

Progi słyszalności spowodowane wiekiem oraz ekspozycją na hałas

Hearing thresholds due to age and noise exposure

Roman Gołębiewski¹

Katedra Akustyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2, 61-614 Poznań

STRESZCZENIE

Słuch człowieka pogarsza się wraz z naszym wiekiem. Jest to proces naturalny, który jednak nie wszystkich doświadczają w takim samym stopniu. Nasz słuch w funkcji wieku zależy od stopnia wpływu na nasz organizm takich czynników jak: przebyte choroby, przyjmowane leki ototoksyczne, nieznaną zawodową i pozazawodową ekspozycją na hałas. Znajomość tych aspektów dostarcza wielu argumentów w pracy z osobami niedosłyszącymi – szczególnie tymi, którzy z niechęcią podchodzą do użytkowania aparatów słuchowych i/lub którzy nie akceptują aparatów.

W niniejszej pracy, oprócz wymienionych powyżej aspektów przedstawiono również informacje dotyczące wpływu hałasu na słuch człowieka. Pokazano, że długotrwała ekspozycja na hałas o dużych poziomach, prowadzi do trwałego przesunięcia progów słyszenia.

Słowa kluczowe: próg słyszenia, hałas, ekspozycja na hałas

ABSTRACT

Human hearing deteriorates with our age. It is a natural process that not everyone experiences to the same degree. Our hearing as a function of age depends on the degree of influence on our body of such factors as: medical history, taken ototoxic drugs, unknown occupational and non-occupational noise exposure. Knowing these aspects provides many arguments for working with hearing impaired people - especially those who are reluctant to use hearing aids and / or who do not accept hearing aids.

In addition to the above-mentioned aspects, this paper also presents the information on the impact of noise on human hearing. It has been shown that long-term exposure to high levels of noise leads to a permanent shift of hearing thresholds.

Key words: próg słyszenia, hałas, ekspozycja na hałas

1. Wprowadzenie

Jednym z najważniejszych czynników przyczyniających się do braku chęci użytkowania aparatów słuchowych przez osoby niedosłyszące jest brak świadomości nt. niedosłuchu oraz jego wpływu na komfort życia oraz poczucie bezpieczeństwa. Efekt ten najczęściej związany jest z faktem, że niedosłuch pojawia się i pogłębia bardzo powoli wraz z wiekiem człowieka. Bardzo powoli zapominamy dźwięki – szczególnie ciche. Trudno uchwycić moment, w którym człowiek zaczyna potrzebować aparatu słuchowego, aby móc swobodnie się komunikować.

Kolejny czynnik – aparat słuchowy dla wielu osób nie jest artykułem pierwszej pomocy. Wiele osób jest przekonanych, że wystarczy zwiększyć natężenie dźwięku w telewizorze, poproszenie o głośniejsze wypowiedzenia zdania – jest wystarczające. Czynnik ten również przyczynia się do braku motywacji do użytkowania aparatów słuchowych.

Fakt pogorszenia słuchu dla wielu osób jest trudnym do zaakceptowania. Osobom tym może się to kojarzyć z faktem starzenia się, a nie wszyscy chcą się do tego przyznać i pogodzić się z tym faktem. Osoby te są świadome potrzeby stosowania aparatów

słuchowych, ale nie chcą ich użytkować z uwagi na to, że może się to kojarzyć ze starością.

Protetyk słuchu w swojej pracy powinien zwracać uwagę swoim pacjentom na fakt, że niedosłuch pogarsza się z czasem – jest to proces naturalny i dotyczy wszystkich – ale w różnym stopniu. Jest to uzależnione od wielu czynników. Słuch człowieka w funkcji wieku zależy od stopnia, w jakim mogą mieć wpływ takie czynniki jak: choroby, przyjmowane leki ototoksyczne, nieznaną zawodową i pozazawodową ekspozycją na hałas.

Jak widać jest wiele czynników, które sprawiają i przyczyniają się do braku chęci i braku akceptacji do użytkowania aparatów słuchowych. Jednym z najważniejszych zadań protetyka słuchu jest przekonanie osoby niedosłyszącej, że proces starzenia się układu słuchowego i pogorszenia jego efektywności jest procesem naturalnym, który występuje u większości ludzi. Stopień pogorszenia się słuchu jest różny u różnych ludzi i zależy od wielu czynników. W pracy pokazano również, jak ekspozycja na hałas o różnym poziomie może wpływać na pogorszenie się układu słuchowego.

