

Elektrofizjologiczne podstawy lokalizacji ogniska padaczkowego

Piotr Walerjan
PWSIM MEDISOFT



Elektrofizjologia w padaczce

- Dlaczego stosujemy metody elektrofizjologiczne w diagnostyce padaczki?
- Ognisko padaczkowe
- Lokalizacja zmian funkcjonalnych, a nie strukturalnych
- Warunki obserwacji zmian w EEG

Metody elektrofizjologiczne

- Czyste, „klasyczne” metody elektrofizjologiczne
- Komputerowa analiza, przetwarzanie i modelowanie danych elektrofizjologicznych
- Łączenie danych elektrofizjologicznych i danych o innych modalnościach

„Klasyczna” elektrofizjologia

- „Papierowe” EEG
- Komputerowe aparaty EEG bez stosowania zaawansowanych metod przetwarzania
- Systemy długotrwałego, przenośnego monitorowania

Elektrofizjologia komputerowa

- Mapowanie EEG
- Analiza dipoli
- Tomografia Loreta
- Detekcja wzorców
- Sieci neuronowe
- Metody nieliniowe

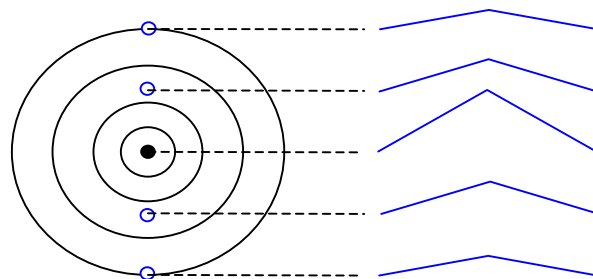
Metody multimodalne

- Wideometria
- Łączenie neuroobrazowania z EEG

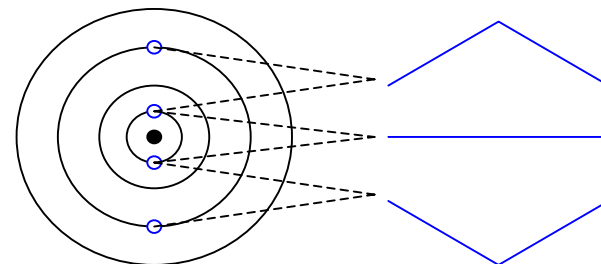
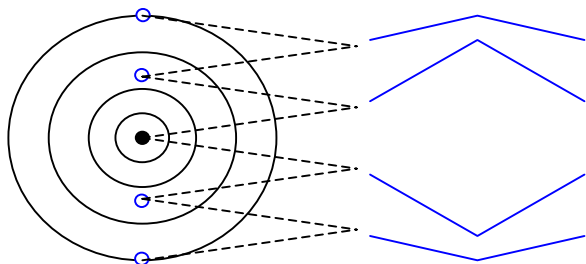
Klasyczne EEG

- Rozpoznawanie grafoelementów padaczkokształtnych:
 - iglice, wieloiglice, fale ostre
 - zespoły iglic lub fal ostrych z falą wolną
- Opozycja faz

Opozycja faz



Źródło wyładowań - ognisko



Opozycja faz w zapisie

Opozycja faz



Cyfrowe zapisy EEG

- Możliwość pomiaru parametrów zapisu
- Zapis w systemie monopolarnym
- Stosowanie dowolnych remontaży po wykonaniu badania – analiza opozycji faz
- Stosowanie filtracji zapisów
- Wykonywanie dowolnych analiz w czasie lub po rejestracji badania

Zapisy EEG 24h przenośne

- Zapis polifizjograficzny, równoczesne monitorowanie parametrów takich jak EEG, EKG, EMG
- Zapis na taśmie magnetofonowej, twardym dysku, karcie pamięci Flash
- Różnicowanie zdarzeń pochodzenia mózgowego i innych

Zapisy EEG 24h przenośne

- Możliwa ręczna analiza zapisów
- Stosowanie przycisku pacjenta
- Automatyczne metody detekcji wyładowań i napadów

Zapisy EEG 24h przenośne



Glonner HandyBrain

Zapisy EEG 24h przenośne

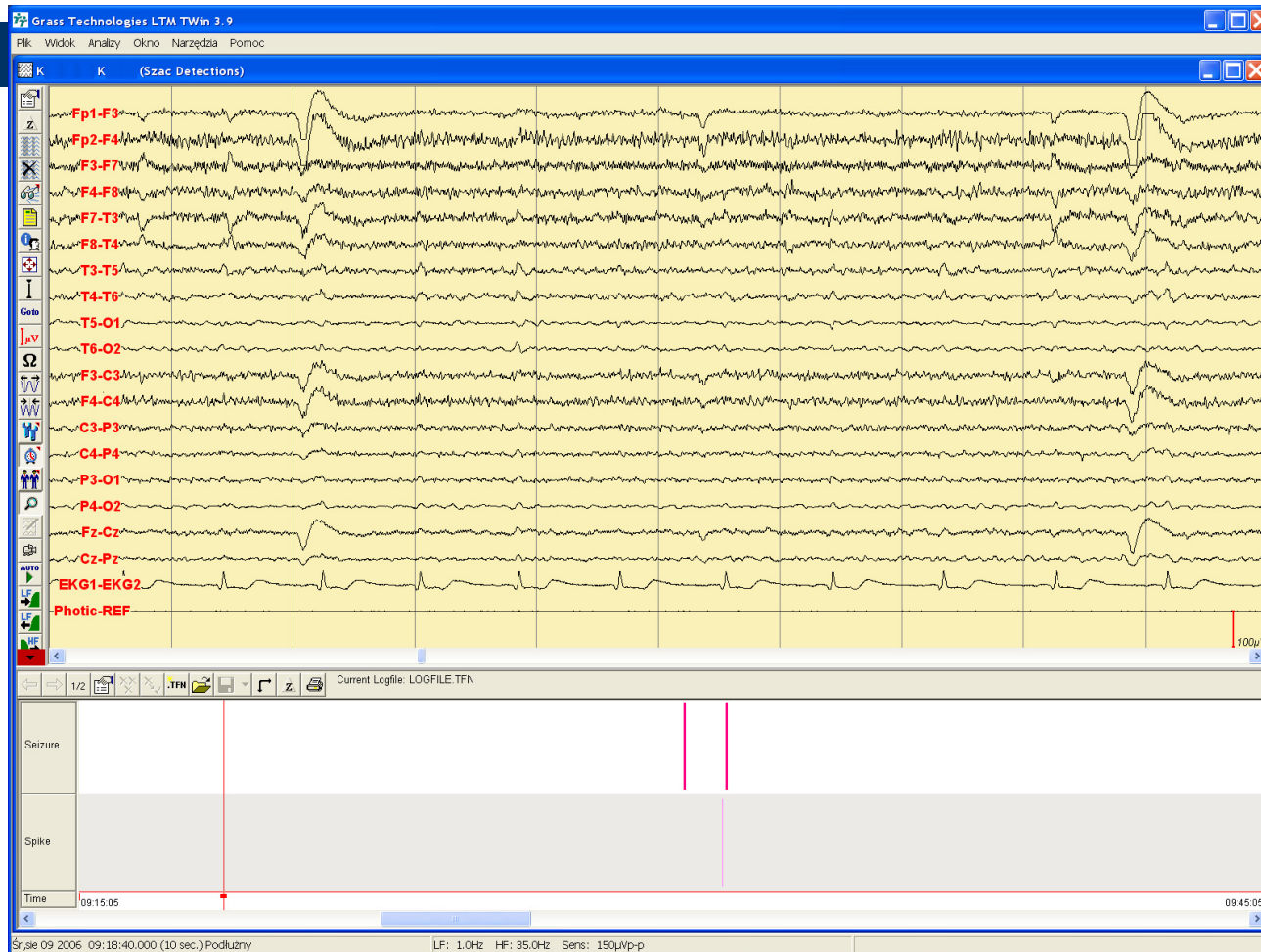


Zapisy EEG 24h przenośne



Grass-Telefactor AURA24

Zapisy EEG 24h przenośne - detekcja wzorców



Mapowanie EEG

- Proces, w wyniku którego na podstawie danych o napięciu EEG na poszczególnych odprowadzeniach w chwili t otrzymuje się jego przestrzenny rozkład na powierzchni czaszki w tej samej chwili t
- Skala barwna przedstawia wartości napięcia
- Początki – Duffy 1979 - BEAM

