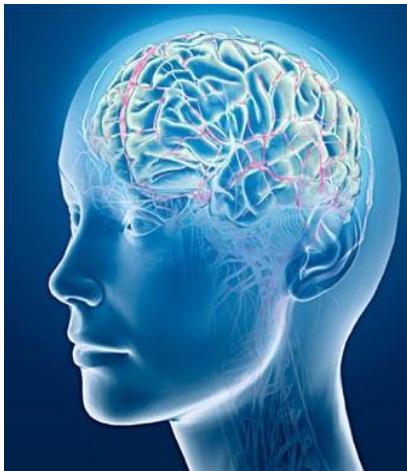


# 7. PŘEDNÁŠKA – SIGNÁLY MOZKU 1

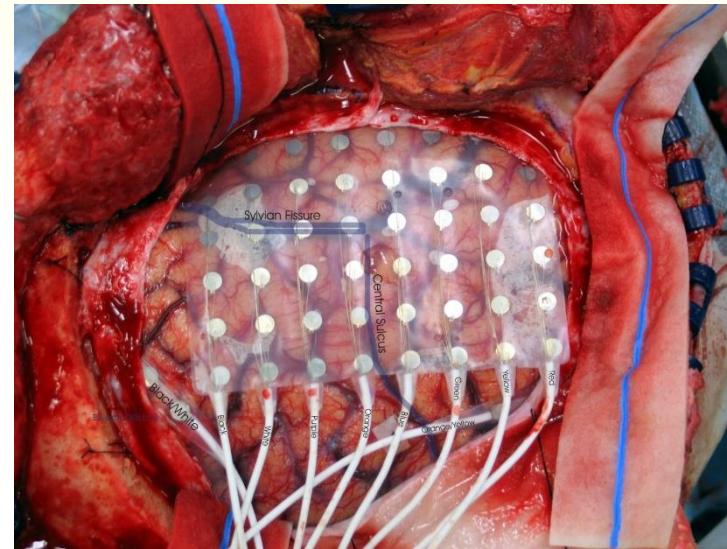
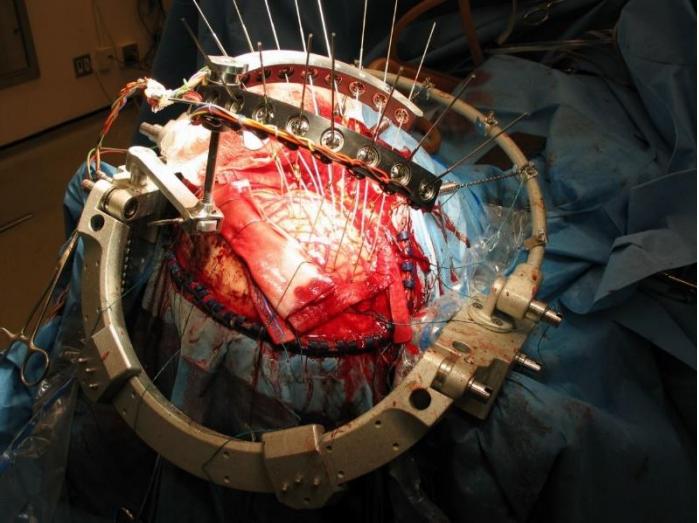
- **Elektroencefalogram EEG**
  - systém rozložení elektrod 10/20
  - základní typy zapojení
  - standardizace (snímání, přístroj, vyšetření)
- **Analýza EEG**
  - časová oblast
  - frekvenční oblast a mapování
- **Normální EEG**
  - ontogeneze
  - kazuistiky v EEG atlase
- **Zpracování EEG**
  - spektrální a korelační analýza
  - artefakty v EEG záznamech

# Elektroencefalogram EEG

- **elektroencefalogram** je (grafická) reprezentace časové závislosti rozdílu elektrických potenciálů, snímaných z elektrod umístěných zpravidla na povrchu hlavy (skalpu) které vznikají jako důsledek **spontánní** elektrické aktivity mozku

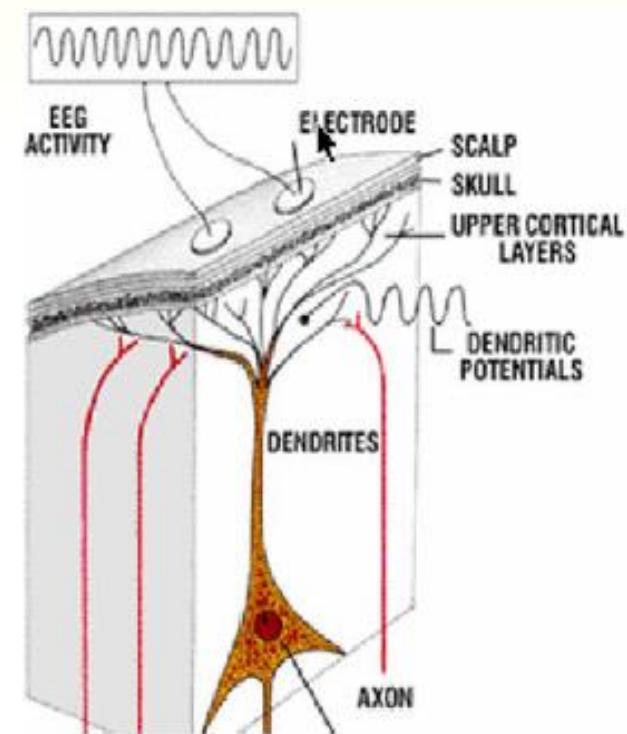
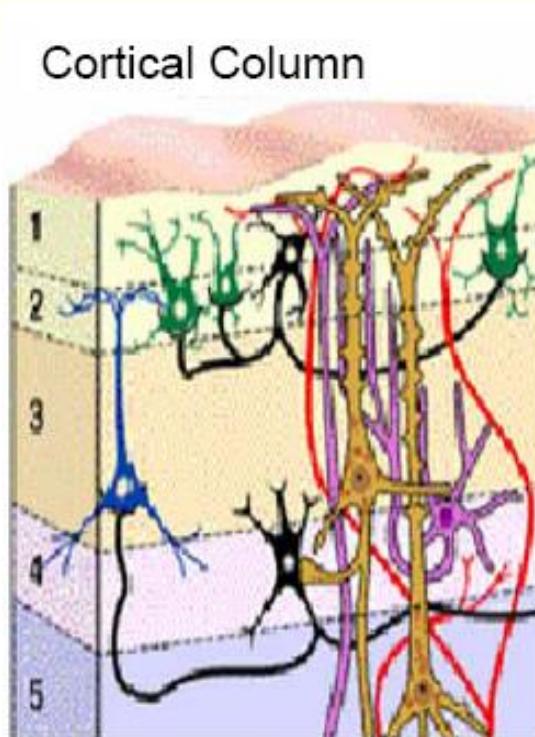


# Elektrokortikogram ECoG

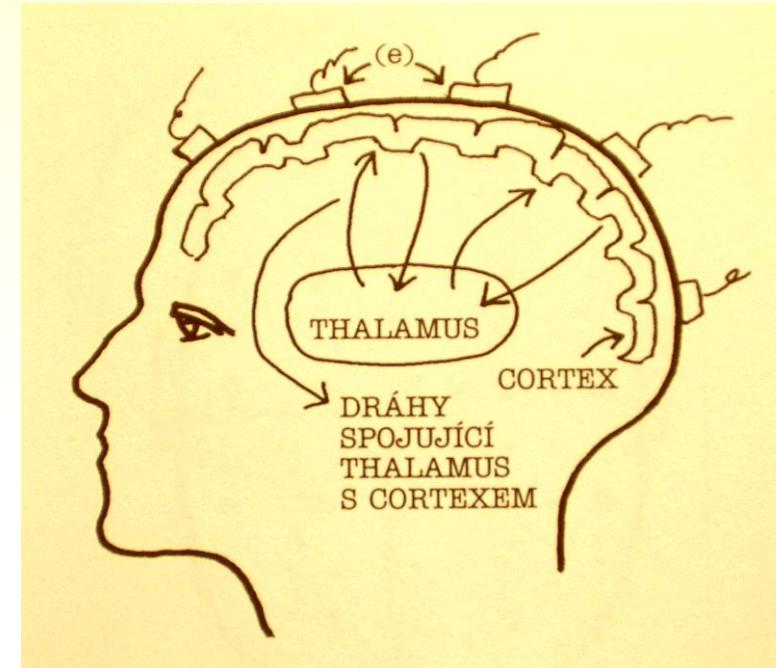
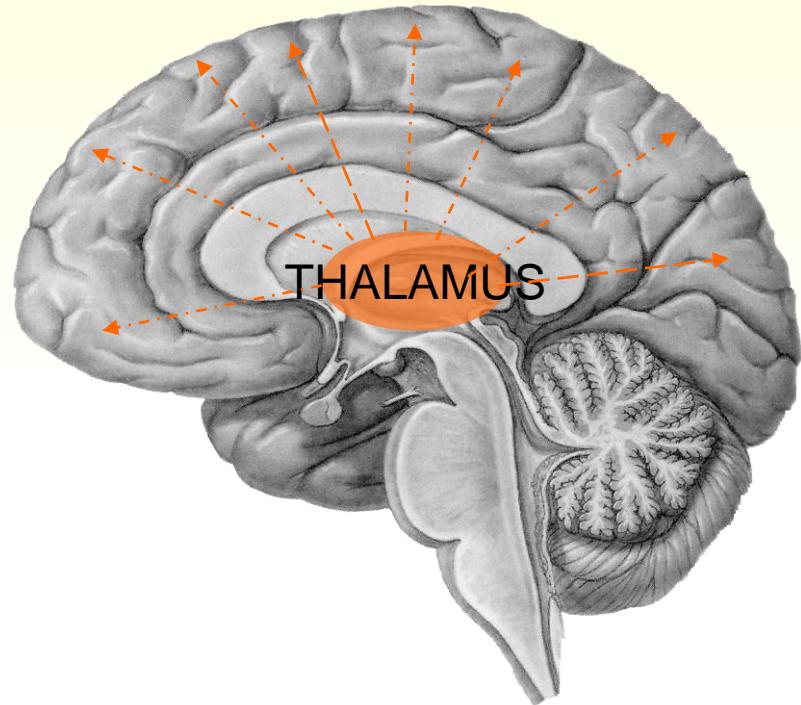


# Elektroencefalogram

- **EEG** – metoda, u níž se v každém svodu snímá střední úroveň vzniku lokální skupiny neuronů, které leží v určité oblasti mozkové kůry



# Elektrická aktivita mozku



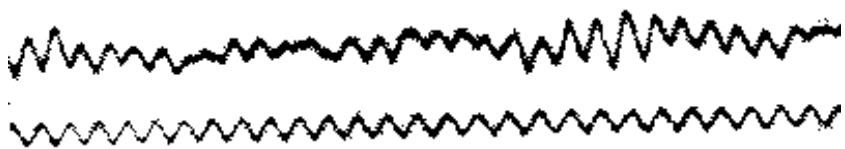
- Elektrická aktivita mozku vzniká synchronizací činnosti neuronů kůry mozku, především synchronizací membránových potenciálů synaptodendritických struktur. Zásadně do této činnosti zasahuje thalamus.

# **Elektroencefalogram**

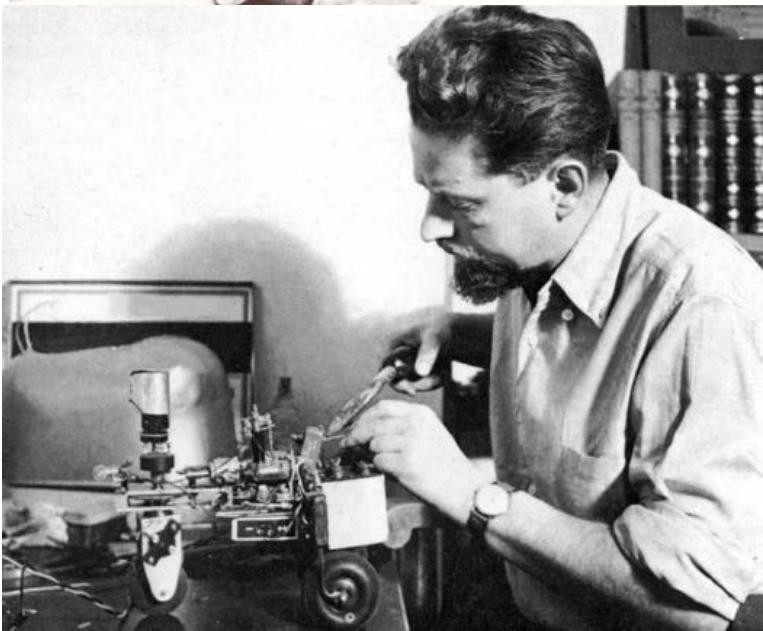
- **EEG umožňuje hodnotit:**
  - onemocnění epilepsií
  - různé formy poškození mozku
  - další poruchy centrální nervové soustavy
  - v řadě zemí se používá k definici mozkové smrti
  - BCI

