

prof. dr hab. Andrzej Miśkiewicz
Uniwersytet Muzyczny Fryderyka Chopina
Wydział Reżyserii Dźwięku
Katedra Akustyki Muzycznej i Multimediów

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Pauli Pietrzak
Ocena ekspozycji muzyków na dźwięk
z wykorzystaniem dwukanałowej dozymetrii hałasowej

Temat rozprawy doktorskiej p. mgr inż. Agnieszki Pauli Pietrzak, dotyczący pomiaru ekspozycji muzyków na dźwięk oraz identyfikacji zagrożeń słuchu występujących w pracy zawodowej muzyków, w różnych typach zajęć muzycznych, należy do obszaru zagadnień, którym badacze poświęcają coraz więcej uwagi. Do wzrostu zainteresowania problematyką obciążenia słuchu muzyków w dużym stopniu przyczyniły się przepisy Dyrektywy 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, które nałożyły na państwa członkowskie Unii Europejskiej obowiązek wdrożenia rozwiązań technicznych i legislacyjnych chroniących pracowników branży artystycznej przed zagrożeniami słuchu w miejscu pracy. Metodyka pomiaru ekspozycji muzyków na dźwięk oraz opracowanie specjalistycznych środków technicznych służących do ochrony słuchu należą do zagadnień naukowych i technicznych, jakimi zajmują się inżynierowie elektroniki, specjaliści w zakresie elektroakustyki.

Recenzowana rozprawa liczy 111 stron i składa się z dziewięciu rozdziałów, spisu treści oraz spisu cytowanej literatury. Rozdziały można podzielić pod względem merytorycznym na dwie główne części:

- 1) część wstępną, w której Autorka przedstawiła obszar zagadnień badawczych pracy (rozdział 1), definicje wielkości stosowanych w pomiarach ekspozycji słuchu na dźwięk (rozdział 2) oraz przeprowadziła analizę stanu wiedzy w literaturze światowej, w zakresie tematyki rozprawy (rozdziały 3 i 4),
- 2) część bezpośrednio związaną z przeprowadzonymi badaniami, zawierającą opis założeń i celu pracy (rozdział 5), opis procedur badawczych, zestawienie wyników pomiarów ekspozycji słuchu na dźwięk przeprowadzonych podczas różnych typów zajęć zawodowych muzyków (rozdział 6) oraz w warunkach laboratoryjnych, w komorze bezpogłosowej (rozdział 7), dyskusję uzyskanych wyników w kontekście wiedzy dostępnej w literaturze (rozdział 8) oraz podsumowanie pracy (rozdział 9).

W rozdziale 1 Autorka w sposób ogólny przedstawiła obszar badawczy oraz cel i zakres pracy. Rozdział ten jest zwięzłym wprowadzeniem do zagadnień opisanych w dalszych rozdziałach rozprawy.

W rozdziale 2 zostały zdefiniowane podstawowe wielkości i wskaźniki akustyczne stosowane w pomiarach hałasu, służące do oszacowania zagrożeń słuchu. W rozdziale tym przedstawione zostały wielkości i wskaźniki zawarte w dokumentach normalizacyjnych odnoszących się do pomiaru hałasu oraz wielkości i wskaźniki zdefiniowane przez Autorkę na potrzeby przeprowadzonych badań.

W zestawieniu definicji zawartych w normach powstała nieścisłość. W odniesieniu do wielkości zdefiniowanej na s. 12 wzorem (1) Autorka użyła terminu „równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A, wyznaczony za czas pomiaru T_e ”, podczas gdy w cytowanej przez Autorkę Polskiej Normie PN-N-01307 wielkość ta nazywa się „równoważnym poziomem dźwięku, A”. W wielu miejscach w tekście (m. in. na s. 45) Autorka używa prawidłowego określenia „równoważny poziom dźwięku”. W tytule podrozdziału na s. 38 oraz na kolejnych stronach w rozdziale 6 pojawia się również określenie „równoważny poziom dźwięku korygowany krzywą A” co jest tautologią, ponieważ korekcja charakterystyką krzywą A jest zawarta w definicji poziomu dźwięku, w terminologii przyjętej w Polskiej Normie. Używanie różnych określeń w odniesieniu do tej samej wielkości pogarsza przejrzystość przedstawianych wywodów i nie powinno mieć w pracy naukowej miejsca.

Przegląd literatury (Rozdziały 3 i 4) został przeprowadzony w sposób zwięzły i przejrzysty. Literatura naukowa poświęcona zagadnieniom ekspozycji muzyków na dźwięk oraz potencjalnych zagrożeń słuchu muzyków jest bardzo obszerna, zarówno pod względem zakresu zagadnień badawczych, jak i liczności publikacji. Zapoznanie się ze stanem wiedzy w literaturze ułatwia czytelnikowi przejrzysty podział materiału zawartego w rozdziale 3 na podrozdziały oraz wydzielenie omówienia dokumentów normalizacyjnych w postaci odrębnego rozdziału (rozdział 4). W omówieniu dokumentów normalizacyjnych Autorka uwzględniła wyłącznie zagadnienia bezpośrednio odnoszące się do badań przeprowadzonych w pracy doktorskiej, dzięki czemu omówienie ma zwięzłą formę i jest dla czytelnika przejrzyste.

Przeprowadzoną analizę literatury oraz sposób redakcji tekstu rozdziałów 3 i 4 oceniam wysoko. Przy wysokiej ogólnej ocenie części literaturowej pracy obowiązkiem recenzenta jest wskazanie drobnej nieścisłości redakcyjnej. Wymieniając na końcu rozdziału 4 (s. 25) metody pomiaru ekspozycji na hałas określone w normie PN-N-01307 Autorka opuściła metodę rozkładu statystycznego. Metoda ta zawiera elementy metody próbkowania ale w dokumencie normalizacyjnym potraktowana została jako oddzielna metoda pomiaru.

Pewnym utrudnieniem w czytaniu przeglądu literatury w rozdziale 3, a także niektórych akapitów w innych rozdziałach, jest użycie przez Autorkę systemu numerycznego oznaczania w tekście cytowanych prac. Przy zastosowaniu tego systemu czytelnik musi każdorazowo zaglądać do spisu literatury żeby zorientować się, jaka praca jest cytowana. Dla czytelnika, który zna literaturę przedmiotu bardziej dogodny byłby system harwardzki, w którym podaje się w tekście nazwisko autora i rok publikacji pracy. W wielu przypadkach informacja ta wystarczy do zidentyfikowania pracy i nie jest konieczne nieustanne zagłębienie do spisu literatury podczas czytania. Zastrzegam przy tym, że mój komentarz na temat sposobu oznaczania cytowanych prac przedstawia wyłącznie pogląd recenzenta i nie umniejsza wartości przeprowadzonej

przez Autorkę analizy literatury. O wyborze sposobu oznaczania cytowanych prac decydują różne czynniki, m.in. wymagania formalne bądź zwyczajowe zasady przyjęte w ośrodku, w którym przeprowadzany jest przewód doktorski.

Przedstawienie celu i zakresu badań w formie krótkiego, odrębnego rozdziału (rozdział 5) korzystnie wpłynęło na przejrzystość redakcyjną rozprawy. W rozdziale tym Autorka określiła dwa zasadnicze cele pracy:

- 1) zbadanie, czy muzycy narażeni są na poziomy dźwięku, przy których występuje zagrożenie ubytkami słuchu,
- 2) określenie, w jakim stopniu ekspozycja słuchu na dźwięk jest u muzyka grającego na danym instrumencie asymetryczna.

W przypadku obydwu wymienionych powyżej celów pracy zmiennymi w pomiarach ekspozycji słuchu na dźwięk były instrument, na jakim gra muzyk oraz rodzaj wykonywanego przez muzyka zajęcia zawodowego.

Pod względem wyboru tematu rozprawa spełnia wymagania stawiane w przewodach doktorskich. Ze względu na charakter podjętego zagadnienia naukowego i zastosowanej metody badań w rozprawie nie sformułowano tezy doktorskiej w klasycznej postaci, jako twierdzenia odniesionego do przedmiotu badania, które należy empirycznie udowodnić. W rozdziale 5 przedstawiono cel i zakres rozprawy natomiast użycie w tytule tego rozdziału określenia „teza” wydaje się być nieściśle, ze względu na charakter opisanych w rozprawie badań.

W rozdziałach 6 i 7 Autorka przedstawiła szczegółowy opis metody badań oraz zestawienie wyników pomiarów przeprowadzonych podczas różnego typu muzycznych zajęć zawodowych (rozdział 6) oraz w warunkach laboratoryjnych, w komorze bezpogłosowej (rozdział 7).

Dane zamieszczone w rozdziale 6 przedstawiają w formie tabel oraz wykresów m.in. czas i procentowy rozkład czasu poświęcanego przez muzyków na poszczególne typy zajęć zawodowych oraz wyniki pomiaru wielkości i wskaźników akustycznych charakteryzujących obciążenie słuchu dźwiękiem podczas zajęć zawodowych muzyków – indywidualnych ćwiczeń, gry w zespole kameralnym, gry w orkiestrze symfonicznej, orkiestrze dętej oraz big-bandzie.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że wartości zmierzonych wskaźników w wielu przypadkach znacznie przekraczały graniczne dopuszczalne poziomy określone w normach odnoszących się do zagrożeń słuchu powodowanych przez ekspozycję na hałas. O tym, że występujące w pracy muzyka zagrożenia słuchu mogą być poważne świadczą m.in. wartości poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy zamieszczone w Tabeli 3 (s. 37). Wśród 42 wartości zmierzonych dla różnych instrumentalistów w ciągu całego dnia pracy przekroczenie dopuszczalnego poziomu 85 dB wystąpiło w 31 przypadkach, co stanowi 74% dni pomiarowych. Z punktu widzenia oszacowania zagrożeń słuchu bardzo istotne znaczenie ma również obserwacja, że poziomy dźwięku są zazwyczaj wyższe podczas ćwiczeń indywidualnych niż w grze zespołowej.

W opisanych w rozdziale 6 badaniach uzyskano również dane na temat asymetrii obciążenia uszu muzyków podczas gry na instrumencie. Asymetria obciążenia uszu wynika ze sposobu trzymania instrumentu i kierunkowości promieniowania dźwięku i jest w literaturze zjawiskiem znanym pod względem jakościowym. Wyniki zamieszczone w rozdziale 6 przedstawiają

szczegółowe dane o charakterze ilościowym odnoszące się do asymetrii obciążenia słuchu podczas różnych typów zajęć zawodowych muzyków. Asymetria jest największa w grze solowej na harfie, flecie oraz na instrumentach smyczkowych opartych podczas gry na ramieniu muzyka – skrzypcach i altówce. Międzyuszną asymetrię ekspozycji na dźwięki jest znacząco mniejsza podczas gry w orkiestrze i innych zespołach. Zamieszczone w rozdziale 6 wyniki analizy widma dźwięków, na jakie eksponowani są instrumentalisci poszczególnych specjalności wskazują, że asymetria ekspozycji jest największa w zakresie częstotliwości, w którym występuje maksimum energii wytwarzanej przez dany instrument. Przedstawione w rozdziale 7 wyniki pomiarów przeprowadzonych w komorze bezpogłosowej uwypuklają wpływ kierunkowości promieniowania dźwięku instrumentu na asymetrię ekspozycji uszu na dźwięk.

W rozdziałach 8 i 9 Autorka szczegółowo omówiła wyniki pomiarów w odniesieniu do poszczególnych instrumentów oraz typów zajęć zawodowych muzyków. Z dyskusji obserwacji badawczych wynika ogólny wniosek, że zastosowana w pracy metoda dwukanałowej dozymetrii hałasowej, obejmująca całokształt zajęć zawodowych muzyka, umożliwia bardziej miarodajne oszacowanie zagrożeń słuchu muzyków niż pomiar ekspozycji na dźwięk w wybranych warunkach, na przykład podczas gry w orkiestrze.

W odniesieniu do przedstawionych w rozprawie badań nasuwa się ogólna refleksja. W świetle obowiązujących norm dotyczących dopuszczalnego hałasu na stanowiskach pracy z przedstawionych w rozprawie danych można wywnioskować, że w pracy zawodowej muzyków występuje znaczące ryzyko zagrożenia słuchu. Zestawione w Tabeli 3 (s. 37) wartości poziomu ekspozycji na dźwięk odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy przekraczają w wielu przypadkach 95 dB, sięgając ponad 100 dB.

Studenci, którzy uczestniczyli w badaniach rekrutowali się ze środowiska muzyków wykonujących w przeważającej części muzykę poważną, ponieważ taki profil kształcenia dominuje w Uniwersytecie Muzycznym Fryderyka Chopina. Ekstrapolując uzyskane obserwacje badawcze na środowisko muzyków zawodowych, wykonawców muzyki poważnej należy się spodziewać, że w grupie tej występują znaczące uszkodzenia słuchu podobne do tych, jakie powstają w wyniku przekraczania dopuszczalnych poziomów dźwięku w przemyśle, przy braku odpowiednich zabezpieczeń słuchu. W odniesieniu do danych dotyczących międzyusznnej asymetrii ekspozycji na dźwięk nasuwa się ponadto wniosek, że skrzypkowie i altowiolisci z długoletnią praktyką zawodową powinni mieć znaczący asymetryczny ubytek słuchu przejawiający się podwyższeniem progu słyszenia w lewym uchu. Dane literaturowe nie wskazują natomiast na występowanie znaczących asymetrycznych ubytków słuchu u skrzypków, ani u altowiolistów.

Autorka nie odniosła się w omówieniu danych do przedstawionej powyżej rozbieżności wyników pomiaru ekspozycji z danymi dotyczącymi progu słyszenia muzyków. Zwrócenie uwagi na brak takiego odniesienia nie jest z mojej strony zarzutem w odniesieniu do zawartości merytorycznej rozprawy, ponieważ pomiary progu słyszenia należą do nieco innego obszaru badawczego niż pomiary ekspozycji na dźwięk w pomieszczeniach i są większym stopniem domeną audiologów, a nie inżynierów elektroników. Odniesienie wyników pomiaru ekspozycji muzyków na dźwięk do obserwacji audiologicznych może mieć istotne znaczenie praktyczne

w wykorzystaniu uzyskanych wyników w przedsięwzięciach technicznych ukierunkowanych na ochronę słuchu muzyków dlatego proponuję, żeby Autorka ustosunkowała się do podniesionej przeze mnie kwestii podczas obrony pracy doktorskiej.

Wnioski wynikające z zawartych w recenzji szczegółowych uwag przedstawiam w uporządkowaniu zgodnym z zaleceniami dla recenzentów rozpraw doktorskich przyjętymi przez Radę Naukową Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Warszawskiej.

- 1) Podjęte w rozprawie zagadnienie naukowe pomiaru ekspozycji słuchu muzyków na dźwięk podczas różnych typów zajęć zawodowych oraz oszacowania spowodowanych ekspozycją zagrożeń słuchu zostało przez Autorkę jasno sformułowane.
- 2) Autorka w sposób prawidłowy przeprowadziła analizę stanu wiedzy w literaturze światowej. Wyniki przeprowadzonych badań mogą mieć zastosowanie jako dane do opracowania środków technicznych służących do ochrony słuchu muzyków przed zagrożeniami oraz jako wytyczne do działań organizacyjnych ukierunkowanych na ochronę słuchu muzyków w instytucjach kultury.
- 3) Do rozwiązania postawionego zagadnienia naukowego Autorka użyła właściwej metody. W rozprawie Autorka wykazała, że zastosowana przez nią dwukanałowa dozymetria hałasowa obejmująca wszystkie typy zajęć zawodowych wykonywanych przez muzyka umożliwia miarodajne – z punktu widzenia identyfikacji zagrożeń słuchu – oszacowanie ekspozycji słuchu na dźwięk oraz międzysusznej asymetrii ekspozycji.
- 4) Oryginalność rozprawy polega na zastosowaniu dozymetrii dwukanałowej do identyfikacji zagrożeń słuchu muzyków oraz przeprowadzeniu szczegółowych pomiarów ekspozycji na dźwięk, w tym analizy widma dźwięku, podczas różnych typów zajęć reprezentatywnych dla całokształtu działalności zawodowej muzyka instrumentalisty. Dysponując oddzielnymi danymi pomiarowymi dla ucha lewego i prawego Autorka wykazała, że w przypadku gry na niektórych instrumentach występuje znaczna międzysuszna asymetria ekspozycji na dźwięk co powoduje, że ryzyko zagrożenia słuchu różni się w uchu lewym i prawym.
- 5) Autorka wykazała umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia bardzo obszernego zbioru uzyskanych wyników. Praca została sformułowana zwięźle, poprawnie pod względem redakcyjnym. Na szczególne podkreślenie zasługuje wzorcowe opracowanie wykresów wyników badań.
- 6) Zamieszczony w pracy obszerny zbiór danych pomiarowych pozwala zidentyfikować zagrożenia słuchu występujące w różnych typach pracy zawodowej muzyków. Zebrane przez Autorkę dane mogą również służyć jako wytyczne do projektowania środków technicznych i rozwiązań organizacyjnych służących ochronie słuchu muzyków.

Rozprawę doktorską p. mgr inż. Agnieszki Pauli Pietrzak oceniam jako spełniającą wymagania z wyraźnym nadmiarem.

W podsumowaniu recenzji stwierdzam, że rozprawa p. mgr inż. Agnieszki Pauli Pietrzak spełnia wymagania stawiane wobec prac doktorskich w art. 187 ust. 1 i 2 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 roku. W przedłożonej do recenzji rozprawie Autorka wykazała, że posiada ogólną wiedzę teoretyczną oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w zakresie dyscypliny naukowej elektronika wchodzącej obecnie w skład dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika. W konkluzji recenzji kieruję do Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Warszawskiej wniosek o dopuszczenie p. mgr inż. Agnieszki Pauli Pietrzak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Andrzej Mikiemir

Warszawa, 8 stycznia 2021 r.