

ZDZISŁAW MAREK KURKOWSKI\*  
ALEKSANDRA PTASZKOWSKA-PORĘBA\*\*

\*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie  
Zakład Logopedii i Językoznawstwa Stosowanego

\*\*Geers Dobry Słuch, Warszawa

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0507-3028>;

## Audiometria fonetyczna i jej zastosowanie w diagnozie osób z zaburzeniami wymowy

---

### Phonetic Audiometry and Its Application in the Diagnosis of People with Speech Disorders

#### STRESZCZENIE

Audiometria fonetyczna jest formą audiometrii słownej służącej do precyzyjnego ustalenia odbioru słów. Pomiar prawidłowej percepcji poszczególnych głosek w słowie pozwala uniknąć błędu, który w klasycznej audiometrii słownej może dyskwalifikować słowo, w którym nieprawidłowo rozpoznano tylko jedną głoskę. Ponadto audiometria słowna nie daje precyzyjnego pomiaru progu rozumienia mowy i stopnia dyskryminacji u osób z zaburzeniami wymowy. Opracowane listy słów, przede wszystkim zrównoważone fonetycznie i semantycznie, pozwalają na łatwy zapis wyników badań przez osoby bez przygotowania fonetycznego. W pracy ukazane zostaną wyniki zastosowania audiometrii fonetycznej w ocenie percepcji mowy u osób z aparatami słuchowymi oraz z zaburzeniami mowy.

**Słowa kluczowe:** audiometria fonetyczna, audiometria mowy, zaburzenia wymowy

#### SUMMARY

Phonetic audiometry is a form of verbal audiometry used to precisely determine the perception of words. Measurement of the correct perception of individual sounds in a word avoids an error that in classical verbal audiometry can disqualify a word in which only one voice was incorrectly recognized. In addition, verbal audiometry does not give a precise measurement in people with speech problems. The developed lists of words, primarily phonetically and semantically balanced, allow easy recording of research results by people without phonetic preparation. The paper will present

the results of the use of phonetic audiometry in the assessment of speech perception in people with hearing aids and with speech disorders.

**Key words:** phonetic audiometry, speech audiometry, speech disorders

Ocena percepcji mowy jest ważnym zagadnieniem w diagnostyce i terapii logopedycznej. Odbiór mowy w znacznym stopniu różni się od percepcji innych dźwięków. Jej podstawę stanowią, podobnie jak w percepcji innych dźwięków, procesy fizjologiczne zachodzące w obwodowym i ośrodkowym układzie słuchowym. Istota zjawiska ma jednak miejsce w sferze psychicznej. Możemy powiedzieć, że nie słyszy ucho, lecz umysł. Na poziomie umysłowym przetwarzanie mowy zależy od złożonych umiejętności.

W aspekcie akustycznym procesy te są różnie ujmowane. Percepcja mowy składa się z kilku etapów zależnych od typu hierarchicznie przetwarzanej informacji – akustycznej, neuroelektrycznej, fonetycznej, leksykalnej, semantycznej, pragmatycznej. Najniższy poziom stanowi dotarcie sygnału do narządu słuchu oraz proces postrzegania mowy. Na poziomie akustyczno-fizjologicznym następuje przetwarzanie i wyodrębnianie akustycznych cech dźwięków i informacji fonetycznych. Na kolejnym poziomie audytoryjnej integracji dochodzi do kodowania informacji w procesie przetwarzania neurofizjologicznego oraz do wyodrębniania cech dystynktywnych, segmentalnych i suprasegmentalnych (przetwarzanie psychofizjologiczne). Najwyższy poziom psycholingwistyczny odpowiada tworzeniu się jednostek językowych – sylab, wyrazów. Ostatnim etapem jest interpretacja uzyskanych informacji prowadząca do zrozumienia wypowiedzi (Surmanowicz-Demenko 2011).

U. Jorasz (1998, 150) przedstawia model mowy, według którego sygnał mowy jest analizowany na poszczególnych etapach, takich jak: „filtrowanie w perfekcyjnym układzie słuchowym – wykrywanie właściwości akustycznych – wykrywanie cech fonetycznych – segmentacja – porządkowanie leksykalne”. Pierwszy etap dotyczy zamiany sygnału akustycznego na bodziec elektryczny w narządzie Cortiego ucha wewnętrznego. Kolejną częścią jest dekodowanie formantów, czyli wykrywanie struktury widmowej. Następny etap uświadamia, iż odbiór mowy nie następuje w sposób hierarchiczny, a poprzez liczne powiązania z innymi poziomami. Ważne stają się informacje na temat struktury danego języka, zasad gramatycznych, kontekstu, a także inteligencja, pamięć, uwaga oraz doświadczenia słuchacza.

Nie ma jednoznaczności w przyjęciu uniwersalnego modelu mowy. Liczne poglądy akcentują wybrane aspekty. Różne modele znajdujemy między innymi w pracach: D. Kądziaławy (1983), U. Jorasz (1999), E. Ozimka (2002), G. Surmanowicz-Demenko (2011), G. Demenko (2015).

Ocena percepcji mowy jest istotnym zagadnieniem z audiologicznego punktu widzenia. Do diagnozy tej umiejętności wykorzystuje się przede wszystkim audiometrię mowy, która stanowi integralną część badań audiologicznych. Jest wykorzystywana do: oceny komunikacji audytywnej w warunkach naturalnych, laboratoryjnych oraz w szumie, diagnostyki uszkodzeń narządu słuchu typu przewodnictwa, odbiorczych ślimakowych, pozaślimakowych, centralnych, psychogennych także protezowania narządu słuchu (dobór i dopasowanie aparatu słuchowego, pomoc pacjentom ze wszczepami ślimakowymi), rehabilitacji słuchowej, dynamicznej oceny postępowań, mających na celu poprawę słyszenia (Pruszewicz i Wiskirska-Woźnica 2011)

Audiometria mowy należąca do grupy tzw. badań psychoakustycznych może być przeprowadzona wyłącznie przy aktywnym udziale osoby badanej. Pacjent ma za zadanie powtarzać usłyszaną jednostkę słowną: głoskę, sylabę, wyraz lub zdanie. Test jest odsłuchiwany na różnych poziomach intensywności sygnału, osoba badająca zapisuje procent poprawnie zrozumianych elementów. W ten sposób otrzymujemy tzw. krzywą artykulacyjną. Jej przebieg zależy od rodzaju testu, urządzenia, techniki badania oraz rodzaju patologii narządu słuchu.

Pierwsze próby związane z pomiarem percepcji mowy rozpoczęły się na początku XX w., podczas testowania sygnału telefonicznego i jakości łączy telefonicznych. Na podstawie tych testów Fletcher w 1929 r. dostrzegł potencjalną wartość tych testów w pomiarze percepcji mowy u ludzi z niedosłuchem.

Pierwszymi listami zrównoważonymi fonetycznie, wykorzystywanymi w Polsce były testy opracowane przez Zakrzewskiego i współpracowników w 1953 r. W latach 60. Taniewski, Kugler i Wysocki opracowali własną klasyfikację częstości występowania głosek w języku polskim, a na jej podstawie listy słów zawierające słowa jedno- i dwusylabowe, które stosuje się obecnie w wielu ośrodkach. W 1963 r. Iwankiewicz i Sieciński ułożyli zrównoważone fonetycznie testy obejmujące listy zdaniowe dla dorosłych i dzieci oraz listy liczbowe. W tym samym czasie Szmeja, Pruszewicz i Dukiewicz stworzyli zrównoważone fonetycznie i strukturalnie listy dla dzieci w wieku szkolnym. Nowe listy artykulacyjne, w pełni zrównoważone fonetycznie i strukturalnie, w 1971 r. opublikował Zakrzewski, Pruszewicz i Kubzdela. W 1994 r. Pruszewicz, Demenko, Richter i Wika wprowadzili aktualne do tej pory listy artykulacyjne (NLA-93), które są w pełni zrównoważone pod względem fonematycznym, strukturalnym, gramatycznym i akustycznym, pomijanym w poprzednich testach. Test składa się z 10 list, zawierających po 24 wyłącznie jednosylabowe rzeczowniki. (Obrębowski 2005).

