

## ZASTOSOWANIE APLIKACJI INTERNETOWEJ W OCENIE JAKOŚCI DOPASOWANIA APARATÓW SŁUCHOWYCH

Piotr SZYMAŃSKI<sup>1</sup>, Tomasz POREMSKI<sup>2</sup>, Bożena KOSTEK<sup>3</sup>

1. GEERS Akustyka Słuchu Sp. z o.o., Centrum Wsparcia Audiologicznego  
tel.: 42 616 26 46 e-mail: piotr.szymanski@geers.pl
2. GEERS Akustyka Słuchu Sp. z o.o., Dział Szkoleń, Badań i Rozwoju  
tel.: 42 616 26 80 e-mail: tomasz.poremski@geers.pl
3. Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Laboratorium Akustyki Fonicznej  
tel.: 58 347 27 17 e-mail: bokostek@audioakustyka.org

**Streszczenie:** W pracy opisano zastosowanie aplikacji internetowej do oceny jakości dopasowania aparatów słuchowych. Metoda oceny polega na badaniu ankietowym, uzupełnionym testem rozumienia słów jednosylabowych w polu swobodnym. Opisywana aplikacja internetowa pozwala na przeprowadzenie badania z dowolnego komputera z dostępem do sieci.

Dzięki implementacji metody w postaci aplikacji internetowej, można w systematyczny i uporządkowany sposób dokonywać oceny korzyści z użytkowania aparatów słuchowych. Daje też możliwość jej rozszerzenia czy modyfikacji.

Z przeprowadzonych badań wynika, że ok. 60% użytkowników uzyskało w ciągu 7 dni zysk z aparatu słuchowego  $\geq 10\%$ , co oznacza efektywne zaopatrzenie. Największy zysk osiągają pacjenci z 2. i 3. stopniem niedosłuchu według skali WHO (*World Health Organization*).

**Słowa kluczowe:** aparaty słuchowe, jakość dopasowania, aplikacja internetowa.

### 1. WSTĘP

Ocena jakości dopasowania aparatów słuchowych w kontekście korzyści, jakie może przynieść proteza jest złożonym zagadnieniem. W łatwy sposób można wyznaczyć obiektywne parametry aparatów takie, jak wzmocnienie, zniekształcenia harmoniczne, pasmo przenoszenia, itd. Parametry te jednak nie zawsze mają bezpośredni i decydujący wpływ na subiektywną ocenę jakości dopasowania protezy słuchowej przez jego użytkownika. Obecne aparaty słuchowe posiadają szereg zaawansowanych rozwiązań, które ułatwiają i poprawiają zwłaszcza rozumienie mowy w różnych, trudnych sytuacjach akustycznych, ale ich porównanie lub pomiar nie jest w pełni możliwe. W większości wymienionych rozwiązań ważnym aspektem jest poprawa stosunku sygnału do szumu (SNR), czemu służą m.in. układy redukcji hałasu, uwydatniania mowy, mikrofony kierunkowe (w tym układy odpowiadające właściwościom małżowiny usznej), itd. W nowoczesnych aparatach słuchowych dąży się do tego, żeby zapewnić jak najlepsze rozumienie mowy, ale jednocześnie i naturalne wrażenia słuchowe w celu zapewnienia komfortu przebywania w różnych sytuacjach akustycznych. W nowoczesnych rozwiązaniach aparatów słuchowych stosowane jest automatyczne rozpoznawanie warunków akustycznych i adaptacyjny dobór poszczególnych układów

oraz regulacja ich nastaw. Teoretycznie zastosowanie wszystkich tych rozwiązań powinno zapewnić poprawę jakości słyszenia i satysfakcję użytkowników aparatów słuchowych. W codziennej praktyce zarówno pacjent, jak i protetyk słuchu muszą dokonywać pewnych wyborów i kompromisów.

