



Zalecenia dotyczące ochrony słuchu przed hałasem u pracowników branży rozrywkowej

Zadanie zrealizowane przez Zakład Zagrożeń Fizycznych oraz
Klinikę Audiologii i Foniatrii Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi
ze środków Narodowego Programu Zdrowia na lata 2016-2020,
finansowane przez Ministra Zdrowia
(umowa nr 6/4/10/NPZ/FRPH/2018/312/515/A)

Autorzy:

Dr hab. Małgorzata Pawlaczyk-Łuszczynska, prof. IMP

Mgr Adam Dudarewicz

Prof. dr hab. med. Mariola Śliwińska-Kowalska

Dr Anna Wolniakowska

Mgr Kamil Zaborowski

Łódź, grudzień 2020



Spis treści

1. Hałas na stanowiskach pracy w branży rozrywkowej	3
2. Wielkości charakteryzujące hałas, wartości dopuszczalne	5
3. Pomiary zawodowej ekspozycji na hałas	6
4. Ryzyko zawodowe związane z narażeniem na hałas	7
5. Trwałe przesunięcie progu słuchu (PTS)	10
6. Czasowe przesunięcie progu słuchu (TTS)	14
7. Metody ograniczania zagrożenia hałasem.....	17
a. Działania techniczne	17
b. Działania organizacyjne	18
c. Profilaktyka medyczna.....	18
8. Literatura	19



1. Hałas na stanowiskach pracy w branży rozrywkowej

Pracownicy zatrudnieni w szeroko rozumianej branży rozrywkowej są narażeni na wysokie poziomy dźwięku które związane są z odtwarzaniem lub wykonywaniem muzyki. Dotyczy to głównie takich miejsc jak: puby, kluby muzyczne, dyskoteki, koncerty. Jednak głośna muzyka często występuje również podczas działalności w obiektach sportowych takich jak kluby fitness. Ekspozycja na wysokie poziomy dźwięku dotyczy praktycznie wszystkich stanowisk pracy związanych z obsługą działalności rozrywkowej i sportowej czyli dyskdżokejów, muzyków, barmanów, kelnerów, pracowników ochrony, trenerów sportowych kadry kierowniczej itd. Na wymienionych stanowiskach pracy mogą występować wysokie poziomy ciśnienia akustycznego sięgające nawet 106 dB, a poziomy dźwięku jakie tam występują przy dłuższych ekspozycjach mogą osiągać dopuszczalny poziom (zwykle 100 dB przez 60 minut) zalecany dla uczestników.

Narażenie na nadmierne poziomy dźwięku pracowników branży rozrywkowej często przekracza dopuszczalne wartości poziomu ekspozycji na hałas na stanowiskach pracy. Stan zagrożenia hałasem osób zatrudnionych w branży rozrywkowej podlega szerokim badaniom, których wyniki stanowią podstawę do oceny potencjalnych szkodliwych skutków zdrowotnych i określenia ryzyka zawodowego zatrudnionych w tej branży pracowników.

Wpływ hałasu na organizm człowieka jest złożony, gdyż obejmuje słuchowe i pozasłuchowe skutki zdrowotne [1]. Narządem krytycznym dla hałasu jest ucho wewnętrzne, natomiast efektem działania – postępujący niedosłuch odbiorczy.

Po ekspozycji na hałas dochodzić może do rozwoju zmian odwracalnych, czyli czasowego przesunięcia progu słuchu (*temporary threshold shift – TTS*) lub zmian nieodwracalnych, czyli trwałego przesunięcia progu słuchu (*permanent threshold shift – PTS*). Nie ma jednak ścisłej zależności między TTS a PTS. Trwałe uszkodzenie słuchu może być konsekwencją nakładających się zmian czasowych lub może rozwijać się bez poprzedzających zmian czasowych.

Uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem jest upośledzeniem słuchu pogłębiającym się powoli na przestrzeni lat i dotyczy głównie wysokich częstotliwości 4–6 kHz. Indywidualna podatność na uszkodzenie słuchu przez hałas jest bardzo zróżnicowana. Po takim samym narażeniu na hałas u osób podatnych na szkodliwe działanie hałasu może rozwinąć się może głęboki ubytek słuchu, podczas gdy u innych osób uszkodzenie słuchu nie występuje lub jest niewielkie, Należy zwrócić uwagę, że u osób szczególnie wrażliwych ubytek słuchu może pojawić się po ekspozycjach uznawanych za bezpieczne dla ogółu.



Hałas, hałas może również powodować pozasłuchowe skutki zdrowotne psychologiczne i fizjologiczne. Skutki psychologiczne to między innymi zaburzenia procesów poznawczych i pamięciowych oraz trudności skupienia uwagi na wykonywanych zadaniach. Hałas o poziomie dźwięku A nieprzekraczający 80 dB może ujemnie wpływać na wydajność i jakość wykonywania zadań, gdyż ogranicza zdolność koncentracji uwagi, obniża sprawność i chęć działania oraz wydajność pracy, utrudnia zrozumiałość mowy i percepcję sygnałów ostrzegawczych, a także zwiększa ryzyko wypadków w pracy [3].]. Narażenie na hałas powoduje również stres i zaburzenia snu. Z kolei skutki fizjologiczne to głównie zaburzenia ze strony układu sercowo-naczyniowego [1, 3] to znaczy ryzykiem wystąpienia choroby niedokrwiennej serca, nadciśnienia tętniczego, arytmii serca i zawału mięśnia sercowego [4]. Hałas również niekorzystnie oddziałuje na układ pokarmowy (sprzyja rozwojowi choroby wrzodowej) i zmiany hormonalne. Powyższe Zaburzenia funkcji fizjologicznych występują nawet przy poziomach uznawanych za bezpieczne z punktu widzenia ochrony narządu słuchu.

Według amerykańskiej organizacji rządowej (*Occupational Safety and Health Administration* - OSHA) udowodnione pozasłuchowe skutki zdrowotne działania hałasu w miejscu pracy, które należy uwzględnić w programach profilaktycznych to choroby serca i układu krążenia, nadciśnienie tętnicze, zaburzenia snu i reakcje psychiczne (frustracja, stres, depresja) [5].

Jedną z metod ochrony zdrowia pracowników przed szkodliwymi skutkami działania hałasu jest zmniejszenie narażenia na hałas na stanowiskach pracy. Istnieje szereg regulacji określających wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN w miejscu pracy, skłaniających osoby odpowiedzialne do podjęcia działań mających na celu obniżenie poziomu hałasu w środowisku pracy.

- 1 Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark Ch., Janssen S. i wsp.: Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2013;383 (9925): 1325–1332, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\) 61613-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13) 61613-X).
- 2 Stanfeld S.A., Mathesen M.P.: Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br. Med. Bull.* 2003;68:243–257.
- 3 Smith A.P., Jones D.M.: Noise and Performance. *Handbook of Human Performance, The Physical Environment.. Academic Press, London 1992, ss. 1-28.*
- 4 Babisch W.: Cardiovascular effects of noise. *Noise Health*. 2011;13:201–214.
- 5 McReynolds M.C.: Noise-induced hearing loss. *Air Med. J.* 2005;24(2):73-78.



2. Wielkości charakteryzujące hałas, wartości dopuszczalne

Jedną z metod ochrony zdrowia pracowników przed szkodliwymi skutkami działania hałasu jest zmniejszenie narażenia na hałas na stanowiskach pracy. Istnieje szereg regulacji określających wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN w miejscu pracy, skłaniających osoby odpowiedzialne do podjęcia działań mających na celu obniżenie poziomu hałasu na stanowiskach pracy.

Na stanowiskach pracy obowiązują następujące wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN wg Dz.U. z 2014 r., poz. 817 z późn. zm., odnoszące się do ogółu pracowników z wyłączeniem kobiet ciężarnych i osób młodocianych, obowiązujące jednocześnie [6]:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy/tygodnia pracy $L_{EX,8h}/L_{EX,w}$ równy 85 dB,
- maksymalny poziom dźwięku A, $L_{A\ max}$ równy 115 dB,
- szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\ peak}$ równy 135 dB.

Obok wartości NDN wprowadzono wartości progów działania opisujące ekspozycje hałas, po przekroczeniu której należy podjąć odpowiednie działania mające na celu ograniczenie narażenia pracowników na hałas. Wartości progów działania wg Dz.U. nr 157, poz. 1318, 2005 obowiązujące jednocześnie [7]:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy/tygodnia pracy $L_{EX,8h}/L_{EX,w}$ równy 80 dB,
- szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\ peak}$ równy 135 dB.

Oprócz o najwyższych dopuszczalnych natężeń NDN dotyczących ogółu pracowników, w szczególnych przypadkach zawodowe narażenie na hałas ograniczają oddzielne przepisy.

W odniesieniu do kobiet ciężarnych wartości dopuszczalne wg DzU z 2017 r., poz. 796, obowiązujące jednocześnie [8]:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy/tygodnia pracy $L_{EX,8h}/L_{EX,w}$ równy 65 dB,
- maksymalny poziom dźwięku A, $L_{A\ max}$ równy 110 dB,
- szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\ peak}$ równy 130 dB.

Na stanowiskach pracy, na których zatrudnieni są młodociani, najwyższe dopuszczalne wartości poziomu dźwięku i ekspozycji na hałas wg DzU z 2016 r., poz. 1509 poziom dźwięku spełniać jednocześnie musi następujące warunki [9]:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy/tygodnia pracy $L_{EX,8h}/L_{EX,w}$ równy 80 dB,
- maksymalny poziom dźwięku A, $L_{A\ max}$ równy 110 dB,
- szczytowy poziom dźwięku C, $L_{C\ peak}$ równy 130 dB.



- 6 Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 czerwca 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2016 r., poz. 952.
- 7 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. DzU z 2005 r., nr 157 poz. 1318.
- 8 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią. DzU z 2017 r., poz. 796.
- 9 Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. DzU z 2016 r., poz. 1509.

3. Pomiary zawodowej ekspozycji na hałas

Do pomiaru narażenia na hałas w środowisku pracy stosowana jest aktualnie norma PN-EN ISO 9612:2011[10] *Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna*. Opisuje ona metodę pomiarów ekspozycji na hałas w środowisku pracy oraz metody obliczania poziomu ekspozycji. Norma opisuje trzy strategie pomiarów oraz określa warunki ich efektywnego i poprawnego stosowania.

Z uwagi na znaczne zmiany wartości poziomu dźwięku w trakcie dnia i poszczególnych dni tygodnia spośród wymienionych trzech strategii pomiarowych najlepsza do oceny ekspozycji na hałas osób zatrudnionych w restauracjach, dyskotekach lub klubach muzycznych jest metoda pomiarów metodą dozymetryczną, czyli metodą całodziennych pomiarów z zastosowaniem miernika do pomiaru indywidualnej ekspozycji na hałas.

PN-N-01307:1994 *Hałas -- Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy -- Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*[11].

Określono dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy ze względu na ochronę słuchu i możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań oraz wymagania dotyczące wykonywania pomiarów, ustalone na podstawie przepisów i norm międzynarodowych. Norma dotyczy wszystkich rodzajów hałasu (ustalonego, nieustalonego i impulsowego) z włączeniem hałasu infradźwiękowego i ultradźwiękowego.

Wymagania dotyczące sprzętu pomiarowego opisane są w normach opasujących szczegółowe wymagania techniczne dotyczące mierników poziomu dźwięków, mikrofonów pomiarowych, źródeł odniesienia.



- 10 PN-ISO 9612:2011. Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011.
- 11 PN-N-01307:1994 Hałas - Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy - Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

4. Ryzyko zawodowe związane z narażeniem na hałas

Jednym z rodzajów szacowania ryzyka zdrowotnego na stanowisku pracy związanych z narażeniem na czynniki szkodliwe jest ocena ryzyka zawodowego oparta na porównaniu narażenia na rozważanym stanowisku pracy z wartościami najwyższej dopuszczalnej wartości natężenia/stężenia NDN/NDS. Ryzyko zawodowe, będące następstwem narażenia na hałas ultradźwiękowy na danym stanowisku pracy, jest określone na podstawie wyznaczonej dla tego stanowiska krotności przekroczenia dopuszczalnych wartości NDN/NDS. Krotność tą (o największej wartości) określa się w oparciu o krotności cząstkowe określone dla badanych wartości wielkości opisujących narażenia na hałas, które występują na badanym stanowisku pracy:

$K_{L_{EX,8h}}$ – równoważnego poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, $L_{EX,8h}$, w stosunku do wartości dopuszczalnej; $L_{EX,8h,dop}$.

$K_{L_{Amax}}$ – maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego ważonego charakterystyką częstotliwościową A, L_{Amax} , w stosunku do wartości dopuszczalnej; $L_{Amax,dop}$.

$K_{L_{Cpeak}}$ – maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego ważonego charakterystyką częstotliwościową A, L_{Amax} , w stosunku do wartości dopuszczalnej; $L_{ACpeak,dop}$.

Krotność $K_{L_{EX,8h}}$ określa się na podstawie wzoru (1):

$$K_{L_{EX,8h}} = 10^{\left(\frac{L_{EX,8h} - L_{EX,8h,dop}}{10}\right)} \quad (1)$$

Krotność $K_{L_{Amax}}$ określa się na podstawie wzoru (2):

$$K_{L_{Amax}} = 10^{\left(\frac{L_{Amax} - L_{Amax,dop}}{20}\right)} \quad (2)$$

Krotność $K_{L_{Cpeak}}$ określa się na podstawie wzoru (3):

$$K_{L_{Cpeak}} = 10^{\left(\frac{L_{Cpeak} - L_{Cpeak,dop}}{20}\right)} \quad (3)$$



Szacowanie ryzyka zawodowego w wyniku narażenia na hałas zgodnie z zaleceniami normy PN-N-18002:2011 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy - Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego [2] umożliwia szacowanie w skali trójstopniowej. Zgodnie z wytycznymi przyjmuje się dla hałasu, że jeżeli

Krotność przekroczenia wartości dopuszczalnych przy narażeniu na hałas K_{NDN} (NDS/NDN) wyznaczona dla stanowiska pracy jest równa maksymalnej krotności K_{max} z krotności wyznaczonych równaniami (1)-(3) i osiąga następujące wartości:

- $K < 0,5$ - ryzyko wystąpienia niekorzystnych dla zdrowia pracowników następstw ekspozycji na hałas ultradźwiękowy na tym stanowisku jest małe (dopuszczalne)
- $0,5 \leq k \leq 1$ - ryzyko zawodowe związane z ekspozycją na hałas ultradźwiękowy jest średnie (dopuszczalne)
- $k > 1$ - to ryzyko związane z narażeniem na ten rodzaj hałasu jest duże (niedopuszczalne).

W tabeli 1. zaprezentowano ryzyko zawodowe dla ogółu pracowników związane z narażeniem na hałas. Analogicznie można powiązać ryzyka (małego, średniego i dużego) z wartościami poziomów dźwięku dla innych częstotliwości w odniesieniu do pracowników szczególnie chronionych (młodocianych i kobiet w ciąży).

Tabela 1. Ryzyko i narażenie na hałas. Wartości dopuszczalne (NDN) dla ogółu pracowników, gdzie K_{NDN} to krotność przekroczenia wartości dopuszczalnej.

K_{NDN}	$L_{EX,8h}, (L_{EX,w})$ (dB)	L_{Amax} (dB)	L_{Cpeak} (dB)	RYZYKO
$K_{NDN} < 0,5$	$L_{EX,8h} < 82$	$L_{Amax} < 109$	$L_{Cpeak} < 129$	MAŁE
$1 \geq K_{NDN} \geq 0,5$	$85 \geq L_{EX,8h} \geq 82$	$115 \geq L_{Amax} \geq 109$	$135 \geq L_{Cpeak} \geq 129$	ŚREDNIE
$K_{NDN} > 1$	$L_{EX,8h} > 85$	$L_{Amax} > 115$	$L_{Cpeak} > 135$	DUŻE

Sposób szacowania ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas według PN-N-18002:2011 pozwala jedynie na opisowe oszacowanie tego ryzyka. Nie ma ilościowego odniesienia parametrów ekspozycji do głębokości ubytków słuchu, czyli powiązania wielkości narażenia na hałas z ryzykiem zdrowotnym,



jednak wraz ze wzrostem krotności przekroczenia rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych skutków dla zdrowia pracowników oraz stopień ich szkodliwego oddziaływania na zdrowie.

Tabela 2. Niepożądane skutki zdrowotne związane ryzykiem zawodowym związanym z narażeniem na hałas.

RYZIKO DUŻE	RYZIKO ŚREDNIE	RYZIKO MAŁE
Niepożądane skutki zdrowotne dla układu słuchu		
Ubytki błony bębenkowej; urazy akustyczne		
Liczne uszkodzenia słuchu		
Częste i głębokie trwałe przesunięcie progu słuchu (PTS)	Trwałe przesunięcie progu słuchu (PTS)	Rzadkie występowania trwałego przesunięcie progu słuchu (PTS)
Czasowe przesunięcie progu słuchu (TTS)	Czasowe przesunięcie progu słuchu (TTS)	Czasowe przesunięcie progu słuchu (TTS)
Niepożądane pozasłuchowe skutki narażenia na hałas		
Bóle głowy	Zmęczenie	Zmęczenie
podwyższone ciśnienie krwi,	Stres	Stres
Zaburzenia układu krążenia, nerwowego, pokarmowego, równowagi	Zaburzenia snu	
Stres, agresja		
Wrzody żołądka		
Wylewy w siatkówce oka		

12 PN-N-18002:2011 („Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy- Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego”, PKN Warszawa 2011).



5. Trwałe przesunięcie progu słuchu (PTS)

Długotrwałe narażenia na hałas o wysokich poziomach dźwięku może doprowadzić do uszkodzenia słuchu przejawiającego się, między innymi, trwałego podwyższeniem progu słuchu.

Znajomość wartości poziomów ekspozycji na hałas w czasie aktywności pozazawodowej pozwala na ocenę spodziewanego przesunięcia progów słyszenia wywołanego narażeniem na hałas oraz ryzyka pojawienia się przesunięcia progu słuchu o określonych wartościach.

Do ilościowego szacowania spodziewanych ubytków słuchu wywołanych hałasem można zastosować model obliczeniowy opisany w normie ISO 1999:2013 „*Acoustics: Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss*” [13] i jej wcześniejsze wersje [14-15]. przy założeniu, że uszkodzenie słuchu zależy jedynie od energii jaka została dostarczona do układu słuchu przez fale akustyczne. Należy zwrócić uwagę, że model ten ma ograniczenia i np. nie uwzględnia procesów regeneracji w czasie przerw w ekspozycji na hałas.

Norma opisuje metodę szacowania rozkładów wartości trwałego przesunięcia progów słuchu w grupach osób określonej płci, wieku i narażeniu na hałas, wielkość ubytków słuchu wywołanych narażeniem na hałas szacowana jest w oparciu i zasadę „równej energii”, czyli przesunięcia progu słuchu zależą od poziomu ekspozycji na hałas oraz od czasu trwania narażenia.

W celu wyznaczenia ryzyka uszkodzenia słuchu powyżej określonej wartości (HTL) dla grupy pracowników o określonej płci, w określonym wieku i określonej ekspozycji na hałas należy wykonać następujące czynności:

1. Określić parametry mające istotny wpływ na wyniki szacowania rozkładów wartości progów słuchu rozważanym przypadku. Przed przystąpieniem do szacowania rozkładów (H') należy określić: płeć, wiek, długość pracy w narażeniu na hałas oraz średni poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia roboczego w okresie całej ekspozycji na hałas.
2. Wyznaczyć rozkłady wartości progów słuchu związanych z wiekiem (H). W opisywanej normie przedstawiono metodę obliczania rozkładów wartości progów słuchu związanych z wiekiem H .
3. Wyznaczyć rozkłady wartości trwałych przesunięć progów słuchu wywołanych ekspozycją na hałas (N). W opisywanej normie przedstawiono metodę obliczania rozkładów wartości trwałych przesunięć progów słuchu wywołanych ekspozycją na hałas (N).



4. Wyznaczyć rozkłady wartości progów słuchu w grupie poddanej ekspozycji na hałas (H'). Opisana w normie metoda zakłada, że progi słuchu związane są z ubytkami słuchu związanymi z wiekiem H oraz trwałymi przesunięciami progów słuchu wywołanych ekspozycją na hałas (N), zgodnie z metodą opisaną w normie rozkłady progów słuchu H' oblicza się według wzoru [10].

$$H' = N + H - \frac{H + N}{120} \quad (4)$$

gdzie:

H ; rozkłady wartości progów słuchu związanych z wiekiem,

N ; rozkłady wartości progów słuchu związanych z wiekiem.

Należy zwrócić uwagę, że w równaniu (4) składnik $(H+N)/120$ zaczyna istotnie wpływać na wyniki obliczeń gdy $H+N > 40$ dB HL.

Przy obliczeniach rozkładów H' dla wybranej grupy osób należy uwzględnić rozkłady H odpowiadające rozważanej grupie co do płci i wieku oraz rozkładu N odpowiadające rozważanej grupie co do czasu narażenia na hałas o rozważanym poziomie ekspozycji.

5. Wyznaczyć ryzyko pojawienia się uszkodzeń słuchu powyżej określonej wartości progu słuchu HTL na podstawie różnic częstości występowania określonych wartości progów słuchu w rozkładach (H') i (H). Na podstawie różnic procentowego udziału wartości progów powyżej określonej wartości progu słuchu (HTL) w rozkładach H' i H przeprowadzane jest szacowanie wielkości uszkodzenia słuchu wywołanego narażeniem na hałas.

Szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu powyżej progu HTL można przeprowadzić po wykonaniu (dla rozważanej grupy osób) oszacowaniu progów słuchu odpowiadającym centylom: 0,10 0,50 i 0,90 rozkładów wartości trwałych przesunięć progów słuchu H' oraz rozkładów wartości progów słuchu związanych z wiekiem H . Ryzyko ubytków słuchu wywołanych hałasem większych od określonego progu słuchu HT jest równe różnicy między procentowym udziałem osób o trwałym przesunięciu progu słuchu większym od HT i odsetkiem osób o przesunięciu progu słuchu związanym z wiekiem większym od HT. Tabele 3. i 4. Zawierają wyniki szacowania prawdopodobieństwa uszkodzenia słuchu i ryzyka powstania średniego uszkodzenia słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz większego niż 25 i 45 dB HL. Zostały uwzględnione grupy pracowników różnej płci, w różnym wieku, o różnym czasie pracy (stażu pracy) i poziomie ekspozycji na hałas.



Tabela 3. Prawdopodobieństwo uszkodzenia słuchu związane z **wiek** i **ekspozycją na hałas** zależności od narażenia na hałas (średniego poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci wg normy ISO 1999 [13]. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.

Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Prawdopodobieństwo uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i hałasem [%]																																					
	Wiek [lata]/ Czas narażenia [lata]																																					
	Płeć										Płeć																											
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65																				
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45																				
Prawdopodobieństwo pojawienia się średniego progu słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 25 dB																																						
80	Kobiety										0	0	1	3	8	16	27	39	52	Mężczyźni																		
85											0	0	1	3	6	11	18	27	37											0	1	3	7	13	23	35	46	58
90											2	5	8	13	19	27	35	44	53											3	6	12	18	28	38	50	60	70
95											11	20	28	37	44	52	61	69	75											13	22	32	41	51	61	71	78	83
100											29	44	56	66	74	81	85	89	91											30	45	58	69	77	84	88	91	94
Prawdopodobieństwo pojawienia się średniego progu słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 45 dB																																						
80	Kobiety										0	0	0	0	0	0	0	0	2	Mężczyźni																		
85											0	0	0	0	0	0	0	1	5											0	0	0	0	0	1	4	10	19
90											0	0	0	0	0	1	3	6	12											0	0	0	0	2	5	10	18	28
95											0	0	1	3	6	10	15	21	28											0	1	2	6	10	17	25	34	44
100											2	8	14	20	27	33	40	47	54											3	9	16	23	31	40	48	57	67

Tabela 4. Ryzyko uszkodzenia słuchu związane tylko z ekspozycją na hałas w zależności od narażenia na hałas (średniego poziomu ekspozycji $L_{EX,8h}$ i czasu narażenia w latach), wieku i płci według normy ISO 1999 [13]. Wyniki szacowania dotyczą średniego progu słuchu dla częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.

Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,8h}$ [dB]	Ryzyko uszkodzenia słuchu związane z wiekiem i hałasem [%]																			
	Wiek [lata]/ Czas narażenia [lata]																			
	Płeć										Płeć									
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	25	30	35	40	45	50	55	60	65		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	5	10	15	20	25	30	35	40	45		
Ryzyko pojawienia się średniego progu słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 25 dB																				
80	Kobiety										Mężczyźni									
	0	0	0	0	2	4	7	10	10	0	0	1	2	7	13	17	13	2		
85	0	0	1	3	5	10	14	18	19	0	1	3	6	12	20	25	20	8		
90	2	5	8	13	19	26	31	35	34	3	6	11	18	27	35	40	34	20		
95	11	20	28	37	44	50	57	60	57	13	22	32	40	50	58	61	52	33		
100	29	44	56	66	74	79	81	80	73	30	45	58	68	76	80	78	65	44		
Ryzyko pojawienia się średniego progu słuchu (2, 3 i 4 kHz) ≥ 45 dB																				
80	Kobiety										Mężczyźni									
	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	7	15		
85	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	4	10	18		
90	0	0	0	0	0	1	3	6	12	0	0	0	0	2	5	10	18	27		
95	0	0	1	3	6	10	15	21	28	0	1	2	6	10	17	25	34	43		
100	2	8	14	20	27	33	40	47	54	3	9	16	23	31	40	48	57	66		

- 13 ISO 1999:2013 „Acoustics- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss” 3rd ed., 2013.
- 14 PN-ISO1999:2000 „Akustyka - Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem”, 2000.
- 15 ISO 1999:1990 „Acoustics- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss”.



6. Czasowe przesunięcie progu słuchu (TTS)

Narażenie na zbyt wysokie poziomu dźwięku powoduje zmiany słuchu w postaci czasowego przesunięcia progu słuchu (TTS), zmiany te po zakończeniu ekspozycji na hałas ustępują, o ile nie były zbyt duże. Za bezpieczny TTS uważa taki po którym następuje regeneracja słuchu do stanu sprzed narażenia jest on równy 15 dB HL u osób ze zdrowym słuchem (o progach słuchu do 20 dB HL) i maleje wraz ze wzrostem ubytków słuchu, do około 5-8 dB HL przy progu słuchu 60 dB HL (Macrae, 1994 [16]).

Powtarzające się ekspozycje wywołujące czasowe zmiany słuchu mogą prowadzić do pojawienia się trwałych ubytków słuchu; trwałego przesunięcia progu słuchu. Za bezpieczne ekspozycje na hałas uważane są takie które nie wywołują ani czasowych ani trwałych zmian słuchu.

W przypadku osób z istniejącymi ubytkami słuchu (przesunięciami progu słuchu HL) wykazano, że wartości czasowych przesunięć progu słuchu wywoływanych przez określony poziom hałasu maleją wraz ze wzrostem progu słuchu, czyli u pracowników narażonych na hałas, zwłaszcza starszych, czasowe przesunięcia progu słuchu będą mniejsze niż przesunięcia u osób ze zdrowym słuchem. Zjawisko to związane jest to z mniejszą sprawnością organu słuchu i mniejszymi możliwościami adaptacyjnymi u osób z ubytkami słuchu.

Do przewidywania spodziewanych wartości czasowego przesunięcia progu słuchu TTS można wykorzystać sprawdzony model obliczeniowy opracowany przez Millsa i in. (1979 [17]), Melnicka (1991 [18]) lub później z ulepszeniami Mazura i Voixa (2013 [19]).

W szczególności, zgodnie z najprostszym modelem Millsa [1979], tymczasowe przesunięcie progu TTS wynikające z narażenia na szum szerokopasmowy można obliczyć przy użyciu następującego równania:

$$TTS = 17 \cdot \log \left[\frac{\left(10^{\frac{L_{Aeq,T}}{10}} + 10^{\frac{L_C}{10}} \right)}{10^{\frac{L_C}{10}}} \right] \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_0}} \right) \quad (5)$$

gdzie:

$L_{Aeq,T}$ jest równoważnym ciągłym poziomem ciśnienia akustycznego ważonym charakterystyką częstotliwościową A,

L_C jest poziomem krytycznym, tj. najniższym poziomem hałasu, który wytworzy $TTS \geq 5$ dB ($L_C = 78$ dB A),

t jest czasem ekspozycji i

t_0 jest stałą czasową ($t_0 = 2$ h).



Należy zauważyć, że powyższy model TTS został opracowany i zweryfikowany u młodych osób z normalnym słuchem. Jednak model jest wystarczający dla celów ochrony słuchu można przyjąć, powszechnie uznawane założenie, że osoby z uszkodzeniami słuchu nie powinny być narażone na hałas o poziomach, które mogą powodować zmiany słyszenia u osób ze zdrowym słuchem.

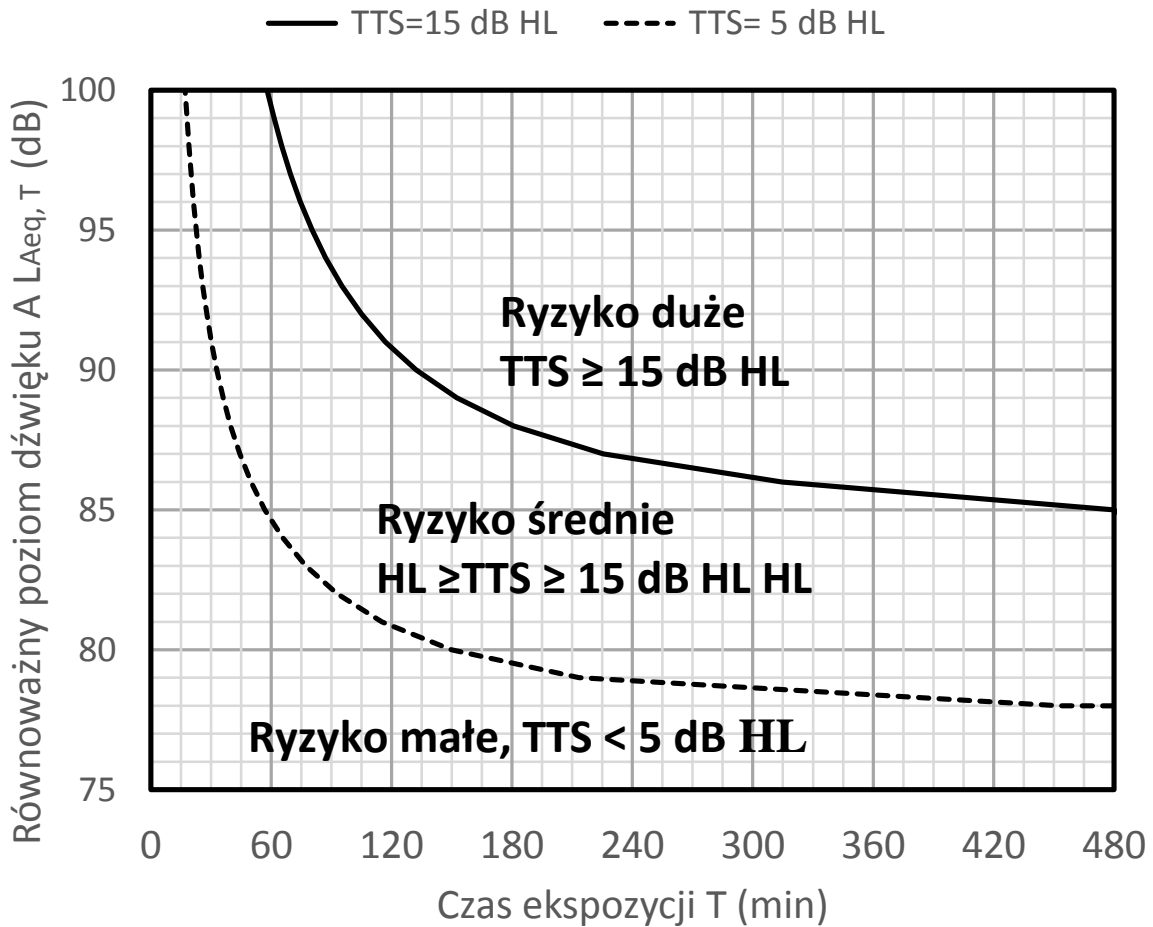
Spodziewane ubytki słuchu szacowane na podstawie równania (5) zależą od czasu ekspozycji na hałas T i od równoważnego poziomu dźwięku ważonego charakterystyką częstotliwościową A w czasie T ($L_{Aeq,T}$), czyli czasowe przesunięcie progu słuchu jest powyższych zmiennych TTS ($L_{Aeq,T}, T$).

Równanie (5) nie uwzględnia zmian poziomu dźwięku i przerw w narażeniu na hałas, w czasie których TTS może maleć. Pomimo takiego uproszczenia modelu ocena możliwości wystąpienia TTS o określonych wartościach jest pomocna przy jakościowym szacowaniu ryzyka wystąpienia czasowych zmian słuchu wywołanych narażeniem na hałas.

Wobec Zróżnicowanego stanu słuchu pracowników narażonych na hałas przyjęto nasypujące graniczne wartości TTS wyznaczające ryzyko szkodliwego oddziaływania hałasu na słuch:

- ryzyko małe dla ekspozycji na hałas wywołujących TTS < 5 dB HL,
- ryzyko średnie ekspozycji na hałas wywołujących 5 dB HL \geq TTS ≥ 15 dB HL,
- ryzyko duże ekspozycji na hałas wywołujących TTS ≥ 15 dB HL.

Na rysunku 1. Przedstawiono diagram wyznaczający obszary narażenia na hałas w których kombinacja czasu ekspozycji T i równoważnego poziomu dźwięku ważonego charakterystyką częstotliwościową A w czasie T ($L_{Aeq,T}$) może powodować ryzyko pojawienia się czasowego przesunięcia progu słuchu (TTS) przy częstotliwości audiometrycznej 4 kHz TTS o określonych wartościach. Granice obszarów małego, średniego i dużego ryzyka wyznaczają ekspozycje narażenia na hałas, które mogą powodować TTS o wartościach 5 i 15 dB HL.



Rysunek 1. Diagram wyznaczający obszary ryzyka pojawienia się przy częstotliwości audiometrycznej 4 kHz czasowego przesunięcia progu słuchu (TTS) o określonych wartościach. Linie wyznaczają obszary małego, średniego i dużego ryzyka, które zawierają odpowiednie kombinacje czasu ekspozycji T i równoważnego poziomu dźwięku ważonego charakterystyką częstotliwościową A w czasie T ($L_{Aeq, T}$).

- 16 Macrae, J.H., 1994. An investigation of temporary threshold shift caused by hearing aid use. *J. Speech Hear. Res.* 37, 227–237.
- 17 Mills, J.H., Gilbert, R.M., Adkins, W.Y., 1979. Temporary threshold shifts in humans exposed to octave bands of noise for 16 to 24 hours. *J. Acoust. Soc. Am.* 65, 1238–1248. doi:10.1121/1.382791.
- 18 Melnick, W., 1991. Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J. Acoust. Soc. Am.* 90, 147–154.
- 19 Mazur, K., Voix, J., 2013. Implementing 24-hour in-ear dosimetry with recovery. *Proc. Meet. Acoust.* 19, 040016. doi:10.1121/1.4800398.



7. Metody ograniczania zagrożenia hałasem

Wytyczne dotyczące dostosowania warunków pracy w narażeniu na hałas na stanowiskach pracy w pubach, klubach muzycznych, dyskotekach, salach koncertowych w klubach fitness, dotyczy stanowisk pracy związanych z obsługą działalności rozrywkowej i sportowej czyli dyskdżokejów, muzyków, barmanów, kelnerów, pracowników ochrony, trenerów sportowych kadry kierowniczej itd. Szkodliwe działanie hałasu może być ograniczone przez podejmowanie odpowiednich działań profilaktycznych.

a. Działania techniczne

Zagrożenia hałasem najlepiej eliminować przez jego redukcję w miejscu powstawania, jednak ze względów na rodzaj prowadzonej działalności lub ze względów ekonomicznych nie wszędzie jest to możliwe.

Tam gdzie jest to możliwe, pracownicy powinni być wyposażeni w ochronniki słuchu. Ochronniki słuchu powinny być odpowiednio dobrane do poziomu hałasu występującego na stanowisku pracy. Ochronniki słuchu powinny zapewnić prawidłową ochronę słuchu ale również powinny umożliwiać prawidłowe wykonywanie czynności wykonywane przez pracownika oraz nieprzerwane stosowanie ochronników w trakcie narażenia na hałas. Na przykład, w przypadku czynności związanych z wykonywaniem lub odtwarzaniem muzyki, czy obsługą aparatury nagłaśniającej ochronniki powinny jednakowo tłumić dźwięki o różnych częstotliwościach. Natomiast w przypadku stanowisk barmanów i kelnerów ochronniki powinny umożliwiać porozumiewanie się z klientami; zapewniają to ochronniki wyposażone w elektroniczne urządzenia selektywnego wzmacniania mowy. Oprócz doboru ochronników słuchu pod kątem właściwości tłumieniowych przy doborze należy uwzględnić komfort użytkowania i przeciwwskazania zdrowotne.

Należy utrzymywać prawidłowe działanie urządzeń będących źródłami hałasu występującego na stanowiskach pracy, zarówno tych, które związane są z prowadzoną działalnością (np. systemami nagłaśniającymi czy urządzeniami do ćwiczeń sportowych w klubach fitness) jak i tych, które stanowią wyposażenie budynków wyposażenia budynków (np. systemy zasilania energetycznego, systemy wentylacji i klimatyzacji, instalacje wodne, urządzenia chłodnicze itp.).

W przypadku budowy nowych obiektów rozrywkowych i sportowych lub modernizacji starych należy zapewnić wydzielenie stref o niższym poziomie hałasu (np. bary, szatnie, korytarze klatki schodowe) za pomocą ścian działowych, dźwiękochłonnych parawanów lub kotar. W wydzielonych strefach zapewnić właściwą izolacyjność akustyczną wykorzystując pomieszczenia w elementy dźwiękochłonne na sufitach i ścianach. Przy wyborze instalacji i urządzeń należy minimalizować emisję hałasu.



b. Działania organizacyjne

Oprócz działań technicznych zmniejszających narażenie na hałas powinny zostać podjęte zapobiegawcze działania organizacyjne mające na celu zmniejszenie narażenia na hałas i jego szkodliwych skutków. Z uwagi na specyfikę zadań wykonywanych przez pracowników w obiektach sportowych i w obiektach branży rozrywkowej podstawowymi powinny polegać na zapewnieniu pracownikom:

- wstępnych i okresowych badaniom lekarskim i mogą zostać dopuszczeni do pracy tylko na podstawie aktualnego orzeczenia lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku,
- dostępu do wyników pomiarów hałasu występującego na stanowiskach pracy, informacji o wynikach oceny zawodowego narażenia na hałas i o ryzyku zawodowym związanym z wykonywanymi pracami,
- szkoleń dotyczących bezpieczeństwa pracy w warunkach narażenia na hałas i zdrowotnych skutkach narażenia na hałas.

Ponadto, jeśli to możliwe, zmniejszyć ekspozycje na hałas przez stosowanie rotacji pracowników między stanowiskami pracy bardziej i mniej zagrożonymi hałasem. Należy systematycznie kontrolować stan techniczny urządzeń będących źródłami hałasu występującego na stanowiskach pracy. Tych które związane są z prowadzoną działalnością np. systemami nagłaśniającymi czy urządzeniami do ćwiczeń sportowych w klubach fitness lub stanowią wyposażenie budynków wyposażenia budynków (np. systemy zasilania energetycznego, systemy wentylacji i klimatyzacji, instalacje wodno-kanalizacyjną itp.).

c. Profilaktyka medyczna

Działania profilaktyczne mające na celu ochronę pracowników przed narażeniem na hałas powinny być adekwatne do wyników oceny ryzyka pracownika na danym stanowisku pracy oraz wyników badań medycznych.

Istotnym sposobem zapobiegania skutkom szkodliwego działania hałasu na człowieka w środowisku pracy jest profilaktyka lekarska. Obejmuje ona wstępne i okresowe badania lekarskie, którymi powinni być objęci pracownicy. Badania lekarskie mają na celu unikanie zawodowego narażenia na hałas osób, których stan zdrowia odbiega od normy, ponieważ praca w warunkach narażenia na hałas może prowadzić do pogorszenia ich stanu zdrowia.

Badania wstępne obejmują: ogólnolekarskie i otolaryngologiczne oraz audiometrię tonalną (przewodnictwo powietrzne i kostne). Badania okresowe powinny być przeprowadzane nie rzadziej, niż co 2 lata w zakresie takim, jaki obowiązuje badania wstępne.



Celem badań wstępnych jest określenie stanu zdrowia pod kątem możliwości wykonywania pracy na określonym stanowisku pracy w warunkach narażenia na hałas, natomiast w przypadku badań okresowych dodatkowym celem jest tych badań jest wczesnych objawów uszkodzenia słuchu powstających pod wpływem narażenia na hałas i niedopuszczenie do dalszego pogorszenia słuchu. Kontrolowanie stanu słuchu jest szczególnie istotne u pracowników podlegających wysokiej ekspozycji na hałas i podwyższonemu ryzyku zawodowemu.

8. Literatura

1. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark Ch, Janssen S et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2013;383(9925):1325-32, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X).
2. Stanfeld SA, Mathesen MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull*. 2003;68:243-57.
3. Smith AP, Jones DM. Noise and Performance. *Handbook of Human Performance, The Physical Environment*. Academic Press, London 1992:1-28.
4. Babisch W. Cardiovascular effects of noise. *Noise Health*. 2011;13:201-14.
5. McReynolds MC. Noise-induced hearing loss. *Air Med J*. 2005;24(2):73-8.
6. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 czerwca 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. *DzU z 2016 r., poz. 952*.
7. 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. *DzU z 2005 r., nr 157 poz. 1318*.
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią. *DzU z 2017 r., poz. 796*.
9. Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. *DzU z 2016 r., poz. 1509*.
10. PN-ISO 9612:2011. Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2011.
11. PN-N-01307:1994 Hałas -- Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy -- Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
12. PN-N-18002:2011 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy- Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego”, PKN Warszawa 2011.
13. ISO 1999:2013 – Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss. 3rd ed., 2013.



14. PN-ISO1999:2000 „Akustyka - Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem”, 2000.
15. ISO 1999:1990 – Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss, 1990.
16. Macrae JH. An investigation of temporary threshold shift caused by hearing aid use. *J Speech Hear Res.* 1994;37:227-37.
17. Mills JH, Gilbert RM, Adkins WY. Temporary threshold shifts in humans exposed to octave bands of noise for 16 to 24 hours. *J Acoust Soc Am.* 1979;65:1238-48, doi:10.1121/1.382791.
18. Melnick W. Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J Acoust Soc Am.* 1991;90:147-54.
19. Mazur K, Voix J. Implementing 24-hour in-ear dosimetry with recovery. *Proc. Meet. Acoust.* 2013;19, 040016. doi:10.1121/1.4800398.