



CEITEC

Středoevropský technologický institut
BRNO | ČESKÁ REPUBLIKA

Vzdělávací workshop

Brno, 25. 4. 2012

Posluchárna 1. NK LF MU / FN u sv. Anny



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



Přehled programu



9:00 – 11:00 **První blok (základní koncepce a metody ve fMRI)**

- Obecný princip fMRI (*Michal Mikl*)
- Zpracování dat pomocí obecného lineárního modelu (*Radek Mareček*)
- Analýza fMRI dat pomocí nezávislých komponent (*Michal Mikl, Tomáš Kašpárek*)
- Analýza konektivity pomocí korelace a metody psychofyziologických interakcí (*Radek Mareček, Irena Rektorová, Petra Haitová*)
- Prostor pro diskusi

11:00 – 11:30 **Přestávka, občerstvení**

11:30 – 13:30 **Druhý blok (pokročilejší přístupy, praktické aspekty realizace a klinické využití)**

- Pokročilé možnosti analýzy a interpretace výsledků s využitím obecného lineárního modelu (*Michal Mikl*)
- Artefakty a šum ve fMRI, variabilita a modelování hemodynamické odezvy (*Marek Bartoň*)
- fMRI konektivita, dynamické kauzální modelování (*Michal Mikl*)
- Simultánní EEG-fMRI, klinické aplikace fMRI (*Radek Mareček*)
- Praktické aspekty realizace fMRI (*Michal Mikl*)

