

dr hab. Andrzej Miśkiewicz
Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina
Katedra Akustyki Muzycznej

Warszawa, 26 lutego 2015 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Emila Kozłowskiego

Wkładki przeciwhałasowe jako środek ochrony słuchu muzyków zawodowych

Temat rozprawy doktorskiej mgr inż. Emila Kozłowskiego, dotyczący ochrony słuchu muzyków za pomocą wkładek przeciwhałasowych, należy do obszaru zagadnień, któremu badacze zajmujący się problematyką zagrożeń słuchu poświęcają coraz więcej uwagi. Do wzrostu zainteresowania zagadnieniami dotyczącymi ochrony słuchu muzyków przyczynił się m.in. fakt, że zapisami zawartymi w Dyrektywie 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady państwa Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia skutecznych rozwiązań technicznych i legislacyjnych chroniących muzyków przed zagrożeniami słuchu w miejscu pracy. Specyfiką problematyki ochrony słuchu muzyków jest to, że dźwięki na które są oni narażeni w miejscu pracy nie są niepożądanym hałasem, lecz intencjonalnym wytworem ich działalności zawodowej, który musi spełniać określone wymagania artystyczne.

Pan mgr. inż. Emil Kozłowski sformułował w swojej rozprawie doktorskiej hipotezę zakładającą, że specjalizowane wkładki przeciwhałasowe dla muzyków mogą być skuteczną ochroną słuchu przed nadmierną ekspozycją na dźwięk, nie pogarszając przy tym jakości artystycznej wykonywanych utworów. Weryfikacja tej hipotezy jest głównym celem rozprawy p. Kozłowskiego.

Recenzowana rozprawa liczy 141 stron i składa się ze wstępu, siedmiu rozdziałów, spisu cytowanej literatury oraz dwóch załączników, w których zamieszczone zostały szczegółowe wyniki pomiarów uzyskane w przeprowadzonych przez Autora eksperymentach. W tekście rozprawy wyróżnić można następujące, główne części: część zawierającą analizę literatury przedmiotu (rozdział 1) oraz sformułowanie tezy rozprawy (rozdział 2), część zawierająca opis i omówienie wyników przeprowadzonych przez Autora pomiarów i eksperymentów

(rozdziały 3-6) oraz część będąca podsumowaniem wyników badań, w której przedstawiono wnioski końcowe (rozdział 7).

Analiza literatury odnoszącej się do zagadnień będących przedmiotem rozprawy, przedstawiona została w rozdziale 1. W kolejnych podrozdziałach Autor omówił opublikowane wyniki pomiaru poziomów dźwięku występujących podczas ćwiczeń, prób i koncertów, wyniki badań nad zagrożeniami słuchu powodowanymi przez ekspozycję na dźwięki muzyczne, rozwiązania techniczne środków ochrony muzyków przed zagrożeniami słuchu oraz problemy związane ze stosowaniem tych środków w praktyce.

Analiza literatury została przedstawiona w sposób wyczerpujący i szczegółowy. Zebra-
ne w rozdziale 1.1 prace, dokumentujące poziomy dźwięku wytwarzanego przez pojedyncze instrumenty muzyczne i zespoły instrumentów, zawierają bardzo obszerny zbiór danych odnoszących się do różnych gatunków muzycznych, uzyskanych przy zastosowaniu różnych procedur pomiarowych w rozmaitych warunkach ekspozycji muzyków na dźwięk. W odniesieniu do rozdziału 1.1 mam uwagę redakcyjną. Treść tego rozdziału byłaby bardziej przejrzysta gdyby omówienie szczegółowych danych zamieszczonych w poszczególnych pracach, dokonane przez Autora bardzo rzetelnie, zostało zakończone krótkim ogólnym podsumowaniem ze wskazaniem na instrumenty i zespoły stanowiące dla słuchu potencjalnie największe zagrożenie. W rozdziale 1.1 należałoby również zwrócić uwagę na inny obok poziomu dźwięku czynnik zagrożenia, którym jest ekspozycja na dźwięki impulsowe spotykane m.in. w muzyce rockowej.

