,5
27	3M EARsoft FX	33,2 / 2,5	34,3 / 4,4	37,2 / 2,8
28	Howard Leight Bilsom 303	32,9 / 4,1	34,4 / 4,9	37,1 / 3,3
29	Stopper ELA	30,3 / 3,8	33,3 / 4,4	34,9 / 4,1

**BAZA DANYCH CIOP-PIB → NAUSZNIKI PRZECIWHĄŁASOWE**Średnie tłumienie M_f i odchylenie standardowe s_f dla 10, 12,5 i 16 kHz

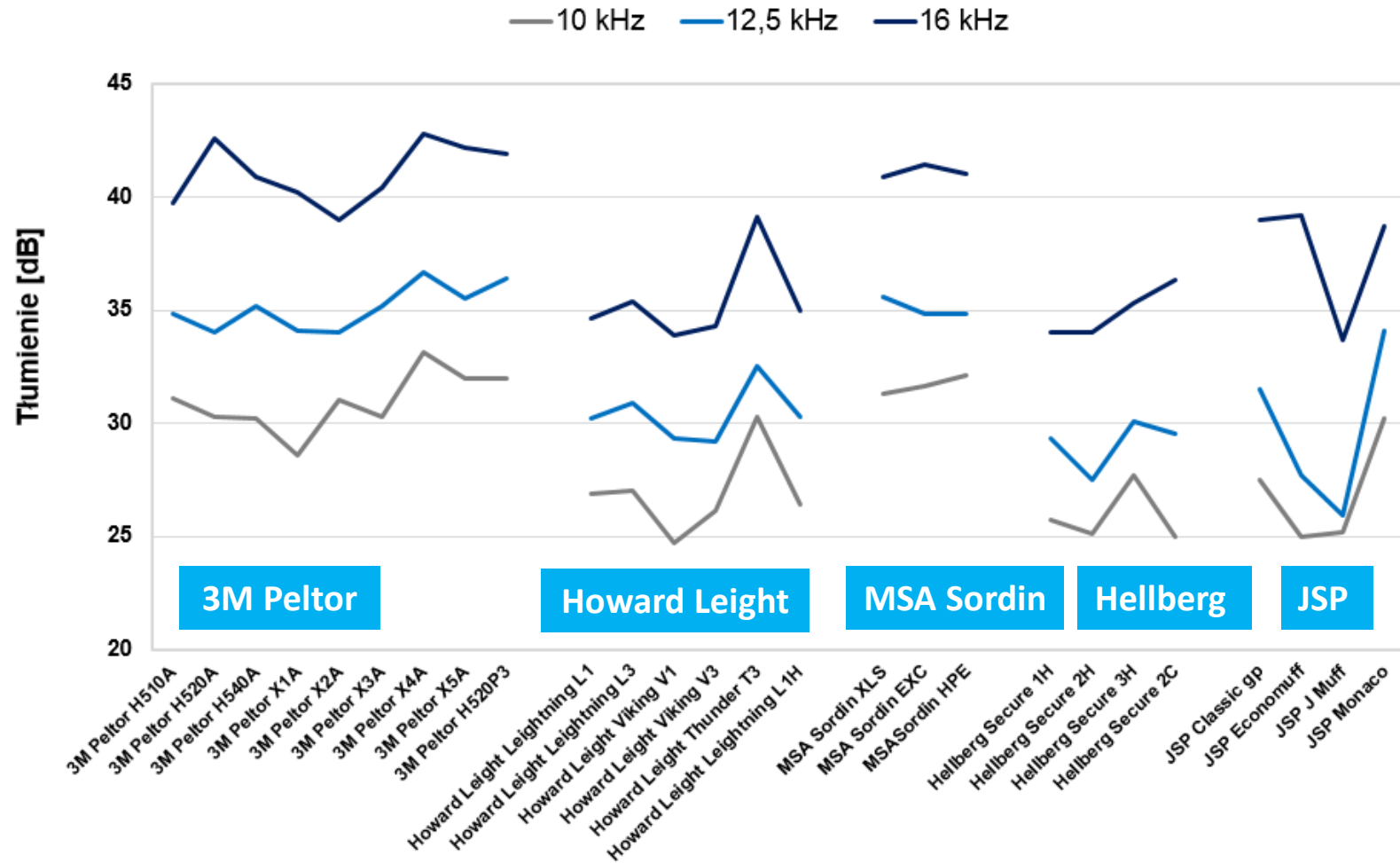
Lp.	Nauszniki przeciwhałasowe	Częstotliwość [kHz]		
		10	12,5	16
		M_f / s_f		
1	3M Peltor H510A	31,1 / 4,0	34,8 / 4,2	39,7 / 3,3
2	3M Peltor H520A	30,3 / 4,2	34,0 / 5,1	42,6 / 3,9
3	3M Peltor H540A	30,2 / 4,2	35,2 / 4,3	40,9 / 2,9
4	3M Peltor X1A	28,6 / 2,4	34,1 / 4,6	40,2 / 3,7
5	3M Peltor X2A	31,0 / 4,0	34,0 / 4,8	39,0 / 5,0
6	3M Peltor X3A	30,3 / 4,1	35,2 / 4,4	40,4 / 4,4
7	3M Peltor X4A	33,1 / 1,9	36,7 / 4,7	42,8 / 3,4
8	3M Peltor X5A	32,0 / 2,9	35,5 / 4,5	42,2 / 2,7
9	3M Peltor H520P3	32,0 / 3,1	36,4 / 4,9	41,9 / 5,1
10	Howard Leight Leightning L1	26,9 / 2,7	30,2 / 4,2	34,6 / 2,4
11	Howard Leight Leightning L2	25,3 / 3,9	29,9 / 5,3	36,2 / 3,0
12	Howard Leight Leightning L3	27,0 / 3,7	30,9 / 4,3	35,4 / 4,6
13	Howard Leight Viking V1	24,7 / 3,2	29,3 / 4,7	33,9 / 3,1

