Użytkowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem w warunkach występowania hałasu impulsowego

RAFAŁ MŁYŃSKI, EMIL KOZŁOWSKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Czerniakowska 16, 00-701 Warsaw, Poland
rmlynski@ciop.pl; emkoz@ciop.pl

CIOP PIB

Hałas impulsowy - przemysł

- W warunkach przemysłowych hałas impulsowy występuje najczęściej na tle hałasu ustalonego.
- Na przykład obróbka metali (i inne czynności) wymagają ręcznego przenoszenia przedmiotów w pobliżu źródła hałasu

L_{Cpeak} może przekraczać 145 dB

W takiej sytuacji oddzielenie pracownika od źródła hałasu jest niemożliwe.

Brak możliwości zastosowania środków technicznych lub metod organizacyjnych w celu ograniczenia hałasu

Jedynym dostępnym rozwiązaniem jest stosowanie ochronników słuchu

Hałas impulsowy – broń palna

W przypadku hałasu impulsowego wytwarzanego przez broń palną skrócenie czasu narażenia na hałas nie wyeliminuje problemu ekspozycji na impulsy o dużym poziomie ciśnienia akustycznego

- metody organizacyjne (również) nie będą skuteczne.

Praktycznie brak możliwości zastosowania środków technicznych. W określonych, nielicznych przypadkach możliwe jest stosowanie „tłumików”, jednak ich skuteczność nie zawsze jest wystarczająca.

Jedynym dostępnym rozwiązaniem jest stosowanie ochronników słuchu

Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem

Ochronniki słuchu (OS) z regulowanym tłumieniem są coraz powszechniej stosowane

Tłumią one hałas w sposób pasywny, a także zawierają układy elektroniczne, które przesyłają dźwięk do użytkownika

Zalety:

- w przeciwieństwie do typowych pasywnych ochronników słuchu: nie tłumią one stosunkowo cichych dźwięków tak bardzo, jak głośnych;

- mogą wspierać odbiór użytecznych dźwięków (mowy, dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa); szczególnie w momentach względnej ciszy

Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem - przykłady

Nauszniki przeciwhałasowe

Wkładki przeciwhałasowe

Rola OS z regulowanym tłumieniem

Obecność układu elektronicznego wpływa na dźwięk docierający do uszu pracownika.

W środowisku pracy, w którym występuje hałas, należy odpowiednio chronić słuch.

Istotne zagadnienia

1. W jaki sposób OS z regulowanym tłumieniem ograniczają hałas…

Ze względów bezpieczeństwa ważne jest również, aby użytkownik ochronników słuchu odbierał dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa.

2. W jakim stopniu informacje zawarte w dźwiękowych sygnałach bezpieczeństwa mogą być wykorzystane do rozpoznania kierunku docierania (źródła) dźwięku…

Prawidłowa lokalizacja źródła pozwala użytkownikowi podjąć działania, aby uniknąć uderzenia przez pojazd

3. Czy nie pogorszy się możliwość rozumienia dźwięków mowy…

Ograniczanie hałasu impulsowego przez OS z regulowanym tłumieniem

Przetwornik G.R.A.S. 67SB

Właściwości impulsu, poprawki do wyznaczania tłumienia wtrącenia

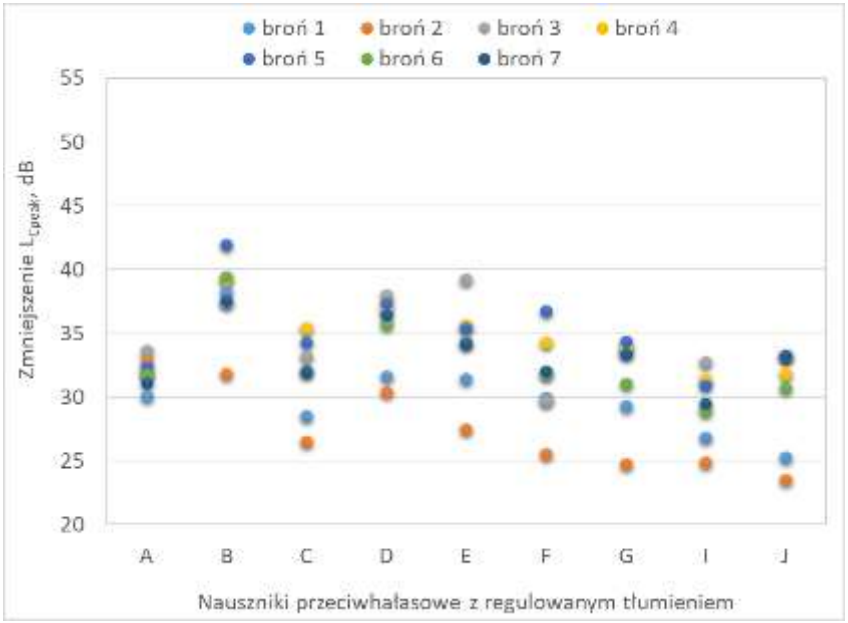
Tester akustyczny G.R.A.S. 45CB

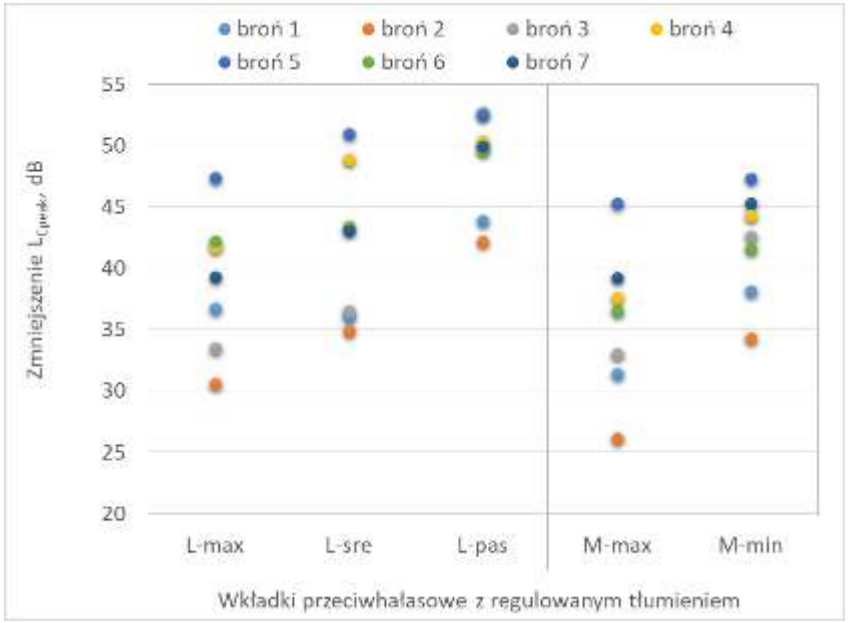
Odwzorowanie cech osób, warunki badań OS bliskie warunkom użytkowania przez osoby

Ograniczanie hałasu impulsowego przez OS z regulowanym tłumieniem

Broń	Rodzaj broni	Wprowadzone oznaczenie
Walther P99 (9 mm)	Pistolet	broń 1
Glock 17 (9 mm)	Pistolet	broń 2
PM-98 Glauberyt (9 mm)	Pistolet maszynowy	broń 3
Remington 700 (kaliber 308W)	Karabin	broń 4
Mossberg MMR (kal. 223 Remington)	Karabinek	broń 5
Mossberg 500 (12/70)	Strzelba	broń 6
AKM (7.62 /39)	Karabin	broń 7