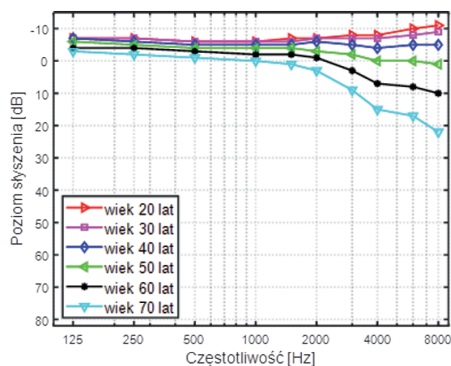
¹ e-mail: roman_g@amu.edu.pl

2. Poziomy progę słyszenia związanego z wiekiem

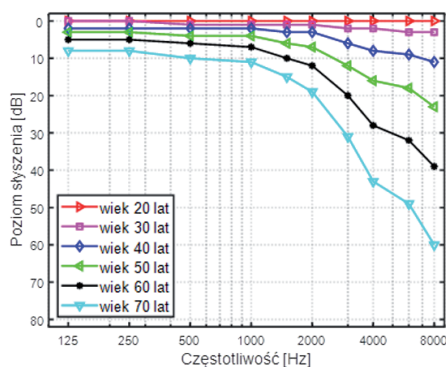
Słuch człowieka w funkcji wieku zależy od stopnia, w jakim mogą mieć wpływ takie czynniki jak: choroby, przyjmowane leki ototoksyczne, nieznaną zawodową i pozazawodową ekspozycją na hałas. W niniejszym rozdziale przedstawiono poziomy słyszenia związanego z wiekiem dla populacji osób otologicznie zdrowych, tj. osób o normalnym stanie zdrowia, nie wykazujących żadnych oznak lub przejawów chorób uszu lub zalegania woskowiny w zewnętrznych przewodach słuchowych i takich, które nie podlegały wcześniej nadmiernej ekspozycji na hałas. Progi słyszenia przedstawiono osobno dla kobiet i mężczyzn. Progi te zostały wyznaczone zgodnie z normą ISO7029.

Na wykresach przedstawiono progi słyszenia dla różnych wartości stopnia centyla. Jaka jest interpretacja centyli? Liczba centyla dla danego wyniku określa punkt podziału całej grupy. Jeśli centyl wynosi 0.9, to grupę dzielimy na 90% i 10%, jeżeli centyl wynosi 0.75, to grupę dzielimy na 75% i 25%. Pierwsza wartość określa ile osób z populacji (grupy) ma wyniki niższe bądź równe danemu wynikowi, a druga liczba, która zawsze jest równa 100% pomniejszone o pierwszą wartość, określa nam ile osób ma wynik wyższy bądź równy danemu wynikowi.

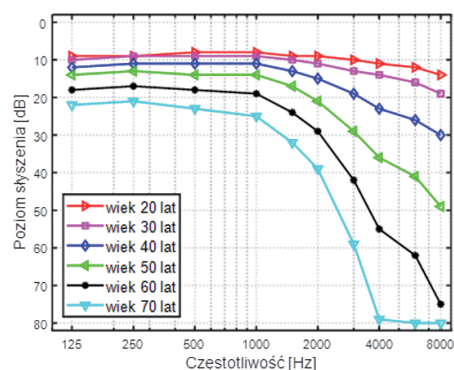
Jak widać z przedstawionych na wykresach wyników wraz z wiekiem słuch człowieka pogarsza się. Im wyższa częstotliwość tym poziom słyszenia jest coraz bardziej obniżony.



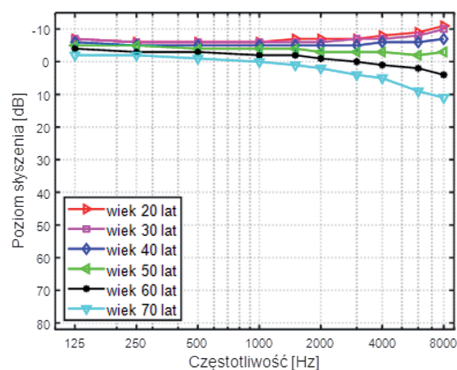
Rys.1. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.9



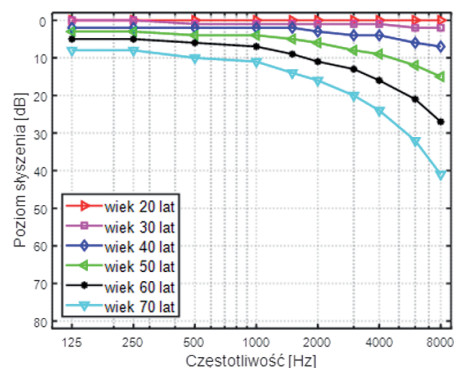
Rys.2. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.5



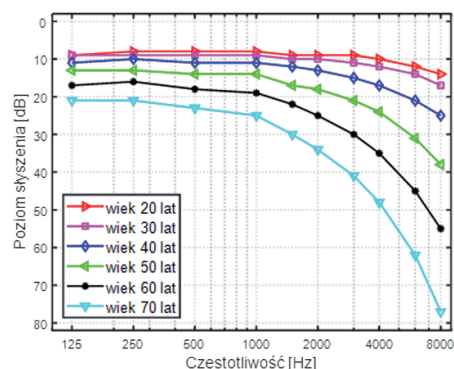
Rys.3. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.1



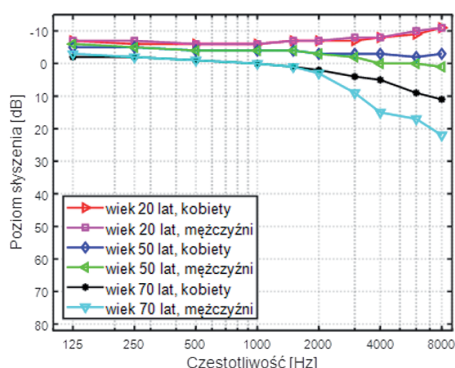
Rys.4. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla kobiet z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.9



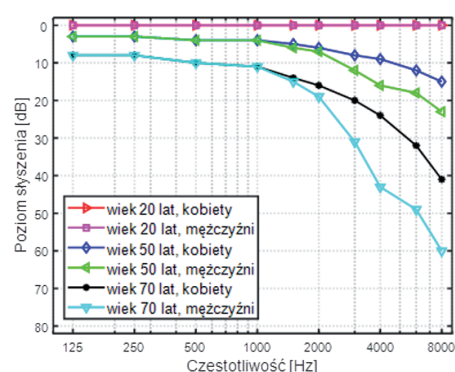
Rys.5. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla kobiet z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.5



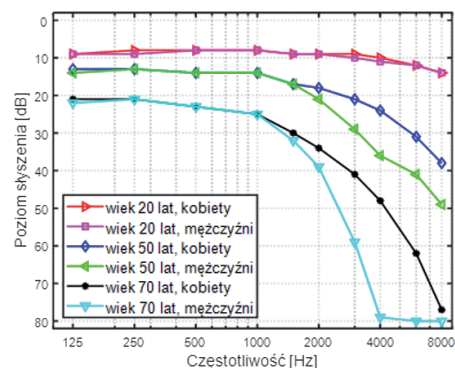
Rys.6. Poziomy słyszenia związany z wiekiem dla kobiet z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.1



Rys.7. Porównanie poziomów słyszenia związanych z wiekiem dla kobiet i mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.9



Rys.8. Porównanie poziomów słyszenia związanych z wiekiem dla kobiet i mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.5



Rys. 9. Porównanie poziomów słyszenia związanych z wiekiem dla kobiet i mężczyzn z typowej populacji osób otologicznie zdrowych, percentyl 0.1

Szczegółowa analiza zamieszczonych wyników pozwala stwierdzić, że istnieją znaczące różnice pomiędzy poziomami słyszenia dla kobiet i mężczyzn. Różnice te są coraz większe wraz ze wzrostem wieku tych osób. Oznacza to, że zrozumiałość mowy u mężczyzn pogarsza się szybciej niż u kobiet. To oznacza, że w celu kompensacji wielkości niedosłuchu oraz wielkości zrozumiałości mowy – należy zróżnicować wielkość wzmocnienia w aparatach słuchowych dla kobiet i mężczyzn. Wniosek ten znajduje potwierdzenie np. w metodzie dopasowania aparatów słuchowych NAL-NL2. W metodzie NAL-NL2 różnica w wielkości wzmocnienia pomiędzy kobietami i mężczyznami wynosi do kilku

decybeli i zależy od wielkości niedosłuchu oraz doświadczenia osób niedosłyszących [1].