**BAZA DANYCH CIOP-PIB → NAUSZNIKI PRZECIWHŁASOWE**Średnie tłumienie M_f i odchylenie standardowe s_f dla 10, 12,5 i 16 kHz

Lp.	Nauszniki przeciwhłasowe	Częstotliwość [kHz]		
		10	12,5	16
		M_f / s_f		
14	Howard Leight Viking V3	26,1 / 4,3	29,2 / 5,1	34,3 / 2,7
15	Howard Leight Thunder T3	30,3 / 4,6	32,5 / 6,6	39,1 / 4,2
16	Howard Leight Leightning L1H	26,4 / 3,4	30,3 / 5,1	35,0 / 3,8
17	MSA Sordin XLS	31,3 / 3,6	35,6 / 6,0	40,9 / 4,0
18	MSA Sordin EXC	31,6 / 2,8	34,8 / 5,1	41,4 / 3,7
19	MSASORDIN HPE	32,1 / 2,3	34,8 / 4,9	41,0 / 3,3
20	Helberg Secure 1H	25,7 / 2,1	29,3 / 4,1	34,0 / 5,2
21	Helberg Secure 2H	25,1 / 4,3	27,5 / 4,7	34,0 / 5,9
22	Helberg Secure 3H	27,7 / 4,4	30,1 / 5,7	35,3 / 6,7
23	Helberg Secure 2C	25,0 / 3,2	29,5 / 3,4	36,3 / 3,6
24	JSP Classic gp	27,5 / 3,1	31,5 / 5,3	39,0 / 4,4
25	JSP Economuff	25,0 / 4,7	27,7 / 4,5	39,2 / 2,2
26	JSP J Muff	25,2 / 3,2	25,9 / 3,9	33,7 / 4,4
27	JSP Monaco	30,2 / 3,2	34,1 / 5,4	38,7 / 5,3



BAZA DANYCH CIOP-PIB → średnie tłumienie dla wybranych typów ochronników słuchu





ZASADY DOBORU OCHRONNIKÓW SŁUCHU W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI > 8 kHz

Poziom ciśnienia akustycznego pod ochronnikiem słuchu w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , $L'_{p,f}$

$$L'_{p,f} = L_{p,f} - (m_f - s_f) \quad [\text{dB}]$$

gdzie:

- $L_{p,f}$ – poziom ciśnienia akustycznego zmierzony na stanowisku pracy w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , dB,
- m_f – wartość średnia tłumienia dźwięku ochronnika słuchu w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , dB,
- s_f – odchylenie standardowe tłumienia dźwięku ochronnika słuchu w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej f , dB,
- f – częstotliwość środkowa pasma tercjowego: 10, 12,5 i 16 kHz.

Młyński R., Kozłowski E. Stosowanie indywidualnych ochron słuchu w przypadku hałasu o częstotliwościach słyszalnych powyżej 8 kHz. CIOP-PIB, Warszawa 2016.



ZASADY DOBORU OCHRONNIKÓW SŁUCHU W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI > 8 kHz

Spodziewany równoważny / maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych 10, 12,5 i 16 kHz,

$$L'_{p,f\text{eq},T} < L_{f\text{eq},8h, \text{dop}} = \text{NDN} \quad \text{i} \quad L'_{p,f\text{max}} < L_{f\text{max}, \text{dop}} = \text{NDN}$$

Wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN)

Częstotliwość środkowa pasma tercjowego f [kHz]	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy, $L_{f\text{eq},8h, \text{dop}} / L_{f\text{eq},w, \text{dop}}$ [dB]	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, $L_{f\text{max}}$ [dB]
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

Wg Rozporządzenia 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. z 2018 r., poz. 1286 z późn. zm.**)



Minimalizowanie narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu wśród instruktorów fitness

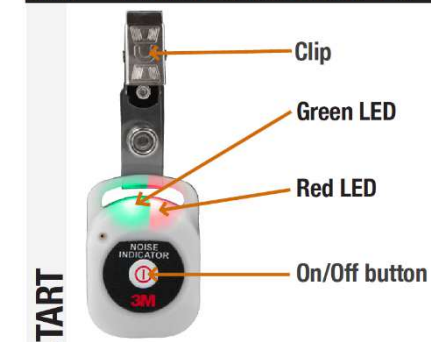
- Akcje szkoleniowe i uświadamiające pracowników nt. szkodliwości hałasu.
- Adaptacja akustyczna sal treningowych do ćwiczeń.
- Odpowiednia organizacja pracy – naprzemiennie zajęcia głośne i ciche, przerwy między zajęciami, ograniczenie czasu narażenia na ponadnormatywny hałas.
- Zapewnienie instruktorom zdalnego sterowania nagłośnieniem sali.



Minimalizowanie narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu wśród instruktorów fitness

- Samokontrola narażenia na hałas – wyposażenie pracowników w indywidualne wskaźniki - „dozymetry” hałasu.
- Stosowanie wkładek przeciwhałasowych.

3M™ Noise Indicator NI-100





INSTYTUT MEDYCYNY PRACY IM. PROF. J. NOFERA

Dziękuję za uwagę !



*Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia*