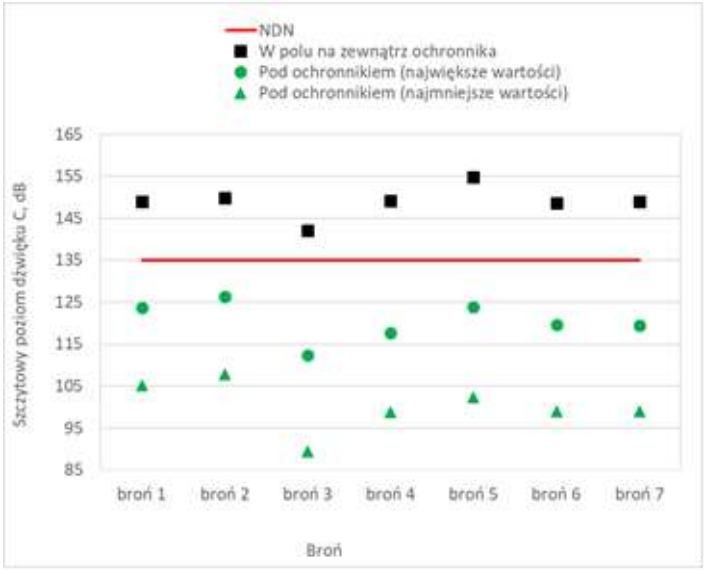
Ograniczanie hałasu impulsowego wytwarzanego na strzelnicy otwartej





- Najmniejsze wartości zmniejszenia L_{Cpeak}: broń 2, a następnie broń 1 (pistolety). Największy stopień ograniczania hałasu dotyczy impulsów wytwarzanych przez broń 5 (Karabinek)
- Większy stopień ograniczania hałasu przez wkładki względem nauszników
- W przypadku wkładki tryb regulowanego tłumienia wprowadza mniejsze ograniczanie L_{Cpeak} niż w trybie pasywnym (o 5-12 dB)

Ograniczenie hałasu impulsowego wytwarzanego na strzelnicy otwartej - L_{Cpeak}



Ochrona zapewniana niezależnie od trybu pracy ochronników słuchu (włączony układ regulowanego tłumienia lub tryb pasywny działania ochronników słuchu)

- każdy z uwzględnionych w badaniach ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem w dostatecznym stopniu ogranicza hałas pod wzgl. parametru L_{Cpeak}.
- parametr L_{Amax} dostatecznie obniżany nawet, gdyby wytwarzane impulsy charakteryzowały się L_{Amax} sięgającym 130 dB.
- w najbardziej niekorzystnym przypadku dopuszczalna liczba strzałów (ze względu na $L_{EX,8h}$) przed którymi ochronniki słuchu zabezpieczają słuch osób w dostatecznym stopniu, przekracza 5 tysięcy

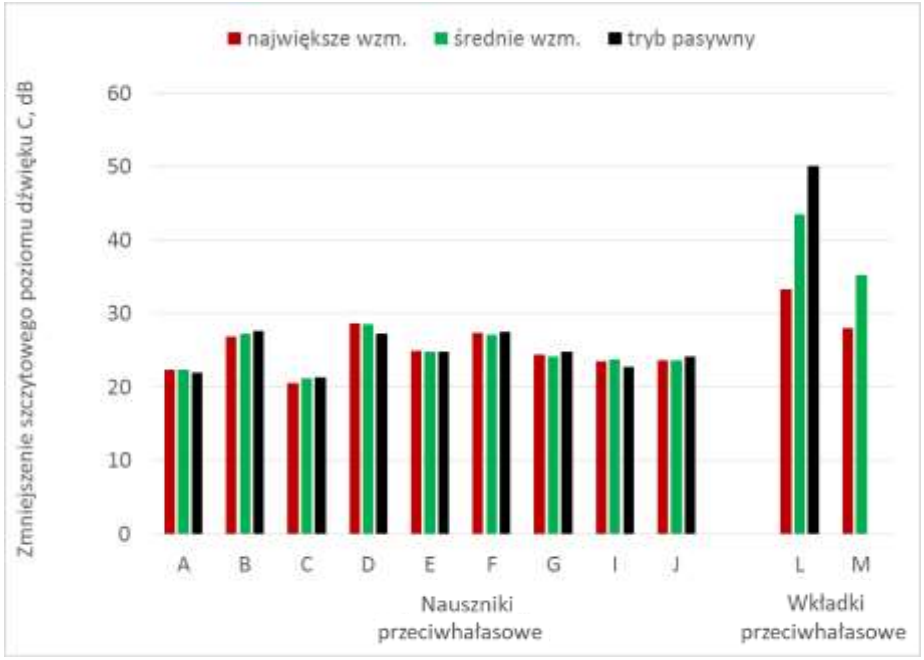
Ograniczanie hałasu wytwarzanego w przemyśle

Młot parowo-matrycowy

Tester akustyczny
G.R.A.S. 45CB

Przetwornik
G.R.A.S. 67SB

Ograniczanie hałasu wytwarzanego w przemyśle - L_{Cpeak}



Potwierdził się pomijalny wpływ obecności układu regulowanego tłumienia na wartości zmniejszenia L_{Cpeak} (największa różnica 1,4 dB) w przypadku nauszników przeciwhałasowych,

oraz istotny wpływ tej obecności w przypadku wkładek (największa różnica 16,8 dB).

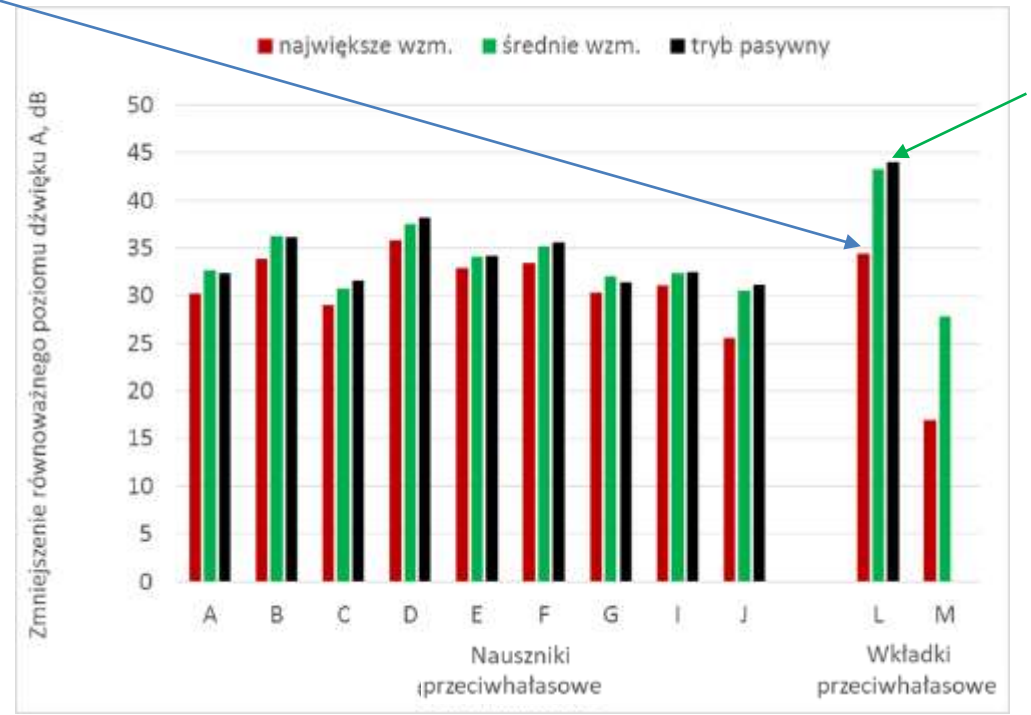
Założenie z dodatku informacyjnego PN-EN 458:2016 o traktowaniu ochronników słuchu z układami elektronicznymi, przy określaniu skuteczności ograniczania hałasu impulsowego (parametr L_{Cpeak}) tak, jakby pracowały w trybie pasywnym, w odniesieniu do nauszników przeciwhałasowych jest uzasadnione, w stosunku do wkładek - założenie nie jest prawdziwe!