Mapowanie EEG

- Rejestracja monopolarna – jednobiegunowa elektroda odniesienia
- Ilość i układ elektrod
- Metody interpolacji mapy
- Wielkość mapowana
- Wybór fragmentu EEG do mapowania

Elektroda odniesienia

- Rejestracja monopolarna – jednobiegunowa
- Połączenie w aparacie elektrod REF i GND
- Elektrody odniesienia: Fz, Cz, Az, Oz, A1, A2, A1+A2
- Odniesienia pozamózgowe
- Elektroda uśredniona
- GFP – Global Field Power
- Odniesienia źródłowe

Układ elektrod

- Stosowane międzynarodowe układy 10-20, 10-10
- Ilość elektrod: powyżej 19-tu badawczych
- Maksimum 100 - 128

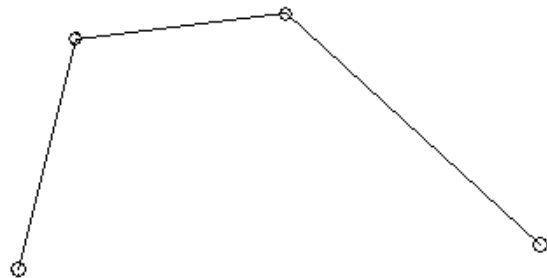
Metody interpolacji

- Sposób wyliczenia wartości w każdym punkcie mapy na podstawie znanych wartości potencjału w punktach pomiarowych - miejscach rozstawienia elektrod
- Brak zależności algorytmu od geometrii
- Brak zależności algorytmu od wielkości mapowanej – tylko ciągłość

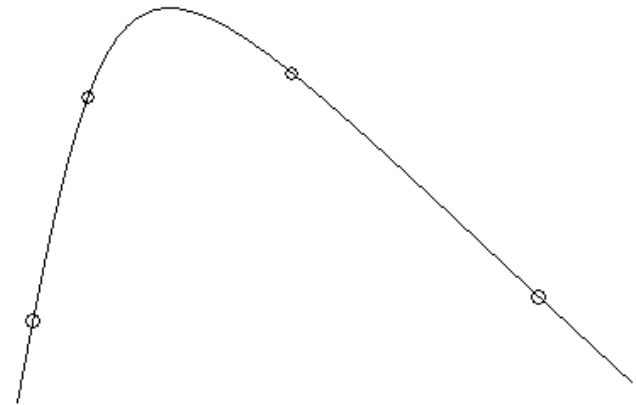
Metody interpolacji

- Wybrane algorytmy interpolacji:
 - algorytmy najbliższych sąsiadów
 - algorytmy funkcji sklejanых na płaszczyźnie
 - algorytmy funkcji sklejanых na sferze