# Historie EEG

- 2.pol. 19 stol.  
Richard Caton
- 1924  
**Hans Berger**

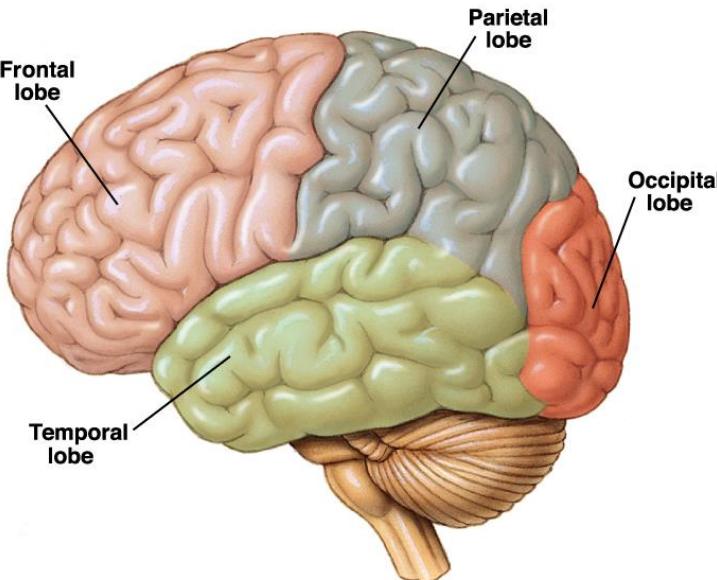
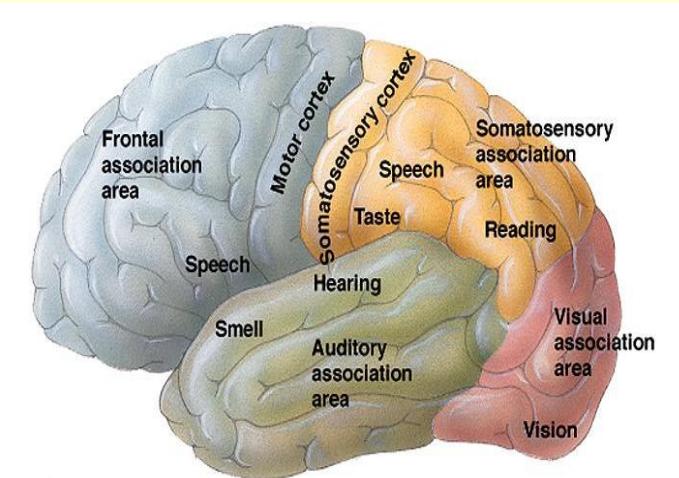


- 1950  
**William Grey Walter**
- 1958  
Herbert Jasper

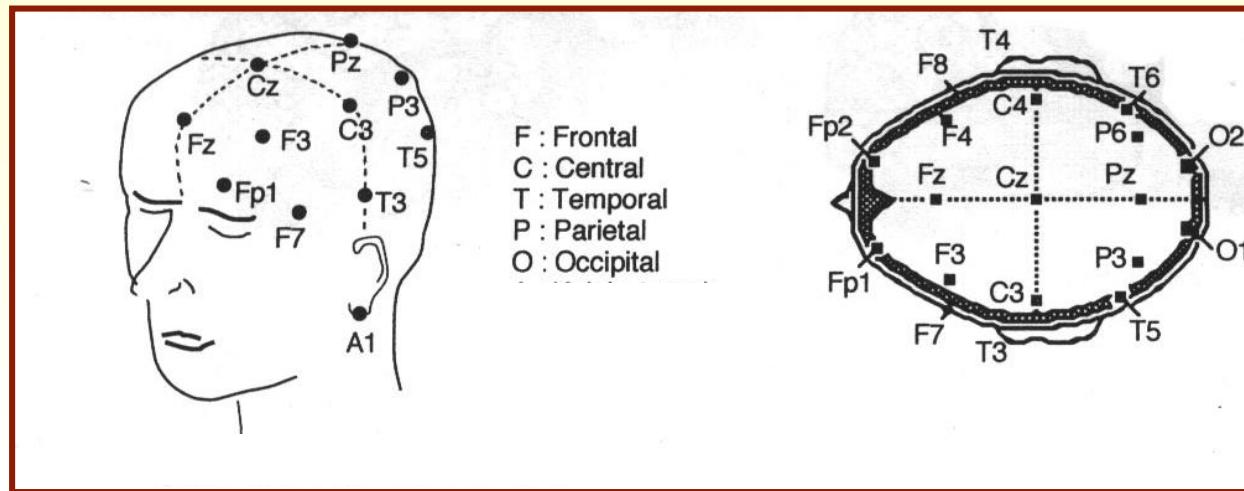


# MOZEK

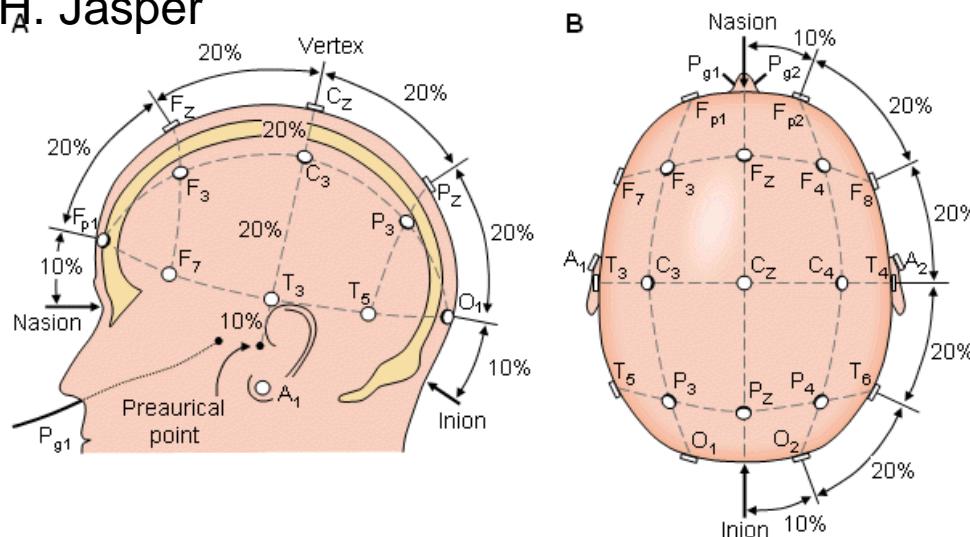
- laloky
  - čelní (frontální)
  - temenní (parietální)
  - týlní (occipitální)
  - spánkový (temporální)



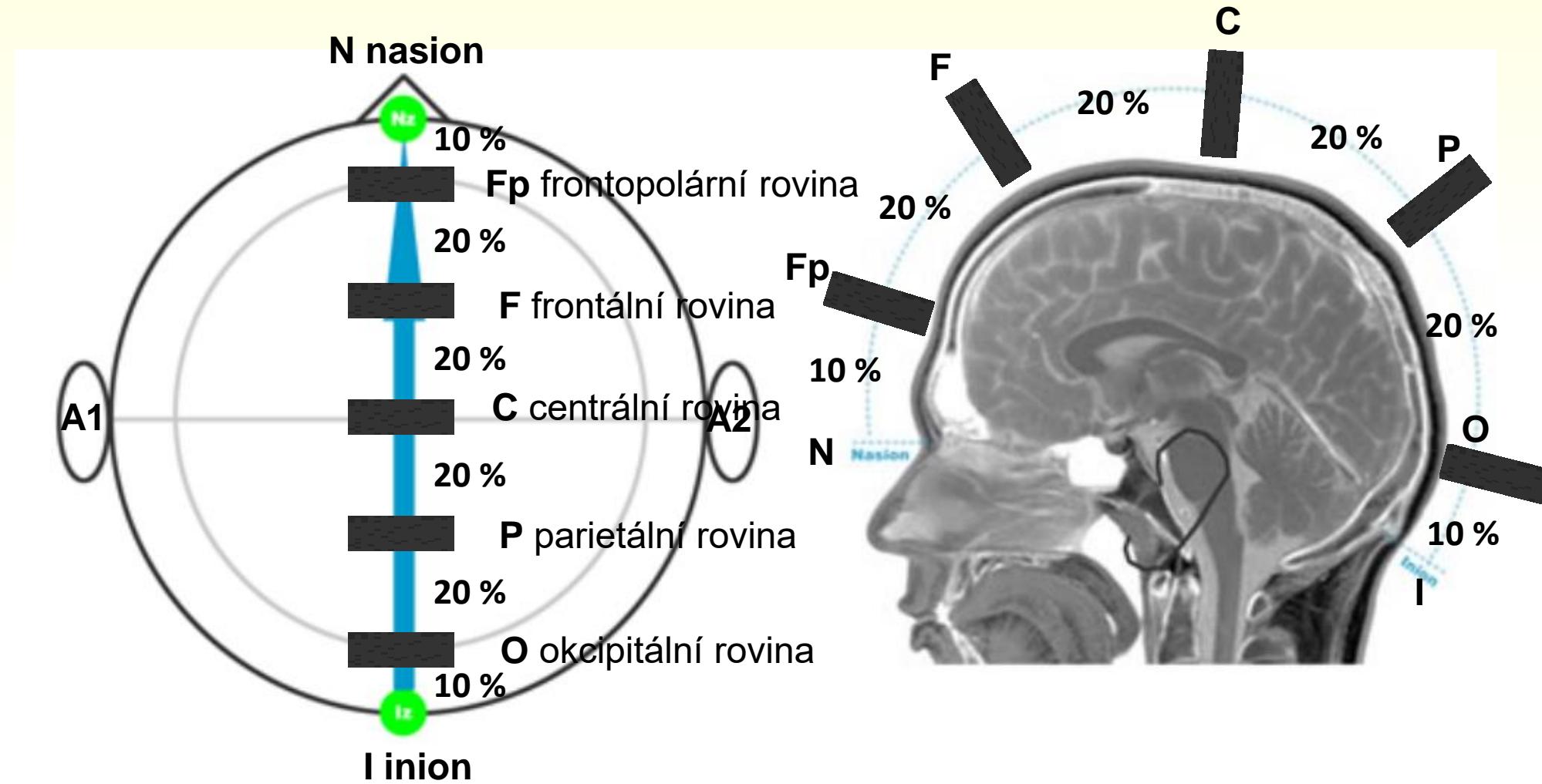
# Systém rozložení elektrod 10/20



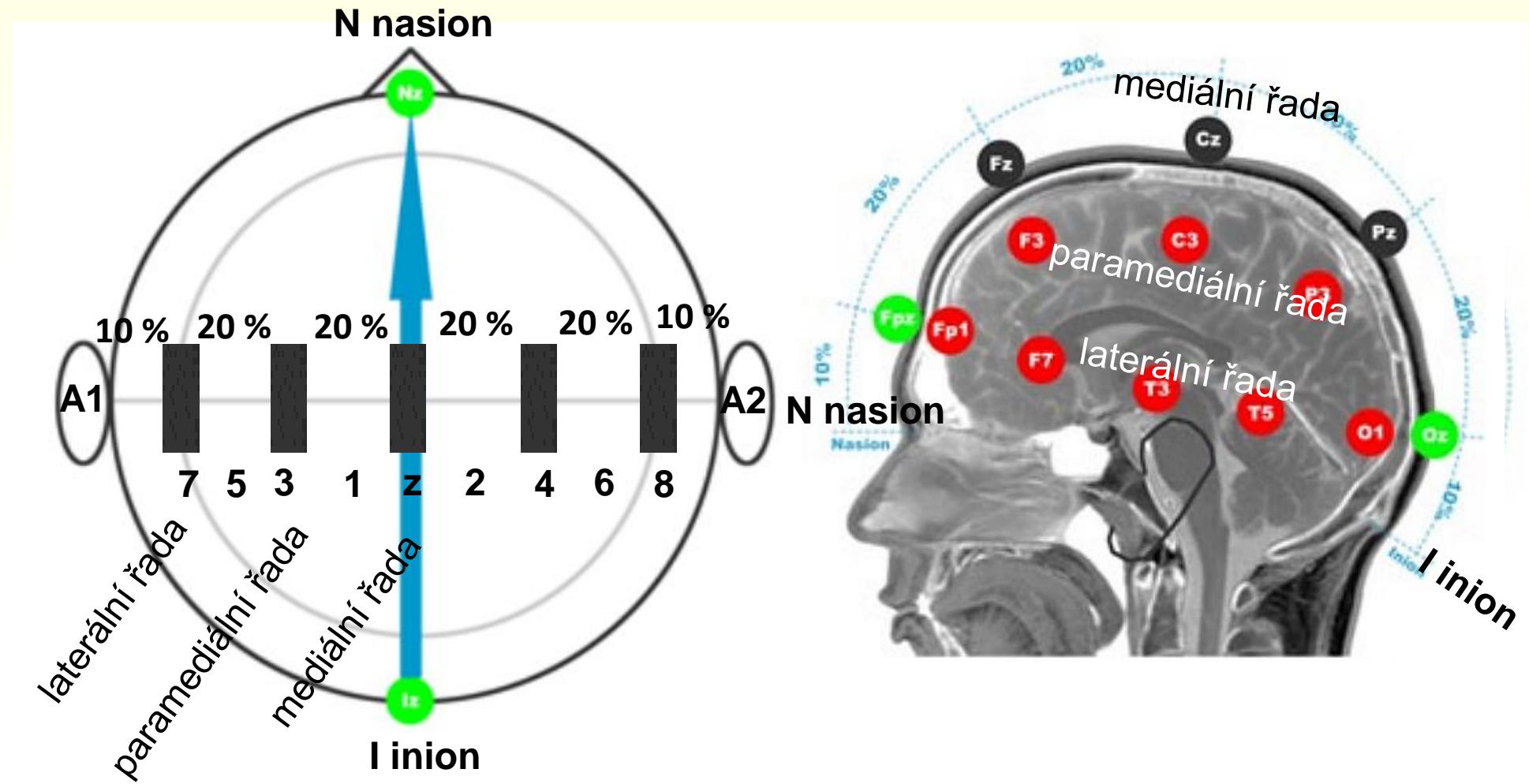
přijat v roce 1957, jeho autorem je doktor H. Jasper