## AUDIOMETRIA FONETYCZNA

Audiometria fonetyczna jest to jedna z odmian audiometrii mowy. Narzędzie to, podobnie jak klasyczna audiometria mowy, służy do wyznaczania progów wykrywania, rozumienia i różnicowania mowy. Najważniejszym aspektem odróżniającym omawiany test od innych jest ocena poszczególnych wyrazów z uwzględnieniem kryterium fonetycznego. Celem badania jest ocenianie powtórzonych przez pacjenta słów pod względem poprawnie rozpoznanych elementów składowych danego wyrazu – głosek.

Na możliwość i potrzebę takiej formy przeprowadzenia audiometrii mowy i interpretacji wyników wskazywał A. Pruszewicz i B. Wiskarska-Woźnica (2011). Zwracali uwagę, iż w przypadku zmiany tylko jednej głoski w wyrazie dyskwalifikowane jest całe słowo. Dlatego sugerowali konieczność badania „wyrazistości” (zmiany jakościowe) i rozróżnialności głosek (zmiany ilościowe). Według tych autorów takie podejście pozwala na lepszą interpretację wyników badań niż w konwencjonalnej audiometrii mowy.

Audiometria fonetyczna została opracowana przez autora tego artykułu w ramach prac badawczych prowadzonych w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie, a wersja komputerowa w Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

Test Audiometrii Fonetycznej zawiera osiemnaście list artykulacyjnych złożonych z dziesięciu jednosylabowych znaczących wyrazów – każde słowo składa się z trzech głosek. Słowa zastosowane w teście zostały dobrane zgodnie z wymogami, jakie muszą być przestrzegane podczas konstruowania narzędzi do badań audiometrią mowy. Materiał słowny został przygotowany w formie nagrań zapisanych na płytę CD. Badania przeprowadza się za pomocą audiometru dodatkowo wyposażonego w wyskalowany odtwarzacz płyt. Materiał słowny podawany jest poprzez słuchawki na przewodnictwo powietrzne, oddzielnie dla ucha prawego i lewego (badanie rozpoczyna się od ucha, w którym zaobserwowano niższe progi wykrywania dźwięków w audiometrii tonalnej). Materiał słowny podaje się z natężeniem skorelowanym z progami słyszenia dla audiometrii tonalnej, określanym na podstawie częstotliwości 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz. Przed przystąpieniem do badania pacjent zostaje poinformowany, jak ma zareagować na usłyszany sygnał – jego zadaniem jest powtarzanie usłyszanych słów. Wyniki pacjenta zapisywane są na formatce testu oraz w skali procentowej na wykresie audiogramu mowy – oznaczony zostaje próg wykrywania mowy, próg rozumienia oraz próg rozróżnienia mowy, a w wersji komputerowej odpowiednio zaznaczone są w panelu badania.

Listy artykulacyjne Audiometrii Fonetycznej zostały zrównoważone pod względem fonematycznym tak, aby liczba fonemów w teście odzwierciedlała ich częstość występowania w języku polskim – zebrane dane przedstawiono w poniższej tabeli.



Ciąg dalszy tabeli 1. Zrównoważenie fonetyczne Testu Audiometrii Fonetycznej (opracowanie własne)

ę		1		1															2	0,3
p'										1							1		2	0,3
m'							1												1	0,2
w'															1				1	0,2
f' dz dz dź b' k' g'																			0	0
SUMA (30)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		

Powyższa tabela zawiera ilościowe zestawienie głosek (fonemów) obecnych w omawianym teście. Głoski zostały uszeregowane zgodnie z częstością pojawiania się – od największej liczby do najmniejszej. Ponadto tabela zawiera rozkład poszczególnych fonemów w danej liście artykulacyjnej (1–18).

Test Audiometrii Fonetycznej został zapisany za pomocą znaków języka polskiego – jest to zapis fonetyczny-ortograficzny. Transkrypcja zapisu została przygotowana zgodnie z normą wymawianową języka polskiego, jednakże nie wykorzystano w tym celu zapisu sławistycznego, czy międzynarodowych znaków IPA. W teście uwzględniono wszystkie zjawiska fonetyczne, zapisując je ortograficznie. Zabieg ten został przeprowadzony świadomie, z myślą o różnych użytkownikach testu, którzy mają prawo ich nie znać. Dzięki temu test może być z powodzeniem przeprowadzany na przykład przez audiologów, lekarzy, którzy nie znając zjawisk fonetycznych zachodzących w języku polskim oraz specjalistycznego zapisu, mogą poprawnie odczytywać i analizować uzyskane wyniki.

Analizując odpowiedzi pacjenta zgodnie z założeniami audiometrii fonetycznej, podlicza się liczbę poszczególnych głosek w danej liście artykulacyjnej. Suma zostaje pomnożona przez 3.3% (30 fonemów w danej liście stanowi 100%), w ten sposób wyznacza się wartości procentowe, które można przenieść na audiogram mowy. W wersji komputerowej obliczenia dokonywane są automatycznie, co pozwala na uzyskanie oceny nie tylko ilościowej, ale również jakościowej.

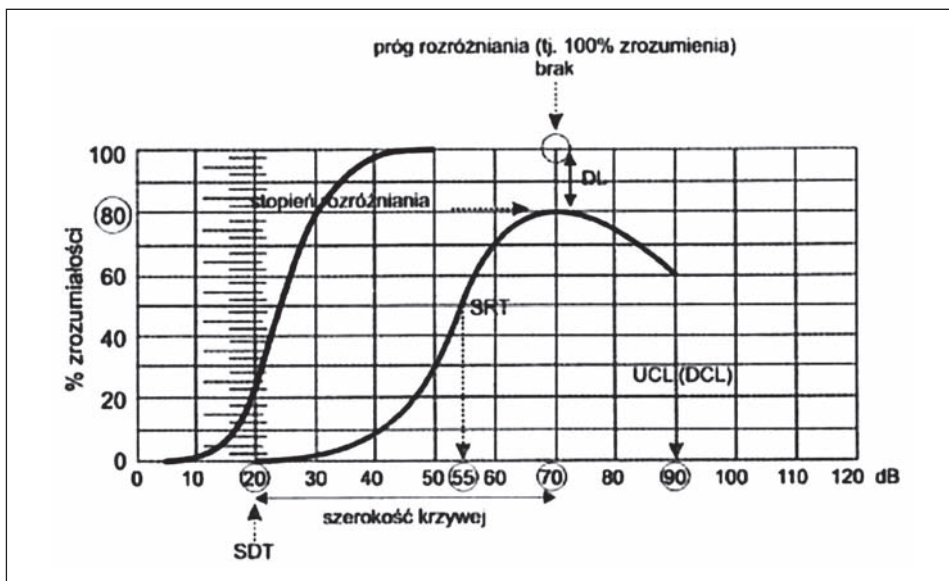
Audiometria słowna jest badaniem ilościowym określonym przez ściśle kryteria oraz wymagania, które dotyczą materiału słownego wykorzystanego do testu, warunków, w jakich przeprowadza się badanie oraz sposobu interpretacji wyników. Polskie normy dotyczące warunków badania i interpretacji wyników są określone przez Polski Komitet Normalizacyjny – PN-EN ISO 88253-3<sup>1</sup>. Opra-

<sup>1</sup> PN-EN ISO 88253-3 – norma stworzona przez Polski Komitet Normalizacyjny, określająca metodę badań audiometrią mowy w polu fali akustycznej bezpośredniej (słuchawki) i w polu fali swobodnej (głośniki). Opracowanie źródłowe 3 grudnia 2005 r., tytuł *Akustyka. Metodyka pomiarów audiometrycznych, część 3: Audiometria słowna* (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011).

cowanie to wskazuje, iż badanie audiometrią słowną można wykonać, gdy zostaną zachowane następujące warunki (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011, 57):

- a) określenie wymagań, jakie powinien spełniać nagrany materiał słowny,
- b) określenie poziomu nagrania (sygnału mowy) i poziomu maskowania (jeśli jest to konieczne),
- c) określenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła w pomieszczeniu pomiarowym tak przy badaniu przez słuchawki, jak i przez głośnik,
- d) przygotowanie i udzielenie instrukcji osobie badanej,
- e) ustalenie sposobu odpowiadania osoby badanej,
- f) wyznaczenie progowe poziomów detekcji mowy (próg wykrywania i rozpoznawania mowy) bez i z dźwiękiem zakłócającym (jeśli jest to konieczne),
- g) ustalenie poziomu maskowania w uchu lepiej słyszającym przy badaniu ucha gorszego,
- h) wyznaczenie i wykreślenie postaci audiogramu słownego,
- i) przeprowadzenie w ściśle określonym czasie kalibracji sprzętu audiometrycznego, słuchawek, głośników.

Materiał słowny, czyli usystematyzowane listy, powinien być przygotowany w formie nagrań. Nagranie powinno być zaopatrzone w sygnał testowy potrzebny do wzorcowania audiometru i zestawu do badań z wolnego pola. Ponadto charakterystyka częstotliwościowa materiału słownego powinna być utożsamiana z widmem wszystkich nagranych słów (z wykorzystaniem metody LTA – *Long-Term Analysis*). Do badań używa się audiometru z wyskalowanym magnetofonem/odtwórczem CD, miernikiem poziomu sygnału mowy i głośnikami. Sprzęt powinien umożliwić odsłuch materiału słuchowego co 5 dB, oddzielnie dla ucha prawego i lewego. Wahania poziomu sygnału nie mogą przekraczać 1,5 dB, odstęp sygnału od szumu powinien wynosić 45 dB SPL, a przerwa między słowami powinna zmieścić się w przedziale 4–5 s. Badanie powinno być przeprowadzane w pomieszczeniu, w którym poziom hałasu jest mniejszy od 40 dB, a czas pogłosu krótszy od 0,5 s (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011, 58). Wykonujący badanie powinien ustalić, czy konieczne jest zastosowanie procedury efektywnego maskowania oraz poinformować pacjenta, w jaki sposób ma zareagować na usłyszany dźwięk. Badanie rozpoczyna się od ucha lepiej słyszącego (po ustaleniu średniej wartości ubytku słuchu dla częstotliwości 500, 1000, 2000 Hz) (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011). Wyniki badania przedstawiane są na audiogramie mowy w postaci wykresu (rycina 1), skonstruowanego na podstawie wartości procentowej zrozumiałości sygnałów (oś X) podawanych z różnym natężeniem (oś Y). Na wykresie powinna znajdować się naniiesiona krzywa normy, przedstawiająca wynik dla normy słuchowej oraz krzywa dla prawego i lewego ucha uzyskana w konkretnym badaniu.



Rycina 1. Krzywa zrozumiałości mowy na przykładzie 34-letniego chorego z uszkodzeniem słuchu typu pochodzenia ślimakowego (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011, 60).

Krzywą normy zaprezentowaną na rycinie 1 określają następujące cechy (Świdziński, Wiskirska-Woźnica, Pruszewicz 2011, 59–60):

- próg wykrywania mowy (*Speech Detection Threshold – SDT*), czyli najmniejsze natężenie, przy którym badany zauważa 50% sygnału (dźwięki są słyszalne, ale nie jest jeszcze rozumiane znaczenie),
- próg rozumienia (*Speech Reception Thershold – SRT*), czyli natężenie, przy którym badany prawidłowo powtarza 50% podawanych słów,
- próg rozróżnienia (dyskryminacji), czyli natężenie, przy którym badany powtarza 100% podawanych słów,
- stopień rozróżnienia dyskryminacji (*articulation, discrimination score*), czyli maksymalny procent poprawnie powtórzonych elementów testu,
- ubytok rozróżnienia (*Discrimination Loss, DL*), czyli różnica między progiem rozróżnienia a osiągniętym stopniem dyskryminacji,
- szerokość krzywej, czyli rozpiętość podawana w dB między początkiem i końcem krzywej (0% i 100% rozróżnienia),
- poziom nieprzyjemnego słyszenia (*Uncomfortable Level – UCL; Discomfortable Level – DCL*), czyli próg słyszenia, który wywołuje nieprzyjemne odczucia,
- dynamiczny przedział (UCL – SRT), czyli różnica między poziomem nieprzyjemnego słyszenia a progiem rozumienia,



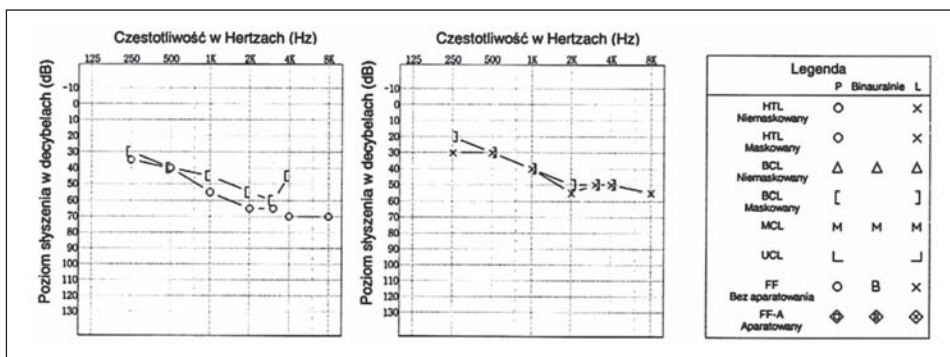
- i) rozrzut krzywej, czyli szerokość między najgorszą a najlepszą krzywą w badaniach standardowych.

Procedura badania w audiometrii fonetycznej musi spełniać kryteria stosowane w klasycznej audiometrii mowy. Opracowane listy słów spełniają kryteria fonetyczno-leksykalno-semantyczne i zostały nagrane zgodnie z przyjętymi procedurami w IFPS w Warszawie.

Opracowany test wykorzystano w badaniach pilotażowych do oceny korzyści z aparatów słuchowych. Badania przeprowadzone przez A. Ptaszkowską (2016), ukazały przydatność tej formy audiometrii mowy do bardziej precyzyjnego ustalenia korzyści z aparatów słuchowych. Poniższe przykłady ukazują różnice w klasycznej ocenie z zastosowaniem audiometrii mowy i ocenie z zastosowaniem audiometrii fonetycznej. Materiał uzyskany od poszczególnych pacjentów analizowany i zapisywany był na audiogramie mowy, zarówno jako audiometria fonetyczna (oznaczana na audiogramach kolorem zielonym), jak i klasyczna audiometria słowna (kolor czarny) – wyniki prezentowano oddzielnie dla prawego i lewego ucha.

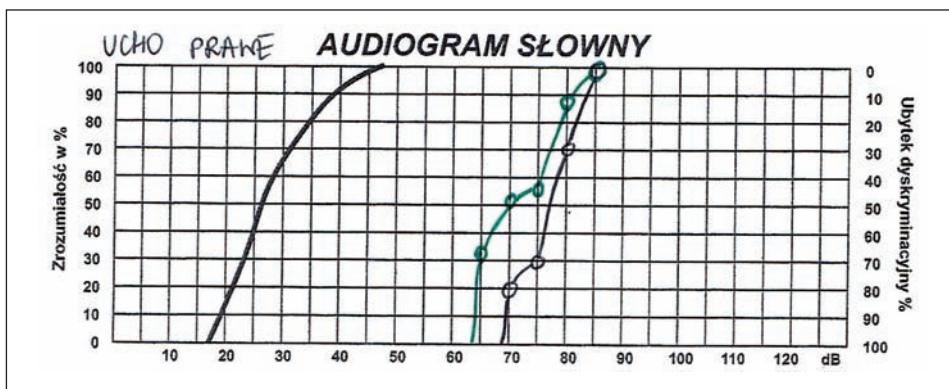
Poniżej przedstawione zostaną dwa przykłady badań porównujących ocenę percepcji mowy klasyczną metodą audiometrii słownej oraz audiometrii fonetycznej.

Osoba 1 to kobieta w wieku 83 lat. Audiogram tonalny zamieszczony poniżej (rycina 2) prezentuje w uchu prawym niedosłuch odbiorczy ze średnim ubytkiem słuchu równym 58 dB, a w uchu lewym niedosłuch odbiorczy ze średnim ubytkiem słuchu wynoszącym 44 dB. W uchu prawym stwierdza się niedosłuch umiarkowany znaczny, a w uchu lewym niedosłuch umiarkowany lekki.



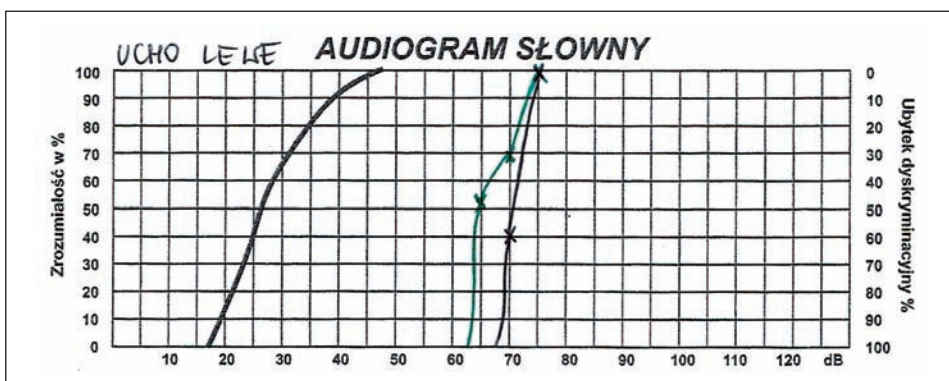
Rycina 2. Audiogram tonalny (ucho prawe i lewe), kobieta, lat 83

Źródło: Aleksandra Ptaszkowska 2016.



Rycina 3. Krzywa audiometrii słownej – kolor czarny, krzywa audiometrii fonetycznej – kolor zielony, ucho prawe, kobieta, lat 83

Źródło: Aleksandra Ptaszkowska 2016.

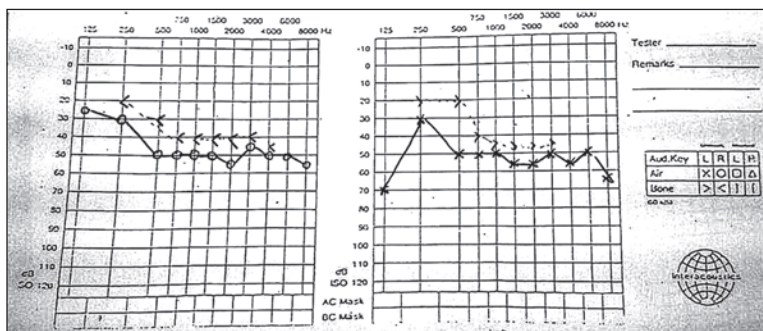


Rycina 4. Krzywa audiometrii słownej – kolor czarny, krzywa audiometrii fonetycznej – kolor zielony, ucho lewe, kobieta, lat 83

Źródło: Aleksandra Ptaszkowska 2016.

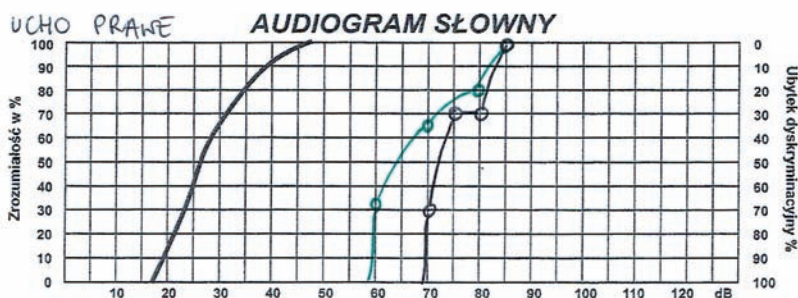
Z przedstawionych powyżej audiogramów (ryciny 3 i 4) wynika, że w uchu prawym próg wykrywania mowy dla audiometrii słownej wynosił 70 dB, a dla audiometrii fonetycznej próg ten został osiągnięty przy 65 dB z rozpoznaniem aż 33% głosek. Podobną sytuację można zaobserwować dla ucha lewego, w którym również progi SDT wynoszą dla audiometrii słownej 70 dB, a dla audiometrii fonetycznej 65 dB. Z tą różnicą, że w uchu lewym przy natężeniu 65 dB pacjentka rozpoznaje 52,8% głosek, osiągając jednocześnie próg rozumienia mowy. W uchu prawym próg SRT przekroczone po podaniu dźwięków o natężeniu 80 dB, w przypadku audiometrii fonetycznej dla tego natężenia uzyskuje się 89,1% poprawnych odpowiedzi. W uchu prawym progi rozróżnienia dla obu krzywych audiometrycznych wynosiły 85 dB, a w uchu lewym 75 dB.

Osoba 2 to kobieta w wieku 83 lat. z prezentowanego poniżej audiogramu tonalnego (rycina 5) wynika, iż u pacjentki występuje obustronny niedosłuch odbiorczy umiarkowany lekki. W uchu prawym średni ubytek słuchu wynosi 51 dB, a w uchu lewym 53 dB.



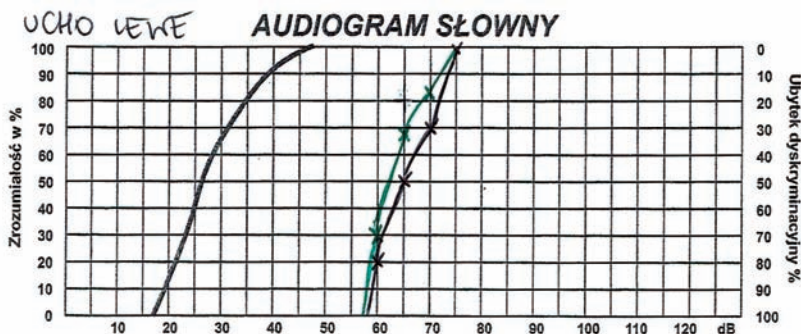
Rycina 5. Audiogram tonalny (ucho prawe i lewe), kobieta, lat 83

Źródło: Ptaszkowska 2016.



Rycina 6. Krzywa audiometrii słownej – kolor czarny, krzywa audiometrii fonetycznej – kolor zielony, ucho prawe, kobieta, lat 83

Źródło: Ptaszkowska 2016.



Rycina 7. Krzywa audiometrii słownej – kolor czarny, krzywa audiometrii fonetycznej – kolor zielony, ucho lewe, kobieta, lat 83

Źródło: Ptaszkowska 2016.

Z przedstawionego powyżej audiogramu (rycina 6) wynika, że w uchu prawym różnica między progiem wykrywania mowy w audiometrii słownej, a progiem wykrywania mowy w audiometrii fonetycznej wyniosła aż 10 dB. Dla audiometrii słownej próg SDT został osiągnięty przy 70 dB (powtórzone 30% wyrazów), a dla audiometrii fonetycznej próg ten uzyskano przy 60 dB (powtórzone 33% fonemów). Natężenie, przy którym osiągnięto próg wykrywania mowy w audiometrii słownej, było już wyznacznikiem progu rozumienia mowy w audiometrii fonetycznej (70 dB – 66% powtórzonych fonemów). Progi rozróżnienia dla obu sposobów analizy wyniosły 85 dB.

W uchu lewym (rycina 7) próg SDT był taki sam dla audiometrii słownej i fonetycznej – 60 dB. W audiometrii słownej osiągnięto 20% powtórzonych słów, a w audiometrii fonetycznej 30% powtórzonych głosek. Po zwiększeniu natężenia o 5 dB pacjentka była w stanie odebrać 50% słów i 69,3% głosek – progi rozumienia mowy. Natężenie 75 dB okazało się być wielkością, przy której pacjentka powtórzyła 100% prezentowanego sygnału.

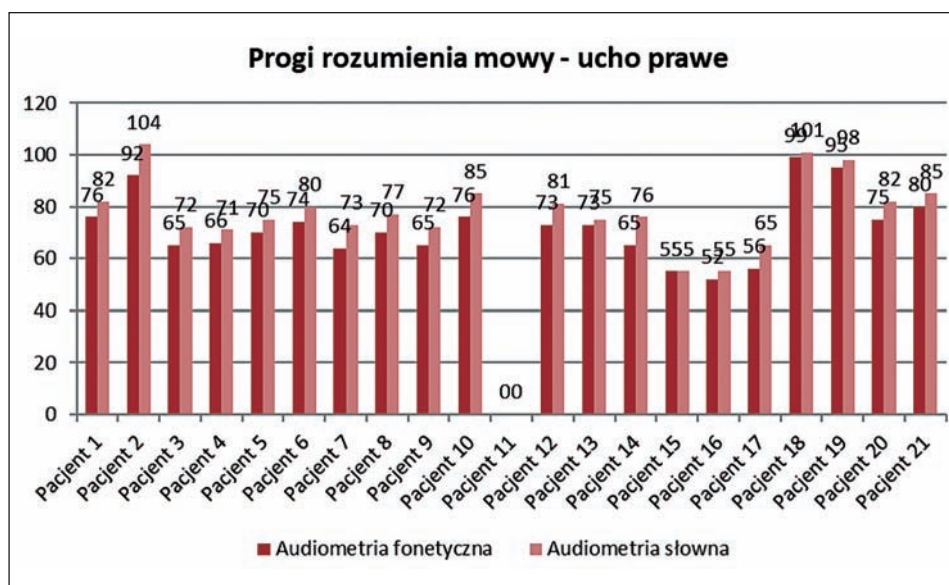
Poniższa tabela 2 zawiera progi rozumienia mowy dla audiometrii fonetycznej oraz audiometrii słownej uzyskane od wszystkich zbadanych osób (z podziałem na wyniki pochodzące z ucha prawego i lewego). Następnie zebrane dane zaprezentowano w postaci wykresów słupkowych (ryciny 8 i 9).

Tabela 2. Progi rozumienia mowy – audiometria fonetyczna i audiometria słowna (ucho prawe i lewe)

PROGI ROZUMIENIA MOWY					
Ucho prawe			Ucho lewe		
Pacjent	Audiometria fonetyczna [dB]	Audiometria słowna [dB]	Pacjent	Audiometria fonetyczna [dB]	Audiometria słowna [dB]
1	76	82	1	63	72
2	92	104	2	96	103
3	65	72	3	65	70
4	66	71	4	65	68
5	70	75	5	71	74
6	74	80	6	75	80
7	64	73	7	60	65
8	70	77	8	65	70
9	65	72	9	63	65

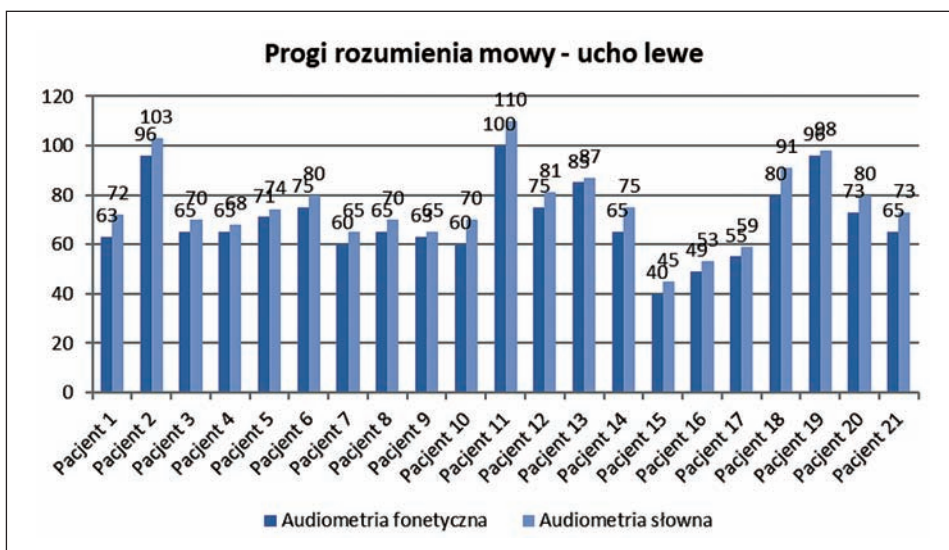
Ciąg dalszy tabeli 2. Progi rozumienia mowy – audiometria fonetyczna i audiometria słowna (ucho prawe i lewe)

10	76	85	10	60	70
11	0	0	11	100	110
12	73	81	12	75	81
13	73	75	13	85	87
14	65	76	14	65	75
15	55	55	15	40	45
16	52	55	16	49	53
17	56	65	17	55	59
18	99	101	18	80	91
19	95	98	19	96	98
20	75	82	20	73	80
21	80	85	21	65	73



Rycina 8. Progi rozumienia mowy w uchu prawym – audiometria fonetyczna i audiometria słowna

Źródło: Ptaszkowska 2016.



Rycina 9. Progi rozumienia mowy w uchu lewym – audiometria fonetyczna i audiometria słowna

Źródło: Ptaszkowska 2016.

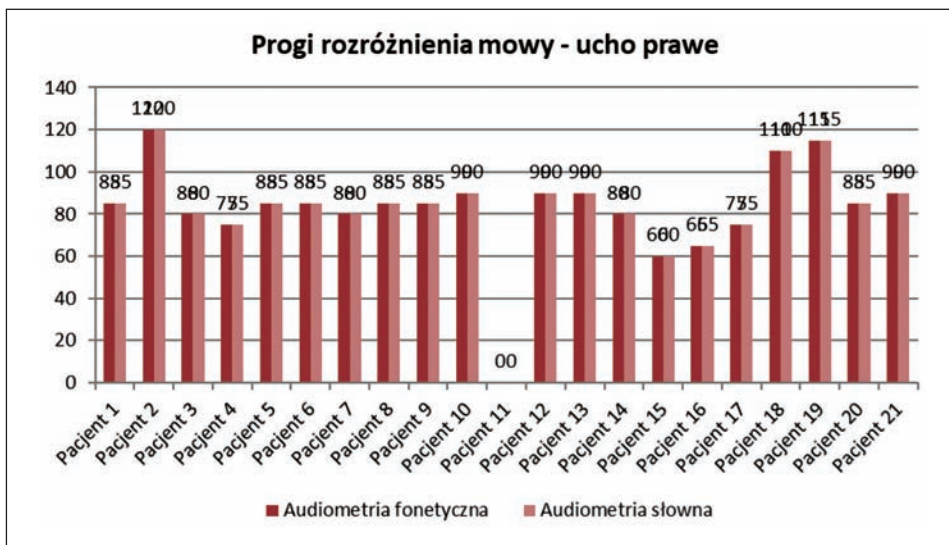
Powyższe dane na temat progów rozumienia mowy (tabela 2; ryciny 8 i 9) dowodzą, iż progi SRT w audiometrii fonetycznej są osiągnięte przy niższych natężeniach niż w przypadku audiometrii słownej. Pacjenci odbierają 50% podawanego sygnału szybciej w przypadku oceny głoskowej niż wyrazowej. W uchu prawym tylko w przypadku jednego pacjenta próg rozumienia mowy został osiągnięty przy takim samym natężeniu dla obu sposobów analizy. U dwóch osób zdarzyła się niewielka różnica 2 dB, a u kolejnych dwóch różnica wyniosła 3 dB na korzyść audiometrii fonetycznej. W zebranych danych obserwuje się także przesunięcie w lewo krzywej artykulacyjnej fonetycznej względem krzywej artykulacyjnej słownej o 5 dB (3 przypadki), 6 dB (2 przypadki), 7 dB (4 przypadki), 8 dB (1 przypadek), 9 dB (3 przypadki). Ponadto zauważa się także różnice w osiąganiu progów SRT wynoszące aż 11 dB oraz 12 dB. Podobną sytuację obserwuje się w lewych uszach, w których niewielkie różnice w osiąganiu progów SRT zauważa się u dwóch osób o 2 dB, kolejnych dwóch o 3 dB i następnych dwóch o 4 dB. W wielu przypadkach (7 osób) odnotowuje się tendencję przesunięcia krzywej artykulacyjnej fonetycznej względem krzywej artykulacyjnej słownej o 5 dB. Pomiędzy progami SRT dla obu sposobów analizy obserwuje się także różnice wielkości 6 dB, 7 dB, 8 dB, 9 dB. W dwóch przypadkach różnica pomiędzy progami rozumienia dla audiometrii fonetycznej oraz audiometrii słownej wynosi aż 10 dB, a u jednej osoby ta różnica sięga nawet 11 dB.

Z poniższej tabeli 3 można uzyskać informacje na temat progów rozróżnienia mowy uzyskanych przez wszystkie zbadane osoby (z podziałem na wyniki

pochozące z ucha prawego i lewego) w audiometrii fonetycznej oraz audiometrii słownej. Następnie zebrane dane zaprezentowano w postaci wykresów słupkowych (ryciny 10 i 11).

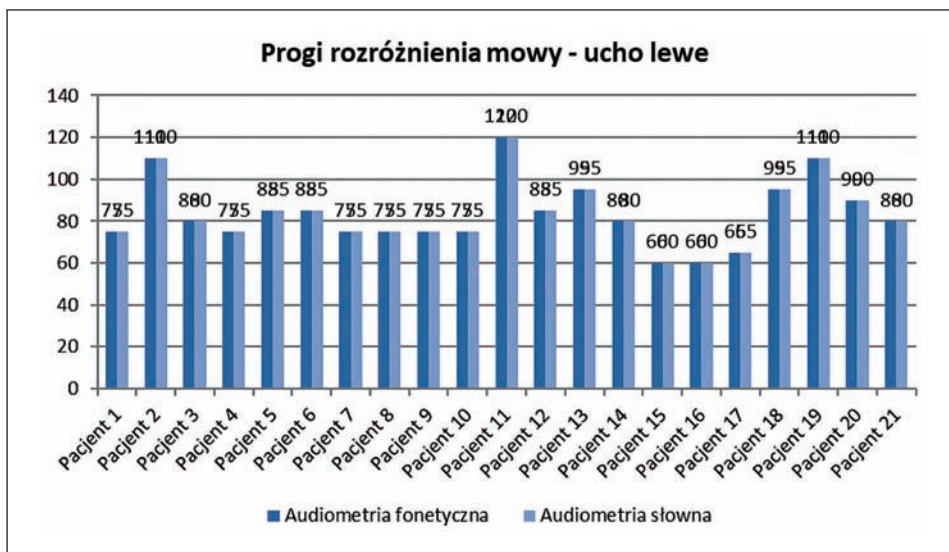
Tabela 3. Progi rozróżnienia mowy – audiometria fonetyczna i audiometria słowna (ucho prawe i lewe)

PROGI ROZRÓŻNIENIA MOWY					
Ucho prawe			Ucho lewe		
Pacjent	Audiometria fonetyczna [dB]	Audiometria słowna [dB]	Pacjent	Audiometria fonetyczna [dB]	Audiometria słowna [dB]
1	85	85	1	75	75
2	120	120	2	110	110
3	80	80	3	80	80
4	75	75	4	75	75
5	85	85	5	85	85
6	85	85	6	85	85
7	80	80	7	75	75
8	85	85	8	75	75
9	85	85	9	75	75
10	90	90	10	75	75
11	0	0	11	120	120
12	90	90	12	85	85
13	90	90	13	95	95
14	80	80	14	80	80
15	60	60	15	60	60
16	65	65	16	60	60
17	75	75	17	65	65
18	110	110	18	95	95
19	115	115	19	110	110
20	85	85	20	90	90
21	90	90	21	80	80



Rycina 10. Progi rozróżnienia mowy w uchu prawym – audiometria fonetyczna i audiometria słowna

Źródło: Ptaszkowska 2016.



Rycina 11. Progi wykrywania mowy w uchu lewym – audiometria fonetyczna i audiometria słowna

Źródło: Ptaszkowska 2016.

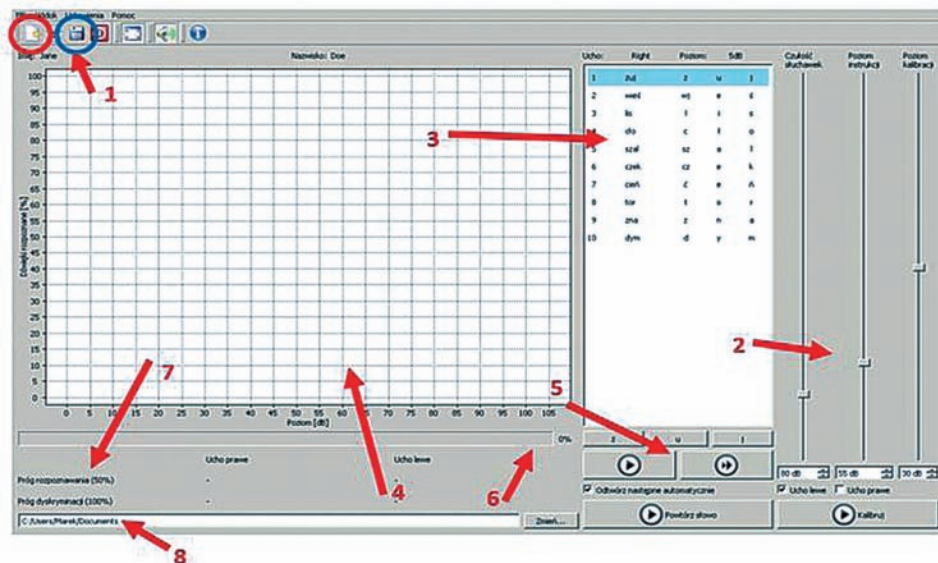


Z powyższych danych dotyczących progów rozróżnienia mowy (tabela 3; ryciny 10 i 11) wynika, iż zarówno w audiometrii fonetycznej, jak i w audiometrii słownej progi te osiągnąć są przy takich samych natężeniach. Sytuacja ta wiąże się ze sposobem analizy zebranych danych. Pacjent, aby uzyskać 100% poprawnie odebranego sygnału w audiometrii słownej, musi powtórzyć prawidłowo 10 słów, jednocześnie wiąże się to z wypowiedzeniem wszystkich 30 fonemów.

Audiometria fonetyczna została opracowana jako Komputerowy Test Audiometrii Fonetycznej „Afon”, z przeznaczeniem dla diagnozy logopedycznej.

Komputerowy program do audiometrii fonetycznej służy do badania odsetka zrozumiałych głosek przy określonym poziomie sygnału mowy. W programie tym zaznacza się głoski, które zostały pominięte lub zamienione czy zniekształcone przez dziecko. Zestawy wyrazów zmieniają się razem z poziomem dB. Poziom zwiększa się przy każdym zestawie co 5dB. Zestawy podawane są oddzielnie dla ucha lewego i prawego. Z uzyskanych wykresów podczas badania uzyskujemy próg rozpoznawania oraz próg dyskryminacji dźwięku. Przed badaniem dziecka przekazana została instrukcja, po czym zostały założone słuchawki firmy „Sennheiser”, model HDA 200. Zasady badania są analogiczne jak w poprzedniej wersji.

Panel Komputerowego Testu Audiometrii Fonetycznej przedstawia rycina 12:



Rycina 12. Panel Komputerowego Testu Audiometrii Fonetycznej

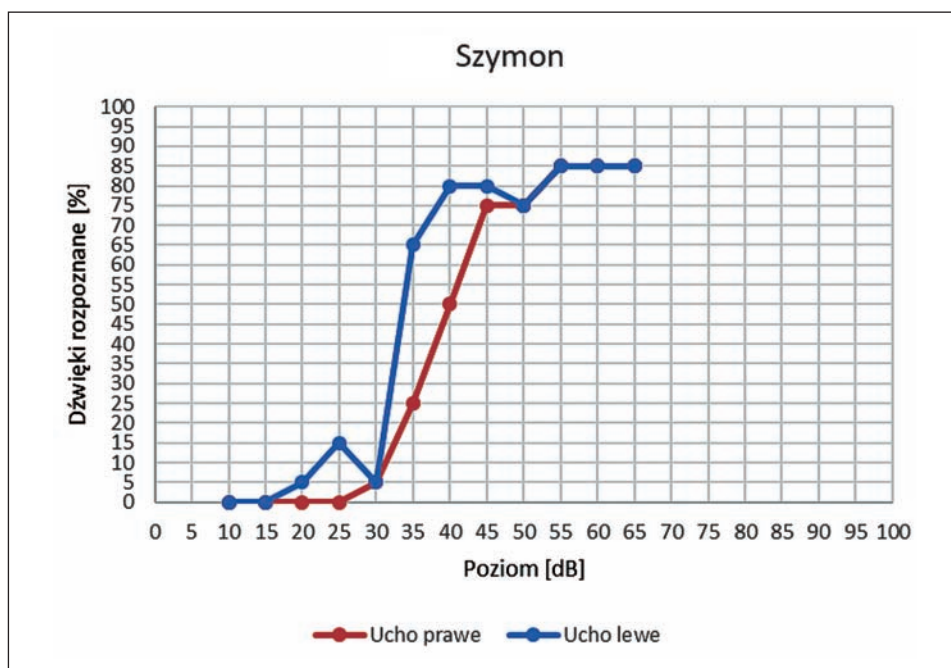
W celu weryfikacji testu w ramach prac badawczych w Zakładzie Logopedii UMCS przeprowadzono badania pilotażowe u dzieci w normie (Kamieniecka 2016) oraz u dzieci z dyslalią (Jeziński 2016). Poniżej przykłady wyników badań u wybranych dzieci z dyslalią.

Tabela 4. Wyniki testu audiometrii fonetycznej i fotokwestionariusza Szymona (Jeziński 2016)

Głoski	Szymon				
	Audiometria fonetyczna				Badanie wymowy
	Ucho prawe		Ucho lewe		
	Odsetek poprawnie powtórzonych głosek	Liczba poprawnie powtórzonych głosek	Odsetek poprawnie powtórzonych głosek	Liczba poprawnie powtórzonych głosek	
a	31,58	6/19	58,33	14/24	
e	-	-	-	-	Norma
y	50,00	3/6	42,86	3/7	Norma
i	-	-	62,50	5/8	Norma
o	-	-	66,68	10/15	Norma
u	-	-	50,00	5/10	Norma
ą	-	-	0,00	0/2	Norma
ę	-	-	-	-	Norma
p	40,00	2/5	42,86	3/7	Norma
pj	-	-	-	-	Norma
b	25,00	2/8	37,50	3/8	Norma
t	7,69	1/13	46,67	7/15	Norma
d	50,00	4/8	25,00	2/8	Norma
c	20,00	1/5	-	-	Norma
dz	-	-	-	-	Substytucja
cz	0,00	0/6	40,00	2/5	Substytucja
dź	-	-	-	-	Substytucja
ć	50,00	1/2	50,00	2/4	Norma
dź	-	-	-	-	Norma
k	15,38	2/13	43,75	7/16	Norma
g	33,33	1/3	50,00	2/4	Norma
f	50,00	1/2	-	-	Norma
w	40,00	2/5	14,29	1/7	Norma

Ciąg dalszy tabeli 4. Wyniki testu audiometrii fonetycznej i fotokwestionariusza Szymona (Jeziński 2016)

wj	0,00	0/1	-	-	Norma
s	40,00	4/10	-	-	Substytucja
z	25,00	1/4	33,33	1/3	Substytucja
sz	0,00	0/8	0,00	0/5	Substytucja
ż	0,00	0/4	0,00	0/2	Substytucja
ś	50,00	1/2	-	-	Norma
ź	-	-	-	-	Norma
h	-	-	50,00	2/4	Norma
m	-	-	60,00	6/10	Norma
mj	-	-	-	-	Norma
n	28,57	2/7	28,57	2/7	Norma
ń	0,00	0/1	-	-	Norma
ł	42,86	3/7	25,00	1/4	Norma
l	33,33	4/12	54,55	6/11	Norma
r	41,67	5/12	25,00	2/8	Norma
j	37,50	3/8	57,14	4/7	Norma



Rycina 13. Audiogram mowy Szymona

Wyniki badań audiometrii fonetycznej wykazały, że u Szymona próg rozpoznawania dla ucha prawego wyniósł 40 dB, a dla ucha lewego 34 dB. Próg dyskryminacji nie został osiągnięty dla ucha prawego ani lewego. Natomiast dla ucha prawego powyżej 50% nie została powtórzona żadna głoska, zaś na poziomie 50% powtórzonych zostało pięć głosek (*y, d, ć, f, ś*), a dla ucha lewego powyżej 50% powtórzone zostało 10 głosek (*u, ć, g, h, l, j, a, m, i, o*). Dla ucha prawego poniżej 50% powtórzonych zostało 14 głosek (*t, k, c, b, z, n, a, g, l, j, p, w, s, r, ł*), a dla ucha lewego poniżej 50% powtórzonych zostało 12 głosek (*w, d, ł, r, n, z, b, cz, y, p, k, t*). Dla ucha prawego niepowtórzone zostały głoski: *cz, w', sz, ź, ń*, dla ucha lewego niepowtórzone zostały głoski: *q, sz, ź*. Podczas badania test nie wykorzystał następujących głosek dla ucha prawego: *e, i, o, u, q, ę, p', dz, dź, dż, ź, h, m, m'* oraz dla ucha lewego: *e, ę, p', c, dz, dź, dż, f, w', s, ś, ź, m', ń*.

Badanie wymowy fotokwestionariuszem wykazało, że u badanego występuje nieprawidłowa wymowa głosek: *dz, cz, dź, s, z, sz, ź*.

Kolejny przykład dziecka wyników badań dziecka z dyslalią:

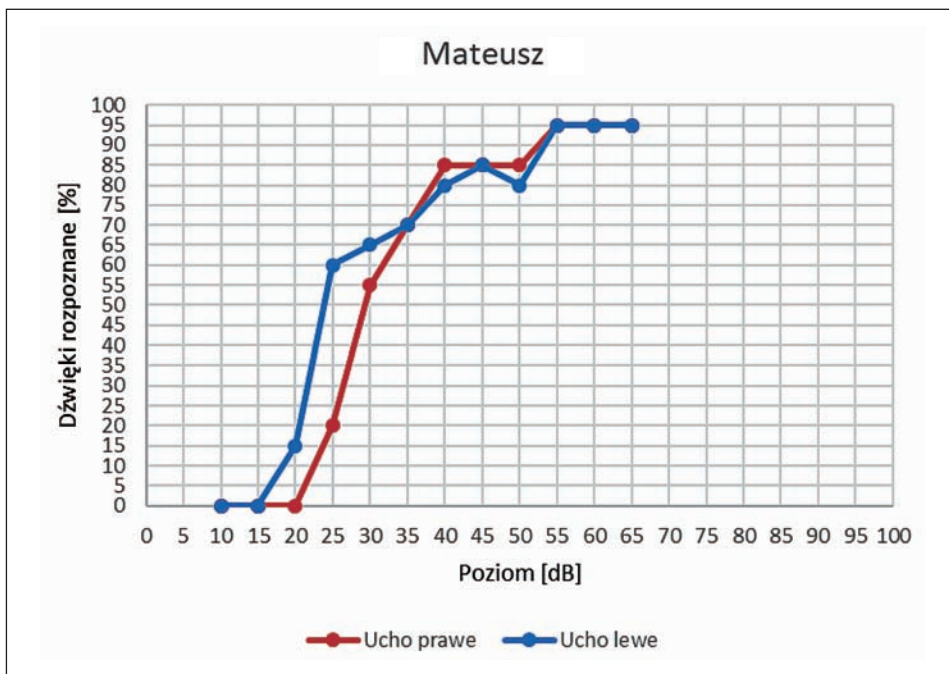
Tabela 5. Wyniki testu audiometrii fonetycznej i fotokwestionariusza Mateusza (Jeziński 2016)

Głoski	Mateusz				Badanie wymowy
	Audiometria fonetyczna				
	Ucho prawe		Ucho lewe		
	Odsetek poprawnie powtórzonych głosek	Liczba poprawnie powtórzonych głosek	Odsetek poprawnie powtórzonych głosek	Liczba poprawnie powtórzonych głosek	
a	65,38	17/26	-	-	Norma
e	64,71	11/17	-	-	Norma
y	62,50	5/8	57,14	4/7	Norma
i	-	-	77,78	7/9	Norma
o	-	-	78,26	18/23	Norma
u	71,43	10/14	-	-	Norma
ą	-	-	0,00	0/1	Norma
ę	-	-	-	-	Norma
p	60,00	3/5	50,00	5/10	Norma
pj	-	-	-	-	Norma
b	-	-	42,86	3/7	Norma
t	66,67	12/18	64,71	11/17	Norma

Ciąg dalszy tabeli 5. Wyniki testu audiometrii fonetycznej i fotokwestionariusza Mateusza (Jeziński 2016)

d	40,00	4/10	70,00	7/10	Norma
c	25,00	1/4	66,67	4/6	Norma
dz	-	-	-	-	Deformacja
cz	14,29	1/7	0,00	0/6	Substytucja
dź	-	-	-	-	Substytucja
ć	25,00	1/4	50,00	2/4	Norma
dż	-	-	-	-	Norma
k	64,71	11/17	54,55	12/22	Norma
g	60,00	3/5	80,00	4/5	Norma
f	50,00	1/2	50,00	1/2	Norma
w	50,00	3/6	33,33	3/90	Norma
wj	-	-	-	-	Norma
s	50,00	9/18	71,43	10/14	Norma
z	42,86	3/7	-	-	Norma
sz	0,00	0/7	0,00	0/8	Substytucja
ż	25,00	1/4	0,00	0/5	Substytucja
ś	25,00	1/4	-	-	Substytucja
ź	-	-	-	-	Substytucja
h	66,67	2/3	33,33	1/3	Norma
m	58,33	7/12	72,73	8/11	Norma
mj	-	-	-	-	Norma
n	-	-	72,73	8/11	Norma
ń	66,67	2/3	-	-	Norma
ł	50,00	3/6	50,00	3/6	Norma
l	-	-	64,29	9/14	Norma
r	58,33	7/12	50,00	6/12	Norma
j	50,00	4/8	80,00	8/10	Norma

Wyniki badań audiometrii fonetycznej wykazały, że u Mateusza próg rozpoznawania dla ucha prawego wyniósł 29 dB, a dla ucha lewego 24 dB. Próg dyskryminacji nie został osiągnięty dla ucha prawego ani lewego. Natomiast dla ucha prawego powyżej 50% powtórzonych zostało 17 głosek (*f, w, s, ł, j, m, r, p, g, y, e, k, a, t, h, ń, u*), a dla ucha lewego powyżej 50% powtórzonych zostało 18 głosek (*p, ć, f, l, r, k, y, l, t, c, d, s, m, n, i, o, g, j*). Dla ucha prawego poniżej 50% powtórzonych zostało siedem głosek (*cz, c, ć, ż, ś, d*), a dla ucha lewego poniżej 50%



Rycina 14. Audiogram mowy Mateusza

powtórzone zostały trzy głosek (*w, h, b*). Dla ucha prawego niepowtórzona została głoska: *sz*, dla ucha lewego niepowtórzone zostały głoski: *q, cz, sz, ż*. Podczas badania test nie wykorzystał następujących głosek dla ucha prawego: *a, e, u, ę, p', dz, dż, dź, w', z, ś, ź, m', ń* oraz dla ucha lewego: *a, e, u, ę, p', dz, dż, dź, w', z, ś, ź, m', ń*.

Badanie wymowy fotokwestionariuszem wykazało, że u badanego występuje nieprawidłowa wymowa głosek: *dz, cz, dż, sz, ż, ś, ź*.

Podsumowując, można stwierdzić, iż opracowana w IFPS w Warszawie Audiometria Fonetyczna pozwala uzyskać bardziej adekwatne wyniki audiometrii mowy w ocenie korzyści z aparatów słuchowych, ale przede wszystkim w ocenie zrozumiałości mowy u osób z zaburzeniami artykulacyjnymi. Prace nad komputerową aplikacją Audiometrii Fonetycznej pozwolą na wykorzystanie tej techniki w diagnostyce audiofonologicznej dzieci z zaburzeniami artykulacji.

## BIBLIOGRAFIA

- Jeziński K., 2016, *Zastosowanie audiometrii fonetycznej u dzieci z dyslalią*, praca lic. (promotor Z.M. Kurkowski), Lublin UMCS.
- Jorasz, U., 1998, *Wykłady z psychoakustyki*, Poznań.
- Jorasz U., 1999, *Selektywność układu słuchowego*, Poznań.
- Kamieniecka P., 2016, *Zastosowanie audiometrii fonetycznej u dzieci pięcioletnich i sześciolletnich w nornie rozwojowej*, praca lic. (promotor Z.M. Kurkowski), Lublin UMCS.
- Kądziaława D., 1983, *Czynność rozumienia mowy. Analiza neuropsychologiczna*, Wrocław.
- Obrębowski A., 2005, *Audiometria mowy*, [w:] *Audiologia kliniczna*, red. M. Śliwińska-Kowalska, Łódź, s. 177–182.
- Obrębowski A., 2011, *Mechanizm przenoszenia i percepcji sygnału mowy na drodze słuchowej*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 1–27.
- Ozimek E., 2002, *Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne*, Warszawa–Poznań.
- Pruszevicz A., Surmanowicz-Demenko G., Jastrzębska J. 2011, *Polskie testy do badania audiometrii mowy*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 85–109.
- Pruszevicz A., Wiskirska-Woźnica B., 2011, *Przydatność audiometrii mowy w diagnostyce zaburzeń słuchu*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 110–116.
- Ptaszkowska A., 2016, *Zastosowanie audiometrii fonetycznej u osób dorosłych z uszkodzonym słuchem*, praca magisterska (promotor Z.M. Kurkowski). Lublin UMCS.
- Rocławski B., 2001 *Podstawy wiedzy o języku polskim dla glottodydaktyków, pedagogów, psychologów i logopedów*, Gdańsk.
- Sekuła A., Świdziński, P., 2011, *Audiometria mowy w protezowaniu i rehabilitacji słuchu*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 117–132.
- Surmanowicz-Demenko G., 2011, *Percepcja mowy w zarysie*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 28–51.
- Surmanowicz-Demenko, G. 2011, *Podstawy lingwistyczne i fonetyczne testów słownych*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, ss. 69–84.
- Świdziński, P., Wiskirska-Woźnica, B., Pruszevicz, A. 2011, *Metodologia jakościowych i ilościowych badań słuchu mową*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, s. 56–68.
- Wojnowski W., 2011a, *Rozwój audiometrii mowy*, [w:] *Wybrane zagadnienia z audiometrii mowy*, red. A. Obrębowski, Poznań, ss. 52–55.

