

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Radosza
pt.

„Wskaźniki oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych”

Promotor pracy :

Dr. hab. inż. Wiktor Marek Zawieska prof. nadzw. CIOP_PIB

Promotor pomocniczy : Dr. hab. inż. Dariusz Pleban prof. nadzw. CIOP-PIB

Podstawa prawna oceny : Pismo TP/190/976/2016, Z-cy Dyrektora ds. Techniki i Wdrożeń CIOP-PIB
dr hab. inż. prof. ndzw. Wiktor Marek Zawieska, z dnia 07.03.2016 r.

1. Ocena problematyki rozprawy.

Rozpoznania związane z oceną akustycznych własności pomieszczeń edukacyjnych i poszukiwaniami odpowiednich formalizmów matematycznych dla ich syntetycznego opisu, należą do grupy aktualnych zagadnień badawczych, dla których poszukuje się nowych, coraz pełniejszych wyjaśnień interpretacyjnych. Mają one duży obszar potrzeb aplikacyjny dla współczesnych technik projektowania i eksploatacji sal lekcyjnych w środowisku szkolnym.

W obszarze tym problematyka poszukiwania właściwych metod analizy i oceny akustycznej jakości pomieszczeń edukacyjnych – ukierunkowana na konstrukcję globalnego, jednoliczbowego wskaźnika ją opisujących - należy zaliczyć do ważnych i wartych podjęcia.

Ma ona swoje ważne miejsce w rozwoju metod projektowania edukacyjnych pomieszczeń szkolnych, warunkowanych potrzebą zapewnienia odpowiedniego komfortu nauczania, i uczenia się młodzieży. Nakreśla potrzeby poszukiwawcze związane: z doborem odpowiednich wymagań akustycznych pomieszczeń edukacyjnych, identyfikacją własności akustycznych funkcjonujących obiektów nauczania, jak i opracowania formalizmu modelowego i numerycznego zapewniającego prosty, jednoliczbowy opis jakości akustycznej pomieszczeń, przy uwzględnieniu wartości licznych, cząstkowych wskaźników określających klimat akustyczny je charakteryzujący.

Podjęte w rozprawie doktorskiej przez mgr inż. Jana Radosza problemy badawcze, są ważne zarówno dla projektantów, jak i użytkowników pomieszczeń dydaktycznych. Ich zadania mają swoją specyfikę, w tle ogólnej problematyki oceny jakości akustyki pomieszczeń, obecnych w literaturze przedmiotu.

W zamierzeniu Doktoranta, wykonane przez niego badania mają umożliwić opracowanie globalnej miary dla oceny jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych. Winna ona być funkcją wskaźników cząstkowych określonych eksperymentalnie, i umożliwiać na szersze jej aplikowanie w procesach projektowych i kontrolnych warunków pracy nauczyciela, a także oceny warunków przyswajania wiedzy przez uczniów.

Ten zamysł badawczy uważam za celowy z naukowego punktu widzenia. Związane z nim rozwiązania mają bowiem interdyscyplinarny przekaz, łączący zagadnienia z obszarów inżynierii akustycznej, diagnostyki stanu zagrożeń akustycznych środowiska, ergonomii oraz metrologii.

Należy przy tym zaznaczyć, że tak wyartykułowany problem nie znalazł dotychczas w literaturowym przekazie wyczerpującej prezentacji, przez co można uznać go za właściwą podstawę do realizacji rozprawy doktorskiej.

Z punktu widzenia walorów poznawczych i praktycznych recenzowana praca doktorska jest poznawczo aktualna i ważna. Jej tematyko definiuje ważna wiedzę ekspercką potrzebną do projektowania sal lekcyjnych, i rozstrzygnąć jakie mogą mieć miejsce w ich procesie projektowym i kontrolnym.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa spełnia oczekiwania jakie wiązać można z tematem pracy doktorskiej. Można ją uznać za pożądaną naukowo, która dobrze wkomponowuje się w współczesne potrzeby i trendy badawcze, związane z omówionym obszarem badawczym.

2. Analiza zawartości rozprawy i sposób jej przedstawienia.

Przechodząc do ogólnej charakterystyki rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Radosza stwierdzam, że opiniowana praca stanowi *obszerne studium problemu* analizy akustycznej jakości pomieszczeń edukacyjnych. Zostało ono udokumentowane na 114 stronach rękopisu pracy doktorskiej, która zawiera: 9 rozdziałów, 60 ilustracji rysunkowych, 24 tabele, wraz z wykazem bibliografii określoną 133 odnośnikami literaturowymi do treści pracy. Całość pracy uzupełniają: spis treści, podziękowania, wykaz ważniejszych oznaczeń, oraz bibliografia.

Tradycyjnie we wstępie - **rozdział 1**, są wypunktowane potrzeby oceny jakości pomieszczeń edukacyjnych, opisy wskaźnikowe dla tych ocen, ich uwarunkowania, a także metody ich estymacji. Służą one artykulacji, przyjętej przez Doktoranta hipotezy, o potrzebie i możliwości zbudowania globalnej miary dla oceny ich jakości, przy uwzględnieniu uwarunkowań i ograniczeń informacyjnych o analizowanym obiekcie.

Rozdział 2 omawia problematykę akustyki pomieszczeń edukacyjnych w jej wymiarze: ergonomicznym związanym z ryzykiem chorób narządu głosu nauczycieli, istniejącymi normatywnymi i zaleceniami dla opisu akustyki takich pomieszczeń, a także sposobami ich wyznaczenia. Prezentuje analizę stanu wtedy w podjętym temacie. Nakreśla w nim również opis metody rozkładu macierzy parametrów akustycznych względem wartości szczególnych SVD (*Singular Value Decomposition*), którą będzie się posługiwał Doktorant przy redukcji informacyjnego wymiaru prowadzącą do wyznaczenie globalnego wskaźnika jakości pomieszczenia.

Na takim tle - **Rozdział 3** - punktuje potrzebę realizacyjną podjętej pracy, formułuje przyjęte tezy mówiące o celowości oceny jakości akustycznej pomieszczeń na bazie jednej miary liczbowej; (*będącej funkcją wyznaczonych pomiarowo różnych wskaźników akustycznych*); w tym przy niepełnej informacji z użyciem metody rozkładu macierzy danych względem wartości szczególnych SVD. Nakreślony w tym rozdziale cel i sformułowane w nim tezy uważam za istotne z naukowego punktu widzenia, a także niezbędne w realizacji rozpoznania podjętego obszaru zadań badawczych.

Rozdział 4 skupia uwagę na analizie wartości różnych parametrów akustycznych pomieszczeń edukacyjnych. W rozdziale tym mamy prezentację szerokich autorskich badań eksperymentalnych; (*zrealizowanych w wytypowanych 51 salach lekcyjnych*); dedykowanych problemowi estymacji wartości różnych wskaźników opisujących własności akustyczne pomieszczeń tj.: czasu pogłosu T_{20} , T_{mf} , wskaźnik wyrazistości C_{50} , wskaźnik transmisji mowy STI, relatywnej siły dźwięku G_{rel} , czy poziomu dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu. Dokonuje odniesień uzyskanych wyników względem istniejących normatywnych zaleceń.

Zawarty w tym rozdziale materiał można potraktować jako autorski przekaz zdobytej przez niego wiedzy eksperymentalnej, odnoszącej się do podjętych w rozprawie zadań badawczych.

