

Sposoby pomiaru właściwości akustycznych klasycznych ochronników słuchu i z układami elektronicznymi

Emil Kozłowski, Rafał Młyński

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701, Warszawa
emkoz@ciop.pl, rmlynski@ciop.pl



XXIV KONFERENCJA

NOWE WYZWANIA W HIGIENIE PRACY

Łódź, 2-4 października 2024 r.

Rodzaje ochronników słuchu

Nauszniki przeciwhałasowe

Niezależne nauszniki
przeciwhałasowe



Nauszniki mocowane do
środków ochrony głowy i/lub
twarzy



Rodzaje ochronników słuchu

Wkładki przeciwhałasowe
kształtowane przez użytkownika



Wkładki przeciwhałasowe
kształtowane przez producenta



Wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla
użytkownika



Klasyczne (pasywne) ochronniki słuchu

PN-EN 352-1:2021-04 Ochronniki słuchu -- Wymagania ogólne -- Część 1:
Nauszniki przeciwhałasowe

PN-EN 352-2:2021-04 Ochronniki słuchu -- Wymagania ogólne -- Część 2:
Wkładki przeciwhałasowe

PN-EN 352-3:2021-04 Ochronniki słuchu -- Wymagania ogólne -- Część 3:
Nauszniki przeciwhałasowe przymocowane do środków ochrony głowy i/lub
twarzy

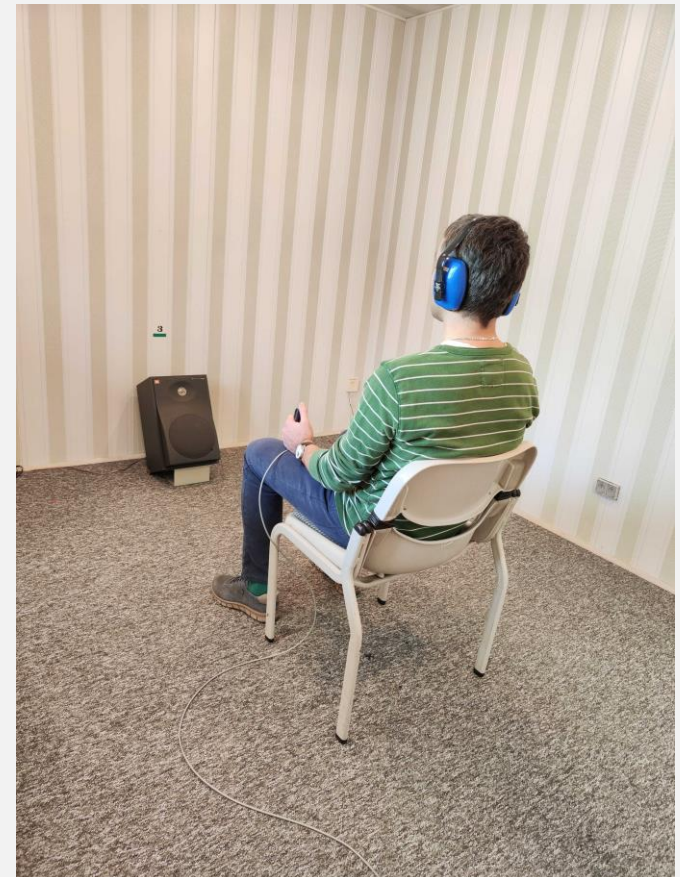
*PN-EN 13819-1:2021-04 Ochronniki słuchu -- Badania -- Część 1: Metody
badań fizycznych*

PN-EN 13819-2:2021-04 Ochronniki słuchu -- Badania -- Część 2: Metody
badań akustycznych

Tłumienie dźwięku ochronników słuchu

Algebraiczna różnica (dB) dla danego sygnału testowego, między progiem słyszenia słuchacza biorącego udział w badaniu z ochronnikiem słuchu i bez ochronnika słuchu.