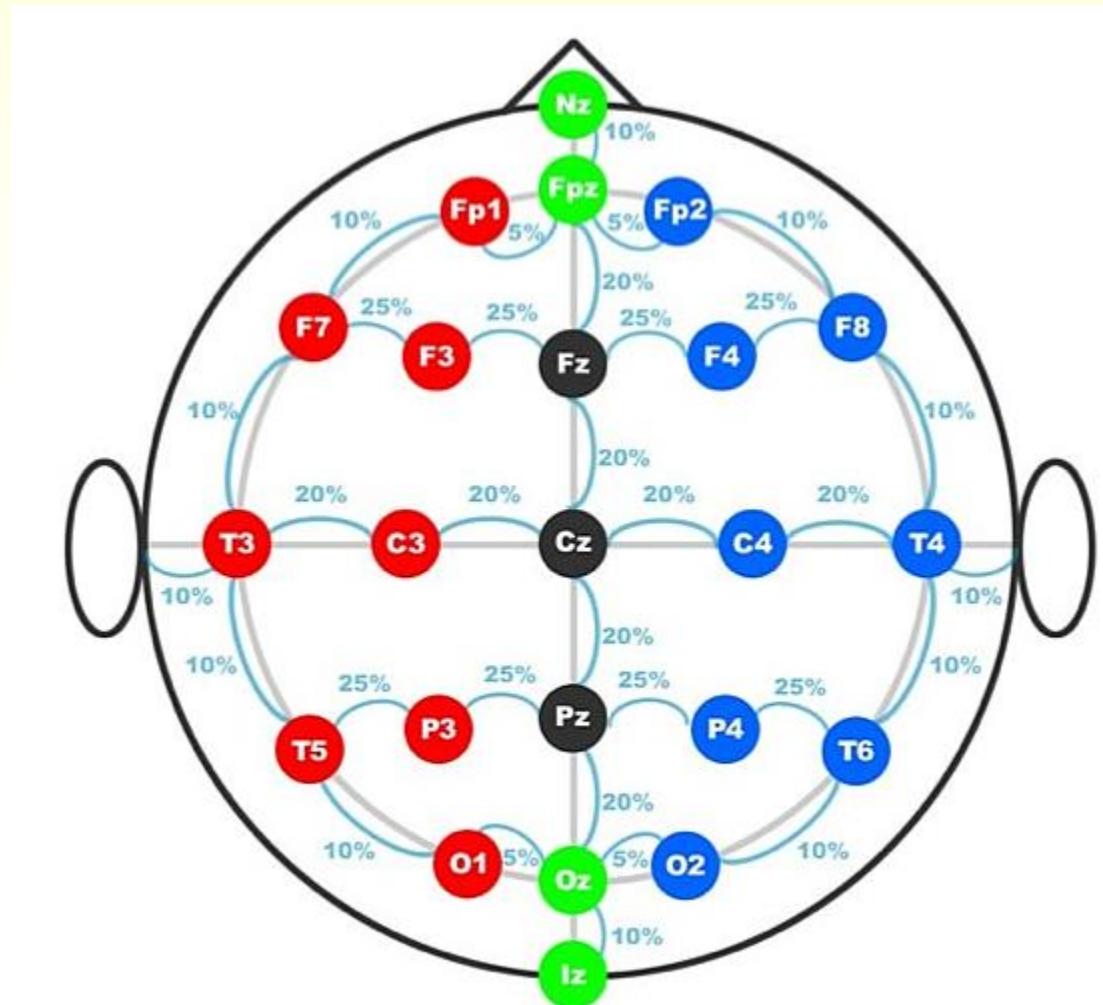
# Systém rozložení elektrod 10/20

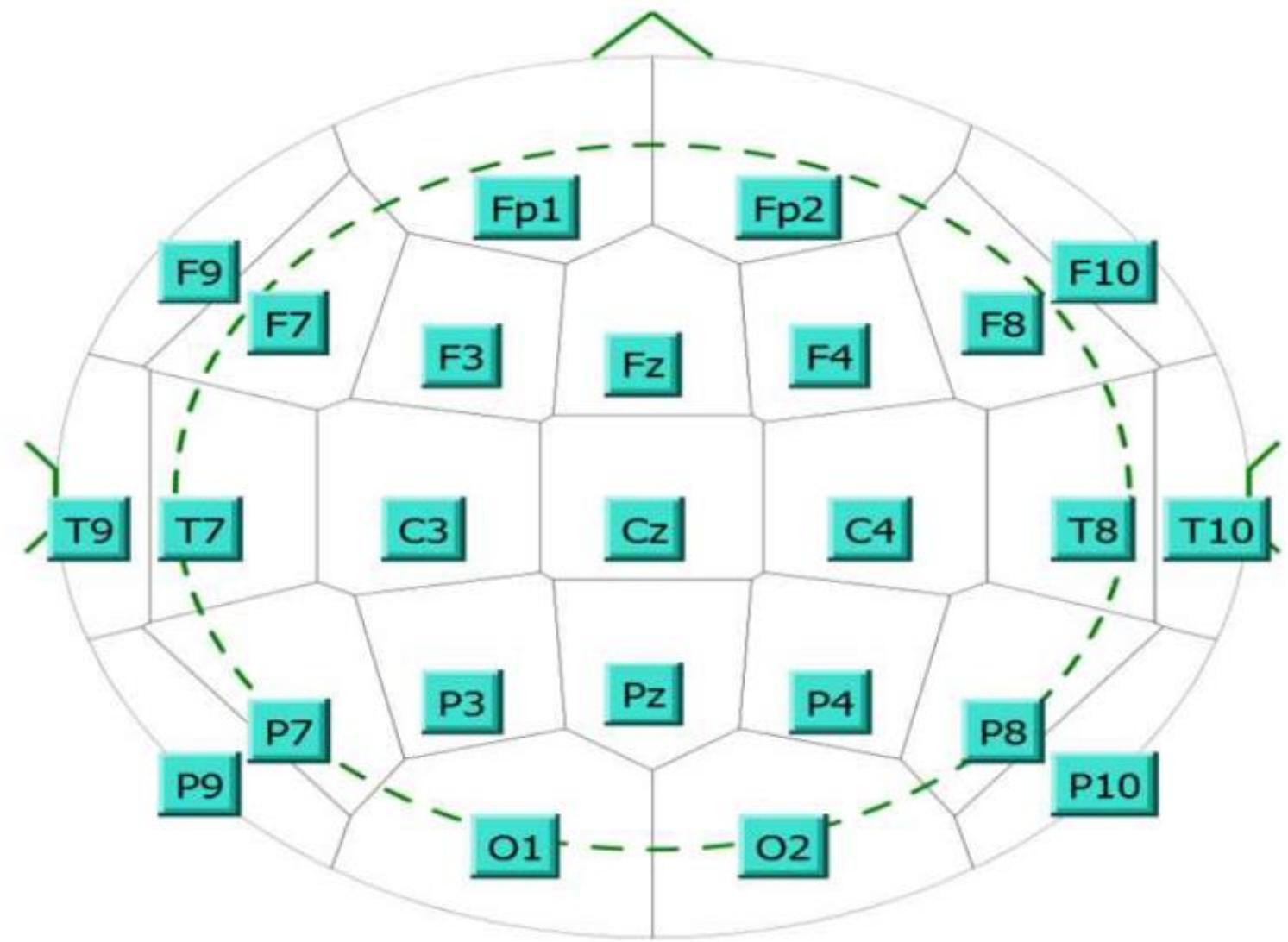


# Systém rozložení elektrod 10/20

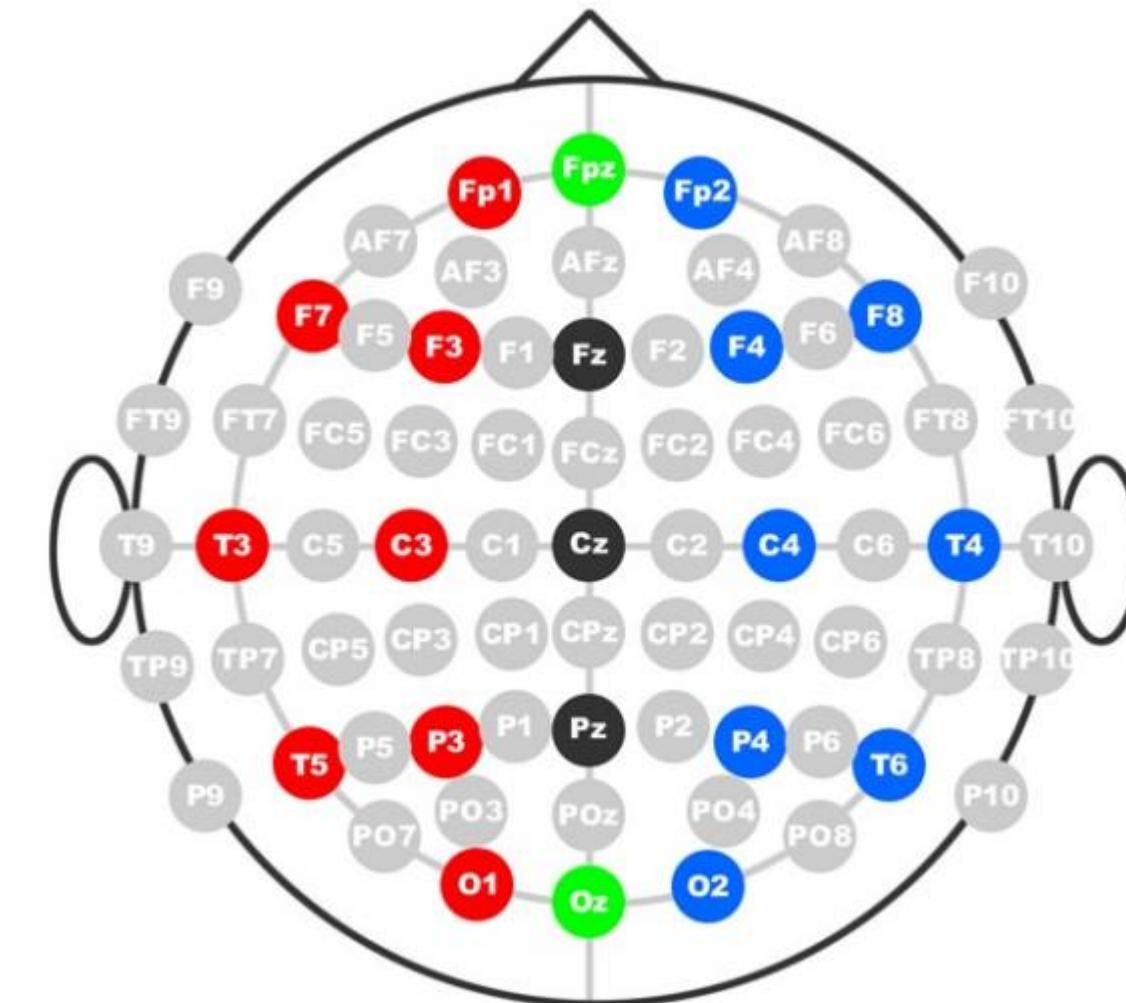


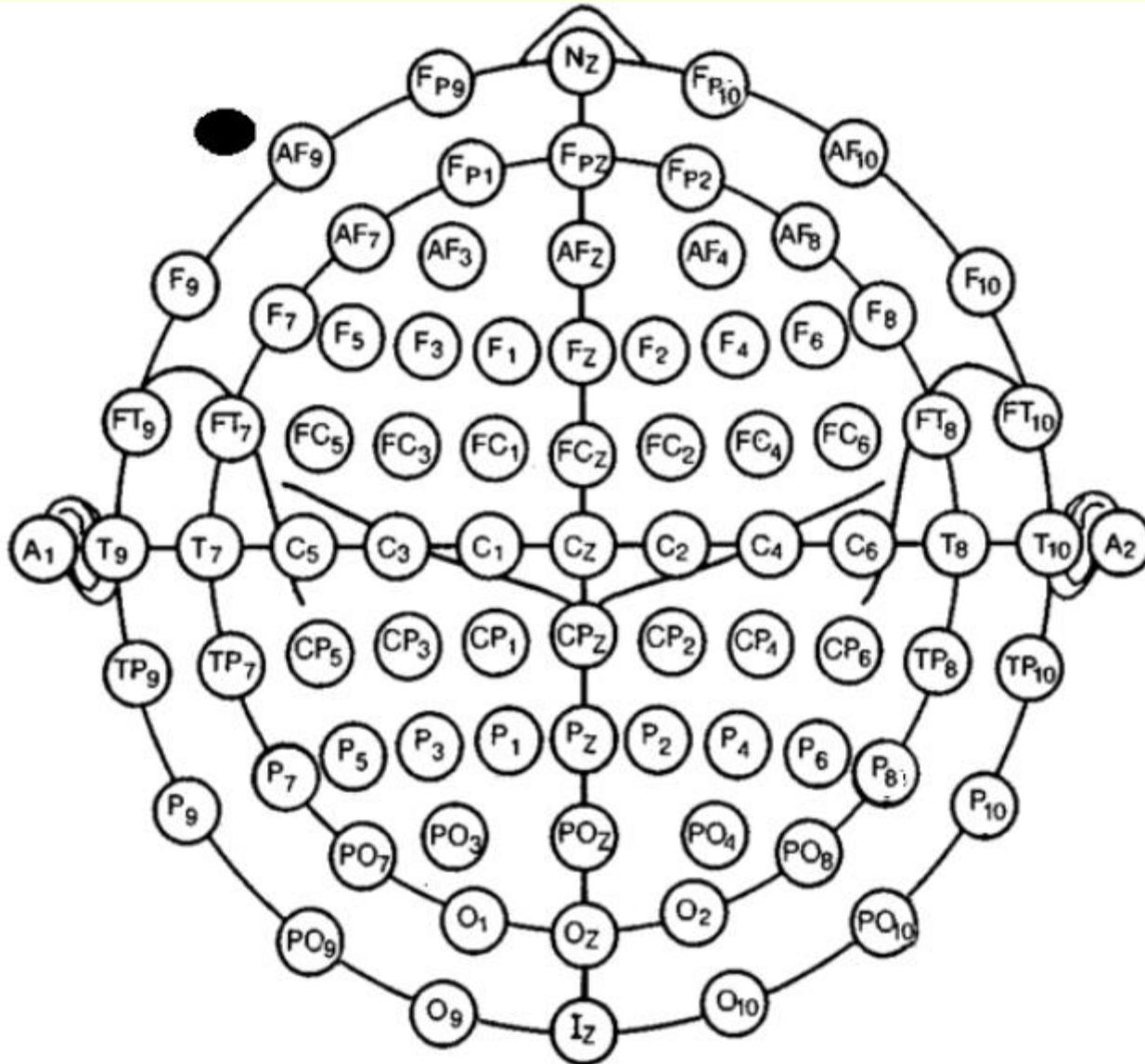
# Systém rozložení elektrod 10/20



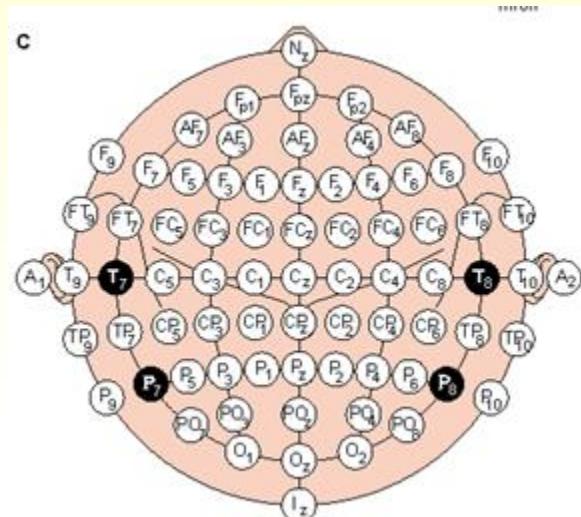


# Systém rozložení elektrod 10/10

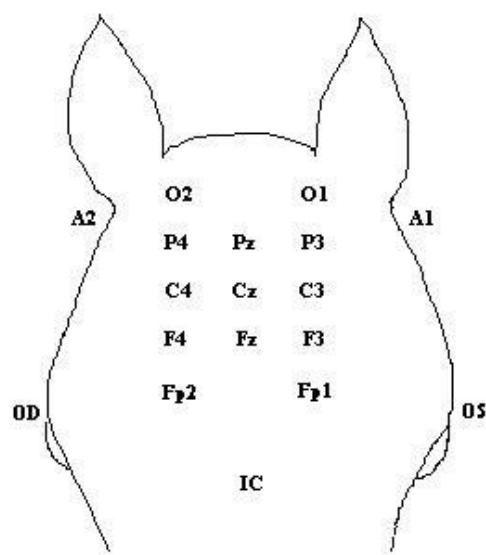




# Systémy rozložení elektrod

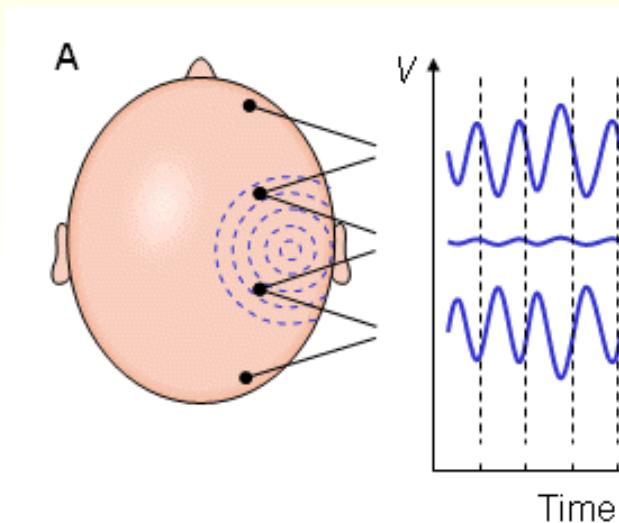


100 kanálový systém BrainScope

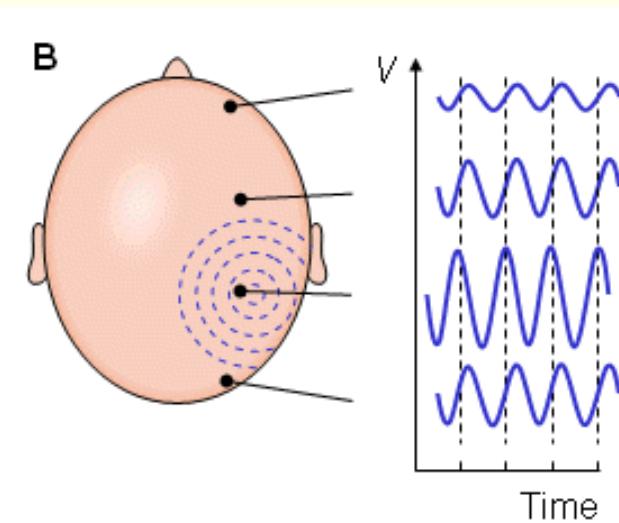


# Základní typy zapojení

- (A) Bipolární



- (B) Referenční



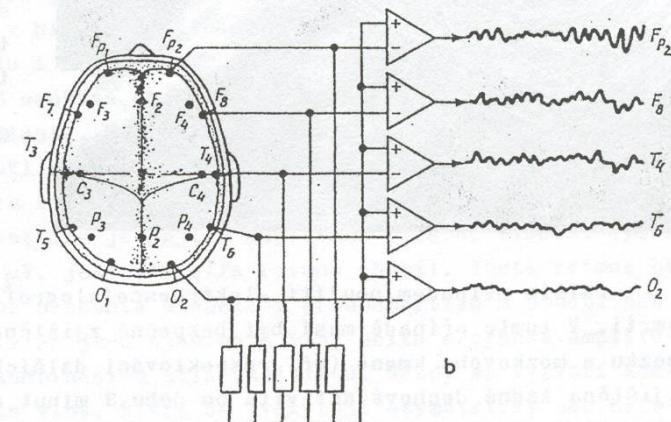
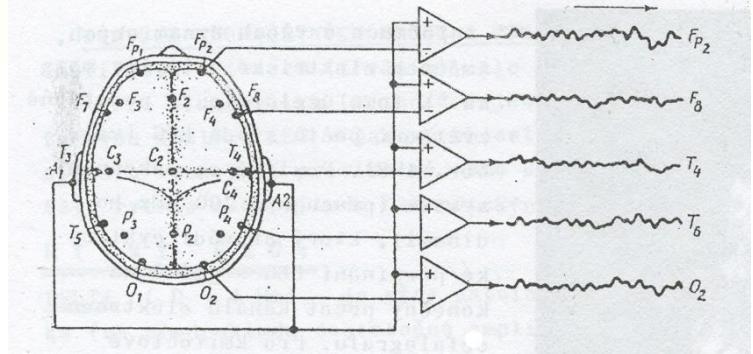
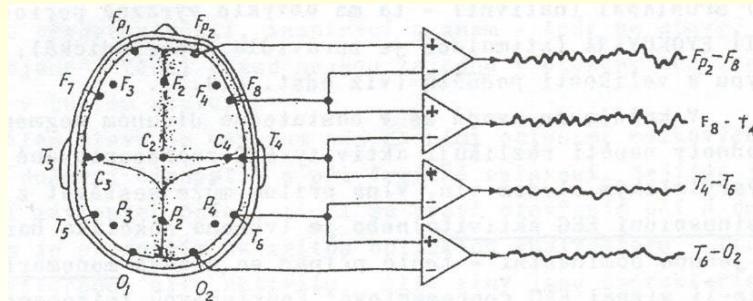
bipolární – určuje pouze relativní amplitudy a polarity; víceznačné ploché křivky; odolnější na artefakty; umožňuje přesnou lokalizaci ložiska

referenční – větší vlny, větší dynamika; horší lokalizace než u bipolárního zapojení; kontaminace referenční elektrody

Co je výhodnější? Není jednoznačné

# Základní typy zapojení

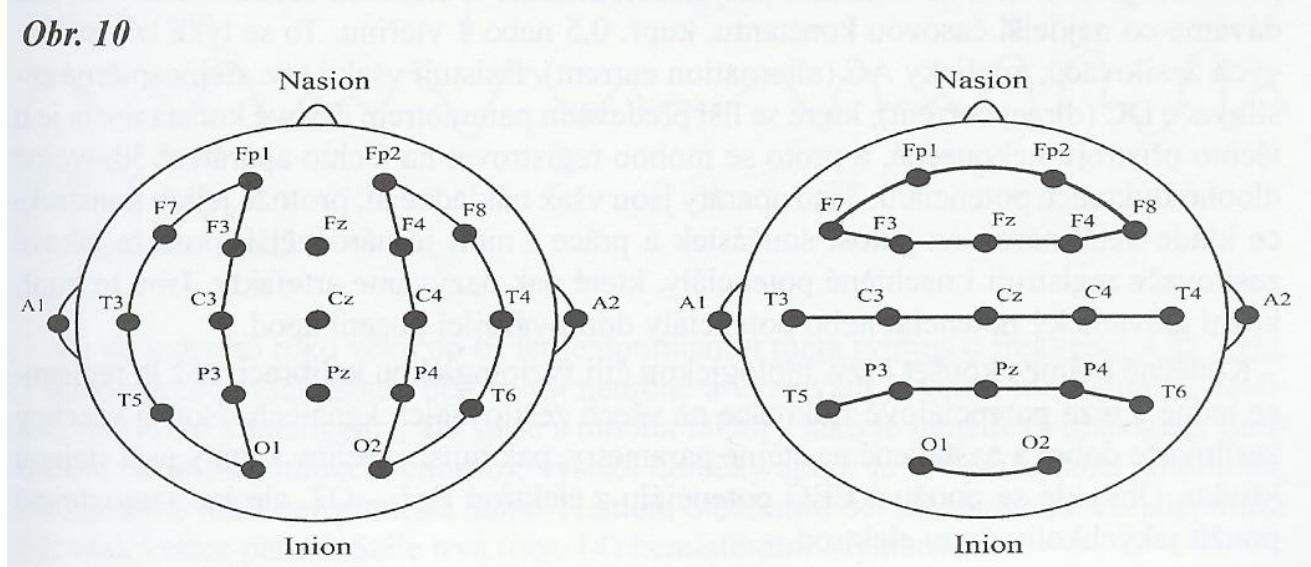
