

# Field Study News

Lipiec 2016



## Porównanie wyników badań obiektywnych i subiektywnych nad systemami automatycznej klasyfikacji różnych producentów

Wykorzystanie systemów automatycznej klasyfikacji do kategoryzacji środowisk akustycznych i zmiany odpowiednich parametrów aparatów słuchowych znacznie zwiększyło możliwości użytkowników aparatów słuchowych – teraz mogą czerpać znacznie więcej korzyści z wielu ustawień aparatów słuchowych bez dodatkowego wysiłku związanego z manualną regulacją. Jednak tego typu systemy u różnych producentów mają różny poziom zaawansowania: działają z różną szybkością, wykorzystują różne sposoby kategoryzacji i różną liczbę parametrów, które adaptacyjnie ustawiają się w aparatach. System operacyjny Phonak AutoSense OS™ nie tylko potrafi błyskawicznie i porównie charakteryzować środowiska słuchania, ale również klasyfikować proporcje i prawdopodobieństwa wystąpienia różnych klas akustycznych. W Phonak Audiology Research Center (PARC) przeprowadzono badania porównujące możliwości systemu AutoSense OS z systemami automatycznego sterowania dwóch innych producentów aparatów słuchowych. Skoncentrowano się na ocenie, w jaki sposób badane systemy automatycznej klasyfikacji wpływają na możliwość słyszenia przez użytkowników aparatów słuchowych w rzeczywistych sytuacjach. Wyniki wskazują, że system Phonak AutoSense OS niezmiennie zapewnia lepszą zrozumiałość mowy w wielu rzeczywistych, trudnych i złożonych środowiskach akustycznych.

### Wprowadzenie

Od wprowadzenia w latach 90-tych pierwszych systemów automatycznej klasyfikacji do aparatów słuchowych nastąpił ich intensywny rozwój. Obecnie stosowane w nich metody wykrywania sytuacji akustycznych i dostosowywania do nich parametrów aparatów słuchowych są znacznie bardziej złożone. Podkreślenie "inteligencji" aparatów słuchowych podczas dopasowywania programów i parametrów stało się głównym tematem ponieważ ten typ technologii redukuje wysiłek i maksymalizuje wygodę użytkowników aparatów słuchowych.

W badaniach wstępnych przeprowadzonych przez McCormack i Fortnum (2014) ustalono, że brak zauważalnych korzyści (zwłaszcza w hałasie) oraz trudności w obsłudze mieściły się w pierwszej trójce przyczyn nieużywania aparatów słuchowych. Można podsumować, że niezawodny automatyczny system operacyjny, który by jednocześnie optymalizował parametry na podstawie konkretnych sytuacji akustycznych oraz minimalizował potrzebę interakcji użytkownika z urządzeniem, potencjalnie mógłby usunąć te bariery. Producenci zaimplementowali funkcje automatyki w różny sposób. Jedni skupili się na tym obszarze innowacji poprawiając elastyczność, złożoność i poprawność swojej automatyki,

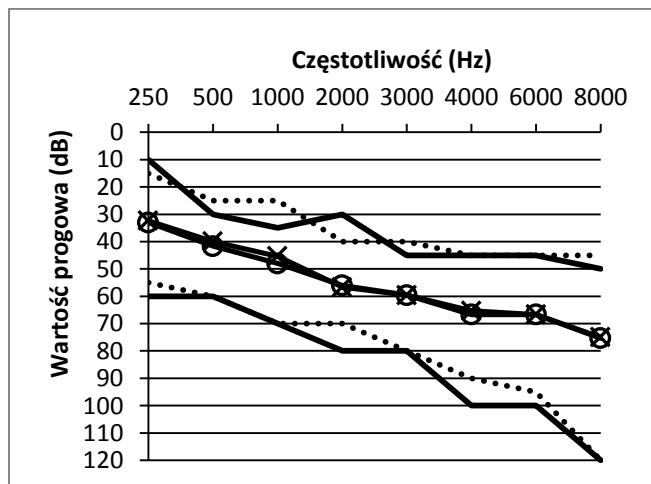
inni ograniczyli się do automatycznego manipulowania ograniczoną liczbą parametrów. System operacyjny Phonak AutoSense OS używa zaawansowanych algorytmów do poprawnej klasyfikacji oraz miksuje charakterystyki różnych środowisk akustycznych. W szczególności system operacyjny AutoSense OS płynnie steruje wzmocnieniem i funkcjami czyszczącymi dźwięk, aby zapewnić optymalną równowagę między możliwością słyszenia, a jakością dźwięku. Adaptacja przetwarzania sygnałów jest wolna, aby zapobiec ostrym, zauważalnym przejściom lub artefaktom. System umożliwia również miksowanie wielu programów w złożonych sytuacjach z życia codziennego

We wcześniejszych badaniach przeprowadzonych w PARC analizowano możliwości słyszenia użytkowników aparatów słuchowych w rzeczywistych środowiskach akustycznych, w manualnie wybranych programach, w porównaniu z systemem AutoSense OS (Rakita and Jones, 2015). Te badania wykazały, że system operacyjny AutoSense OS zapewnia taką samą lub lepszą możliwość rozpoznawania mowy niż wybrany przez użytkownika program manualny. Teraz rozszerzyliśmy wcześniejsze badania i skupiliśmy się na tym, w jaki sposób systemy klasyfikacji innych producentów aparatów słuchowych wpływają na zdolność użytkowników aparatów słuchowych do

rozumienia mowy w złożonych, rzeczywistych środowiskach akustycznych w porównaniu z systemem AutoSense OS. Na tym skupiliśmy się w tym badaniu.

## Metodologia

W badaniu wzięło udział 14 osób w wieku od 23 do 83 lat. Wszystkie wykazywały obustronny, odbiorczy ubytek słuchu od lekkiego do średniego i używały aparatów słuchowych przez cały dzień. Dla potrzeb tego projektu wszystkim uczestnikom dopasowano aparaty słuchowe Audeo B-90 z zewnętrzną słuchawką (RIC) oraz porównywalne aparaty z zewnętrzną słuchawką dwóch innych producentów Średni próg słyszenia dla 14 uczestników badania pokazano na Rysunku 1.



Rys. 1. Pokazuje średnie audiometryczne progi słyszenia dla 14 uczestników.

### Dopasowanie aparatów słuchowych

Aparaty słuchowe wszystkich trzech producentów zostały ustawione według metody „NAL-NL2” we wszystkich trzech programach do dopasowania. Wzmocnienie zostało ustawione na 100% celu dla każdego producenta. Układy obniżania częstotliwości w aparatach słuchowych zostały wyłączone. Program do automatycznej klasyfikacji był jedynym programem w aparatach słuchowych.

Aby zapewnić taką samą słyszalność w aparatach słuchowych wszystkich producentów, wykonano pomiary na uchu rzeczywistym przy użyciu systemu Verifit 2. Dla każdego producenta wykonano regulacje, aby zapewnić wzmocnienie aparatu mierzone na uchu rzeczywistym (REAR) z dokładnością  $\pm 3$  dB celu dla NAL-NL2, 250–4000 Hz. Umożliwiło to ocenę automatycznych zmian w przetwarzaniu sygnałów dla konkretnych sytuacji akustycznych, w przeciwieństwie do wewnętrznych różnic w słyszalności.

### Ustawianie testów

W badaniu wykorzystano cztery indywidualne, rzeczywiste środowiska słyszenia. Te cztery środowiska zostały wybrane z kilku przyczyn: a) reprezentują typowe środowiska akustyczne często występujące w codziennym życiu; b) często są zgłaszane przez protetyków słuchu jako sytuacje wyjątkowo trudne dla użytkowników aparatów słuchowych; c) reprezentują złożone, rzeczywiste sytuacje słyszenia obejmujące szeroki zakres sytuacji akustycznych, z których

każda wymaga innych parametrów i adaptacji przez aparaty słuchowe. Zdania były zawsze ustawiane na poziomie kalibracji wstępnej dla wszystkich czterech środowisk słyszenia. Poziom tła był stały i kontrolowany w maksymalnym możliwym stopniu. Sytuacje, w których źródło hałasu było naturalne dla danego środowiska (np. kawiarnia lub samochód), wymagały kilku wizyt w takich miejscach przed eksperymentem i upewnienia się, że poziom hałasu jest taki sam w różnych dniach i różnych porach dnia. Poniżej znajdują się ogólne opisy wszystkich sytuacji użytych podczas testów. Dla wszystkich sytuacji wprowadzono czas adaptacji dla wszystkich sesji testowania, zmierzony podczas pierwszego aktywowania aparatów słuchowych i założenia ich przez uczestnika badania. Wymagało to pozostawienia aparatów przez minutę w danym środowisku przed testowaniem, aby umożliwić ich pełną adaptację.

Podczas testowania używano aparatów słuchowych Phonak B-90 RIC z zewnętrzną słuchawką oraz porównywalnych aparatów dwóch innych producentów. Dla wszystkich aparatów słuchowych użyto uniwersalnych nakładek power firmy Phonak. Dzięki temu uczestnicy badania nie czuli różnicy między aparatami różnych producentów. Kolejność zakładania aparatów słuchowych u różnych uczestników badania była losowa i zrównoważona dla każdej sytuacji słyszenia.

W każdej sesji testowej uczestniczyło co najmniej dwóch eksperymentatorów. Jeden eksperymentator odpowiadał za znajomość kolejności producentów aparatów słuchowych używanych podczas testowania i zakładania każdej pary aparatów słuchowych na uszy uczestników we wcześniej ustalonej, losowej kolejności. Aparaty słuchowe były umieszczone w czarnych, akustycznie przezroczystych pokrowcach EarGear. Zapobiegają one rozpoznaniu aparatów słuchowych (Rysunek 2). Dzięki temu ani żaden uczestnik badania ani oceniający eksperymentator nie wiedzieli, którego producenta aparaty są właśnie testowane. Inny eksperymentator był odpowiedzialny za ocenę odpowiedzi uczestników oraz obliczanie wyników zrozumiałości mowy w aparatach słuchowych wszystkich producentów. Trzeci eksperymentator uczestniczył w testach w samochodzie i w kawiarni, gdy do prezentowania mowy wykorzystywano bezprzewodowy głośnik BOSE Minilink. Zadaniem trzeciego eksperymentatora było utrzymanie głośnika na stałej wysokości i w tej samej odległości od uczestnika w tych dwóch sytuacjach.



Rys. 2. Aparaty słuchowe zostały osłonięte i połączone z takimi samymi nakładkami uniwersalnymi, aby nie można było ich zidentyfikować.

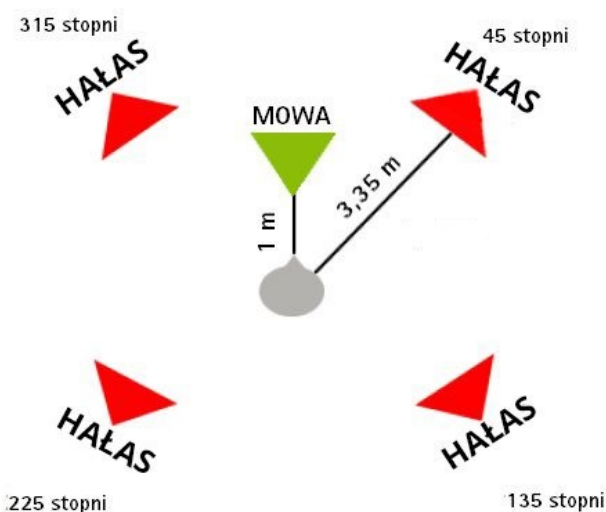
Głośniki laboratoryjne i karta dźwiękowa były używane do prezentacji mowy i hałasu w „złożonej sytuacji akustycznej” oraz w „sytuacji cichej mowy” w komorze Phonak Listening Loft. Ten obszar został zaprojektowany jako pomieszczenie z pogłosem ( $T_{60}=0,8$  s). Mowa i hałas były prezentowane przy użyciu 16-kanalowej karty dźwiękowej Fireface RME i głośników 8020 CPM Genelec.

### 1. Złożona sytuacja akustyczna (słaba akustyka)

Celem badaczy było utworzenie złożonej sceny testowej, która nie byłaby oczywista i wymagała od systemu automatycznej klasyfikacji „podjęcia samodzielnej decyzji” ze względu na obecność więcej niż jednego typu zakłóceń akustycznych. Jest to ten typ sytuacji, która teoretycznie wymagałaby zmiany kilku różnych parametrów, której wykonanie niekoniecznie byłoby zgodne z pojedynczym programem. Właśnie takie typy scenariuszy – trudne do oceny przez użytkownika aparatów słuchowych – są najczęściej spotykane w codziennym życiu.

Poziomy hałas w tle został celowo ustawiony na 60 dBA, aby zminimalizować szansę aktywowania agresywnego programu słyszenia w hałasie, dla wszystkich producentów. Rozumienie mowy przy dużym hałasie w tle badano w kawiarni (opisanej w części 3 tego tekstu).

Wyniki dla „złożonej sytuacji akustycznej” mierzono w Listening Loft, w PARC. Dodatkowo, oprócz pogłosu, prezentowano mowopodobny hałas dochodzący z czterech głośników ustawionych pod kątami 45, 135, 225 i 315 stopni na łącznym poziomie równym 60 dBA. Uczestnik siadał w środku między głośnikami, w odległości 335 cm od każdego głośnika. Piąty głośnik był umieszczony pod kątem 0 stopni w odległości 1 m od uczestnika. Z tego głośnika były prezentowane zdania IEEE na poziomie głośności 65 dBA. Patrz Rys. 3 (poniżej).

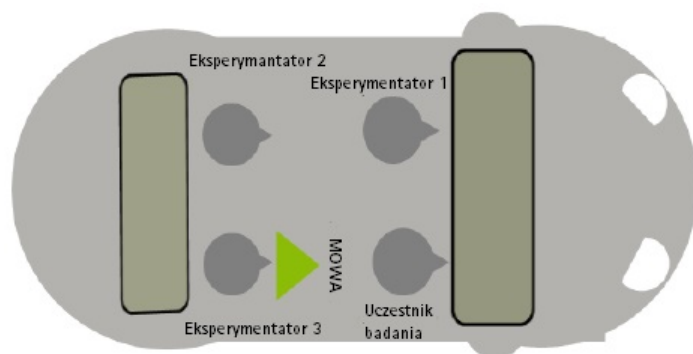


Rys. 3. Schemat ustawień „złożonej sytuacji akustycznej” wykorzystywany podczas porównywania rozpoznawania mowy w systemach automatycznej klasyfikacji trzech różnych producentów.

### 2. Sytuacja słyszenia w samochodzie

Samochód jest wymagającą sytuacją słuchania z kilku przyczyn. Oprócz szumu silnika i hałasu dochodzącego z zewnątrz rozmowę zakłóca grające radio i głosy innych pasażerów. Do tego rozmówca zwykle siedzi obok lub za użytkownikiem aparatów słuchowych. Uniemożliwia to skorzystanie z zalet mikrofonu kierunkowego, bo rozmówca nie mieści się w zasięgu aparatu słuchowego. Tak naprawdę mikrofon kierunkowy może być w tych warunkach utrudnieniem.

Do wszystkich testów w samochodzie był używany Nissan Murano rocznik 2014. Każdy uczestnik badań siedział na miejscu pasażera. Podczas wszystkich badań korzystano z dróg w obszarach biurowych poza ośrodkiem badawczym. Samochody podczas testów jeździły z prędkością 48 km/godz. – taką samą dla wszystkich uczestników badania. Testy przeprowadzano tylko wtedy, gdy drogi były suche, po wystąpieniu opadów badania były przerywane. Przez cztery głośniki samochodowe był emitowany hałas mowopodobny. Został on zapisany na iPhone 6s, który następnie podłączono do wejścia AUX samochodu. Hałas prezentowano na poziomie 60 dBA przez wbudowane głośniki stereo samochodu. Hałas dochodzący z drogi i szum silnika stanowią tło akustyczne testowania, na stałym poziomie 63 dBA. Zdania IEEE były emitowane z bezprzewodowego głośnika BOSE trzymanego przez eksperymentatora siedzącego na tylnym siedzeniu, za uczestnikiem badania. Zdania były prezentowane na poziomie 70 dBA. Podczas testów w samochodzie jeden z eksperymentatorów był kierowcą, drugi puszczał zdania z głośnika Bose i zakładał na uszy badanego odpowiednie aparaty słuchowe, a trzeci zapisywał wyniki testów. Patrz Rysunek 4 (poniżej).



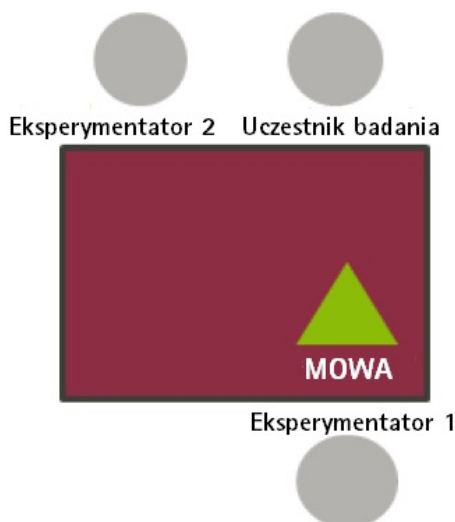
Rys. 4. Schemat ustawień dla „samochodu” wykorzystywany podczas porównywania rozpoznawania mowy w systemach automatycznej klasyfikacji trzech różnych producentów.

### 3. Kawiarnia (duży hałas)

Sytuacja w kawiarni została wybrana jako reprezentacja wyjątkowo głośnego i trudnego środowiska słyszenia. Badania wszystkich uczestników przeprowadzono w kawiarni w centrum Naperville, IL. Ta kawiarnia została wybrana, ponieważ w godzinach szczytu jest zawsze pełna.

W tej sytuacji mowa była emitowana do uczestników na maksymalnym poziomie wyjściowym głośnika. Hałas tła akustycznego był stale

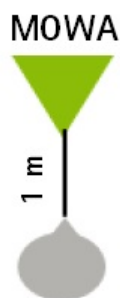
mierzony i wynosił średnio 80 dBA. Patrz na Rysunek 5 (poniżej).



Rys. 5. Schemat ustawień dla "kawiarni" wykorzystywany podczas porównywania rozpoznawania mowy w systemach automatycznej klasyfikacji trzech różnych producentów.

#### 4. Sytuacja cichej mowy

Pomiary w ostatniej sytuacji słyszenia przeprowadzono w komorze w PARC, gdzie badano słyszenie z większej odległości i słyszenie cichej mowy. Każdy uczestnik siedział w komorze Listening Loft. Głośnik był umieszczony przed nim w odległości 1 m i emitował dźwięk na poziomie 50 dBA. Patrz Rysunek 6 (poniżej). Nie dodano hałasu otoczenia, a w pustym pomieszczeniu w miejscu obiektów badań zmierzono tło akustyczne na poziomie 41dBA.



Rys. 6. Schemat środowiska cichej mowy wykorzystywany podczas porównywania rozpoznawania mowy w systemach automatycznej klasyfikacji trzech różnych producentów.

#### Procedury

We wszystkich czterech sytuacjach opisanych powyżej uczestnicy badania byli proszeni o powtórzenie 20 zdań IEEE we wszystkich badanych aparatach słuchowych. Kolejność aparatów użytych do testowania każdej sytuacji była losowa. Dla każdego producenta obliczono procent słów poprawnie powtórzonych w stosunku do wszystkich występujących w tych 20 zdaniach. Instrukcje do tego badania były takie same dla wszystkich uczestników. Poproszono ich o zadawanie pytań w razie jakichkolwiek wątpliwości.

Oprócz obiektywnej oceny rozpoznawania mowy każda badana osoba była proszona (bezpośrednio po zakończeniu testu rozpoznawania mowy dla każdego producenta) o subiektywną ocenę wysiłku wkładanego w powtarzanie zdań. Poproszono ich o ocenę w skali od 1 (bez wysiłku) do 10 (maksymalny wysiłek) wysiłku włożonego w słuchanie i zrozumienie mowy dla danej pary aparatów słuchowych.

## Wyniki

### Rozpoznawanie mowy

Wyniki rozpoznawania mowy w teście zdań IEEE podano jako średnie wartości dla wszystkich 14 badanych osób, dla każdego producenta i dla każdej sytuacji słyszenia. Rysunki 6 a-d pokazują średnie wyniki rozpoznawania mowy dla każdego producenta i każdego środowiska testowego.

Analiza wariancji powtarzanych pomiarów (ANOVA) wykazała znaczące różnice między producentami aparatów słuchowych w złożonej sytuacji słyszenia ( $F(2, 13) = 13.3$ ,  $p < 0.05$ ), w sytuacji cichej mowy ( $F(2, 13) = 3.42$ ,  $p < 0.01$ ), w kawiarni ( $F(2, 13) = p < 0.05$ ) oraz w sytuacji słyszenia w samochodzie ( $F(2, 13) = 4.9$ ,  $p < 0.05$ ). Średnie wyniki dla każdej sytuacji słyszenia pokazano na Rysunkach 6 a-d. Paski niepewności pomiaru reprezentują standardową niepewność wartości średniej.

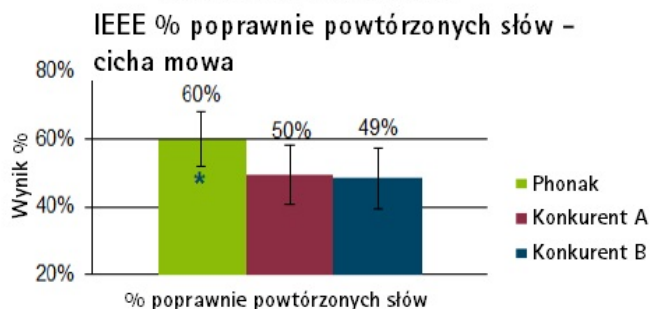
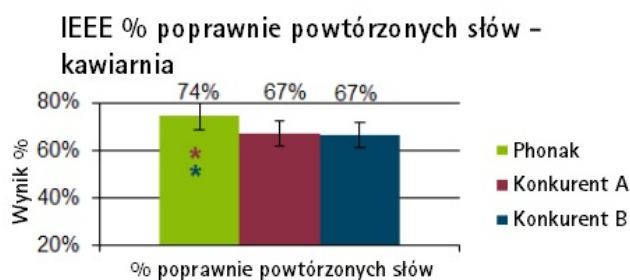
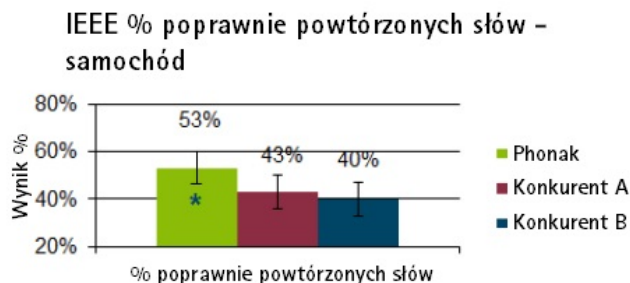
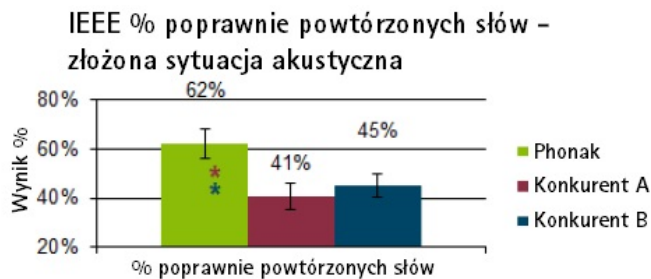
Po zastosowaniu poprawki Bonferroniego do porównania trzech par na test do określenia poziomu istotności porównywanych par (Dunn, 1961) została użyta wartość  $\alpha$  równa 0,02. Testy post hoc wykorzystujące test NIR Fishera do wyznaczania najmniejszych istotnych różnic wykazały, że wyniki rozpoznawania mowy w "złożonej sytuacji akustycznej" były znacząco wyższe, gdy był używany system Phonak AutoSense ( $M = 62\%$ ,  $SE = 6,0\%$ ), niż w przypadku systemów pozostałych producentów ( $M = 41\%$ ,  $SE = 5,6\%$ ), ( $M = 45\%$ ,  $SE = 4,6\%$ ).

Dla sytuacji w samochodzie test post hoc NIR Fishera wykazał, że wyniki rozpoznawania mowy, gdy był używany system Phonak AutoSense OS ( $M = 53\%$ ,  $SE = 6,9\%$ ) były znacząco lepsze niż w przypadku obu konkurencyjnych systemów ( $M = 43\%$ ,  $SE = 7,2\%$ ), ( $M = 40\%$ ,  $SE = 7,0\%$ ).

Test post hoc NIR Fishera również wykazał znacząco lepsze wyniki rozpoznawania mowy, gdy był używany system Phonak AutoSense OS ( $M = 74\%$ ,  $SE = 5,5\%$ ) niż w przypadku pozostałych badanych systemów ( $M = 67\%$ ,  $SE = 5,3\%$ ), ( $M = 67\%$ ,  $SE = 5,3\%$ ) w sytuacji słyszenia w kawiarni.

Poza tym dla systemu Phonak AutoSense OS wykazano znacząco lepszą możliwość rozpoznawania cichej mowy ( $M = 60\%$ ,  $SE = 8,2\%$ ) w porównaniu do jednego z pozostałych producentów ( $M = 49\%$ ,  $SE = 9,1\%$ ).



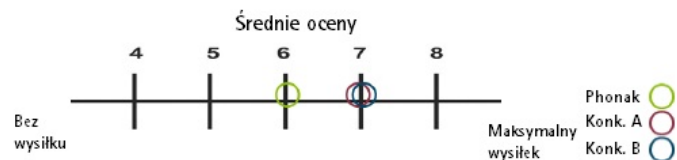


Rys.7a–7d. Obiektywne wyniki rozpoznawania mowy (% poprawnych) dla zdań IEEE w systemach klasyfikacji akustycznej firmy Phonak i dwóch konkurencyjnych firm (Konkurent 1 i 2). Paski niepewności wskazują standardową średnią niepewność (\*) = znacząca różnica dla wartości  $p < 0,02$ . (\*) oznacza istotny wynik w porównaniu z Konkurentem 1, a (\*\*) oznacza znaczący wynik w porównaniu z Konkurentem 2.

### Wysiłek związany ze słuchaniem

Średni wysiłek związany ze słuchaniem zgłoszony dla czterech sytuacji słuchania i dla wszystkich producentów pokazano na Rysunku 8. Uczestników badania poproszono o ocenę wysiłku podczas słuchania – w skali od 1 (bez wysiłku) do 10 (maksymalny wysiłek) – w aparatach słuchowych trzech producentów.

Subiektywne oceny wskazują, że dla wszystkich sytuacji akustycznych wysiłek związany ze słuchaniem zawsze był mniejszy, gdy używano systemu Phonak AutoSense OS, jednak wyniki nie są statystycznie istotne. W skali od 1 do 10 średni wynik dla systemu Phonak wynosił 6,2 w porównaniu z wynikami konkurencji równymi 7,0 i 7,1.



Rys. 8. Średnia subiektywna ocena wysiłku związanego ze słuchaniem podczas rozpoznawania mowy przy użyciu systemów automatycznej klasyfikacji różnych producentów.

## Dyskusja

Przeprowadzone badania udowodniły, że systemy automatycznej klasyfikacji są dobrym narzędziem do optymalizacji słyszenia w wielu sytuacjach akustycznych i uwzględniają wiele różnych typów zależności akustycznych. Użytkownicy aparatów słuchowych pragną po prostu normalnie słyszeć, a nie ciągle myśleć o dopasowaniu aparatów słuchowych, po to by normalnie się komunikować w różnych środowiskach. Mało realne jest oczekiwanie od użytkowników aparatów słuchowych odpowiedniego przełączania programów, zwłaszcza w złożonych sytuacjach słyszenia, podczas których nie wystarcza proste dopasowanie dostępnych programów manualnych. Być może nawet nie będą mieli dostępu do zaawansowanych możliwości miksowania parametrów, które producenci aparatów słuchowych zaimplementowali w swoich systemach automatycznej klasyfikacji.

Celem niniejszego badania była ocena możliwości producentów aparatów słuchowych w zakresie projektowania i implementowania systemów automatycznej klasyfikacji, które rzeczywiście wpływają na możliwość słyszenia użytkowników aparatów słuchowych w rzeczywistym świecie. Każdy producent aparatów słuchowych ma własne podejście do klasyfikacji i możliwość manipulowania różną liczbą parametrów.

Te badania przeprowadzono w czterech rzeczywistych i trudnych warunkach akustycznych. Wyniki pokazują, że system Phonak AutoSense OS najefektywniej poprawia możliwości słyszenia użytkowników aparatów słuchowych w rzeczywistych, wymagających sytuacjach. Średnie wyniki rozpoznawania mowy była zawsze lepsze dla systemu Phonak AutoSense OS niż dla systemów pozostałych producentów, we wszystkich testowanych sytuacjach. Co więcej, wartości średnie subiektywnie ocenianego wysiłku związanego ze słuchaniem obliczone dla wszystkich sytuacji były niższe dla systemu Phonak AutoSense OS niż w przypadku automatycznych programów pozostałych producentów.

## Wnioski

Wyniki tego badania pokazują, że system AutoSense OS jest w stanie sterować przetwarzaniem sygnałów w aparatach słuchowych – w tym wzmocnieniem i aktywowaniem innych funkcji – w odpowiedzi na zmiany środowiska akustycznego, w sposób zapewniający lepsze rozumienie mowy, niż podobne systemy dwóch innych producentów. Ta korzyść była widoczna bez względu na złożoność sytuacji słyszenia. Wyniki wskazują również, że uczestnicy badania uzyskują najlepsze wyniki

rozpoznawania mowy we wszystkich czterech rzeczywistych sytuacjach akustycznych w aparatach Phonak z AutoSense OS.

Automatyczna klasyfikacja to zaawansowana technologia, która wymaga identyfikacji charakterystyki akustycznej oraz adaptacji przetwarzania sygnału w czasie rzeczywistym. Im lepszy system automatycznej klasyfikacji, tym wygodniejsze są aparaty słuchowe, bo użytkownik nie musi zajmować się przełączaniem programów. Poza tym te systemy mogą zapewnić użytkownikom aparatów słuchowych bardziej stabilne i optymalne wrażenia słuchowe niż uzyskiwane podczas ręcznej regulacji. To badanie pokazuje, że system AutoSense OS umożliwia uzyskanie lepszego rozpoznawania mowy oraz wymaga mniejszego wysiłku związanego ze słuchaniem w rzeczywistych warunkach niż pozostałe dwa testowane systemy. Potwierdza siłę systemu AutoSense OS i jego pozytywny wpływ na możliwość słyszenia użytkowników aparatów.

---

## Literatura

McCormack, Abby and Fortnum, Heather (2013) Why do people fitted with hearing aids not wear them? International Journal of Audiology, 52 (5). pp. 360-368.

Rakita, L and Jones, C. (2014) Performance and Preference of an Automatic Hearing Aid System in Real-World Listening Environments. The Hearing Review

---

## Autorzy i badacze



Lori Rakita jest badaczem audiologiem w PARC. Po przejściu do firmy Phonak zarządzała ważnym programem badawczym obejmującym szczegółową techniczną ocenę testów uczestników w celu poprawy aplikacji, bazy i wsparcia klinicznego produktów Phonak. Lori uzyskała licencjat z psychologii na uniwersytecie Wisconsin-Madison, a doktorat z audiologii na Washington University w St. Louis.



Christine Jones dołączyła do firmy Phonak w 2001 roku. Obecnie jest dyrektorem Phonak Audiology Research Center (PARC), gdzie zarządza programem wewnętrznych i zewnętrznych badań klinicznych. Wcześniej była odpowiedzialna za Phonak US Pediatrics i prowadziła kliniczne badania pediatryczne w PARC. Christine uzyskała licencjat z audiologii na Vanderbilt University, a doktorat z audiologii na Central Michigan University.