- PN-EN ISO 4869-1:2018-12 Akustyka. Ochronniki słuchu. Część 1: Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku.
- Badania – udział 16 słuchaczy.
- Sygnał testowy – szum różowy filtrowany w pasmach 1/3 oktaowych generowany w przypadku częstotliwości środkowych 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz.



Tłumienie dźwięku ochronników słuchu

- Średnia wartość tłumienia dźwięku,
- Odchylenie standardowe tłumienia dźwięku,
- **APV** – różnica pomiędzy średnią wartością tłumienia dźwięku i odchyleniem standardowym,
- Parametr **H** – tłumienie ochronnika słuchu w przypadku hałasu wysokoczęstotliwościowego,
- Parametr **M** - tłumienie ochronnika słuchu w przypadku hałasu średniczęstotliwościowego,
- Parametr **L** - tłumienie ochronnika słuchu w przypadku hałasu niskoczęstotliwościowego,
- Parametr **SNR** - jednoliczbowa ocena właściwości ochronnych ochronnika słuchu.

Tłumienie dźwięku ochronników słuchu

Sprawdzenie spełnienia zasadniczych wymagań rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 w ramach badania typu UE.

Wg PN-EN 352-1;-2; 3 parametry H, M i L nie powinny być mniejsze niż wartości podane w tabeli:

H	M	L
12	11	9

Dodatkowo różnica pomiędzy średnią wartością tłumienia dźwięku i dwóch odchyłeń standardowych powinna być równa lub większa niż zero, w przypadku wszystkich częstotliwości sygnału testowego od 125 Hz do 8000 Hz.

Tłumienie dźwięku ochronników słuchu

Dobór ochronników słuchu.



Częstotliwość środkowa [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Średnia wartość tłumienia [dB]	14,4	20,0	28,5	30,2	25,4	31,0	33,2
Odchylenia standardowe [dB]	2,5	2,7	2,4	2,6	2,8	3,2	5,3
Minimalne tłumienie APV ₁ [dB]	11,9	17,3	26,1	27,6	22,5	27,7	27,9

H = 24 [dB]
M = 24 [dB]
L = 18 [dB]
SNR = 25 [dB]



- Metoda pasm oktaowych,
- Metoda HML,
- Metoda SNR.

Tłumienie wtrącenia

Algebraiczna różnica w decybelach, między poziomem ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie częstotliwości mierzonym mikrofonem testera akustycznego (ATF) przy braku nauszника przeciwhałasowego i poziomem ciśnienia akustycznego przy założonym nauszniku.

- PN-EN ISO 4869-3:2009 Akustyka. Ochronniki słuchu. Część 3: Pomiary tłumienia wtrącenia nauszników przeciwhałasowych wykonane z użyciem testera akustycznego.
- Sygnałem testowym jest szum różowy filtrowany w pasmach 1/3 oktaawowych o wartościach częstotliwości środkowej od 250 Hz do 8000 Hz.
- Odchylenie standardowe tłumienia wtrącenia nie powinno być większe niż 4 dB w czterech sąsiednich pasmach tercjowych i nie większe niż 7 dB w jakimkolwiek tercjowym paśmie oddzielnie z zakresu 250 ÷ 8000 Hz.



Rodzaje ochronników słuchu z układami elektronicznymi

- Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem

Zapewniają odtwarzanie dźwięków z otoczenia, jednocześnie zapewniając tłumienie dźwięków o wysokim poziomie. Mogą być stosowane w środowiskach hałasu przerywanego lub impulsowego oraz tam, gdzie wymagane jest słyszenie dźwięków ostrzegawczych docierających z otoczenia.



- Ochronniki słuchu z aktywną redukcją hałasu

Zapewniają dodatkowe tłumienie dźwięków za pomocą elektronicznego układu redukcji hałasu. To dodatkowe tłumienie jest zwykle zapewniane przy niskich i średnich częstotliwościach.

- Ochronniki słuchu z wejściem fonicznym dla sygnału bezpieczeństwa

Przeznaczone są do dostarczania informacji głosowych i sygnałów ostrzegawczych, zapewniając jednocześnie tłumienie dźwięków otoczenia.