3. Wpływ hałasu na człowieka

Ubytki słuchu wywołane działaniem hałasu nazywa się czasami trwałymi przesunięciami progu słyszalności, NIPTS (Noise Induced Permanent Threshold Shift). Ich wystąpienie poprzedzone jest zwykle tzw. czasowym przesunięciem progu słyszalności, TTS (Temporary Threshold Shift). Czasowe przesunięcie progu słyszalności oznacza, że po pewnym czasie od ekspozycji na hałas, próg słyszalności wróci do wartości progowych z okresu sprzed ekspozycji na hałas. Dopiero powtarzająca się ekspozycja na hałas może doprowadzić do trwałych ubytków słuchu.

Znane są procedury i metody, które pozwalają wyznaczyć wielkość niedosłuchu wywołany różnego typu ekspozycją na hałas w miejscu pracy.

Z punktu widzenia ochrony przed hałasem w środowisku pracy zastosowanie mają następujące akta prawne:

- PN-ISO1999:2000 Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem [2];
- PN-N-01307. Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów [3];
- Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 217, poz. 1833 z późn. zm.) [4];
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U.nr 157, poz. 1317 i 1318) [5];
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2011, nr 33, poz. 166) [6];

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U.nr 157, poz. 1317 i 1318) [5] określa obowiązki pracodawcy w zakresie ochrony przed hałasem. Zgodnie z tym Rozporządzeniem pracodawca ma obowiązek dokonywać pomiarów wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy i porównywać ich wyniki z wartościami progów działania i NDN, tj. z najwyższymi dopuszczalnymi wartościami natężenia hałasu. Częstotliwość wykonywania pomiarów hałasu w środowisku pracy zostały ustalone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki

Spółecznej z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2011, nr 33, poz. 166) [6].

Wielkości charakteryzujące hałas w środowisku pracy oraz dopuszczalne wartości poziomu hałasu zostały określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2002, nr 217, poz. 1833) [4].

Do oceny oddziaływania hałasu na narząd słuchu wprowadzono wielkość zwaną ekspozycją na hałas oraz odpowiadający – poziom ekspozycji hałasu. Poziom ekspozycji na hałas został odniesiony do 8-godzinnej dobowego wymiaru czasu pracy oraz do pięciodniowego tygodnia pracy. Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnej dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX,8h}$) definiuje się następująco:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}, \quad T_0 = 8 \text{ godz} = 28800 \text{ s}, \quad (1)$$

gdzie L_{Aeq,T_e} – równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla czasu ekspozycji T_e w dBA.

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy definiuje się jako równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla czasu ekspozycji na hałas dla tygodnia pracy:

$$L_{EX,w} = 10 \log \left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{EX,8h})_i} \right) \quad (2)$$

gdzie i – kolejny dzień roboczy w analizowanym tygodniu, natomiast n – liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu (może być różna od 5).

Dodatkowo zgodnie z rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. (Dz. U. 2002, nr 217, poz. 1833), do oceny hałasu w środowisku pracy, wprowadza się kolejne dwie wielkości [4]:

- maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}) – maksymalna wartość skuteczna poziomu dźwięku A (w dBA)
- szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}) – maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C (w dBC).

Dopuszczalne wartości wyminionych powyżej wielkości (tj. poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnej dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia, maksymalnego poziomu dźwięku A oraz szczytowego poziomu dźwięku C) obowiązują jednocześnie. Nieprzekraczanie wartości NDN powinno ochronić średnią populację pracowników przed ubytkami słuchu przekraczającymi 2dB po 40 latach zawodowej ekspozycji na hałas.

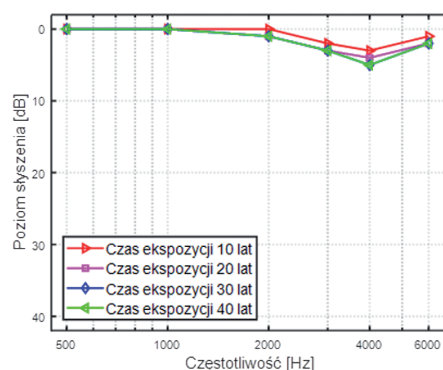
Tab.1. Dopuszczalne wartości poziomu hałasu (NDN – najwyższe dopuszczalne natężenie hałasu)

Wielkość	Wartość dopuszczalna
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnej dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX,8h}$)	85 dBA
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy ($L_{EX,w}$)	85 dBA
Maksymalny poziom dźwięku A	115 dBA
Szczytowy poziom dźwięku C	135 dBC