Zalecane stosowanie poprawek w przypadku wkładek przeciwhałasowych

Ograniczanie hałasu wytwarzanego w przemyśle - L_{Aeq}

Zmniejszenie L_{Aeq} (i L_{Amax}), w przypadku największego wzmocnienia wkładki L było porównywalne z sytuacją obserwowaną w przypadku wybranych nauszników (B, D).

hałas impulsowy wytwarzany na tle ustalonego - parametry L_{Aeq} (i L_{Amax}) istotne

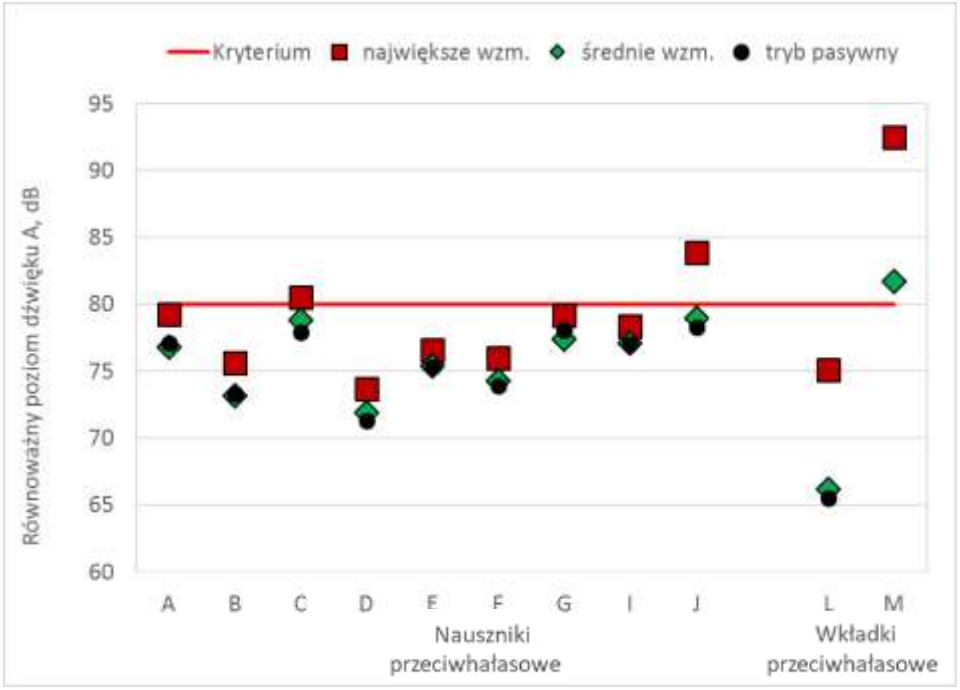


Średnie wzmocnienie oraz tryb pasywny w przypadku wkładki L pozwalało uzyskać większe wartości zmniejszenia L_{Aeq} i L_{Amax} niż zapewniał to którykolwiek z ochronników.

- stosowanie wkładki M skutkowało zawsze mniejszymi wartościami zmniejszenia parametrów L_{Aeq} i L_{Amax} niż wszystkie pozostałe ochronniki słuchu.

L_{Cpeak}, (L_{Amax}) i L_{Aeq} pod ochronnikami słuchu

- Wszystkie badane ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem (w dowolnym trybie pracy) zapewniają uzyskanie dostatecznie niskich (poniżej wartości dopuszczalnych) wartości L_{Cpeak} i L_{Amax}.



- Natomiast w przypadku L_{Aeq}, ustawienie największego możliwego wzmocnienia sygnału odtwarzanego przez układ elektroniczny, w wybranych przypadkach (C, J i M), może wiązać się z ekspozycją pracownika na hałas o równoważnym poziomie dźwięku A przekraczającym 80 dB.

- Najbardziej niekorzystna sytuacja - wkładka M, gdzie wartość równoważnego poziomu dźwięku A pod wkładką wyniosła 92, 5 dB.

Sposoby doboru OS z regulowanym tłumieniem

Rodzaj hałasu	równoważny poziom dźwięku A (L'_A)	szczytowy poziom dźwięku C (L'_{Cpeak})
hałas impulsowy wytwarzany na tle hałasu ustalonego (hałas mieszany) np. podczas obróbki metalu w przemyśle	a) nauszniki i wkładki przeciwhałasowe - wg dodatku informacyjnego C normy PN-EN 458:2016 z wykorzystaniem poziomów granicznych H, M, L.	a) nauszniki przeciwhałasowe - wg dodatku informacyjnego B normy PN-EN 458:2016 z wykorzystaniem parametrów H, M, L. b) wkładki przeciwhałasowe - dodatkowo zalecane stosowanie poprawki wynikającej z różnicy w ograniczania hałasu impulsowego w trybie pasywnym i w trybie regulowanego tłumienia. Poprawka może być wyznaczona pomiarowo w pomiarze z wykorzystaniem testera akustycznego.
hałas impulsowy np. impulsy wytwarzane podczas ćwiczeń ze strzelania	a) nauszniki przeciwhałasowe – wg standardowych metod doboru ochronników słuchu (dodatek A normy PN-EN 458:2016): metoda pasm oktawowych, metoda HML, metoda SNR, przy czym preferowana jest metoda pasm oktawowych. b) wkładki przeciwhałasowe – wg dodatku informacyjnego C normy PN-EN 458:2016 z wykorzystaniem poziomów granicznych H, M, L.	

Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

Parametry ochronników słuchu

Oznaczenie	m_f/s_f	Częstotliwość [Hz]							H [dB]	M [dB]	L [dB]	SNR [dB]
		125	250	500	1000	2000	4000	8000				
A	m_f [dB]	11.5	17.9	27.8	30	32.1	36.2	40.3	31	25	16	28
	s_f [dB]	2.5	2.7	1.8	2.3	3.0	2.0	3.1				
B	m_f [dB]	13.8	21.5	30.9	36.6	35.9	35.5	39	32	29	20	31
	s_f [dB]	1.8	0.9	1.3	1.5	5.5	3.1	2.3				
C	m_f [dB]	21.1	17.9	27	26.8	30.5	38.3	36.4	29	23	16	26
	s_f [dB]	4.3	3.1	3.8	3.0	3.0	3.7	5.4				
D	m_f [dB]	17	24	29.5	36.9	37.3	39.3	35.4	34	29	22	32
	s_f [dB]	3.2	2.0	2.6	3.3	4.9	3.2	3.9				
E	m_f [dB]	13.3	17.4	22.3	28	30.8	37.6	37	29	23	17	26
	s_f [dB]	3.2	1.8	2.3	3.2	3.4	2.8	4.8				

Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

Parametry hałasu

L_{Cpeak}= 153,3 dB (strzały z pistoletu Glock) i 158,1 dB (strzały ze strzelby Mossberg).