- (A) Bipolární
- (B) Referenční
- (C) Zprůměřovaný



# Základní druhy bipolárních zapojení

- longitudinální
- transverzální

Obr. 10



# Požadavky na metodologicky správné zapojení

- American Electroencephalographic Society: Guideline:
- použití standardních zapojení
  - referenční
  - bipolární longitudinální
  - bipolární tranzversální
- + další s ohledem na specifické potřeby laboratoře
- ... vedení vodičů, ... fotostimulace, hyperventilace

# Požadavky na EEG přístroj (AES)

- frekvenční obsah
  - spontánní EEG (0-70 Hz)
  - evokované potenciály (potenciály mozkového kmene až do 3 kHz)
- spodní hranice vzorkovací frekvence  $f_{vz}=200$  Hz
- mezní frekvence HP je 0,5 Hz
- mezní frekvence DP je 70 Hz
- síťový filtr používat minimálně
- dynamický rozsah  $\pm 500 \mu\text{V} \Rightarrow$  (kvantování na 12 bitů)
- minimální počet kanálů je 8

# Hodnocení EEG a způsoby zobrazení

- nativní záznam
- aktivační metody
- celkem alespoň 20 min

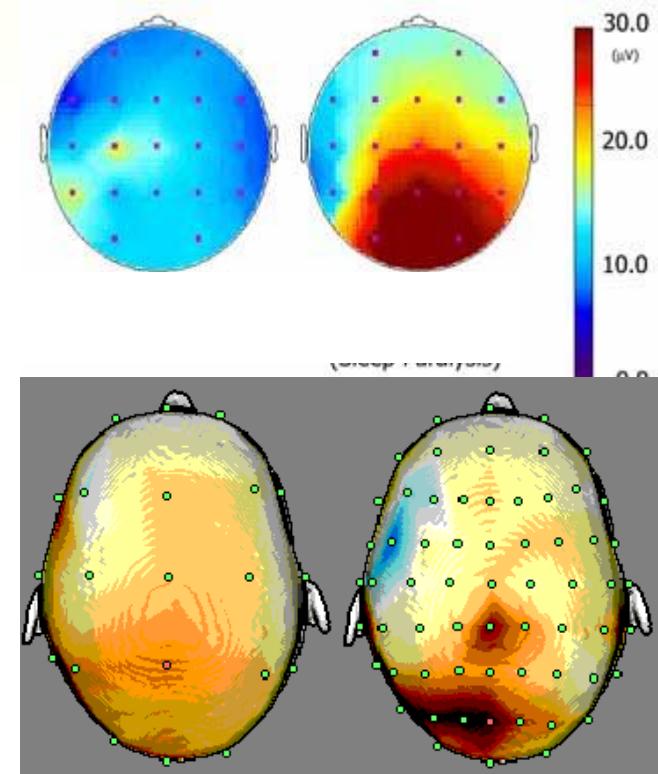
# Aktivační metody

- hyperventilace
- fotostimulace
- spánková deprivace
- ...