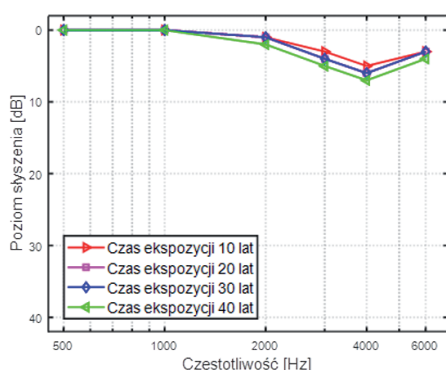
4. Niedosłuch powstały w wyniku ekspozycji na hałas

Obowiązująca w Polsce norma PN-ISO 1999:2000 Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem [2], pozwala wyznaczyć stopień uszkodzenia słuchu powstałego w wyniku ekspozycji na hałas w zależności od czasu ekspozycji oraz wartości poziomu ekspozycji hałasu. Norma ta przedstawia metodę obliczania oczekiwanego trwałego przesunięcia progu słyszenia (NIPTS) wywołanego hałasem w populacji osób dorosłych, wskutek ekspozycji na hałas o różnym poziomie i czasie trwania. PN-ISO 1999:2000 dotyczy częstotliwości słyszalnych hałasu o charakterze ustalonym, przerywanym, fluktuacyjnym, nieregularnie zmiennym lub impulsowym.

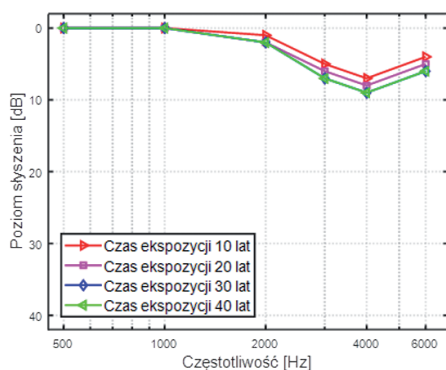
PN-ISO 1999:2000 bazuje na danych statystycznych i dlatego nie powinna być wykorzystywana do przewidywania lub oceny uszkodzenia lub upośledzenia słyszenia w przypadkach indywidualnych. Poniżej na kolejnych rysunkach przedstawiono wartości NIPITS, tj. wartości trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego hałasem, w funkcji czasu ekspozycji (10, 20, 30 i 40 lat) i dziennej ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$ = 85, 90, 95 i 100 dBA). Wartości przesunięcia progu słyszalności przedstawione na wszystkich wykresach dotyczą wyłącznie efektu związanego z ekspozycją na hałas. Dodatkowo, próg słyszalności będzie obniżony w wyniku efektu starzenia się układu słuchowego. Na wykresach przedstawiono poziomy słyszenia dla różnych wartości stopnia centyla.



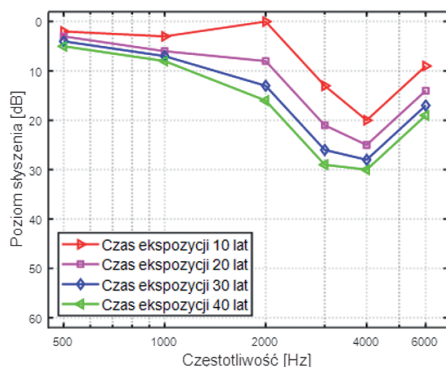
Rys.10. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas L_{EX} = 85 dB, percentyl 0.9



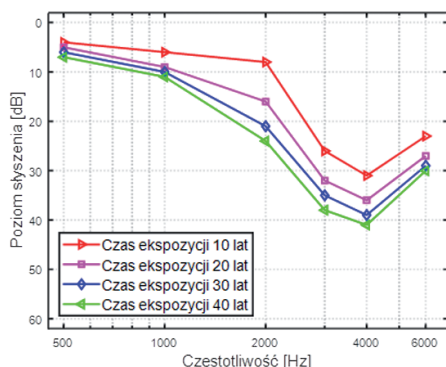
Rys.11. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas LEX=85dB, percentyl 0.5



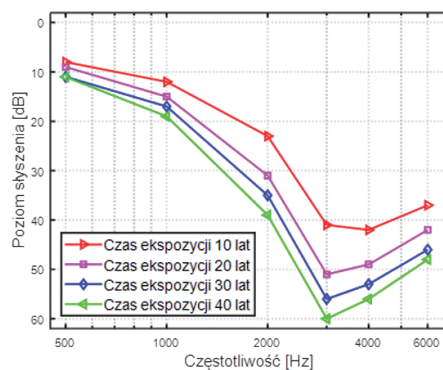
Rys.12. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas LEX=85dB, percentyl 0.1



