

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Górskiego
pt.**

**„Synteza układu sterującego systemu aktywnej redukcji hałasu w pojazdach
uprzywilejowanych ”**

Promotor pracy :

Dr. hab. inż. Wiktor Marek Zawieska, prof.ndz.CIOP-PIB.

Podstawa prawna oceny : Pismo Sekretarza Rady Naukowej CIOP-PIB, dr hab. inż. Dariusza Plebana z dnia 18.09.2014 r.

1. Ocena problematyki rozprawy.

Problemy badawcze związane z konstrukcją rozwiązań dedykowanych redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych, dla potrzeb kształtowania odpowiednich warunków pracy ich kierowców, należą do grupy zagadnień badawczych stosunkowo mało rozpoznanych. Mają one duży obszar potrzeb aplikacyjny dla współczesnych technik projektowania i eksploatacji tych środków transportu.

W obszarze tym problematyka rozpoznawania ważnych poznawczo i aplikacyjnie metod analizy możliwości redukcji hałasu, poprzez konstrukcję aktywnych systemów zwalczania hałasu oddziaływującego na kierowców, i związanych z nimi zadań opracowania reguł syntezy przynależnych im układów sterowania dźwiękiem, należy zaliczyć do ważnych i wartych podjęcia.

Ma ona swoje ważne miejsce w rozwoju dziedziny wiedzy jaką jest wibroakustyka. Wymaga rozpoznać badawczych dedykowanych: analizie hałasu wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych i oceny możliwości ograniczenia jego wpływu na kierowców, sformułowania potrzeb i założeń dla budowy aktywnego systemu redukcji hałasu, realizacji analiz numerycznych weryfikujących własności funkcjonalnych konstruowanego rozwiązania, a także laboratoryjnego sprawdzenie oczekiwanych skuteczności działania. Rozpoznanie takich kwestii jest ważne, zarówno dla projektantów zabezpieczeń wibroakustycznych, jak i potencjalnych użytkowników wskazanych rozwiązań. Wyżej wymienione zadania mają swoją specyfikę, na tle ogólnej problematyki analizy zagrożeń akustycznych kierowców środków transportowych, dość szeroko prezentowanych w literaturze przedmiotu.

W zamierzeniu Doktoranta, wykonane przez niego badania mają dostarczyć eksperymentalnej wiedzy dla konstrukcji takich rozwiązań. Mają być wskazaniem reguł syntezy układu sterującego dla systemem aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych, poprzez opracowanie algorytmu aktywnej redukcji hałasu i ich hardware'owej implementacji, z weryfikacyjnymi ocenami ich funkcjonalnej skuteczności. Winny być pomocne w podejmowaniu szerszych prób tworzenia nowych aplikacji innowacyjno-technicznych, w procesach projektowania zabezpieczeń akustycznych dla pojazdów uprzywilejowanych .

Reasumując stwierdzam, że tematyka rozprawy spełnia oczekiwania jakie wiązać można z tematem pracy doktorskiej. Jest atrakcyjna naukowo, i dobrze wkomponowuje się we współczesne

potrzeby i trendy badawcze, związane z poszukiwaniami nowych rozwiązań dla kształtowania właściwego klimatu akustycznego w pojazdach uprzywilejowanych.

Z punktu widzenia walorów poznawczych i praktycznych jest ona poznawczo aktualna i ważna. Generuje nową wiedzę ekspercka dla projektowania zabezpieczeń wibroakustycznych dla pojazdów uprzywilejowanych.

2. Analiza zawartości rozprawy i sposób jej merytorycznego przedstawienia.

Przechodząc do ogólnej charakterystyki rozprawy mgr inż. Pawła Górskiego stwierdzam, że opiniowana praca stanowi *obszerne studium problemu* analizy hałasu związanego z stosowaniem przez uprzywilejowane pojazdy sygnału uprzywilejowania, powiązanego z opracowaniem reguł syntezy układu sterującego dla systemu aktywnej redukcją hałasu. Zostało ono udokumentowane na 154 stronach rękopisu pracy doktorskiej, która zawiera: 11 rozdziałów, 75 ilustracji rysunkowych, 16 tabel, wraz z wykazem bibliografii określonej 122 odnośnikami literaturowymi do treści pracy. Całość pracy uzupełniają: opis skrótów i oznaczeń użytych w pracy oraz 2 załączniki w których dokumentuje się wyniki eksperymentów numerycznych oraz laboratoryjnych testujących własności funkcjonalne opracowanego rozwiązania.