	Częstotliwość środkowa pasma oktawowego f, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pistolet Glock	83.6	93.7	98.2	100	97.1	97.3	95.3
Strzelba Mossberg	94.2	98.7	97.7	95	95.8	95.6	93.9

$$L'_{Cpeak} = L_{Cpeak} - H \quad [dB]$$

$$L'_{Cpeak} = L_{Cpeak} - (M-5) \quad [dB]$$

pomiar

Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

Zastosowane wzory:

Zgodnie z „typem hałasu” (typ 1, 2, 3) →

$L'_{Cpeak} = L_{Cpeak} - H$ [dB]

$L'_{Cpeak} = L_{Cpeak} - (M-5)$ [dB]

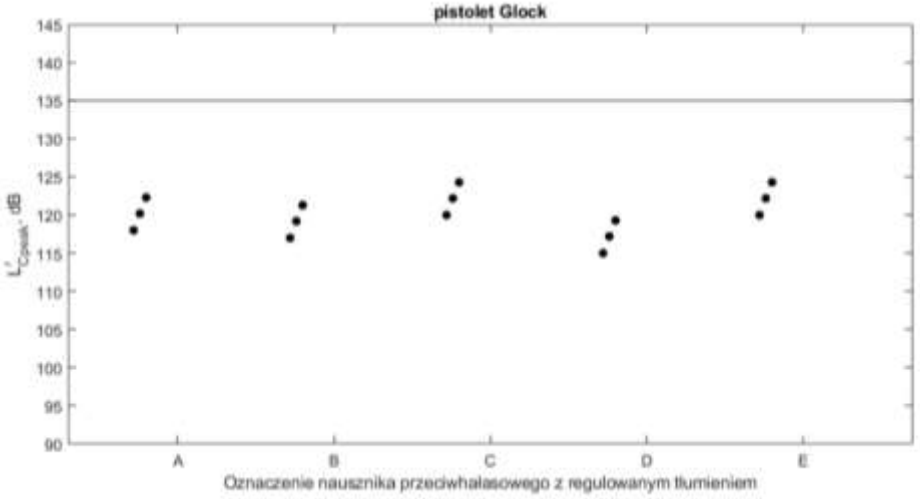
Zależnie od zakresu na jaki przypadają dominujące składowe widmowe ↑

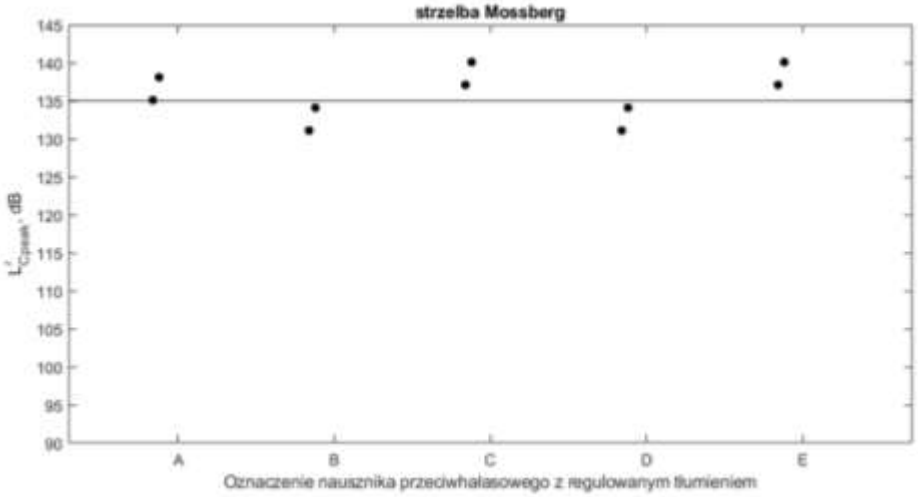
$$L'_A = 10Log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0,1(L_f + K_{Af} - (m_f - s_f))}$$ [dB]

gdzie:
L_f – poziom ciśnienia akustycznego hałasu w paśmie oktawowym o częstotliwości środkowej f, dB
K_{Af} – wartość poprawki według krzywej korekcji A (tabela 3), dB
m_f – średnie tłumienie dźwięku ochronnika słuchu, dB
s_f – odchylenie standardowe tłumienia dźwięku, dB
f – częstotliwość środkowa pasma oktawowego z zakresu 125–8000 Hz.

Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

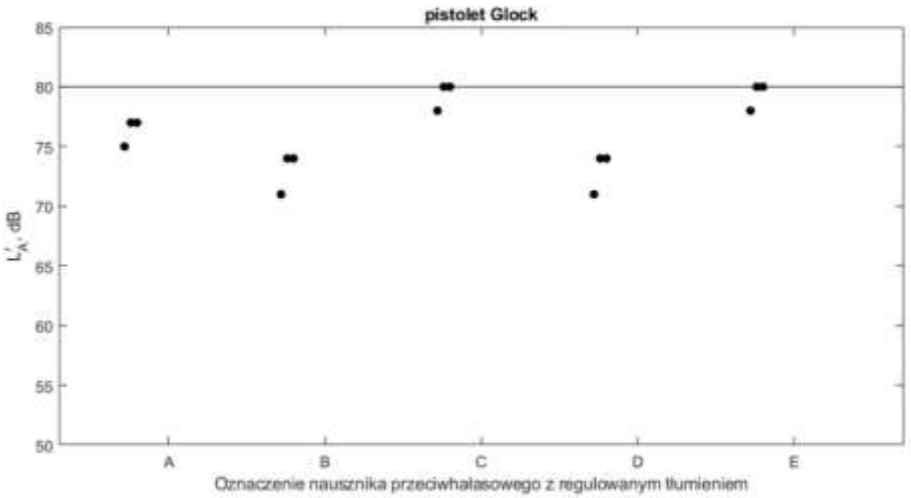
Wyniki doboru L_{Cpeak}:

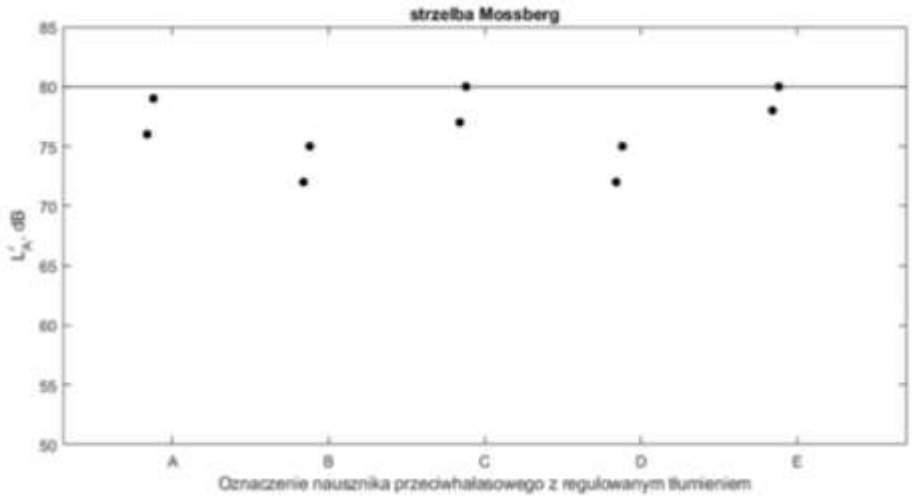




Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

Wyniki doboru L_A:

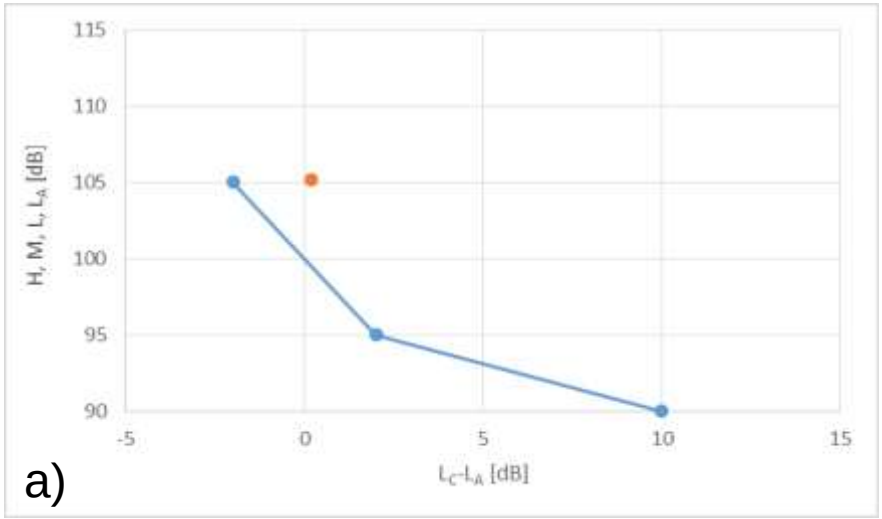


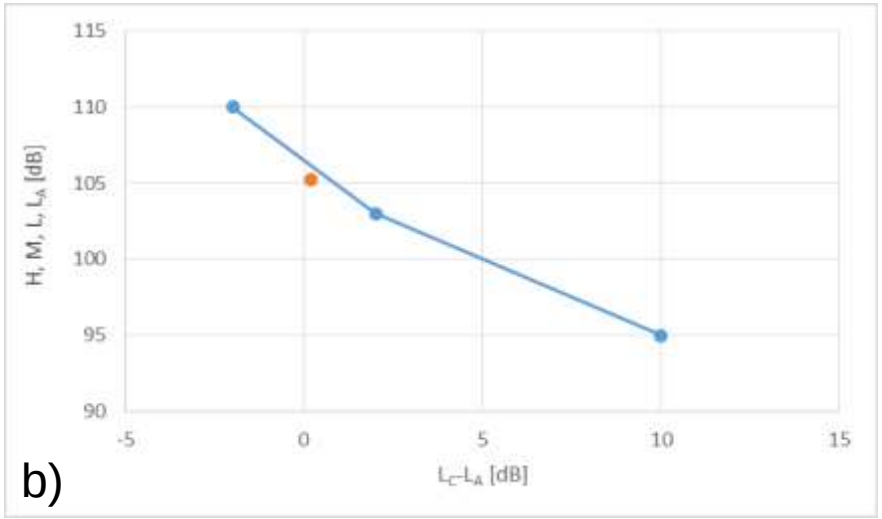


- W przypadku strzałów z pistoletu Glock odpowiednie zabezpieczenie narządu słuchu instruktora strzelania gwarantują wszystkie uwzględnione w obliczeniach nauszniki przeciwhałasowe. Wartość szczytowego poziomu dźwięk C pod nausznikami A, B, C, D, E jest poniżej bezpiecznej wartości 135 dB i jednocześnie nie jest przekroczona wartość 80 dB w przypadku równoważnego poziomu dźwięku A.
- W przypadku strzelby Mossberg jedynie nauszniki przeciwhałasowe B i D spełniają oba kryteria doboru w przypadku hałasu impulsowego.

Przykład doboru OS z regulowanym tłumieniem

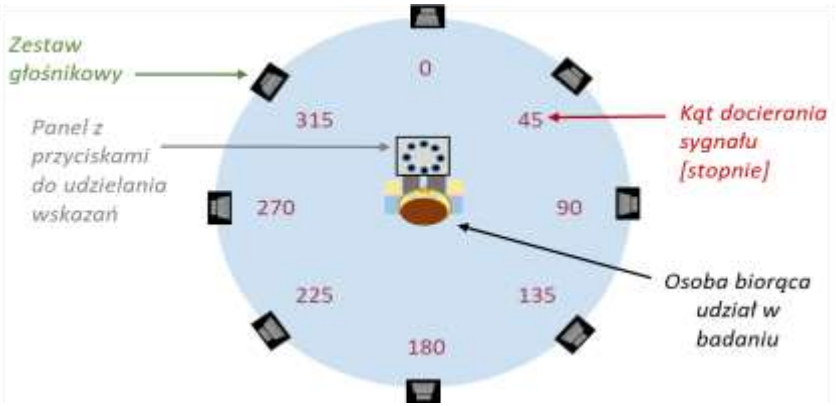
Wyniki doboru z wykorzystaniem poziomów granicznych H, M i L





Zasada doboru ochronników słuchu w przypadku hałasu, którego L_{Aeq} wynosi 105,2 dB, L_{Ceq} wynosi 105,4 dB (L_C-L_A = 0,2 dB). Podane wartości parametrów hałasu uwzględniono przy rysowaniu punktu danych koloru pomarańczowego. Poziomy graniczne H, M, L charakteryzujące ochronnik słuchu, wykorzystane do narysowania linii kryterialnych (kolor niebieski), wynoszą: a) H = 105, M = 95, L = 90; b) H = 110, M = 103, L = 95.

Ocena percepcji - sygnał ostrzegający o jeździe wstecz pojazdu



- System wykorzystywany do odtwarzania sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu został oparty na zestawach głośnikowych M-Audio Bx5 D2.
- Umieszczono je na wysokości głowy osoby badanej, 8 kierunków (co 45^{o})
- Odległość między zestawami głośnikowymi a głową osoby wyniosła 1,8 m

Sygnał elektryczny do zestawów głośnikowych był dostarczany z interfejsu audio MOTU 24I / O

- Losowa kolejność odtwarzania sygnału z poszczególnych kierunków.
- Każda podstawowa sytuacja pomiarowa oparta na sekwencji 24 wystąpień sygnału ostrzegawczego.
- Przygotowano 15 różnych sekwencji.

Osoby biorące udział w badaniach

Badania przeprowadzono z udziałem 50 osób:

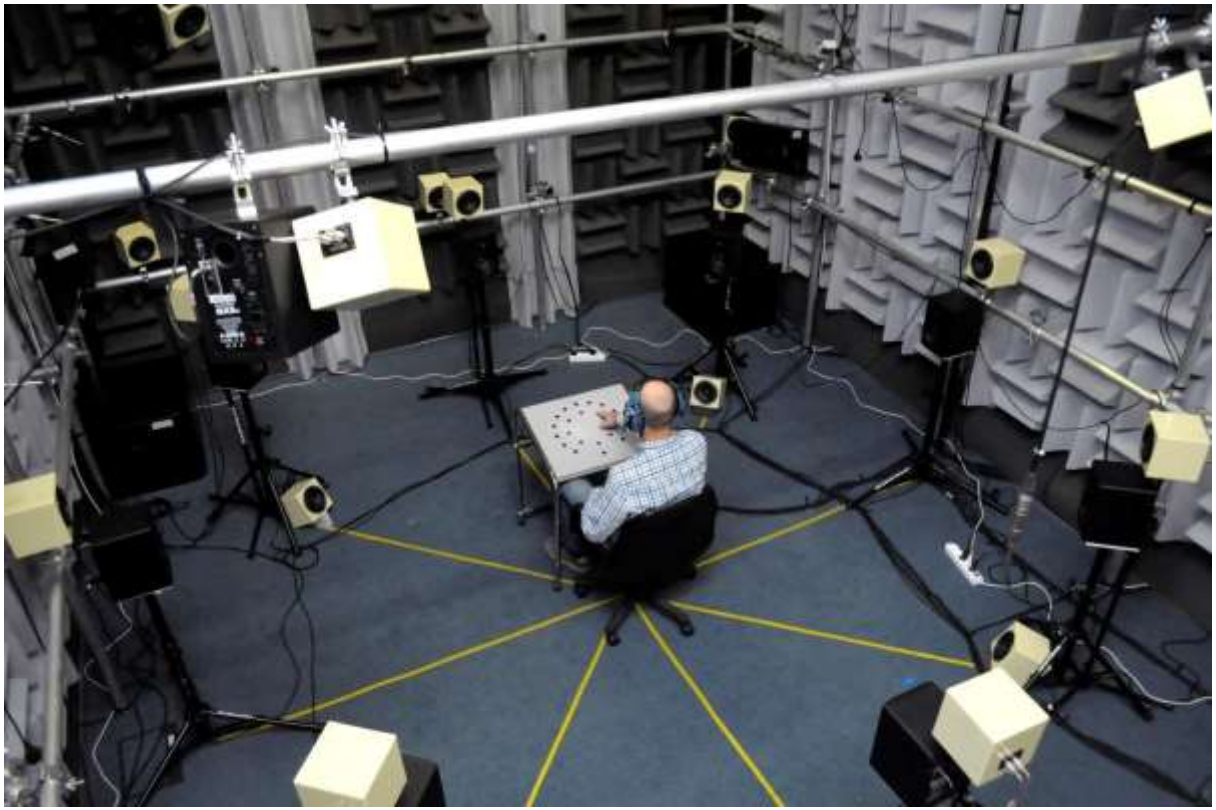
- Równy odsetek kobiet i mężczyzn.
- Wiek badanych wynosił od 18 do 42 lat.
- Kwalifikacja uczestników: stan słuchu musiał spełniać wymagania normy EN 24869-1 (subiektywna metoda pomiaru tłumienia dźwięku).

Przesunięcie progu słyszenia:

- nie powinno być większe niż 15 dB dla częstotliwości do 2000 Hz,
- i nie większe niż 25 dB dla częstotliwości powyżej 2000 Hz..

Układ pomiarowy

- Układ pomiarowy zlokalizowany w komorze do badań akustycznych w laboratorium CIOP-PIB Tech-Safe-Bio.



- Wartości odtworzonych parametrów hałasu :
  - L_{Aeq}: 84,8 dB
  - L_{Cpeak}: 111,8 dB

Udział w pomiarach był bezpieczny

Wskaźnik rozpoznawania kierunków

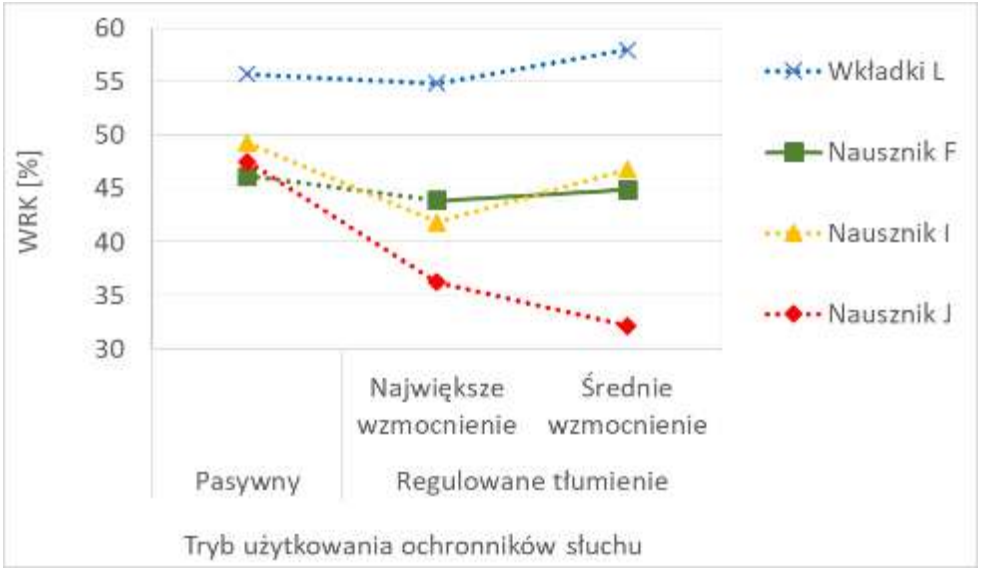
$$\frac{\text{liczba poprawnych wskazań danego kierunku (kierunków) w określonej sytuacji pomiarowej}}{\text{liczba wszystkich odtworzeń sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu z tego kierunku (kierunków) uwzględnionego w tej sytuacji}} \quad [\%]$$

- Ogólnie: 45,5% (poprawnych wskazań)
- W przypadku poszczególnych ochronników słuchu:

Ochronnik słuchu	[%]
Nausznik F	45,0
Nausznik I	45,9
Nausznik J	38,6
Wkładki L	56,1

Prawidłowe wskazania są możliwe w większej liczbie przypadków, gdy stosowane są wkładki z regulowanym tłumieniem niż nauszniki z regulowanym tłumieniem

Rozpoznawanie kierunku - różne tryby użytkowania ochronników słuchu



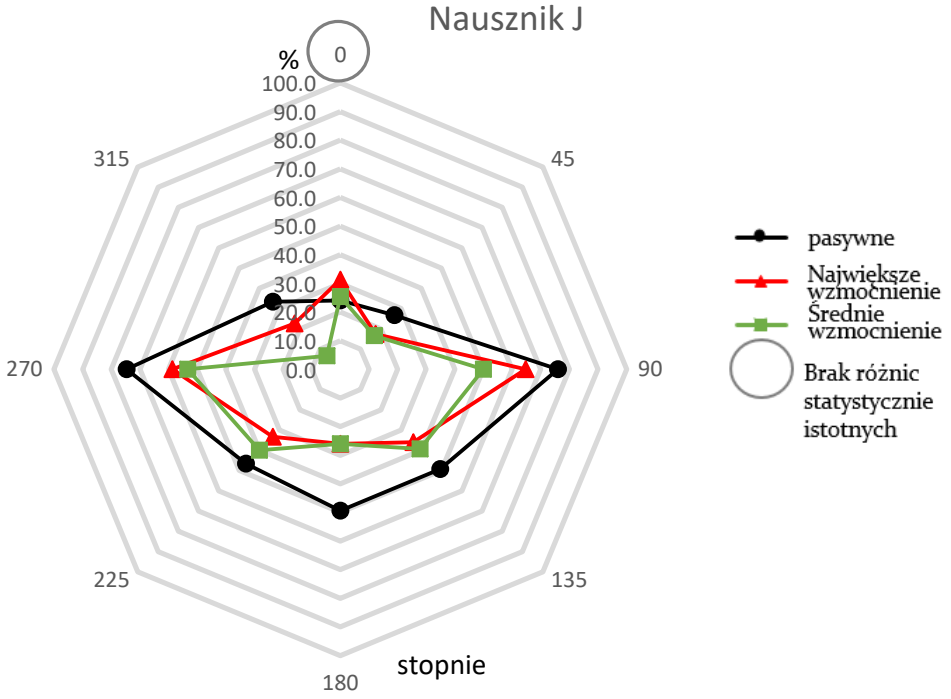
Każdy punkt danych obliczony na podstawie 1200 wskazań

1) Zastosowanie wkładek umożliwiło prawidłowe wskazanie w większej liczbie przypadków niż w przypadku nauszników

niezależnie od trybu działania ochronnika słuchu

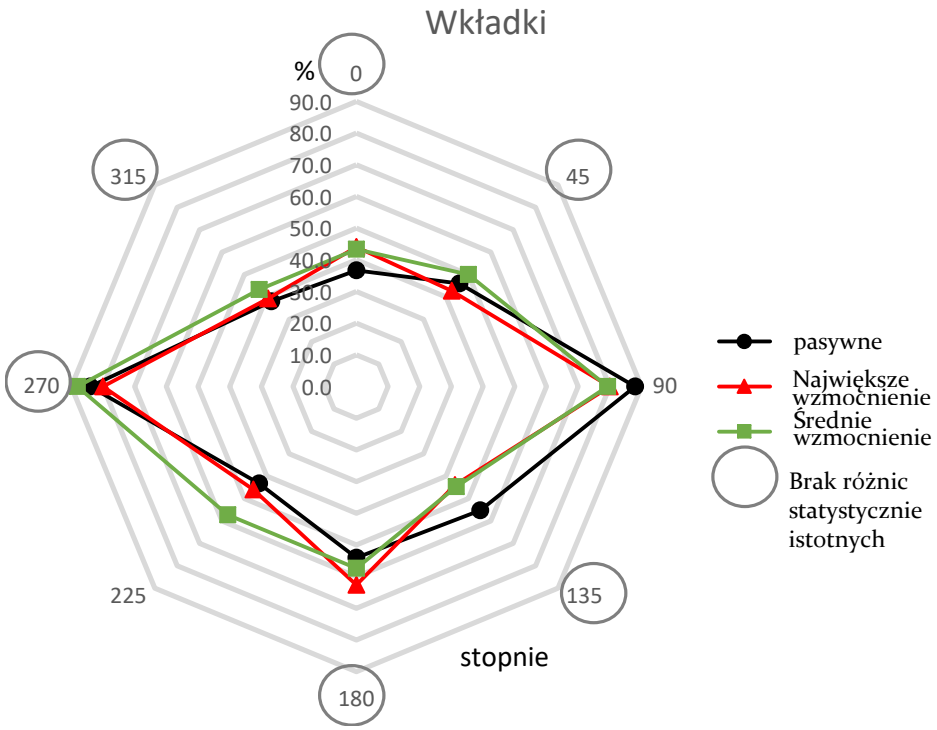
2) W przypadku nauszników wpływ trybu użytkowania może być :
   - niewielki - różnice rzędu 2 punktów procentowych (Nausznik F),
   - może spowodować znaczne pogorszenie liczby poprawnych wskazań danego kierunku - różnice mogą przekraczać 15 punktów procentowych (Nausznik J).

Różne kierunki odtwarzania sygnału - nauszniki



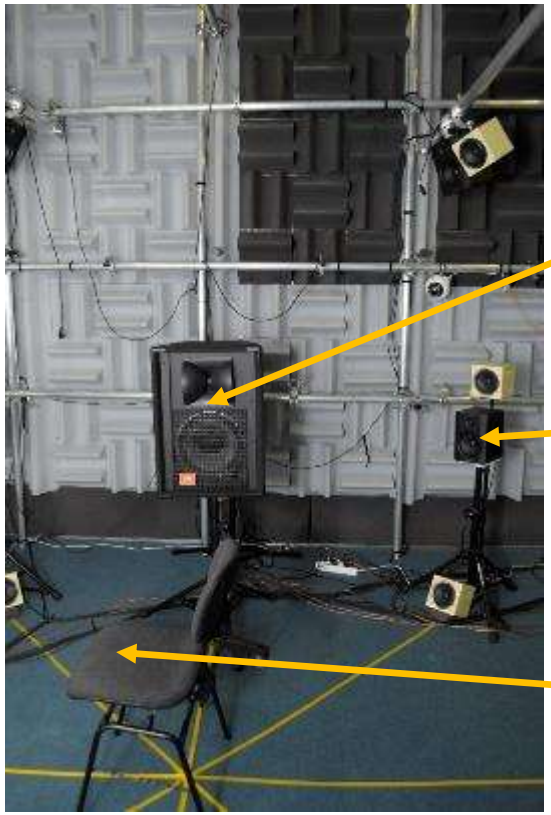
- Użytkownicy nauszników mają najmniejszą trudność z prawidłowym wskazaniem kierunku, gdy sygnał jest odtwarzany z 90º i 270º → strony osoby.
- Niższe wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku →, gdy dźwięk jest odtwarzany bezpośrednio przed / za osobą.
- Zmiana trybu użytkowania znacząco wpływa na wskaźnik rozpoznawania kierunku, lub też nie.

Różne kierunki odtwarzania sygnału - wkładki



- Prawidłowe wskazania w większej liczbie przypadków niż w przypadku nauszników.
- Zmiana sposobu użytkowania ma niewielkie znaczenie.

Percepcja dźwięków mowy przez osoby stosujące ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem



zestaw głośnikowy przeznaczony do odtwarzania hałasu impulsowego

zestaw głośnikowy przeznaczony do odtwarzania dźwięków mowy

siedzisko przeznaczone dla osoby biorącej udział w badaniach

Usytuowanie zestawów głośnikowych na stanowisku badawczym – odzwierciedlenie typowej sytuacji docierania impulsów podczas stosowania ochronników słuchu na strzelnicy

Percepcja dźwięków mowy – sygnały

Zestaw głośnikowy (hałas impulsowy)

L_{Cpeak}: 120 dB

Zestaw głośnikowy (mowa)

- Elementy testu wyrazowego (wyrazy) [*Pruszewicz A., Demenko G., Richter L., Wika, T.*], wchodzące w skład „Polskiego testu liczbowego i słownego do badania słuchu oraz testów do treningu słuchowego”, wykorzystywane powszechnie do oceny zrozumiałości mowy.
- L_{Aeq}: 66 dB; Odpowiada to głosowi podniesionemu według klasyfikacji poziomu mowy zamieszczonej w normie dotyczącej oceny porozumiewania się mową [PN-EN ISO 9921]

Percepcja dźwięków mowy – schemat układu pomiarowego

Przebieg czasowy hałasu impulsowego (wytwarzanego podczas wystrzałów)

Interfejs audio wytwarzający sygnał elektryczny

Zestaw głośnikowy (mowa)

Zespół kształtujący sygnał hałasu impulsowego

Zestaw głośnikowy (hałas impulsowy)

Sterowanie przebiegiem badań / aparaturą

Percepcja dźwięków mowy – układ pomiarowy

Widok stanowiska badawczego w trakcie przeprowadzania badań percepcji komend słownych przez osoby stosujące ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem w obecności hałasu impulsowego

Grupa badawcza

Podobnie do badań rozpoznawania kierunku docierania dźwięku. Badania przeprowadzono z udziałem 50 osób:

- 24 kobiety i 26 mężczyzn.
- Wiek badanych wynosił od 18 do 42 lat.
- Kwalifikacja uczestników wg wymagań normy EN 24869-1 (subiektywna metoda pomiaru tłumienia dźwięku).