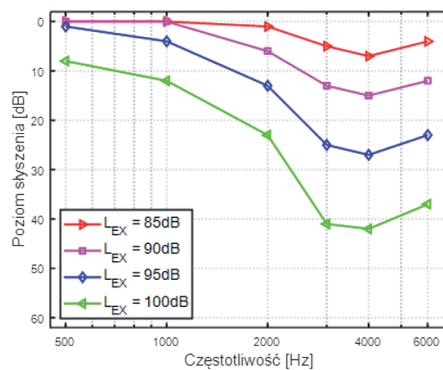
Rys.13. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas LEX=100dB, percentyl 0.9



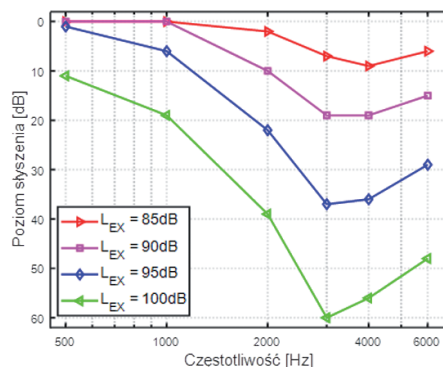
Rys.14. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas LEX=100dB, percentyl 0.5



Rys.15. Poziom słyszenia w funkcji czasu ekspozycji na hałas LEX=100dB, percentyl 0.1



Rys.16. Poziom słyszenia w funkcji poziomu ekspozycji na hałas, czas ekspozycji – 10 lat, percentyl 0.1



Rys.17. Poziom słyszenia w funkcji poziomu ekspozycji na hałas, czas ekspozycji – 40 lat, percentyl 0.1

Z przedstawionych zależności wynika, że przy poziomie ekspozycji na hałas równej 85dBA, próg słyszalności przesuwa się od 4 (przy 10 latach ekspozycji) do 6dB (przy 40 latach ekspozycji) – dla częstotliwości 4kHz. Dotyczy to jednak osób z percentyla 0.9. W przypadku osób z percentyla 0.1 – poziom słyszenia dochodzi do ok. 9 dB – dla częstotliwości 4kHz i czasie ekspozycji 40 lat.

Przy poziomie ekspozycji równej 100dBA, próg słyszalności przesuwa się od 20 (przy 10 latach ekspozycji) do 30dB (przy 40 latach ekspozycji) – dla percentyla 0.9. Dla percentyla 0.1, progi słyszenia przesuwają się nawet do ok. 60dB – przy 40 lat ekspozycji na hałas.

5. Podsumowanie

Celem pracy było przedstawienie poziomów słyszenia związanego z wiekiem człowieka, z podziałem na kobiety i mężczyzn. Podkreślono, że pogarszanie się słuchu człowieka jest procesem naturalnym i związany jest przede wszystkim ze starzeniem się układu słuchowego. Słuch człowieka w funkcji wieku zależy od stopnia, w jakim mogą mieć wpływ takie czynniki jak: choroby, przyjmowane leki ototoksyczne, nieznana zawodowa i pozazawodowa ekspozycja na hałas.

Ponadto, w pracy zamieszczono informacje nt. wpływu hałasu na słuch człowieka oraz przedstawiono podstawowe wielkości, za pomocą których definiuje się dopuszczane wartości poziomu hałasu na stanowiskach pracy. Jak wynika z zamieszczonych wyników, w wyniku długotrwałej ekspozycji na hałas (40 lat), progi słyszenia, dla częstotliwości 4kHz, mogą się pogorszyć o ok. 5 dB – przy poziomie ekspozycji 85dB. Przy poziomie ekspozycji równej 100dB i czasie jej trwania 40 lat, progi słyszenia pogarszają się o ok. 30dB. Przedstawione powyżej dane dotyczą większości osób (90%). Natomiast 10% osób z populacji ma pogorszone progi słyszenia o ok. 60dB (dla poziomu ekspozycji 100dB i czasie jej trwania 40 lat). Jak widać, w zależności od tzw. czułości na hałas, przesunięcie progów słyszenia powodowanego ekspozycją na hałas, ma bardzo indywidualny charakter.

Bibliografia

1. H. Dillon, G. Keidser, The NAL-NL2 Prescription Procedure, Phonak Focus 40
2. PN-ISO 1999:2000 Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem
3. PN-N-01307. Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów
4. Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 217, poz. 1833 z późn. zm.)
5. 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. 1317 i 1318)
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2011, nr 33, poz. 166)
7. PN-ISO 1999:2000 Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem