

Krzysztof Kochanek, Wiesław Jędrzejczak

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa
Uniwersytet im. M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie

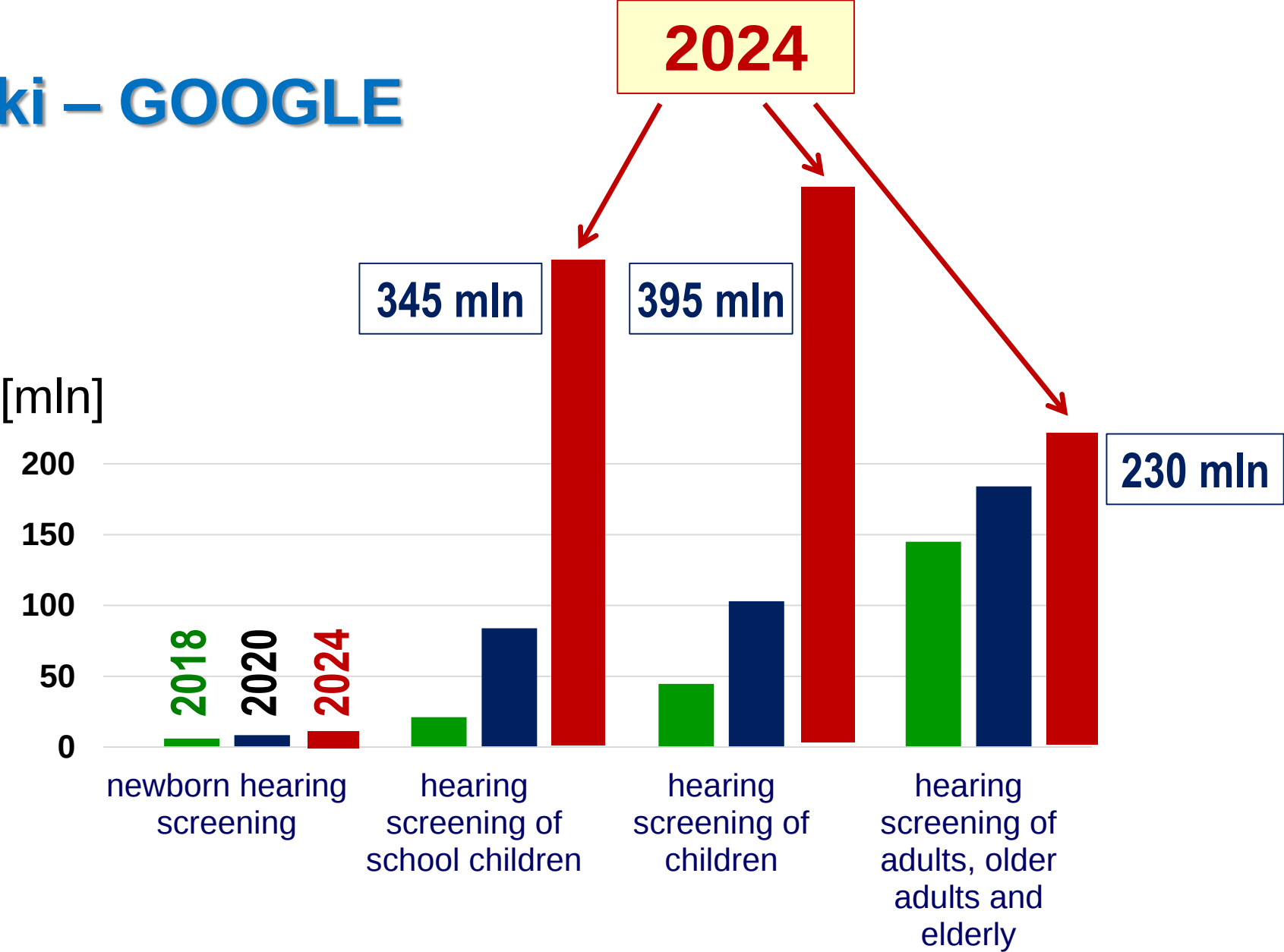
Czy badania przesiewowe słuchu mogą być wykonywane samodzielnie?



„Hałas przemysłowy a ochrona słuchu pracowników”

CIOPI, Warszawa, 24 września 2025 r.

Statystyki – GOOGLE



Statystyki – GOOGLE

dla hasła - self hearing test

2018	129 mln
2020	356 mln
2022	245 mln
2024	495 mln
2025	537 mln

Czy badania słuchu mogą być wykonywane samodzielnie?

Cele badań

- Ocena powtarzalności krótko- i długoterminowej pomiarów progu słyszenia za pomocą aplikacji smartfonowych
- Ocena możliwości zastosowania aplikacji w pomiarach progu słyszenia w różnych w grupach wiekowych
- Ocena możliwości wykonywania samodzielnych badań progu słyszenia za pomocą aplikacji smartfonowych
- Ocena powtarzalności krótko- i długoterminowej pomiarów emisji otoakustycznych i badania tympanometrycznego
- Ocena możliwości wykonania badań audiometrii impedancyjnej i emisji otoakustycznych samodzielnie przez pacjenta lub rodziców / opiekunów dziecka

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa
Uniwersytet im. M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie

M. Budzyńska, A. Czajkowska, A. Gazda, G. Czechowicz, M. Jakubowska, K. Kapczyńska,
K. Kociuba, K. Kurowska, J. Kutyba, M. Materna, K. Oleksak, O. Pieczykolan, A. Piłka,
N. Pokrywka, P. Serwin, R. Zdanowicz, A. Duda, P. Przeździecka, N. Laszuk, E. Woś, L. Śliwa,
K. Tarczyński, M. Żurek, A. Bieńkowska, P. Dziedzic, A. Duda, K. Kapczyńska, A. Bieńkowska,
A. Czajkowska, G. Czechowicz, K. Kociuba, K. Kurowska, J. Litwinek, M. Materna, N. Pokrywka,
P. Wieczorek, R. Zdanowicz, A. Gozdał, A. Kowenia, J. Krubnik, M. Malina, M. Reck, A. Reszka,
A. Sidor, A. Szymanek, E. Woś, W. Jędrzejczak, H. Skarżyński, K. Kochanek

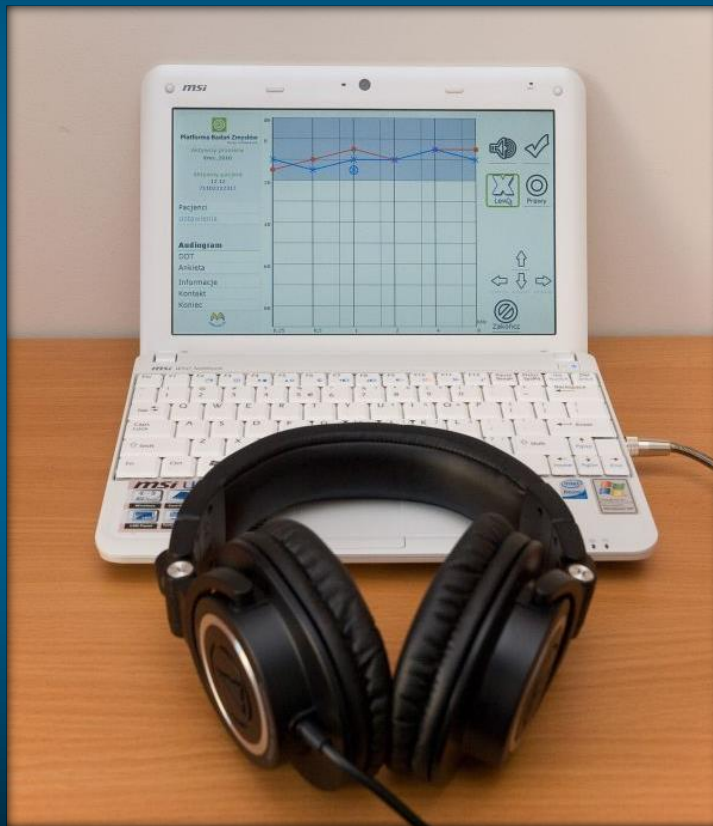
Audiometr S – aplikacja opracowana w 2005 r. na mikrokomputer typu Pocket PC przy współpracy Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu oraz Instytut Systemów Sterowania



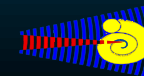
„Smartfon z 2005 r.”

Urządzenia do badań przesiewowych

Platforma Badań Zmysłów



Audiometr S

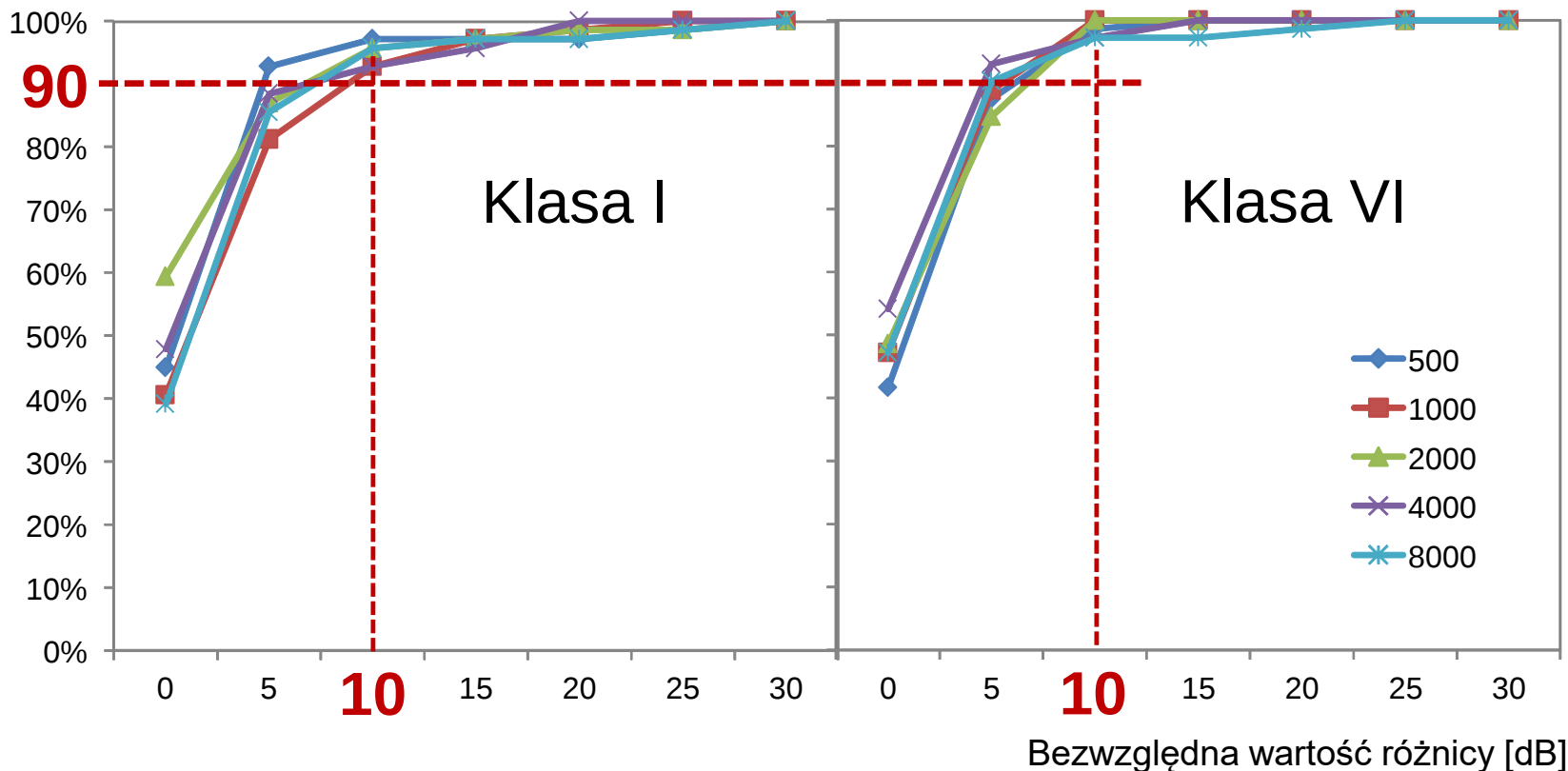


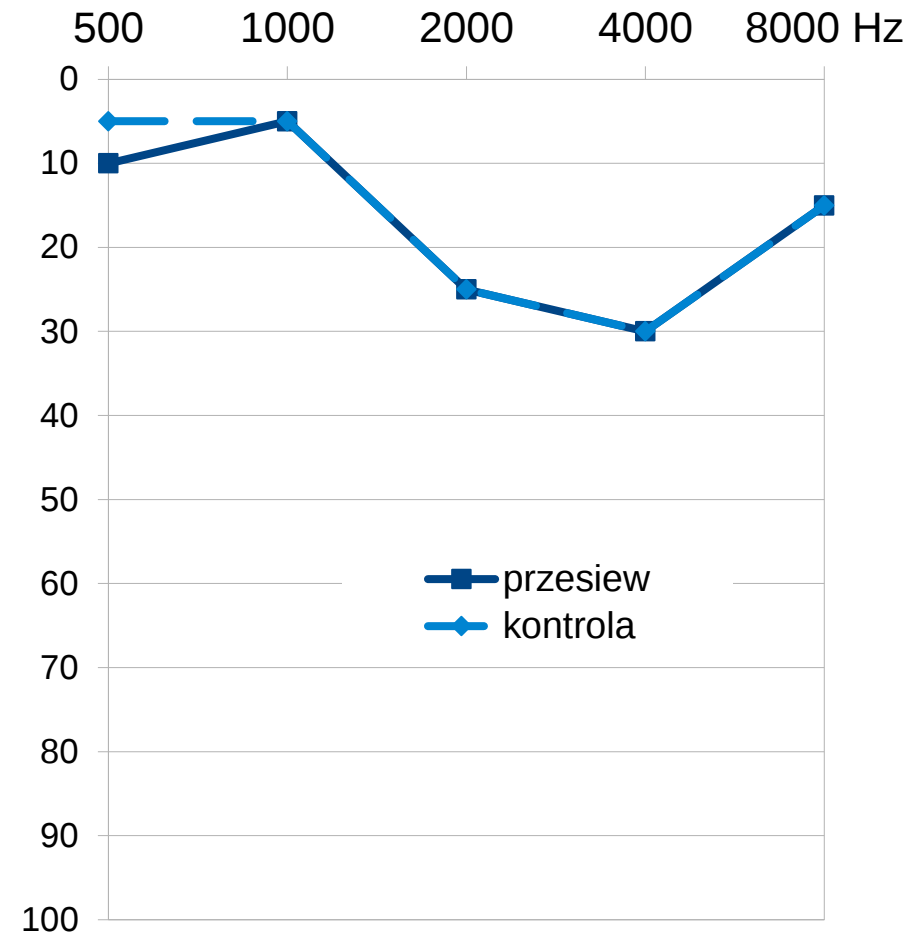
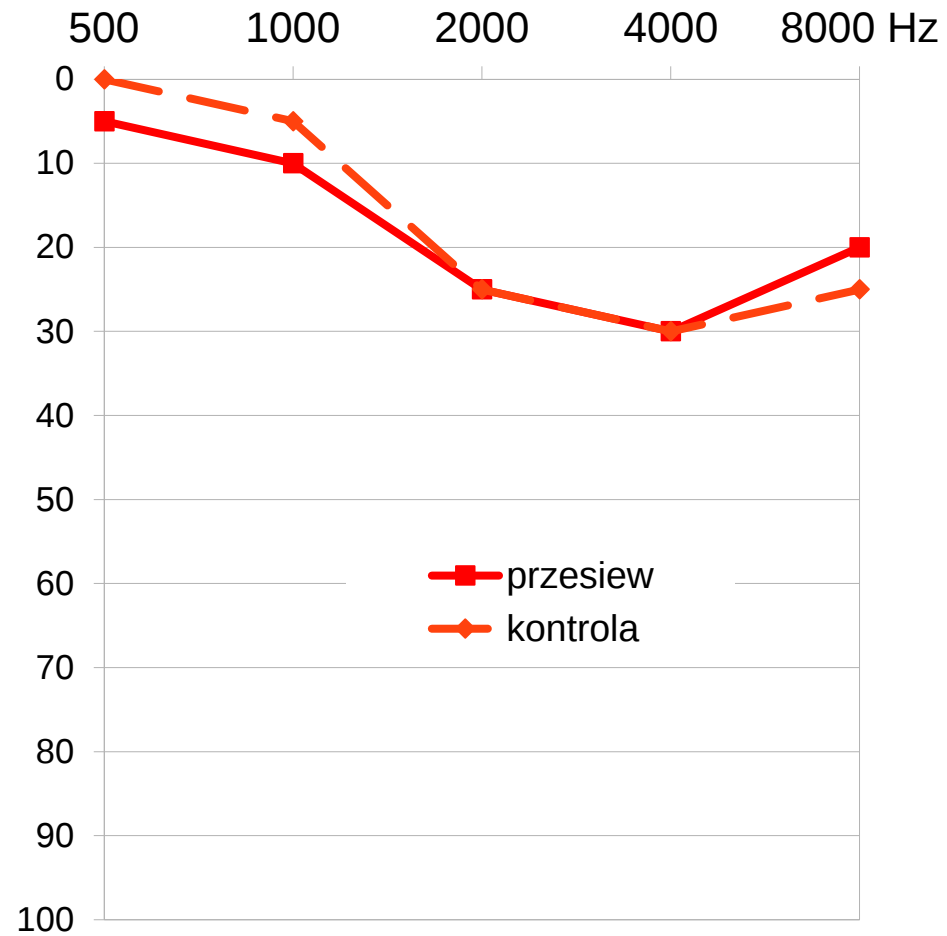
Czy aplikacje telefoniczne mogą być
przydatne w badaniach słuchu?

**Pandemia Coronavirusa zwiększyła
zainteresowanie alternatywnymi metodami
i procedurami badań słuchu**

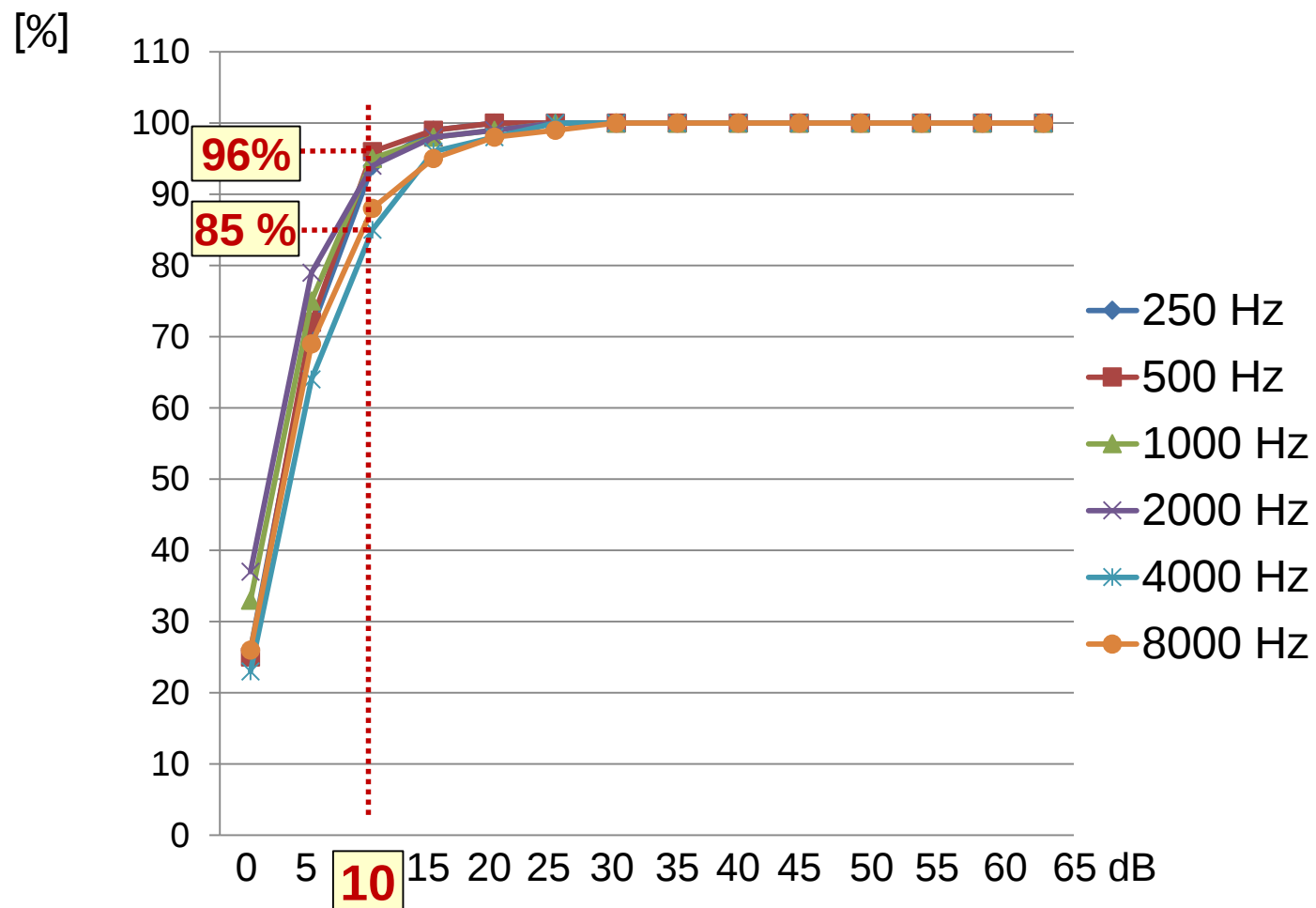
Ocena powtarzalności krótkoterminowej

- 23 dzieci z klasy I oraz 23 dzieci z klasy VI
- odstęp pomiędzy 3-krotnymi badaniami wynosił 2 dni
- wszystkie badania przeprowadzała ta sama osoba w tych samym pomieszczeniu za pomocą PBZ





Wykres skumulowanych liczebności różnic pomiędzy progami słyszenia dla częstotliwości od 250 do 8000 Hz – **odstęp 7 lat**



Bieńkowska, 2018

Do kogo mogą być adresowane aplikacje smartfonowe?

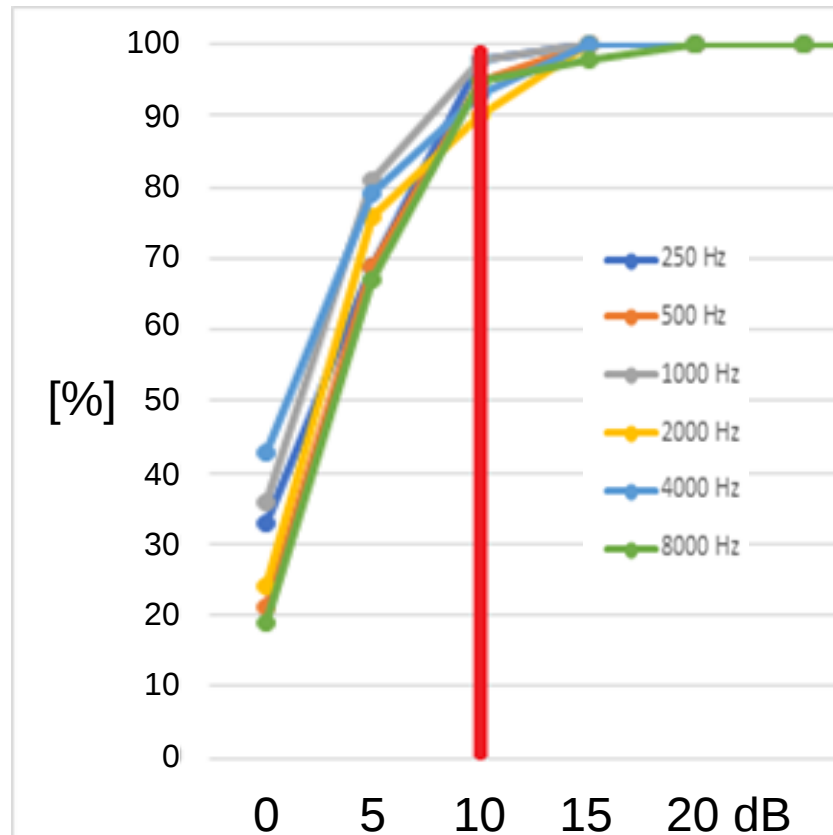
- **noworodki** – w niedalekiej przyszłości
- **przedszkolaki**
- **dzieci i młodzież w wieku szkolnym**
- **dorośli**

Porównanie progów słyszenia wyznaczonych za pomocą wybranej aplikacji smartfonowej oraz PBZ

- 21 osób, 11 kobiet, 10 mężczyzn w wieku od 24 do 63 r.ż.
- 16 osób ze słuchem prawidłowym
- 5 osób z ubytkami słuchu
- badania zostały wykonane przez współautorkę pracy

Zdanowicz, Kochanek 2020

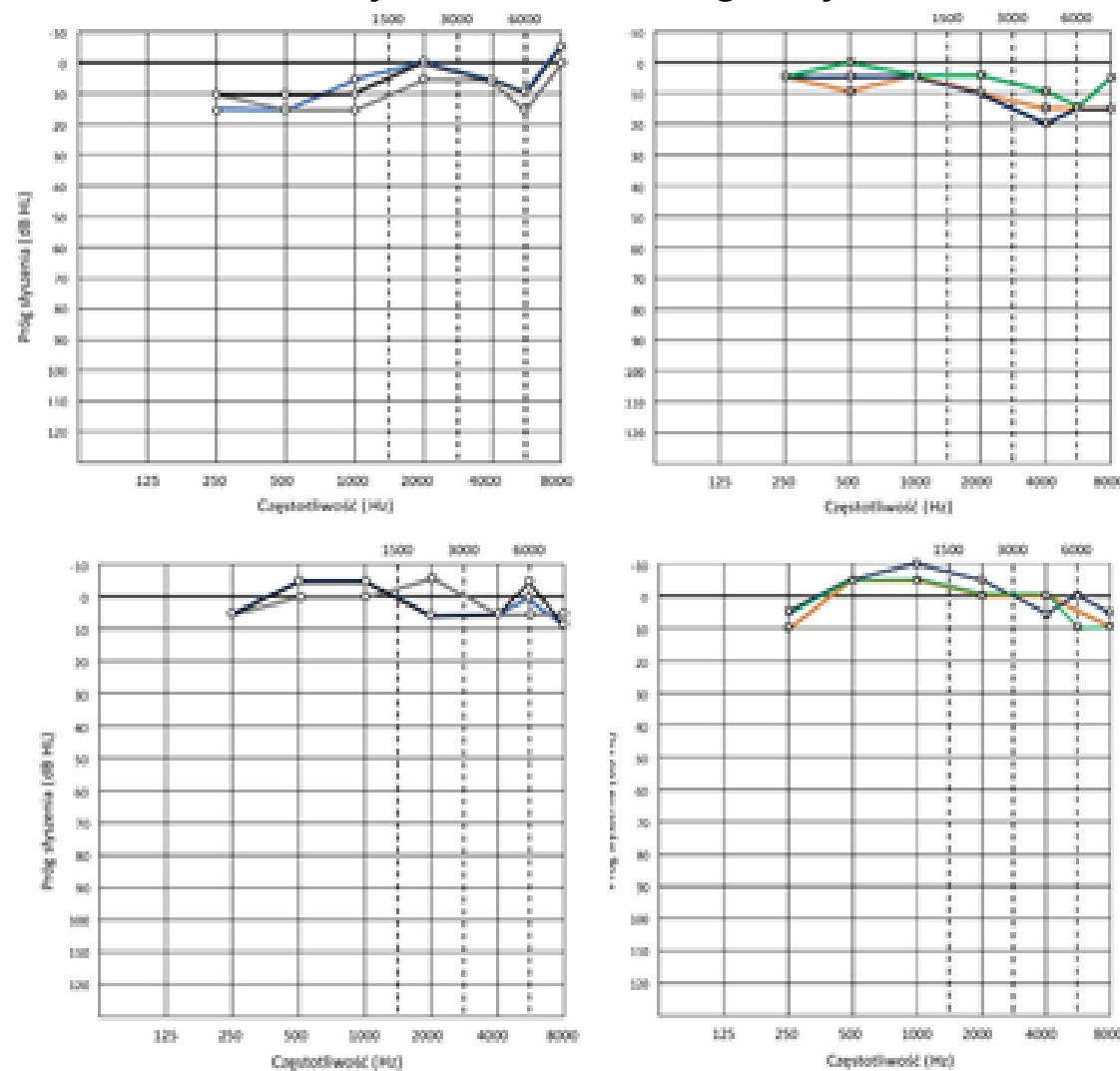
Skumulowane liczebności różnic progów słyszenia (PBZ – aplikacja)



Ocena powtarzalności pomiarów progu słyszenia za pomocą wybranej aplikacji u osób dorosłych z prawidłowym słuchem

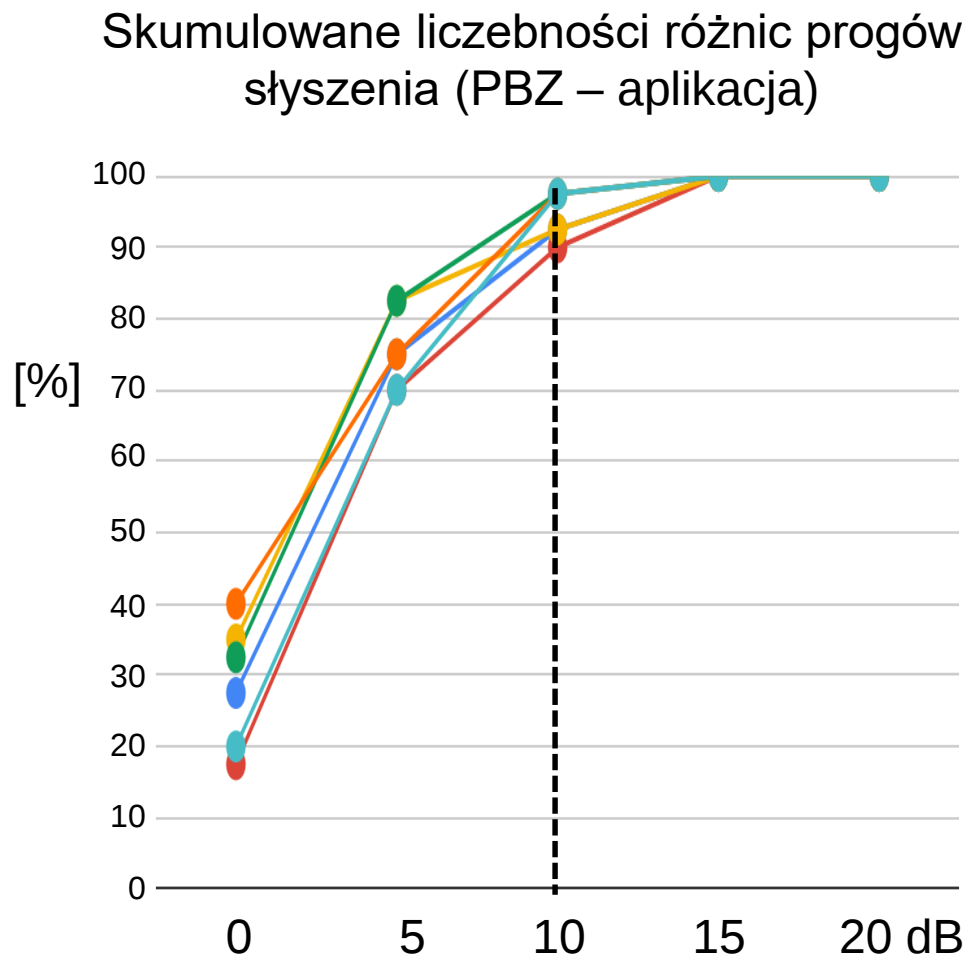
- 10 osób dorosłych, wiek: 20-27 lat
- odstęp pomiędzy badaniami wynosił 2-3 dni
- uczestnicy badań samodzielnie kalibrowali smartfony, przeprowadzali 3-krotnie badanie słuchu i przesyłali wyniki do współautorki pracy

Indywidualne audiogramy

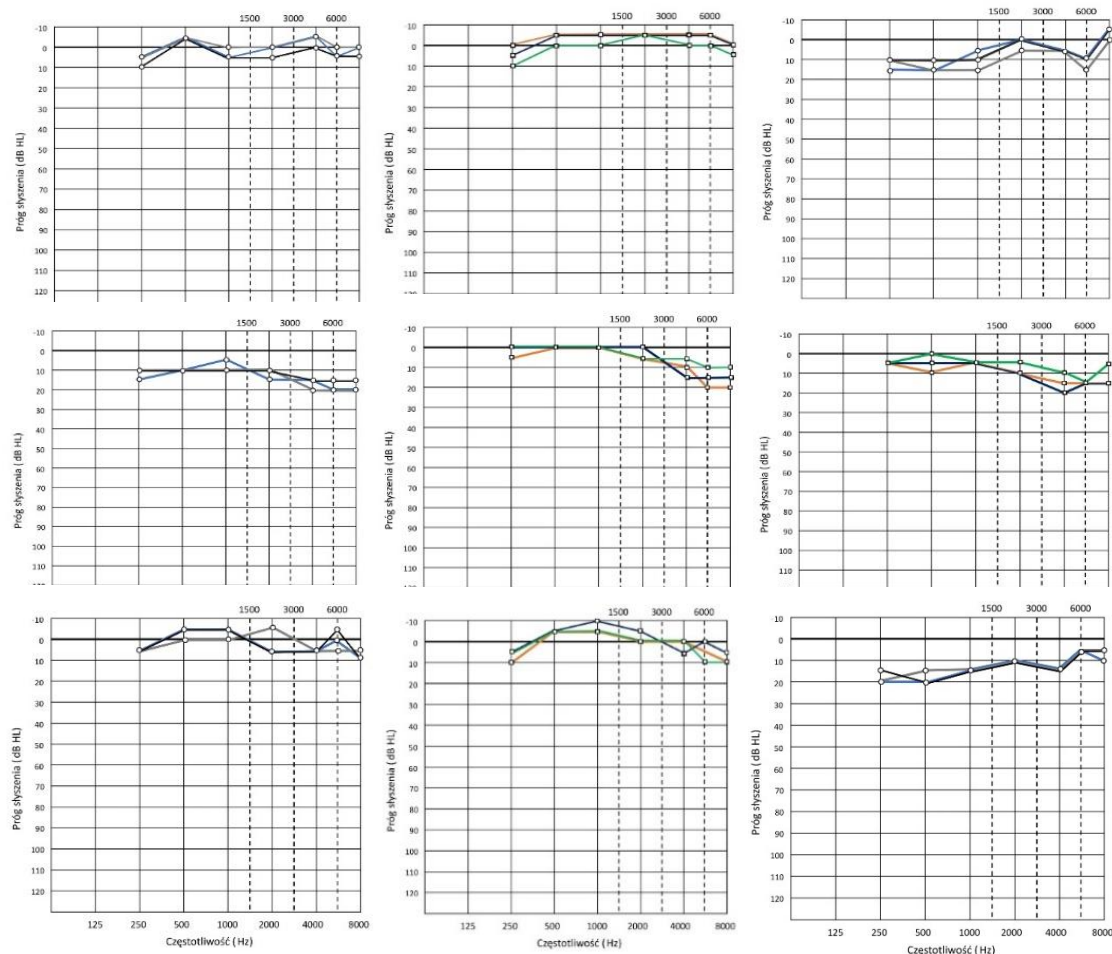


Ocena możliwości wykonania badania progu słyszenia przez rodziców za pomocą aplikacji u **dzieci w wieku szkolnym**.

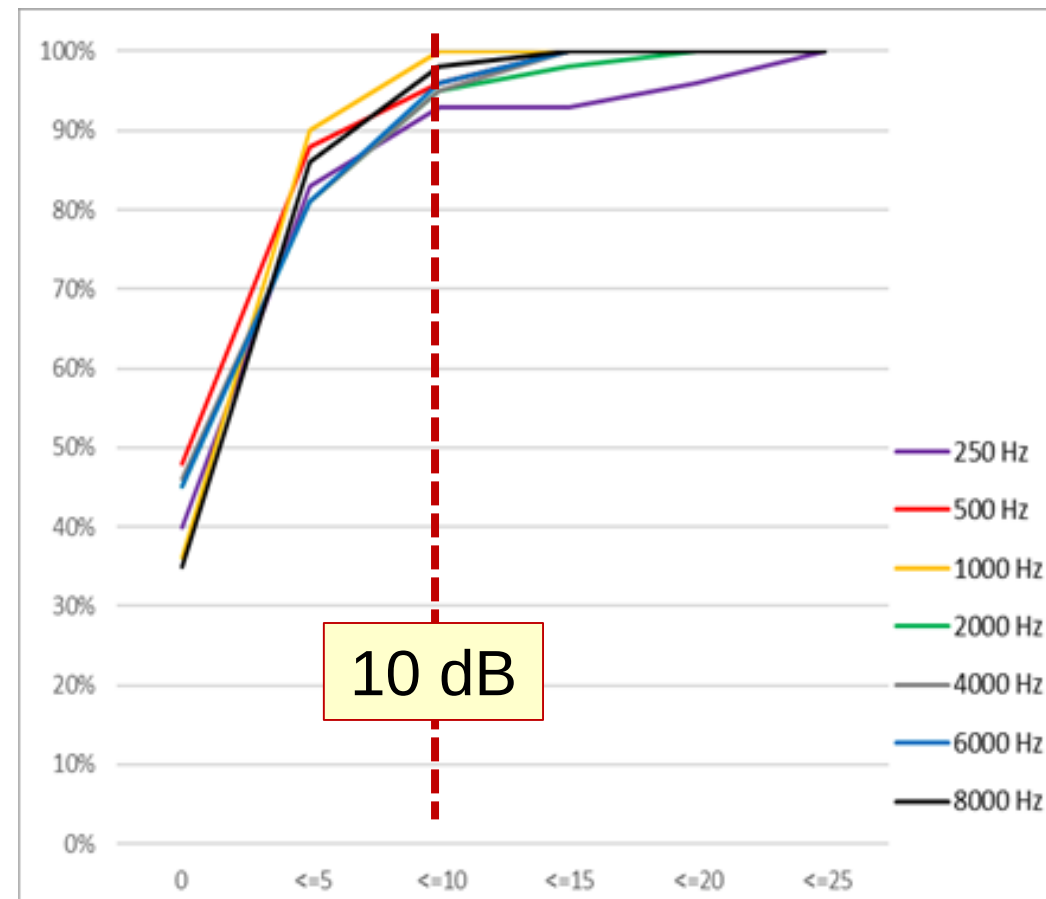
- 20 dzieci w wieku szkolnym (8-13 lat)
- rodzice sami kalibrowali smartfony, przeprowadzali badanie słuchu i przesyłali wyniki do współautorki pracy
- badanie progu za pomocą PBZ wykonała współautorka pracy poza domem dziecka



Powtarzalność samodzielnych wykonanych 3-krotnych pomiarów progów słyszenia za pomocą aplikacji telefonicznej u osób dorosłych



[%]

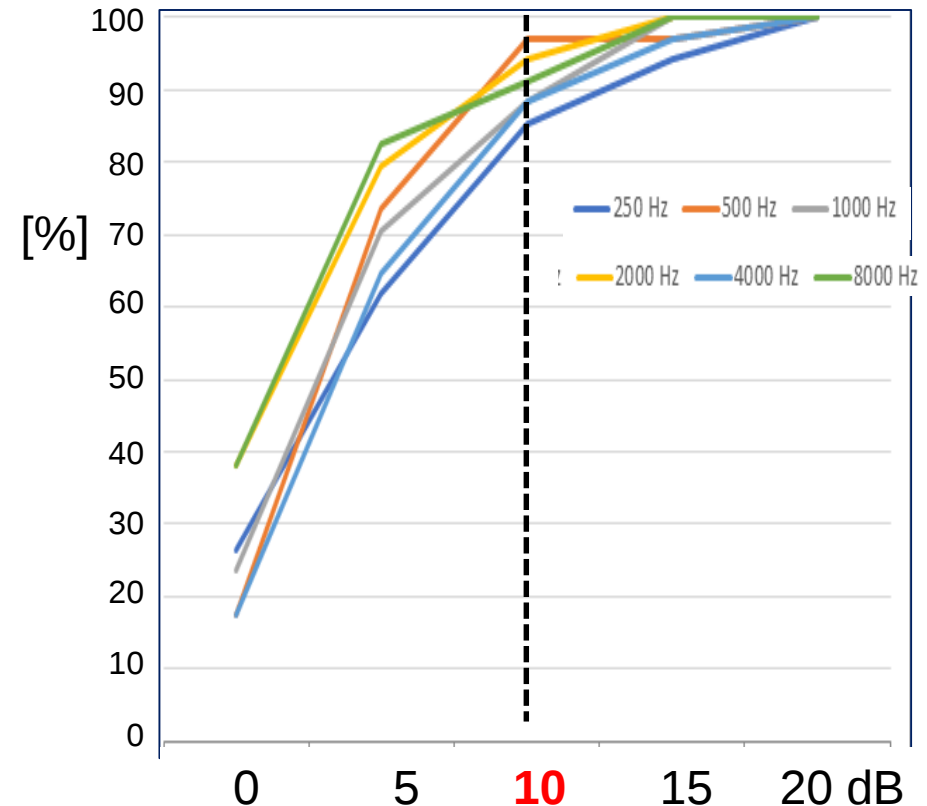


Różnice pomiędzy progami [dB]

Ocena możliwości wykonywania badań słuchu u dzieci w wieku przedszkolnym przez wychowawców za pomocą wybranej aplikacji

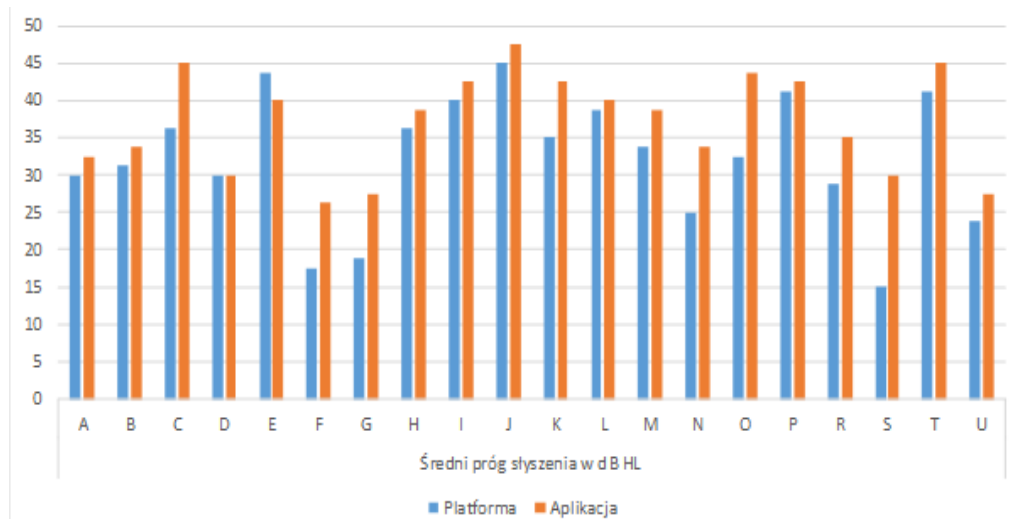
- 17 dzieci w wieku 3-6 lat
- badania zostały wykonane przez wychowawców, po wcześniejszym instruktżu przeprowadzonym przez autorkę pracy
- badanie progu słyszenia za pomocą PBZ wykonała autorka pracy na terenie przedszkola

Skumulowane liczebności różnic progów słyszenia (PBZ – aplikacja)

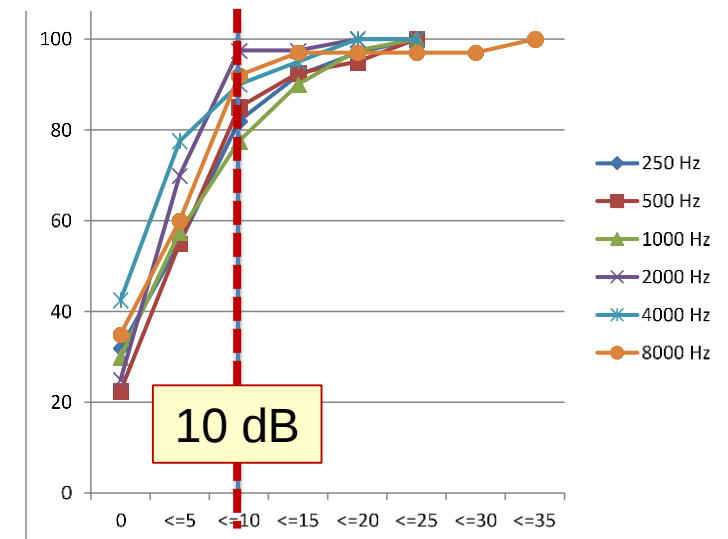


Porównanie progów słyszenia wyznaczonych za pomocą wybranej aplikacji oraz audiometru w grupie seniorów.

- 20 osób w wieku 64-85 lat (16 kobiet, 4 mężczyzn), średnia wieku - 74 lata
- osoby uczestniczące w badaniach samodzielnie wykonały badanie progów za pomocą aplikacji, a badanie audiometryczne wykonała współautorka pracy

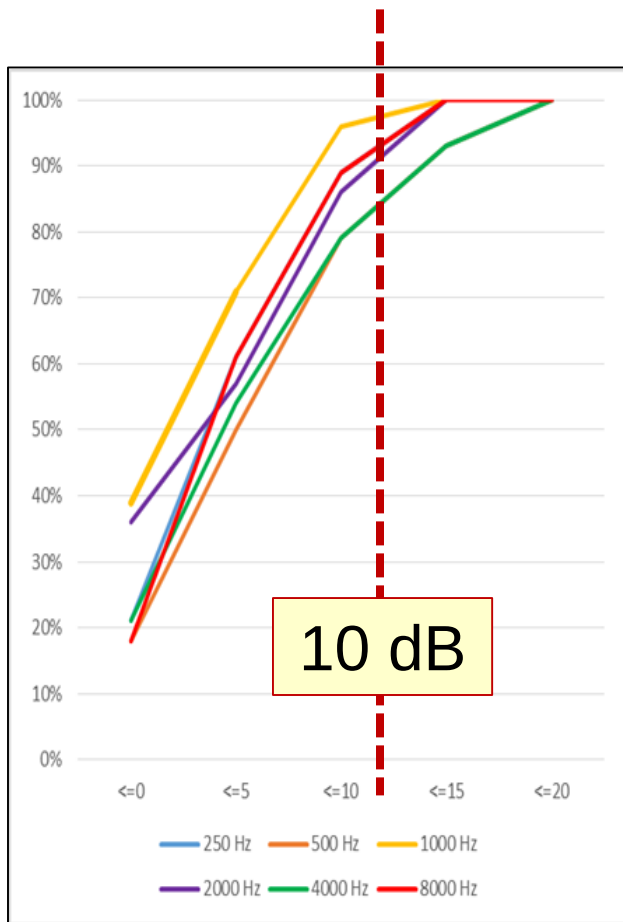


Średnie wartości progów słyszenia dla częstotliwości 500, 1000, 2000 i 4000 Hz za pomocą aplikacji oraz za pomocą Platformy Badań Zmysłów.



Skumulowane liczebności różnic progów słyszenia

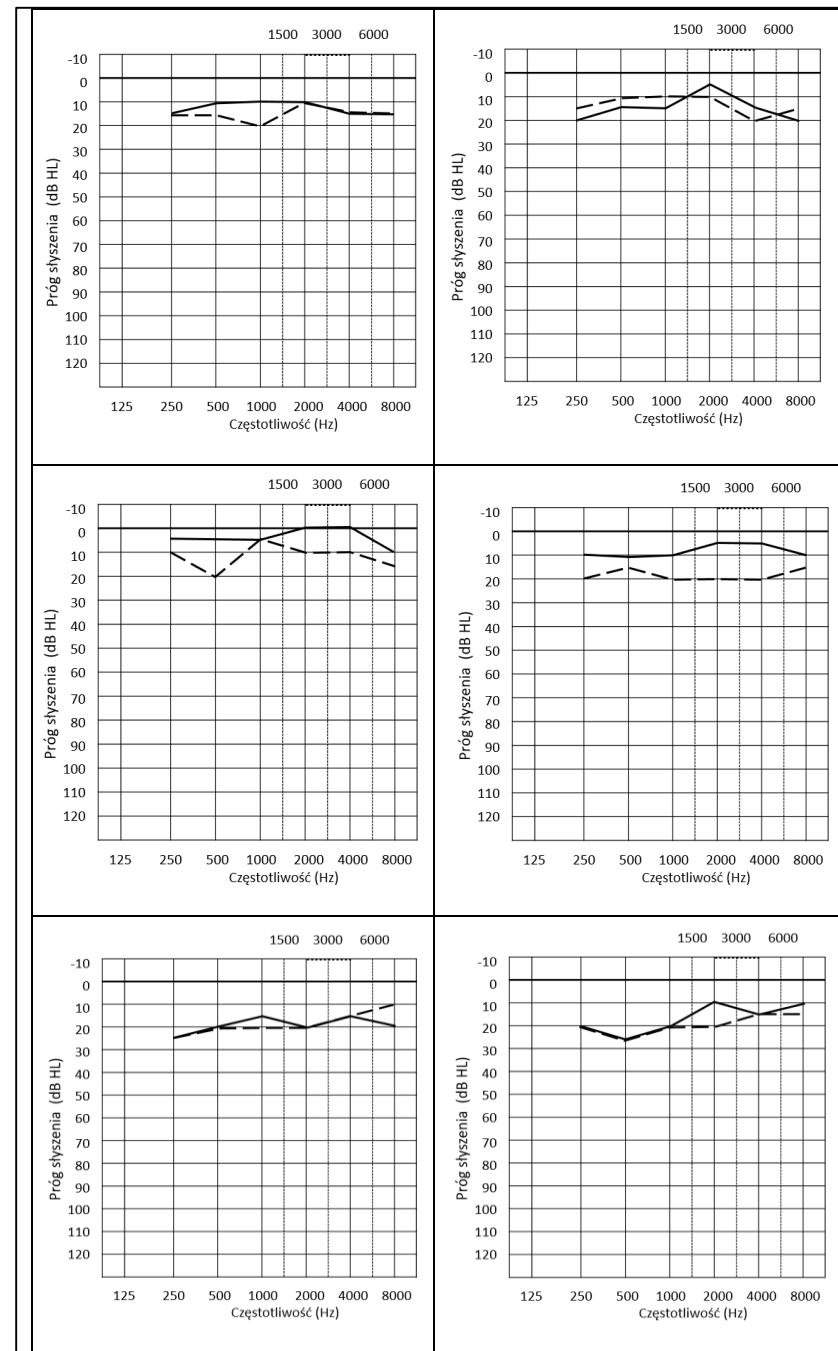
Ocena możliwości wykonywania badań słuchu u dzieci w wieku przedszkolnym przez rodziców za pomocą wybranej aplikacji



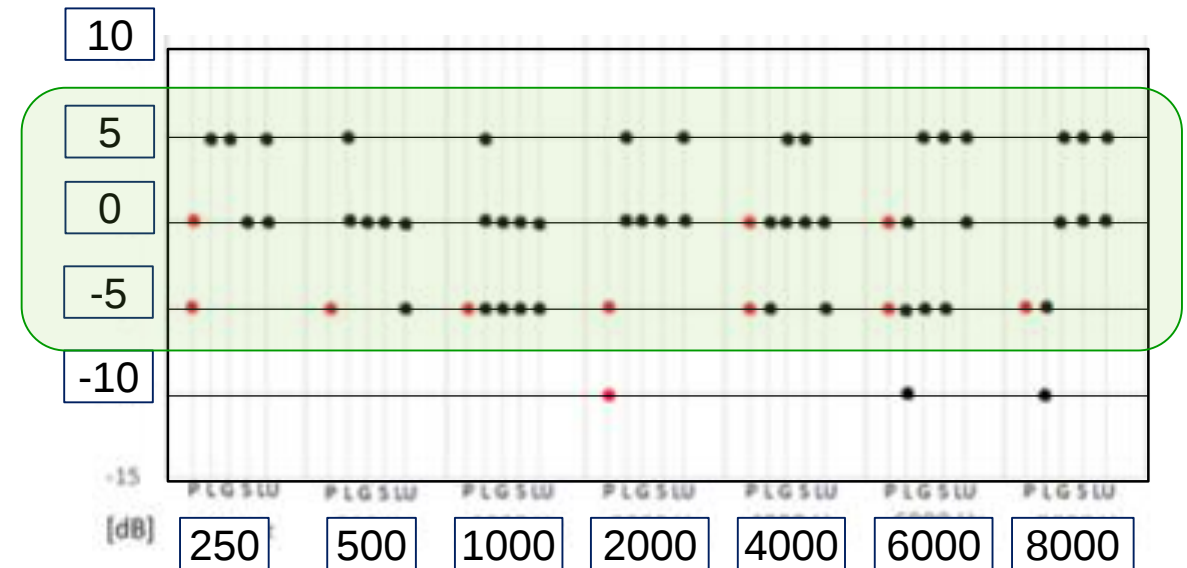
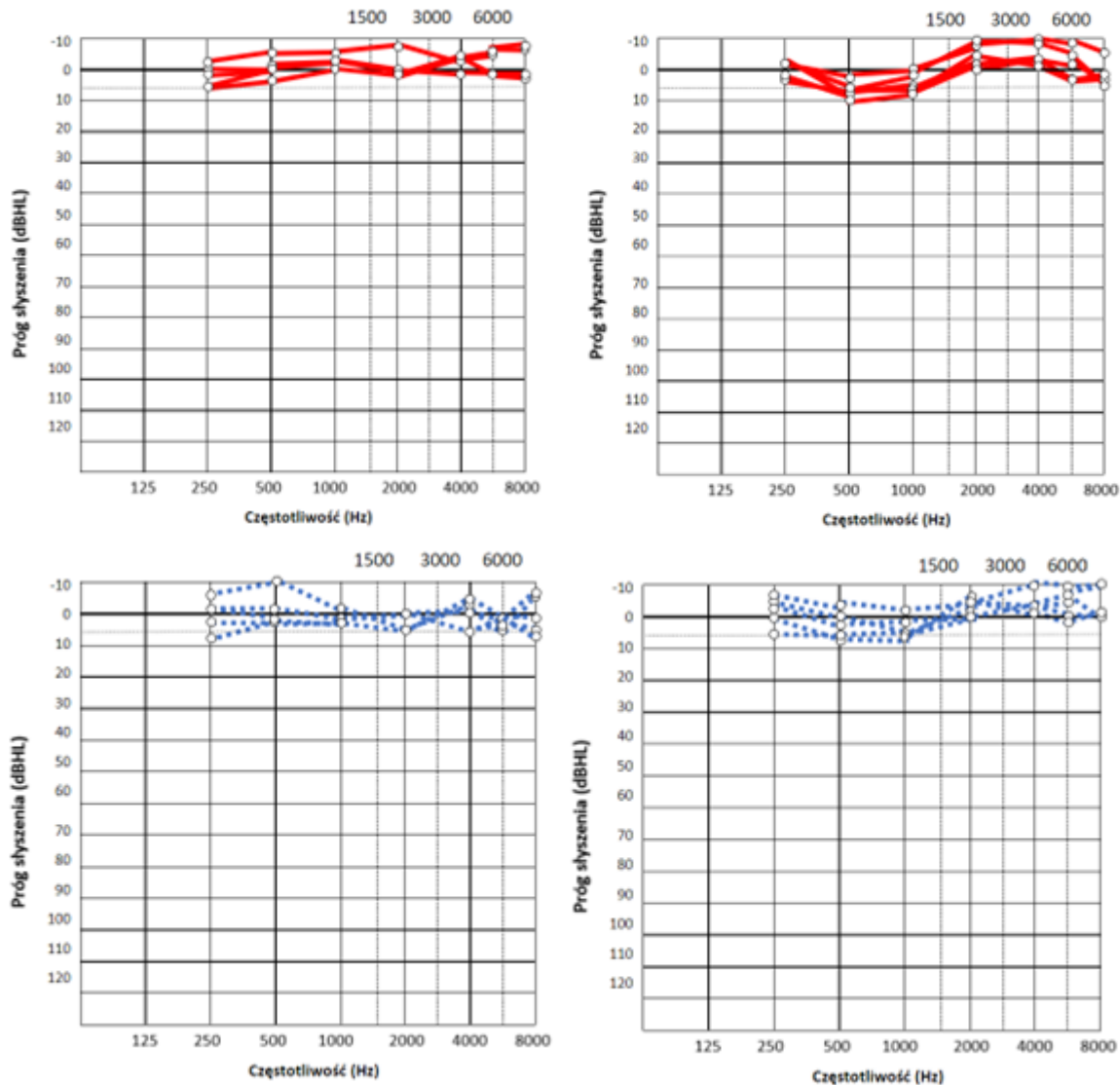
- 14 dzieci w wieku 4-6 lat
- badania zostały wykonane przez rodziców, po wcześniejszym instruktżu przeprowadzonym przez autorkę pracy
- referencyjne badanie progu słyszenia wykonane po 2 tyg. przez współautorkę pracy

Różnice pomiędzy progami [dB]

Kurowska, Kochanek, 2023

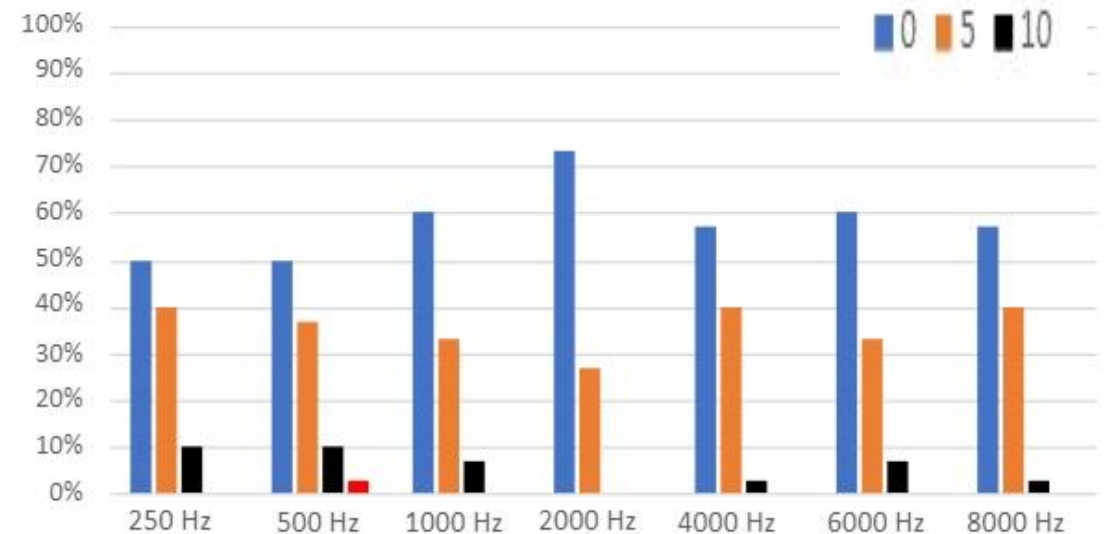
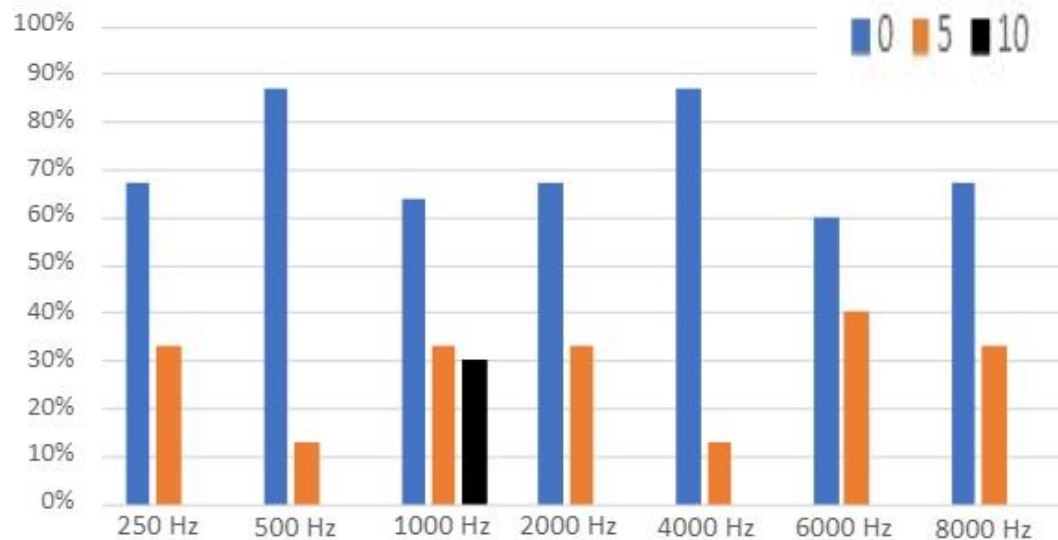


5-krotne pomiary progu słyszenia za pomocą aplikacji smartfonowej wykonane samodzielnie przez osoby dorosłe w odstępach 1-miesięcznych

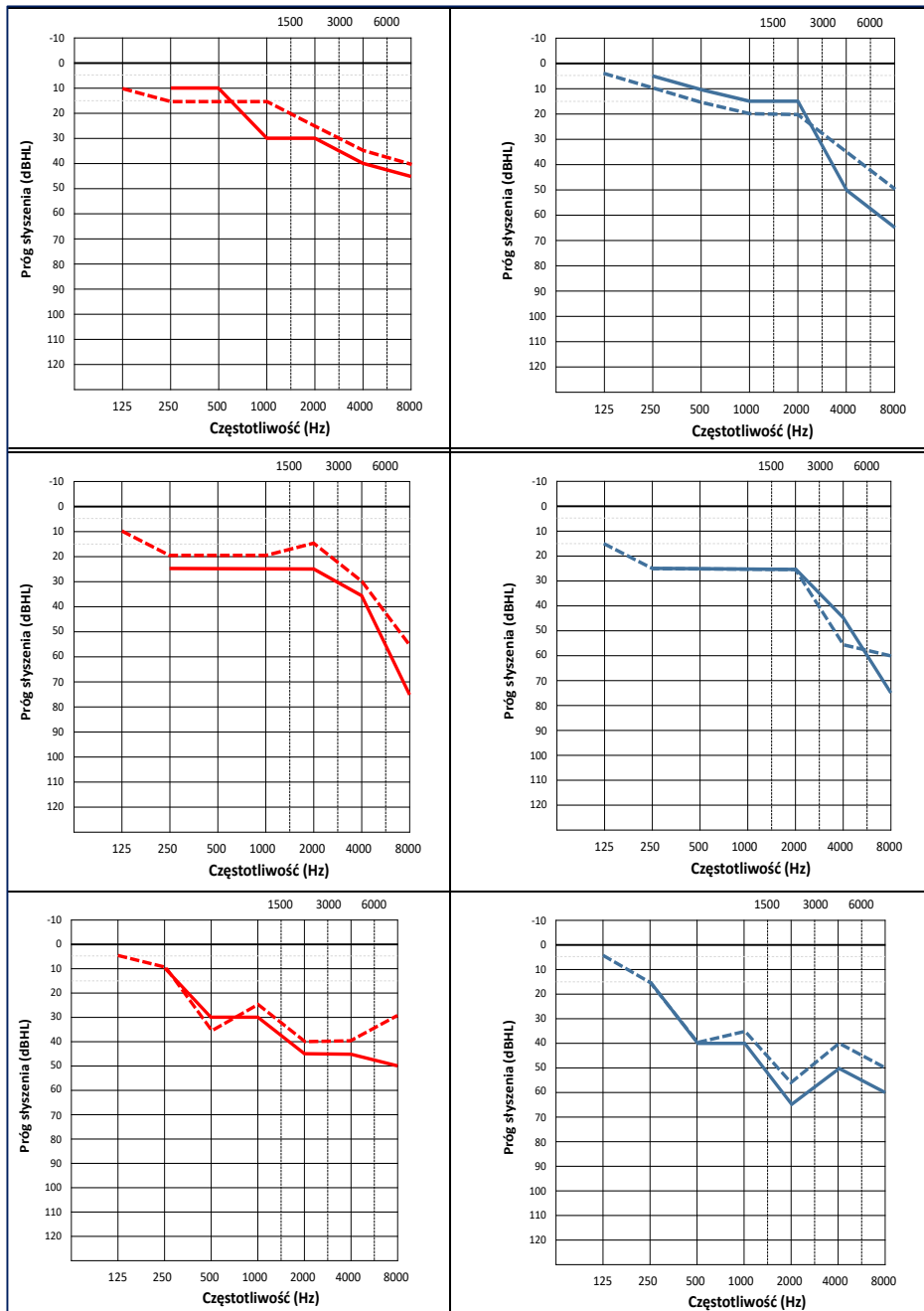


Rozrzut progów słyszenia dla poszczególnych częstotliwości w kolejnych miesiącach pomiarów

3-krotne, samodzielnie wykonane pomiary progu słyszenia przez osoby dorosłe za pomocą aplikacji smartfonowej

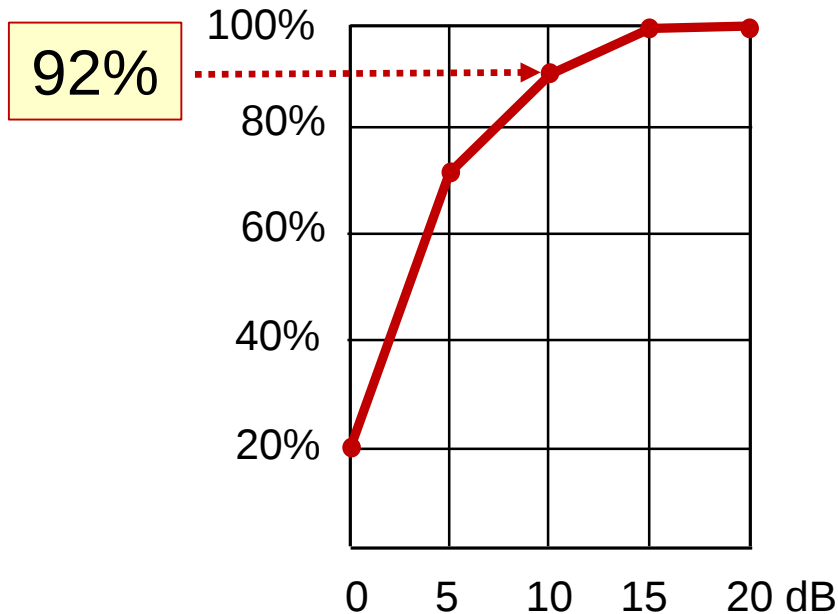


Histogram częstości różnic o wartościach 0, 5 i 10 dB pomiędzy progami wyznaczonymi w trzech pomiarach dla poszczególnych częstotliwości w kolejnych dwóch miesiącach.



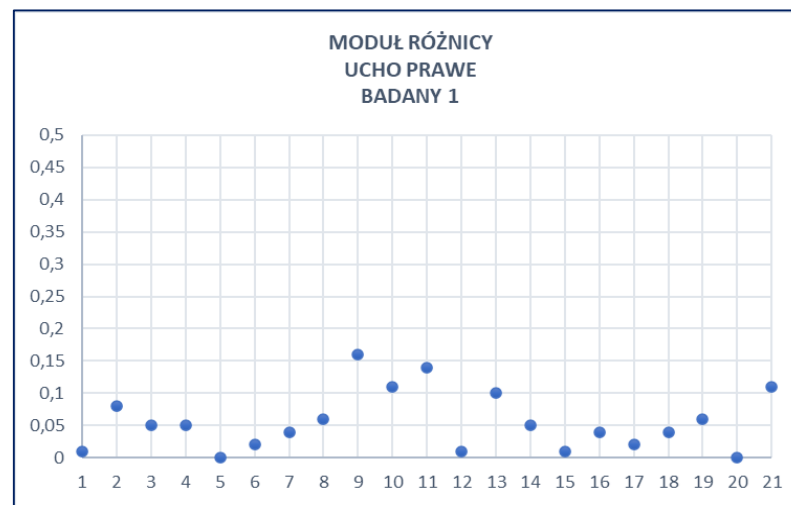
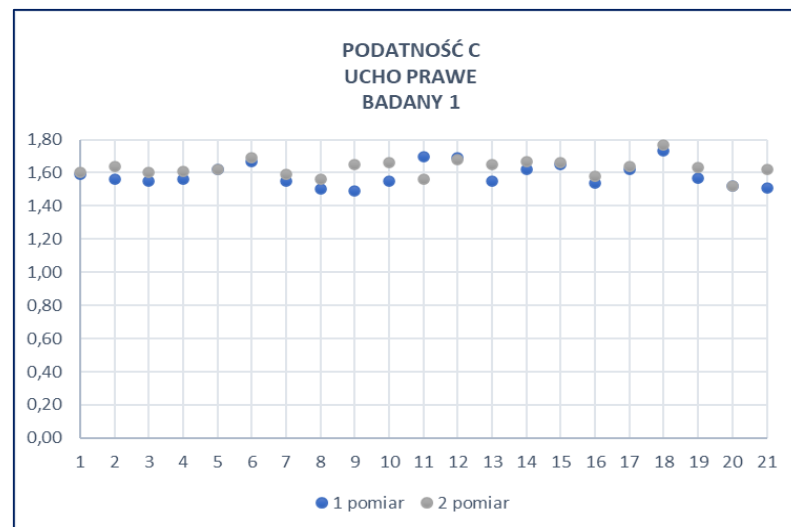
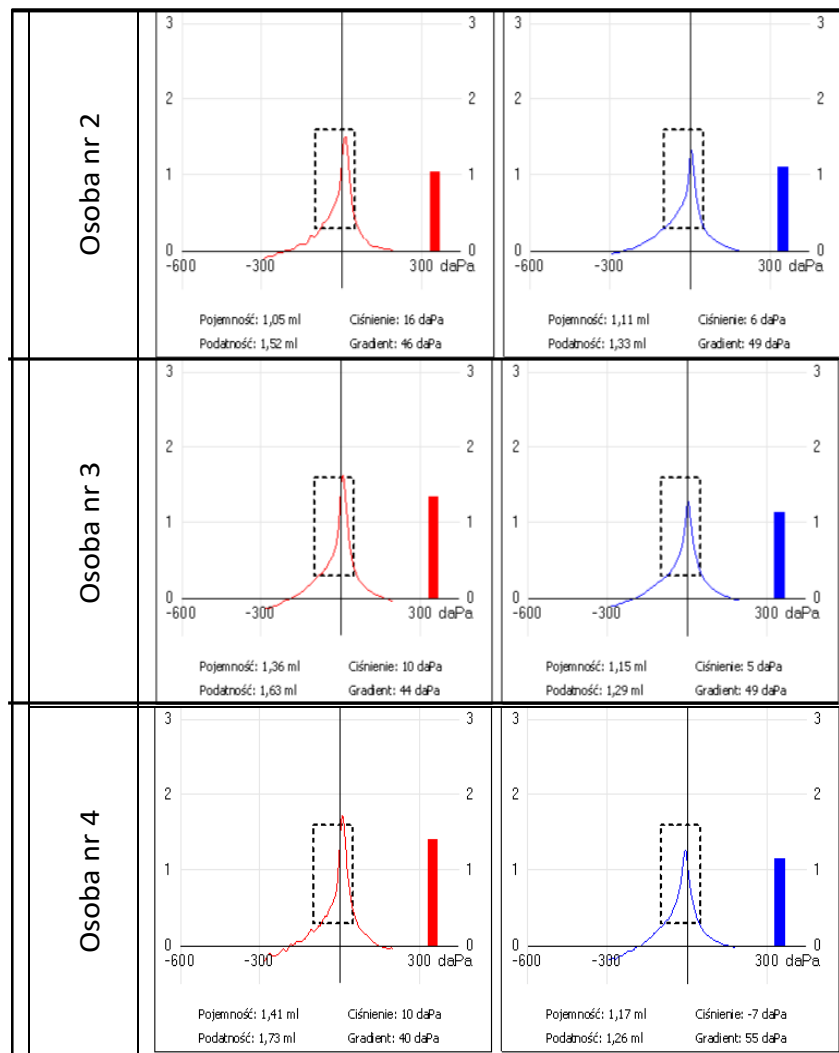
Ocena możliwości wykonania samodzielnego badania progu słyszenia za pomocą aplikacji smartfonowej przez osoby dorosłe z ubytkami słuchu

- 20 osób dorosłych (25-83 lata)
- badanie referencyjne za pomocą PBZ wykonywała współautorka pracy
- samodzielne badanie progu badanie progu za pomocą aplikacji „Badanie słuchu”

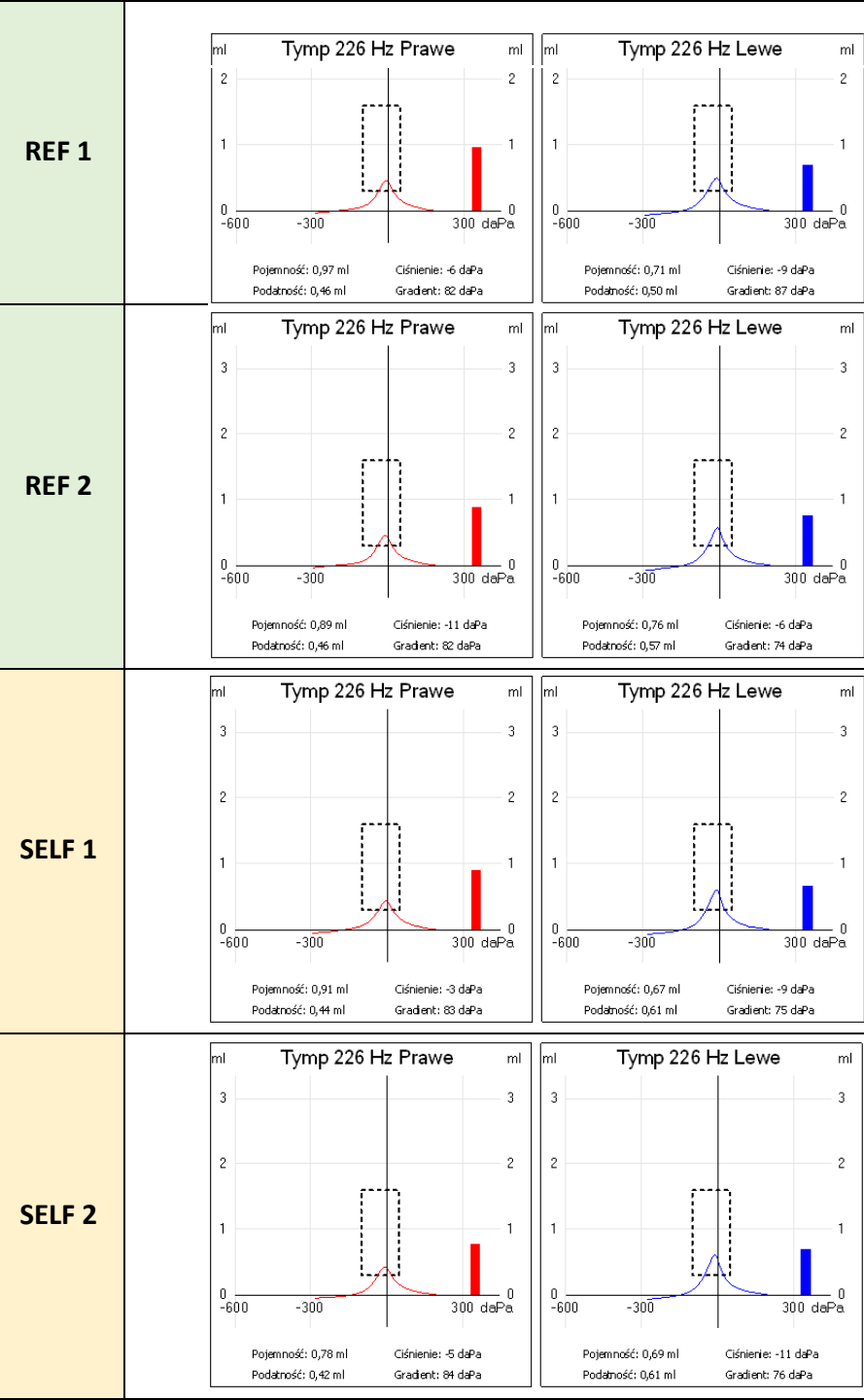


Skumulowane liczebności różnic pomiędzy średnimi ubytkami słuchu wyznaczonymi za pomocą Platformy Badań Zmysłów oraz aplikacji

Powtarzalność pomiarów tympanometrycznych w sytuacji, gdy sondę w przewodzie słuchowym umieszczają osoby niedoświadczone

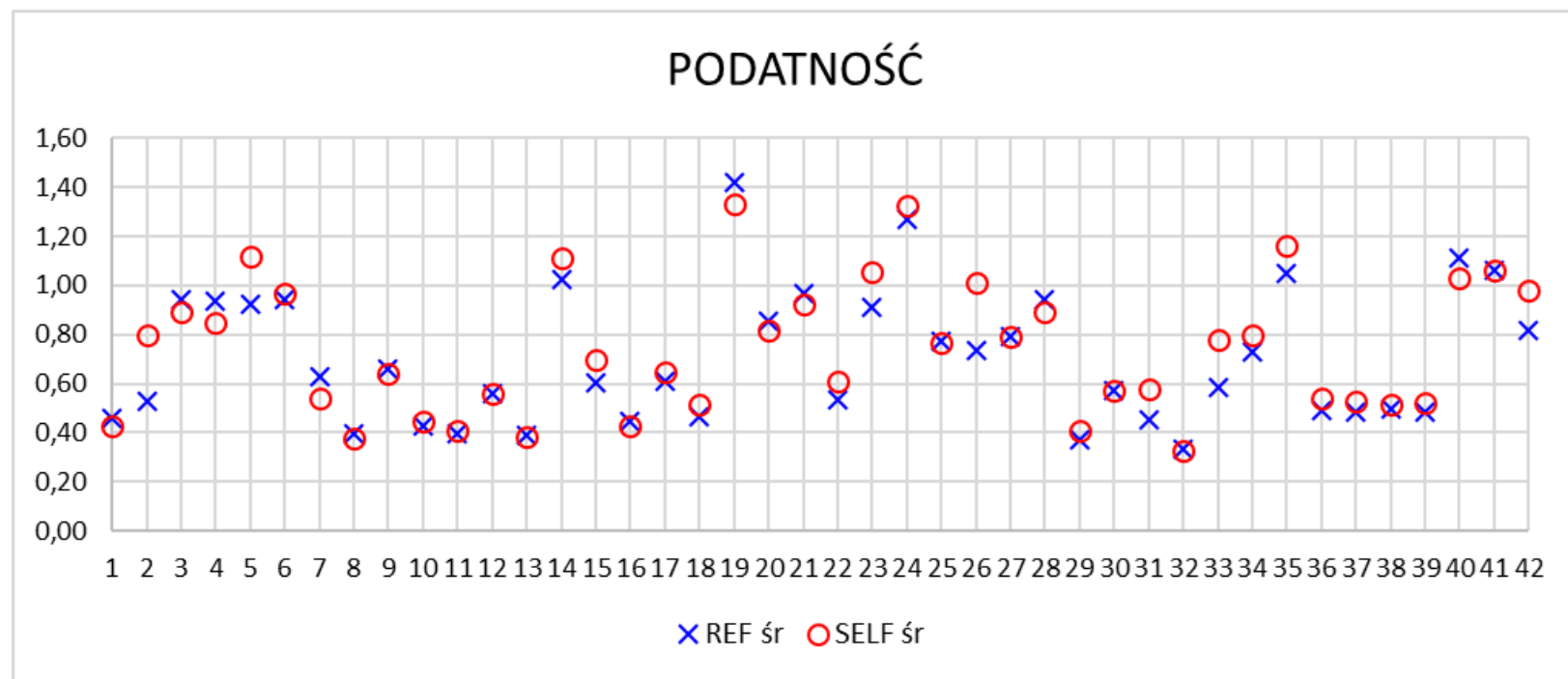


- 2-krotne pomiary zostały wykonane przez 21 studentów po krótkim instruktażu przeprowadzonym przez współautorkę pracy

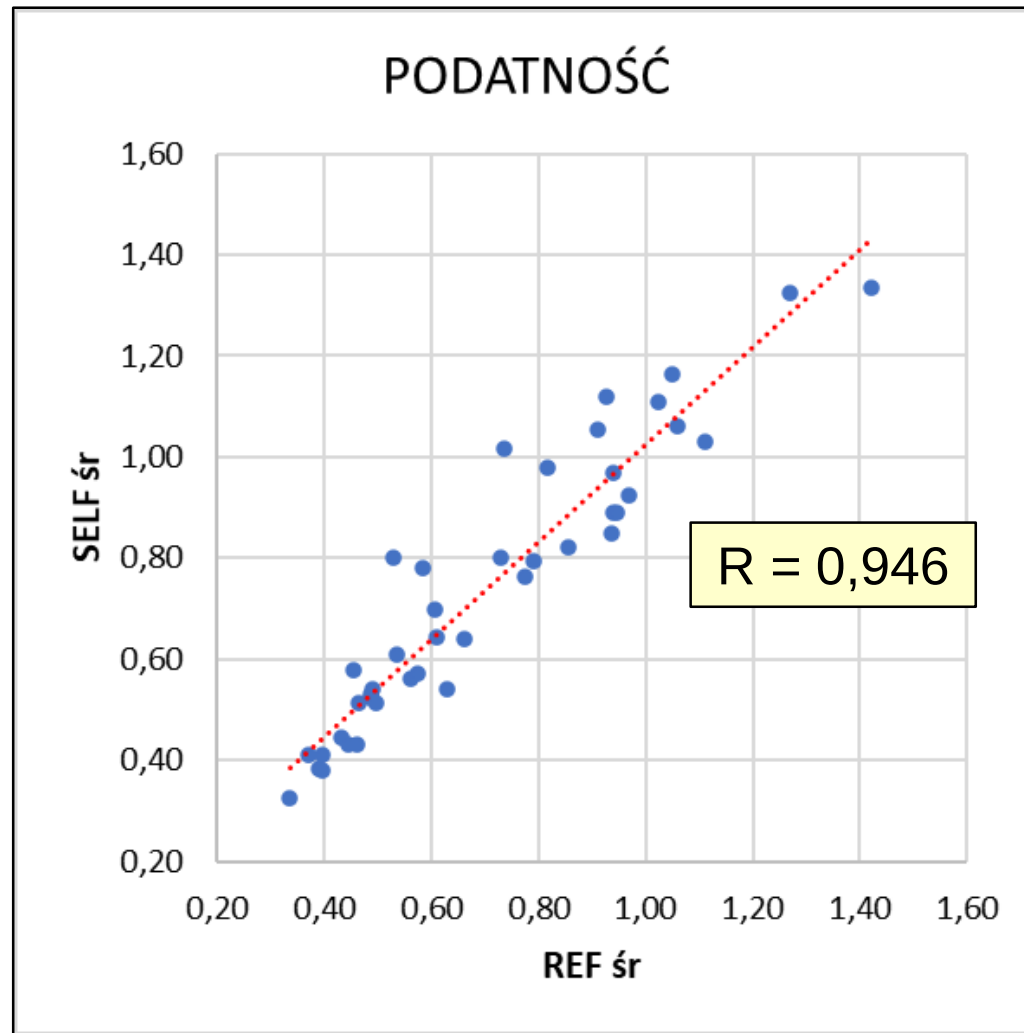


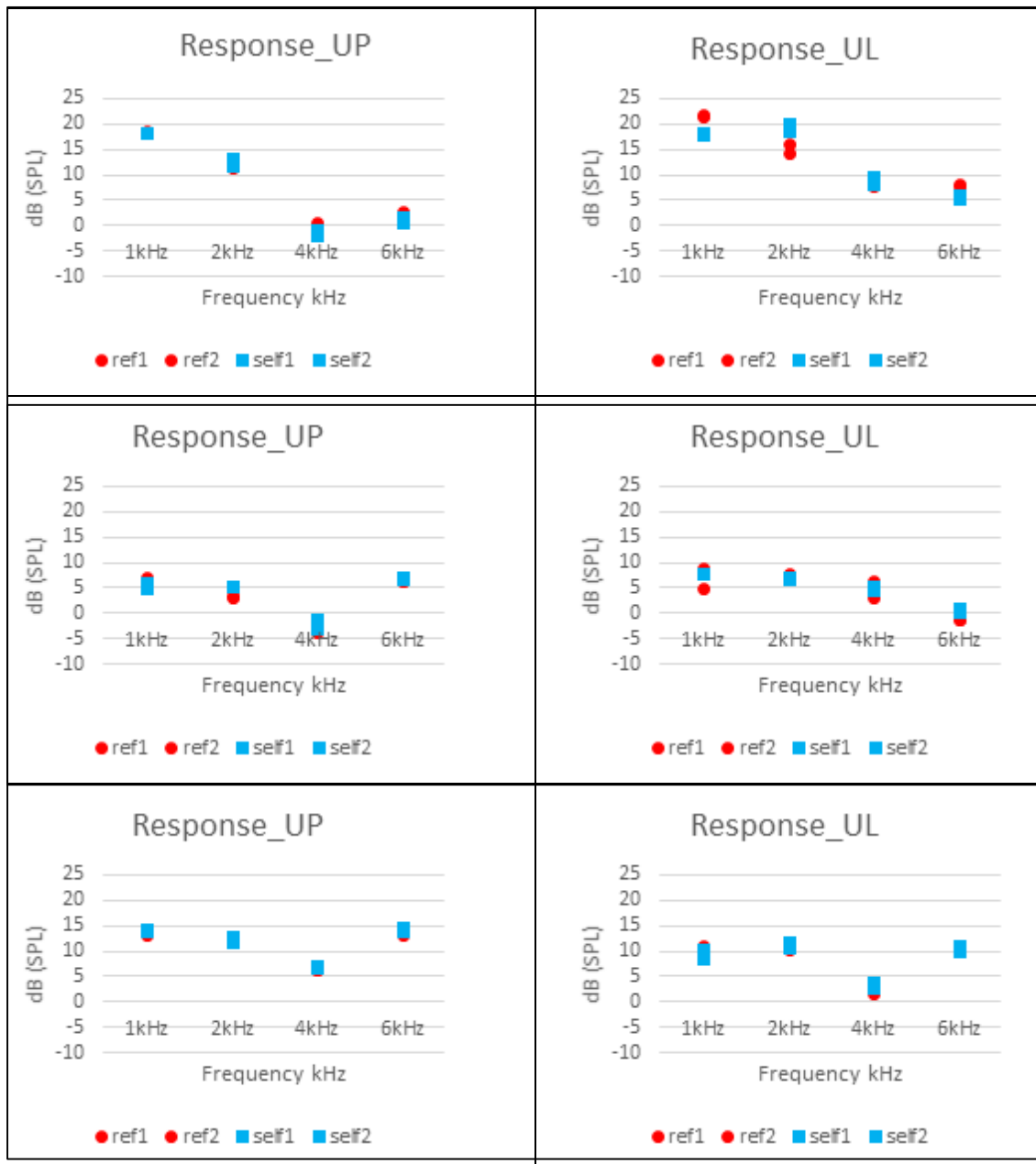
Powtarzalność pomiarów tympanometrycznych w sytuacji, gdy sondę w uchu umieszczają osoby badane

- 2-krotne pomiary referencyjne oraz 2-krotne pomiary wykonane po umieszczeniu sondy w uchu przez osobę badaną (SELF)

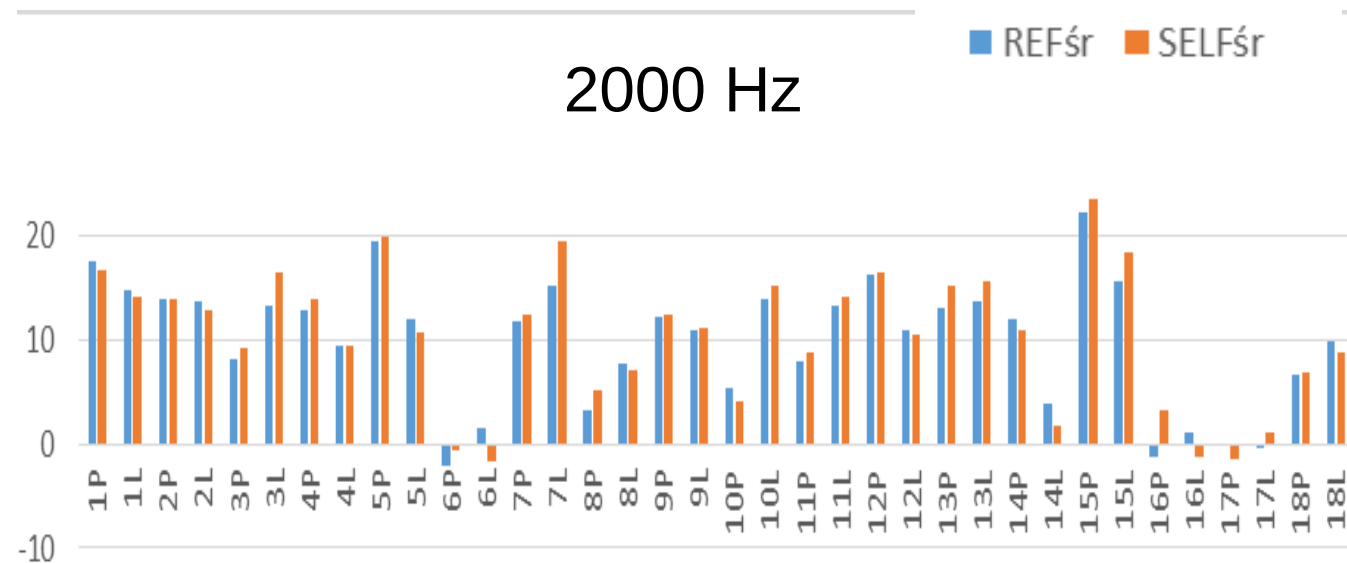


Powtarzalność pomiarów tympanometrycznych w sytuacji, gdy sondę w uchu umieszczają osoby badane

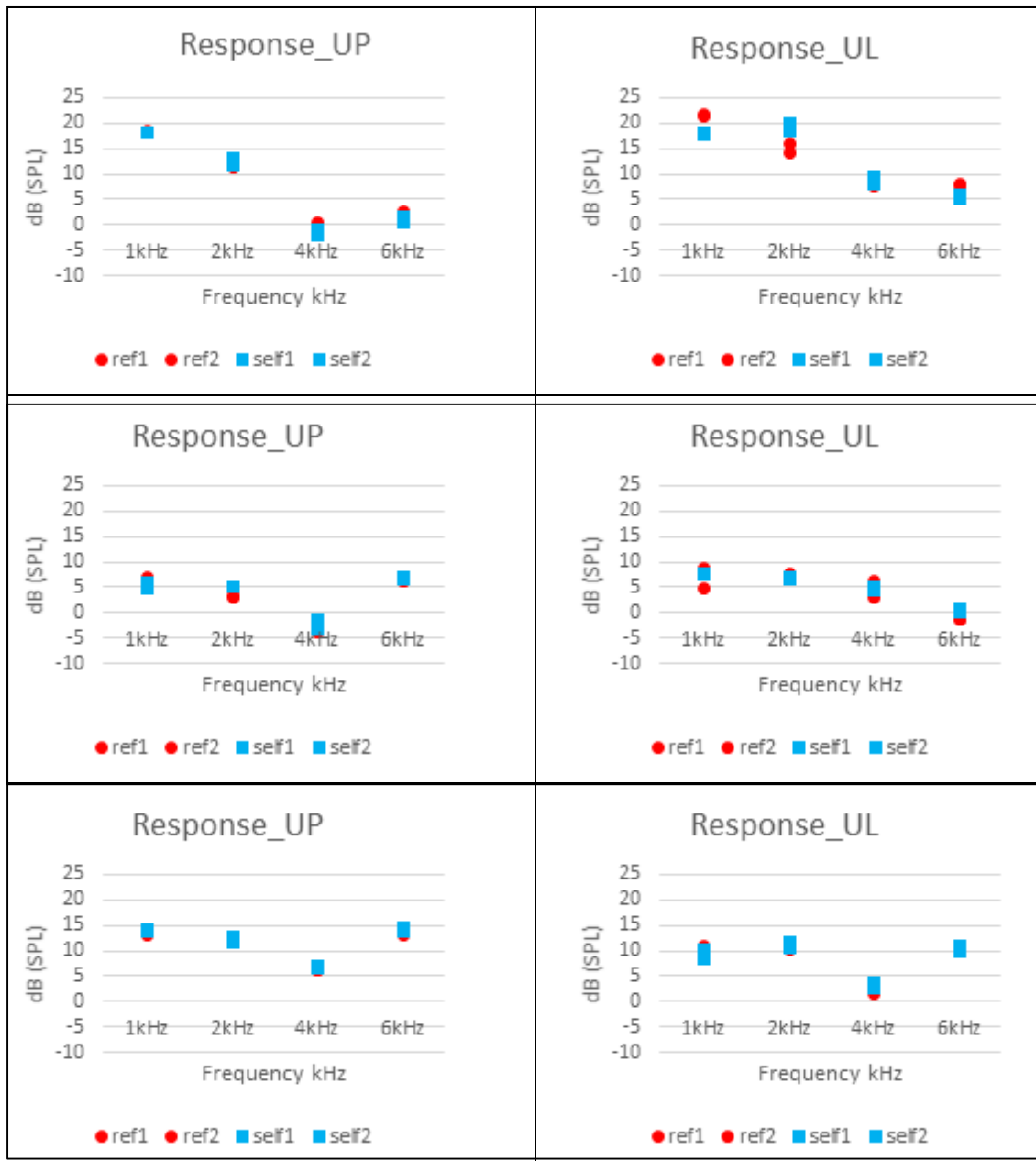




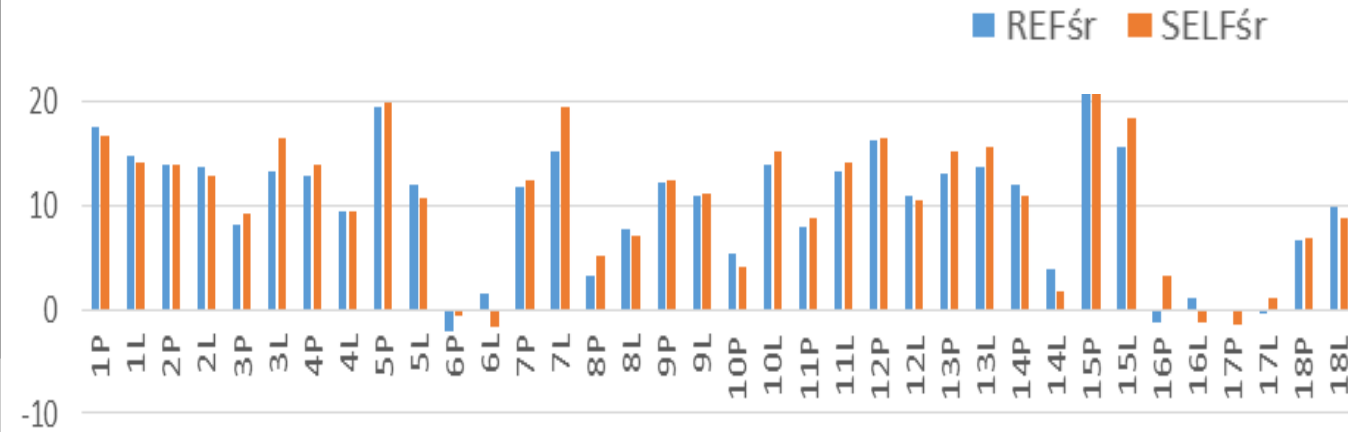
Powtarzalność pomiarów DPOAE
w sytuacji, gdy sondę w przewodzie
słuchowym umieszczają osoby
niedoświadczone (18 studentów)



Powtarzalność pomiarów TEOAE w sytuacji, gdy sondę w przewodzie słuchowym umieszczają osoby badane

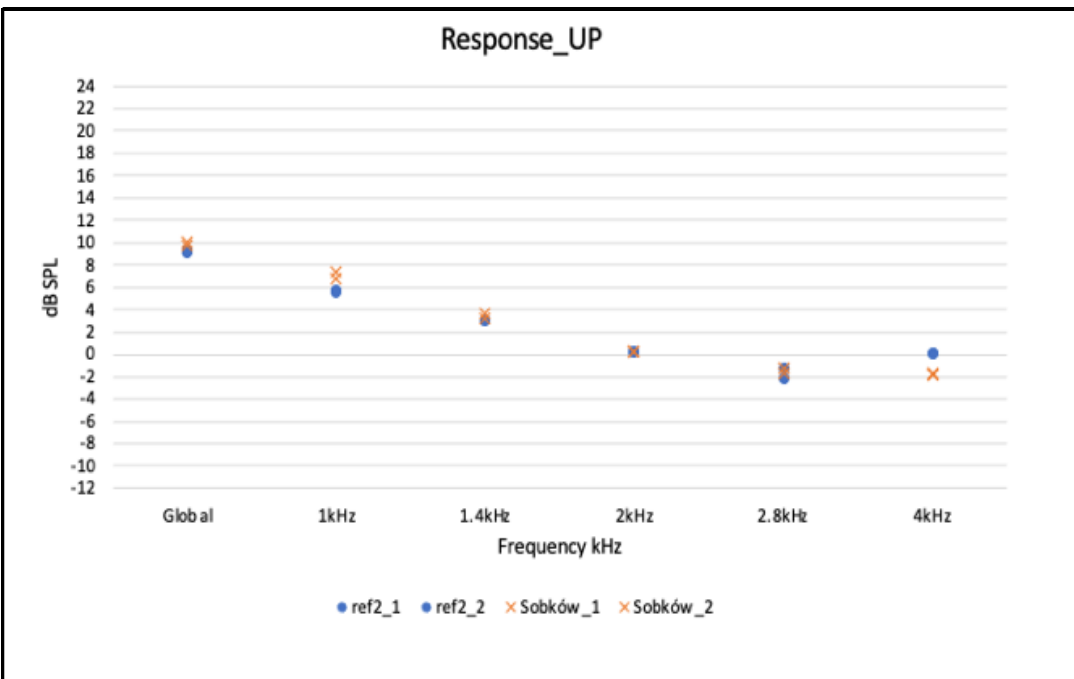


2000 Hz

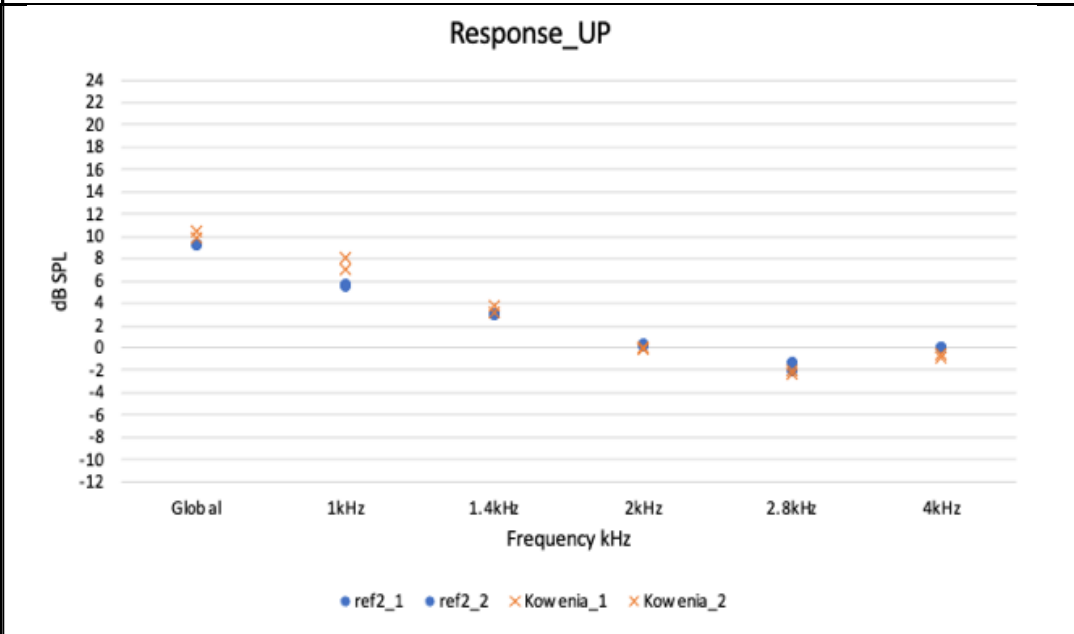


Zgodność wyników:

- 1000 Hz - 94,4%
- 2000 Hz - 100%,
- 4000 Hz - 94,4%
- 6000 Hz - 100%

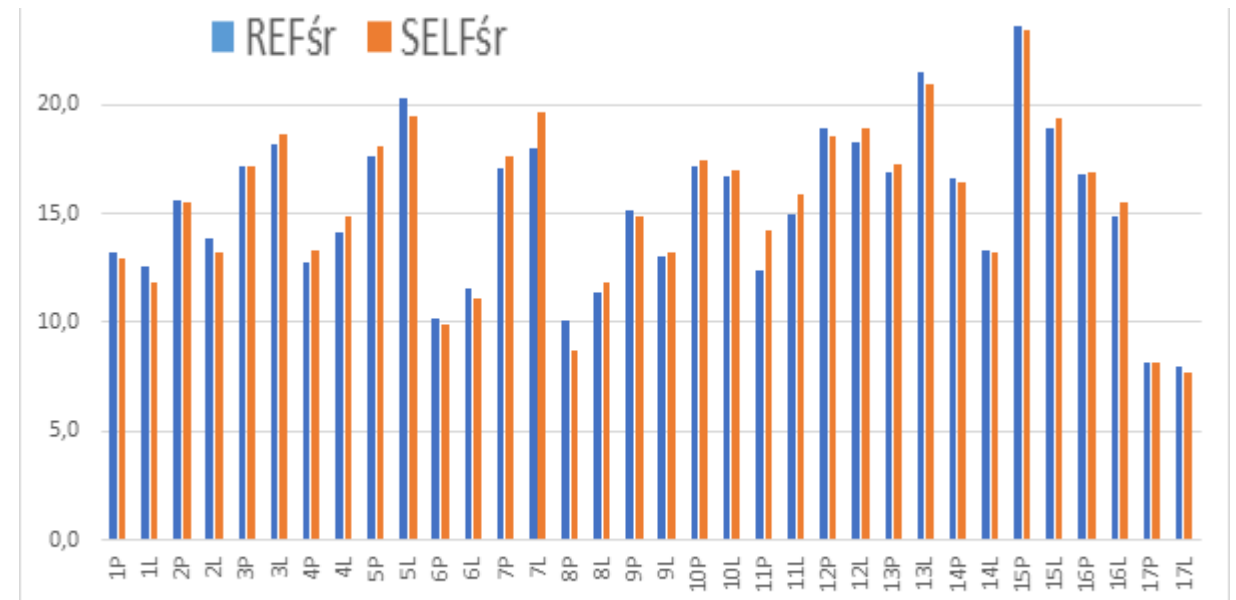
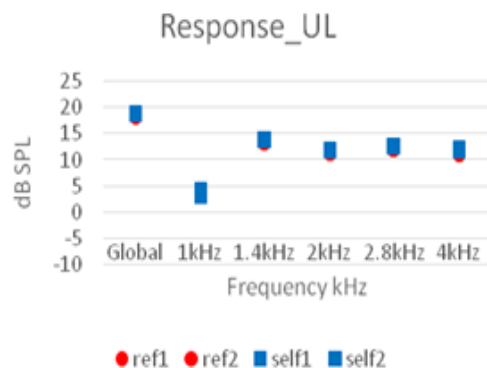
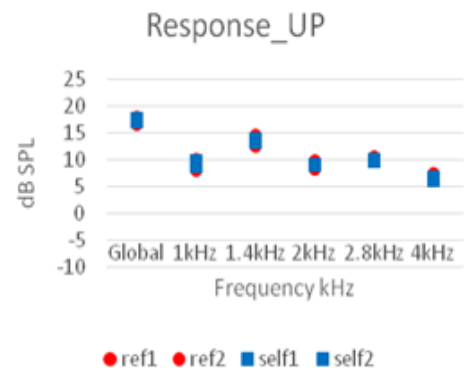
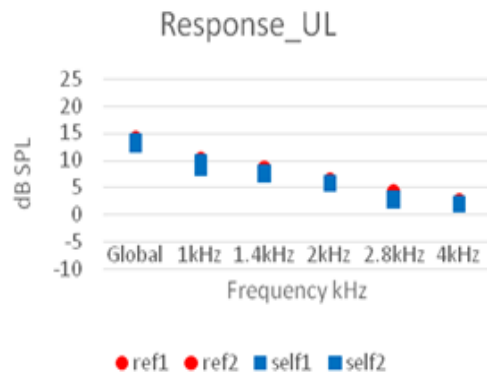
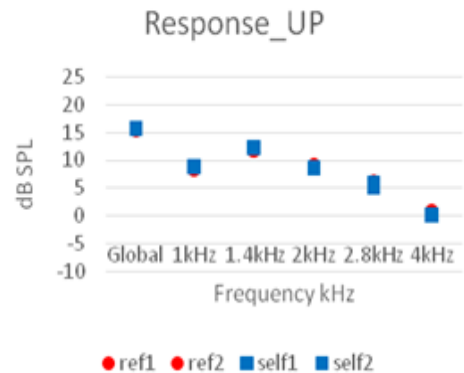
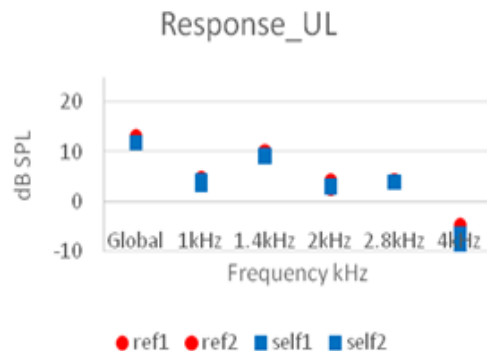
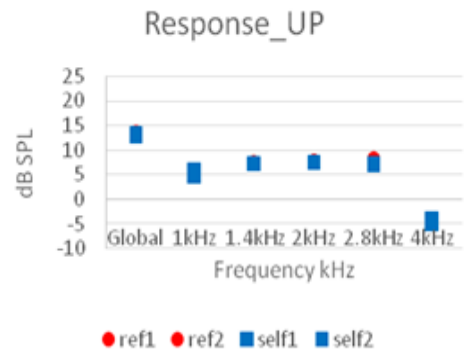


Powtarzalność pomiarów TEOAE
w sytuacji, gdy **sondę w przewodzie
słuchowym umieszczają osoby
niedoświadczone** (18 studentów)

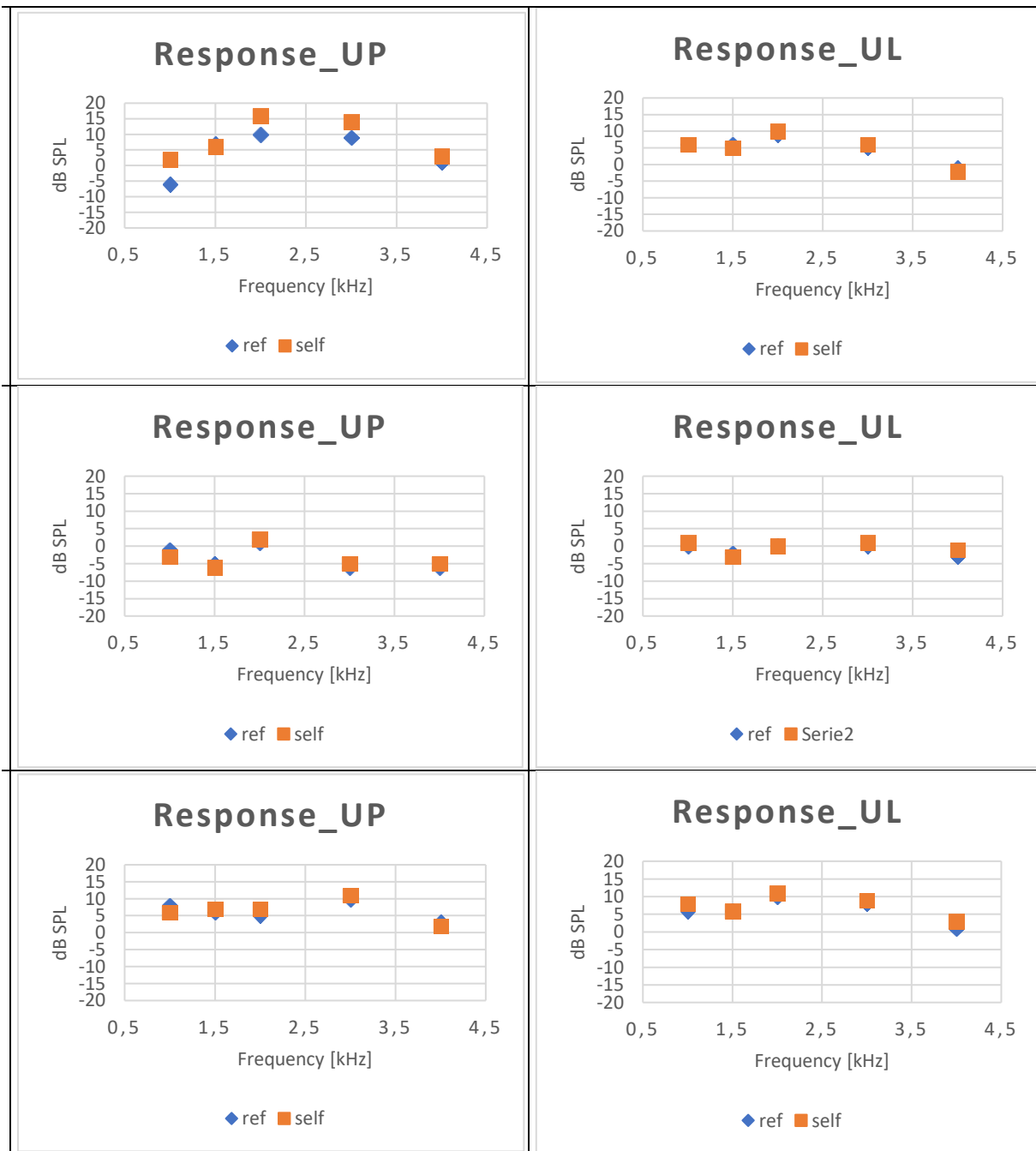


**Zgodność wyników
dla $SNR > 3$ dB = 97%**

Powtarzalność pomiarów DPOAE
w sytuacji, gdy sondę w przewodzie
słuchowym umieszczają osoby
niedoświadczone (18 studentów)

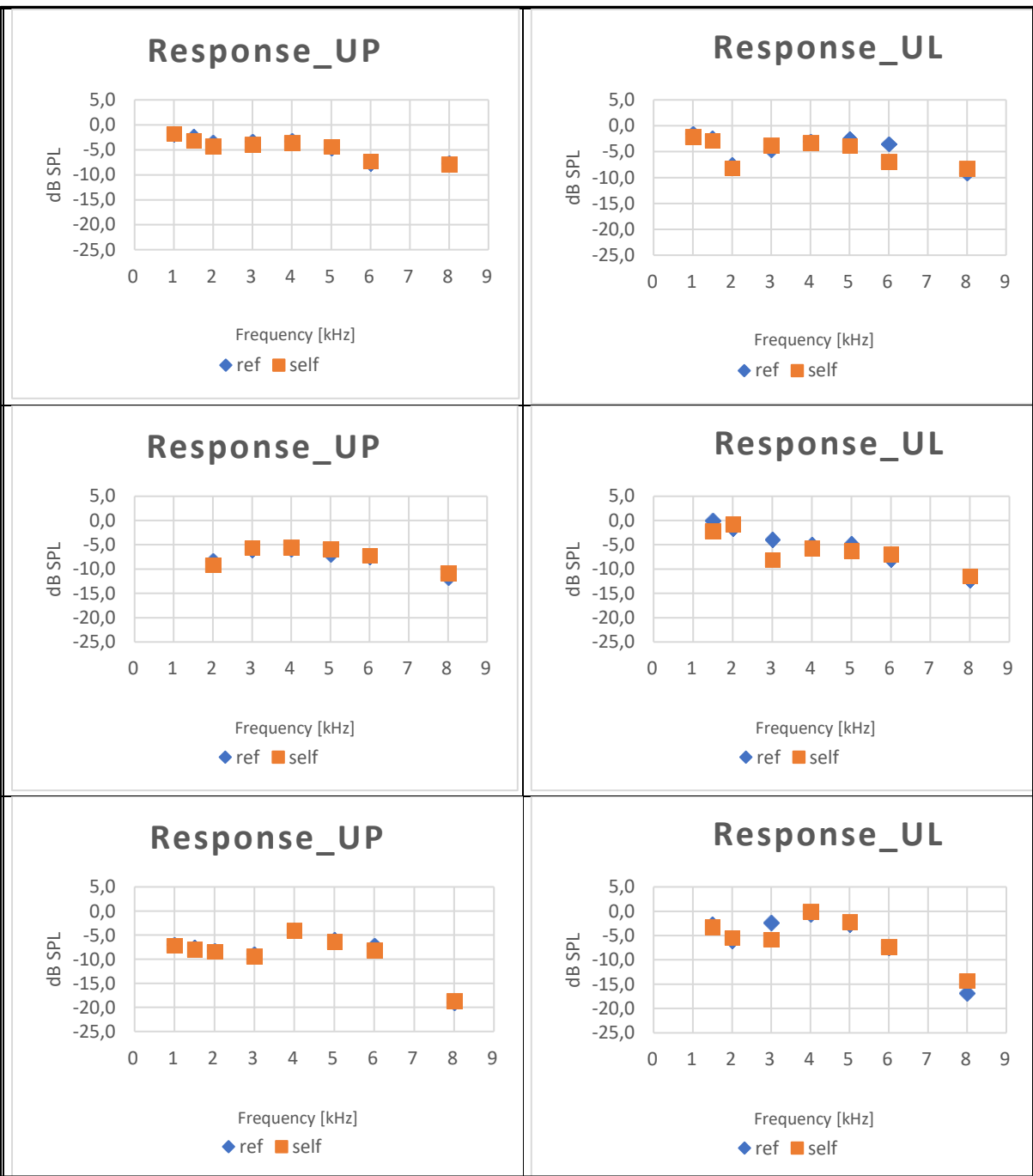


Zgodność wyników – 100%



Zgodność pomiarów referencyjnych TEOAE oraz pomiarów wykonanych przez rodziców – **100%**

- analizowany parametr – SNR (stosunek sygnału do szumu)



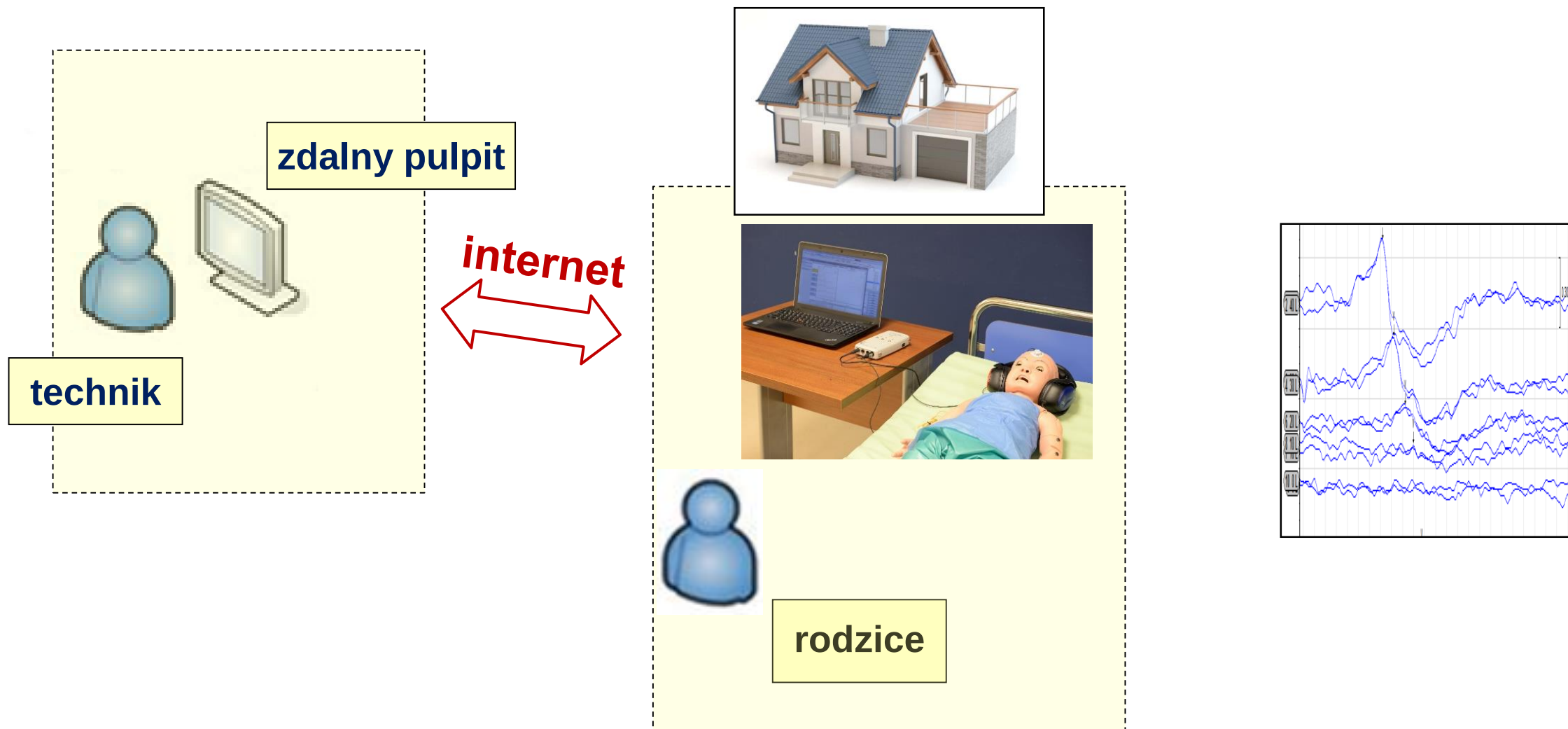
Zgodność pomiarów referencyjnych DPOAE oraz pomiarów wykonanych przez rodziców – **100%**

- analizowany parametr – amplituda

Przyszłość obiektywnych badań słuchu

- zdalne wykonywane badania obiektywne w domu dziecka
- badania słuchu dzieci wykonywane przez rodziców
- samodzielne pomiary słuchu przez pacjenta

Zdalne wykonywanie badań



Przyszłość badań obiektywnych słuchu u dzieci

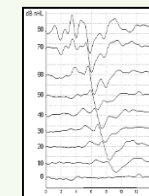
Zlecenie badania przez lekarza

Wysłanie sprzętu do rodziców



Zapoznanie się z instrukcją, instalacja aplikacji na smartfona

Automatyczne wykonanie badania



Odesłanie sprzętu



Wysłanie wyniku badania do rodziców



Czy badania słuchu mogą być wykonywane samodzielnie?



DZIĘKUJĘ
ZA UWAGĘ