Różnorodność rozwiązań technicznych w oferowanych przez producentów aparatach słuchowych sprawia, że są one trudne do porównania i obiektywnej oceny. Wynika to z tego, że rozwiązania oferowane w aparatach słuchowych mimo, iż w swojej zasadzie są podobne do siebie, to ich jakość i skuteczność zależą m.in. od indywidualnej konfiguracji oraz pracy algorytmów, które nimi zarządzają. Protetyk słuchu zazwyczaj nie ma pełnego wglądu i dostępu do mechanizmów ich działania. W codziennej praktyce protetyk powinien opierać się na wskazaniach producenta, swoim doświadczeniu i informacji zwrotnej od pacjenta. Z kolei pacjent, który podjął decyzję o zakupie aparatów słuchowych chciałby otrzymać rozwiązanie, które zapewni mu odzyskanie pełnej zdolności słyszenia oraz rozumienia mowy we wszystkich sytuacjach, w których przebywa. Jest to więc zadanie wyboru rozwiązania, które zapewni wystarczającą poprawę słyszenia użytkownika aparatu słuchowego w najważniejszych dla niego sytuacjach akustycznych, ale jednocześnie uwzględni jego możliwości finansowe. W każdym przypadku problem sprowadza się do tego, w jaki sposób ocenić czy wybrane w ten sposób rozwiązanie jest optymalne dla pacjenta i czy uzyskane korzyści są dla niego wystarczające i akceptowalne.

### 2. CEL PRACY

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, w badaniach postawiono następujący cel: opracowanie metody oceny efektywności dopasowania aparatów słuchowych po krótkim okresie ich użytkowania.

Metoda ta powinna spełniać szereg kryteriów:

- wdrożenie w postaci łatwej w obsłudze aplikacji komputerowej,
- możliwość wdrożenia w dużej liczbie punktów protetycznych z wykorzystaniem typowego wyposażenia audiologicznego,

- możliwość poddania ocenie najbardziej typowych sytuacji akustycznych, z którymi boryka się osoba niedosłysząca w podeszłym wieku,
- możliwość oceny korzyści z uwzględnieniem stopnia niedosłuchu, doświadczenia pacjenta, rodzaju zastosowanych aparatów,
- możliwość poddania ocenie poza akustycznych wskaźników i aspektów użytkowania aparatów słuchowych.

W założeniach przyjęto, że otrzymane dzięki tej metodzie wyniki, uzyskane z udziałem dużej grupy osób, powinny pozwolić na opracowanie wskaźników określających jakość dopasowania aparatów słuchowych oraz korzyści, jakie mogą osiągnąć pacjenci również po ich krótkotrwałym użytkowaniu.

W ten sposób możliwe będzie również stworzenie wskazówek i zaleceń, które mogą być pomocne przy wyborze konkretnych rozwiązań do specyficznych wymagań i potrzeb pacjentów z niedosłuchem.

### 3. METODA BADANIA

Aby poddawać ocenie najbardziej typowe sytuacje akustyczne, z którymi boryka się osoba niedosłysząca w podeszłym wieku i korzyści z zastosowanych aparatów słuchowych, zdecydowano się na zawarcie w opisanej metodzie formularza APHAB (ang. *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit*) [1]. Wybór ten został podyktowany tym, że w formularzu dostępny jest szeroki zestaw sytuacji akustycznych. Zawiera on 24 elementy oceny odnoszące się do czterech kategorii słyszenia (EC (*Ease of Communication*) - zdolności komunikacji w ciszy, RV (*Reverberation*) - zdolności komunikacji w środowisku pogłosowym, BN (*Background Noise*) - zdolności rozumienia w obecności hałasu oraz AV (*Aversiveness*) - stopnia akceptacji nieprzyjemnych dźwięków). Są one oceniane w skali 7-stopniowej. Każdy stopień skali zawiera opis i związaną z nim wartość procentową. Badany, oceniając kolejne twierdzenie w przyjętej skali, rozwiązuje jednocześnie dwa testy pozwalające określić atrybuty percepcji bez aparatu słuchowego oraz z aparatem. Korzyść, wynikającą z zastosowania aparatu słuchowego, można ocenić analizując średnie wartości procentowe dla poszczególnych kategorii, jak również wartość średnią obliczoną w obrębie kilku kategorii [1]. Dodatkowo dzięki temu, że formularz ma zamkniętą formę możliwe jest dokonywanie dodatkowych porównań. Można np. porównać efektywność dwóch różnych typów aparatów słuchowych lub ustawień dla tego samego pacjenta. W przypadku dużej liczby badanych możliwe jest z kolei wyznaczenie ogólnego trendu dla jednego konkretnego typu aparatu słuchowego lub całej rodziny aparatów.

Jednym z celów pracy było przygotowanie metody oceny korzyści z zastosowania aparatów słuchowych w taki sposób, aby możliwe było jej łatwe wdrożenie w około 200 punktach protetycznych. W tym celu przygotowano aplikację internetową, która zawiera wymienione powyżej obszary oceny skuteczności, efektywności i korzyści z użytkowania aparatów słuchowych oraz systematyzuje i porządkuje zbieranie otrzymanych wyników. Aplikacja ta została przygotowana z wykorzystaniem platformy LMS (*Learning Management System*) Moodle [2]. Platforma powstała w oparciu o język skryptowy PHP, co wpływa m.in. na jej wysoką elastyczność i pełną konfigurowalność. Zdecydowano się tę platformę e-learningową również ze

względu na jej dostępność w punktach protetycznych, znajomość jej obsługi przez potencjalnych użytkowników oraz możliwość wykorzystania modułu bazy danych zaimplementowanego na platformie. Zaprojektowany interfejs użytkownika bazy danych ma postać formularza, którego strukturę i formę można w prosty sposób modyfikować dzięki zamkniętemu zbiorowi pól i etykiet. Moduł bazy danych platformy Moodle pozwala również na konfigurację zakresu eksportowanych danych. Dane można pobrać w dowolnie zdefiniowanym zbiorze pól lub w całości. Eksportu można dokonać w dwóch formatach: CSV lub ODS (rys. 1).

Rys. 1 Fragment zakładki z konfigurowalnymi parametrami eksportu danych.

Infrastruktura teleinformatyczna umożliwia udostępnienie aplikacji w punktach protetycznych. W przyszłości przewiduje się udostępnienie tego narzędzia dla użytkowników zewnętrznych. Aplikacja zawiera trzy rodzaje ankiet, które są ściśle związane z kolejnymi wizytami pacjenta.

Podczas pierwszej wizyty pacjenta - na wstępie - przeprowadza się wszystkie standardowe czynności związane z dopasowaniem aparatów słuchowych. Należą do nich m.in. wywiad medyczny, otoskopowanie, badanie audiometryczne i dopasowanie aparatów słuchowych. W związku z przeprowadzaną oceną korzyści, wykonywany jest poszerzony wywiad, który jest uzupełniany o pytania zawarte w kwestionariuszu APHAB (Ankieta nr 1). Wypełniana jest część kwestionariusza w aplikacji, która odnosi się do słyszenia pacjenta w różnych sytuacjach bez aparatów słuchowych. Po dopasowaniu aparatów słuchowych przeprowadzana jest audiometria słowna (ang. *speech audiometry*) bez aparatów oraz z aparatami słuchowymi. Na koniec badany jest instruowany na temat obsługi, użytkowania i pielęgnacji aparatów słuchowych. Zaleca mu się użytkowanie aparatów przez 7 kolejnych dni, przynajmniej 4 godzinny dziennie. Górna granica użytkowania nie jest określona i zależy jedynie od osoby badanej. Poniżej na rysunku 2 przedstawiono fragment formularza Ankiety nr 1.

Rys. 2. Fragment Ankiety nr 1.

Druga wizyta odbywa się standardowo po 7 dniach użytkowania aparatów. Celem tej wizyty jest określenie krótkoterminowych korzyści z użytkowania aparatów. W tym celu wypełniana jest Ankieta nr 2.

Ankieta nr 2 powstała z rozbudowania Ankiety nr 1 o dodatkowe pytania dotyczące komfortu i wygody („Czy słyszenie w hałaśliwym otoczeniu było komfortowe (w aparatach)?”, „Czy głośność słyszenia w aparatach była odpowiednia?”, „Czy aparaty były wygodne w użytkowaniu?”) oraz reakcji osób z najbliższego otoczenia pacjenta na zmianę jego zdolności percepcyjnych („Jakie były reakcje najbliższych na fakt, że nosi Pan/Pani aparaty słuchowe?”, „Czy ogólnie jest Pan/Pani zadowolony z wypróbowanych aparatów słuchowych?”, „Czy aparaty poprawiły Panu/Pani komfort życia i rozumienie mowy?”).

Pierwszą czynnością podczas drugiej wizyty jest odczytanie danych z aparatów i zapisanie ich w programie do obsługi aparatów. Na tej podstawie Ankieta nr 2 jest uzupełniania o rzeczywisty czas użytkowania aparatów, który można ustalić z dokładnością do godziny. Jest to ważny parametr, który jest brany pod uwagę przy ocenie korzyści z aparatów słuchowych. Kolejnym etapem jest ponowne badanie rozumienia słów jednosylabowych w polu swobodnym oraz wypełnienie drugiej części formularza APHAB. W tym przypadku pytania dotyczą słyszenia w różnych sytuacjach w aparatach słuchowych. Różnice procentowe w odpowiedziach udzielonych na pierwszej (Ankieta nr 1) i drugiej wizycie (Ankieta nr 2) stanowią ocenę poprawy słyszenia w wymienionych sytuacjach.

Autorzy pracy opracowali również Ankiety nr 3, która pozwala na ocenę korzyści z użytkowania aparatów w późniejszym okresie, np. po 3 miesiącach. Jest to skrócona wersja Ankiety nr 2 – pominięto pytania dotyczące reakcji osób z najbliższego otoczenia pacjenta. W jej skład wchodzi również odczyt aparatów, określenie rzeczywistego czasu użytkowania oraz formularz APHAB.

We wszystkich ankietach przewidziano również miejsce na dodatkowe uwagi i sugestie użytkownika protezy słuchowej. Zebrane przy pomocy aplikacji dane zostały następnie wyeksportowane w formacie ODS i poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem zintegrowanego środowiska programistycznego RStudio [3] dla języka GNU R [4].

#### 4. WYNIKI

W badaniu udział wzięło 275 dorosłych pacjentów, w tym 195 mężczyzn (średni wiek 65,2 lat; odchyl. stand. 8,7) i 80 kobiet (średni wiek 65,3 lat; odchyl. stand. 11,4).

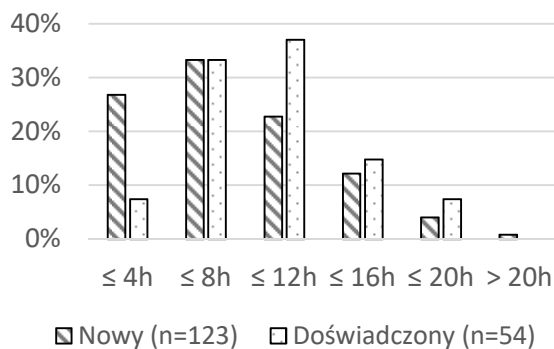
Aby wziąć udział w badaniu pacjent musiał spełnić jedno z dwóch kryteriów:

- być użytkownikiem aparatu (aparatów) słuchowych i zadeklarować chęć przetestowania i oceny nowego rozwiązania technologicznego,
- mieć jednostronny lub obustronny niedosłuch kwalifikujący się do protezowania i zadeklarować chęć przetestowania i oceny aparatów słuchowych.

W analizie statystycznej wyników posłużono się tabelami krzyżowymi i testem chi kwadrat. Jednym z założeń stosowania tej metody jest warunek, aby żadna z licznosci oczekiwanych nie była mniejsza niż 1. Wśród pacjentów, którzy wzięli udział w badaniu tylko dwie osoby miały niedosłuch czwartego stopnia wg. WHO, zatem ta grupa nie spełniała powyższego warunku. Wyłączono zatem dane związane z tymi osobami z analizy. Analizie poddano

wyniki otrzymane dla 273 pacjentów, dotyczące kwestionariusza APHAB, długości użytkowania aparatów, doświadczenia w użytkowaniu aparatów oraz stopnia niedosłuchu.

Analizując początkowy czas użytkowania aparatów (rys. 3), można zauważyć, że co czwarty nowy użytkownik, w początkowym okresie, wykorzystuje aparaty max. 4 h/dzień, co trzeci do 8 h/dzień, co piąty do 12 h/dzień. Zaobserwowano, że w pierwszym okresie użytkowania aparatów, duży wpływ na ocenę poprawy słyszenia w aparatach ma percepcja nieprzyjemnych dźwięków.



Rys. 3. Średni dzienny czas wykorzystywania aparatów przez nowych i doświadczonych użytkowników

Wynika z tego, że należy zachęcać pacjentów do jak najdłuższego użytkowania aparatów w pierwszej fazie ich wykorzystywania, aby przyzwyczaić ich do tego typu sytuacji akustycznych.

Analizując wpływ stopnia niedosłuchu na korzyści z użytkowania aparatów we wszystkich sytuacjach akustycznych (tab. nr 1), można zauważyć, że ok. 70% użytkowników z 2. i 3. stopniem niedosłuchu osiąga zysk  $\geq 10\%$ . Ponad połowa badanych z 1. stopniem niedosłuchu odnosi korzyść z użytkowania aparatów. Brak korzyści może wynikać z nieodpowiedniego doboru aparatów, wkładek usznych, MPO (*Maximum Power Output*), itp. [5].

Analizując z kolei wpływ stopnia niedosłuchu na korzyść z użytkowania aparatów w grupie badanych z 2. i 3. stopniem niedosłuchu, można zauważyć, że w tej grupie jest największy odsetek osób osiągających duży zysk z użytkowania aparatów we wszystkich sytuacjach akustycznych. Jeżeli za wyznacznik efektywnego zaopatrzenia w aparaty przyjmie się osiągnięcie przynajmniej 10% poprawy w przypadku oceny APHAB<sub>4</sub> (tzw. *Global Score*, tj. średni zysk dla wyznaczonego dla czterech kategorii słyszenia), to tej grupie niedosłuchów krótkoterminowe zastosowanie aparatów przynosi znaczącą poprawę u prawie 70% osób. W przypadku badanych z 1. stopniem niedosłuchu odsetek efektywnych protezowań wynosi ponad 50%, a z 1. stopniem niedosłuchu ok. 40%. Ostatni wynik, dla niedosłuchów 0 stopnia, jest wart podkreślenia z tego względu, że wśród nich znajdują się osoby ze słuchem prawidłowym (jednostronnie). Należy w tym miejscu przypomnieć, że powyższe wyniki osiągnięto po zaledwie 7 dniach użytkowania aparatów. Jeżeli do oceny efektywności protezowania przyjąć bardziej ostre kryteria, tzn. zysk na poziomie przynajmniej 22%, to i tak można zauważyć, że odsetek efektywnych protezowań rośnie ze wzrostem stopnia niedosłuchu. Dla 2. i 3. stopnia wynosi prawie 40%.

Należy zwrócić uwagę również na odsetek osób, których zysk z protezowania jest niewielki lub ujemny.

Największy ujemny zysk występuje w przypadku badanych z 0 stopniem niedosłuchu (32,1%). Jest to zrozumiałe w przypadku prawidłowego słuchu lub sytuacji jednostronnych niedosłuchów niewielkiego stopnia, gdzie zysk z zastosowania aparatu może być trudny do zauważenia. Nie można wykluczyć, że innym powodem tak słabego wyniku może być nieodpowiedni dobór aparatu słuchowego, wkładek usznych lub parametrów akustycznych całego układu. Wydaje się, że ostatnia przyczyna leży głównie u podstaw stosunkowo dużego odsetka badanych (27,8%) z 3 stopniem niedosłuchu. W przypadku niedosłuchów stopnia 3 odczuwalny zysk powinien być bardzo wyraźny.

Biorąc pod uwagę ogólną sumę badanych, można stwierdzić, że dziesięcioprocentową poprawę rozumienia mowy we wszystkich sytuacjach akustycznych udało się uzyskać w przypadku 60% badanych. Ponadto analiza statystyczna pokazuje, że subiektywny zysk z zastosowania aparatów słuchowych, mierzony z wykorzystaniem średniej APHAB<sub>4</sub> dla wszystkich sytuacji akustycznych (tab. 1), jest istotnie statystycznie powiązany ze stopniem niedosłuchu wg. klasyfikacji WHO.

Tabela 1. Liczba i procentowy udział badanych uzyskujących określony zysk z użytkowania aparatów w zależności od stopnia niedosłuchu. Zysk z użytkowania aparatów określony na podstawie ankiety APHAB dla 4 środowisk akustycznych.

Średni zysk APHAB <sub>4</sub> wyznaczony dla 4 kategorii (EC, BN, RV, AV)	Stopień niedosłuchu wg WHO								Suma badanych	
	0		1		2		3			
APHAB <sub>4</sub> ≤ 0%	9	32,1%	18	20,2%	25	18,1%	5	27,8%	57	20,9%
0% < APHAB <sub>4</sub> < 10%	8	28,6%	24	27,0%	19	13,8%	1	5,6%	52	19,0%
10% ≤ APHAB <sub>4</sub> < 22%	7	25,0%	25	28,1%	42	30,4%	5	27,8%	79	28,9%
APHAB <sub>4</sub> ≥ 22%	4	14,3%	22	24,7%	52	37,7%	7	38,9%	85	31,1%
Suma badanych	28	100%	89	100%	138	100%	18	100%	n=273	
Wyniki i wnioski z analizy statystycznej	$\chi^2 = 16,902$				$p = 0,050$					
	p = $\alpha$ , oznacza to, że subiektywny średni zysk APHAB <sub>4</sub> jest statystycznie istotnie powiązany ze stopniem niedosłuchu.									

## 5. WNIOSKI

Przedstawiona metoda oceny skuteczności stosowania aparatów słuchowych po krótkim czasie (7 dni), dzięki jej implementacji w postaci aplikacji internetowej, pozwala w systematyczny i uporządkowany sposób dokonywać oceny korzyści z użytkowania aparatów słuchowych. Zbierane w ten sposób dane można łatwo gromadzić i analizować.

W przypadku 60% użytkowników udało się osiągnąć zysk  $\geq 10\%$  (efektywne zaopatrzenie), biorąc pod uwagę wszystkie sytuacje akustyczne. Powyższy wniosek jest zbieżny ze wstępnymi badaniami przeprowadzonymi przez autorów w grupie 70 pacjentów [6].

Obecnie autorzy są w trakcie badań, które pozwolą uzyskać wyniki dla znacznie większej grupy pacjentów. Otrzymanie wyników w dużej grupie badanych umożliwiłoby opracowanie danych referencyjnych pomagających w porównaniu funkcjonowania osoby rozpoczynającej stosowanie aparatów słuchowych z osobami używającymi aparatów z sukcesem oraz przewidywaniu korzyści pacjenta w przyszłości. Może to być wartościowe w kontekście badań prowadzonych przez innych naukowców. Wyniki przez nich uzyskane pokazują, że zysk z użytkowania aparatów słuchowych zmierzony jako średnia APHAB dla wszystkich środowisk akustycznych po 2 i 6 miesiącach nie różnił się istotnie [7]. Warto zatem sprawdzić, w jakim tempie i w jakim stopniu wzrasta zysk ze stosowania aparatów słuchowych i jak szybko się on stabilizuje. Będzie to przedmiotem dalszych badań prowadzonych przez autorów.

Głównym ograniczeniem przyjętej metody jest duża liczba pytań, co w przypadku osób w podeszłym wieku nie jest bez znaczenia. Zakres niektórych pytań kwestionariusza

APHAB wykracza poza sytuacje, z którymi osoba w podeszłym wieku ma na co dzień do czynienia. Ponadto należy zauważyć, że zaproponowana ocena korzyści z użytkowania protezy została przedstawiona w latach 90. ubiegłego wieku, a więc w dobie technologii poprzedniego wieku. Inni badacze doszli również do podobnego wniosku [5]. Może to prowadzić do nieścisłości w uzyskanych odpowiedziach lub nawet w niewłaściwym ich interpretowaniu [8]. Dlatego jednym z celów przyszłych badań będzie opracowanie ankiety znacznie lepiej dostosowanej do grupy osób w podeszłym wieku, zwalidowanej na dużej grupie użytkowników.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Cox R. M.: Administration and Application of the APHAB, *The Hearing Journal*, 50 (4), 1997, 32-48.
2. Moodle Open source learning platform, <https://moodle.org/>, (dostęp: lipiec 2018).
3. RStudio - Open source and enterprise-ready professional software for R, <https://www.rstudio.com/>, (dostęp: VII, 2018).
4. The R Project for Statistical Computing, <https://www.r-project.org/>, (dostęp: lipiec 2018).
5. Löhler J., Gräbner F., Wollenberg B., Schlattmann P., Schönweiler R., Sensitivity and specificity of the abbreviated profile of hearing aid benefit (APHAB), *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 10, 2017, 274: 3593-3598, doi: <https://doi.org/10.1007/s00405-017-4680-y>.
6. Poremski T., Szymański P., Kostek B., Metoda oceny efektywności krótkoterminowego stosowania aparatów słuchowych z wykorzystaniem aplikacji internetowej,



- XVII Międzynarodowe Sympozjum Inżynierii i Reżyserii Dźwięku Warszawa, 13-15 października 2017.
7. McArdel, R., Chisolm, T. H., Abrams, H. B., Wilson, R. H. i Doyle, P. J., The WHO-DAS II: measuring outcomes of hearing aid intervention for adults, Trends in Amplification, 9, 2005, 127-143.
8. Löhler J., Wollenberg B., Schönweiler R., APHAB scores for individual assessment of the benefit of hearing aid fitting, HNO. 2017 Nov; 65(11):901-909. doi: 10.1007/s00106-017-0350-z.

## **APPLICATION OF THE WEB-BASED APPLICATION FOR THE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF HEARING AID FITTING**

The study presents application of the web-based application for the assessment of quality of hearing aid fitting. The method consists of a survey supplemented with the test for recognizing the single syllable words under free-field conditions. A web-based application has been developed to allow testing from any computer with the Internet access. The implementation of the method in the form of a web-based application, allows a systematic and organized assessment of the benefits gained from the hearing aid use. The application is an easy-to-use tool that can easily be modified.

On the basis of the study performed, it may be observed that in the case of 60% of subjects it was possible to achieve benefit  $\geq 10\%$ , which signifies an effective fitting of the hearing aid. The highest benefit occurs for subjects with grade 2 and 3 of hearing loss according to the WHO scale.

**Keywords:** hearing aids, hearing aid fitting quality, web-based application.