- Ochronniki słuchu do odtwarzania audycji rozrywkowych

Wykorzystują przewodowy lub bezprzewodowy system, za pośrednictwem którego można przekazywać audycję rozrywkową. Mogą być wyposażone w odbiornik radiowy lub odtwarzacz muzyczny lub umożliwiać przesyłanie dźwięku z urządzeń zewnętrznych.



Ochronniki wyposażone w układy elektroniczne - normy

PN-EN 352-4:2021-04 - Nauszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem

PN-EN 352-5:2021-04 - Nauszniki przeciwhałasowe z aktywną redukcją hałasu

PN-EN 352-6:2021-04 - Nauszniki przeciwhałasowe z wejściem fonicznym dla sygnału bezpieczeństwa

PN-EN 352-8:2021-04 - Nauszniki przeciwhałasowe do odtwarzania audycji rozrywkowych

PN-EN 352-7:2021-04 - Wkładki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem

prEN 352-11 - Wkładki przeciwhałasowe z aktywną redukcją hałasu

PN-EN 352-9:2021-04 - Wkładki przeciwhałasowe z wejściem fonicznym dla sygnału bezpieczeństwa

PN-EN 352-10:2021-04 - Wkładki przeciwhałasowe do odtwarzania audycji rozrywkowych

PN-EN 13819-3+A1:2024-09 Ochronniki słuchu -- Badania -- Część 3: Uzupełniające metody badań akustycznych

Ochronniki wyposażone w układy elektroniczne – badane parametry

Poziom graniczny H, M, L.

Poziom dźwięku A sygnału testowego, którego adekwatny poziom dźwięku A do poziomu w polu dyfuzyjnym po raz pierwszy przekracza 85 dB, gdy nauszники przeciwhałasowe o regulowanym tłumieniu są założone, a układ odtwarzania dźwięku pracuje na ustawieniu maksymalnego wzmocnienia.

Tłumienie dźwięku dla trybu aktywnego.

Całkowite tłumienie (tłumienie dla trybu pasywnego + trybu aktywnego) powinno spełniać wymagania określone dla tłumienia dźwięku wg PN-EN 352-1;-3.

Poziom graniczny elektrycznego sygnału wejściowego.

Wartość napięcia sygnału elektrycznego podawanego na wejście ochronnika słuchu ustawionego na maksymalne wysterowanie przy wartości adekwatnego poziomu dźwięku A do poziomu w polu dyfuzyjnym wynoszącej 82 dB.

Poziom dźwięku sygnału wyjściowego.

Sprawdzenie, czy przy maksymalnym wysterowaniu ochronnika słuchu którego adekwatny poziom dźwięku A do poziomu w polu dyfuzyjnym nie przekracza wartości 82 dB.

Sposoby badań ochronników słuchu z układami elektronicznymi

Nauszniki przeciwhałasowe -
Mikrofon miniaturowy (MIRE)

