

# Obiektywizacja Oceny Wpływu Pola Elektromagnetycznego na Organizm Ludzki

Eugeniusz Rokita  
Grzegorz Tatoń



# Wpływ Pól Elektromagnetycznych na Organizm Człowieka

Collegium Medicum Uniwersytetu  
Jagiellońskiego

Instytut Łączności – Państwowy Instytut  
Badawczy

Jagiellonian University Medical College  
Department of Biophysics



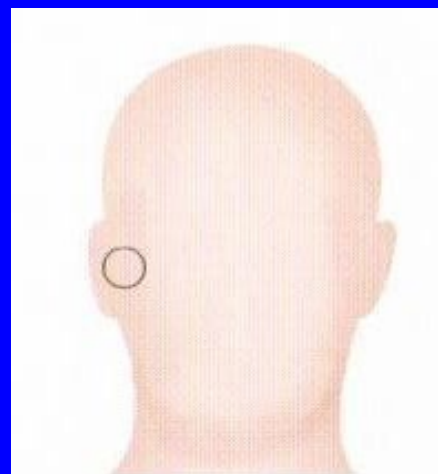
# Rekrutacja

**Ankieta (~2900 osób)**

**Testy kliniczne (~750 osób)**

- 1) Biochemia (41 parametrów)
- 2) Autonomiczny Układ Nerwowy
- 3) Termografia/Dermatologia
- 4) Badanie Słuchu (3 testy)
- 5) Badanie Ogólne

**Pomiary PEM**



# Obiektywizacja oceny

## Słuch:

- Audiometria tonalna/mowy
- ABR, OAE, Audiometria Impedancyjna

## Efekty:

- krótkofalowe (prowokacja)
- długofalowe (element subiektywny)



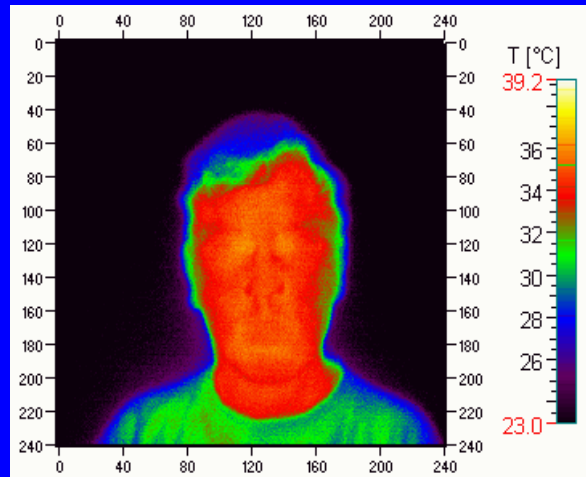
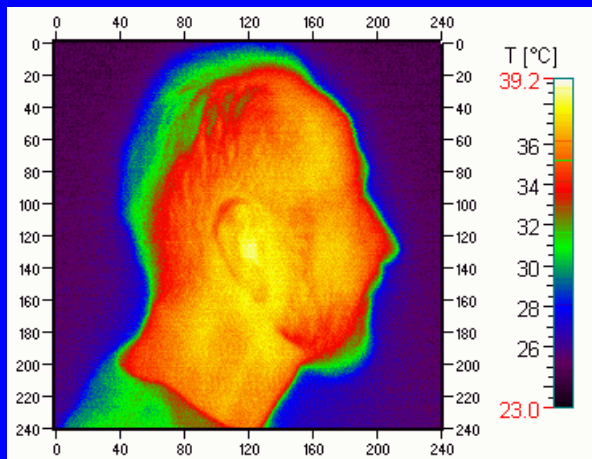
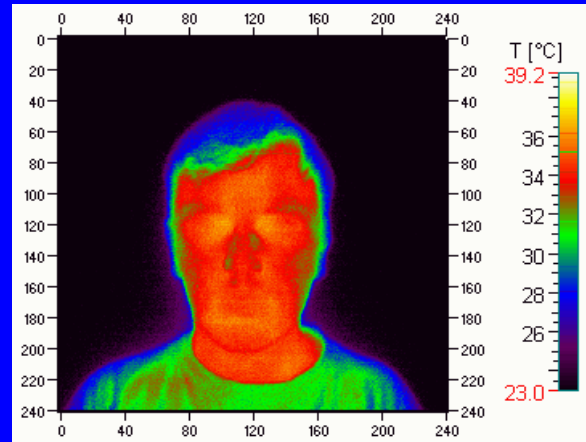
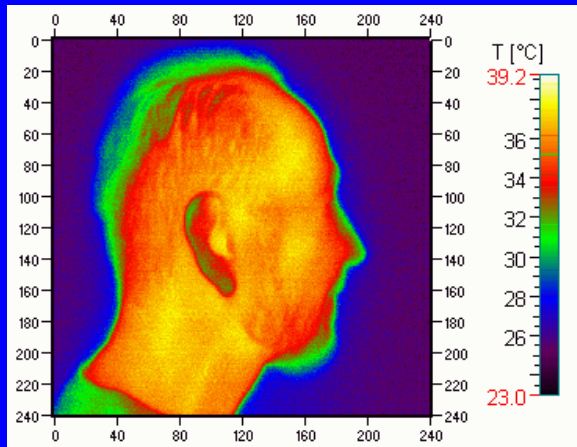
# Objawy EHS