Metody interpolacji

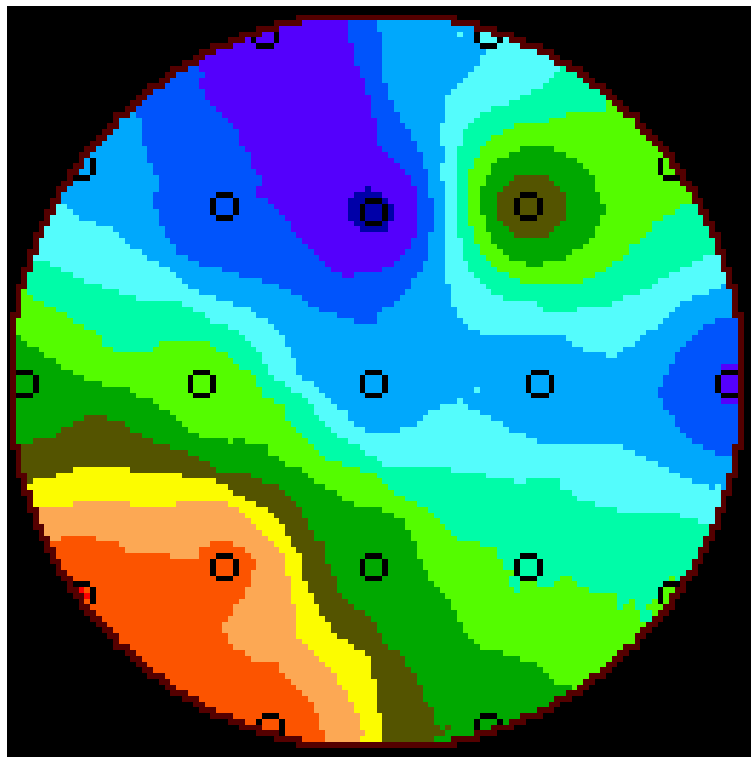


Metoda najbliższych sąsiadów

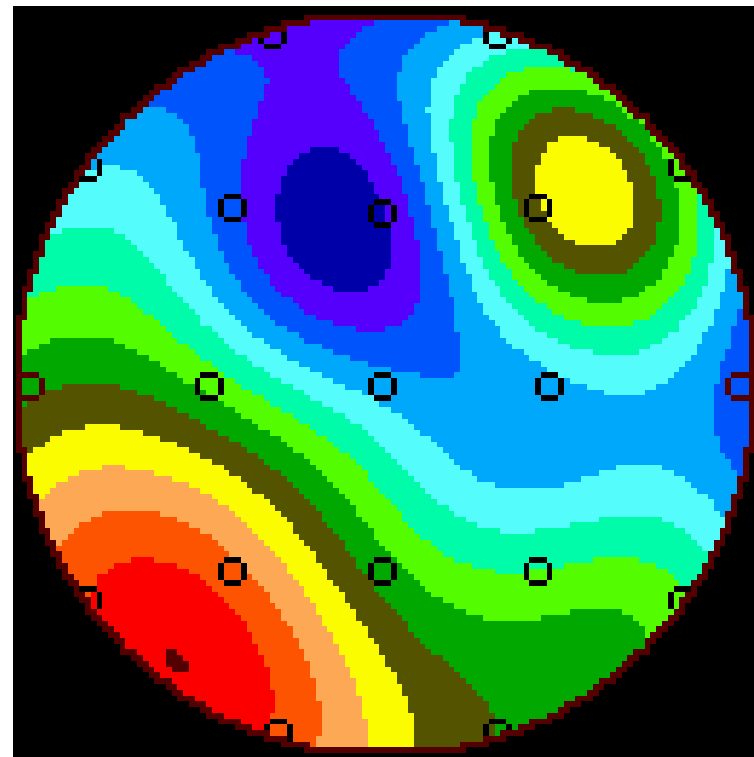


Metoda funkcji sklepanych

Metody interpolacji



Metoda najbliższych sąsiadów



Metoda funkcji sklejanych

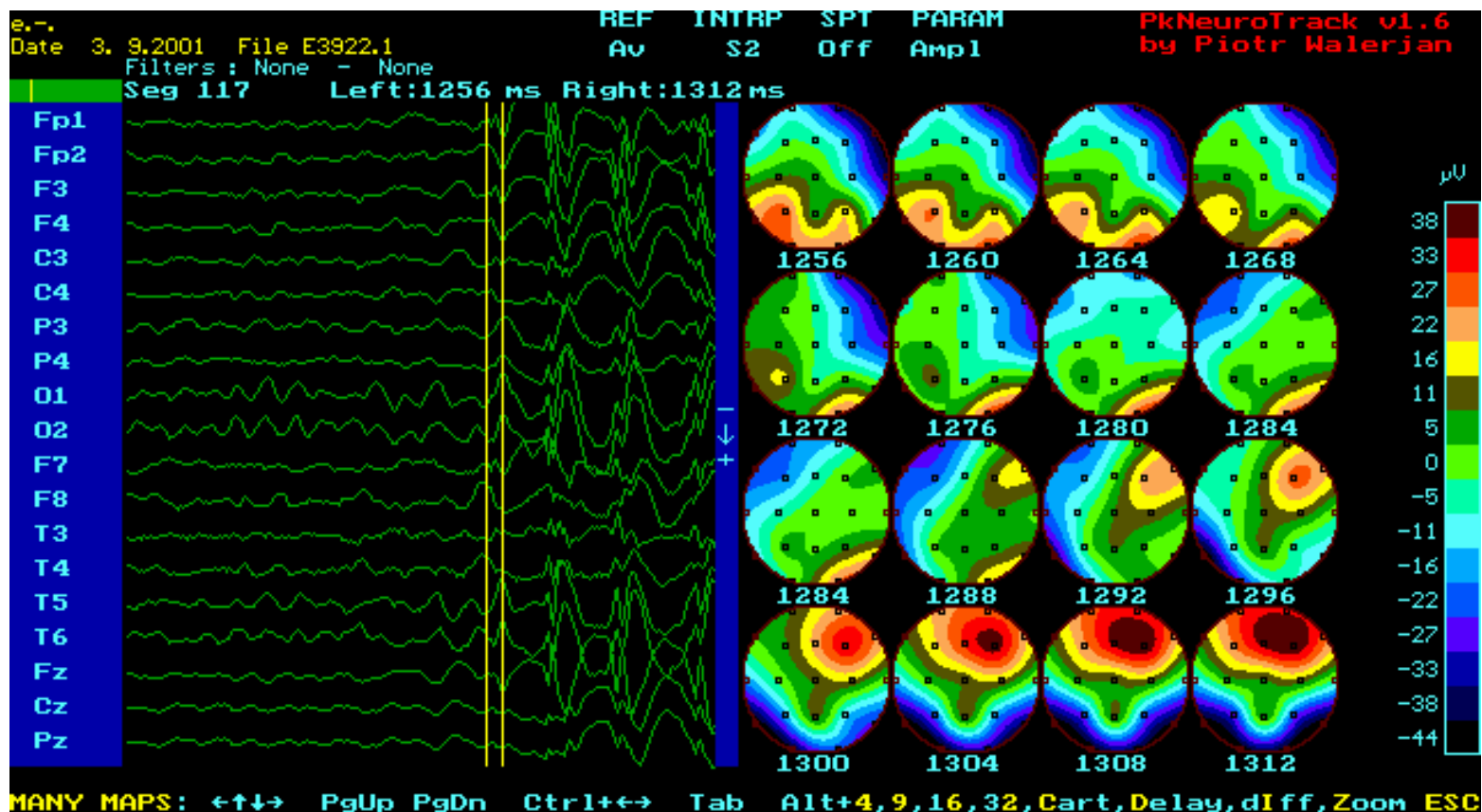
Wielkości mapowane

- Mierzalne wielkości fizycznie
 - potencjał
- Wielkości fizyczne obliczane
 - moc, CSD - gęstość źródeł prądowych
- Wielkości obliczeniowe
 - rozkłady prawdopodobieństw, odchylenia od średnich
- Właściwy dobór parametru do problemu

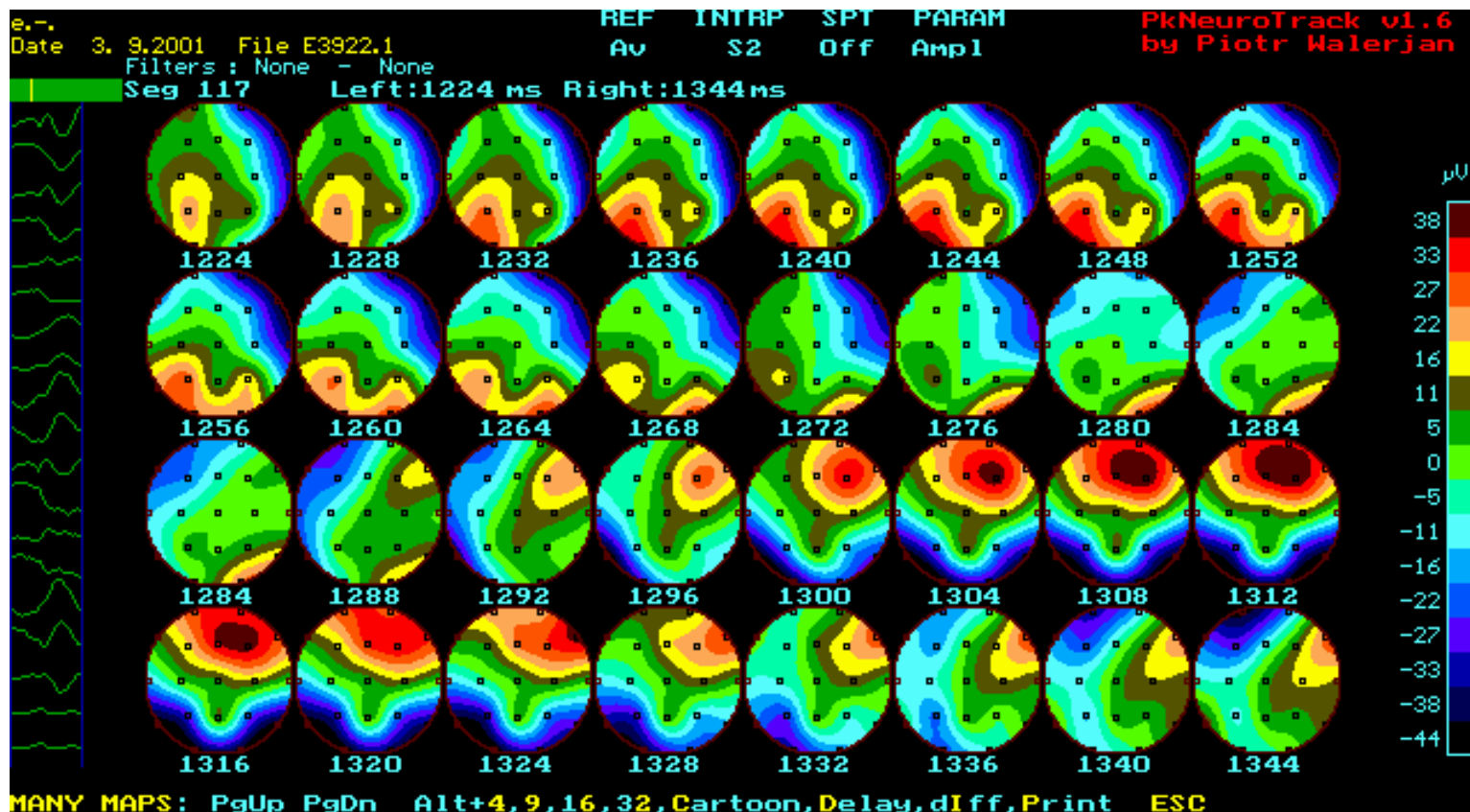
Wybór fragmentu EEG

- EEG wolne od artefaktów
- Mapowanie w dziedzinie amplitudy elementów o krótkim czasie trwania, np. Iglic
- Mapowanie w dziedzinie częstotliwości dłuższych fragmentów stacjonarnego zapisu
- Mapowanie początku napadu padaczkowego

Mapowanie EEG



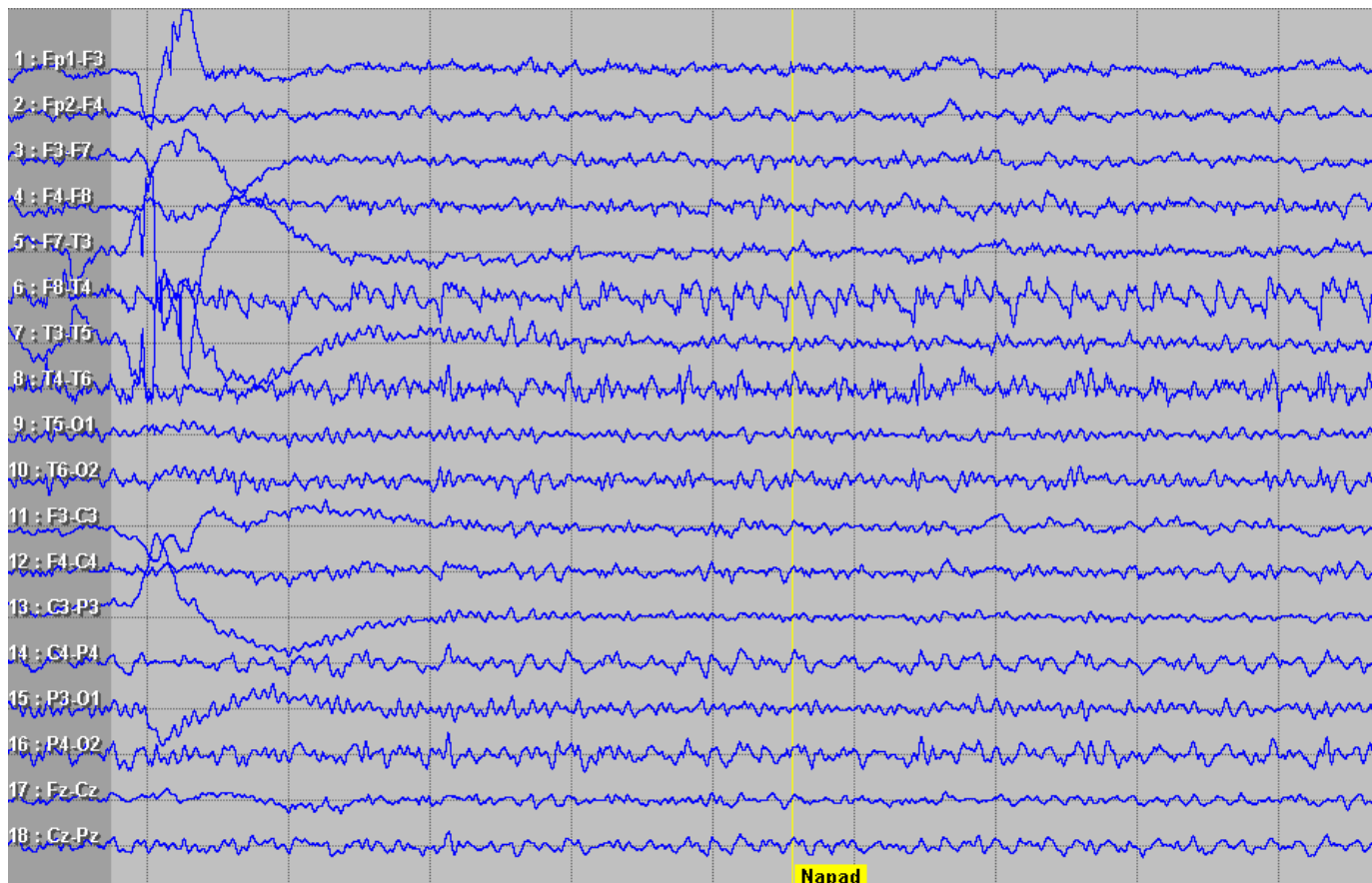
Mapowanie EEG



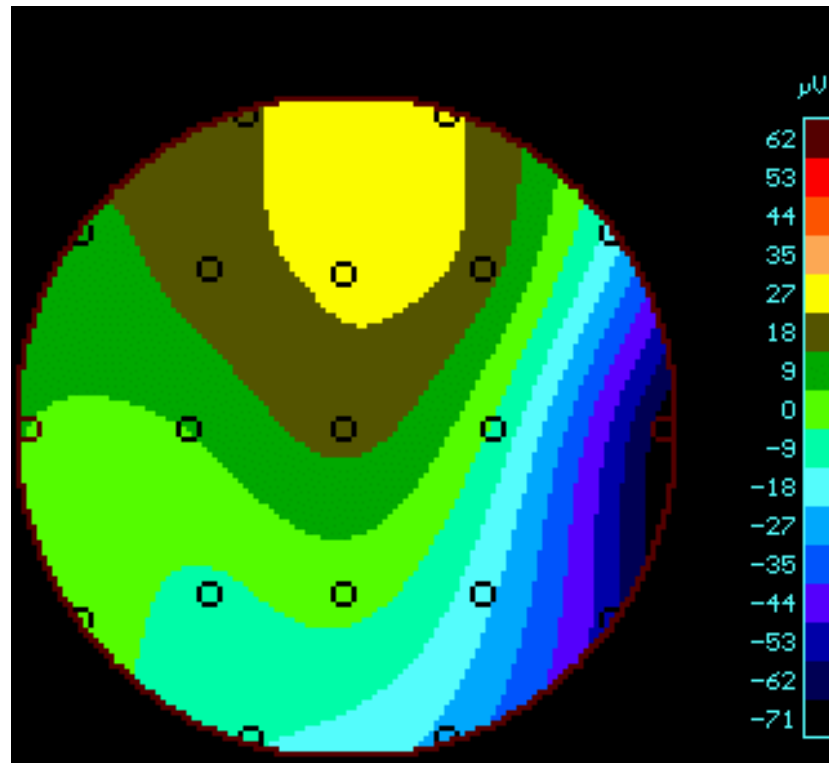
Pacjent 1

- 19 lat
- etiologia niejasna
- napady częściowe złożone i wtórnie uogólnione do toniczno-klonicznych
- częstość: kilka/miesiąc
- leczenie od 12 r.ż.