13:30 – 14:00 **Možnost volné diskuse, občerstvení**



CEITEC

Středoevropský technologický institut
BRNO | ČESKÁ REPUBLIKA

Obecný princip fMRI

Michal Míkl

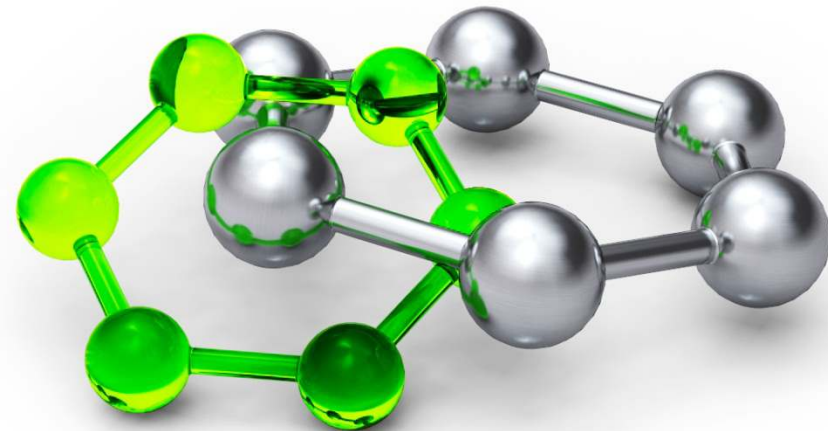
CEITEC MU, Masarykova univerzita



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



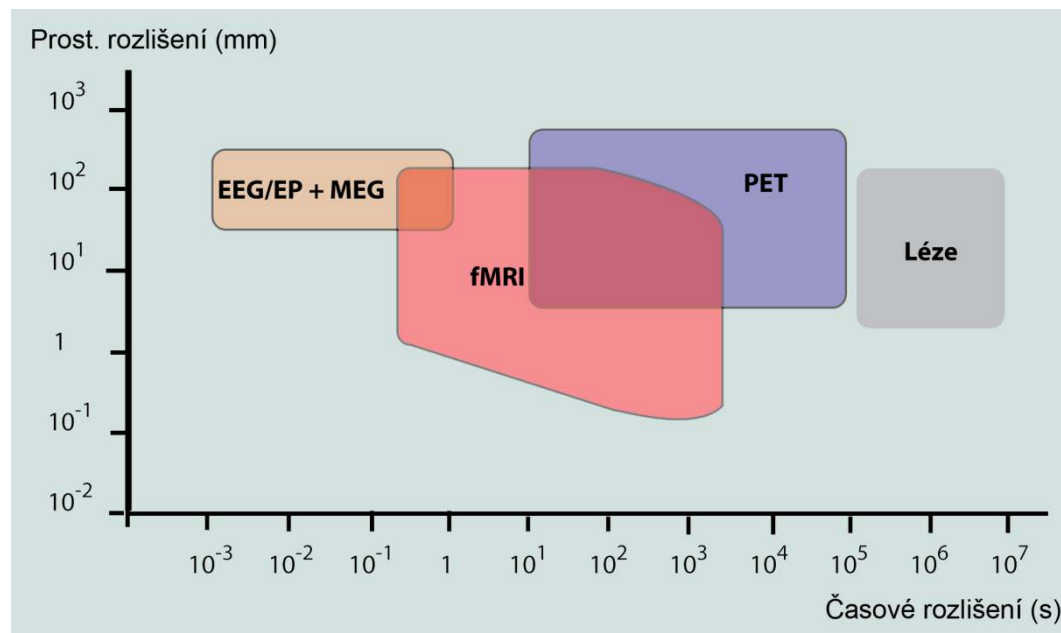
OP Výzkum a vývoj
pro inovace



Funkční mapování mozku

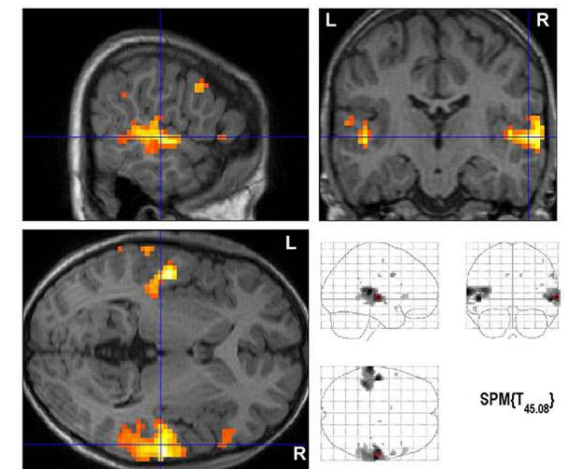


- Metody, které dokáží lokalizovat jednotlivé funkce v mozku a zkoumat vztahy mezi těmito oblastmi
- Elektrofyzilogické metody (EEG, MEG, TMS)
- Zobrazovací metody (PET, fMRI)