Tradycyjnie **4 pierwsze rozdziały** kreślą perspektywę dla podjętych w rozprawie zadań. **Rozdział 1**, umiejscawia ideę programową rozprawy i potrzebę jej realizacji, w tle: problematyki poruszania się pojazdami uprzywilejowanymi i oddziaływań sygnału uprzywilejowania na kierowców tych pojazdów. Ma w nim miejsce przekonujące przedstawienie celowości i krótkiej charakterystyki poruszonych w rozprawie problemów.

Rozdział 2 analizuje parametry sygnałów uprzywilejowania, w odniesieniu do ocen prawnych i normowych, dedykowanych klasyfikacjom ich oddziaływań na zewnątrz i wewnątrz pojazdów.

Rozdział 3 dokonuje przeglądu możliwości redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych. Ma w nim miejsce omawianie podstawowych kierunków realizacji takich zadań wykonawczych, z uwzględnieniem funkcjonalnych uwarunkowań towarzyszących ich realizacji, z których wynika celowość zastosowania metod aktywnych. Można więc uznać, że mamy w tym rozdziale dobrze wyartykułowane stanowiska Doktoranta, względem obszaru podjętego przez niego zadania badawczego.

Kolejne rozdziały **4 i 5** skupiają uwagę na przedstawieniu: krótkiej charakterystyki aktywnych metod redukcji hałasu z ich historycznymi odniesieniami realizacyjnymi, oraz modelowej zasady ich działania (**rozdział 4**). Prezentują wymogi towarzyszące ich budowie, przy różnych konfiguracjach ich układów sterujących. W sposób syntetyczny definiują funkcjonowanie różnych algorytmów aktywnej redukcji hałasu, jak i potrzeby analizy asymptotycznej stabilności ich funkcjonowania. Z tak przeprowadzonej analizy jest wyprowadzone wskazanie (**rozdział 5**), budowy - przystosowanego do redukcji hałasu; (*z zastosowaniem aktywnych metod*); – sygnału uprzywilejowania - zgodnego z wymogami prawnymi i normowymi. Definiuje ono, nową, autorską ideę realizacji układu sterującego systemem aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych, w której ma miejsce idea kształtowania reprezentacji uprzywilejowanych sygnałów: „Le-On”, „Pies”, „Wilk” sygnałami Chirp z zakresu częstotliwości 500-2000Hz, co pozwoliło uproszczyć budowę układu sterującego bazującego na algorytmie genetycznym.

Rozdział 6 formułuje cel podjętego zadania badawczego, związaną z nim tezę rozprawy oraz wymagany zakres prac, niezbędnych do rozwiązania podjętego zadania. W intencji Autora, Jego rozprawa doktorska ma stanowić pomoc dla badaczy i praktyków zajmujących się budową aktywnych metod redukcji hałasu, w których ma miejsce potrzeba zapewnienia niezbędnego alarmowego przekazu dźwiękowego pojazdu uprzywilejowanego, z równoczesnym warunkiem redukcji poziomu ciśnienia akustycznego docierającego do kierowcy.

Rozdział 7 skupia uwagę na przedstawieniu modelu systemu aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych. Jego bazą wykonawczą są aktywne ochronniki słuch, w których odbierane sygnały są kształtowane rozwiązaniem opartym na algorytmie genetycznym. Generowany w nich sygnał odbiorczy, są kształtowane danymi z opracowanego generatora sygnału uprzywilejowanego, przetwarzanymi układem wąskopasmowych filtrów wycinających NOTCH. Wektor ich współczynników, jest bazą dla realizacji algorytmu genetycznego kształtującego sygnał kompensujący na podstawie obliczonych współczynników.

W tym miejscu rozprawy mamy do czynienia z wyartykułowaniem *nowej idei* syntezy układu sterującego aktywną redukcją hałasu w pojazdach uprzywilejowanych, opartego na wykorzystaniu algorytmu genetycznego do wyznaczenia sygnału kompensującego.

Kolejny **rozdział 8** prezentuje szeroki krąg eksperymentów numerycznych, prowadzących do wyboru właściwej parametryzacji modelu aktywnej redukcji hałasu. Dedykowane one były potrzebom rozstrzygnięć kwestii wpływu zmian parametryzacji algorytmu genetycznego oraz zmian parametrów związanych z sygnałem hałasu, na skuteczne działanie systemu aktywnej redukcji hałasu. Obejmuje ona szeroki krąg analiz mających na celu wytypowanie najlepszych metod selekcji, krzyżowania, czy reprodukcji w algorytmie genetycznym, zabezpieczających skuteczną adaptację współczynników filtrów NOTCH dla potrzeb minimalizacji błędu sygnałowego. Analizowano wpływ przyjętej konfiguracji algorytmu genetycznego, a także określających jego realizację parametrów, na skuteczność działania aktywnej redukcji hałasu. W szerokich badaniach numerycznej symulacji, rozpoznano również poprawność działania algorytmu genetycznego w systemie aktywnej redukcji hałasu, działającym w trybie quasi –stałych współczynników. Problem rozpatrywano dla charakterystycznych sygnałów uprzywilejowanych typu: „Pies”, „Le-On”, „Wilk”.

Jak wynika z dokonanego przeglądu, treści tego rozdziału zawierają propozycje przygotowania danych, dla budowy algorytmu redukcji hałasu w kontekście wyboru struktury i wartości parametrów, określającego jego realizację algorytmu genetycznego. Formułują wskazówki realizacji obliczeń programowych poprzez zamieszczenie kodu programu obliczeniowego z wykorzystaniem oprogramowania Matlab. Mają przy tym dobre przedstawienia w postaci licznych graficznych ilustracji rozważanych kwestii.

Rozdział 9 dokumentuje autorską koncepcję budowy systemu aktywnej redukcji hałasu dla pojazdów uprzywilejowanych. Omawia jego moduły wykonawcze oraz przedstawia zaimplementowane w nim oprogramowanie sterujące, napisane przy wykorzystaniu środowiska programistycznego VisualDSP++ firmy Analog Devices, pod kątem zaimplementowanego w opracowanym układzie procesora sygnałowego ADSP-21992-EZ-KIT. Omawia opracowane stanowisko laboratoryjne do testowania własności funkcjonalny opracowanego systemu aktywnej redukcji hałasu ARH. W warstwie metodycznej, dokumentowane wyniki badań laboratoryjnych mają niezbędne badania kalibracyjne, jak rozpoznania i analizy niepewności wyników pomiarowych. Ważnym elementem w tych analizach; (*świadczącym o kwalifikacjach badawczych doktoranta*); jest zwrócenie uwagi na założenia towarzyszące takim rozwiązaniom (badanie normalności rozkładu wyników pomiarowych), co można uznać za pozytywny wyjątek na tle podobnych analiz, obecnych w przekazie literaturowym z tego zakresu. Pewien niedosyt może jednak budzić brak pełniejszej specyfikacji budżetu niepewności towarzyszącej wyrażania niepewności pomiaru, o jakich mówią procedury zawarte w „Przewodniku po niepewności” (*Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) OIML 1993*).

Treści tego rozdziału; *omawiające szeroką gamę wyników eksperymentów*; są potwierdzeniem skuteczności *nowej idei badawczej*, formułującej wskazania dotyczące budowy modułowej aparatury do aktywnej redukcji hałasu w kabinach pojazdów uprzywilejowanych. Zdaniem moim są one warte jest szerszego rozpropagowania i znajdują kontynuatorów. Niosą bowiem określoną treść poznawczą, będącą w warstwie metodycznej i konstrukcyjnej pewną *naukową nowością*.

W kolejnym **rozdziale 10** zaprezentowano analizę wyników badań dotyczących opracowanego systemu aktywnej redukcji hałasu. Omawiono uzyskane wyniki badań jego skuteczność - weryfikowanej, zarówno w numerycznych eksperymentach testujących przyjętego rozwiązania modelowego, jak i w testach laboratoryjnych badających warunki redukcji zakłóceń środowiskowych związanych z uprzywilejowanymi sygnałami typu : „Pies”, „Le-On”, „Wilk”. Potwierdzają one oczekiwaną od systemu skuteczność system ARH na poziomie 40 dB. Dokumentują również poprawność przyjętej tezy rozprawy, zakładającej celowość wykorzystania w syntezie układu sterującego aktywną redukcją hałasu w uprzywilejowanych pojazdach- algorytmu genetycznego qFPG, co upoważnia Doktoranta do stwierdzenia, że wytyczony w rozprawie cel został osiągnięty.

Kończący pracę **rozdział 11**, zawiera podsumowanie, w którym przedstawiono wnioski wynikające z szerokich autorskich badań eksperymentalnych i analiz, wykonanych według dobrze zaprogramowanych w doktoracie badań. Można je traktować za syntetyczne przedstawienie wyników rozpoznania badawczych Autora, które mogą być pomocne w konstrukcji aktywnych układów redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych..

Całość pracy uzupełniają 2 załączniki dokumentacją wyniki badań symulacyjnych i pomiarów laboratoryjnych.

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, dając dobre świadectwo o ich merytorycznym poziomie.

Można więc podsumować, że zrealizowane i udokumentowane w rozprawie doktorskiej badania: określone przekazem nowych idei modelowań układów aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych, i budową przynależnej jej instrumentalizacji, ich celowością realizacyjną; (wynikającą z znaczenia naukowego i potrzeby aplikacyjnej); w pełni spełniają wymogi stawiane rozprawom doktorskim.

3. Ocena merytoryczna.

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

Jej zawartość dostarcza **nowych** wskazań metodycznych oraz informacji wykonawczych, mających **istotną wartość poznawczą** dla budowy aktywnych systemów redukcji hałasu dla kierowców uprzywilejowanych pojazdów.

Na podkreślenie zasługuje dobre przygotowanie zawodowe Doktoranta związane z umiejętnościami : modelowania i wykonywania złożonych badań eksperymentalnych - integrujących liczne techniki badawcze .

Uważam, że mgr inż. Paweł Górski wykazał się umiejętnością doboru i wykorzystania różnorodnych narzędzi badawczych w pomiarach i analizach możliwości redukcji hałasu oddziałującego na kierowców uprzywilejowanych pojazdów.

Do istotnych rezultatów rozprawy doktorskiej zaliczam :

- stworzenie nowej bazy wiedzy, z obszernego, autorskiego materiału eksperymentalnego, dedykowanego wskazaniom konstrukcyjnym budowy układu sterowania systemem aktywnej redukcji hałasu ARH w pojazdach uprzywilejowanych;
- podanie wskazań metodycznych i wzorców wykonawczych do aplikacji algorytmu genetycznego w systemach aktywnej redukcji hałasu ARH .

Te wyróżniki rozprawy doktorskiej, mogą być inspiracją do dalszych rozwinięć idei Doktoranta, i poszukiwań aplikacji w wielu procesach badawczych dedykowanych zwalczaniu zagrożeń hałasowych na stanowiskach pracy.

Mam świadomość, że w prezentacji obszernego materiału badawczego zawsze pojawiają się pytania względem zastosowanych i polecanych formalizmów badawczych. Do takich zaliczyłbym wiązanie potrzeby analizy stabilności przyjętego modelu systemu aktywnej redukcji hałasu z rozwiązaniami dedykowanymi badaniu własności ich asymptotycznej stabilności. Wydaje się, że właściwszym w tym przypadku byłby formalizm powiązany z kryteriami badania stabilności odpornej zaproponowany przez Chariatonowa i rozwinięty w pracach: Białas S. „*Odporna stabilność wielomianów i macierzy*”, Kraków AGH, 2002, czy Busłowicza M., *Odporna stabilność układów dynamicznych liniowych stacjonarnych*. Warszawa-Białystok 2000. Parametry analizowanych układów aktywnej redukcji hałasu cechuje bowiem zawsze pewna niepewność związana z dokładności ich estymacji, i właściwsze byłoby reprezentowanie ich liczbami przedziałowymi.

Nie ustrzegł się też Autor pewnej niejednorodności oznaczeń. Dotyczy to oznaczeń ze strony 27 i 28 dotyczącej fali akustycznej kompensowanej i kompensującej, które są raz związane z wskaźnikami cyfrowymi 1 lub 2 wzór(4.6), drugim razem z wskaźnikami w i p (wzór 4.7), zaś powiązane z nimi średnie moce sygnału kompensowanego i kompensującego (wzór 4.10) z wskaźnikami x i y .

W przywołaniach literaturowych, zauważyłem też małą usterkę na str. 24¹³ polegająca na zgubieniu litery c w słowie Schallschwingunen cytowanego dokumentu.

Mam nadzieję, że podniesione zastrzeżenia zainteresują Autora, i pozwolą pogłębić dalsze Jego poszukiwania badawcze, a także być przedmiotem odniesień na obronie.

Podsumowując opinię stwierdzam, że rezultaty rozprawy są wartościowym przekazem nowej wiedzy z zakresu konstrukcji układów sterujących dla systemów aktywnej redukcji hałasu, które mogą być pomocna w zwalczaniu zagrożeń akustycznych na stanowiskach pracy..

Zarówno **wyniki poznawcze, jak i praktyczne dokonania Doktoranta zasługują na bardzo wysoką ocenę**. Dotyczą one zagadnień perspektywicznych, i zawierają istotne rozpoznania badawcze, mające wyraźnie zarysowany obszar aplikacji. Można tym samym uznać, że rezultaty rozprawy stanowią pewien wkład mgr inż. Pawła Górskiego, w bazę i rozwój aktualnej wiedzy z zakresu analizy i budowy aktywnych metod redukcji hałasu.

4. Konkluzja.

Biorąc pod uwagę, omówione i ocenione wyżej rezultaty rozprawy doktorskiej pracy mgr inż. Pawła Górskiego stwierdzam, że rozwiązał pewien istotny obszar naukowych zadań badawczych z zakresu budowy aktywnych układów redukcji hałasu. Można uznać, że Jest on Twórcą pewnego nowego przekazu wiedzy przydatnej w praktyce konstrukcyjne aktywnych rozwiązań redukcji hałasu na stanowiskach pracy. Wyniki te 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)*, co upoważnia mnie do przedłożenia Radzie Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy- PIB wniosku o dopuszczenie go do publicznej obrony.

Uważam ponadto, że wyniki rozprawy **w sposób wyróżniający** tworzą i rozszerzają bazę rezultatów teoretycznych jak i aplikacyjnych dziedziny wiedzy jaką jest wibroakustyka, i związany z nią obszar badawczy dotyczący konstrukcji aktywnych układów redukcji hałasu. Są atrakcyjne naukowo i aplikacyjnie. Generują **perspektywiczne wskazanie** dla procesu poszukiwania nowych rozwiązań układów sterowania systemów aktywnej redukcji hałasu z wykorzystaniem algorytmów genetycznych. Mają istotny ładunek innowacyjności naukowo-technicznej w wymiarze modelowym i jego software'owym odpowiedniku. Znalazły swoje udokumentowanie w licznych autorskich publikacjach, a także konfrontacji ich rezultatów w publicznej dyskusji, na licznych, ważnych dla

środowiska konferencjach naukowych. Ich innowacyjność znalazła też potwierdzenie w przyznanym doktorantowi patencie „Sygnalizator ostrzegawczy pojazdów uprzywilejowanych” nakreślającym sposób rozwiązania problemu ograniczenia hałasu docierającego do kierowcy, powiązany z prowadzonymi w rozprawie badaniami.

Rezultaty rozprawy, koncepcyjne ujęcie dobrze wyartykułowanego przez Doktoranta zadania badawczego ; w mojej opinii; **nie miało** dotychczas należytego miejsca w przekazie literaturowym i zostało przedstawione w przejrzystej, **edytorsko podobającej się formie**.

Żywię nadzieje, że rozprawa mgr inż. Pawła Górskiego znajdzie szerszy odbiór wśród osób zajmujących się konstrukcją aktywnych układów redukcji hałasu, a zaproponowana przez niego algorytmizacja układu sterującego z wykorzystaniem algorytmów genetycznych znajdzie kontynuatorów.

Wymienione wyżej wyróżniki związane z Jego rozprawą doktorską **skłania mnie do wystąpienia z wnioskiem o jej wyróżnienie**.