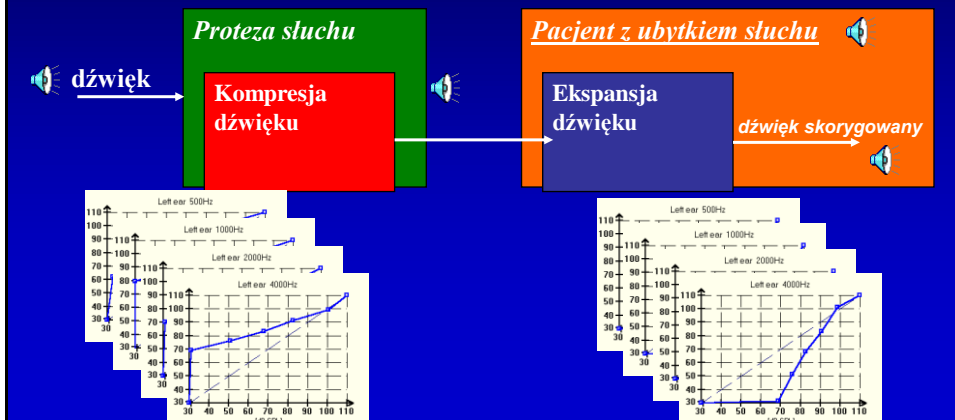


# Metodyka i system dopasowania protez słuchu w oparciu o badanie percepcji sygnału mowy w szumie

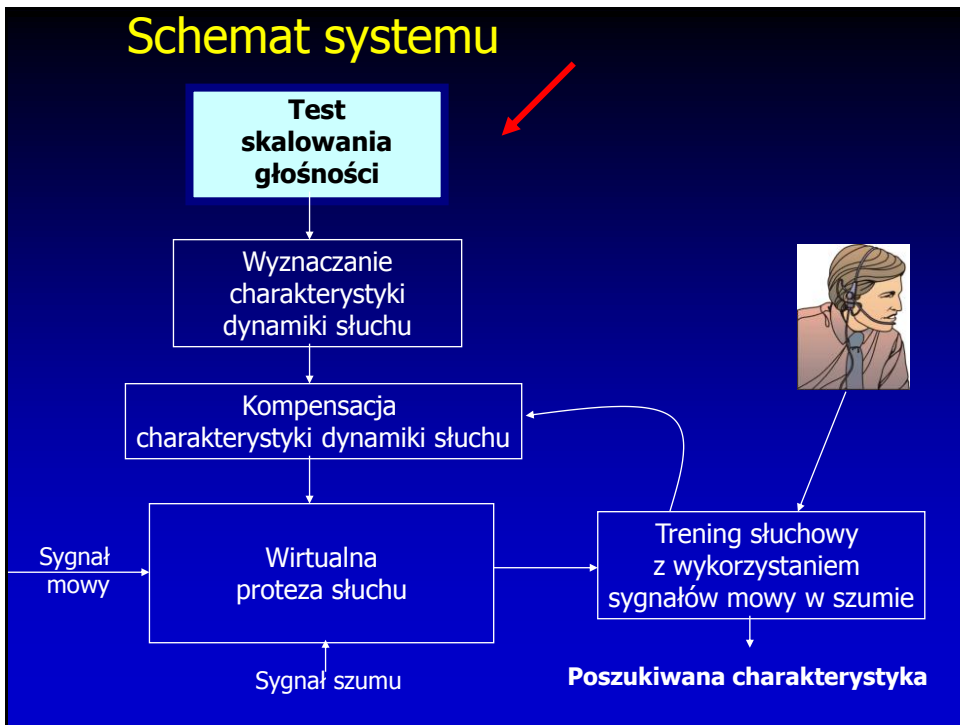
opracowanie  
dr inż. Piotr Suchomski

## Koncepcja metody korekcji ubytku słuchu

- Dopasowanie szerokiej dynamiki odbieranego sygnału dźwiękowego do zawężonej dynamiki uszkodzonego słuchu;



# Schemat systemu



# Implementacja testu skalowania głośności

## Implementacja testu skalowania głośności

- Sygnały testowe – szумы wąskopasmowe w pasmach półoktawowych 0.5, 1, 2, 4 kHz, 17 poziomów głośności (krok 5 dB), każdy poziom kalibrowany był za pomocą sztucznego ucha.
- Zakres badania od 30 – 110 dB SPL.
- Kalibracja poziomu dźwięku dla tonu 1 kHz o poziomie -25 dB (poziom w słuchawkach ER-3 95 dB SPL).



## Czas trwania testu skalowania głośności

- Czas standardowego testu LGOB:

$$T = f \cdot p \cdot t \cdot \left( \frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{s} + 1 \right)$$

$$T = 4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \left( \frac{110 - 30}{5} + 1 \right) = 612 \text{ s} \approx 10 \text{ min.}$$

- Gdzie:  $f$  – liczba pasm,  
 $p$  – liczba prób,  
 $t$  – czas sygnału,  
 $L_{MAX}$  – maksymalny poziom [dB],  
 $L_{MIN}$  – minimalny poziom [dB],  
 $s$  – krok zmiany amplitudy;

## Możliwości skrócenia testu skalowania głośności

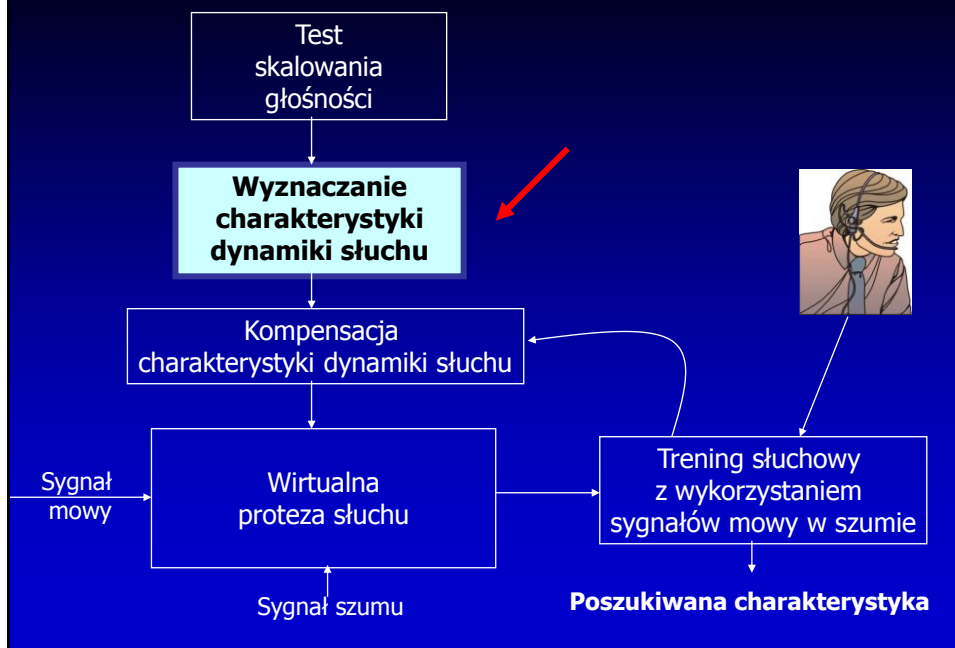
- Ograniczenie liczby sygnałów testowych:
  - zwiększenie wartości kroku zmiany poziomu sygnałów testowych,
  - ograniczenie liczby prób,
  - wybór „charakterystycznych” poziomów sygnałów testowych.
- Propozycja skrócenia czasu testu:

$$T' = f \cdot p \cdot t \cdot K$$

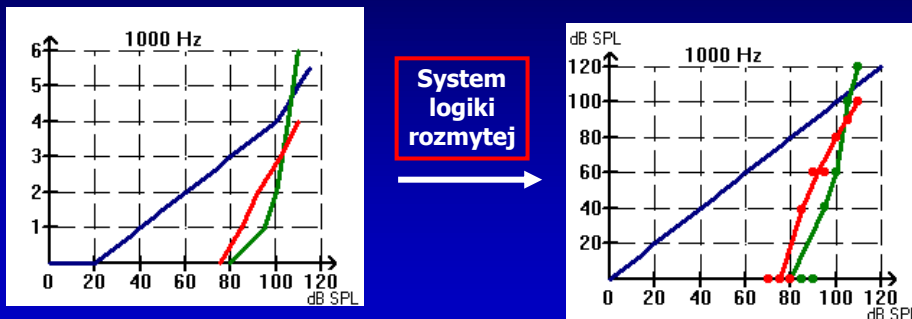
$$T' = 4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7 = 252 \text{ s} \approx 4 \text{ min.}$$

- Gdzie:  $f$  – liczba pasm,  
 $p$  – liczba prób,  
 $t$  – czas sygnału,  
 $K$  – liczba kategorii oceny wrażenia głośności

## Schemat systemu



## Wyznaczanie charakterystyki dynamiki słuchu

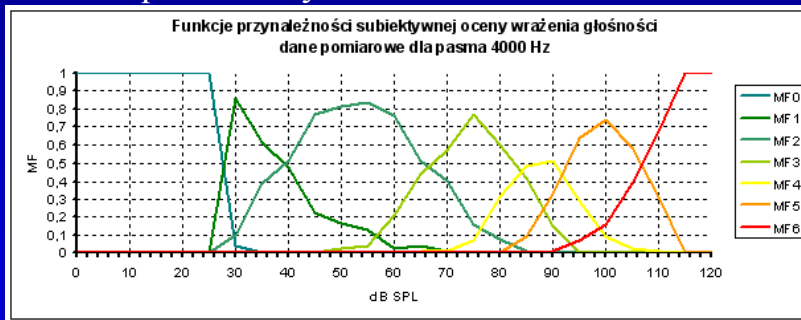


## Zastosowanie logiki rozmytej do wyznaczania charakterystyki dynamiki słuchu

- Aby system działający w oparciu o logikę rozmytą mógł wyznaczyć charakterystykę dynamiki słuchu na podstawie wyników testu skalowania głośności potrzebne są następujące informacje:
  - dane dotyczące wyników skalowania głośności dla osób o słuchu prawidłowym,
  - wyniki skalowania głośności dla danej osoby niedosłyszącej (częstotliwość, poziom, kategoria głośności),
  - wiedza dotycząca interpretacji różnic między aktualnie analizowanymi wynikami a wynikami dla słuchu prawidłowego (baza reguł),
  - sposób obliczenia różnicy, wyrażonej w decybelach, dla aktualnie analizowanego wyniku testu skalowania głośności.

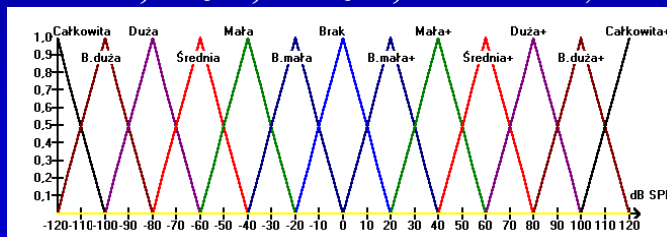
## Zastosowanie logiki rozmytej do wyznaczania charakterystyki dynamiki słuchu

- Każdej kategorii głośności odpowiada jeden zbiór rozmyty, opisany funkcją przynależności.
- Kształt funkcji przynależności wyznaczono w oparciu o wyniki badań statystycznych na grupie 51 osób o słuchu prawidłowym.



## Zastosowanie logiki rozmytej do wyznaczania charakterystyki dynamiki słuchu

- Mając na uwadze, że w skali 7 kategorii oceny wrażenia głośności można określić 6 kategorii różnicy dodatniej, 6 kategorii różnicy ujemnej oraz brak różnicy określono 13 wyjściowych funkcji przynależności o etykietach: *brak*, *b.mała*, *mała*, *średnia*, *duża*, *b.duża*, *całkowita*, *b.mała+*, *mała+*, *średnia+*, *duża+*, *b.duża+*, *całkowita+*;



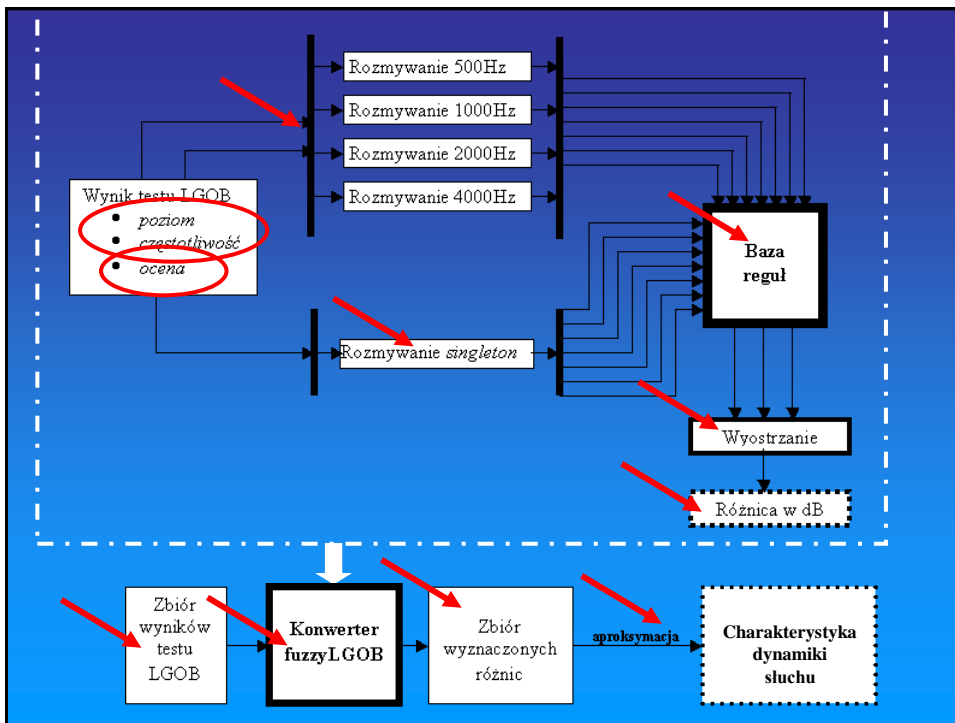
# Zastosowanie logiki rozmytej do wyznaczania charakterystyki dynamiki słuchu

## Baza reguł

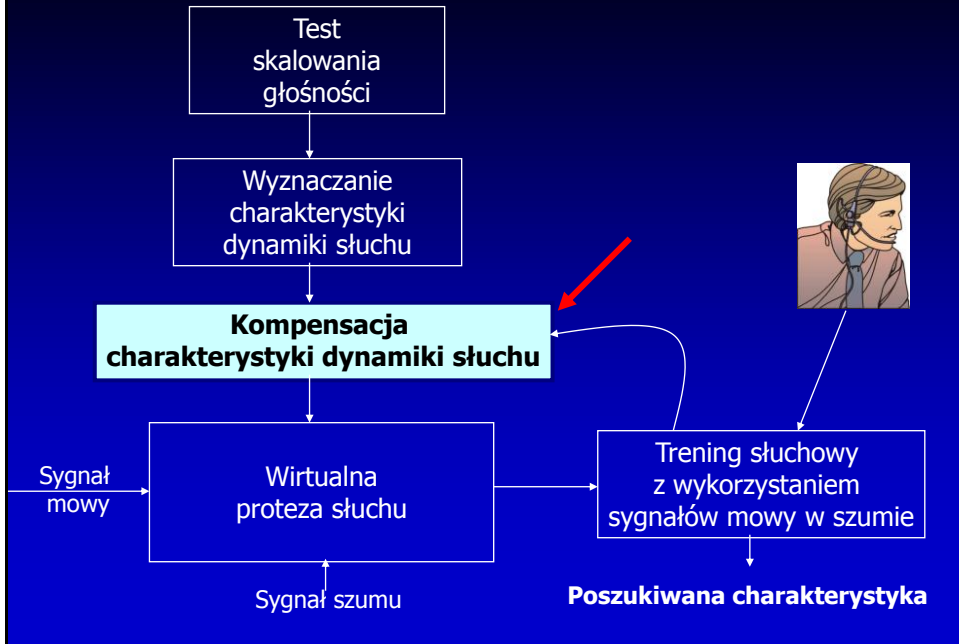
Osoba badana

	NIC NIE SŁYSZĘ	B.CICHO	CICHO	DOBRZE	GŁOŚNO	B.GŁOŚNO	ZA GŁOŚNO
nic nie słyszę	Brak	B.mała+	Mała+	Średnia+	Duża+	B.duża+	Całkowita+
b.cicho	B.mała	Brak	B.mała+	Mała+	Średnia+	Duża+	B.duża+
cicho	Mała	B.mała	Brak	B.mała+	Mała+	Średnia+	Duża+
dobrze	Średnia	Mała	B.mała	Brak	B.mała+	Mała+	Średnia+
głośno	Duża	Średnia	Mała	B.mała	Brak	B.mała+	Mała+
b.głośno	B.duża	Duża	Średnia	Mała	B.mała	Brak	B.mała+
za głośno	Całkowita	B.duża	Duża	Średnia	Mała	B.mała	Brak

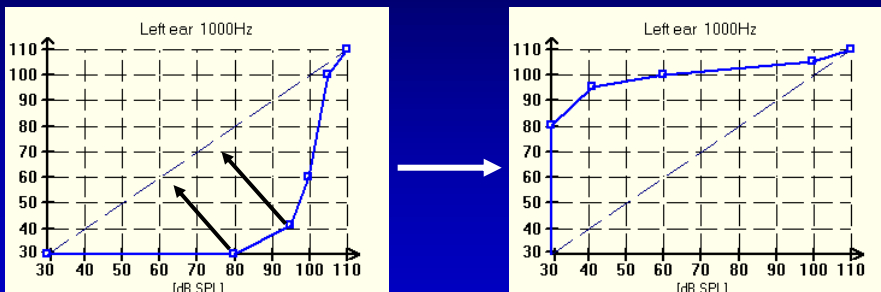
Osoby o słuchu prawidłowym



## Schemat systemu

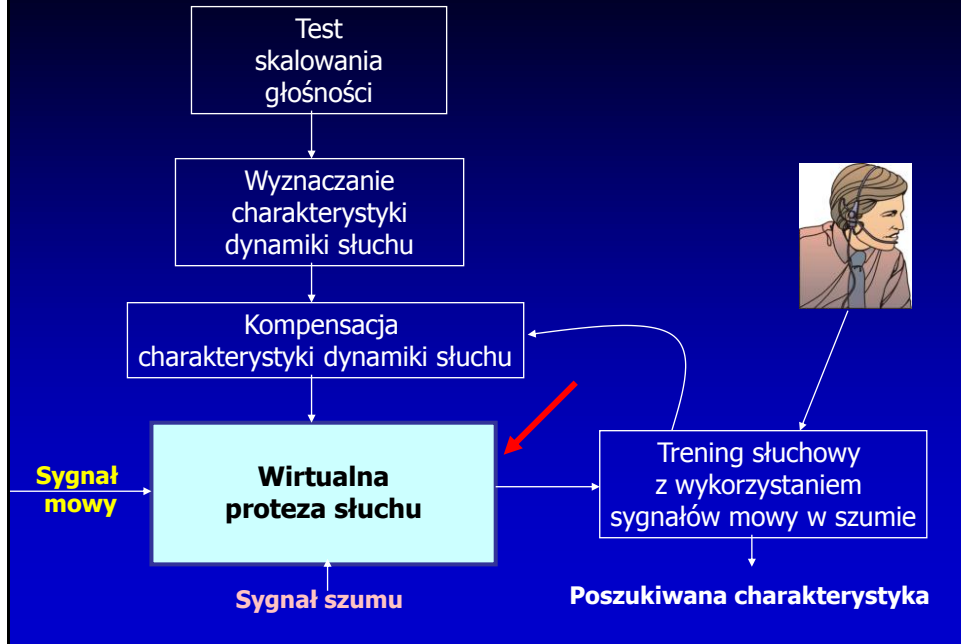


## Kompensacja charakterystyki dynamiki słuchu

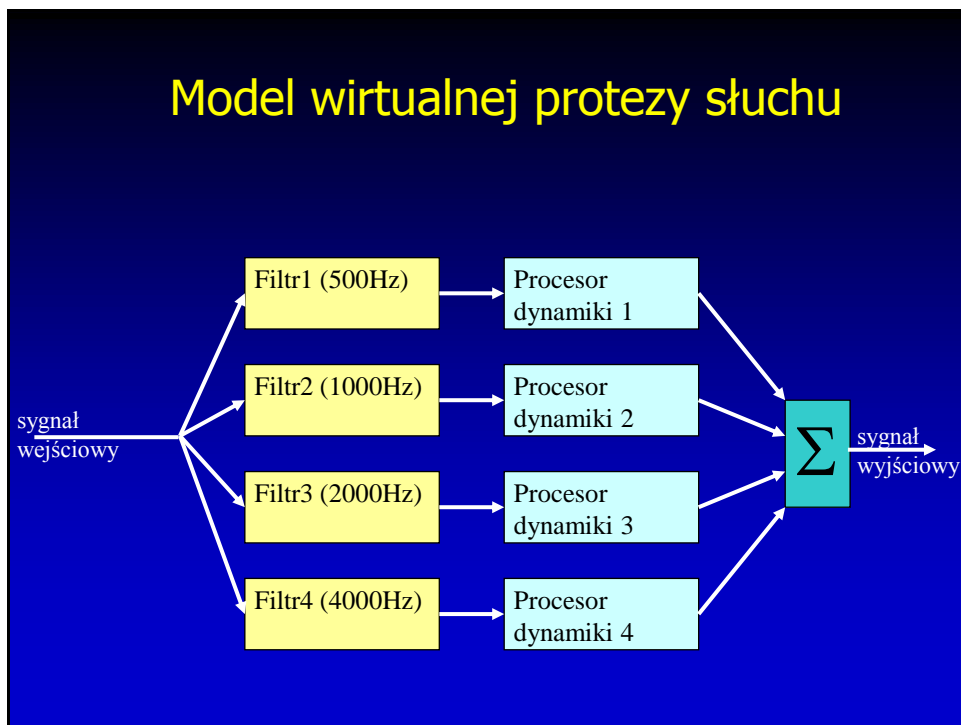




## Schemat systemu



## Model wirtualnej protezy słuchu



# Procesory dynamiki – realizacja nieliniowego wzmacnienia

**Charakterystyka przejściowa**

WE: = 30,00	→	WY: = 30,00	[dB SPL]
WE: = 54,74	→	WY: = 30,47	[dB SPL]
WE: = 72,00	→	WY: = 60,00	[dB SPL]
WE: = 82,00	→	WY: = 80,00	[dB SPL]
WE: = 95,00	→	WY: = 110,00	[dB SPL]
WE: = 110,00	→	WY: = 110,00	[dB SPL]

**Parametry dynamiczne**

RMS: 1102

**Wczytaj wyniki testu LGOB**

**Kompensacja ubytku słuchu**

**Kompensuj**

# Implementacja wirtualnej protezy słuchu

**Wirtualna proteza słuchu**

Poziom sygnału: 70,00 dB SPL

**Wzmacnienie nieliniowe**

**Procesory dynamiki**

- 500 Hz
- 1000 Hz
- 2000 Hz
- 4000 Hz

**Szumy**

**Wzmacnienie nieliniowe**

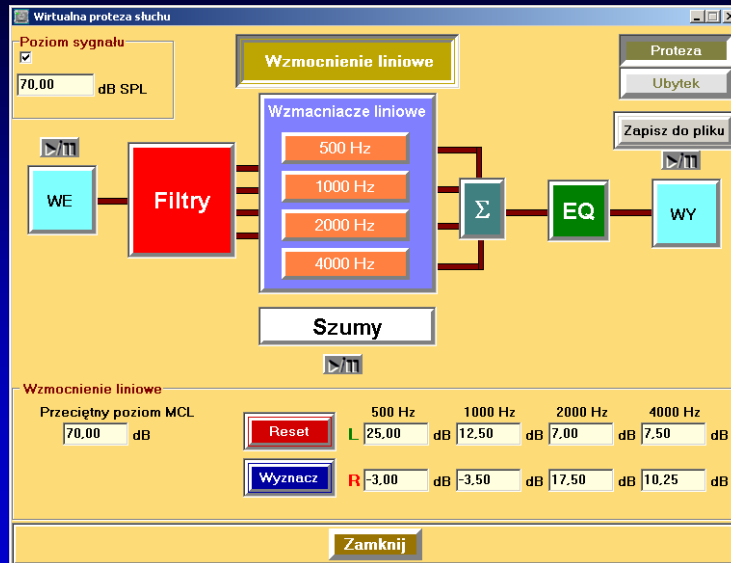
**Proteza**

**Ubytek**

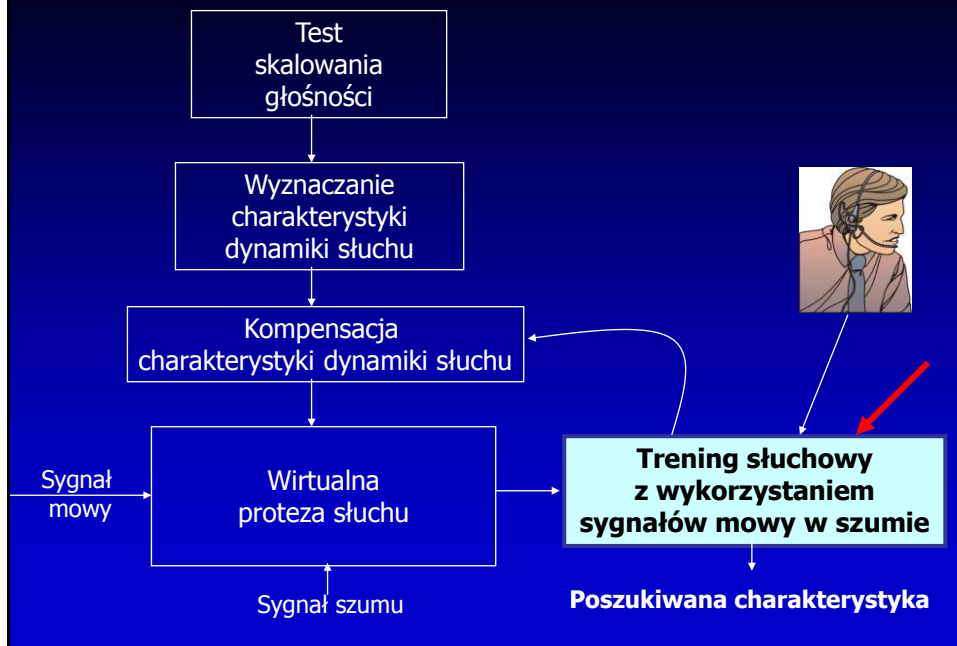
**Zapisz do pliku**

**Zamknij**

# Implementacja wirtualnej protezy słuchu



## Schemat systemu



Dziękuję za uwagę