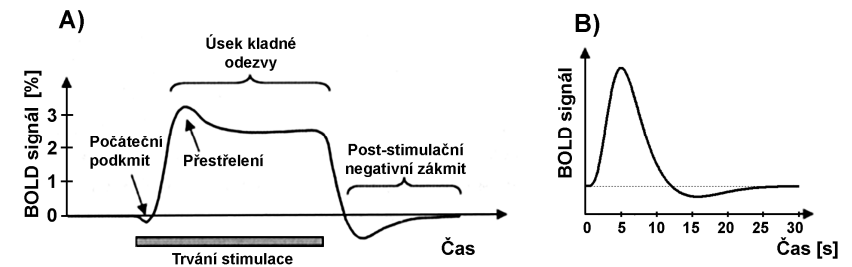
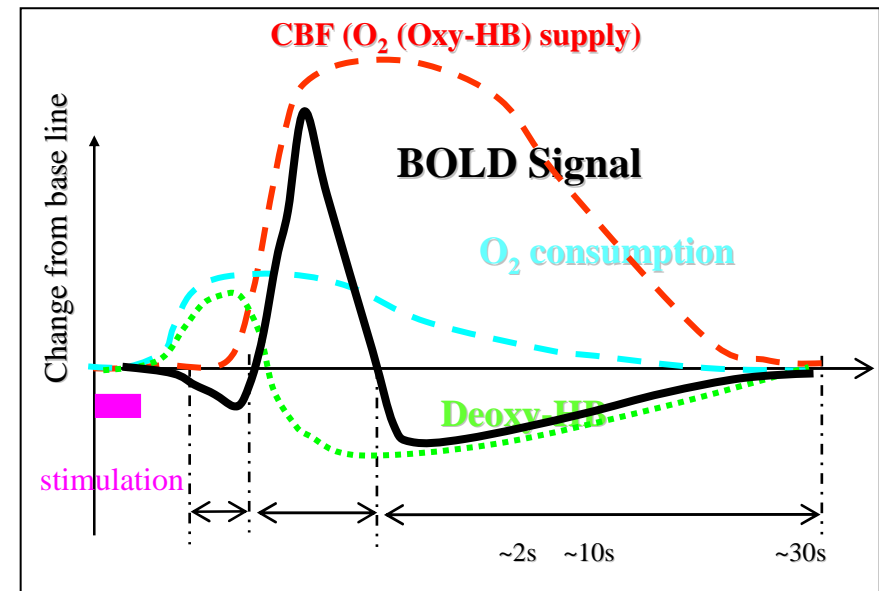
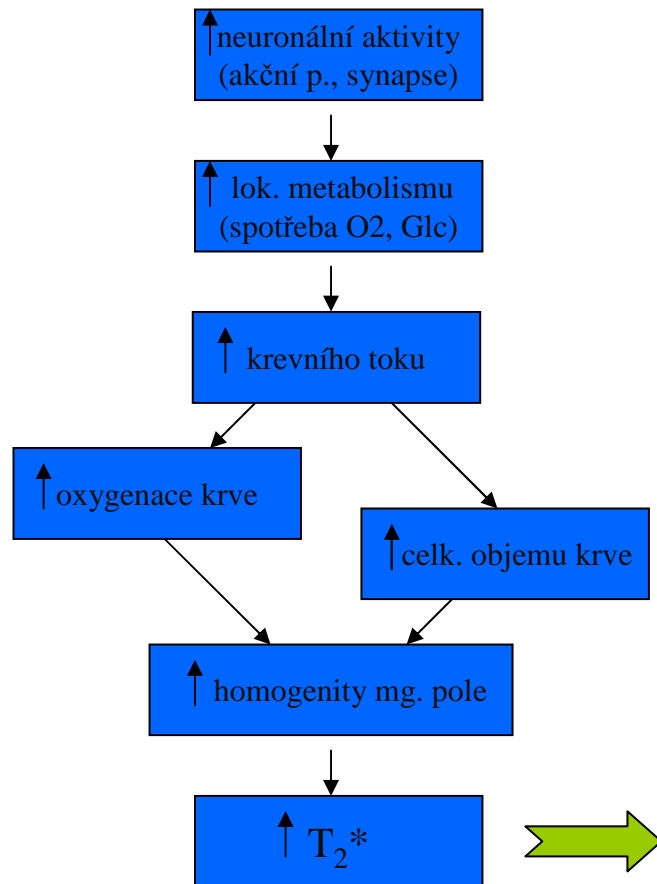


- fMRI
 - functional magnetic resonance imaging
 - funkční zobrazování pomocí magnetické rezonance
 - funkční magnetická rezonance
- Využívá lékařských MR tomografů
- **BOLD fMRI** ✗ perfuzní fMRI (ASL)

- Využití zejména v neurovědním výzkumu
- Slouží k lokalizaci aktivních oblastí mozku a zkoumání vztahů mezi oblastmi



BOLD fMRI



T₂* vážené snímky
(např. GE EPI)

- Zobrazujeme opakovaně mozek vyšetřované osoby pomocí MR tomografu
 - Volba měřící sekvence
- Během vyšetření se střídají úseky s různými experimentálními podmínkami (stimulací)
 - Paradigma experimentu
- Naměřené snímky přenášíme, konvertujeme a upravujeme pro další použití
 - Předzpracování
- V sérii MR snímků srovnáváme časový průběh signálu s průběhem experimentální stimulace. Statisticky významná shoda = aktivace
 - Statistická detekce
- Výsledkem je např. aktivační mapa, sloužící k lokalizaci jednotlivých mozkových center
 - Interpretace výsledků

- Typické parametry „funkčních“ snímků na 1,5 T MR:
 - Rozlišení: 64x64 (128x128)
 - při FOV = 220 mm \Rightarrow 3,4375 x 3,4375 mm²
 - Tloušťka řezu (vrstvy): cca 3 až 7 mm
 - Větší tloušťka dává lepší poměr signál/šum
 - Počet vrstev: 16 až 32
 - Doba snímání jednoho skenu (objemu):
 - Závisí na kombinaci většiny ostatních parametrů
 - Obvykle 1.5 až 4 s
- Mimo „funkčních“ snímků měříme (můžeme měřit):
 - podrobné anatomické snímky
 - popř. jiné typy snímků z MRI (např. angiografie)
 - záznam průběhu experimentu
 - časový průběh fyziologických parametrů (EKG, kožní odpor, ...)

