

Prof. dr hab. inż. Bożena Kostek, czł. koresp. PAN
Politechnika Gdańska,
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Lab. Akustyki Fonicznej

7.03.2025 r.

Opinia nt. rozprawy doktorskiej mgr Anny Katarzyny Pastusiak

pt.: **“Wpływ stopnia niedosłuchu i warunków akustycznych na zrozumiałość mowy: walidacja polskiego tekstu matrix oraz analiza nowych narzędzi wspierających diagnostykę i ocenę percepcji słuchowej”**, wykonanej pod kierunkiem dra hab. Jędrzeja Kocińskiego, prof. UAM.

W przygotowanej opinii odpowiem na pytania, które typowo stawia się przy ocenie rozpraw doktorskich.

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie sformułowane przez autora

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr **Anny K. Pastusiak** pt.: **“Wpływ stopnia niedosłuchu i warunków akustycznych na zrozumiałość mowy: walidacja polskiego tekstu matrix oraz analiza nowych narzędzi wspierających diagnostykę i ocenę percepcji słuchowej”**. Rozprawa doktorska przedstawiona do oceny wpisuje się w bardzo aktualną tematykę związaną z niedosłuchem spowodowanym hałasem. Raporty WHO z ostatnich lat wyraźnie wskazują, że nieleczony niedosłuch oraz brak protezowania ubytków słuchu powoduje w pierwszej kolejności problemy w komunikacji międzyludzkiej, a w konsekwencji – na przestrzeni lat – może prowadzić do obniżenia standardu życia (zdrowotnego i ekonomicznego), a w dalszej perspektywie czasowej do wykluczenia, depresji, a nawet do demencji. Badania, które przedstawia doktorantka są też widoczne w światowej literaturze naukowej. Warto jednak zauważyć, że badanie zrozumiałości mowy dotyczące języka polskiego w warunkach niedosłuchu wymaga specjalistycznych testów i diagnostyki, które powinny uwzględniać specyfikę i cechy charakterystyczne języka polskiego.

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter teoretyczny i eksperymentalny, składa się z siedmiu rozdziałów, części eksperymentalnej, podsumowania oraz bardzo obszernej (i aktualnej) Bibliografii (312 źródeł). Praca obejmuje 210 stron tekstu.

Praca jest kompletna w strukturze, dzieli się na część teoretyczną oraz eksperymentalną i zawiera: streszczenia w j. polskim i angielskim, wstęp zawierający podstawy ewolucyjne oraz psychofizjologiczne słyszenia, zaś w końcowej części krótki opis struktury rozprawy (rozdział 1); opis wykorzystywanych algorytmów z

podziałem na modele klasyfikacyjne (klasyczne i głębokie), podstawowe cechy i charakterystyki mowy (rozdział 2), podstawowe zagadnienia związane z percepcją mowy wraz z odniesieniem do interakcji wzrokowo-słuchowej (rozdział 3); czynniki wpływające na percepcję mowy, w szczególności odniesienie do zjawiska maskowania, warunków akustycznych, warunków propagacji sygnału, zjawiska *cocktail-party effect* (rozdział 4); metody diagnostyki słuchu ze szczególnym uwzględnieniem badań zrozumiałości mowy, miar oceny zrozumiałości i wyrazistości oraz aspektów czasowych percepcji mowy (rozdział 5); rodzaje testów wykorzystywanych w audiometrii i badaniach zrozumiałości (rozdział 6); badania oceny wydolności słuchu (ang. *hearing acuity*)/wysiłku słuchowego ze szczególnym uwzględnieniem adaptacyjnej kategoryjnej skali oceny wysiłku słuchowego *ACALES*. Doktorantka podaje też czynniki wpływające na wysiłek słuchowy, a także przywołuje metody (obiektywne i subiektywne) pomiaru wysiłku słuchowego.

Kolejny rozdział – najważniejszy w punkcie widzenia oceny niniejszej rozprawy dotyczy części eksperymentalnej, u której podstaw leży test zdaniowy *matrix*. Rozdział ten zawiera wyniki i analizę 11 eksperymentów, które były realizowane w kontekście postawionych hipotez badawczych. Ostatnim rozdziałem jest podsumowanie, w którym – oprócz wniosków ogólnych – zawarte zostały dalsze kierunki badań. Rozprawa zawiera również wykazy tabel i rysunków oraz – jak wcześniej wspomniano – bardzo obszerną Bibliografię. Układ pracy jest w zasadzie kompletny, chociaż typowo zwykle na początku rozprawy doktorskiej podaje się również wykaz najważniejszych oznaczeń, akronimów, symboli.

W proponowanym układzie rozprawy hipotezy badawcze pojawiają się dopiero na str. 80. Warto było we Wstępie odnieść się do tego, że hipotezy badawcze zostaną przedstawione we wprowadzeniu do części eksperymentalnej. Brakuje też wyraźnie zaznaczonego celu we Wstępie pracy, co może lepiej uzasadniłoby tę obszerną część teoretyczną, która przywołuje treści częściowo podręcznikowe. Uwagę w odniesieniu do treści podręcznikowych można potraktować jako wadę lub zaletę niniejszej rozprawy. Wadę – za względu na zbyt dużą obszerność tej części, zaletę – rozprawa jest w zasadzie w dużym stopniu przygotowana do opublikowania jako monografia.

W streszczeniu rozprawy – pośrednio – została podana motywacja prowadzonych badań. Doktorantka zaznacza, że test, który po raz pierwszy został w tak szerokim zakresie zastosowany i opisany w przedstawionej rozprawie, może znaleźć zastosowanie nie tylko w ocenie wpływu stopnia niedosłuchu na zrozumiałość mowy, ale również weryfikacji skuteczności metod jego kompensacji. Mowa jest też o obiektywizacji oceny zrozumiałości mowy prezentowanej osobom badanym w różnych warunkach maskowania. Kolejny aspekt dotyczy walidacji polskiej wersji skali *ACALES* służącej do oceny wysiłku słuchowego. Ważny wątek dotyczy uniwersalności badań zrozumiałości mowy, gdyż ma zastosowanie również w przypadku weryfikacji rozwiązań technicznych przetwarzających mowę w sposób celowy oraz badania osób z chorobami neurodegeneracyjnymi.

Doktorantka przeprowadziła prace badawcze, które opisuje w części eksperymentalnej, zakładając następujące hipotezy badawcze:

- badanie i analiza polskiego testu zdaniowego matrix w kontekście wiarygodności i czułości w zakresie efektu treningu oraz kształtu krzywych psychometrycznych; Doktorantka zakłada, że test matrix nadaje się do nie tylko do oceny wpływu stopnia niedosłuchu na zrozumiałość mowy (eksperyment E4), ale również skuteczności metod jego kompensacji (E5);

- badanie w zakresie osób badanych, tj. spodziewana jest obserwacja istotnych statystycznie różnic między grupą prawidłowo słyszających oraz badanych z niedosłuchem (E4), słuchowa sygnału mowy w obecności sygnałów zmodulowanych jest bardziej efektywna niż w przypadku współwystępowania szumów stacjonarnych;

- badania nowych narzędzi do subiektywnej oceny percepcji słuchowej, które pozwalają ocenić na skali określony atrybut związany ze słyszeniem (np. jakość sygnału czy wysiłek poznawczy), nowe metody mogą służyć nie tylko osobom badanym, ale też badaczom (E9);

- badanie w zakresie dodatkowych aspektów, uwarunkowanych akustyką wnętrza, związanych z percepcją mowy – założenie, że im czas pogłosu będzie dłuższy, tym zrozumiałość mowy coraz mniejsza, a współistniejący wysiłek poznawczy wyższy (E10). Dodatkowo, sprawdzenie czy badania w zakresie zrozumiałości mowy i oceny efektywności percepcji słuchowej mogą mieć potencjalne zastosowanie do określenia charakterystyki czynności poznawczych w prodromalnej fazie choroby Alzheimera (E11).

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym, literatury światowej, stanu wiedzy

Jak już wcześniej wspomniano, Doktorantka bardzo obszernie przedstawia treści teoretyczne, które zostały opatrzone odwołaniami do licznych źródeł literatury. Kilka pierwszych rozdziałów przywołuje nie tylko podstawy dotyczące procesów słyszenia, percepcji mowy, warunków prowadzenia badań audiometrycznych, oceny zrozumiałości mowy oraz wysiłku słuchowego, ale też inne aspekty – wydawałoby się, że trochę nadmiarowe – dotyczące np. propagacji dźwięku w pomieszczeniu, interakcji wzrokowo-słuchowej, itp., chociaż uzasadnione prowadzonymi badaniami.

Lista źródeł jest bardzo obszerna i zawiera 312 pozycji ściśle związanych z tematem rozprawy doktorskiej. W Bibliografii znajdują się liczne odwołania do źródeł z ostatnich lat, co pokazuje, że doktorantka prześledziła aktualne trendy a badaniach zrozumiałości mowy w kontekście badań osób z niedosłuchem. W odniesieniu do części eksperymentalnej, najważniejsze rozdziały dotyczące stanu wiedzy w tematyce rozprawy doktorskiej obejmują rozdziały 5, 6 oraz 7. Przy czym rozdział 5. przywołuje podstawy diagnostyki związanej z badaniami audiometrycznymi oraz zrozumiałości mowy. Rozdział 6. koncentruje się wokół zagadnień związanych z testami stosowanymi w audiometrii i zrozumiałości mowy.

W szczególności pojawia się w nim opis testu zdaniowego matrix, który jest jednym z głównych tematów prezentowanych w ramach badań przeprowadzonych przez doktorantkę. Z kolei wątek związany z wysiłkiem słuchowym został przywołany w rozdziale 7. W rozdziale tym zawarte zostały zagadnienia nie tylko związane z metodami pomiarowymi, ale również z oceną obiektywną i subiektywną wyników badań.

W ogólności, prezentowany zakres badań, w których działała doktorantka jest obszerny (nawet w pewnym stopniu nadmiarowy), zaś wskazane rozdziały stanowią właściwą podstawę do przeprowadzenia badań.

3. Czy autorka rozwiązała postawione zagadnienia; czy użyła właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione, czy wykazała umiejętność poprawnego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników

Na wstępie należy przywołać informację, że przeprowadzone badania zostały przeprowadzone zgodnie z wytycznymi Deklaracji Helsińskiej i zatwierdzone przez Komisję Etyki Badań Uniwersytetu w Oldenburgu (Nr 71/2015). Wszyscy słuchacze przed badaniem zostali poinformowani o jego celu oraz dobrowolnie podpisali zgodę na udział w nim.

Jak wcześniej wspomniano, we wstępie do części eksperymentalnej Autorka przedstawiła hipotezy badawcze, które następnie konsekwentnie realizowała w kolejnych etapach badań. W pierwszej kolejności przeprowadziła (z pełnym uzasadnieniem) walidację polskiego testu zdaniowego matrix (E1). W eksperymencie wzięło udział 35 osób (grupa kontrolna, poniżej 17 roku życia – yNH oraz 18-40 – oNH) oraz 57 osób z niedosłuchem typu odbiorczego (różny stopień niedosłuchu, HI), obie grupy były uwarunkowane wiekiem osób badanych. Walidacja została przeprowadzona zgodnie z procedurą stosowaną dla innych języków. Pomiarzy zrozumiałości mowy przeprowadzono w warunkach maskowania, wykorzystując uwarunkowania o zróżnicowanej charakterystyce akustycznej, tj. wg TSN, ICRA5-250, IFFM oraz cafeteria utrzymywane na stałym poziomie 65 dB SPL. Analiza wyników jest poprawna, stwierdzono statystycznie istotne różnice między trzema badanymi grupami w kontekście wieku osób badanych. Jeden z wniosków dyskusji dotyczy prognozowania, w jakim stopniu osoba badana będzie rozumiała zaprezentowany materiał testowy (w tym przypadku test zdaniowy matrix) w warunkach bez zakłóceń i z zakłóceniami. W tym drugim przypadku uwypuklają się też różnice osobnicze. Ważnym wnioskiem z przeprowadzonej dyskusji jest podkreślenie, że badania audiometryczne powinny odbywać się w różnych uwarunkowaniach akustycznych (oraz w obecności szumów i zakłóceń). Drugim bardzo istotnym wnioskiem (walidacja testu matrix) jest uzyskanie wysokiej skuteczności polskiej wersji testu matrix, uzyskanej po raz pierwszy, w badaniu z

udziałem osób z niedosłuchem różnego stopnia. Potwierdzone to zostało wysoką czułością i swoistością w analizie statystycznej.

Kolejny eksperyment (E2) przedstawia ocenę efektu treningu i pośrednio odnosi się hipotezy dotyczącej testu matrix (wersja testu w języku polskim nie odbiega od innych wersji językowych w kontekście skuteczności stosowania). W testach wzięło udział 14 osób w wieku 22-26 lat ze słuchem prawidłowym, które wg literatury mogą stanowić grupę referencyjną. Ponownie przyjęta metodologia była zgodna z testami matrix, które przeprowadzono dla innych języków. Uzyskane wyniki wskazują, że pierwszy i drugi pomiar różniły się statystycznie od pomiarów 3 - 6 (wszystkie porównania prowadzono przy założeniu poziomu istotności: $p < 0.001$), co oznacza potrzebę przeprowadzenia treningu przed testem właściwym). Wynik ten jest zgodny wnioskami uzyskanymi dla testu matrix innych języków.

W eksperymencie E3 doktorantka przeprowadziła pomiary zrozumiałości mowy z jednoczesnym wyznaczeniem nachylenia krzywych psychometrycznych w przypadku różnych typów sygnałów maskujących. W testach uczestniczyła grupa 58 osób (40 ze słuchem prawidłowym, w tym: 20 yNH oraz 20 oNH). Wynik wcześniejszego eksperymentu wskazał potrzebę prowadzenia treningu, dlatego zastosowano takie właśnie podejście. Uzyskane wyniki są zgodne z literaturą, ale wskazują też na implikacje dotyczące metodologii prowadzenia testów zrozumiałości mowy typu matrix. Nachylenie krzywych psychometrycznych było największe dla szumów stacjonarnych, jednocześnie nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wartościach nachylenia krzywych w pomiarach w ciszy oraz cafeteria, porównując wyniki w obrębie badanych grup. Jedna z hipotez dotycząca różnorodnych warunków maskowania została potwierdzona w tym eksperymencie.

Ponieważ jeden z wniosków tego eksperymentu odnosił się do faktu, iż sygnały zmodulowane są mniej efektywnymi sygnałami maskującymi niż szum stacjonarny, dlatego w eksperymencie E4 przeprowadzono walidację testu matrix w tym właśnie aspekcie. W przypadku tego testu podział osób badanych został przyporządkowany zgodnie z wielkością niedosłuchu. Wszystkie osoby z grupy; ubytek lekki, umiarkowany, znaczny oraz głęboki miały niedosłuch odbiorczy bądź mieszany (symetryczny i potwierdzony przebiegiem krzywych audiometrycznych). Grupę kontrolną ponownie stanowiły osoby ze słuchem prawidłowym („młodzi” i „starsi” wg przyjęto wcześniej kryterium wieku). Zauważono – w przeciwieństwie do grupy kontrolnej – brak wyraźnego związku między wiekiem i różnicą zrozumiałości mowy w różnych warunkach maskowania w przypadku słuchaczy z niedosłuchem. Ponadto, w ogólności, w zjawisko *masking release* było mniej skuteczne w przypadku osób z ubytkiem słuchu, co jest zgodne z literaturą. Natomiast, pojawiła się obserwacja, dotycząca osób ze słuchem prawidłowym, wskazująca na (istotnie statystyczny) wpływ wieku – im jest on wyższy, tym, w ogólności, korzyść z wykorzystania luk w obwiedni maskera jest mniejsza.

W eksperymencie E5 polski test zdaniowy matrix został wykorzystany do oceny zysku z protezowania słuchu, polegającego na ocenie zrozumiałości mowy nie tylko z wykorzystaniem własnych aparatów słuchowych badanych, ale również wirtualnego aparatu słuchowego zaimplementowanego w programie MHA (ang. *Master Hearing Aid*). Osoby badane (20 osób, śr. wiek: 52.4 lata) miały odbiorczy ubytek słuchu o wartości co najmniej 40 dB HL, jednak nie przekraczającym 80 dB HL w uchu „gorzej” słyszającym. Co ważne – osoby te miały co najmniej 3-letnie doświadczenie w używaniu aparatów słuchowych. W testach wykorzystano oprogramowanie Oldenburg Measurement Application ze skalibrowanym osprzętowaniem. Pomiary zostały przeprowadzone: bez aparatów słuchowych, z własnymi aparatami oraz z wirtualną protezą słuchu. Przeprowadzone testy pozwoliły na sformułowanie interesującej obserwacji, a mianowicie, że warunki laboratoryjne nie pozwalają na ocenę korzyści z zastosowaniem MHA w bardziej rzeczywistym środowisku. Oznacza to, że aktualnie stosowane metody dopasowania aparatów słuchowych nie są wystarczające, aby uzyskać zysk z protezowania i istnieje potrzeba opracowania nowych scenariuszy pomiarowych, gdyż nie uwzględniają czynników pozasłuchowych, które mają również znaczenie przy doborze protezy.

Kolejny eksperyment (E6) rozszerza testy o czynniki pozasłuchowe. Pomiary prowadzone były w kontekście zrozumienia mowy, lokalizacji źródła dźwięku oraz jakości słyszenia. W badaniach wykorzystano polskojęzyczną wersję kwestionariusza *Speech, Spatial and Qualities of Hearing* (SSQ). Główny wniosek jest nie w pełni zgodny z przyjętą hipotezą badawczą, tj. w badaniu nie udało się podtrzymać przyjętej hipotezy, zgodnie z którą progi zrozumiałości mowy miałyby być silnie powiązane ze średnimi ocenami jakości percepcji w zakresie mowy, jakości dźwięku i słyszenia przestrzennego (kryteria zawarte w kwestionariuszu SSQ).

Eksperyment E7 przedstawia wykorzystanie testu matrix do oceny wysiłku słuchowego, w szczególności w warunkach akustycznie wymagających. Badaniem (dwa etapy) objęto 58 osób, skład grupy kontrolnej i osób z niedosłuchem, jak poprzednio, zaś wykorzystany protokół ACALES został przygotowany w wersji języka polskiego przez doktorantkę. Za hipotezę zerową uznano brak różnic między wziętymi pod uwagę klasami Bisgaarda w kolejnych pomiarach z obecnością szumu maskującego lub ciszy. Obserwacją, którą wynika z przeprowadzonego testu, jest dosyć oczywista, tj. „wysiłek postrzegany przez indywidualnego słuchacza może być mierzony z dobrą wiarygodnością, ale istnieją duże indywidualne różnice w tym, jak słuchanie wymagające wysiłku jest postrzegane przez różnych słuchaczy w identycznych sytuacjach”, ale warto zauważyć, że dotyczy pogłębionego protokołu badań.

Dalszy eksperyment (E8) dotyczy kolejnych uwarunkowań związanych osobniczo z badaną osobą, tj. rozdzielczości słuchowej. W badaniu wykorzystano ponownie test zdaniowy matrix prezentowany w naturalnym oraz przyspieszonym tempie (dwukrotnie oraz 3,7-krotnie). W badaniu wzięło udział 30 osób (dwie grupy:

młodsze i starsze) ze słuchem prawidłowym. Procedura badawcza obejmowała różne typy szumów i zakłóceń. Wskaźnikiem wyznaczanym w tym badaniu był próg SRT (Speech Recognition Test). Uzyskane wartości SRT przy mowie prezentowanej w tempie wyjściowym/naturalnym pokrywają się z wynikami, które otrzymano w badaniu walidacyjnym (E1) oraz dotyczącym wysiłku słuchowego (E7). Przy przyspieszeniu rozumienie mowy uległo zmniejszeniu, w zasadzie niezależnie od rodzaju szumu zakłócającego – w zasadzie – gdyż doktorantka próbowała powiązać rozumienie mowy przyspieszonej z szumami fluktuującymi. Jednak uzyskane wnioski nie są jednoznaczne.

Eksperyment E9 ma charakter poznawczy i odnosi się do klasyfikacji ubytków słuchu zalecanej przez WHO, w której informacja o ubytku słuchu jest średnią arytmetyczną dla częstotliwości 500, 1000, 2000 oraz 4000 Hz, a która nie oddaje charakteru ubytku. Dlatego doktorantka zastosowała podejście zawarte w pracy Bisgarda i in. (2010), w którym zaproponowano wzorce audiogramów (10 klas). W badaniu wzięło udział 78 osób, sklasyfikowanych wg klas wzorców stosowanych w metodzie Bisgarda i współpracowników. Wniosek z przeprowadzonego badania potwierdza fakt, że głównym czynnikiem wpływającym na efektywność percepcji słuchowej w zakresie zrozumiałości mowy, zwłaszcza prezentowanej w obecności sygnałów maskujących, jest występowanie ubytku słuchu. Jednak odniesienie się do podziału grupy badanej wg klas audiogramów okazało się zbyt szczegółowe. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic.

W kolejnym badaniu (E10) doktorantka bada wysiłek słuchowy (rozumienia mowy) w kontekście zróżnicowanych warunków akustyki pomieszczenia (symulowana akustyka wnętrz). W badaniu brane były typowe wskaźniki oceny akustyki wnętrza, tj. indeksem transmisji mowy (STI), klarownością (C50), czasem pogłosu (RT) i czasem wczesnego zaniku (EDT). Powiązanie oceny obiektywnej akustyki wnętrza z wynikami testów zrozumiałości mowy (kontekst wysiłku słuchowego) można uznać za nowe podejście w tego typu badaniach, chociaż uzyskane wnioski byłyby pełniejsze, gdyby dotyczyły osób z niedosłuchem. Jednak uzyskany wynik badań dla grupy kontrolnej wskazuje, że typowa ocena obiektywna nie pozwala w pełni na powiązanie z komfortem słuchowym osoby badanej.

Ostatni wątek badań odbiega od wcześniejszego schematu, gdyż dotyczy badania zrozumiałości mowy w grupie osób w fazie prodromalnej (bezobjawowej) choroby Alzheimera. Z grupy 30 osób z przedziału 40 – 75 lat wybrano osoby ze słuchem prawidłowym (średnio 12.6 dB HL w uchu prawym i lewym). W badaniach wykorzystano pogłębioną diagnostykę audiologiczną.

Wyniki, które doktorantka uzyskuje mogą świadczyć o: (1) ograniczonej wydajności procesów przetwarzania informacji dźwiękowej, zwłaszcza bardziej złożonej, (2) deficytów w przetwarzaniu binauralnym, (3) ograniczeń pamięci roboczej w przypadku badanych osób. Nawet, jeśli te wnioski wydają się być oczywiste, to widać, że zastosowana metodologia może mieć dużą wartość

diagnostyczną w identyfikowaniu stopnia obniżenia wartości poznawczej, zwłaszcza po jej walidacji w większej grupie badanych.

Ostatnim rozdziałem jest Podsumowanie, w którym doktorantka przywołuje najważniejsze wnioski z przeprowadzonych badań. Określa również kierunki dalszych badań, co zawsze jest cennym dodatkiem prac kwalifikacyjnych, gdyż pokazuje krytyczne podejście do zastosowanej metodologii w kontekście jej rozwinięcia lub modyfikacji.

W ogólności przyjęty schemat eksperymentów jest bardzo systematyczny i powiązany ze sobą wnioskami z poprzedzających badań. Ponadto przedstawienie wyników jest przekonujące i poparte analizą statystyczną, dyskusją uzyskanych wyników oraz wnioskami.

4. Oryginalność rozprawy, jej mocne strony, pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy, przydatność rozprawy dla nauk inżyniersko-technicznych

Na podstawie przedstawionej od oceny rozprawy doktorskiej można wskazać szereg mocnych stron przeprowadzonych badań, niektóre z nich świadczą też o oryginalności. Najważniejsze z nich zostaną przywołane poniżej:

1. Uzyskane wyniki można uznać za obiecujące w kontekście skutecznej oceny wysiłku słuchowego związanego z rozumieniem mowy.
2. Opracowanie polskojęzycznej wersji testu zdaniowego matrix okazało się skutecznym narzędziem w badaniu różnych aspektów rozumienia mowy w warunkach szumów i zakłóceń.
3. Badania wysiłku rozumienia mowy w zmiennych warunkach akustycznych są niewątpliwie ważnym wątkiem badawczym, który może zaowocować pogłębioną diagnostyką, ukierunkowaną na stworzenie nowych metod dopasowania protez słuchu.
4. Warty uwagi jest wątek związany z rozumieniem mowy w warunkach szumów i zakłóceń badany w kontekście potencjalnego wystąpienia zjawiska *listening-in-the-gaps*.
5. Bardzo wartościowy wątek badań dotyczy osób w fazie prodromalnej (bezobjawowej) choroby Alzheimera. Wydaje się, że testy rozumienia mowy (wysiłek, komfort, itd.) mogłyby uzupełnić baterię testów, jakie są wykorzystywane w przypadku osób z podejrzeniem chorób neurodegeneracyjnych.

Końcowa uwaga mogłaby się odnosić do hipotez badawczych i dowodu na ich uzyskanie w prowadzonych eksperymentach, gdyż zostały one w większości potwierdzone na drodze analizy statystycznej i na pewno stanowią wkład i pozycję rozprawy w kontekście stanu wiedzy. Jednak warto byłoby zestawić w

Podsumowania założoną hipotezę i wniosek z odniesieniem do wyników konkretnych eksperymentów.

Rozprawa ma charakter wybitnie badawczy, ale podparty bardzo solidnymi podstawami teoretycznymi. Aktualność tematyki rozprawy jest potwierdzona przez uzyskane wyniki. W podsumowaniu należy dodać, że przeprowadzone przez p. Annę Pastusiak badania mają charakter kompleksowy i kompletny. Dlatego stwierdzam, że wynik prowadzonych przez doktorantkę badań stanowi ważny wkład w połączeniu interdyscyplinarnych obszarów psychoakustyki, audiologii, fizycznych charakterystyk mowy, uwarunkowań akustyki wnętrza i wpisuje się w dziedzinę nauki ścisłe i przyrodnicze w dyscyplinie nauki fizyczne.

Uwagi i pytania do dyskusji:

1. Warto by uzupełnić Podsumowanie o uporządkowane zestawienie: hipoteza badawcza nr 1, 2, itd. oraz odniesienie czy została w pełni udowodniona lub odrzucona (co może być równie wartościowym wnioskiem z badań). Dlatego prosiłabym doktorantkę o przygotowanie takiego zestawu hipotez – dowód (eksperyment).
2. W eksperymencie E2 wniosek o konieczności wykonywania (dwóch) pomiarów treningowych przed zasadniczą częścią badania dotyczył grupy osób ze słuchem prawidłowym. Wydaje się, że w przypadku osób z niedosłuchem, może się okazać, że ta próba powinna być np. trzykrotna. Czy takie próby były wykonane i czy ten „podwójny” trening jest wystarczający w przypadku osób z niedosłuchem?
3. Eksperyment E4 – czy była to zupełnie inna grupa osób, czy niektóre z osób brały udział we wcześniejszych testach?
4. Eksperyment E4 – we wnioskach podano m.in., że w grupie osób z niedosłuchem (65-70) uzyskane wyniki różniły się znacznie. Czy w tej grupie był przeprowadzony wywiad dotyczący, jak długo te osoby mają niedosłuch, jaka była sprawność tych osób, itd. Doktorantka sygnalizuje ten problem we Wnioskach (E4.4), mówiąc, że na uzyskane wyniki może mieć wpływ szereg procesów, dotyczących m.in. przetwarzania i interpretacji materiału zawartego w testach.
5. Eksperyment E5 – doktorantka wskazuje na znany problem, dotyczący coraz powszechniej stosuje się ogólnodostępne narzędzia badawcze, które nie działają zgodnie z zasadą „czarnej skrzynki”, umożliwiając przeniesienie wyników badań w warunkach laboratoryjnych do praktycznego projektowania zarówno sprzętu, jak i oprogramowania protez słuchu. Wydaje się, że ten problem i tak nie jest rozwiązany, o ile nie dotyczy to tzw. grupy „protez” *hearables*, czyli wykorzystujących np. smartfony czy konstrukcje własne.

6. Eksperyment E7 – czy „zjawisko” *listening-in-the-gaps* w podobnym stopniu obejmowało osoby młodsze i starsze – zarówno w grupie kontrolnej i w grupie z niedosłuchem?

Uwagi natury edycyjnej

Odwolania do rys. w tekście powinny być z małej litery (np. „przedstawiono na Rys. 1.”, itd.)

Rozprawa od strony edycyjnej jest bardzo staranna, ale zdarzają się drobne usterki interpunkcyjne.

Podsumowanie

W podsumowaniu stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska p. **Anny K. Pastusiak** **spelnia z wyraźnym nadmiarem wymagania** stawiane rozprawom doktorskim w aktualnie obowiązującej Ustawie o stopniach i tytule naukowym. W związku z tym wnoszę o **dopuszczenie rozprawy doktorskiej p. mgr Anny K. Pastusiak do publicznej obrony.**

Ze względu na osiągnięte w rozprawie wyniki oraz opublikowanie wyników w recenzowanych czasopismach (2 artykuły z listy MEiN w czasopismach po 100 pkt (**A. K. Pastusiak, D. Niemiec, J. Kociński, A. Warzybok**, The Benefit of Binaural Hearing Among Listeners with Sensorineural Hearing Loss, ARCHIVES OF ACOUSTICS Vol. 44, No. 4, pp. 709–717 (2019) DOI: 10.24425/aoa.2019.129726 **A. K. Pastusiak, H. Hafke-Dys, J. Kociński, K. Szarzyński, K. Janeczek**, Advancing Auscultation Education: Signals Visualization as a Novel Tool for Enhancing Pathological Respiratory Sounds Detection, Polish Journal of Medical Physics and Engineering, t. 30 (2024): Zeszyt 1 (marzec 2024), DOI: <https://doi.org/10.2478/pjmpe-2024-0001>) – wnoszę o **wyróżnienie rozprawy doktorskiej.**