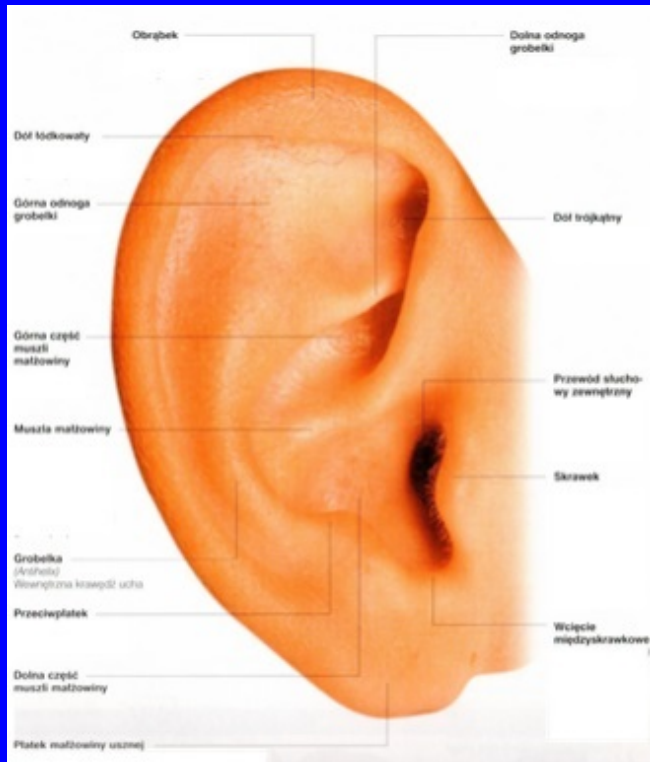
- Nadmierne zmęczenie
- Ból głowy
- Szum w uszach
- Bezsenna noc
- Uczucie dysfunkcji poznawczych
- Problemy z pamięcią
- Ból w różnych miejscach
- Problemy kardiologiczne
- Wrażenie ciepła
- Rumień
- Nudności
- Zawroty głowy

# Fibromialgia



# Efekty termiczne → SAR





$$\Delta T = (0.5 \div 2.5) \text{ K}$$

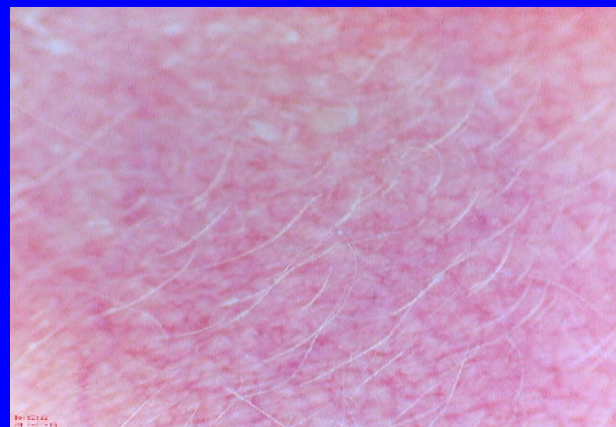
Twarz  $\rightarrow \Delta T < 0.5 \text{ K}$

Parametr	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
Swięd skóry	0	0
Uczucie ciepła skóry	0	1
Pieczenie skóry	0	0
Rumień skóry	0	0
Osutka grudkowo - krostkowa	0	0
Teleangektazje	1	2
Zaburzenia pigmentacji	0	0





Parametr	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
Swiąd skóry	0	0
Uczucie ciepła skóry	0	1
Pieczenie skóry	0	0
Rumień skóry	0	2
Osutka grudkowo - krostkowa	0	0
Teleangektazje	1	2
Zaburzenia pigmentacji	0	0



# Efekty Nietermiczne

- Definicja
- Ilościowy opis bodźca
- Endogenne pola →  $E < 200 \text{ V/m}$  i  $F < 3 \text{ kHz}$
- Szumy termiczne →  $\sim 2 \text{ V/m}$  (błona)
- Parametry pola zewnętrznego

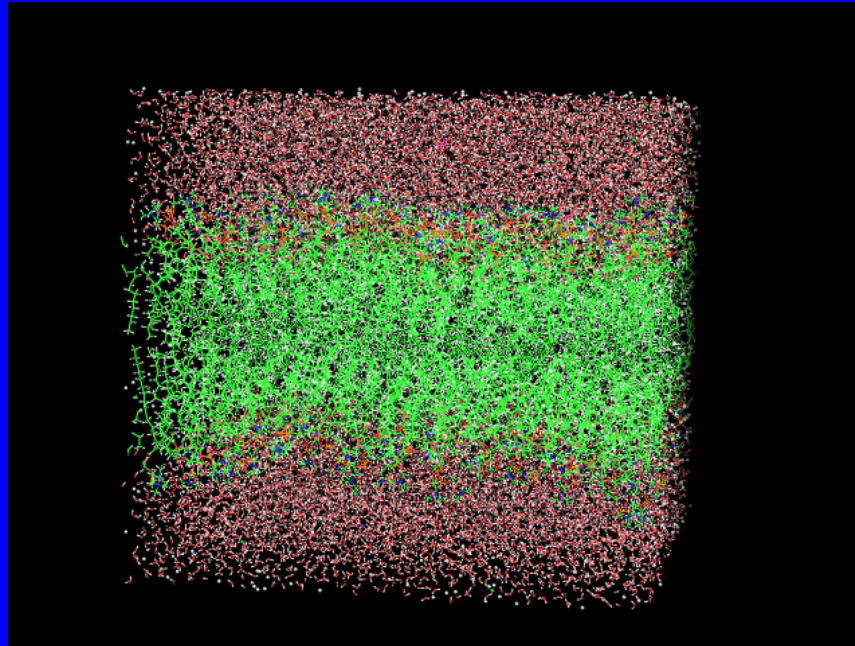


# Pole Elektryczne → Elektroporacja

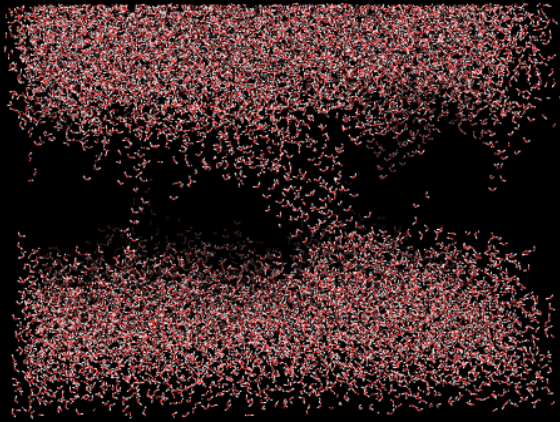
Symulacja → Gromacs v5

Fosfatydylocholina (lecytyna) 128x128 cząstek

Woda 2800 cząstek H<sub>2</sub>O + 19 cząstek KCl

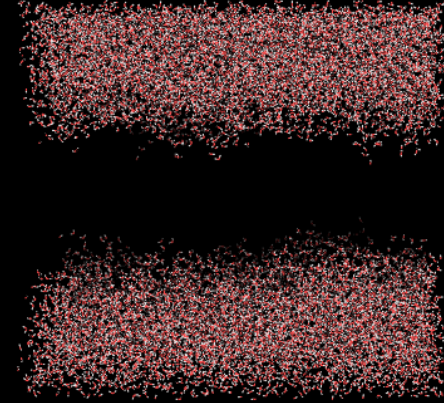


PyMOL for evaluation only  
Contact: sales@delsci.com



$PE = 0.7 \cdot 10^9 \text{ V/m} \rightarrow 500 \text{ ps}$

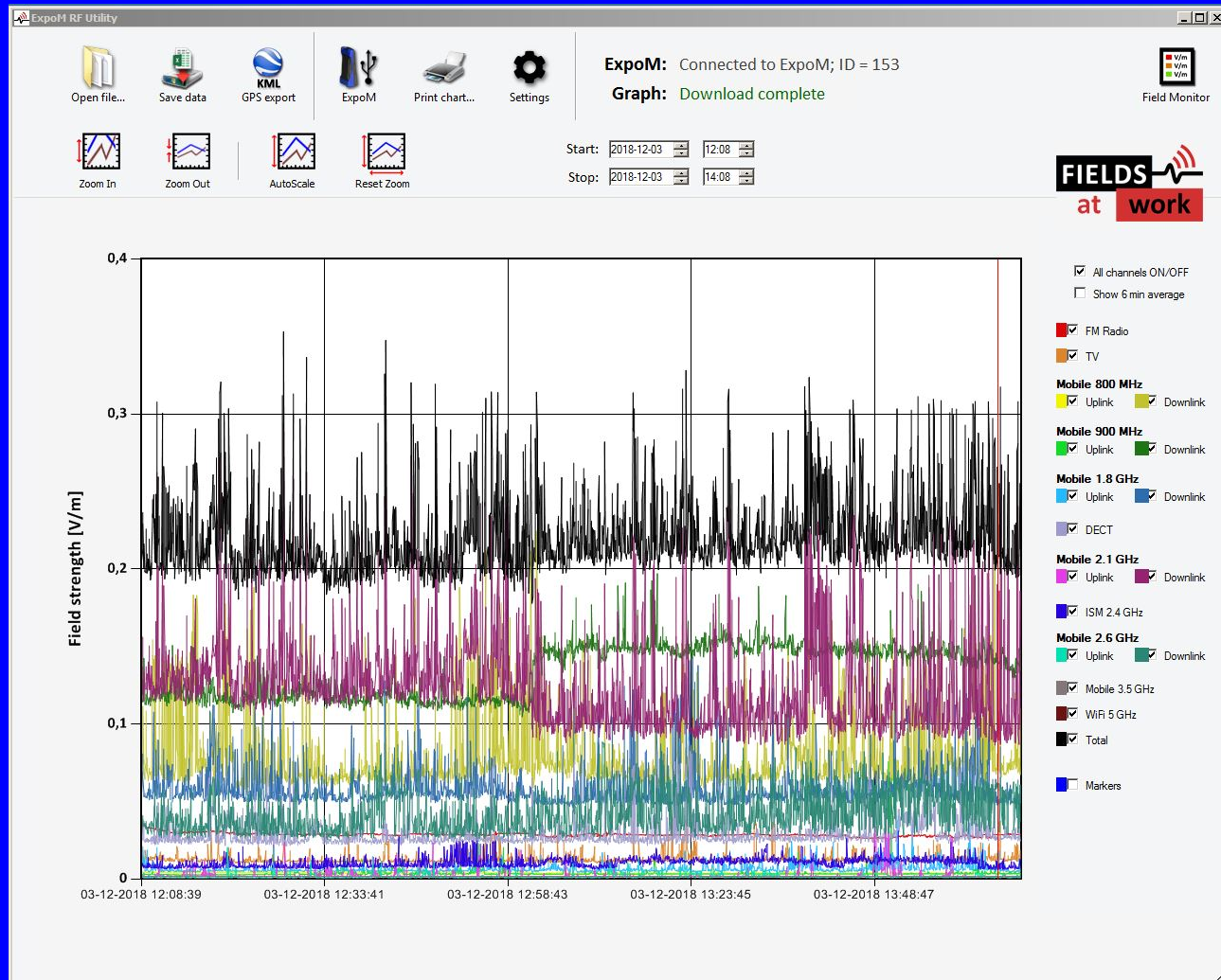
PyMOL for evaluation only  
Contact: sales@delsci.com



$PE = 0.5 \cdot 10^9 \text{ V/m} \rightarrow 500 \text{ ps}$

**Eksperyment**  $\rightarrow$  wiązanie CO+hem ( $\sim 10^8 \text{ V/m}$ )  
 $\rightarrow$  reduktaza aldozowa ( $\sim 10^9 \text{ V/m}$ )

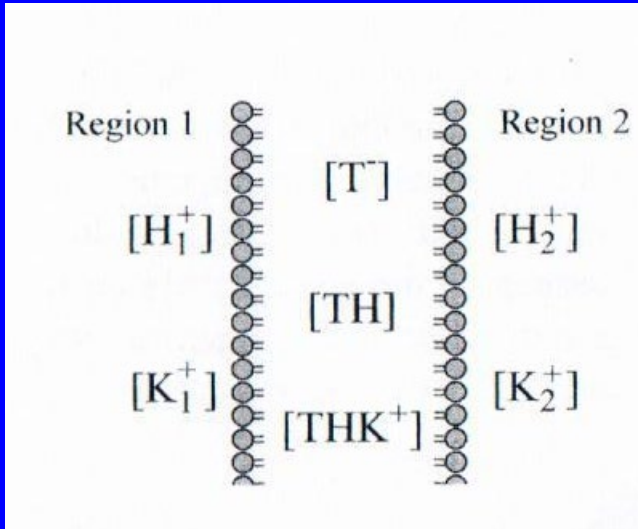
# Pomiar pola → ExpoM-RF





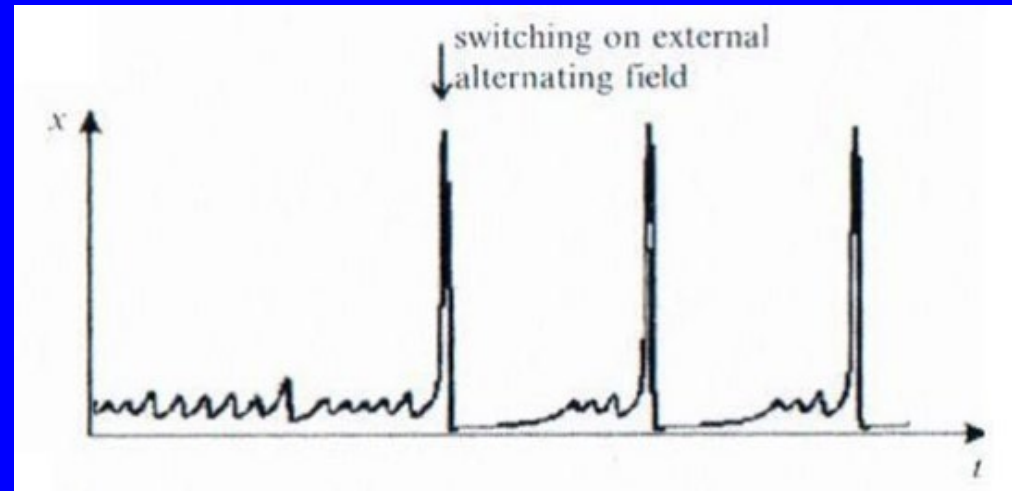
**Eksperyment → oko, brodawka Lorenziniego (~50 nV/m)**

**Opis teoretyczny → transport błonowy**

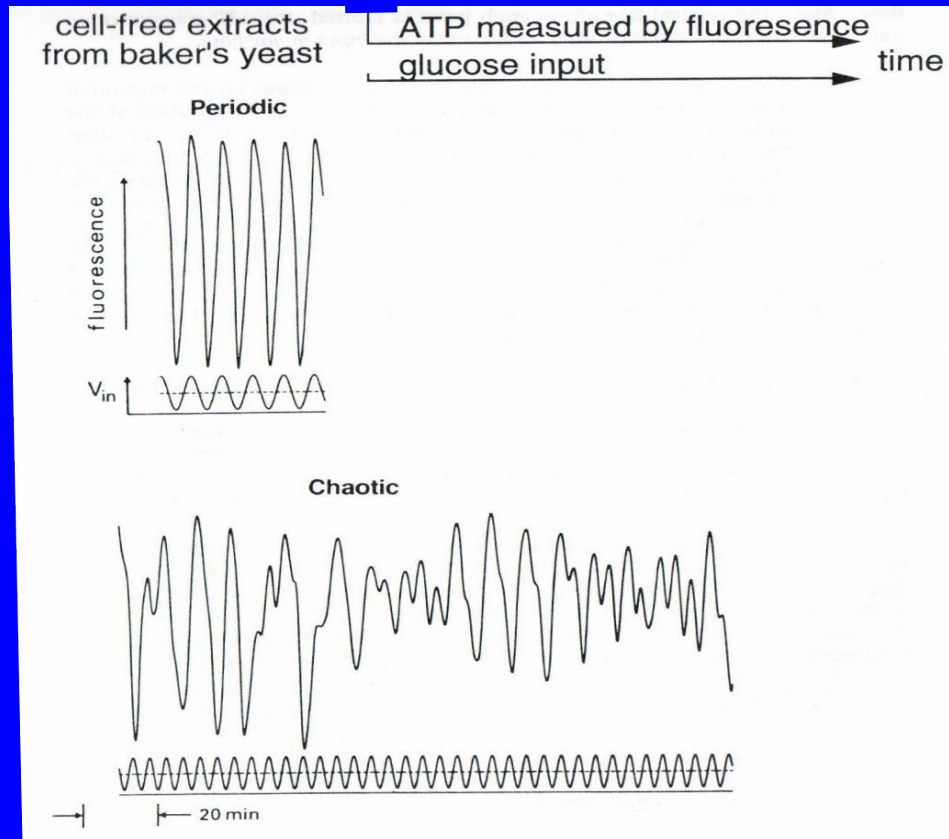


$$V_H \rightarrow V_H(1 + A\sin(\omega t))$$

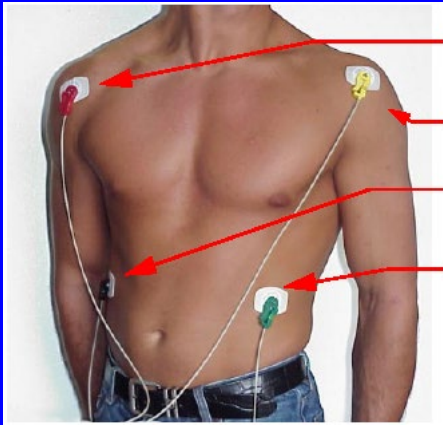
$$A/V_H = \sim 0.001$$



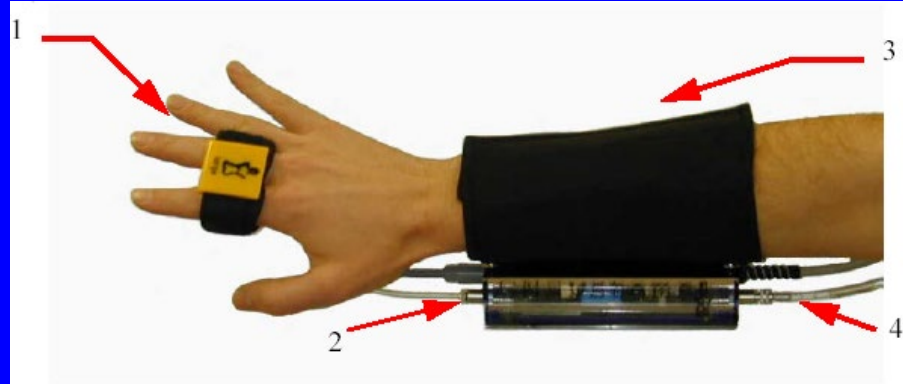
# Opis teoretyczny → deterministyczny chaos



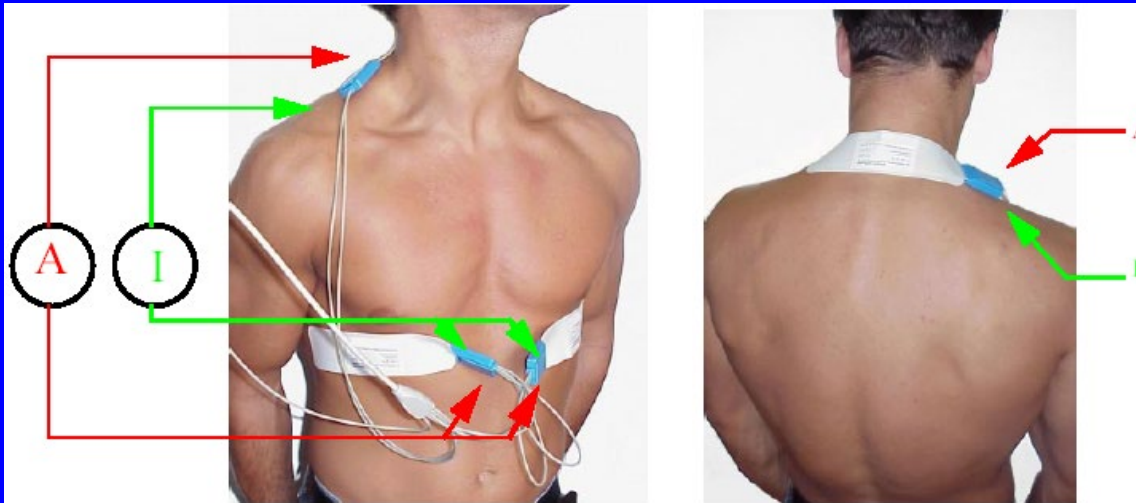
# Autonomiczny układ nerwowy



HRV



BPV

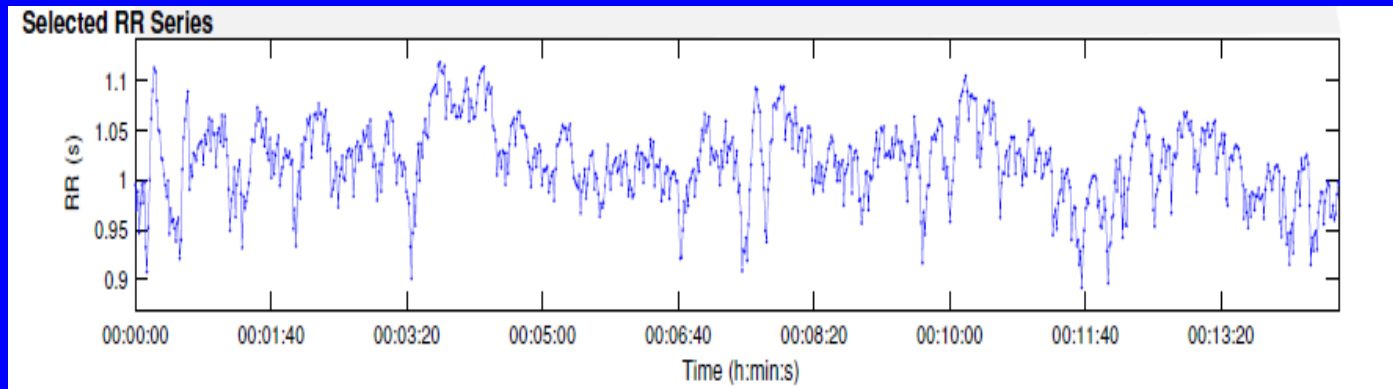


BIA





# Wyniki AUN



Liczba wyznaczanych parametrów → 53

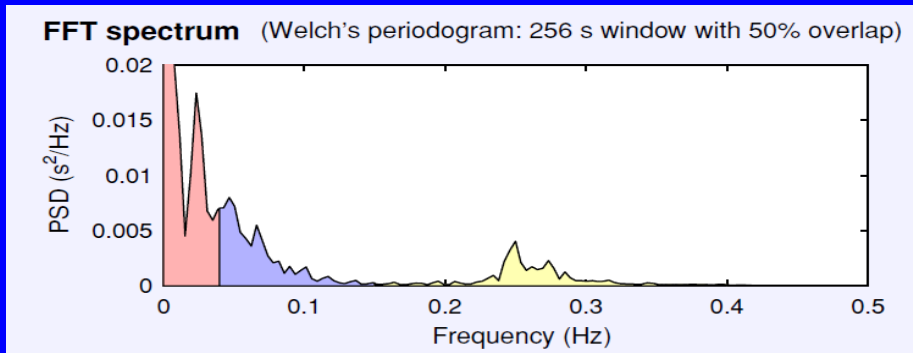
HRV → 9 (czas) + 8 (częstotliwość) = 17

HRV nieliniowa → 12

BPV → 8

BIA → 16

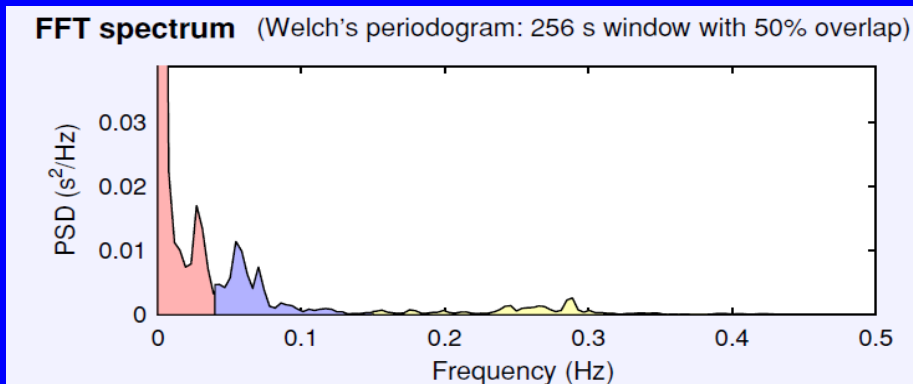
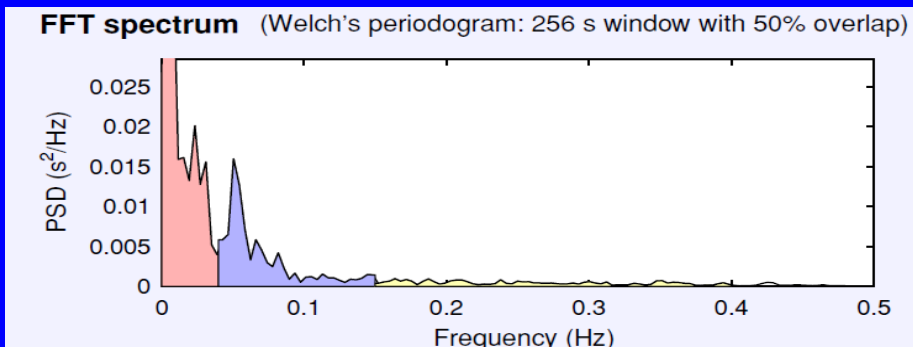




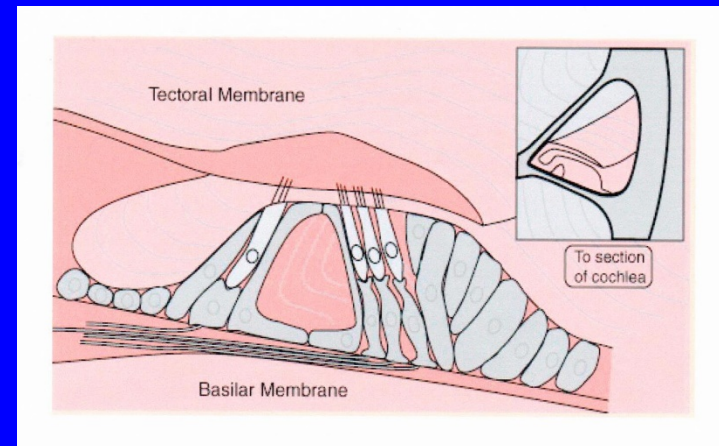
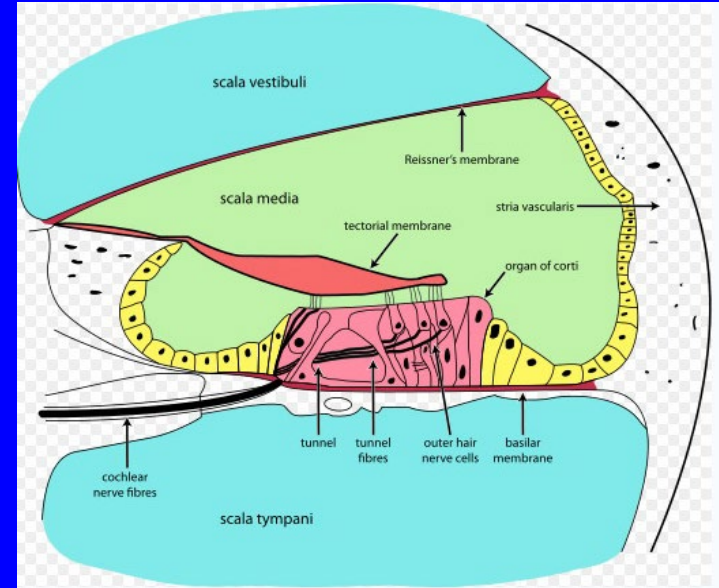
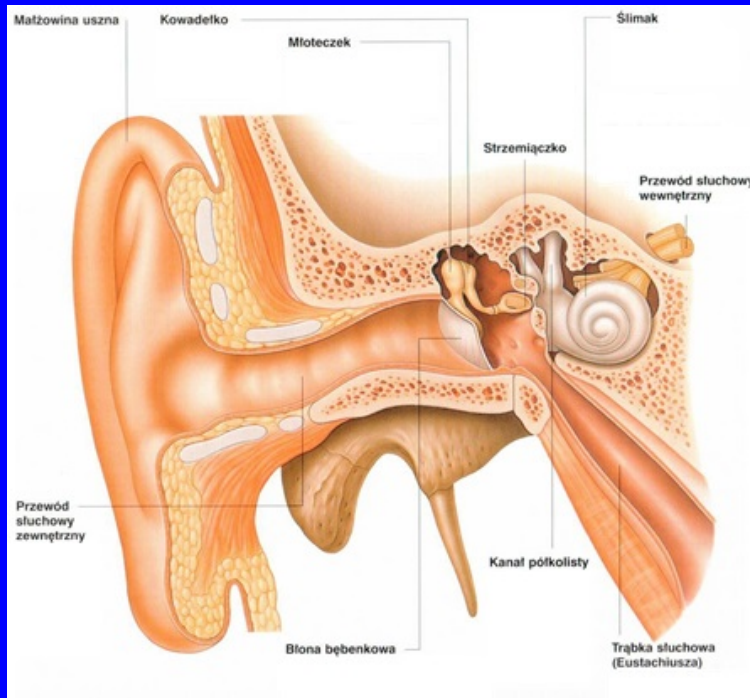
**VLF**  $\rightarrow$  (0.0033  $\div$  0.04) Hz

**LF**  $\rightarrow$  (0.04  $\div$  0.15) Hz

**HF**  $\rightarrow$  (0.15  $\div$  0.4) Hz



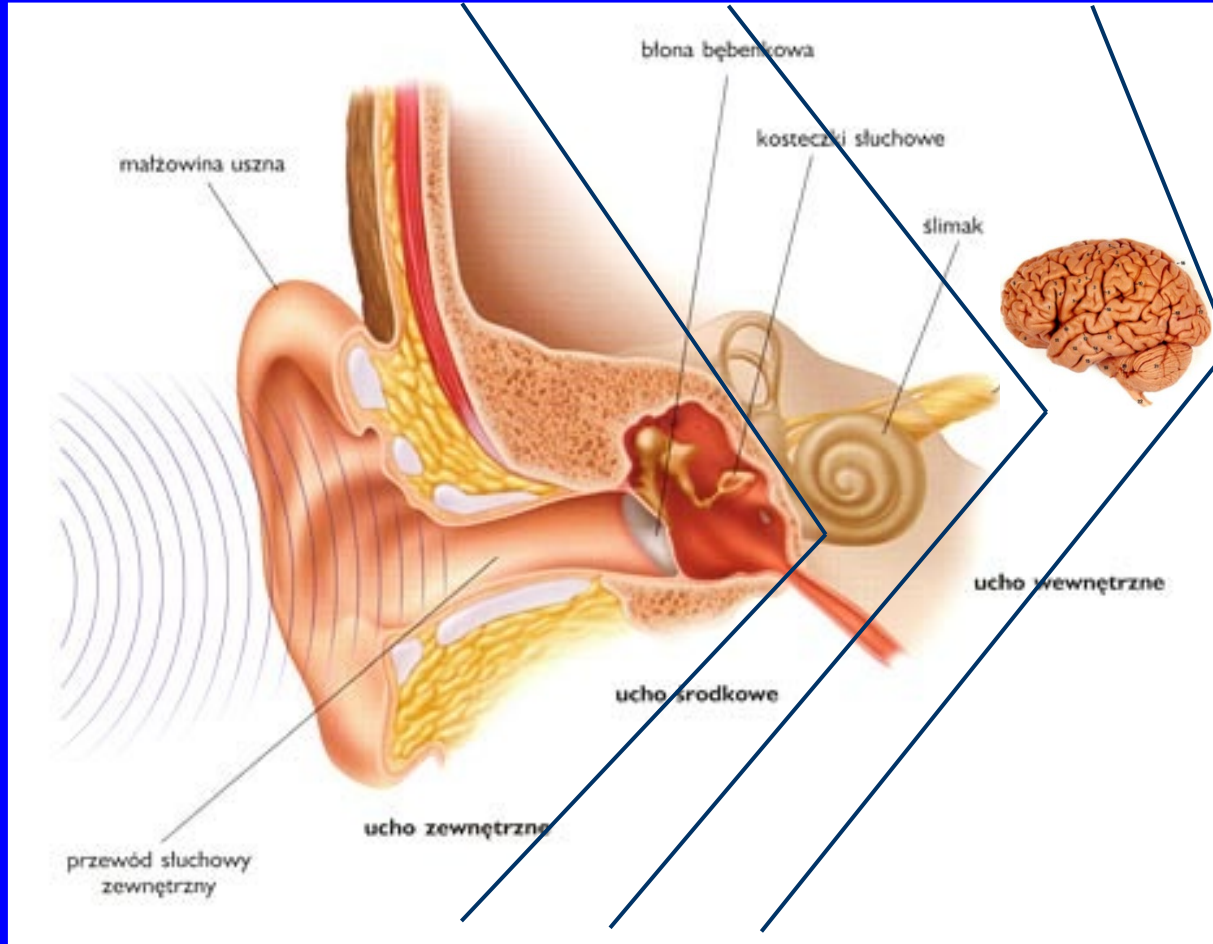
# Badanie Słuchu



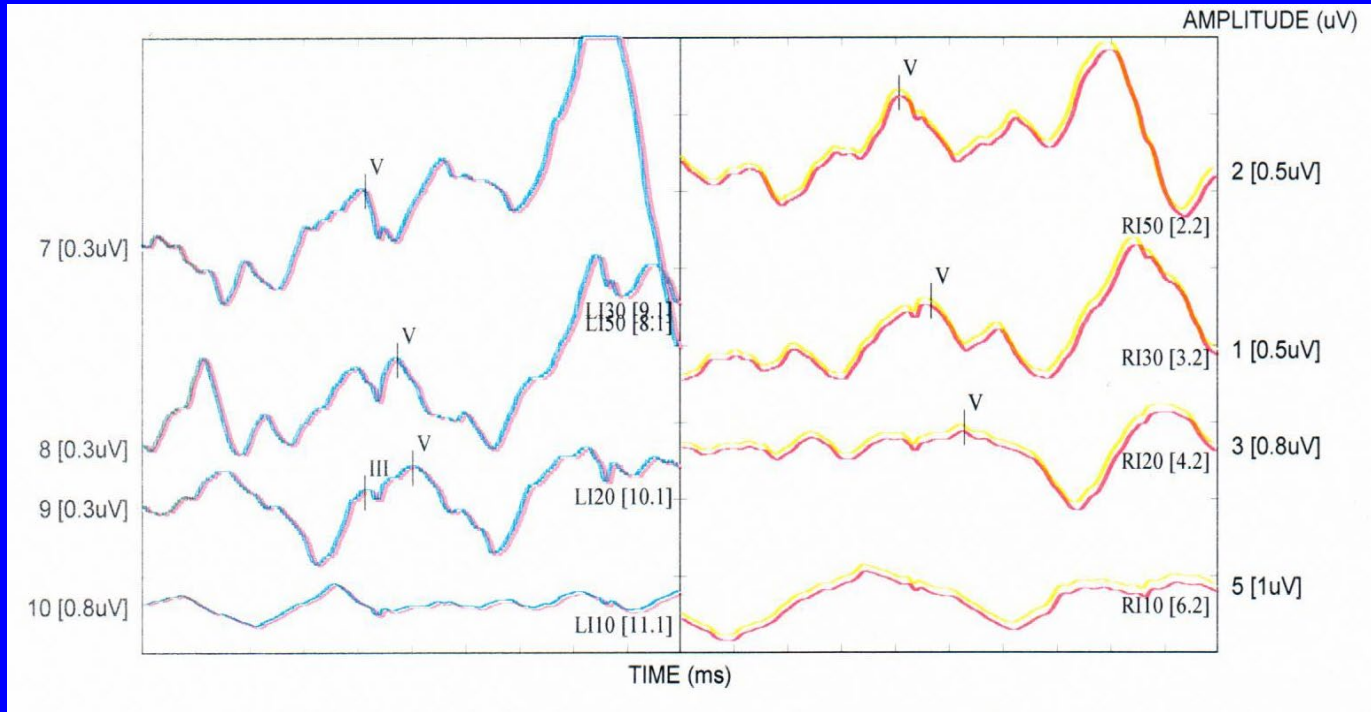
**Audiometria  
impedancyjna**

**OAE**

**ABR**

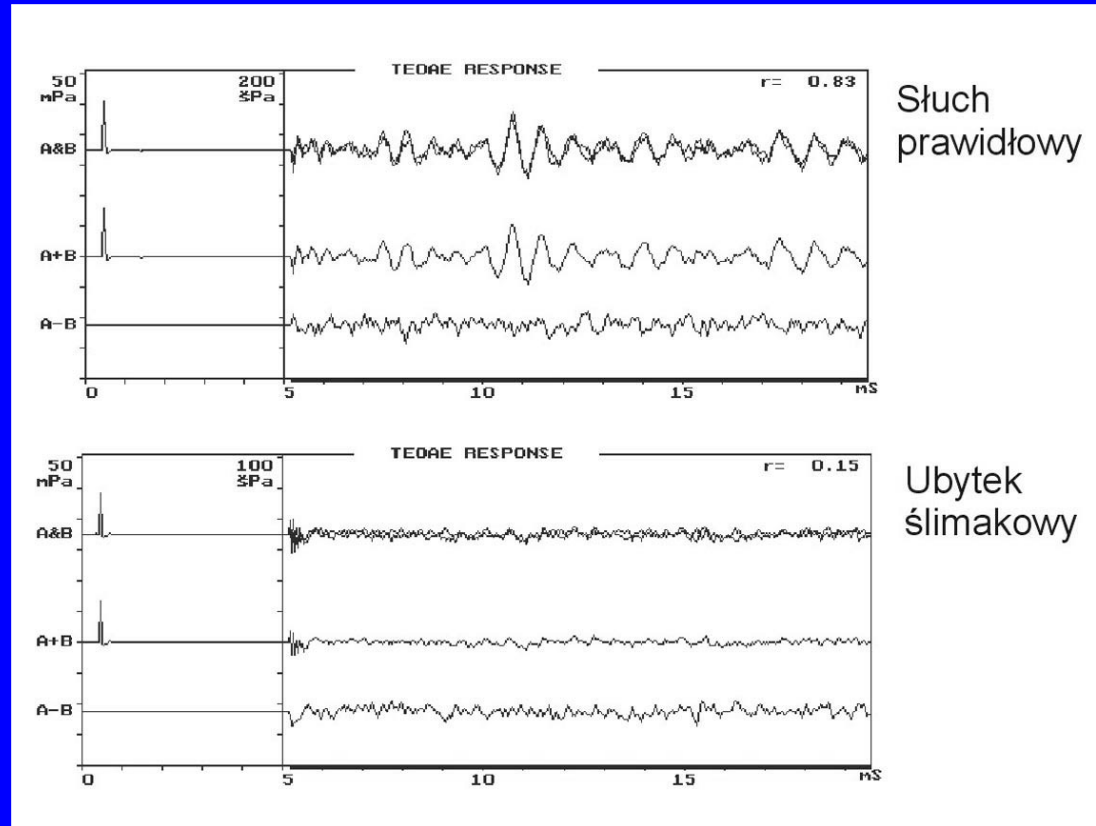


# ABR (Auditory Brainstem Evoked Response) → badanie potencjałów słuchowych wywołanych

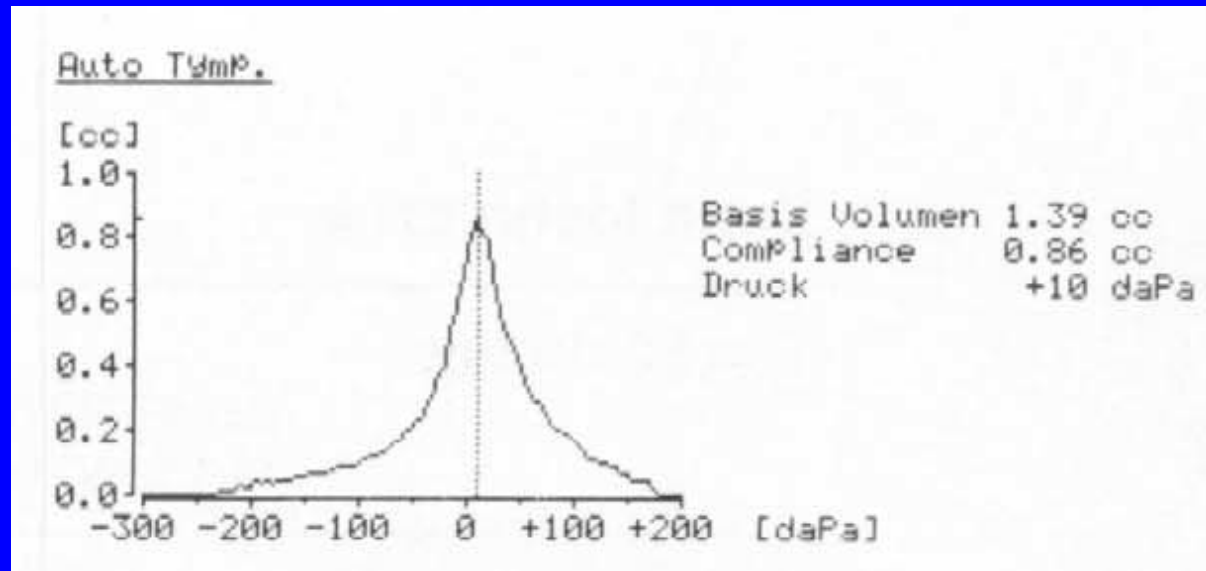




# OAE (Evoked Otoacoustic Emission) → otoemisja akustyczna wywołana



# Audiometria impedancyjna → Tympanometria, Odruch strzemiączkowy



# Podsumowanie

1. Efekty termiczne → termografia
2. Efekty nietermiczne → AUN
3. Efekt → skutki dla organizmu człowieka