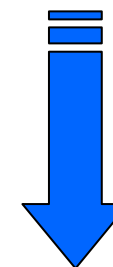
fMRI experiment

výchozí předpoklady

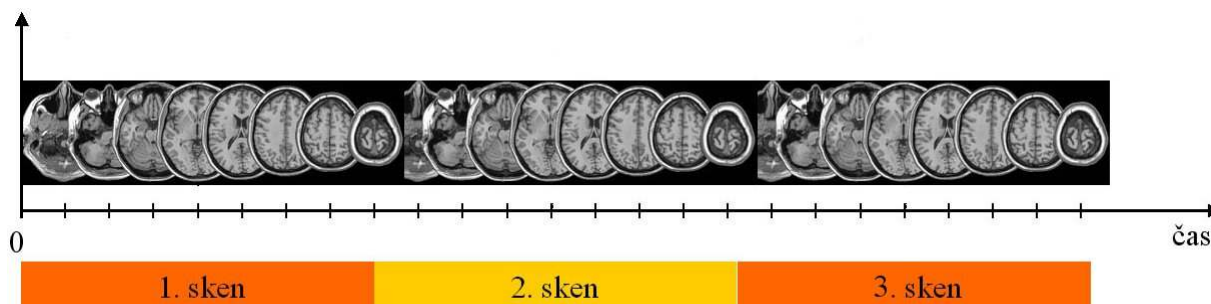


Cíl = zachycení snímané 3D scény (mozku) v okamžicích, kdy odráží požadované stavy neuronální aktivity

- ➔ Neznáme klidovou úroveň BOLD signálu
Nutno měřit klidový či jiný srovnávací (základní) stav
- ➔ Velmi malá změna signálu
Nutnost naměřit velké množství dat a k detekci použít statistiku
- ➔ Nízkofrekvenční fluktuace a drift BOLD signálu
Nutno střídat stavy experimentální stimulace



Opakovaně snímáme mozek za různých stavů exp. stimulace



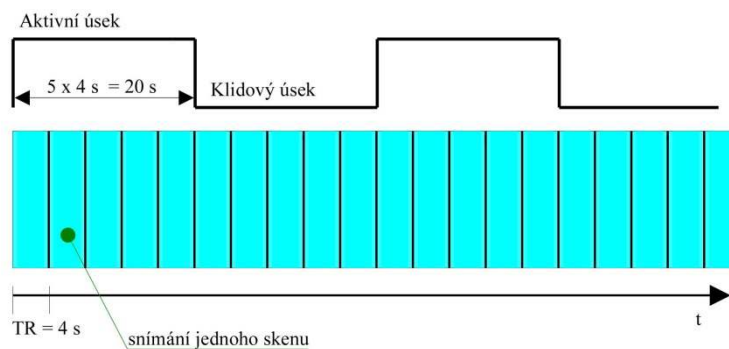
fMRI experiment

typy experimentů



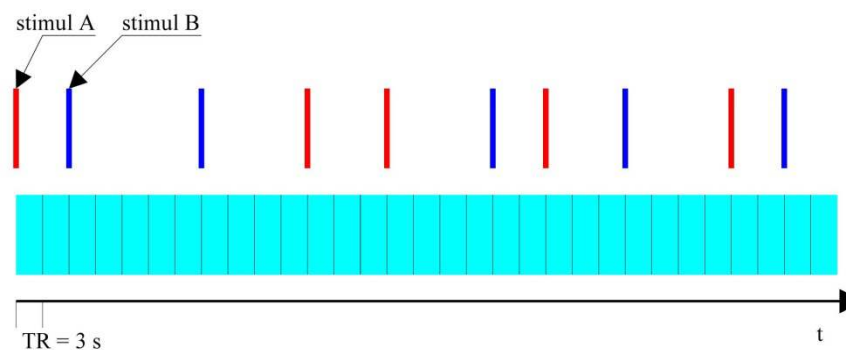
○ Blokové

- Série stimulů prezentována během souvislého časového úseku (16 až 60 s)
- Pracujeme s časově-integračním průměrováním signálu
- **Detekce má vysokou statistickou výkonnost**
- **Jsme limitováni na hledání relativních změn mezi jednotlivými bloky (úkoly)**



