

prof. dr hab. inż. Jan Żera
Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska
ul. Nowowiejska 15/19
00-665 Warszawa
tel. 504-675179
e-mail: jan.zera@pw.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Błasińskiego
pt. „Percepcja długości pogłosu w salach o regulowanej akustyce”

Podstawą sporządzenia recenzji jest pismo prof. dr hab. Ireneusza Weymanna, Dziekana Wydziału Fizyki i Astronomii UAM z dnia 29 października 2025 roku.

Tematyka rozprawy doktorskiej mieści się w zakresie tematycznym Dyscypliny Nauki Fizyczne i Astronomia. Praca została wykonana na Wydziale Fizyki i Astronomii UAM. Promotorem rozprawy był dr hab. Jędrzej Kociński, prof. UAM.

Praca doktorska mgr Łukasza Błasińskiego obejmuje zagadnienia związane z percepcją czasu pogłosu w salach o kwalifikowanej akustyce o wystroju pasywnym (klasycznym) oraz salach o aktywnie kształtowanej pogłosowości z użyciem wspomagającego systemu elektroakustycznego. Centralnym zagadnieniem rozprawy jest określenie parametru, spośród parametrów ogólnie uznanych, jak EDT oraz czasy pogłosu T10, T20 i T30 (w pracy określane symbolem „RT”), który wykazuje najwyższą korelację ze słuchowym wrażeniem długości pogłosu. W tym celu w zasadniczej części pracy Autor przedstawia wyniki eksperymentów psychoakustycznych ukierunkowanych na powiązanie percepcji pogłosu z wartościami przyjętych w akustyce pomieszczeń parametrów charakteryzujących pogłos, czyli wartościami EDT i czasu pogłosu T. Niezależnie od czterech wymienionych wyżej parametrów, w pracy ma miejsce dyskusja pozostałych parametrów stosowanych w ocenie akustyki pomieszczeń (przykładowo C50, C80, D50 i innych). Podstawową tezę pracy jest stwierdzenie, że pogłos w salach z elektroakustycznym wspomaganie wybrzmiewania dźwięku ma specyficzny charakter i lepiej koreluje z wartościami innych wskaźników akustycznych niż pogłos kształtowany w sposób tradycyjny, z użyciem wyłącznie materiałów pasywnych. Niezależnie od tezy głównej, w różnych miejscach treści pracy Autor formułuje pomocnicze tezy cząstkowe odnoszące się do szeregu problemów rozpoznanych zebrany materiał eksperymentalny.

Praca mgr Łukasza Błasińskiego liczy ogółem 319 stron i składa się z trzech części oznaczonych przez Autora literami A, B i C obejmujących 10 rozdziałów, a także z licznych podrozdziałów numerowanych do czterech dodatkowych cyfr po numerze rozdziału. Cytowana literatura w pracy obejmuje 247 pozycji. Ponadto w pracy zamieszczono 143 tabele i 42 rysunki (według zamieszczonego spisu).

Podział pracy na części A, B i C stanowi dodatkowe oznaczenie grupowania dziesięciu rozdziałów pracy na obszary zagadnień uznane przez Autora za odnoszące się do innych płaszczyzn. Część A (rozdziały 1 do 5) ma charakter szerokiej części wstępnej omawiającej istniejącą literaturę w kontekście przedstawionej tezy pracy i liczy 126 stron. Część B (rozdział 6 podzielony na pięć podrozdziałów) omawia pomiary przeprowadzone w salach klasycznych (bez wspomaganie elektroakustycznego) oraz w salach ze wspomaganie

systemami elektroakustycznymi). W części C (rozdziały 7 do 10) zawarty jest opis procedur eksperymentów słuchowych oraz wyniki jedenastu tych eksperymentów (rozdziały 7 do 9), a następnie w rozdziale 10 ma miejsce podsumowanie całości pracy. Przy takim podziale nie jest jasne, dlaczego podsumowanie pracy jest redakcyjnie włączone w część C pracy.

W części A przedstawiono w rozdziale 1 wczesną historię badań w zakresie akustyki i akustyki pomieszczeń, w rozdziale 2 stosowane pojęcia i definicje parametrów wypracowanych w dziedzinie akustyki architektonicznej, ich przyjmowane wartości uznawane za optymalne oraz uznane progi różnicowe tych wartości, tj. minimalne zmiany wartości, które są percepcyjnie zauważalne. W rozdziale 3 Autor omawia krótko pasywne i szerzej aktywne systemy kształtowania akustyki pomieszczeń. Natomiast w rozdziale 4 wręcz w formie konspektowej omówione są badania percepcji zjawisk występujących w salach kwalifikowanych akustycznie zarówno w odniesieniu do sal klasycznych jak i wspomaganych elektroakustycznie. W rozdziale 5 została szczegółowo omówiona monografia Leo Beranka z 2004 roku, co oznacza, że Autor, niezależnie od licznych prac, jakie powstały w późniejszym okresie, w szczególny sposób ją wyróżnia.

W części B w rozdziale 6.2 omówiono wyniki przeprowadzonych przez Autora pomiarów w ośmiu salach wyposażonych w systemy wspomagania elektroakustycznego (oznaczane skrótem RES) oraz w rozdziale 6.3 w czternastu salach klasycznych, czyli jedynie z pasywnymi ustrojami akustycznymi. W tej części omówiono szczegółowo wartości typowych parametrów akustycznych sal (EDT, czas pogłosu, C50, C80, D, Ts, STI), a także zagadnienie nieliniowości przebiegu krzywej zaniku oraz korelacje pomiędzy poszczególnymi parametrami. Istotnym elementem tego rozdziału są rozważania w punkcie 6.5 przeprowadzone w odniesieniu do ocen słuchowych w części C pracy.

Część C pracy obejmuje eksperymenty słuchowe, co stanowi w pewnym sensie ukoronowanie pracy. Są dwie cechy charakterystyczne tych badań, co je różni od typowych badań w typowej psychoakustyce. Sygnałami testowymi są sygnały generowane na podstawie aktualnych pomiarów sal (w zakresie odpowiedzi impulsowych), a nie są to sygnały wyłącznie syntetyczne. Natomiast badania przeprowadzono na dużych grupach słuchaczy przy małej liczbie odpowiedzi uzyskiwanej od pojedynczej osoby (mającej udział jednorazowy). Oznacza to, że wszelkie wnioski i analizy odnoszą się do wielkości reprezentujących populację słuchaczy, w ramach której uzyskiwane odpowiedzi nie muszą być spójne. Badania obejmują jedenaście eksperymentów, z których pierwsze cztery odnoszą się do ustalenia, które z parametrów (EDT, T10, T20, T30) korelują z ocenami długości pogłosu w salach ze wspomaganiem elektroakustycznym i bez tego wspomaganie (w salach klasycznych). Sygnałami ocenianymi są syntezy na podstawie odpowiedzi impulsowych sal próbki instrumentalne o charakterze ciągłym oraz impulsowym.

Procedura pomiarowa ma postać zadania realizowanego w trybie dwualternatywnego wymuszonego wyboru (2AFC), w którym oceniający wskazuje, która z dwóch prezentowanych próbek charakteryzuje się dłuższym pogłosem. Istotą eksperymentów jest taki dobór próbek, aby w porównywanych bodźcach jedynie jeden z analizowanych parametrów różnił się w stopniu przekraczającym przyjęty próg różnicowy (JND – *just noticeable difference*). Dzięki temu można ustalić, który z badanych parametrów pozostaje w zgodności ze słuchowym postrzeganiem pogłosowości sali. Podział główny eksperymentów jest taki, że możliwe jest porównanie pogłosowości sal ze wspomaganiem elektroakustycznym i bez tego wspomaganie. Dwa pierwsze eksperymenty (E1 i E2) odnoszą

się do średnich wartości badanych parametrów, a dwa kolejne (E3 i E4) uwzględniają widmowy rozkład wartości parametrów w pasmach oktaowych.

Nasuwa się tu spostrzeżenie, na które nie ma w pracy odpowiedzi, w jakim stopniu zmiany w pasmach i szczegółowe różnice między parami badań E1, E2 (gdzie nie są brane pod uwagę, ale mogą istnieć) oraz E3, E4 (gdzie są brane pod uwagę) mogą wpływać na wyniki.

Eksperymenty E5 i E6 mają specyficzną konstrukcję, ponieważ wprowadzono w nich konfliktowe zmiany parametrów EDT i T20, wcześniej zidentyfikowanych jako najważniejsze z punktu widzenia percepcji pogłosu. Eksperymenty E7 i E8 stanowią niejako powtórzenie pierwszych eksperymentów (E1 i E2) z zastosowaniem innego instrumentu (fortepian) w celu uchwycenia różnic w zakresie cząstkowo wybrzmiewającego dźwięku. Natomiast eksperymenty E9 i E10 dotyczą sal o akustyce sprzężonej w wyniku czego ma miejsce silnie nieliniowy zanik dźwięku w fazie wybrzmiewania. Jak poprzednio sale są ze wspomaganie elektroakustycznym (E9) lub bez wspomaganie (E10). Porównawczo, w pomiarach E11 badano sale bez wspomaganie elektroakustycznego charakteryzujące się liniowym charakterem zaniku dźwięku.

Rozdział 10 pracy stanowi ogólne podsumowanie, w którym oceniono weryfikację tezy głównej oraz omówiono szereg wniosków cząstkowych z eksperymentów przeprowadzonych w ramach pracy.

Ogólna ocena pracy.

Autor w całości potwierdził prawdziwość ogólnej tezy pracy, co stwierdza na str. 278 w podsumowaniu wskazującym, że percepcja pogłosu w salach ze wspomaganie elektroakustycznym różni się od percepcji pogłosu w salach bez takiego wspomaganie. W pracy wymieniono także szereg wniosków cząstkowych odnoszących się do tych sytuacji występujących w salach. O ile warunki w salach pasywnych można uznać za stałe, to w salach ze wspomaganie warunki znacząco będą się różnić w zależności od ustawień systemu elektroakustycznego. Niezależnie od określonych stosowanych schematów tych ustawień stawiam pytanie do Autora, jak widzi znaczenie tego zagadnienia.

Odnosząc się dalej do najbardziej zasadniczej części C pracy zawierającej eksperymenty psychoakustyczne kieruję pytanie do Autora, jak widzi stałość uzyskanych wyników przy zmianach lub możliwej innej selekcji materiału pomiarowego stanowiącego źródło wytworzenia bodźców w zadaniach odsłuchowych. Podobnie występuje kwestia stałości wyników w zależności od użytego materiału dźwiękowego. Przykładowo, w percepcji muzyki istotne dla oceny pogłosu będą, rozpatrywane w pracy, ciągły lub impulsowy (tj. z przerwami) charakter dźwięku. W przypadku mowy (ew. śpiewu, biorąc pod uwagę, że zdecydowana większość rozpatrywanych sal pełniła funkcję sal koncertowych) w ramach sygnału ciągłego o odczuciu długości pogłosu będzie decydować odbierany spadek zrozumiałości mowy.

Podsumowując ocenę ogólną podkreślam znaczenie podejścia do kwestii badań pogłosowości sal przy użyciu ocen słuchowych w formie eksperymentu psychoakustycznego, co umieszcza pracę w tym nurcie prac omówionych w części A pracy. Istotnym osiągnięciem jest publikacja części wyników w renomowanym czasopiśmie jakim jest The Journal of the Acoustical Society of America. Natomiast biorąc pod uwagę stopień możliwości regulacji ustawień pogłosowości sal wyposażanych we wspomaganie elektroakustyczne, sama teza pracy wydaje się być może zbyt ogólna. Niemniej, słuszność tezy została udowodniona

eksperymentalnie i wsparta szeregiem sprawdzonych tez pomocniczych uzupełniających wiedzę o zagadnieniu pogłosowości sal o kwalifikowanej akustyce.

W ramach oceny pracy mam jednak szereg krytycznych uwag dotyczących redakcji całości pracy. Redakcja ta nie jest klarowna, a moim zdaniem ten sam materiał mógł być z powodzeniem umieszczony w objętości wynoszącej mniej niż połowa obecnej objętości pracy, z korzyścią dla jej przejrzystości. W pracy występuje wiele powtórzeń w samym tekście omówienia różnych zagadnień. Redakcja szczegółów posługuje się techniką, w której nadmiar słów blokuje czytelność, co już widać w rozczłonkowanym charakterze podrozdziałów i ich tytułów. Kolejne tytuły podrozdziałów są wzajemnymi kopiami zdań z co najwyżej jednym elementem różnym, np. nazwą konkretnego parametru. Treści rozdziałów, co szczególnie widać w części C odnoszącej się do pomiarów opartych na ocenach słuchowych są swoimi strukturalnymi kopiami, oczywiście z odpowiednimi zmianami związanymi z treścią, ale z powodzeniem mogłyby być skomasowane w celu poprawy komunikacji w odbiorze pracy.

Odnosząc się bardziej merytorycznie do tego zagadnienia stwierdzam, że w części ogólnej A objętość materiału znacznie wychodzi poza zagadnienia, które są konieczną dyskusją prowadzącą do tezy pracy.

W sekcji B poświęconej pomiarom akustycznym ośmiu sal wyposażonych w systemy RES (skrót ten jest definicyjny, ale nie został nigdzie wyjaśniony) oraz czternastu sal klasycznych nie wskazano, do jakich konkretnie sal odnoszą się przedstawione wyniki. W szczególności – poza lakonicznym opisem zamieszczonym w tabelach 27 i 39 – brak jest informacji o kształcie geometrycznym sal oraz szczegółów położenia punktów pomiarowych. Nie kwestionuję prawnych ani innych powodów takiej decyzji, a ponadto mam świadomość, że podanie pełnego opisu sal jeszcze bardziej wydłużyłoby i tak rozbudowaną dysertację. Niemniej jednak uważam, że w takiej sytuacji szczegółowa dyskusja zmian i wzajemnych relacji pomiędzy parametrami akustycznymi wraz z tabelami podającymi szczegółowo zmierzone wartości, podana oddzielnie dla każdej z sal w poszczególnych podpunktach 6.2.1–6.2.8 oraz 6.3.1–6.3.9 (w wyjątkowym przypadku dla grupy jednorodnych funkcyjnie sal w punkcie 6.3.1) wydaje się nieuzasadniona. Czytelnik, w odróżnieniu od Autora, nie ma bowiem możliwości odniesienia szczegółowo przedstawionych zmian wartości poszczególnych parametrów do realnych warunków akustycznych. Ponadto, dyskusja ta mająca w dużej mierze charakter raportu z pomiarów, niewiele wnosi do weryfikacji tezy pracy. Przy tak formalnym i ograniczonym opisie badanych sal, a także z punktu widzenia założeń rozprawy, w pełni wystarczająca byłaby dyskusja ogólna przeprowadzona w podrozdziałach 6.2.9–6.2.12 oraz 6.3.10–6.3.13.

Rozprawę doktorską mgr inż. Łukasza Błasińskiego pt. „Percepcja długości pogłosu w salach o regulowanej akustyce” zaliczam do kategorii spełniającej wymagania i rekomenduję przyjęcie rozprawy i dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego zgodnie z §15 Uchwały nr. 133/2020/2021 Senatu Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 28 czerwca 2021 r.

Jan Żera

Warszawa, 3.01.2026 r.