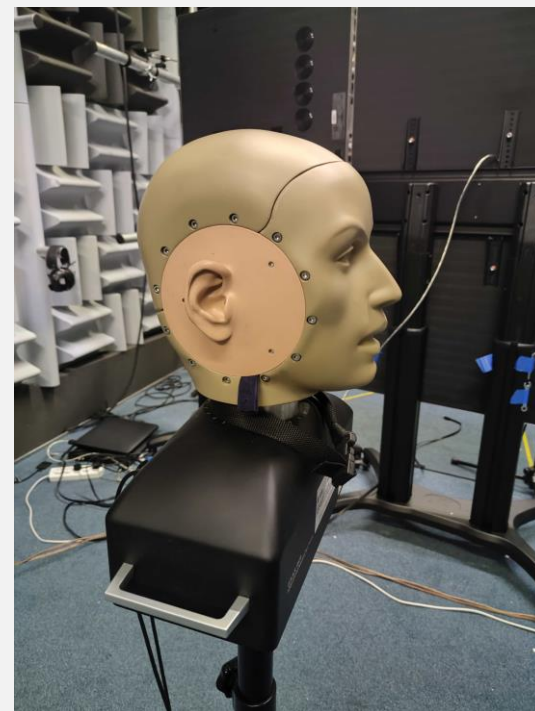


Wkładki przeciwhałasowe -
Tester akustyczny



Tester akustyczny GRAS 45CB

- Tester odwzorowuje kształty anatomiczne głowy i małżowin usznych, wyposażony jest w symulatory uszu kształtujące charakterystyki częstotliwościowe testera na wzór charakterystyk obserwowanych u osób.
- W celu odwzorowania parametrów ludzkiej skóry odpowiednie powierzchnie testera wykonane są z silikonowej gumy o twardości 55 (Shore OO).
- Utrzymanie temperatury powierzchni testera, stykających się z elementami ochronników słuchu, na poziomie temperatury ciała człowieka.



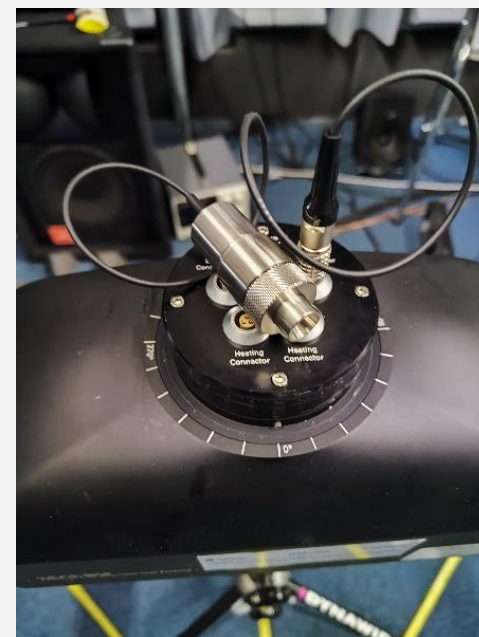
Tłumienie hałasu impulsowego



Tester akustyczny służy m.in do pomiarów tłumienia nauszników jak również wkładek przeciwhałasowych podczas występowania hałasu impulsowego.

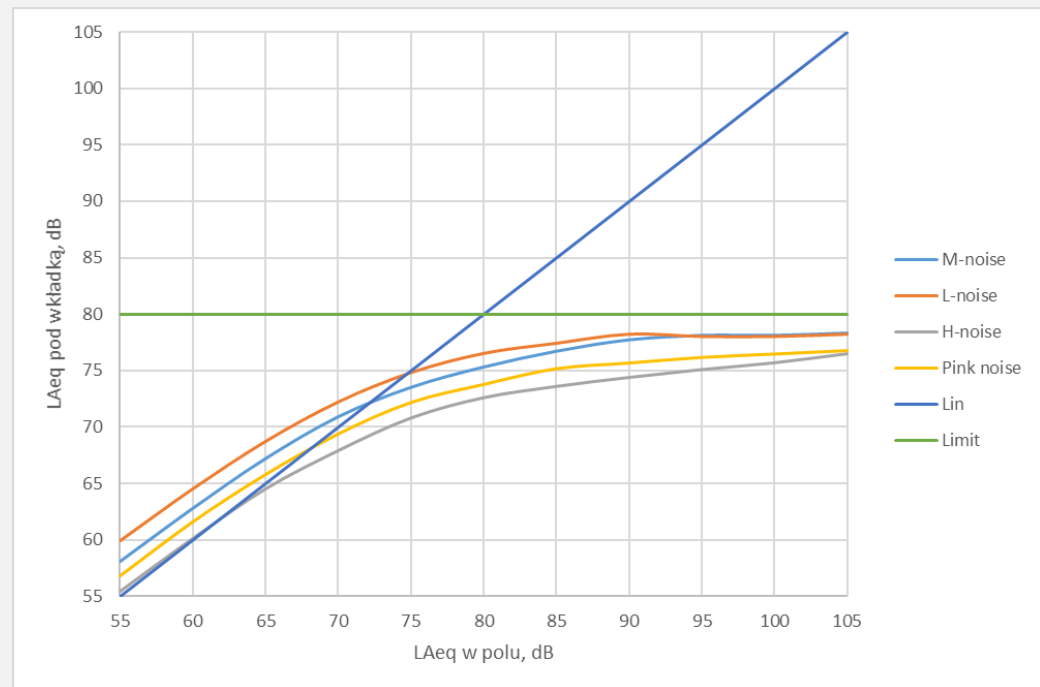
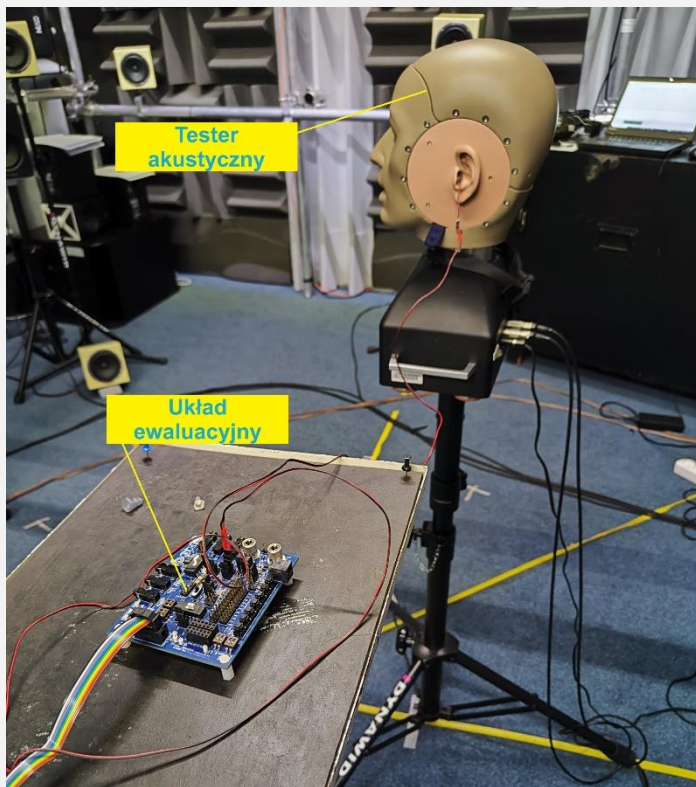
Badania nowych rozwiązań ochronników słuchu

- Standardowym wyposażeniem testera są symulatory ucha RA0045-S7, w których znajdują się mikrofony pomiarowe, których zakres pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego wynosi od 50 do 172 dB.
- W testerze zastosowano nowy symulator ucha RA0045-S8 w skład którego wchodzi mikrofon pomiarowy o zakresie pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego od 27 do 164 dB.



Badania nowych rozwiązań ochronników słuchu

Wkładki przeciwhałasowe indywidualnie formowane dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia.



Poziom dźwięku A pod wkładkami przeciwhałasowymi.

Podsumowanie

- Podstawową metodą pomiaru parametrów akustycznych ochronników słuchu jest tłumienie dźwięku.
- Pomiar tłumienia wtrącenia jest przeprowadzany, nie po to aby określić jak tłumią nauszники przeciwhałasowe, ale aby ocenić jakość produktu.
- W przypadku ochronników słuchu z układami elektronicznymi przeprowadza się pomiary dodatkowych parametrów, z wykorzystaniem mikrofonu miniaturowego lub testera akustycznego.
- Do pomiarów tłumienia nauszników jak również wkładek przeciwhałasowych podczas występowania hałasu impulsowego można stosować specjalny tester akustyczny GRAS 45CB.
- Po zmianie symulatorów ucha tester jest stosowany do badań właściwości akustycznych nowo projektowanych w CIOP-PIB wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia.

Dziękuję za uwagę

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, projekt nr I.PN.08 pt. Opracowanie wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika z mikroprocesorowym układem regulowanego tłumienia,

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