○ Event-related

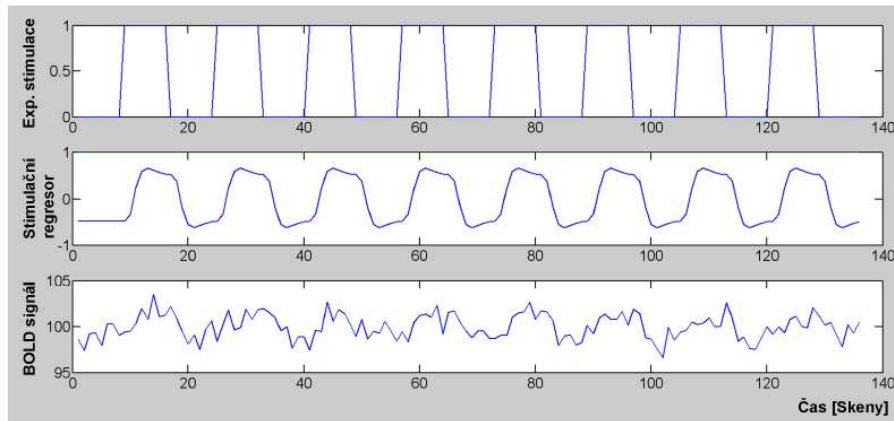
- Měříme odezvy na jednotlivé události (či dokonce i subkomponenty událostí)
- Nižší statistická výkonnost než u blokového paradigmatu
- **Můžeme určit tvar HRF**
- **Vyžaduje náročnější zpracování a déle trvající měření**