EEG 1



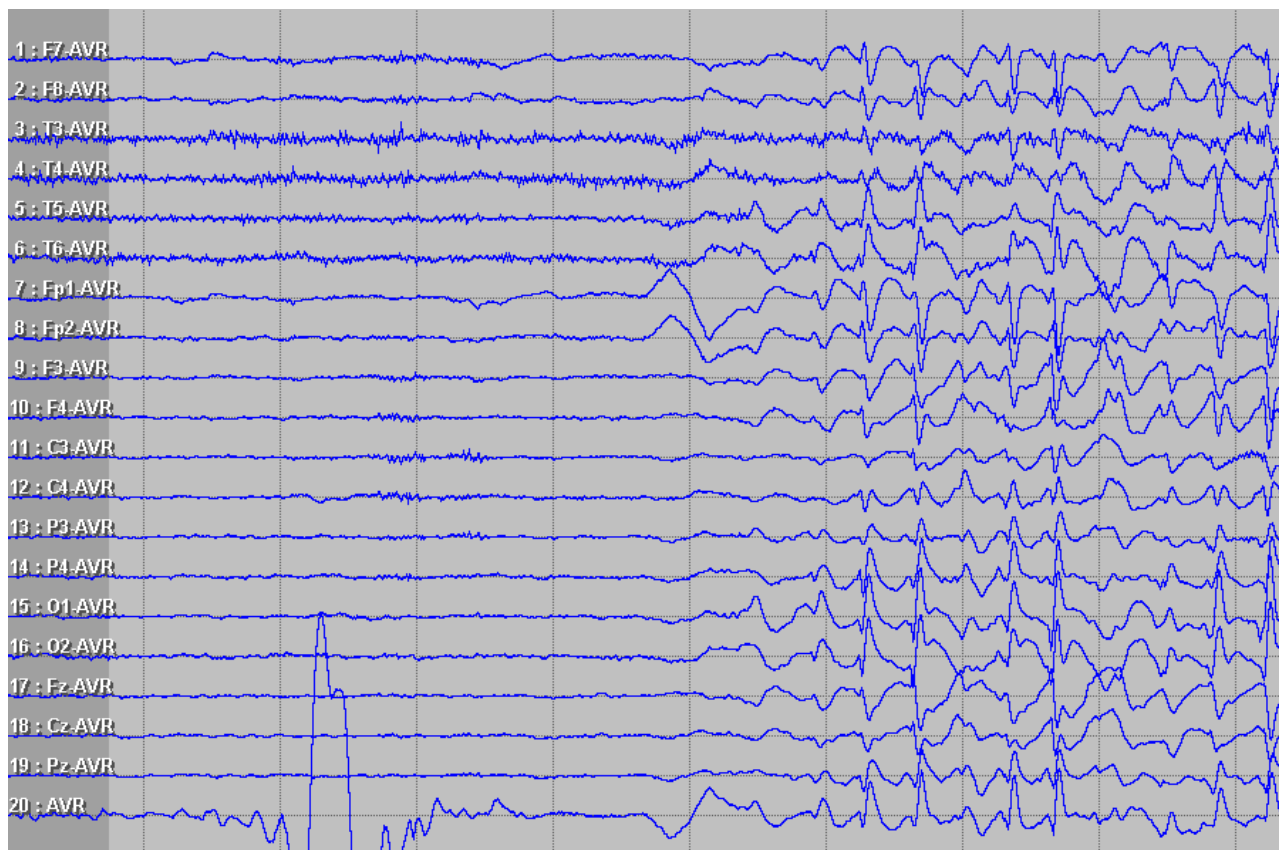
Mapa 1



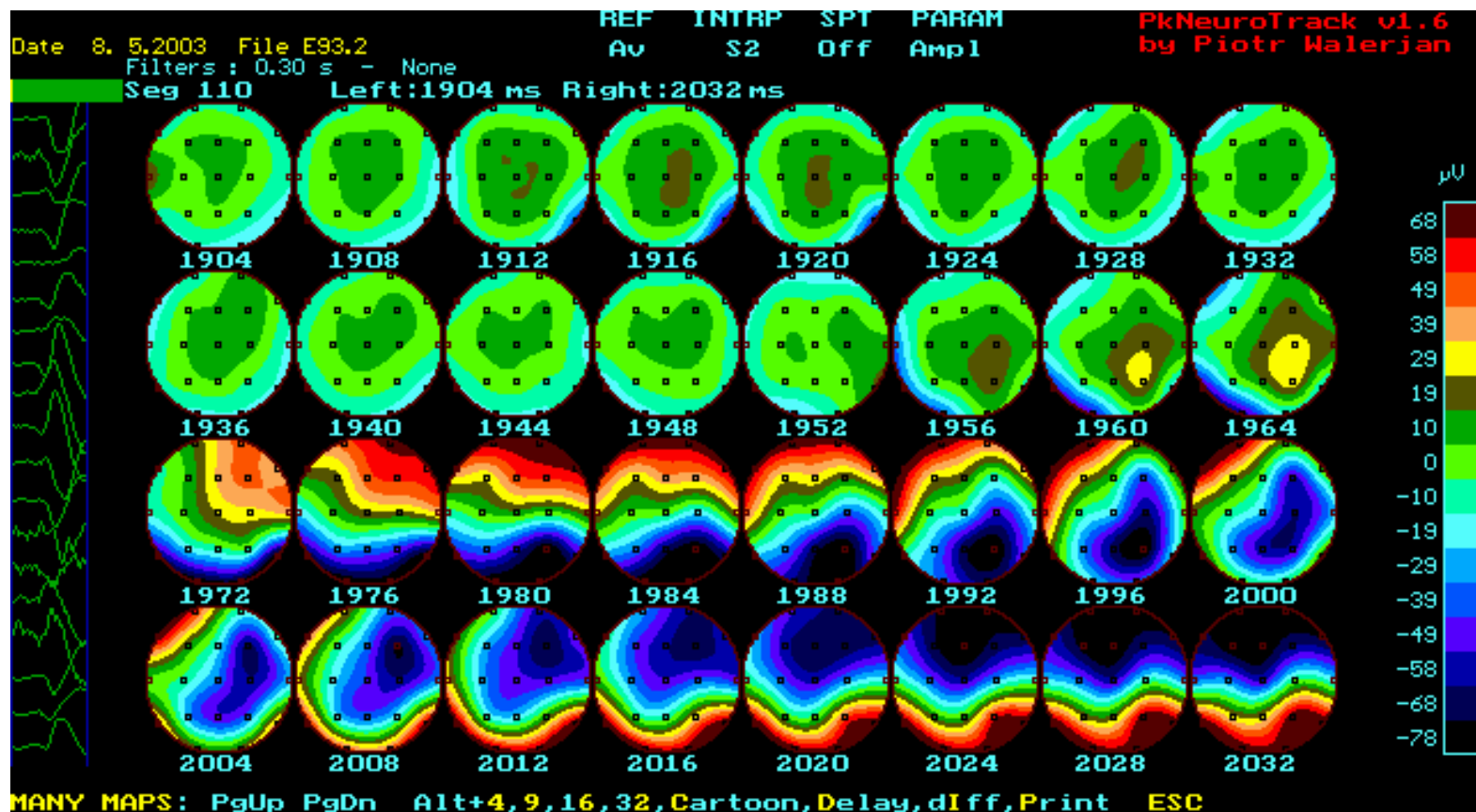
Pacjent 2

- 17 lat
- etiologia: prawdopodobne uszkodzenie okołoporodowe
- napady częściowe złożone
- częstość: kilka/dzień
- neuroobrazowanie: asymetria hipokampa P>L
- leczenie od 2 r.ż.

