

Emil Kozłowski

Narażenie nauczycieli muzyki na hałas

Metody ograniczania

CIOP  **PIB**

Warszawa 2013

Opracowano i wydano w ramach II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2011-2013) finansowanego w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej.
Koordynator programu:
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autor
mgr inż. Emil Kozłowski – Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych CIOP-PIB

Projekt okładki
Jolanta Maj

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2013

ISBN 978-83-7373-158-5

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

1. Wpływ hałasu na pracę nauczyciela muzyki	5
2. Ocena narażenia nauczycieli muzyki na hałas	7
2.1. Podstawowe parametry charakteryzujące hałas	7
2.2. Wartości dopuszczalne parametrów charakteryzujących hałas	8
2.3. Metoda pomiaru hałasu	9
3. Poziomy dźwięków oddziałujących na nauczycieli muzyki	11
4. Metody ograniczenia narażenia nauczycieli muzyki na hałas	14
4.1. Dobór sal lekcyjnych	14
4.2. Adaptacja akustyczna	16
4.3. Kierunkowość instrumentów	19
4.4. Ochronniki słuchu	20
5. Profilaktyka medyczna	22
Literatura	23

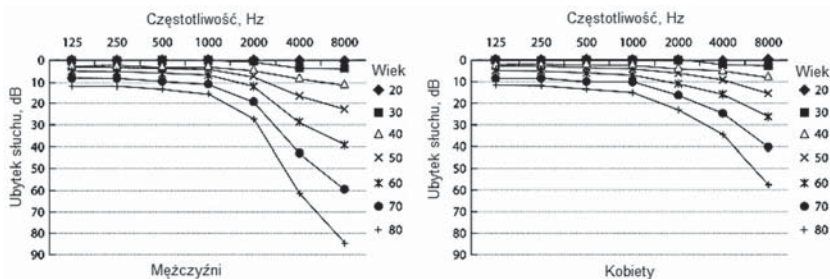
1. Wpływ hałasu na pracę nauczyciela muzyki

Najczęściej hałas definiuje się jako dźwięki niepożądane, nieprzyjemne czy też szkodliwe, występujące w danych warunkach. W przypadku muzyki nie są to dźwięki niepożądane pojawiające się jako efekt wtórny procesu technologicznego, jak to ma miejsce w przemyśle. Nie są to także dźwięki nieprzyjemne, gdyż muzyka może być źródłem doznań estetycznych. Jednak w pewnych sytuacjach głośne dźwięki muzyczne mogą negatywnie oddziaływać na osoby związane zawodowo z wykonywaniem muzyki czy też uczące gry na instrumentach. W takich przypadkach muzykę powinno się traktować jako hałas.

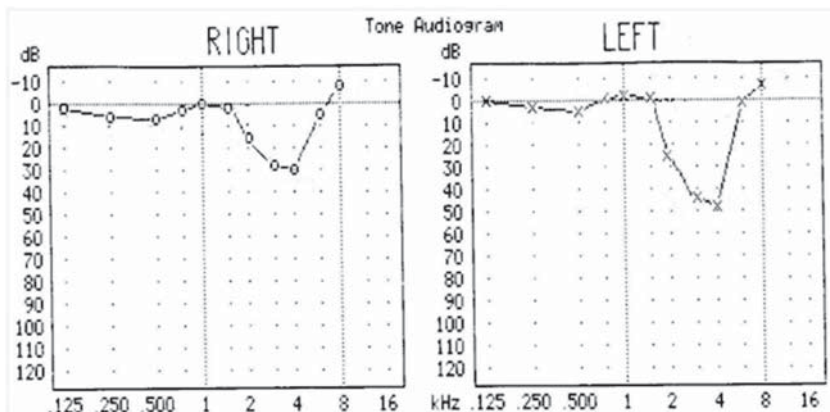
Najczęściej spotykanymi dolegliwościami doświadczanymi przez nauczycieli muzyki i muzyków, spowodowanymi ekspozycją na dźwięki o wysokich poziomach, są nadwrażliwość słuchowa, szumy uszne oraz ubytki słuchu. **Nadwrażliwość słuchowa** przejawia się przykrym odczuwaniem niektórych, nawet niezbyt głośnych dźwięków. Może być czynnikiem stresogennym i ze względu na swoją uciążliwość, może powodować problemy z wykonywaniem zawodu nauczyciela muzyki. **Szumy uszne** polegają na samoistnym powstawaniu dźwięków w układzie słuchowym przy braku zewnętrznego źródła tych dźwięków. Osoby cierpiące na szumy uszne słyszą samoistnie gwizdy, świsty, dzwonienie i tym podobne dźwięki.

Największe problemy z wykonywaniem pracy mają nauczyciele muzyki z ubytkiem słuchu. Osoby z ubytkiem słuchu słabiej odbierają docierające dźwięki. **Ubytek słuchu** wynika z naturalnej fizjologii organizmu i powiększa się z wiekiem. Jednakże przebywanie w hałasie nakłada na ten naturalny proces ubytki słuchu pochodzące od uszkodzeń komórek słuchowych nadmiernymi

ich drganiami. Nawet młodzi ludzie po ekspozycji na nadmiernie głośne dźwięki mogą mieć ubytki słuchu porównywalne do fizjologicznych ubytków słuchu związanych ze starzeniem osób w wieku 70 lat. Na rysunku 1. przedstawiono przebieg naturalnych ubytków słuchu wynikających z wieku, a na rysunku 2. – przykładowy audiogram osoby ekspozowanej na hałas związany z wykonywaniem muzyki. Charakterystyczne jest to, że najwcześniej uwidoczniają się ubytki słuchu wywołane działaniem hałasu przy częstotliwości 2, 3 i 4 kHz.



Rys. 1. Ubytki słuchu związane z wiekiem, zależnie od płci [2]



Rys.2. Ubytki słuchu związane z obciążeniem słuchu hałasem, osobno dla prawego i lewego ucha

2. Ocena narażenia nauczycieli muzyki na hałas

2.1. Podstawowe parametry charakteryzujące hałas

Podstawą oceny narażenia na hałas są wyniki pomiarów trzech parametrów hałasu: równoważnego poziomu dźwięku A ($L_{Aeq, T}$), maksymalnego poziomu dźwięku A (L_{Amax}) i szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}).

Równoważny poziom dźwięku A ($L_{Aeq, T}$) jest to średnia wartość poziomu dźwięku A zmieniającego się w określonym przedziale czasu. Jest wyrażany w decybelach (dB) i opisywany następującym wzorem:

$$L_{Aeq, T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

gdzie:

$p_A(t)$ – ciśnienie akustyczne skorygowane charakterystyką częstotliwościową A, w paskalach (Pa)

$t_2 - t_1$ – przedział czasu T , w którym jest wyznaczana wartość średnia poziomu, zaczynający się w chwili t_1 i kończący się w chwili t_2 , w s

p_0 – wartość odniesienia ciśnienia akustycznego, równa $20 \mu\text{Pa}$.

Równoważny poziom dźwięku A uwzględniający dzienny lub tygodniowy wymiar czasu pracy jest nazywany poziomem ekspozycji na hałas odniesionym do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX, w}$). Parametry te są wyrażane w decybelach (dB) i określone wzorami:

$$L_{EX, 8h} = L_{Aeq, T_e} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$$

$$L_{EX,w} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{EX,8h,i}} \right]$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla czasu ekspozycji T_e , w dB

T_e – czas narażenia pracownika na hałas, w h, min, s

T_0 – czas odniesienia = 8 h = 480 min = 28 800 s

$L_{EX,8h,i}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy w i -tym dniu roboczym w rozważanym tygodniu pracy, w dB

i – kolejny dzień roboczy w rozważanym tygodniu pracy

n – liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu pracy.

Maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}) jest to maksymalna wartość skuteczna poziomu dźwięku A występująca w czasie narażenia na hałas.

Szczytowy poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}) jest to maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C występująca w czasie narażenia na hałas.

2.2. Wartości dopuszczalne parametrów charakteryzujących hałas

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, podanymi w *Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* [7], dopuszczalne wartości parametrów opisujących hałas to:

- ▶ **85 dB** dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX,8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX,w}$)
- ▶ **115 dB** dla maksymalnego poziomu dźwięku A (L_{Amax})

- ▶ **135 dB** dla szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}).

Na mocy *Rozporządzenia 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* [6], wdrażającego postanowienia dyrektywy europejskiej 2003/10/WE, zostały wprowadzone dodatkowo następujące wartości progu działania:

- ▶ **80 dB** dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX, w}$)
- ▶ **135 dB** dla szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}).

2.3. Metoda pomiaru hałasu

Pomiary hałasu na stanowiskach pracy powinny być przeprowadzane zgodnie z wymaganiami norm PN-EN 9612:2011P [9] i PN-N-01307:1994P [13]. Pomiary te można wykonywać miernikami poziomu dźwięku lub indywidualnymi miernikami ekspozycji (dozymetrami). Miernik poziomu dźwięku używany do pomiarów hałasu wśród nauczycieli muzyki powinien spełniać wymagania normy PN-EN 61672-1:2005P [12] dla przyrządów pomiarowych klasy 1. lub 2., przy czym preferowane są mierniki klasy dokładności 1. Dozymetr zaś powinien spełniać wymagania normy PN-EN 61252:2000P [11], jednakże zalecane jest stosowanie dozymetrów również spełniających wymagania normy PN-EN 61672-1:2005P [12] dla przyrządów pomiarowych klasy 1.

Miernik powinien być kalibrowany przez użytkownika co najmniej przed każdą serią pomiarów hałasu i po każdej serii pomiarów hałasu kalibratorem spełniającym wymagania podane w normie PN-EN 60942:2005P [10] dla klasy 1.

Według normy PN-EN ISO 9612:2011P [9] pomiary hałasu miernikiem poziomu dźwięku powinny być wykonywane bez

udziału pracownika lub bezpośrednio przy uchu pracownika. Mikrofon na stanowisku pracy, gdy obecność pracownika nie jest wymagana, powinien być umieszczony w położeniu, w którym zwykle znajduje się głowa pracownika. W innych sytuacjach, gdy wymagana jest obecność pracownika na stanowisku pracy, mikrofon powinien być umieszczony, jeśli jest to możliwe, w odległości od 0,1 do 0,4 m od wejścia do przewodu słuchowego, po stronie ucha narażonego na wyższe wartości hałasu.

W przypadku pracy nauczycieli muzyki nie jest możliwe, aby wykonywać pomiar miernikiem poziomu dźwięku bez obecności pracownika. Należy zatem wykonywać pomiary w trakcie zajęć w miejscu przebywania nauczyciela, możliwie jak najbliżej przewodu słuchowego nauczyciela.

Praca nauczycieli muzyki charakteryzuje się złożonym i niejednorodnym rozkładem zajęć, w których skład wchodzi lekcje indywidualne, praca z zespołami kameralnymi i praca z orkiestrą. Pomiary hałasu powinny obejmować wszystkie zajęcia, w których nauczyciel uczestniczy, dlatego odpowiedniejszym przyrządem do pomiarów jest dozymetr. Według normy PN-EN ISO 9612:2011P [9] mikrofon dozymetru hałasu powinien być zamocowany nad ramieniem osoby badanej – w odległości co najmniej 0,1 m od wejścia kanału ucha zewnętrznego po stronie ucha bardziej narażonego na hałas oraz około 0,04 m powyżej ramienia.








Należy pamiętać, aby w ocenie narażenia uwzględnić obciążenie hałasem związane z pozadydaktyczną działalnością nauczycieli muzyki, którzy bardzo często są jednocześnie czynnymi artystami występującymi indywidualnie lub w orkiestrach.








3. Poziomy dźwięków oddziałujących na nauczycieli muzyki

Poziom dźwięku docierającego do nauczyciela muzyki zależy w głównej mierze od rodzaju instrumentu, na którym gra uczeń, repertuaru ćwiczonego na zajęciach, a także od rodzaju pomieszczenia, w którym odbywają się zajęcia (wielkość, zastosowana adaptacja akustyczna).

W tabeli 1. przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku A ($L_{Aeq, T}$), maksymalnego poziomu dźwięku A (L_{Amax}) i szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}), na które mogą być narażeni nauczyciele muzyki prowadzący zajęcia z gry na różnych instrumentach. W odniesieniu do niektórych instrumentów wartości równoważnego poziomu dźwięku A podano na podstawie pomiarów przeprowadzanych w salach lekcyjnych różnej wielkości i adaptacji akustycznej.

Tabela 1. Równoważny poziom dźwięku A, maksymalny poziom dźwięku A i szczytowy poziom dźwięku C, występujące podczas zajęć z gry na instrumentach oraz nauki śpiewu

Rodzaj zajęć	$L_{Aeq, T}$ dB	L_{Amax} dB	L_{Cpeak} dB
Gra na trąbce 	83,1–91,6	113,1	121,8
Gra na waltorni 	84,3–88,0	106,1	121,0
Gra na puzonie 	83,1–90,3	105,3	119,0
Gra na flecie 	82,1–84,1	100,9	110,2
Gra na klarnecie 	81,7–84,5	100,8	111,3
Gra na oboju 	81,2–83,9	100,2	108,7
Gra na fagocie 	86,3	113,0	122,7

Rodzaj zajęć	$L_{Aeq, T}$ dB	L_{Amax} dB	L_{Cpeak} dB
Gra na saksofonie 	83,7–88,5	103,2	119,6
Gra na skrzypcach 	76,3–81,4	93,6	114,3
Gra na wiolonczeli 	77,6	95,3	115,9
Gra na kontrabasie 	73,5–74,6	93,9	109,1
Gra na fortepianie 	81,6	96,0	114,5
Gra na organach 	74,4–75,3	87,7	105,7
Gra na instrumentach perkusyjnych 	83,6–89,6	110,4	142,0
Śpiew	83,7–88,6	105,5	119,5

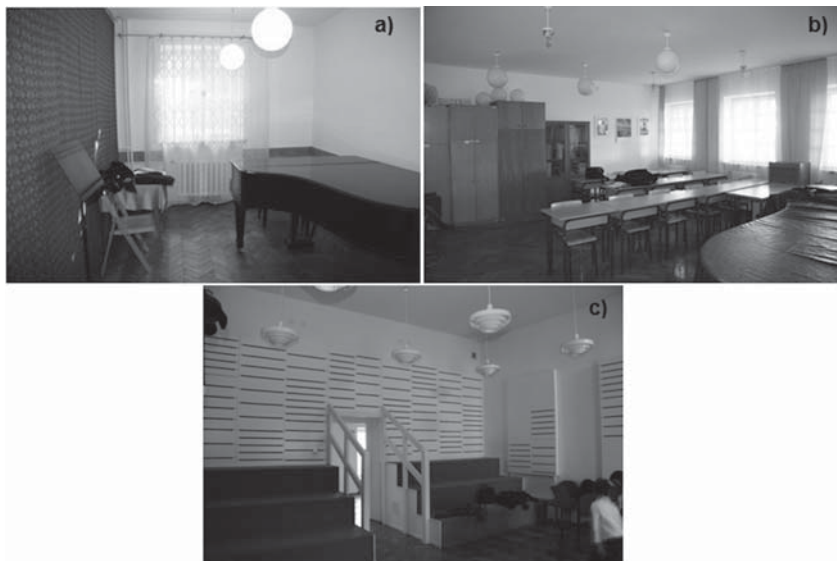
Przedstawione w tabeli 1. wyniki równoważnego poziomu dźwięku A świadczą o tym, że nauczyciele gry na instrumentach dętych blaszanych, perkusyjnych, saksofonie i fagocie oraz nauczy-

ciela śpiewu mogą być narażeni na hałas o poziomie ekspozycji, odniesionej do dnia pracy ($L_{EX, 8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX, w}$), przekraczającym wartość dopuszczalną 85 dB w przypadku, gdy pracują codziennie przez 8 godzin. Nauczyciele gry na flecie, klarncie, oboju, skrzypcach i fortepianie mogą zaś być narażeni na poziomy przekraczające próg działania (80 dB). Dodatkowo, podczas gry na instrumentach perkusyjnych występują hałasy o charakterze impulsowym powodujące przekroczenia wartości dopuszczalnej w przypadku szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}).

4. Metody ograniczenia narażenia nauczycieli muzyki na hałas

4.1. Dobór sal lekcyjnych

Najlepszym rozwiązaniem ograniczającym narażenie nauczycieli muzyki na hałas jest odpowiedni dobór sal lekcyjnych. Wielkość sal lekcyjnych jest bardzo istotna, gdyż prowadzenie zajęć w małych salach wiąże się z większym narażeniem na hałas niż w dużych salach. Należy unikać doboru sal lekcyjnych ze względu na wielkość instrumentów, na których grają uczniowie. Sale powinny być tak dobierane, aby zajęcia z gry na głośnych instrumentach, tj. instrumentach dętych blaszanych i instrumentach perkusyjnych, odbywały się w salach o największych wymiarach. Zajęcia z gry np. na instrumentach smyczkowych mogą być prowadzone w małych salach.



Rys. 3. Sale wykorzystywane do nauki gry na instrumentach i śpiewu, o kubaturze: a) 41,1 m³, b) 121,4 m³, c) 171,6 m³



Rys. 4. Sale wykorzystywane do nauki gry na instrumentach perkusyjnych, o kubaturze: a) 42,8 m³, b) 126,5 m³

Przykład wpływu wielkości sali na możliwość ograniczenia narażenia na hałas docierający do nauczyciela podczas ćwiczeń z gry na instrumentach i nauki śpiewu przedstawiają wyniki pomiarów zestawione w tabeli 2. Na rysunkach 3. i 4. przedstawiono sale, w których wykonano pomiary równoważnego poziomu dźwięku A w typowym miejscu przebywania nauczyciela podczas ćwiczeń uczniów.

Tabela 2. Równoważny poziom dźwięku A instrumentów zmierzony w salach lekcyjnych

Objętość sali / Instrument	$L_{Aeq, T}$ dB		
	42,8	126,5	171,6
Objętość sali, m³	41,1	121,4	171,6
Śpiew	87,0	86,5	85,2
Trąbka	97,9	96,1	93,5
Skrzypce	82,7	80,3	79,2
Puzon	95,3	92,5	91,1
Saksofon	92,2	90,9	89,5
Kontrabas	78,2	74,3	74,6
Klarnet	87,6	84,8	83,8
Fortepian	89,7	88,0	86,8
Flet	81,6	80,6	78,9
Objętość sali, m³	42,8	126,5	
Werbel	96,5	92,5	
Ksylofon	86,8	84,2	

Przedstawione w tabeli 2. wyniki świadczą, że najwyższe poziomy dźwięku A w miejscu, gdzie przebywa nauczyciel muzyki,

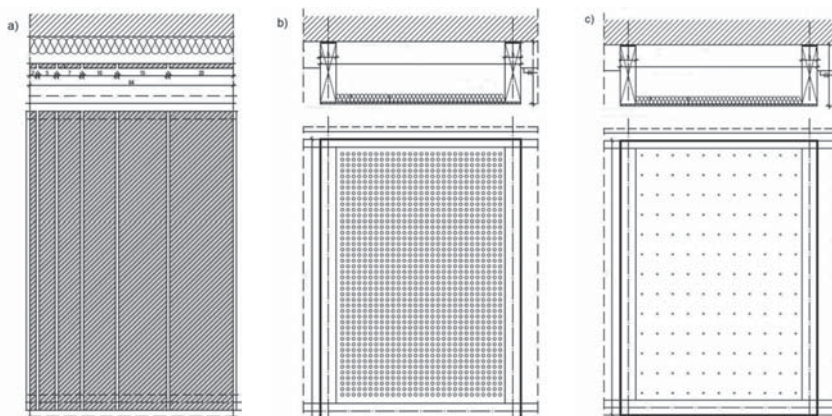
występują w sali o najmniejszej kubaturze ($L_{Aeq, T}$ od 78,2 do 97,9 dB, odpowiednio dla kontrabasu i trąbki). W sali o objętości trzykrotnie większej wartości poziomu dźwięku A były niższe o 0,5 – 3,9 dB, odpowiednio dla śpiewu i kontrabasu. Różnica pomiędzy poziomami dźwięku A w salach o skrajnych wielkościach wynosiła od 1,8 do 4,4 dB, odpowiednio dla śpiewu i trąbki. W przypadku nauki gry na instrumentach perkusyjnych w mniejszej sali poziomu dźwięku były wyższe o 4 dB i 2,6 dB, odpowiednio podczas gry na werblu i ksylofonie.

4.2. Adaptacja akustyczna

Kolejnym sposobem ograniczania narażenia na hałas nauczycieli muzyki jest wykonanie adaptacji akustycznej pomieszczeń, w których są prowadzone zajęcia. Adaptacja akustyczna polega na użyciu materiałów pochłaniających dźwięk w celu skrócenia czasu pogłosu w pomieszczeniu, a co za tym idzie – obniżenia poziomu dźwięku. Najprostszym sposobem poprawy akustyki sal jest powieszenie **grubych zasłon welurowych** (kotar) na ścianach z oknami, choć można je również umieścić na innych ścianach pomieszczenia. Materiałem pochłaniającym dźwięk jest także **dywan** lub **wykładzina**. Do adaptacji akustycznej sali można zastosować skuteczniejsze rozwiązanie, jakim są **ustroje akustyczne** [3]. Przykłady konstrukcji ustrojów akustycznych, które można umieszczać na ścianach sal służących do nauki gry na instrumentach, zaprezentowano na rysunku 5.

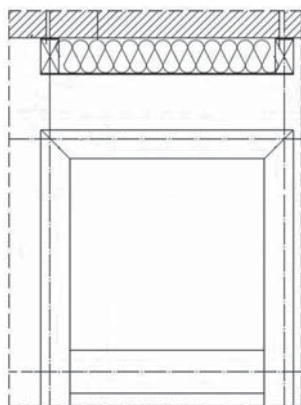
Przedstawiony na rysunku 5. **ustrój szczelinowy** składa się z 6 desek o grubości 15 mm, o zróżnicowanych szerokościach (20, 15, 10, 7, 5 i 2 cm), mocowanych ze szczelinami szerokości 1 cm. Za deskami jest umieszczona wełna mineralna o grubości 5 cm. Ustrój taki zapewnia równomierne pochłanianie dźwięku w szerokim zakresie częstotliwości. **Ustrój akustyczny perforowany 25%** jest zbudowany ze sklejk z wywierconymi otworami o średnicy 5 mm.

Na wewnętrznej stronie sklejk znajduje się wełna mineralna o grubości 2,5 cm. Ustrój ten zapewnia poprawę pochłaniania w zakresie częstotliwości powyżej 500 Hz. **Ustrój akustyczny perforowany 5%** jest wykonany ze sklejki o grubości 6 mm z wywierconymi otworami o średnicy 5 mm. Wewnątrz ustroju znajduje się wełna mineralna o grubości 2,5 cm. Współczynnik pochłaniania tego ustroju osiąga najwyższe wartości przy niskich częstotliwościach (125 Hz).



Rys. 5. Ustroje akustyczne: a) szczelinowy, b) perforowany 25%, c) perforowany 5% [3]

Na sufitach sal lekcyjnych służących do nauki muzyki powinny być umieszczone modułowe **sufity podwieszane**, a tam, gdzie rozwiązania konstrukcyjne na to nie pozwalają, można wykorzystać **ustrój sufitowy**. Przykładowy ustrój sufitowy został przedstawiony na rysunku 6. Jest on zbudowany z płyty z wełny mineralnej o wymiarach 60x60 cm i grubości 10 cm, umieszczonej w drewnianym stelażu. Ustrój ten zapewnia wysoki poziom chłonności od częstotliwości 250 Hz.



Rys. 6. Ustrój akustyczny sufitowy [3]

Przykładowe realizacje adaptacji akustycznej z użyciem omówionych ustrojów przedstawia rysunek 7. W salach tych są prowadzone zajęcia z gry na trąbce, saksofonie, waltorni, puzonie i instrumentach perkusyjnych.



Rys. 7. Przykłady realizacji adaptacji akustycznej sal do nauki gry na instrumentach: a) trąbce (widać kotary, ustrój szczelinowy, ustrój sufitowy), b) saksofonie i waltorni (widać ustrój szczelinowy i ustroje perforowane), c) puzonie (widać ustrój szczelinowy i ustroje perforowane), d) instrumentach perkusyjnych (widać ustrój szczelinowy i ustroje perforowane oraz sufit podwieszany)

Tabela 3. Równoważny poziom dźwięku A ($L_{Aeq,T}$) zmierzony podczas zajęć z gry w salach przed adaptacją i po adaptacji akustycznej

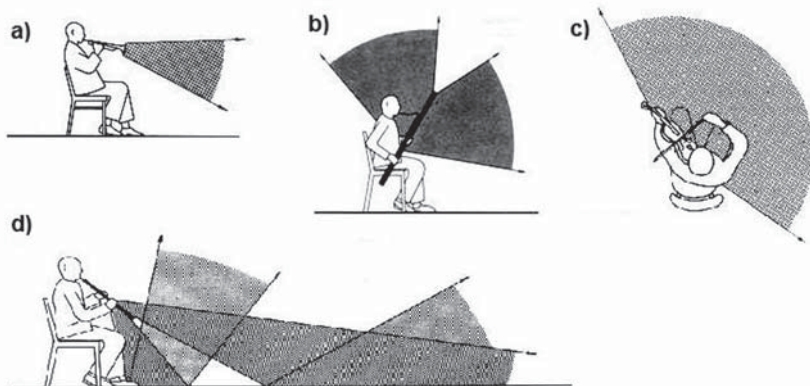
Rodzaj zajęć	$L_{Aeq,T}$ dB	
	przed adaptacją	po adaptacji
Gra na trąbce	89,7	83,9
Gra na saksofonie	87,5	84,3
Gra na waltorni	87,6	84,6
Gra na puzonie	88,3	84,1
Gra na instrumentach perkusyjnych	89,2	84,7

W tabeli 3. przedstawiono wyniki pomiaru równoważnego poziomu dźwięku A przeprowadzonego przed adaptacją i po adaptacji, określające skuteczność dokonanych zmian.

Po adaptacji akustycznej równoważny poziom dźwięku A obniżył się o 5,8, 3,2 3,0, 4,2 i 4,5 dB, odpowiednio dla zajęć z trąbki, saksofonu, waltorni, puzonu i perkusji.

4.3. Kierunkowość instrumentów

Oprócz odpowiedniego doboru wielkości sali lekcyjnej oraz jej adaptacji akustycznej nauczyciele muzyki mogą zmniejszać swoje narażenie na hałas poprzez zajmowanie odpowiedniego miejsca w sali. Podczas zajęć z gry na instrumentach nauczyciele powinni tak ustawiać się w stosunku do ucznia, aby nie być w miejscu pokrywanym się z głównym kierunkiem promieniowania fal akustycznych emitowanych przez instrument. Każdy instrument ma swoją kierunkowość, której znajomość nauczyciele powinni wykorzystywać do ograniczania narażenia na hałas. Kierunkowości przykładowych instrumentów przedstawiono na rysunku 8.



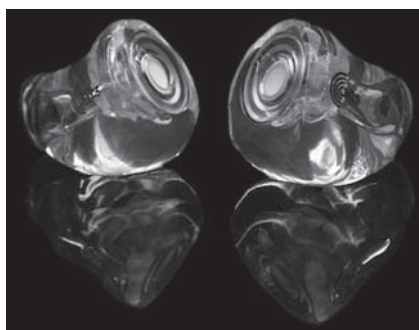
Rys. 8. Kierunkowość instrumentów: a) trąbki, b) fagotu, c) skrzypiec, d) klarnetu [1]

Dźwięk generowany przez skrzypce rozchodzi się głównie do przodu i w prawo. Wiolonczela emituje dźwięk do przodu, do góry i dołu. Dźwięk z kontrabasu rozchodzi się głównie do przodu i w znacznie mniejszym stopniu w prawo. W przypadku fletu emisja dźwięku rozkłada się do przodu i tyłu muzyka, czyli prostopadle do trzymanego instrumentu oraz równolegle w prawą stronę. Ze względu na budowę oraz sposób trzymania instrumentu trąbka oraz puzon emitują dźwięk w przeważającym stopniu do przodu. Klarinet i obój emitują dźwięk także do przodu oraz w dół. W tym przypadku ważne jest podczas ograniczania hałasu zastosowanie pochłaniającego dźwięk dywanu. Dźwięk z fagotu i tuby rozchodzi się głównie w górę, co daje możliwość ograniczenia poziomu dźwięku poprzez pochłaniający sufit. Waltornia głównie emituje dźwięk do tyłu oraz w prawą stronę względem grającego na niej muzyka.

4.4. Ochronniki słuchu

Ostatecznym rozwiązaniem, na który nauczyciele muzyki mogą się zdecydować, są wkładki przeciwhałasowe przystosowane dla muzyków. Standardowe wkładki charakteryzują się nadmiernym tłumieniem w stosunku do potrzeb nauczycieli muzyki, przez co uniemożliwiają im wykonywanie prawidłowo pracy. Standardowe wkładki charakteryzują się też nierównomiernym tłumieniem dźwięku: mniejszymi wartościami tłumienia dźwięku (10–20 dB) w zakresie częstotliwości 125–500 Hz oraz znacznie większymi (30–40 dB) w paśmie 2–8 kHz. Z tego względu, na potrzeby ochrony słuchu podczas wykonywania muzyki opracowano specjalizowane wkładki przeciwhałasowe o płaskiej charakterystyce tłumienia w funkcji częstotliwości. Charakterystykę taką otrzymuje się przez zastosowanie filtra akustycznego we wkładce. Wkładki takie zostały w handlu określone jako **wkładki dla muzyków**. Tego typu wkładki, niezależnie od producenta, mają najczęściej

filtry zaprojektowane przez amerykańską firmę Etymotic Research. Filtry te pozwalają na uzyskanie jednolitego tłumienia dźwięku wynoszącego, w zależności od rodzaju filtra, 9, 15 lub 25 dB i są oznaczone odpowiednio jako ER-9, ER-15 i ER-25. Filtry tłumiące umieszczone są we wkładkach formowanych indywidualnie dla użytkownika. Na rysunku 9. przedstawiono wkładki przeciwhałasowe z umieszczonym filtrem ER.



Rys. 9. Wkładki dla muzyków firmy wyposażone w filtr ER-25 [4]

Firma Etymotic Research zaprojektowała także skrzydełkową wkładkę przeciwhałasową ER-20 z filtrem o tłumieniu 20 dB (rys. 10.). Nie jest ona indywidualnie formowana dla użytkownika, ale dzięki temu jej koszt jest niewielki. Wkładki ER-20 są dostępne w dwóch rozmiarach: standardowym i małym.



Rys. 10. Wkładki Etymotic ER-20 [5]

Jednakże należy pamiętać, że pomimo lepszego dostosowania wkładek do używania podczas wykonywania muzyki, nadal powodują one pewne trudności w odbieraniu muzyki i trzeba się do nich przez pewien czas przyzwyczajać. Tak więc decyzję o stosowaniu wkładek podczas nauczania gry na instrumentach, kiedy to istotne jest wychwytywanie błędów w grze uczniów, należy pozostawić samemu nauczycielowi.

5. Profilaktyka medyczna

Celem profilaktyki medycznej jest ochrona pracownika przed pojawieniem się negatywnych skutków zdrowotnych wywołanych hałasem, a także uniknięcie pogłębiania się chorób, jeżeli takie występują.

Zakres niezbędnych badań oraz częstość ich przeprowadzania (tabela 4.) zostały określone w *Rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r.* [8].

Tabela 4. Zakres badań w profilaktyce medycznej w odniesieniu do pracowników narażonych na hałas

Badania wstępne	lekarskie	– ogólne – otolaryngologiczne
	pomocnicze	– audiometryczne tonalne w zakresie 125–8 000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne) – inne w zależności od wskazań
Badania okresowe	lekarskie	– ogólne – otolaryngologiczne
	pomocnicze	– audiometryczne tonalne w zakresie 125–8 000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne)
Częstotliwość badań		– ogólne co 4 lata – otolaryngologiczne i audiometryczne: przez pierwsze 3 lata pracy w hałasie co rok, następne co 3 lata
Ostatnie badania okresowe	lekarskie	– ogólne – otolaryngologiczne
	pomocnicze	– audiometryczne tonalne w zakresie 125–8 000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne)
Uwagi		– w razie ujawnienia w okresowym badaniu audiometrycznym ubytków słuchu charakteryzujących się znaczną dynamiką rozwoju, częstotliwość badań audiometrycznych należy zwiększyć, skracając przerwę między kolejnymi testami do 1 roku lub 6 miesięcy – w razie narażenia na hałas impulsowy albo na hałas, którego równoważny poziom dźwięku przekracza stale lub często 110 dB (A), badanie audiometryczne należy przeprowadzać nie rzadziej niż raz w roku

Literatura

1. Meyer J.: *Acoustics and the Performance of Music*. Frankfurt/Main, Verlag das Musikinstrument, 1978.
2. Van Eyken E., Van Camp G., Van Laer L.: *The Complexity of Age-Related Hearing Impairment: Contributing Environmental and Genetic Factors*. *Audiol. Neurootol.* 2007, 12 (6), 345-358.
3. Więckowska-Kosmała E., Czechowska M.: *Projekt adaptacji akustycznej 4 sal ćwiczeń muzycznych*. Warszawa 2012.
4. www.acscustom.com/uk/index.php?option=com_content&view=article&id=139&Itemid=44.
5. www.etymotic.com/hp/er20.html.
6. *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 2005, nr 157, poz. 1318.
7. *Rozporządzenie 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*. DzU 2002, nr 217, poz. 1833; zmiany: DzU 2005, nr 212, poz. 1769, 2007, nr 161, poz. 1142.
8. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy*. DzU 1996, nr 69, poz. 332; zmiany: DzU 1997, nr 60, poz. 375, 1998, nr 159, poz. 1057, 2001, nr 37, poz. 451.
9. PN-EN 9612:2011P *Akustyka – Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas – Metoda techniczna*.
10. PN-EN 60942:2005P *Elektroakustyka -- Kalibratory akustyczne*.

11. PN-EN 61252:2000P *Elektroakustyka – Wymagania dotyczące indywidualnych mierników ekspozycji na dźwięk.*
12. PN-EN 61672-1:2005P *Elektroakustyka – Mierniki poziomu dźwięku – Cz. 1: Wymagania.*
13. PN-N-01307:1994P *Hałas – Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.*