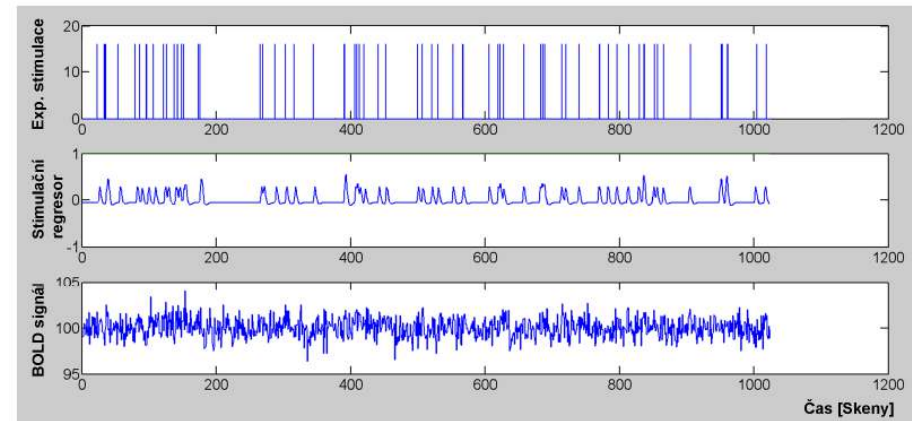
fMRI experiment typy experimentů



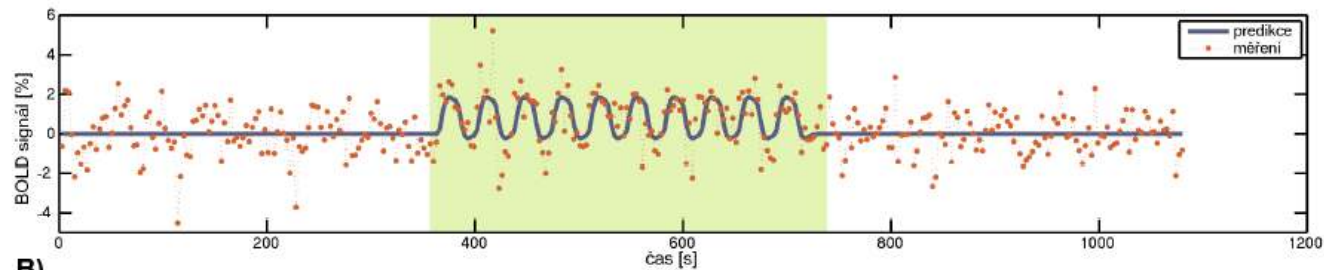
○ Blokové



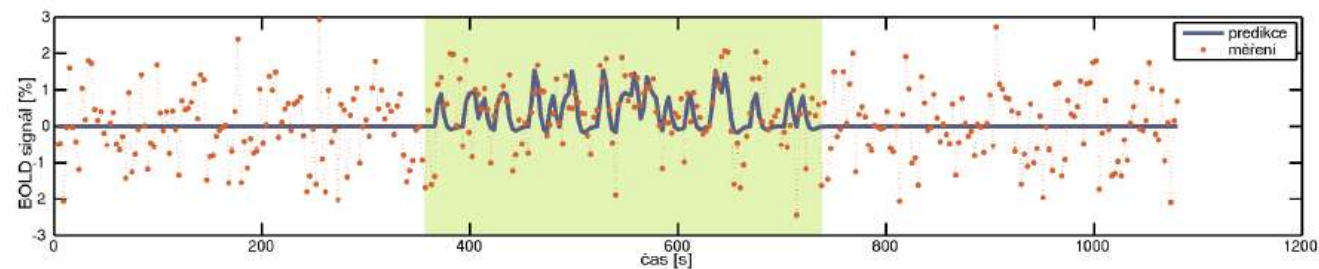
○ Event-related



A)



B)



fMRI experiment

event-related paradigm podrobněji

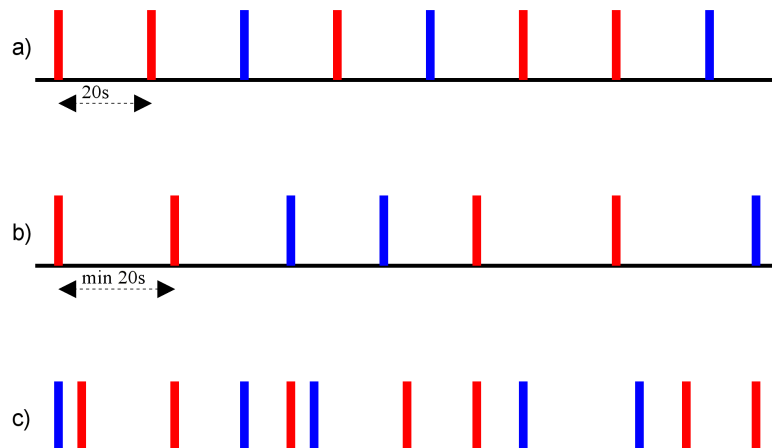


ISI = inter-stimulus interval
SOA = stimulus onset asynchrony
TR = scan repeat time

SOA/ISI

- Fixní
- Variabilní

Optimalizace



SOA > doba ustálení hrf

- Prodlužuje se délka měření a množství dat \Rightarrow větší časová a výpočetní náročnost
- Dobře se odhaduje průběh hrf

SOA < doba ustálení hrf

- Rapidly presented er-fMRI (rper-fMRI)
- Možnost střídat větší množství různých experimentálních podmínek
- Kratší čas měření pro stejný počet stimulů
- Vhodné k detekci rozdílového efektu různých typů stimulů
- Pro lepší odhad tvaru hrf nebo efektu jediné exp. podmínky se zavádějí do designu tzv. nulové události

fMRI experiment

typy experimentů a stimulace

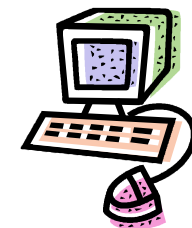


- Dle typu stimulace I
 - Přímá
 - obrazy, zvuky, bolest
 - Nepřímá
 - povely (např. k motorické činnosti)
- Dle typu stimulace II
 - Sluchem
 - Zrakem
 - Dotekem (teplota, bolest)
 - Čichem
- Dle funkčního zaměření
 - Senzomotorické funkce a jejich plasticita
 - Zrak a zraková percepce (vnímání)
 - Vyšší kognitivní funkce (pozornost, řídicí funkce atd.)
 - Emoce
 - Paměť
 - Jazyk a řečové funkce