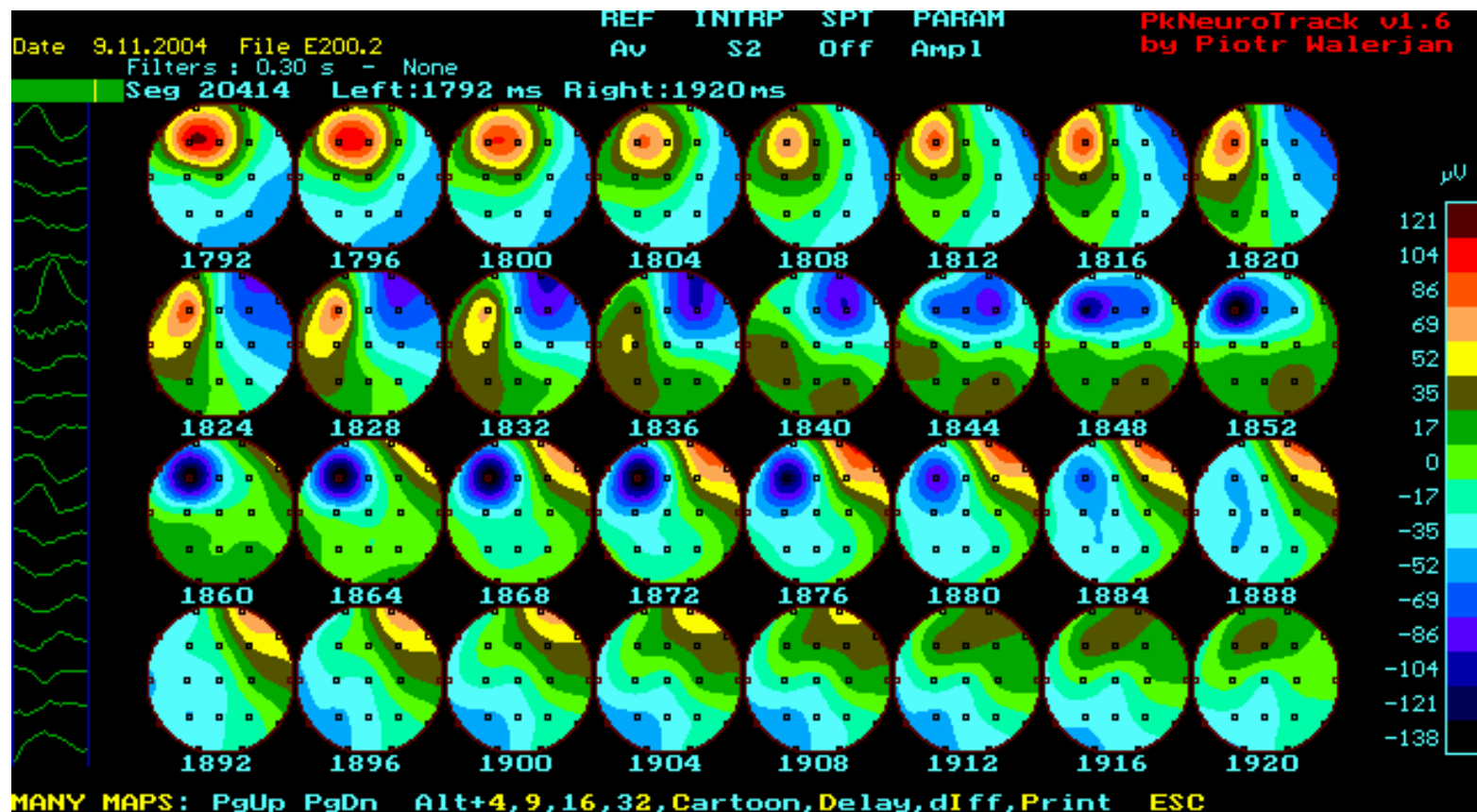
EEG 2



Mapy 2



Dwuczołowa synchronizacja



Rejestracja wideo-EEG

- Równoległa i zsynchronizowana rejestracja obrazu pacjenta i jego zapisu EEG
- Początkowo wykonywana na taśmie magnetowidowej, także z telemetrią
- Obecnie rejestracja cyfrowego obrazu łącznie z EEG na dysku twardym komputera
- Możliwość wykorzystania wielu kamer i monitorów

Rejestracja wideo-EEG

- Różnicowanie napadów padaczkowych i rzekomopadaczkowych
- Różnicowanie napadów padaczkowych
- Postępowanie w stanach padaczkowych

Rejestracja wideo-EEG

- Zmiany w EEG przed pierwszymi objawami klinicznymi napadu
- Zmiany w EEG po pierwszych objawach klinicznych napadu
- Brak widocznych zmian w EEG
- Brak widocznych objawów klinicznych

Etapy na drodze do połączenia EEG + MRI

- Rejestracja EEG
- Badanie NMR
- Odtworzenie obrazu kory
- Nakładanie pozycji elektrod na korę
- Obliczenie trójwymiarowej mapy
- Przedstawienie wyników

Rejestracja EEG

- Zapis 64 kanałów
- Zastosowanie dużej częstotliwości próbkowania
- Dokładne umieszczanie elektrod
- Zapis monopolarny

Badanie MRI

- Zastosowanie jak najcieńszych warstw
- Brak przerw pomiędzy warstwami

Odtworzenie obrazu kory

- Segmentacja kory
- Metody ręczne i automatyczne

Nakładanie pozycji elektrod na korę

- Metody nakładania wykorzystujące:
 - Znaczniki anatomiczne
 - Znaczniki sztuczne
 - Elektrody lub ich znaczniki
 - Zbiory danych geometrycznych

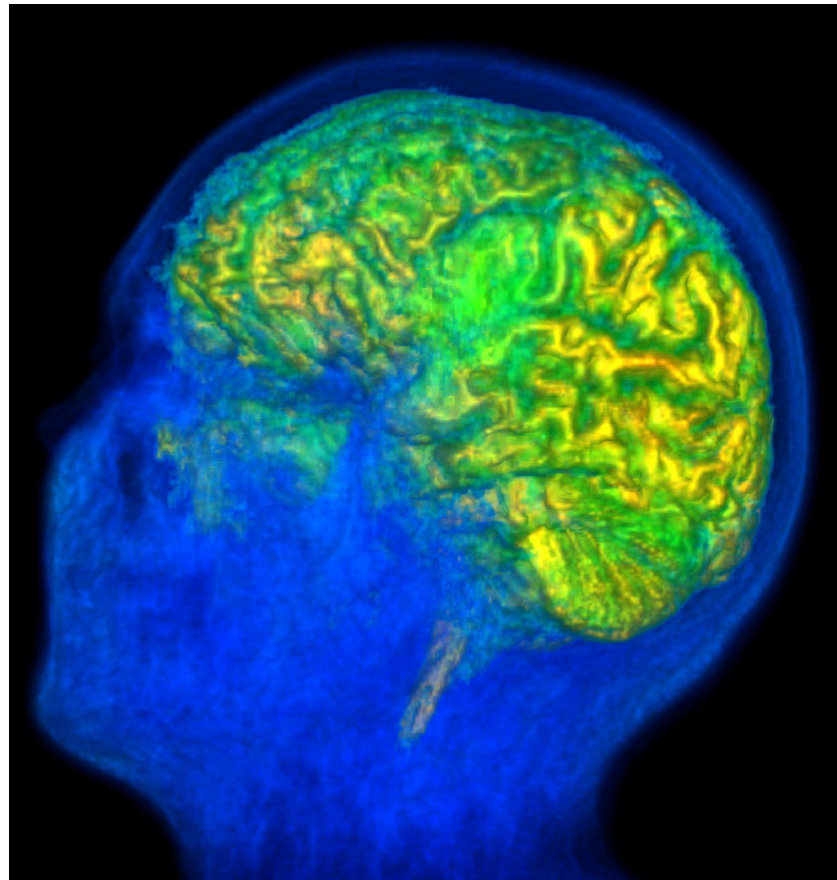
Obliczenie trójwymiarowej mapy

- Wybór parametru mapowanego
- Interpolacja metodą funkcji sklejanych na sferze

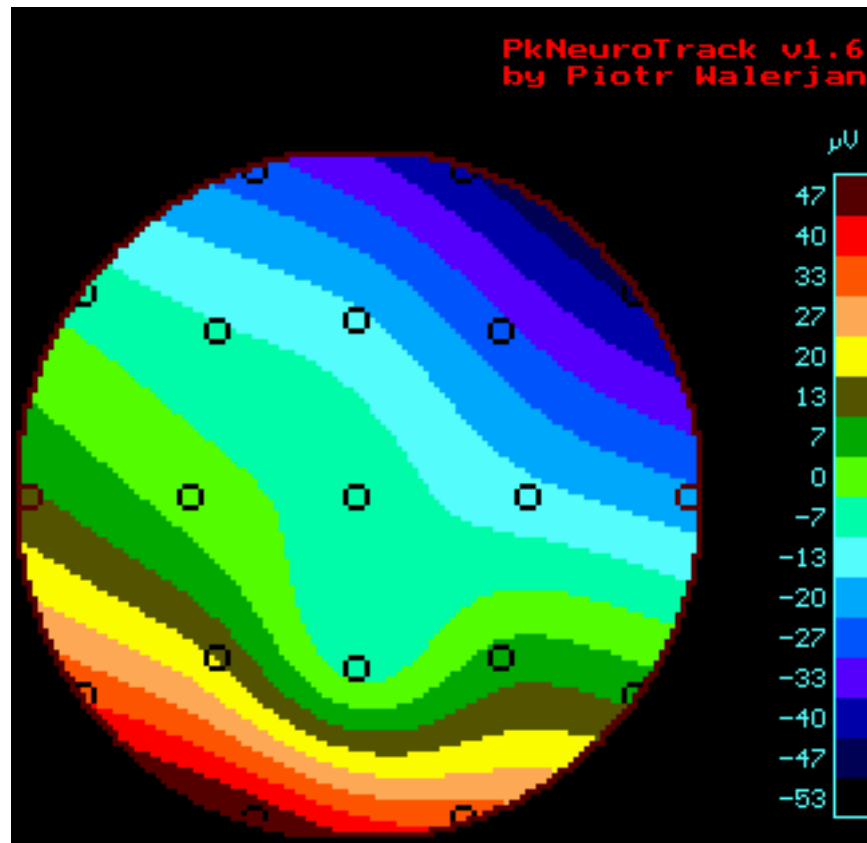
Przedstawienie wyników

- Wizualizacja trójwymiarowa przy pomocy systemu AVS
- Wizualizacja dwuwymiarowa – rzuty obrazu kory na płaszczyznę

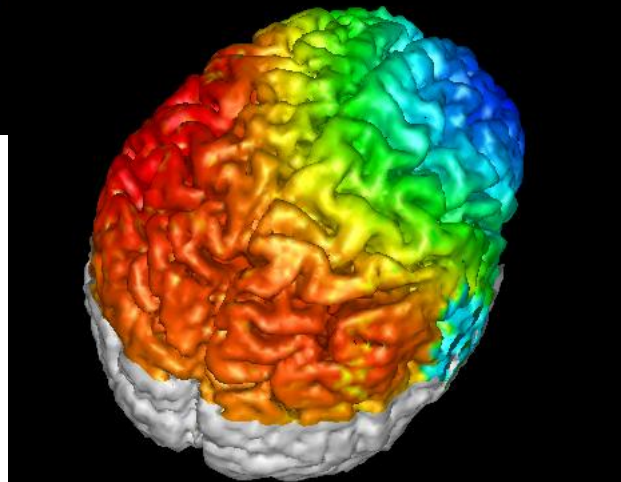
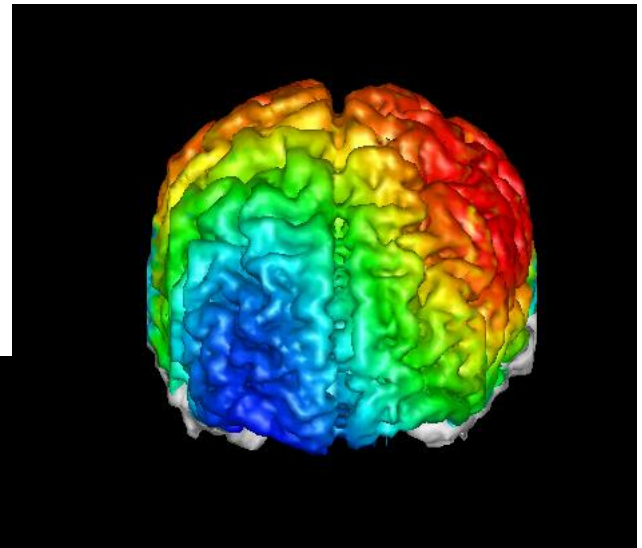
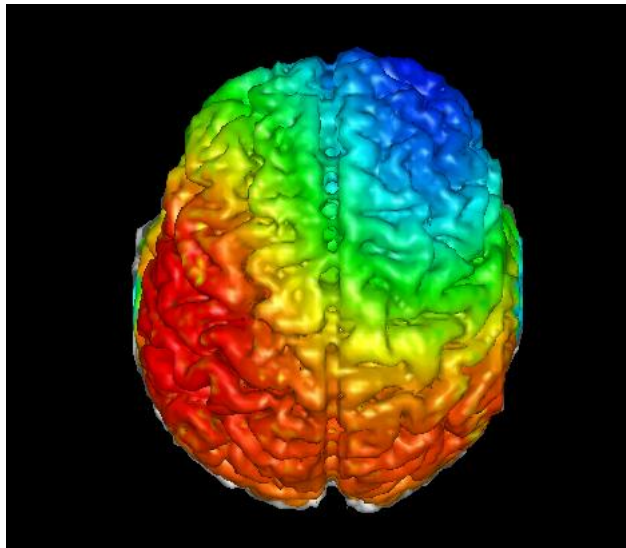
Rekonstrukcja danych MRI 3D