Rozdział 5 omawia powiązania wartości różnych parametrów akustycznych pomieszczeń edukacyjnych z wynikami subiektywnej oceny zrozumiałości mowy. Prezentuje zastosowaną metodę, wraz z określającymi rozpoznania testami: wyrazowymi i zdaniowymi, uzupełnionymi o materiał dźwiękowy niezbędny dla ich przeprowadzenia. Analizuje powiązania wyników testów wyrazowych i zdaniowych zrozumiałości mowy, z wartościami wyselekcjonowanych do badań w poprzednim rozdziale parametrami akustycznymi badanych pomieszczeń. Rozpatruje korelacje zachodzące pomiędzy fizycznymi parametrami pomieszczeń, a subiektywną zrozumiałością mowy z ich skalą ocen. Na tak dokonanym przeglądzie wyników eksperymentów Doktoranta, została określona baza informacyjna dla propozycji wskaźnikowej oceny jakości pomieszczeń edukacyjnych, kwantyfikowanej wartością syntetycznej miary w postaci globalnego wskaźnika jakości akustycznej QI_G . Można więc uznać, że mamy w tym rozdziale dobrze wyartykułowane stanowisko Doktoranta, względem obszaru podjętego przez niego zadania badawczego.

Kolejne dwa następne rozdziały **6 i 7** prezentują **zasadnicze elementy rozprawy** związane z wyartykułowanym przez Doktoranta celem i tezami rozprawy.

Ma w nich miejsce - **rozdział 6** - prezentacja globalnego wskaźnika jakości dla pomieszczeń edukacyjnych z określającymi jego wartość parametrami wejściowymi do jego obliczeń. Przedstawia sposobu wyliczeń wskaźników: Q_{IRT} -pogłosowego, CI -zrozumiałości mowy, Q_{SE} -wysiłku głosowego, $QI_{SD,f}$ -rozkładu siły dźwięku, QI_N -hałasu przenikającego do pomieszczenia, czy QI_{SNR} -odstępu sygnału od szumu, z przypisanymi im w arbitralny sposób wagami. Na ich bazie dokonano oceny jakości akustycznej wybranych pomieszczeń edukacyjnych, sprawdzającej własności funkcjonalne zaproponowanej metody. Podjęto również próbę uproszczonej walidacji, poprzez porównanie wyników akustycznej kwantyfikacji jakości akustycznej analizowanych pomieszczeń z istniejącymi skalami oceny wskaźnika transmisji mowy STI oraz oceny czasu pogłosu T_{20} , które są bazowe w wymaganiach normowych PN-B-02151-4:2015. Na tle tak przeprowadzonej walidacji stwierdzono zasadność wykonania obliczeń jakości akustycznej pomieszczeń według zaproponowanej w pracy metody.

W kolejnym **rozdziale 7**, jest opisana przez Doktoranta metoda poszukiwania uproszczonego algorytmu oceny akustycznej pomieszczeń, bazująca na idei redukcji jego parametrów wejściowych przyjmowanych do estymacji globalnego wskaźnika jakości. Proponowaną drogą rozwiązania tak postawionego problemu jest wskazanie aplikacji metody SVD (*Singular Value Decomposition*). Jej realizacja umożliwia rozkład macierzy informacji pomiarowej (*wskaźników cząstkowych*) obciążonych zakłóceniami, względem jej wartości szczególnych. Taka realizacja prowadzi do redukcji wymiaru informacyjnych parametrów, potrzebnych do estymacji wartości globalnego wskaźnika, który określa własności akustyczne analizowanego pomieszczenia. Z tą metodą badawczą Autor wiąże również proces rekonstrukcji macierzy obserwacji dla zadania predykcji wskaźników cząstkowych służących do wyliczeń wartości QI_G . Nakreśla warunki weryfikacji własności funkcjonalnych tak uproszczonego modelu, wiążąc je z procesem porównania otrzymanych wyników z wynikami otrzymanymi z modelu regresji wielorakiej.

Rozdział 8 skupia uwagę na przedstawieniu wyników weryfikujących własności użytkowe zaproponowanej metody oceny jakości akustycznej pomieszczeń. Mają one odniesienia do porównań wyników oceny jakości pomieszczeń po wykonaniu w nich adaptacji akustycznej, z ocenami subiektywnymi osób uczestniczących w badaniach ankietowych, czy też wynikami porównań wyznaczonych skalami ocen własności akustycznych pomieszczeń określonych odpowiednimi normami, zaleceniami, czy wytycznymi.

Kończący pracę **rozdział 9**, zawiera podsumowanie, w którym przedstawiono wnioski wynikające z szerokich autorskich analiz i badań eksperymentalnych, wykonanych według dobrze zdefiniowanych i zaprogramowanych w doktoracie rozpoznań badawczych.

Jak wynika z przedstawionej charakterystyki treści rozprawy, jej zakres tematyczny jest szeroki, o dużym stopniu oryginalności przytaczanych wyników w poszczególnych rozdziałach, a których różnorodność analiz dobrze świadczy o kwalifikacjach badawczych Doktoranta, i daje dobre świadectwo o ich merytorycznym poziomie.

Można więc podsumować, że zrealizowane i udokumentowane w rozprawie doktorskiej analizy i badania: skalą złożoności, materiałem liczących eksperymentów pomiarowych, a także przekazem nowych idei modelowań dla nakreślonych rozpoznań badawczych, w pełni wypełniają wymogi stawiane rozprawom doktorskim.

3. Ocena merytoryczna.

Temat pracy można uznać za rozwiązany na etapie zadania doktorskiego z oczekiwaną od niego problemową docieklivością. Poszczególne rozdziały rozprawy referują w akceptowalny sposób: tok myślowy, badania i analizy wykonane przez Doktoranta w celu rozwiązania podjętego przez niego zadania badawczego.

Treści informacyjne rozprawy dostarczają **nowych** wskazań metodycznych oraz informacji wykonawczych, mających **istotną wartość poznawczą** dla oceny akustycznej jakości pomieszczeń edukacyjnych.

Do istotnych rezultatów rozprawy doktorskiej zaliczam :

- stworzenie nowej bazy wiedzy, z obszernego materiału autorskich, eksperymentalnych badań i analiz, dedykowanej ocenie jakości akustycznej pomieszczeń szkolnych, powiązanych z różnymi warunkami ich funkcjonowania;
- podanie wskazań metodycznych i wzorców wykonawczych do obliczeń zaproponowanej przez Doktoranta syntetycznej, jednoliczbowej miary akustycznej jakości pomieszczeń dydaktycznych;
- wprowadzenie do palety narzędzi obliczeń i analiz jakości akustycznej pomieszczeń szkolnych metody SVD (*Singular Value Decomposition*), pozwalającej na redukcję zbioru wskaźników i danych wejściowych wymaganych dla estymacji ich jednoliczbowej miary określającej ich akustyczną jakość.

Te wyróżniki rozprawy doktorskiej, mogą być inspiracją do dalszych ich rozwinięć i aplikacji w innych procesach badawczych, dedykowanych problemom oceny jakości akustycznej pomieszczeń.

Mam świadomość, że w prezentacji obszernego materiału badawczego zawsze pojawiają się zastrzeżenia. Do takich zaliczyłbym brak pełniejszych odniesień i analiz w kwestii doboru wag dla wskaźników cząstkowych określających jakość akustyczną pomieszczeń. Widziałbym celowość, wypunktowania w pracy, stowarzyszonych z ich doбором ograniczeń, warunkowanych koniecznością wypełnienia określonych założeń, np. powiązanych z liczbą wykorzystywanych do opisu jakości akustycznej pomieszczeń, wskaźników cząstkowych. Kwestię tę wiązałbym też z niezrozumiałym dla mnie przypisaniem wagi 0.3 dla wskaźnika wysiłku głosowego (*tabela 6.1*), podczas gdy ten wskaźnik ten został wyselekcjonowany metodą SVD jako bazowy do opisu wskaźnika globalnego. Z podobnym zastrzeżeniem można wystąpić w przypadku wagi 1 przyjętej dla wskaźnika hałasu przenikającego do pomieszczenia, podczas gdy ten parametr jest marginalizowany wyborem przez metodę SVD. Oczekiwałbym zatem od Doktoranta skierowania uwagi na pełniejszą prezentację w przyszłych publikacjach ograniczeń, jakie powinny towarzyszyć wyborowi wag dla wskaźników cząstkowych podczas aplikacji proponowanego rozwiązania.

W rozdziale 6 przy budowaniu i analizie zależności dla wskaźników cząstkowych wyznaczanych na podstawie danych pomiarowych brak mi jest w określających je zależnościach (6.3-6.10) niezbędnej normalizacji, sprowadzającej oddziaływania wielkości pomiarowych do bezwymiarowej wartości analizowanego składnika hałasu, czy też pewnych odniesień do tej kwestii.

Również oczekiwałbym wyjaśnienia dlaczego Autor dla procesu identyfikacji globalnego wskaźnika jakości akustycznej pomieszczeń skorzystał z opisu modelem regresji wielorakiej z wyrazem wolny β_0 . Jego pominięcie w procesie identyfikacji doprowadziłoby do prostej interpretacji parametrów β_1 , β_2 i β_3 przy wskaźnikach Q_{IRT} , Q_{ISI} , Q_{ISE} jako ich udziału w kształtowaniu wartości globalnego wskaźnika jakości, a tym samym wartości ich wag.

Mój niedosyt budzi również brak odniesień do niepewności wykonanych rozpoznawczych badań. Uwzględnienie i rozwinięcie choćby marginalne tej kwestii nadałoby rezultatom pracy pełniejszego wymiaru. Brak jest również streszczenia pracy.

Z drobnych pomyłek edytorskich wymieniałbym błąd w symbolu przypisanym wskaźnikowi hałasu przenikającego do pomieszczenia Q_N w tabeli 7.2 macierzy korelacji wskaźników cząstkowych, który został określony symbolem Q_{BN} .

Podsumowując opinię stwierdzam, że rezultaty rozprawy są wartościowym przekazem nowej wiedzy z zakresu badań i oceny akustycznej jakości sal szkolnych, które mogą być pomocna w procesie projektowym i diagnostycznym.

Uważam, że zarówno **wyniki poznawcze, jak i praktyczne dokonania Doktoranta zasługują na pozytywną ocenę**. Prezentują zagadnienia perspektywiczne, i zawierające istotne rozpoznania badawcze, o wyraźnie zarysowanym obszarze aplikacji.

Możną tym samym uznać, że rezultaty rozprawy stanowią istotny wkład mgr inż. Jana Radosza w rozwój aktualnej wiedzy z zakresu analizy jakości akustycznej pomieszczeń szkolnych.

4. Konkluzja.

Biorąc pod uwagę, omówione i ocenione wyżej rezultaty rozprawy doktorskiej pracy mgr inż. Jana Radosza stwierdzam, że rozwiązał on pewien istotny obszar naukowych zadań badawczych dotyczący sposobu monitorowania jakości akustycznej pomieszczeń edukacyjnych, o wyraźnym polu aplikacji. Można tym samym uznać, że jest on **Twórcą nowego przekazu wiedzy** przydatnej w praktyce konstruktorskiej i kontrolnej dedykowanej ocenie zagrożeń akustycznych środowiska pracy.

Uzyskane przez niego wyniki w pełni spełniają wymagania stawiane przez obowiązującą *Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r (Dz.U. nr 65, poz.595 z późniejszymi zmianami)*.

Rozszerzają one bazę rezultatów teoretycznych jak i aplikacyjnych dziedziny wiedzy jaką jest inżynieria akustyczna, co upoważnia mnie do przedłożenia Radzie Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy-PIB wniosku o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

W. Salka