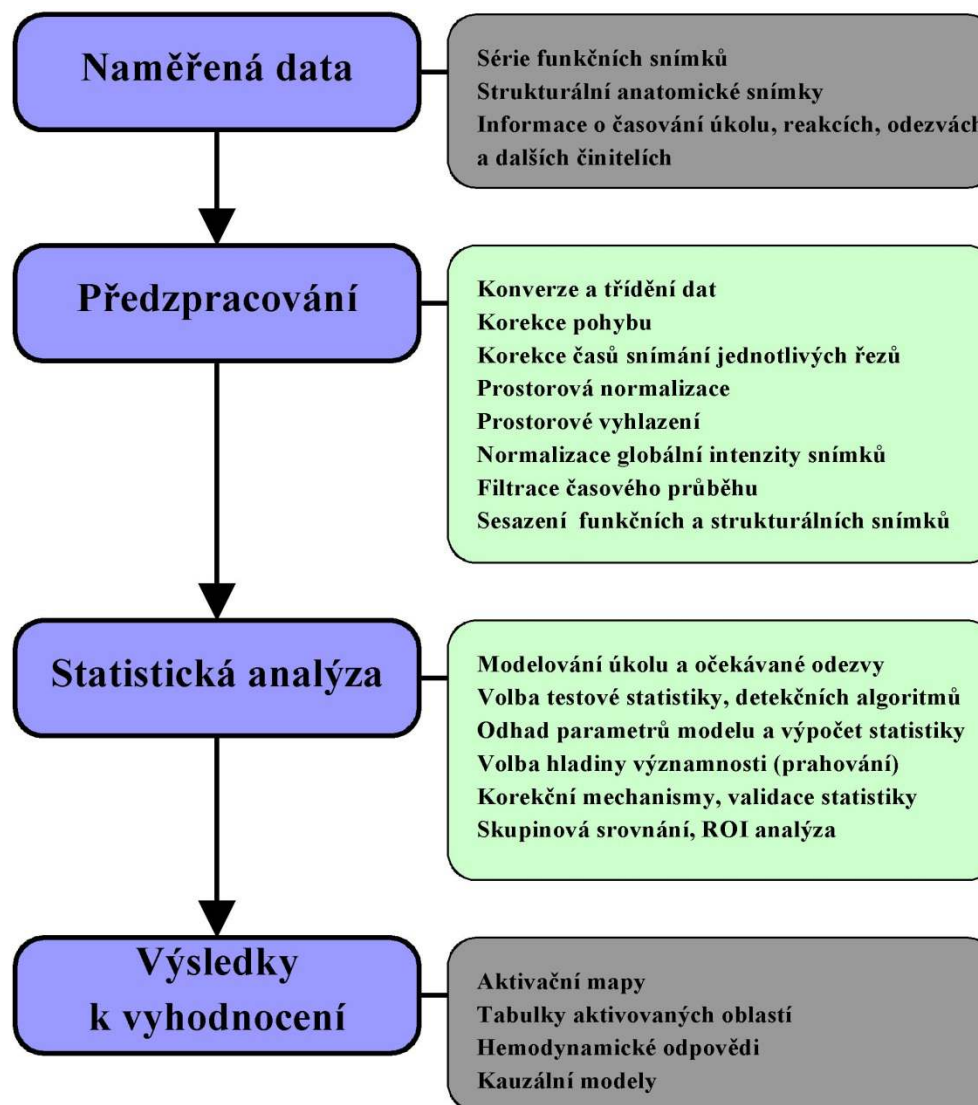
Návrh experimentu



- Definice úkolu (hypotézy)
 - Neurovědec (psycholog, neurolog, neurofyziolog, ...)
 - Co je naším cílem, jaká je otázka?
- Design experimentálního paradigmatu
 - Statistik, psycholog, neurovědec
 - Jakým typem a uspořádáním stimulace docílíme požadovaných efektů
- Volba sekvence a parametrů snímání
 - Fyzik, radiolog, biomed. inženýr
 - Volba sekvence a akvizčních parametrů
- Programování a další specifické úkoly
 - Informatik, elektrotech. inženýr, ...
 - Programování stimulace, tvorba exp. pomůcek a přípravků



Zpracování naměřených dat



DĚKUJI ZA POZORNOST



Středoevropský technologický institut
c/o Masarykova univerzita
Žerotínovo nám. 9
601 77 Brno
Česká republika



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace