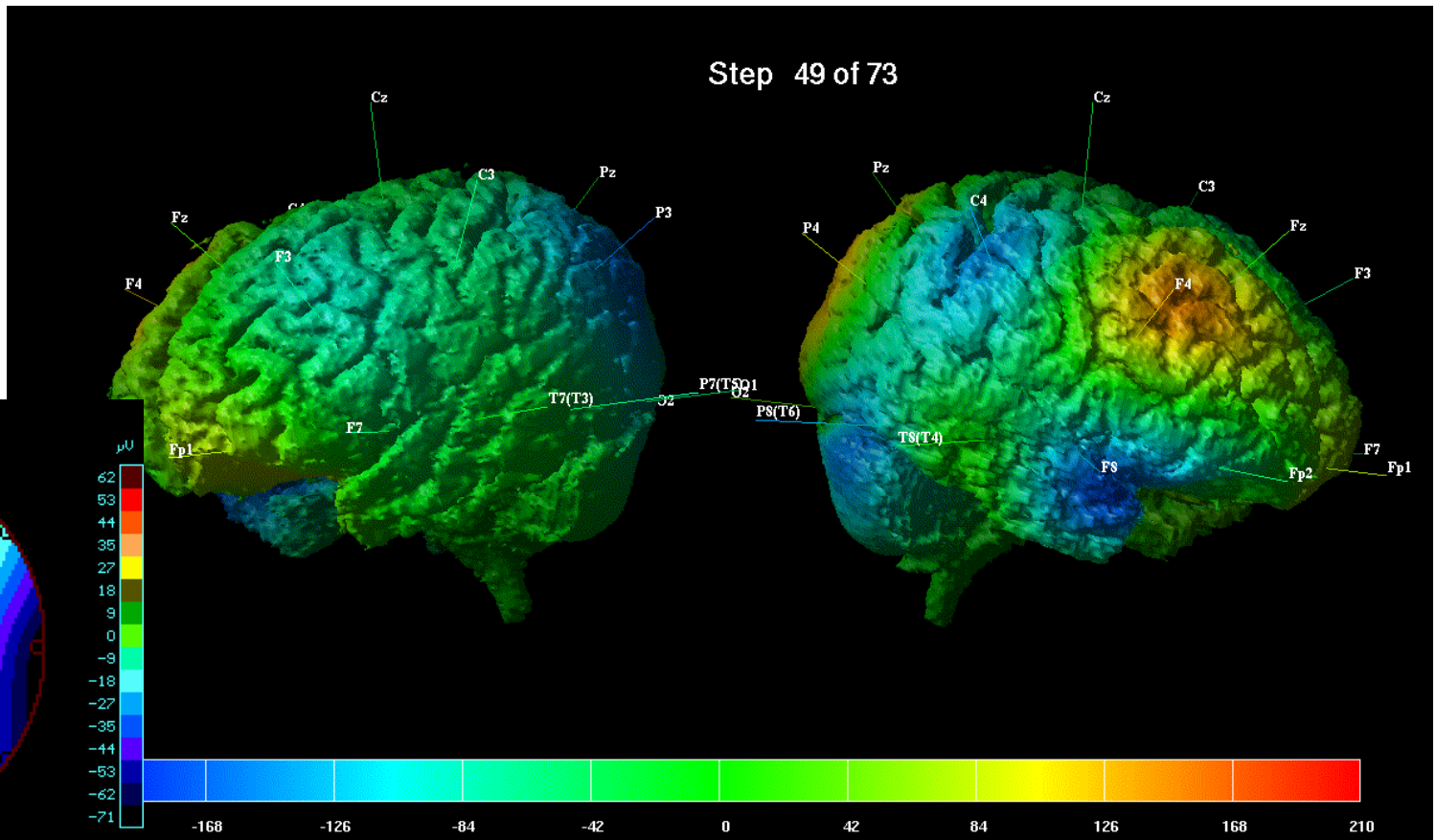
EEG mapa 2D



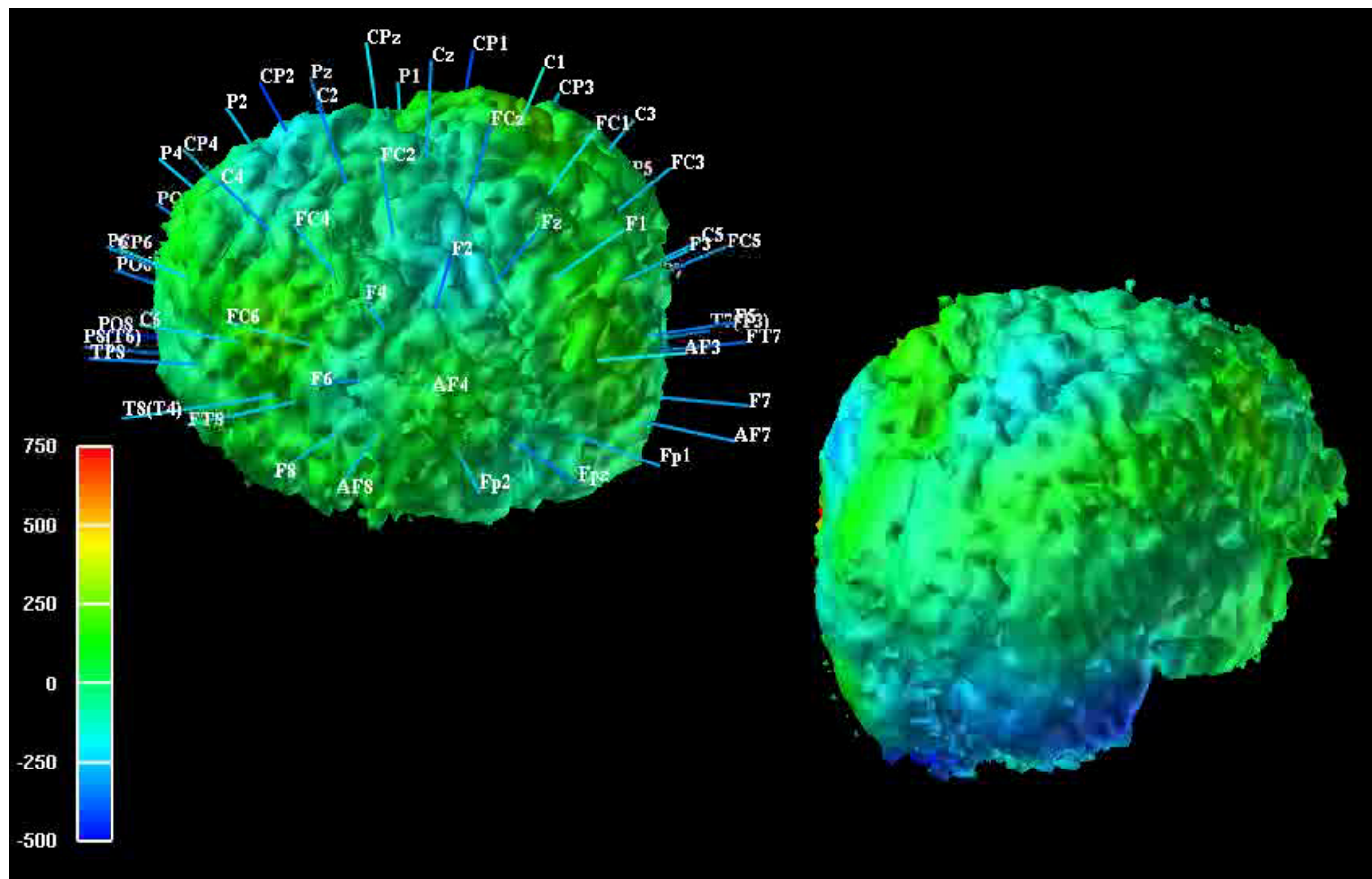
EEG + MRI mapa 3D



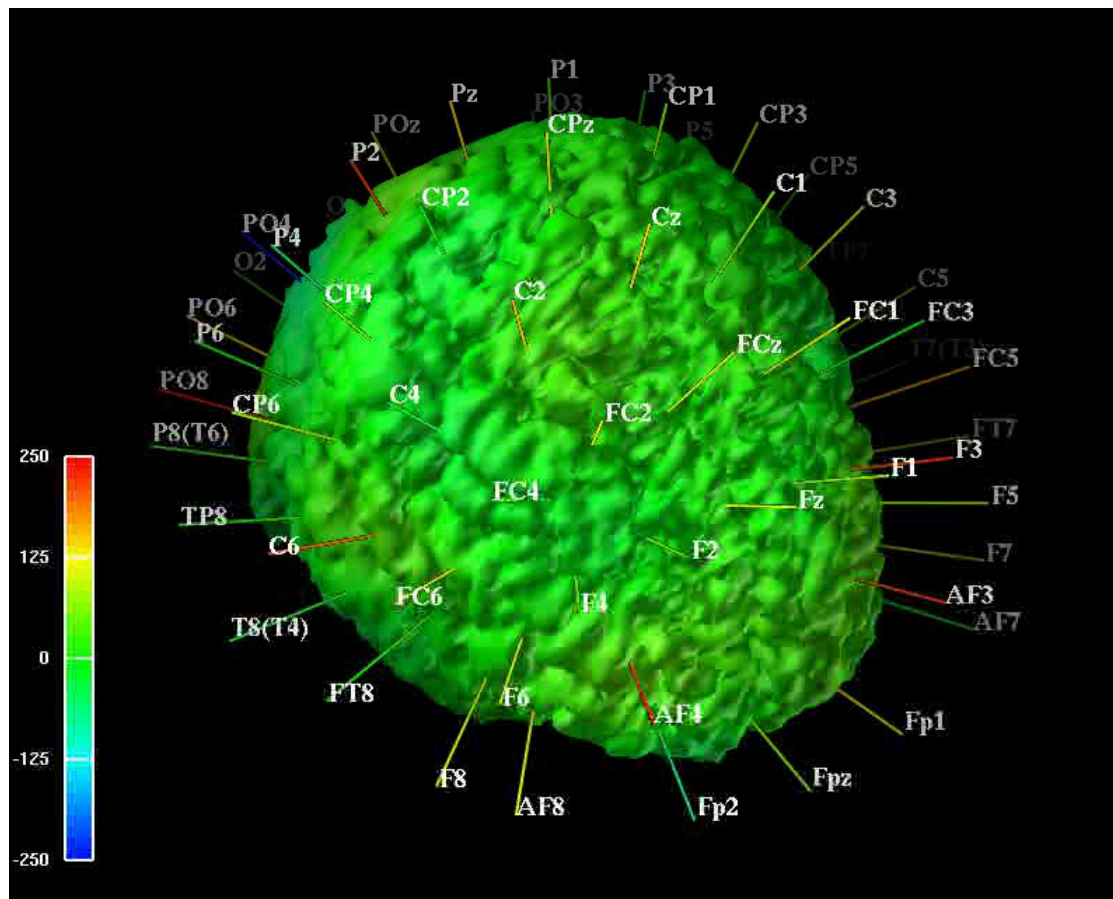
Mapa 3D – 1



EEG + MRI wizualizacja



EEG + MRI wizualizacja



Inne metody analizy danych elektrofizjologicznych

- Lokalizacja dipoli
- Tomografia Loreta
- Sieci neuronowe
- Metody nieliniowe