Wynikający z analizy literatury wniosek, że dźwięki muzyczne mogą powodować zagrożenia słuchu został w czytelny sposób przedstawiony w rozdziale 1.2, w przeglądzie badań nad zagrożeniami słuchu związanymi z działalnością zawodową muzyków różnych specjalności. Z punktu widzenia celu rozprawy szczególnie istotne znaczenie mają doniesienia omówione w rozdziale 1.4 z których wynika, że wielu muzyków niechętnie korzysta z wkładek przeciwhałasowych obawiając się, że mogą one negatywnie wpływać na jakość artystyczną wykonania utworów.

Rozdział 2, przedstawiający cel, tezę oraz zakres rozprawy został zredagowany bardzo zwięźle i liczy zaledwie nieco ponad dwie strony. Wyodrębnienie tezy w postaci oddzielnego rozdziału było bardzo trafną decyzją ze względu na przejrzystość redakcyjną. W odniesieniu do zamieszczonego na str. 37 sformułowania tezy rozprawy mam następującą uwagę: Autor napisał, że „wkładki (...) mogą być skuteczną ochroną przed nadmierną ekspozycją na dźwięk pod warunkiem, że nie pogarszają artystycznego wyniku pracy muzyków”. W sfor-

mułowaniu tym jest pewna nieścisłość, bowiem skuteczność ochrony słuchu za pomocą wkładek nie zależy od jakości artystycznej wykonania utworu. Teza rozprawy powinna brzmieć: „wkładki (...) mogą być skuteczną ochroną przed nadmierną ekspozycją na dźwięk, nie pogarszając przy tym artystycznego wyniku pracy muzyków”.

Rozdział 3 przedstawia wyniki pomiaru ekspozycji muzyków na dźwięk. Autor przeprowadził pomiary podczas prób i koncertów orkiestry symfonicznej, orkiestry dętej, zespołów jazzowych oraz zespołów rockowych. Wyniki pomiarów pozwoliły ocenić fizjologiczne obciążenie słuchu muzyków oraz oszacować zagrożenia słuchu. Dane na temat poziomów dźwięku występujących podczas koncertów różnego rodzaju zespołów muzycznych publikowane były w licznych pracach, których wyniki Autor omówił w rozdziale 1. Nie należało się zatem spodziewać, żeby uzyskane wyniki pomiarów znacząco odbiegały od danych, jakie uzyskano w starszych pracach, dla podobnego typu zespołów wykonujących podobny repertuar z zakresu muzyki symfonicznej i jazzowej. Z punktu widzenia oszacowania zagrożeń słuchu, wśród przeprowadzonych przez Autora pomiarów największe znaczenie mają dane dotyczące poziomów dźwięku, na jakie narażeni są muzycy wykonujący muzykę rockową, której poziom dźwięku zależy od mocy wzmacniaczy nagłaśniających. W dziedzinie nagłaśniania koncertów rockowych dokonują się duże zmiany będące wynikiem rozwoju technologicznego urządzeń elektroakustycznych oraz ewolucji upodobań wykonawców i słuchaczy tego typu muzyki. Uzyskane przez Autora wyniki pomiarów świadczą o tym, że muzyka rockowa stwarza bardzo duże zagrożenia dla słuchu wykonawców. Wiedzę na temat poziomów dźwięku, na jakie narażeni są muzycy istotnie poszerzają również wyniki pomiarów przeprowadzonych podczas prób oraz koncertów orkiestry dętej wykonującej transkrypcje repertuaru symfonicznego.

Badania opisane w rozdziale 4 umożliwiły oszacowanie skuteczności ochrony słuchu poprzez porównanie czasowego przesunięcia progu słyszenia powstającego w wyniku ekspozycji słuchu na muzykę w warunkach gdy muzyk używa wkładek przeciwhałasowych oraz gdy wkładek nie używa. Wyniki przeprowadzonych przez Autora pomiarów świadczą o tym, że wkładki przeciwhałasowe o odpowiednio dobranym tłumieniu są skutecznym środkiem ochrony słuchu w warunkach ekspozycji na dźwięki muzyczne jakie stworzono do celów pomiarowych w eksperymencie.

Pomiary progu słyszenia po ekspozycji na muzykę Autor przeprowadził przy 11 częstotliwościach tonu pomiarowego, w zakresie od 125 do 8000 Hz. Szczególnie istotne znaczenie mają wyniki uzyskane przy częstotliwości 4000 Hz, ponieważ jest to najczęściej używana

częstotliwość w pomiarach audiometrycznych mających na celu oszacowanie fizjologicznego obciążenia słuchu ekspozycją na hałas. Przy częstotliwości 4000 Hz przesunięcie progu po 40 minutach słuchania dźwięku wynosiło 6 dB w przypadku muzyki symfonicznej i 7 dB w przypadku muzyki rockowej. Poziom równoważny dźwięku, na jaki eksponowane były osoby badane wynosił odpowiednio 101,8 dB przy odtwarzaniu muzyki symfonicznej z głośników oraz 102,4-104,6 dB w różnych miejscach na estradzie podczas koncertu rockowego. Po przeprowadzeniu analiz widma dźwięku i wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych Autor stwierdził, że przesunięcia progu słyszenia przy poszczególnych częstotliwościach oktawowych są zgodne z danymi opublikowanymi przez Millera (1974) oraz Millsa i in. (1979).

W odniesieniu do wyników pomiaru przesunięcia progu słyszenia, przedstawionych na rys. 4.5 oraz 4.8 mam wątpliwość, o wyjaśnienie której prosiłbym Autora. Przywołane w rozdziale 4 dane na temat przesunięć progu słyszenia, opublikowane w pracach Millera (1974) oraz Millsa i in. (1979) odnoszą się do sytuacji, w której słuchacz eksponowany był na szum pasmowy, a nie do warunków, w których pasmo oktawowe było jedynie jedną z części zakresu pobudzenia szerokopasmowego o dużym poziomie dźwięku. Z badań opisanych w pracy Strassera i in. (1999), w której mierzono przesunięcia progu po ekspozycji na muzykę wynika, że wartości te są znacznie większe niż podano w rozdziale 4. W pracy tej słuchaczom odtwarzano nagrania muzyczne przy poziomie równoważnym dźwięku wynoszącym 94 dB. Po godzinie ekspozycji na muzykę symfoniczną zmierzone przy częstotliwości 4000 Hz średnie przesunięcie progu słyszenia wynosiło w grupie osób badanych 11,4 dB, a po ekspozycji na muzykę heavy-metal 22,7 dB. Warunki ekspozycji na dźwięk w pracy Strassera i in. (1999) i w pomiarach opisanych w rozprawie p. Kozłowskiego różniły się, wobec czego trudno jest bezpośrednio porównywać wyniki pomiarów czasowego przesunięcia progu słyszenia uzyskane w obu pracach. Mimo to, prosiłbym Autora o komentarz na temat możliwych przyczyn wystąpienia tak znacznych rozbieżności danych dotyczących TTS.

Istotną informacją, której brakuje w rozdziale 4 jest czas, jaki upłynął od momentu zakończenia ekspozycji na muzykę do momentu wykonania pomiaru progu słyszenia. Przy oszacowaniu fizjologicznego obciążenia słuchu hałasem podaje się zwykle wartość przesunięcia progu zmierzoną po upływie dwóch minut od zakończenia ekspozycji. Domyślam się, że Autor trzymał się tej zasady, chociaż nigdzie w tekście rozprawy nie zostało to napisane. W pierwszych minutach po zakończeniu ekspozycji próg szybko obniża się powracając do wartości spoczynkowej. Z tego względu, ważną informacją którą należałoby również podać w

opisie metody pomiaru jest łączny czas trwania pomiaru progu słyszenia przy 11 częstotliwościach oraz kolejność częstotliwości podczas pomiaru.

W badaniach opisanych w rozdziale 5 Autor wykazał, że stosowanie wkładek przeciwhałasowych wpływa na widmo dźwięku wydobywanego z instrumentów przez wykonawców muzyki klasycznej ale zmiany te znacznie się zmniejszają, gdy muzyk nabędzie praktyki w grze z wkładkami. Wkładki nie wpływają natomiast na widmo dźwięku w wykonaniach muzyki rockowej.

Wnioski z pomiarów opisanych w rozdziale 5 należy formułować w kontekście obserwacji dokonanych w eksperymencie opisanym w rozdziale 6, w którym muzycy oceniali wykonania utworów w próbkach nagranych z użyciem i bez użycia wkładek przeciwhałasowych. W eksperymencie tym nie stwierdzono znaczącego pogorszenia jakości wykonań, ponieważ różnice między preferencjami osób oceniających wykonania w obu badanych warunkach były niewielkie i nie miały praktycznego znaczenia. Z tego zapewne względu, Autor zrezygnował z bardziej szczegółowej analizy statystycznej wyników eksperymentu.

Wyniki zestawu eksperymentów i pomiarów opisanych w rozprawie p. mgr inż. Emila Kozłowskiego przemawiają na rzecz weryfikowanej hipotezy, w której Autor założył, że wkładki przeciwhałasowe przeznaczone dla muzyków chronią słuch i nie przyczyniają się do pogorszenia jakości artystycznej wykonywanej muzyki. Przeprowadzone badania umożliwiły zatem Autorowi osiągnięcie celu rozprawy, który zdefiniował w rozdziale 2.

Podsumowując recenzję stwierdzam, że rozprawa doktorska p. Kozłowskiego reprezentuje wysoki poziom naukowy pod względem postawienia zagadnienia naukowego, wyboru metodyki badań, realizacji badań oraz redakcji rozprawy. Na uznanie zasługuje również wyczerpująca bibliografia zgromadzona w rozprawie. Autor wykazał się wysokim poziomem wiedzy z akustyki w zastosowaniu do zagadnienia z dziedziny inżynierii środowiska. Szczegółowe uwagi, które zamieściłem w niniejszej recenzji nie obniżają ogólnej wartości rozprawy, lecz dotyczą wyłącznie elementów szczegółowych i mają charakter dyskusyjny. Na szczególne podkreślenie zasługuje użyteczność wiedzy uzyskanej w wyniku przeprowadzonych badań w rozwiązywaniu praktycznych problemów związanych z ochroną słuchu muzyków. Jeżeli opisane w rozprawie wyniki badań zostaną w odpowiedni sposób upowszechnione, to będą mogły przyczynić się do przełamania wśród wykonawców muzyki poważnej bariery niechęci wobec używania wkładek przeciwhałasowych. Wyniki badań mogą być również przydatne do oszacowania skuteczności istniejących rozwiązań wkładek przeciw-

hałasowych w warunkach ekspozycji na dźwięki muzyczne spotykanych w rzeczywistych warunkach pracy muzyków.

W konkluzji mojej recenzji stwierdzam, że przedłożona mi do oceny rozprawa doktorskie mgr inż. Emila Kozłowskiego stanowi samodzielne rozwiązanie ważnego problemu naukowego i bez zastrzeżeń spełnia wymagania określone w art. 13 ust. 1 *Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, wobec czego wnioskuję o przyjęcie tej rozprawy i dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Andrzej Miłkiewicz

Cytowana literatura

- Miller, J. D. (1974). Effect of noise on people. *Journal of the Acoustical Society of America* 56, 729-764.
- 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. *Journal of the Acoustical Society of America* 65, 1238-1248.
- Strasser H., Irle H., Scholz R. (1999). Physiological cost of energy-equivalent exposures to white noise, industrial noise, heavy metal music, and classical music. *Noise Control Engineering Journal* 47, 187-192.