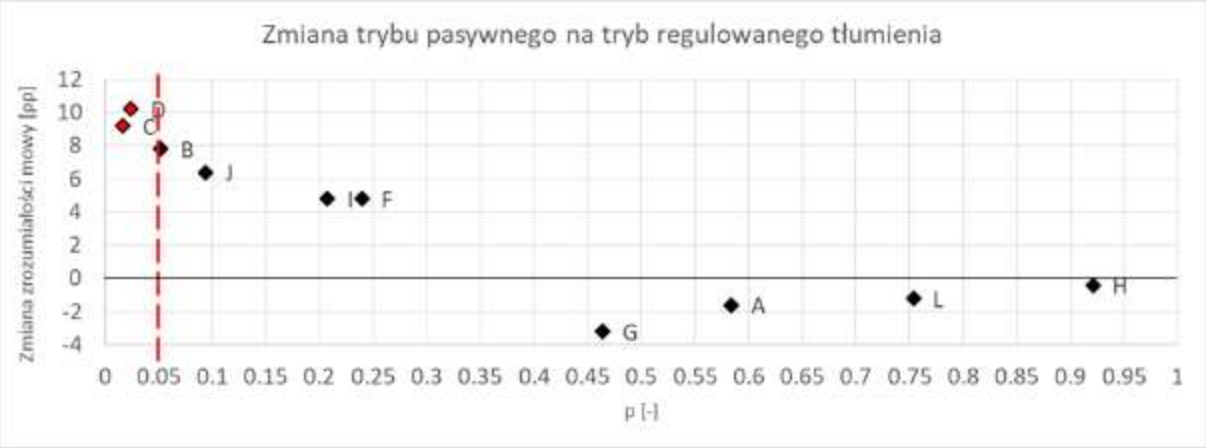
Stan słuchu nie gorszy niż:
- wartości progu słyszenia nie większe niż 15 dB w przypadku częstotliwości do 2000 Hz (włącznie),
- wartości progu słyszenia nie większe niż 25 dB w przypadku częstotliwości większych od 2000 Hz.

Częstotliwości przeprowadzania badań audiometrycznych podlegających ocenie wynoszą: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz.

Percepcja dźwięków mowy – zmiana trybu użytkowania ochronników słuchu

Ochronnik słuchu	Tryb pasywny	Tryb regulowanego tłumienia	Różnica: zmiana z trybu pasywnego na tryb regulowanego tłumienia
	%	%	pp
A	50.8	49.2	-1.6
B	40.8	48.6	7.8
C	47.6	56.8	**9.2**
D	38.4	48.6	**10.2**
F	41.8	46.6	4.8
G	51.2	48.0	-3.2
H	55.4	55.0	-0.4
I	41.8	46.6	4.8
J	45.6	52.0	6.4
L	52.2	51.0	-1.2

Percepcja dźwięków mowy – zmiana trybu użytkowania ochronników słuchu 2



Zestawienie wartości różnic zmian zrozumiałości mowy pomiędzy trybem regulowanego tłumienia i trybem pasywnym użytkowania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem z wartościami istotności statystycznej p, będącymi wynikiem stosowania testów weryfikujących czy uzyskane różnice są istotne statystycznie; pp – punkty procentowe. Czerwoną przerywaną linią oznaczono wartość p = 0,05. Punkty danych reprezentujące istotne statystycznie zmiany zaznaczono symbolami wypełnionymi kolorem czerwonym.

Percepcja dźwięków mowy - ochronniki słuchu używane w trybie regulowanego tłumienia

Wartości bezwzględne różnic zrozumiałości mowy pomiędzy sytuacjami używania różnych ochronników słuchu w trybie regulowanego tłumienia. Zamieszczono tylko wartości dotyczące sytuacji uznanych za statystycznie istotne. Wartości wyrażono w punktach procentowych.

		Ochronnik słuchu								
		B	C	D	F	G	H	I	J	L
Ochronnik słuchu	A		**7,6**							
	B		**8,2**							
	C			**8,2**	**10,2**	**8,8**		**10,2**		
	D									
	F						**8,4**			
	G									
	H							**8,4**		
	I									
	J									

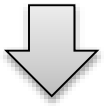
Percepcja dźwięków mowy – podsumowanie wyników badań

- Istotne statystycznie skutki włączenia trybu regulowanego tłumienia, względem trybu pasywnego użytkowania ochronników słuchu, miały miejsce w przypadku dwóch spośród 10 ochronników i oznaczały wzrost średniej wartości zrozumiałości mowy o blisko 10 punktów procentowych.
- Istotne statystycznie rozróżnienie pomiędzy ochronnikami słuchu, użytkowanymi w trybie regulowanego tłumienia, występuje w 18 % przypadków. Średnie wartości zrozumiałości mowy rozróżniające stosowanie poszczególnych ochronników słuchu, w sytuacjach uznanych za istotne statystycznie, zawierają się w zakresie od 7,6 do 10,2 punktu procentowego.

Zmiana o 10 punktów procentowych, w określonych warunkach odbioru dźwięków mowy (przy określonym SNR – stosunek sygnału do szumu), może skutkować na tyle dużą zmianą jakości percepcji dźwięków mowy, że umożliwi odbiór informacji istotnych pod względem bezpieczeństwa użytkownika ochronników słuchu.

Aspekty użytkowania ochronników słuch z regulowanym tłumieniem

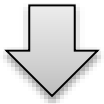
1. Obawy przed poszukiwaniem ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem do stosowania w obecności hałasu impulsowego są nie uzasadnione, ponieważ ochronniki takiego rodzaju zabezpieczają słuch, usprawniają postrzeganie dźwięków użytecznych w momentach wolnych od impulsów akustycznych (komfort użytkowania słuchu bez potrzeby zdejmowania i utrzymanie zabezpieczenia przez cały przebywania w środowisku pracy).



Konieczny jest jednak prawidłowy dobór ochronników słuchu z uwzględnieniem parametrów hałasu (L_{Cpeak}, L_{Aeq}), ponieważ nie wszystkie dostępne ochronniki dostatecznie będą zabezpieczały słuch w określonej sytuacji

Aspekty użytkowania ochronników słuch z regulowanym tłumieniem

2. Wśród ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem znajdują się takie, które nie ograniczają możliwości poprawnego rozpoznawania kierunku docierania dźwięku względem pasywnej ochrony słuchu.

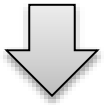


Wkładki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem pozwalają na poprawne wskazywanie tego kierunku w większej liczbie przypadków niż nauszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem.

Wybór ochronnika słuchu jest istotny, ponieważ wśród nauszników przeciwhałasowych, użytkowanych w trybie regulowanego tłumienia, niestety znaleźć można takie, które w istotnie mniejszym stopniu umożliwiają poprawne wskazywanie kierunku docierania dźwięku.

Aspekty użytkowania ochronników słuch z regulowanym tłumieniem

3. Korzystanie z ochronników słuchu wyposażonych w układ regulowanego tłumienia nie wiąże się z ograniczeniami z tytułu istotnego pogorszenia możliwości percepcji dźwięków mowy w obecności hałasu impulsowego.



Wśród ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem znaleźć można takie, które nie tylko nie pogarszają zrozumiałości mowy (względem ochrony pasywnej), ale ją poprawiają.
W sytuacjach, w których wzrastają wymagania na zrozumiałość przekazu słownego, wybór określonego ochronnika słuchu z regulowanym tłumieniem może okazać się korzystny (zwiększenie zrozumiałości mowy).

Dziękuję za uwagę

Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.
Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy