

Recenzja rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. Jana Radosza pt. „Wskaźniki oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych”

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo Dyrektora ds. Techniki i Wdrożeń CIOP-PIB prof. dr hab. inż. Wiktora Marka Zawieski z dnia 07.03.2016r oraz umowa o wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej w przewodzie mgr inż. Jana Radosza zawarta w dniu 11.03.2016r.

1. Treść pracy i zasadność podjęcia tematu

Rozprawa doktorska pt. *„Wskaźniki oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych”* dotyczy możliwości pełnej, obiektywnej i jednoznacznej oceny jakości akustycznej pomieszczeń szkolnych za pomocą jednoliczbowego wskaźnika opracowanego w wyniku badań i analiz wykonanych w ramach pracy.

Praca liczy w sumie 114 stron. W bibliografii wymieniono 133 pozycje dotyczące zagadnień z zakresu akustyki wnętrza, zrozumiałości mowy, warunków akustycznych w pomieszczeniach szkolnych, oceny parametrów akustycznych za pomocą wskaźników jednoliczbowych, a także kompensacji i redukcji zbioru danych. W siedmiu przypadkach autorem lub współautorem przywołanych publikacji jest mgr inż. Jan Radosz, publikacje te powstały w latach 2009-2012. W bibliografii wymieniono również szereg istotnych, związanych z omawianą problematyką norm i aktów prawnych.

Rozprawa zawiera dziewięć rozdziałów. We wstępie oraz rozdziale drugim w sposób syntetyczny został przedstawiony problem oceny jakości akustycznej pomieszczeń szkolnych, jego praktyczne aspekty oraz stan aktualnej wiedzy w zakresie akustyki pomieszczeń edukacyjnych, stosowanych parametrów oceny, a także możliwości wykorzystania w ocenie niepełnych danych stosując metodę rozkładu macierzy względem wartości szczególnych SVD.

W rozdziale trzecim Autor podaje krótkie uzasadnienie podjęcia tematu, formułuje zasadniczy cel, stawia dwie tezy oraz ustala zakres prac zmierzających do realizacji celu. Prace te obejmują głównie zadania badawcze, analizę wyników i w efekcie opracowanie wskaźnikowej metody oceny jakości akustycznej klas szkolnych.

Następne rozdziały stanowią część oryginalną rozprawy. Pierwszy etap prac obejmuje badania obiektywne wytypowanych sal lekcyjnych, w sumie jest ich ponad pięćdziesiąt. Wyniki tych badań wraz z analizą oraz wnioskami istotnymi dla ukierunkowania przebiegu dalszych działań znajdują się w rozdziale czwartym. Autor wykonał pomiary czasu pogłosu, wskaźnika wyrazistości, transmisji mowy (STI) oraz poziomu tła akustycznego, zebrał bardzo obszerny i wartościowy materiał. W następnym etapie wykonał subiektywne badania zrozumiałości mowy (rozdział piąty). Do badań wytypował grupę uczniów z podziałem na dzieci młodsze i starsze. Opracował testy umożliwiające wygenerowanie 256 zdań oraz odpowiednie rysunki ilustrujące ich treść. Wykonał badania i na podstawie ich wyników przedstawił wnioski dotyczące korelacji zaobserwowanej między obiektywnymi parametrami akustycznymi pomieszczeń, a subiektywną zrozumiałością mowy. Między innymi jest wniosek dotyczący możliwości wykorzystania standardowego wskaźnika STI, opracowanego w oparciu o badania wykonane wśród osób dorosłych posługujących się językiem duńskim i angielskim, do oceny warunków akustycznych w pomieszczeniach przeznaczonych do nauki dzieci w języku polskim. Niemniej istotne są ustalenia dotyczące koniecznych wartości poszczególnych parametrów, warunkujących odpowiednią zrozumiałość mowy. Te ustalenia mają kluczowe znaczenie dla realizacji celu pracy oraz stanowią punkt wyjścia do opracowanych w dalszej części wskaźników oceny.

Rozdział szósty w całości dotyczy poszukiwanej metody oceny, a więc głównego celu pracy. Autor przedstawia sześć autorskich wskaźników cząstkowych odnoszących się do najważniejszych parametrów akustycznych pomieszczeń, a także wagi do tych wskaźników oraz podaje sposób określania jednoczłobowego wskaźnika globalnego. Autor opracował cząstkowy wskaźnik pogłosu, zrozumiałości mowy, wysiłku głosowego, rozkładu siły dźwięku, hałasu zewnętrznego oraz odstępu sygnału od szumu. Stosując zaproponowaną metodę przeprowadził ocenę jakości akustycznej dziewięciu pomieszczeń, w których zrealizował pełen zakres pomiarowy konieczny do ustalenia wszystkich sześciu wskaźników cząstkowych, oraz wykonał walidację metody, konfrontując uzyskane wyniki z innymi znanymi skalami oceny.

W rozdziale siódmym Autor rozważa możliwość wykorzystania przedstawionej metody oceny przy niepełnej informacji o wskaźnikach cząstkowych stosując metodę SVD. Zredukowany model jest praktycznym uzupełnieniem metody pełnej będącej zasadniczym celem pracy.

Dalej Doktorant przedstawia wyniki badań weryfikacyjnych przeprowadzonych w pięciu pomieszczeniach, w których wykonano adaptację akustyczną znacząco zmieniającą ich parametry (rozdział ósmy). Pomiarom parametrów obiektywnych wykonanym przed adaptacją sal lekcyjnych i po ich adaptacji towarzyszyły badania ankietowe przeprowadzone wśród nauczycieli i uczniów.

Krótkie podsumowanie uzyskanych wyników w odniesieniu do założonego celu pracy oraz postawionych tez, a także wnioski dotyczące praktycznych zastosowań opracowanej metody oceny znajdują się w rozdziale dziewiątym.

Podjęty przez mgr inż. Jana Radosza problem jest ważny i aktualny. Jakość akustyczna pomieszczeń edukacyjnych ma decydujący wpływ na warunki pracy nauczyciela oraz uczenia się i przyswajanie wiedzy przez uczniów, ale reguły dotyczące jej kształtowania nie były dotychczas jasno sformułowane i w efekcie parametry akustyczne sal lekcyjnych rzadko były brane pod uwagę przy projektowaniu szkół. Zapowiedzią zmiany tej sytuacji jest wydana w czerwcu 2015 roku norma stawiająca już pewne wymagania w tym zakresie. Wydanie normy zbiegło się w czasie z podsumowaniem prac podjętych znacznie wcześniej przez Autora rozprawy, co tylko potwierdza wagę podjętego przez niego problemu oraz świadczy o intuicji badacza oraz jego mocnym osadzeniu w rozważanej problematyce, w jej aktualnym wymiarze.

Autor w swoich rozważaniach idzie znacznie dalej niż zespół normalizacyjny. Zauważa, że odrębne rozpatrywanie i ocena różnych parametrów pomieszczenia może prowadzić do niespójnych wniosków i dawać niejednoznaczny wynik. W przypadku sal koncertowych każdy projekt akustyki wnętrza jest w zasadzie dziełem autorskim, projektant sam decyduje, jaki układ różnych parametrów da optymalny rezultat. Jednak w przypadku klas szkolnych na taki proces projektowania nie można sobie pozwolić. Stąd opracowany przez Autora rozprawy model i metoda oceny oparta na jednoliczbowym wskaźniku uwzględniającym wszystkie istotne parametry i dającym jednoznaczną odpowiedź w kwestii jakości akustycznej pomieszczenia jest bardzo potrzebny. Zaproponowana metoda daje możliwość racjonalnego uwzględnienia akustyki wnętrza w projektowaniu szkół, buduje pośrednie ogniwo pomiędzy wysokich lotów akustyką sal koncertowych a rozwiązaniami inżynierskimi koniecznymi w budynkach szkolnych.

2. Ocena pracy

Rozważanym w rozprawie problemem naukowym jest możliwość opracowania obiektywnej i jednoznacznej metody oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych za pomocą jednoliczbowego globalnego wskaźnika ujmującego wszystkie istotne parametry akustyczne pomieszczenia, oraz określenie sposobu wyznaczania tego wskaźnika. Problem ten jest w sposób jasny ujęty w postawionych tezach, a sama rozprawa stanowi oryginalną propozycję jego rozwiązania.

Autor realizując kolejne etapy precyzyjnie skonstruowanego i ambitnego programu badań konsekwentnie zmierza do postawionego celu. Prawidłowo zdefiniował poligon badawczy, bardzo rozległy, dokonał właściwej selekcji pomieszczeń reprezentatywnych dla klas dzieci młodszych i starszych, wybrał odpowiednią grupę dzieci do badań subiektywnych, opracował testy zdaniowe i korespondujące z nimi materiały graficzne. Realizacja tych prac świadczy o jego wiedzy, dobrej znajomości problematyki i wysokich umiejętnościach organizacyjnych, co wymaga podkreślenia przy tak obszernym programie badań. Wykonał badania obiektywne parametrów akustycznych wytypowanych klas metodą odpowiedzi impulsowej, stosując zaawansowaną technikę (Swept Sine) i nowoczesną aparaturę, co wymagało znacznej

wiedzy i umiejętności w zakresie technik pomiarowych. Przeprowadził szczegółową analizę korelacji między wynikami badań obiektywnych i subiektywnych. Opracował nowe autorskie skale oceny, wskaźniki cząstkowe, wagi do tych wskaźników i wskaźnik globalny. Przeprowadził walidację i weryfikację opracowanej metody, badania ankietowe wśród uczniów i nauczycieli. Wykazał się trafnością postępowania badawczego i poprawnością wnioskowania, świadcząca o wiedzy oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Do najważniejszych oryginalnych elementów rozprawy zaliczam:

Badania parametrów akustycznych sal lekcyjnych oraz opracowane na tej podstawie analizy i wnioski, przede wszystkim dotyczące czasu pogłosu i wskaźnika transmisji mowy. Autor dokonał wyboru odpowiednich obiektów do badań z uwzględnieniem ich zróżnicowania związanego z wyposażeniem klas na różnym poziomie nauczania. W oparciu o uzyskane wyniki przedstawił uogólnioną charakterystykę sytuacji, którą można przyjąć, jako typową i reprezentatywną dla polskich pomieszczeń edukacyjnych.

Opracowanie autorskich testów na potrzeby subiektywnych badań dzieci młodszych, obejmujących materiał dźwiękowy i graficzny. Autor przygotował zestawy wyrazów pozwalające budować odpowiednie zdania oraz dokonał nagrania w komorze bezchowej z zaangażowaniem profesjonalnego lektora. Uzupełnieniem materiału dźwiękowego jest zestaw rysunków dostosowanych do generowanych zdań.

Wybór grupy badawczej dzieci w dwóch przedziałach wiekowych oraz przeprowadzenie w tych grupach badań subiektywnych zrozumiałości mowy kolejno we wszystkich salach lekcyjnych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że badania wykonano w rzeczywistych dobrze zdefiniowanych pomieszczeniach oraz badano dzieci w odpowiednich grupach wiekowych (nie osoby dorosłe).

Ustalenie relacji zachodzących między rzeczywistą zrozumiałością mowy zbadaną dla grupy polskich dzieci, a ogólnymi kryteriami, które były opracowane dla osób dorosłych w języku duńskim i angielskim.

Opracowanie sześciu autorskich wskaźników cząstkowych wyznaczanych na podstawie obiektywnych parametrów akustycznych pomieszczenia, oraz wag dla tych wskaźników dostosowanych do specyficznej funkcji pomieszczenia.

Opracowanie jednolitego wskaźnika globalnego oraz skali ocen jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych.

Weryfikację opracowanej metody na podstawie badań wykonanych przed adaptacją i po adaptacji akustycznej wybranych pomieszczeń oraz ocenę subiektywną przeprowadzoną w oparciu o ankietę wśród uczniów i nauczycieli.

Analizę dotyczącą możliwości przeprowadzenia oceny przy niepełnej informacji o obiekcie z wykorzystaniem metody rozkładu macierzy względem wartości szczególnych SVD.

3. Kwestie dyskusyjne i uwagi krytyczne

Uwagi, które przedstawiam poniżej mają charakter bardziej dyskusyjny niż krytyczny, ale ponieważ podjęty temat jest wart dalszej dyskusji i dalszych prac badawczych liczę, że Autor odniesie się do tych uwag.

W rozdziale czwartym brakuje mi zestawienia wartości wszystkich parametrów uzyskanych dla kolejnych badanych sal. Byłby to komplet wyników pozwalający stwierdzić, czy poza odrębnymi analizami przeprowadzonymi przez Autora dla poszczególnych wskaźników, nie zachodzą jakieś ciekawe zależności, prawidłowości lub charakterystyczne relacje pomiędzy wartościami różnych parametrów występującymi w tych samych salach lekcyjnych, dające możliwość uogólnienia. Później Autor wspomina o występowaniu pewnych korelacji.

W przypadku jednych parametrów ocena odnosi się do konkretnych pasm częstotliwości, dla innych są stosowane wskaźniki jednoliczbowe, np. wskaźnik czasu pogłosu 2kHz, zrozumiałość i wyrazistość 1kHz, rozkład siły dźwięku 1, 2, 4 kHz, wysiłek głosowy oraz tło akustyczne dB(A). Czy to nie wpływa ujemnie na spójność oceny wyrażonej wskaźnikiem globalnym?

W praktyce, w niektórych przypadkach poziom tła akustycznego dobiegającego z zewnątrz może być znacząco zmienny w czasie, w takiej sytuacji ocena tła za pomocą równoważnego poziomu dźwięku odnoszącego się do czasu trwania całej lekcji może być niekompletna. Czy Autor zastanawiał się, jak ocenić tło w przypadku pojedynczych krótkotrwałych zdarzeń akustycznych, takich jak przejazd tramwaju czy przelot samolotu?

W ilu punktach były wykonywane badania czasu pogłosu, to nie wynika z pracy w sposób jednoznaczny, stwierdzono tylko, że liczba punktów pomiarowych zależała od liczby ławek w salach lekcyjnych (29).

Przedstawione na stronie 35-36 uwagi krytyczne do normy PN nie są w pełni uzasadnione, ponieważ w normie jest uwzględniona możliwość wystąpienia niespójności oceny, wtedy wymagania dotyczące wskaźnika STI są nadrzędne w stosunku do czasu pogłosu T.

Moim zdaniem wnioski płynące z subiektywnych badań polskich dzieci, zwłaszcza dotyczące możliwości stosowania wskaźnika STI, są przedstawione w sposób zbyt mało wyrazisty, w zasadzie należy się ich domyślać. A są to wnioski mające bardzo duże znaczenie i w sensie ogólnym, i dla dalszego przebiegu prac prowadzonych przez Autora w ramach rozprawy.

Podobna uwaga odnosi się do podsumowania wyników obiektywnych badań sal lekcyjnych, brakuje wyraźnego wniosku dotyczącego zróżnicowania sal dla dzieci młodszych i starszych ze względu na ich wyposażenie. W badaniach sale były podzielone na te dwie grupy, ale później już tego podziału nie ma. Autor zaobserwował i zdefiniował różnicę, ale, jak można się domyślać, doszedł do wniosku, że rozróżnianie tych grup w dalszych badaniach nie jest już konieczne.

Rozdział 6.2, dotyczący wskaźników cząstkowych został potraktowany dość skrótowo, a wywód prowadzący do opracowanych wzorów i wykresów jest raczej oszczędny. We wzorach należałoby wyraźniej zaznaczyć wartości graniczne dla ich stosowania. Biorąc pod uwagę

duży zakres przeprowadzonych badań przedstawienie pełnych wyników i wywodów znacznie zwiększyłoby objętość pracy, rozprawa mogłaby wówczas stracić na spójności, Autor zdecydował się więc na pewien wybór.

4. Redakcja naukowa

Pod względem redakcyjnym rozprawa została opracowana starannie, układ i podział jest przejrzysty, opracowanie graficzne bardzo dobre. Praca została napisana poprawnym językiem, widać, że Autor porusza się swobodnie w różnych omawianych przez siebie dziedzinach wiedzy, zarówno w zakresie dotyczącym pomiarów, problematyce związanej z subiektywną oceną, jak też analizie danych.

Pewnym mankamentem pracy jest brak streszczenia. O ile rolę streszczenia w języku polskim może pełnić wstęp, gdzie Autor prezentuje zwięźle problem i zawartość rozprawy, to streszczenia w języku angielskim w pracy nie ma.

Czasami nazwy wskaźników cząstkowych opracowanych w ramach pracy mylą się czytelnikowi z nazwami standardowych wskaźników ogólnych. Podobnie tło akustyczne spowodowane hałasem dobiegającym z zewnątrz i tło związane z aktywnością uczniów to dwie różne sprawy, które też czasem się zlewają.

Użyte w kilku miejscach sformułowania są, moim zdaniem, trochę niefortunne, może nieco kolokwialne:

- ...poprawa akustyki tych pomieszczeń (8)
- ...złego stanu warunków akustycznych w polskich obiektach edukacyjnych... (24)
- ...zróznicowanie wartości czasu pogłosu T_{20} pomiędzy pomieszczeniami. (30)
- ...w wyniku przeprowadzonej w badaniach oceny...(35)
- ...Najpowszechniej stosowaną metodą badawczą określania zalecanych wartości obiektywnych... (37)
- ...inne przeznaczenie użytkowe metody... (55)
- ...Założenia dla ich zdefiniowania...(56)
- ...Z uwagi na przeznaczenie użytkowe pomieszczeń... (63)
- ...Poziom ciśnienia akustycznego głosu...(63)
- ...należy przyjąć najbardziej korzystne... (66–powinno być raczej „najbardziej znaczące”)
- ...przeprowadzono w celu sprawdzenia realizowalności... (70)

W pracy zdarzają się również literówki, na stronach 15, 30, 53, 56, 76, 87, 97, a przywołane na stronie 30 numery rysunków i związana z nimi treść nie zgadza się z podpisami na str. 31.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Pracę oceniam wysoko, zakres przeprowadzonych badań i analiz jest imponujący, wnioski ważne, jasne i jednoznaczne. Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, Autor udowodnił, że można dokonać oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych za pomocą wskaźnika jednoliczbowego stanowiącego funkcję obiektywnych wskaźników cząstkowych i opracował metodę tej oceny. Warto podjąć starania, aby opracowana oryginalna metoda trafiła do praktyki, jako nowe narzędzie wspomagające proces projektowania i oceny sal edukacyjnych. Praca wykazuje teoretyczną wiedzę ogólną Autora w zakresie inżynierii środowiska oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stwierdzam, że praca autorstwa mgr inż. Jana Radosza pt. *„Wskaźniki oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych”* spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z powyższym wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony. Wysoka ocena pracy, przedstawiona szczegółowo w punktach 1 i 2 niniejszej recenzji, oraz jej aspekt aplikacyjny skłania mnie również do wnioskowania o wyróżnienie rozprawy.

dr hab. inż. Jacek Nurzyński