# Hodnocení EEG a způsoby zobrazení

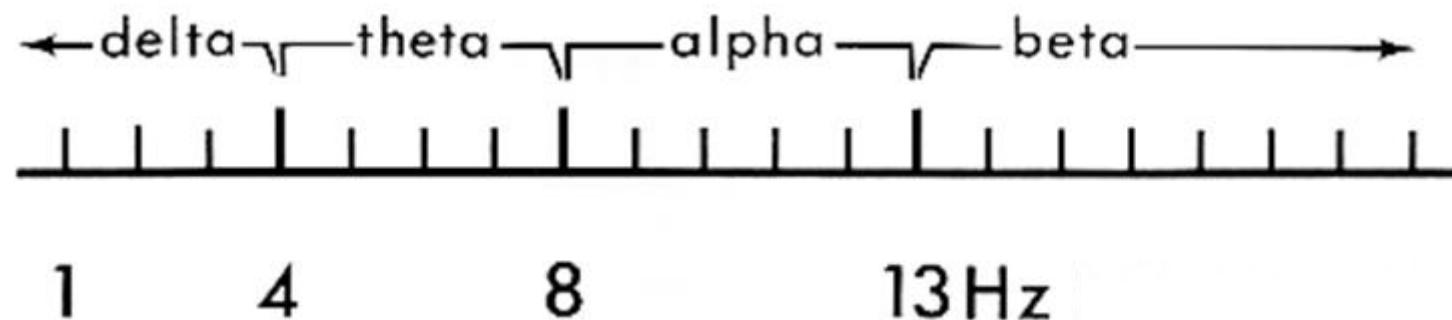
- nativní záznam
- aktivační metody
- celkem alespoň 20 min

- časová oblast
- frekvenční oblast
- mapování



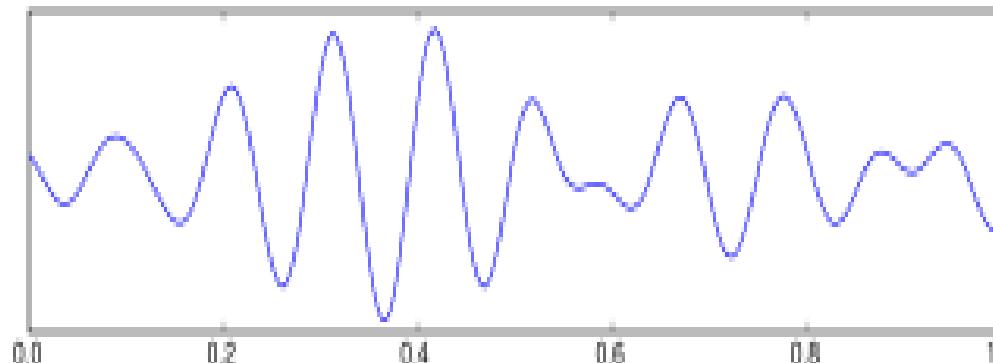
# Hodnocení EEG v časové oblasti

- morfologie (tvary) vln
- amplituda
- frekvence
  - rytmická aktivita se klasifikuje jako
    - Delta - do 4 Hz
    - Theta - 4 - 8 Hz
    - Alpha - 8 - 13 Hz
    - Beta - 13 - 30 Hz



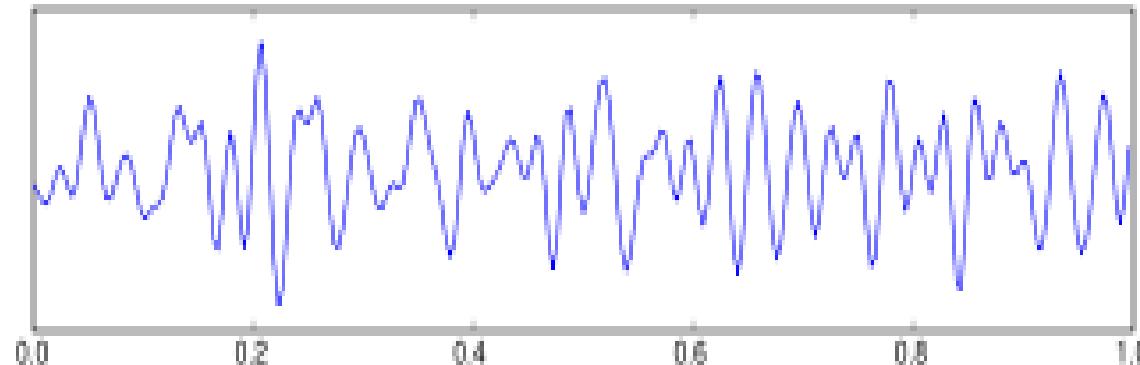
# Alfa vlny

- Charakteristika:
  - frekvence: 8 -13 Hz
  - amplituda: 20 - 100  $\mu$ V
- Lokalizace: okcipitálně
- Stav: relaxované bdění
  - alfa vlny nejsnáze pozorujeme v klidu, v sedě, se zavřenýma očima (u některých lidí to nefunguje)
  - při otevření očí dochází k potlačení alfa aktivity



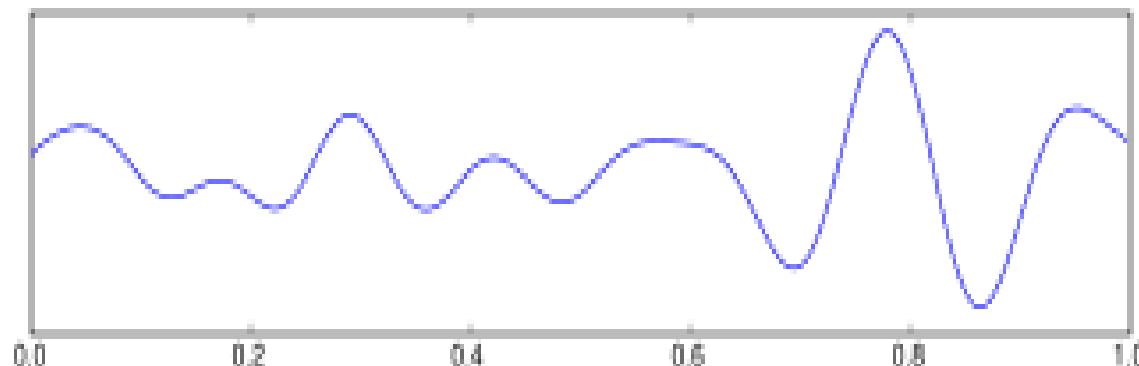
# Beta vlny

- Charakteristika:
  - frekvence: 14-30 Hz
  - amplituda: 2-20  $\mu$ V
- Lokalizace: frontálně
- Stav: duševní aktivita
  - nejčastější vlny



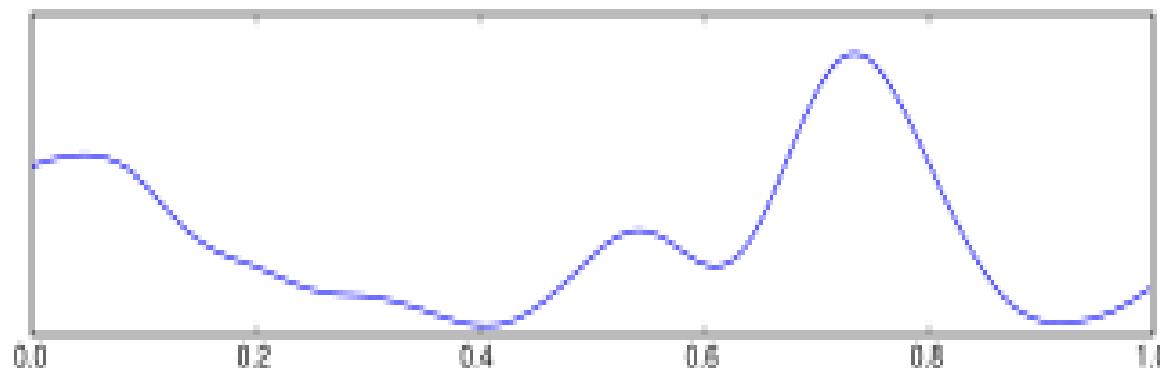
# Theta vlny

- Charakteristika:
  - frekvence: 4 - 8Hz
  - amplituda: 20 - 100 $\mu$ V
- Lokalizace: frontálně, centrálně
- Stav: usínání
  - běžnější u dětí
  - některé studie uvádí vztah k emocím



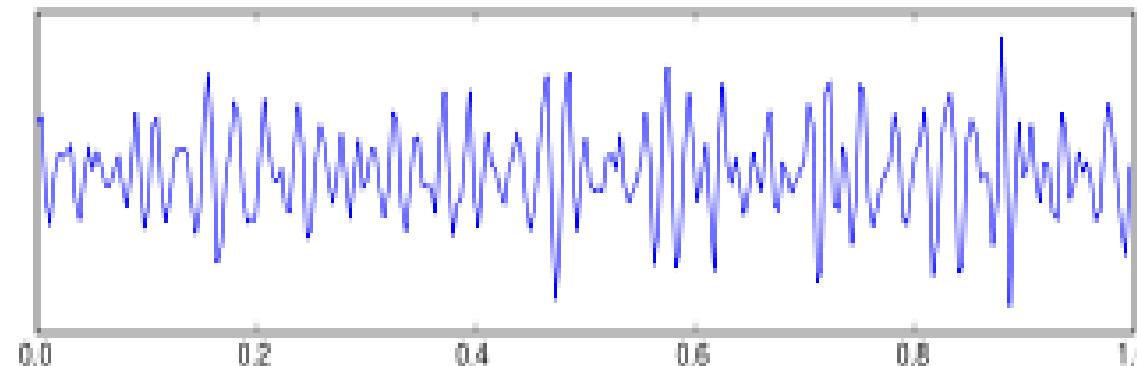
# Delta vlny

- Charakteristika:
  - frekvence: .5 – 4 Hz
  - amplituda: 20 – 200 $\mu$ V
- Stav: spánek
  - u většiny lidí v hlubokém spánku
  - abnormální chování mozku, tumor, ...



# Gama vlny

- Charakteristika:
  - frekvence: 30-50 (70) Hz
  - amplituda: 3-5 $\mu$ V
- Lokalizace: centrálně, okcipitálně
- Stav: volní pohyb, myšlení
  - předmětem výzkumů



# Méně běžné vlny

- **Mu vlny:**
  - frekvence: 8-13Hz
  - lokalizace: centrálně
  - stav: zvýšená pozornost
    - ostré špičky se zakulacenou spodní částí
- **Lambda vlny:**
  - amplituda: 20-50 $\mu$ V
  - trojúhelníkový tvar

# **Normální EEG**

# Ontogeneze

- 0 - 1 nepravidelná delta
- 1 - 3 dominantní théta 4-7 Hz
- 3 - 6 prealfa v pásmu théta vln 6-8 Hz  
(tlumení otevřením očí)
- 5 - 7 objevuje se alfa

# **Normální EEG v dospělosti**

- základní rytmus - alfa aktivita (8-13 Hz, ampl. 30-80  $\mu$ V)
- alfa aktivita - vlastnost zdravého, bdělého, zralého mozku při zavřených očích
- mírná asymetrie - ascendenta strmější než descendenta
- při mentální zátěži větší symetrie

# Normální EEG – typy vln

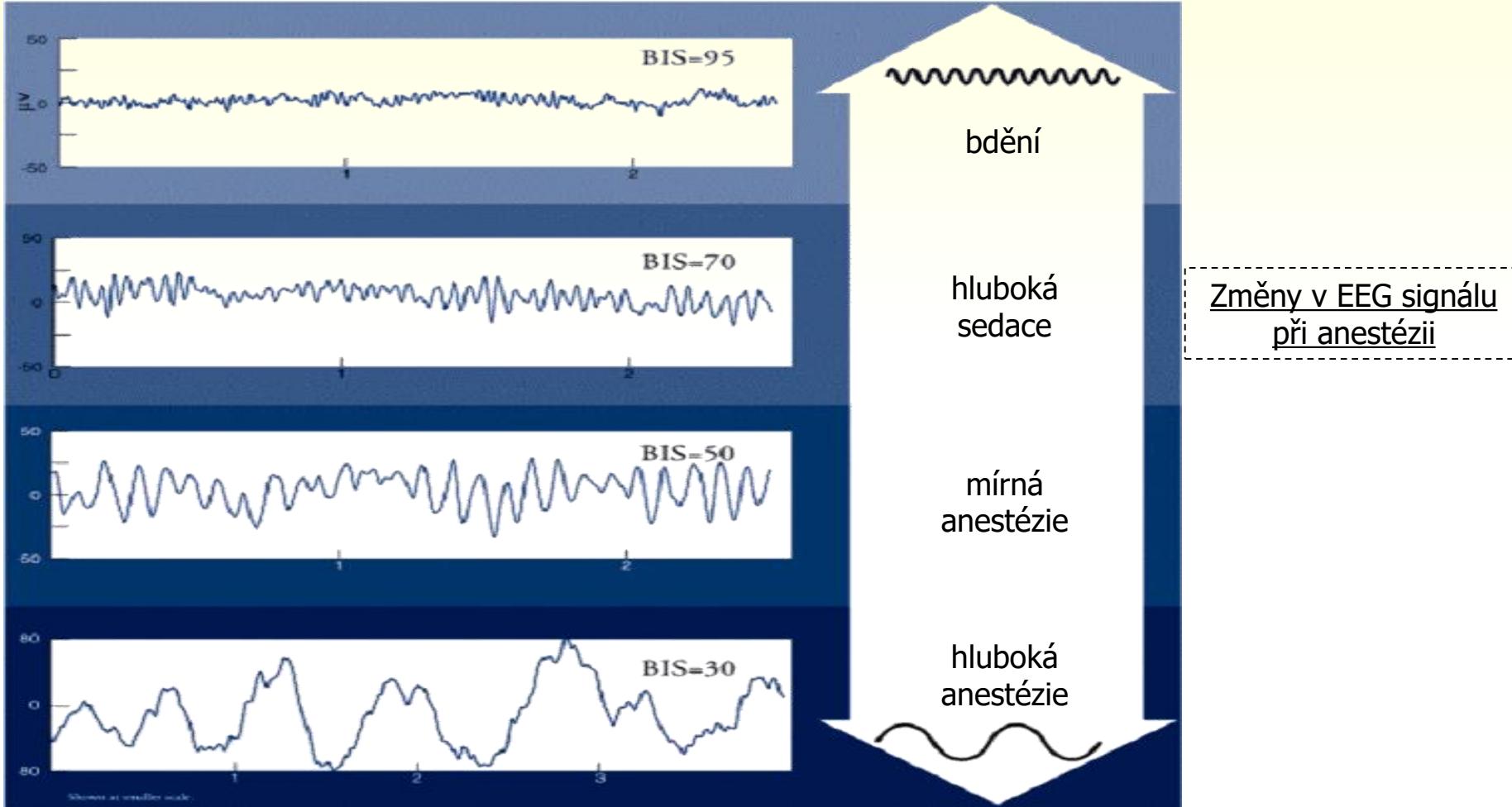
<b>Rytmus</b>	<b>Frekvence (Hz)</b>	<b>Amplituda (uV)</b>	<b>Stav &amp; Lokatizace</b>
Alpha(α)	8 – 13	50 – 100	dospělí, relaxované bdění, zavřené oči. okcipitálně
Beta(β)	14 - 30	20	dospělí, duševní aktivita frontálně
Theta(θ)	4 – 7,5	nad 50	děti, dospělí při usínání, úzkost frontálně, centrálně
Delta(δ)	0,5 – 3,5	nad 50	spánek

# **Analýza EEG v neurologii**

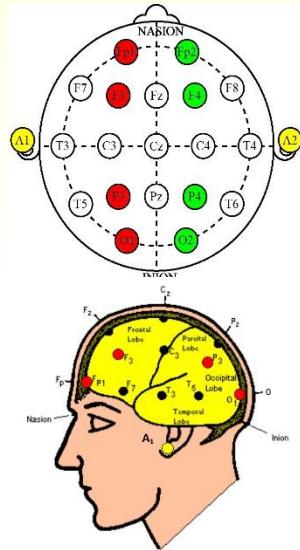
## **3 hlavní oblasti zájmu:**

- spontánní nezáchvatovitá aktivita (neparoxysmální, background)
- spontánní záchvatovitá aktivita (paroxysmální)
- evokované potenciály

# Monitorování hloubky anestézie



# Laboratoř



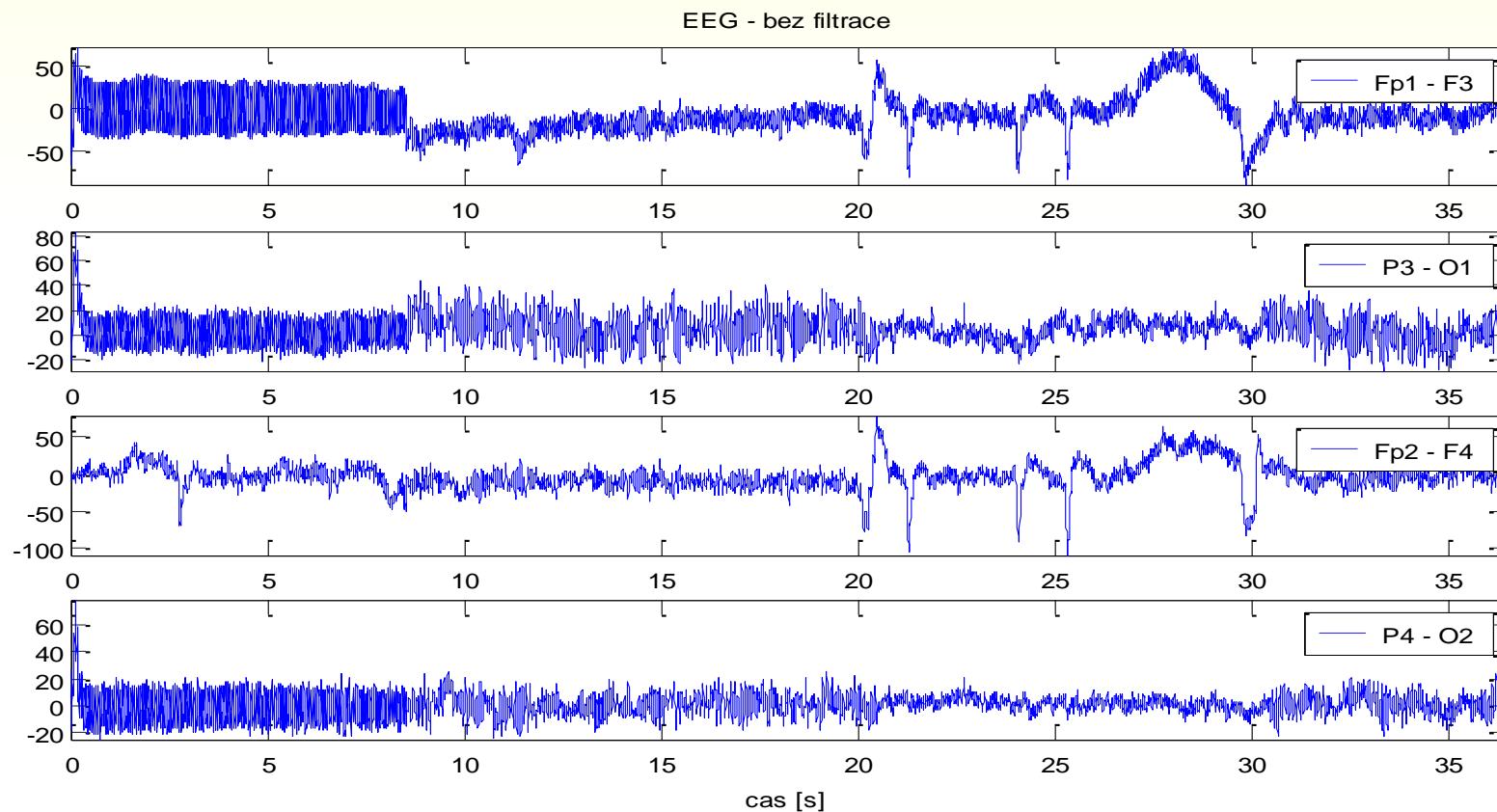
**Struktura dat:**  $f_s=200$  Hz

1. sloupec ...  $Fp_1-F_3$  [ $\mu$ V] - levý frontál
2. sloupec ...  $P_3-O_1$  [ $\mu$ V] - levý okcipitál
3. sloupec ...  $Fp_2-F_4$  [ $\mu$ V] - pravý frontál
4. sloupec ...  $P_4-O_2$  [ $\mu$ V] - pravý okcipitál

# Laboratoř

1. Zobrazení EEG svodů v časové oblasti

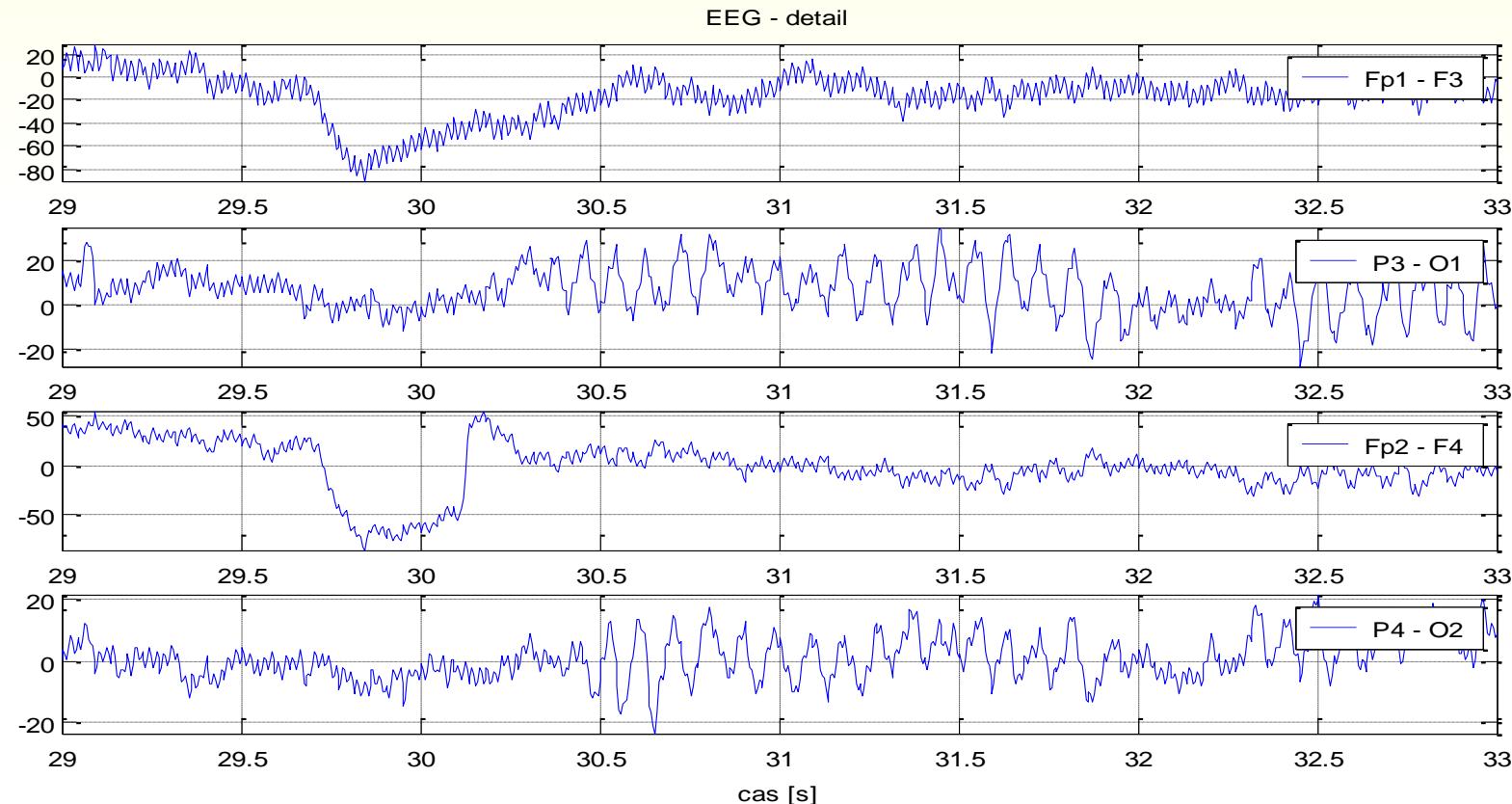
$fs = 200$ ;



# Laboratoř

2. Zobrazení časových detailů,  
např. přechod otevřené-zavřené očí

zac=29;  
kon=33;  
eeg\_det=eeg(zac\*fs:kon\*fs,:);



# Laboratoř

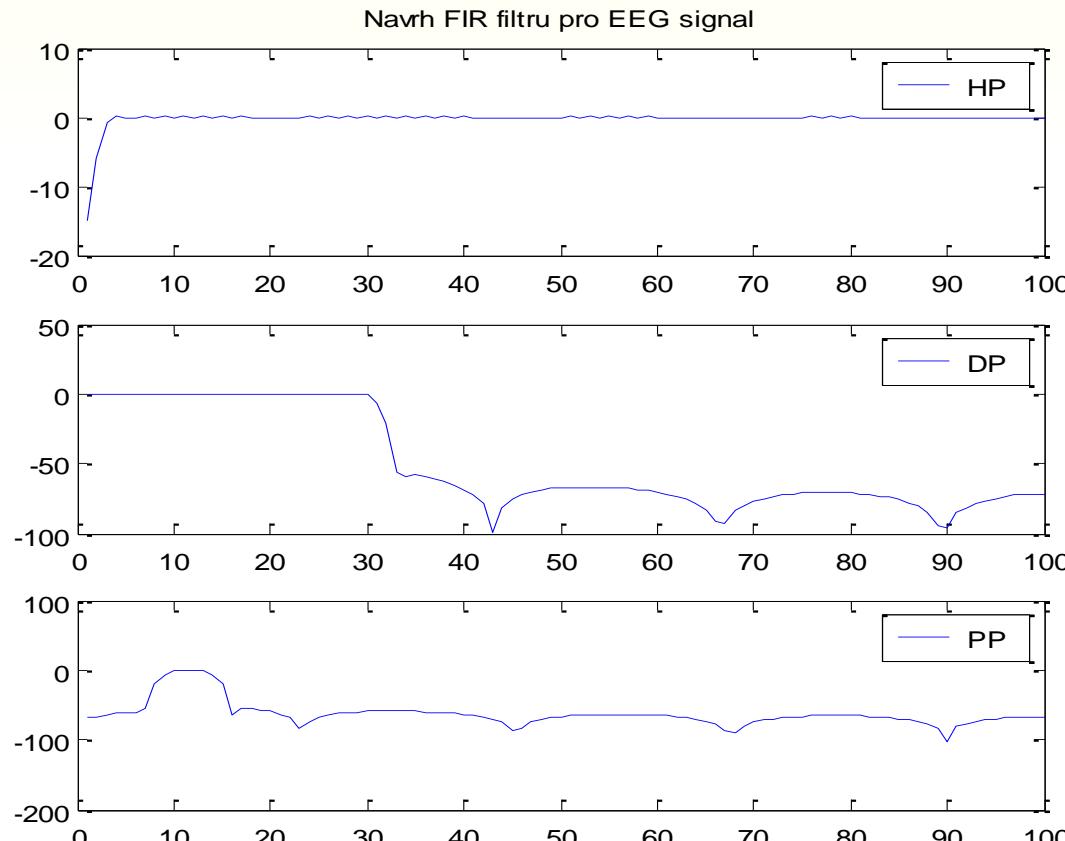
## 3. Návrh filtrů pro potlačení nf a vf rušení

N=190;

b\_hp = fir1(N,2\*1/fs,'high');

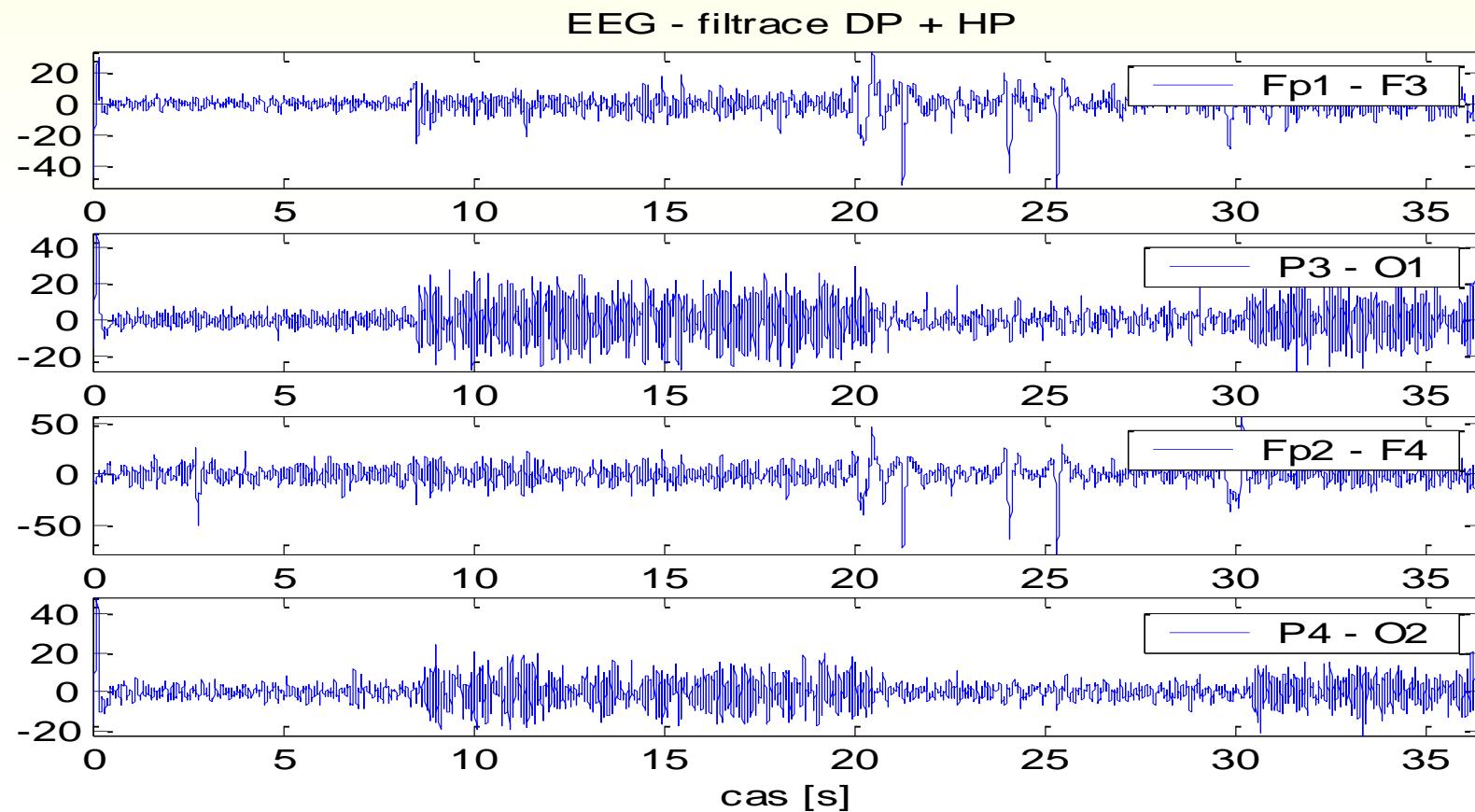
b\_dp = fir1(N,2\*30/fs);

b\_pp = fir1(N,[2\*8/fs 2\*13/fs],'bandpass');



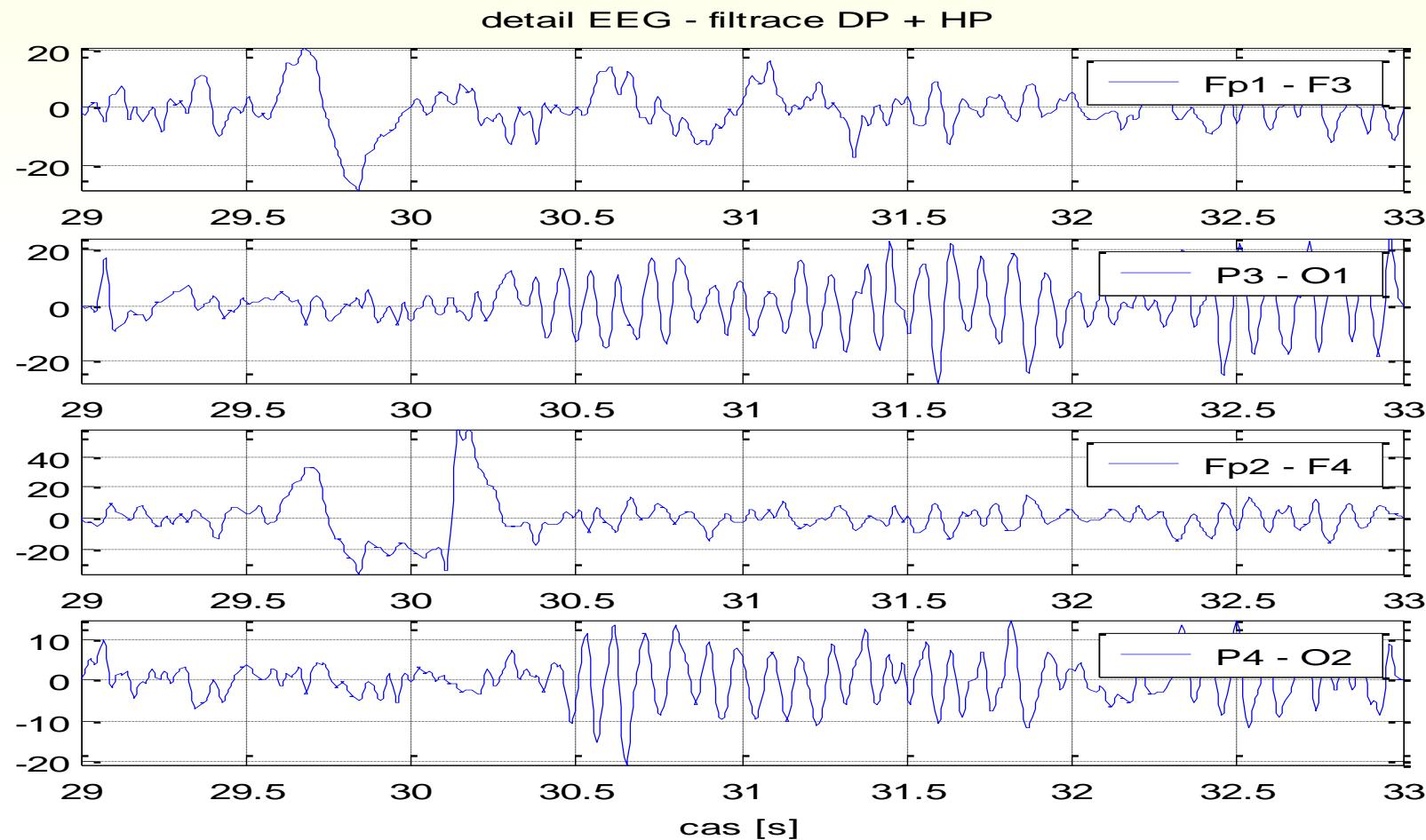
# Laboratoř

## 4. Zobrazení filtrovaných signálů



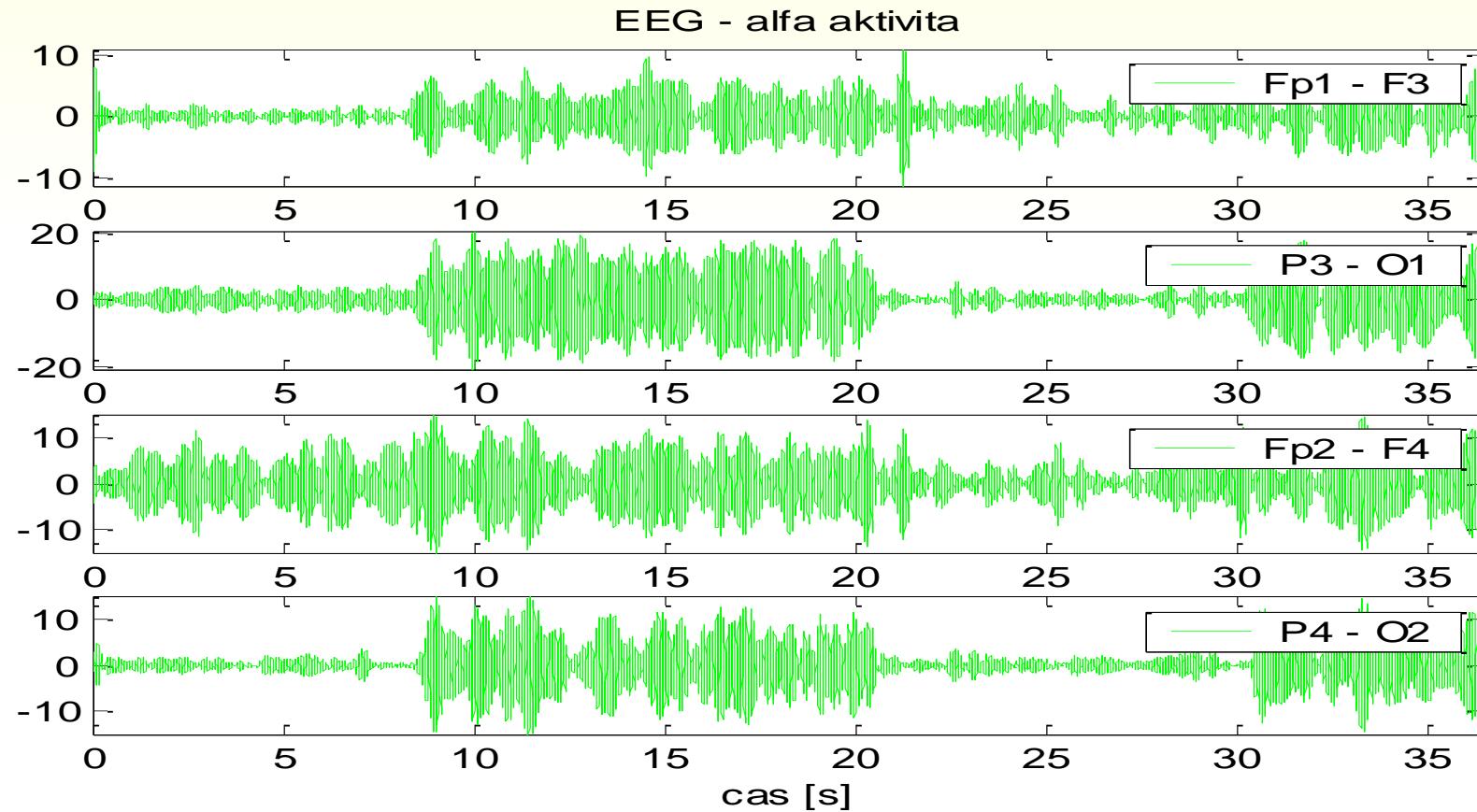
# Laboratoř

## 4. Zobrazení detailů filtrovaných signálů



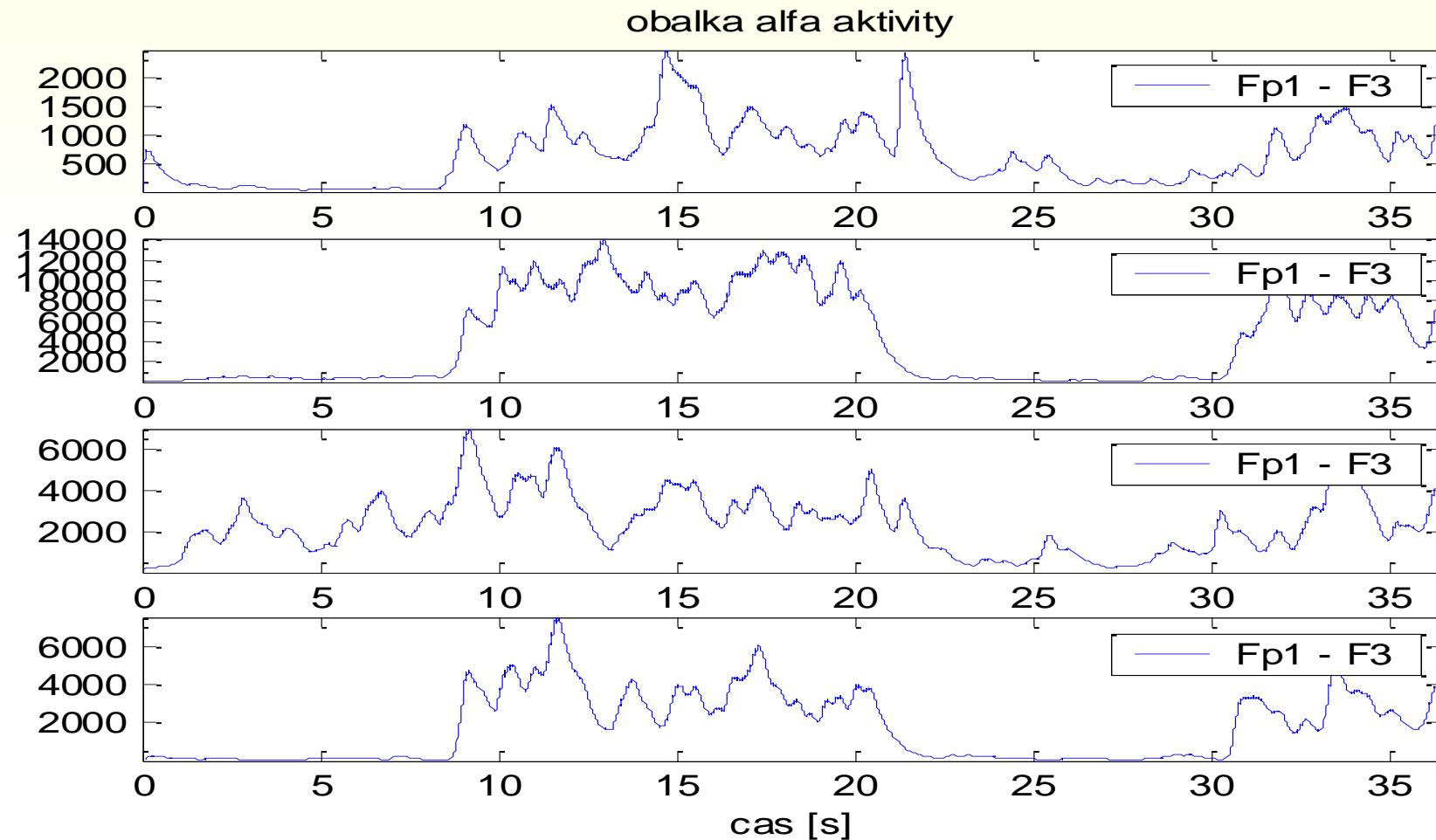
# Laboratoř

## 5. Filtrace pásma alfa



# Laboratoř

## 5. Zobrazení obálky alfa aktivity



# Spektrální a korelační analýza

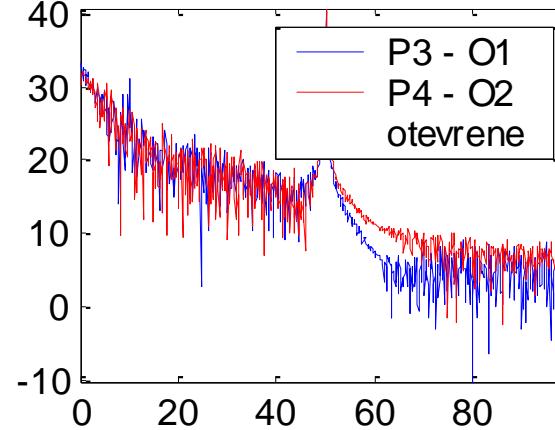
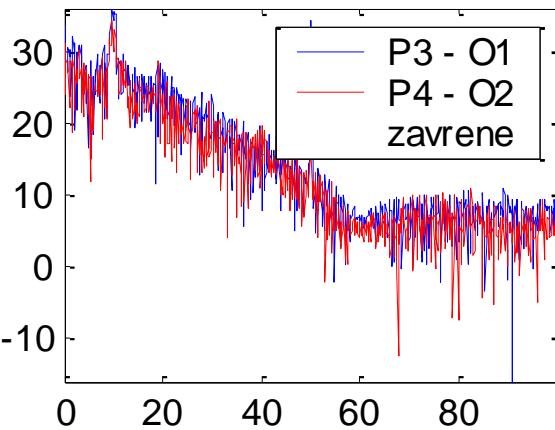
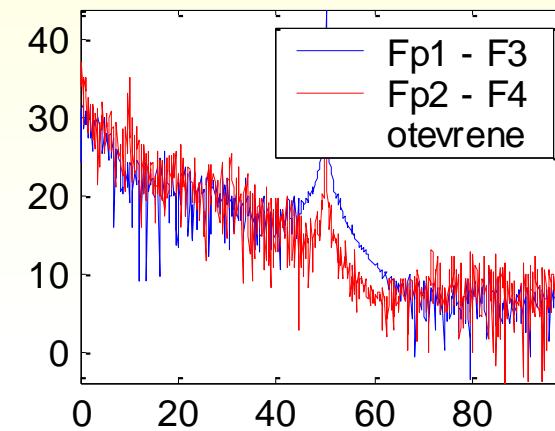
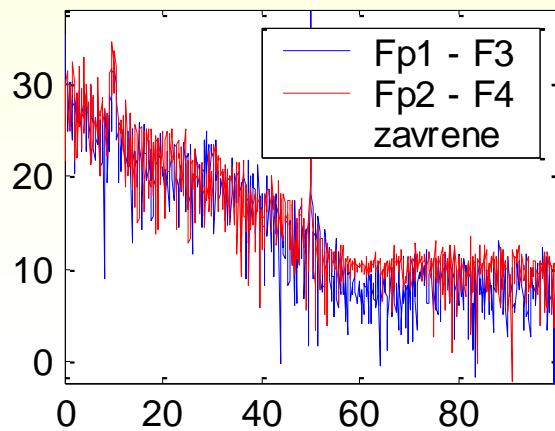
## Výkonová a vzájemná spektrální hustota

- PSD =  $\text{FT}\{acf\}$
- CSD =  $\text{FT}\{ccf\}$

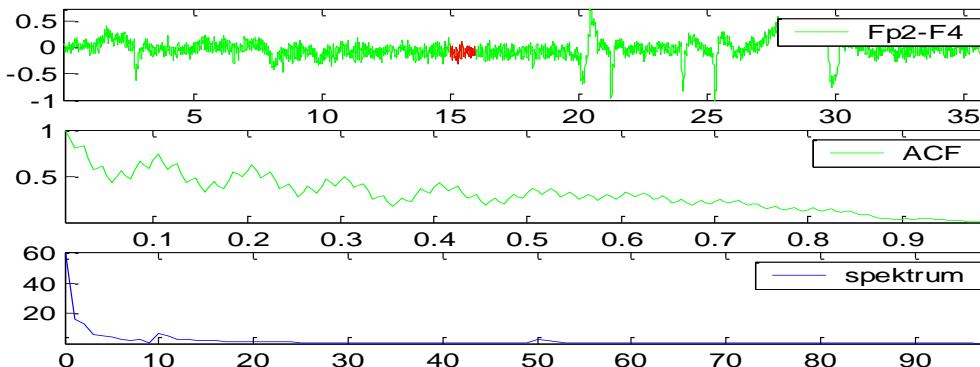
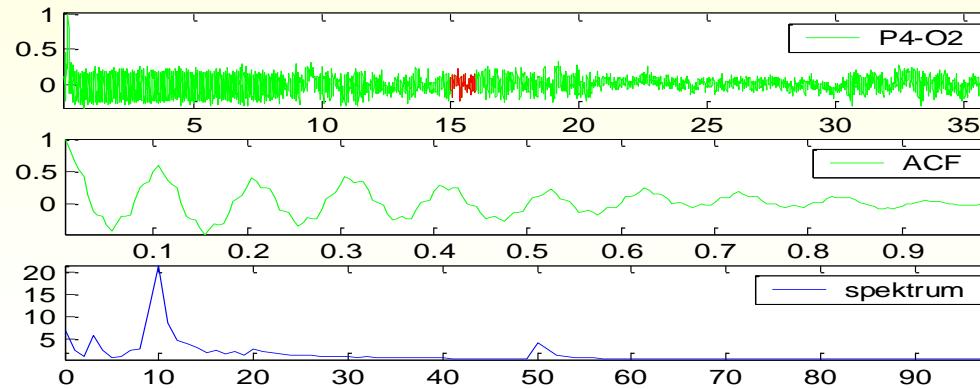
```
% vypocet korelace ve spektral.oblasti
function [R]=korelace(x,y);
if nargin == 1, y = x; end;
x=x(:)'; y=y(:)'; M=length(x); N=length(y);
X= fft(x,2*M);
Y= fft(y,2*N);
CCF = real(ifft(X.*conj(Y)));
R=CCF(1:fix(length(CCF)/2));
R=R/R(1);
```

# Spektrální a korelační analýza

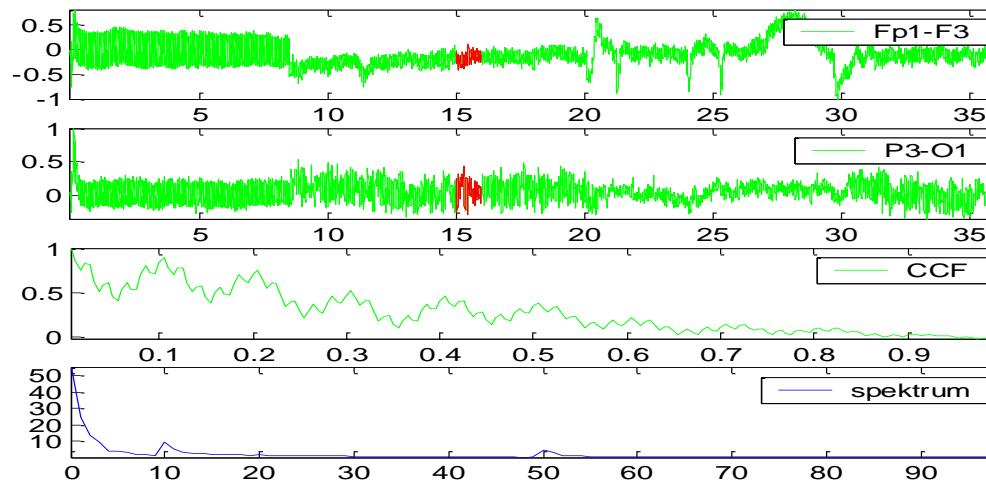
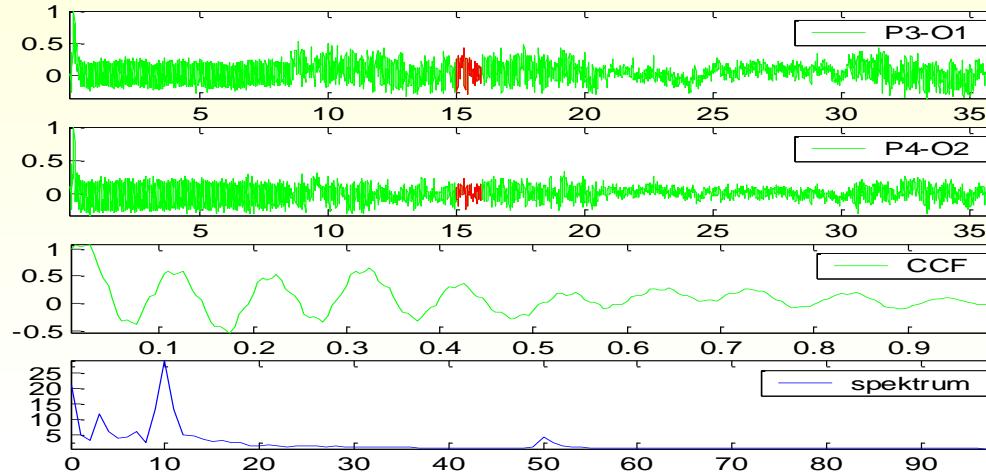
Spektra nefiltrovanych EEG signálů



# Spektrální a korelační analýza

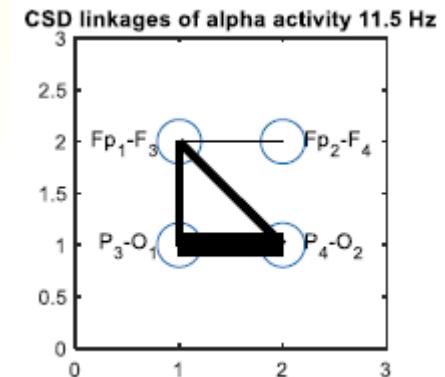


# Spektrální a korelační analýza

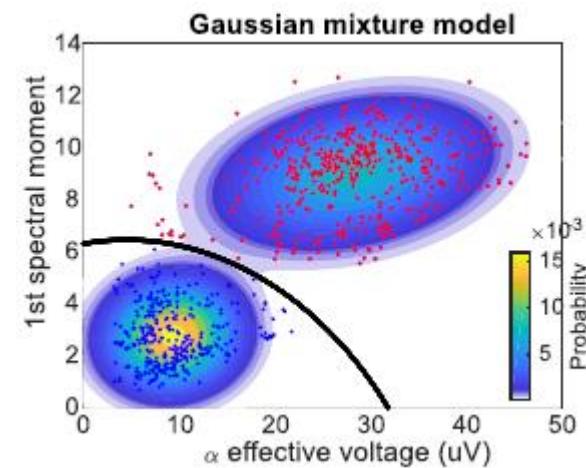
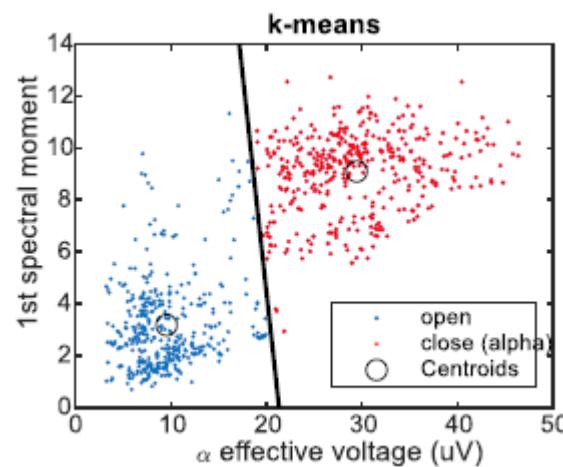
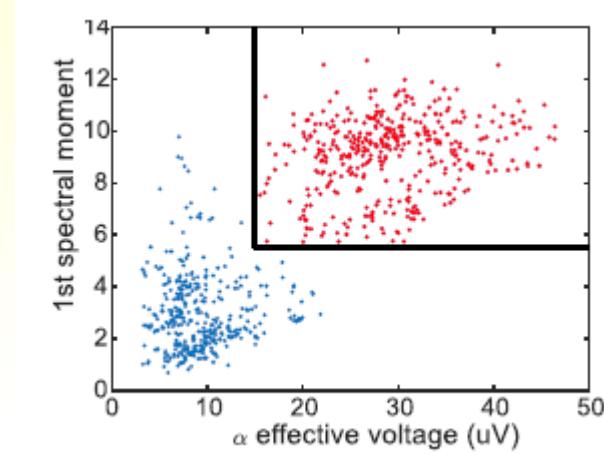
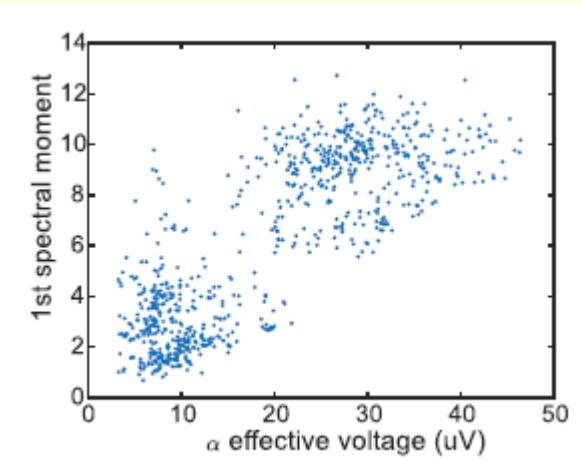


# Spektrální a korelační analýza

Směr	CSD konektivita (%)
F-F	
F-O	
F-O kontra.	
O-O	



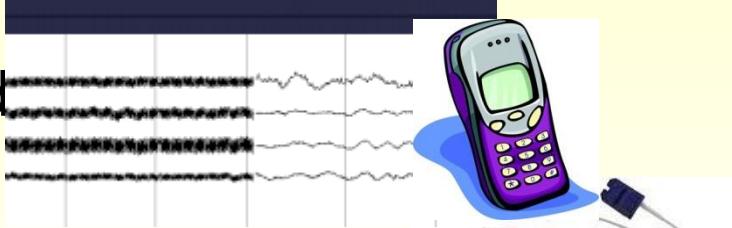
# Klasifikace v EEG



# Artefakty v EEG

## Artefakty z prostředí

Síťový artefakt



## Artefakty z přístroje

Elektrodový artefakt

Solný můstek



## Artefakty z pacienta

EKG artefakt

EKG artefakt z kardiostimulátoru

Pulsový artefakt

**Svalový artefakt**

Oční artefakt z vertikálních pohybů bulbů

Oční artefakt z horizontálních pohybů bulbů

Oční artefakt při protéze bulbu

Oční artefakt při alfa atenuační reakci

**Artefakt z pocení**

