

ФУНКЦИОНАЛНИ МРИ

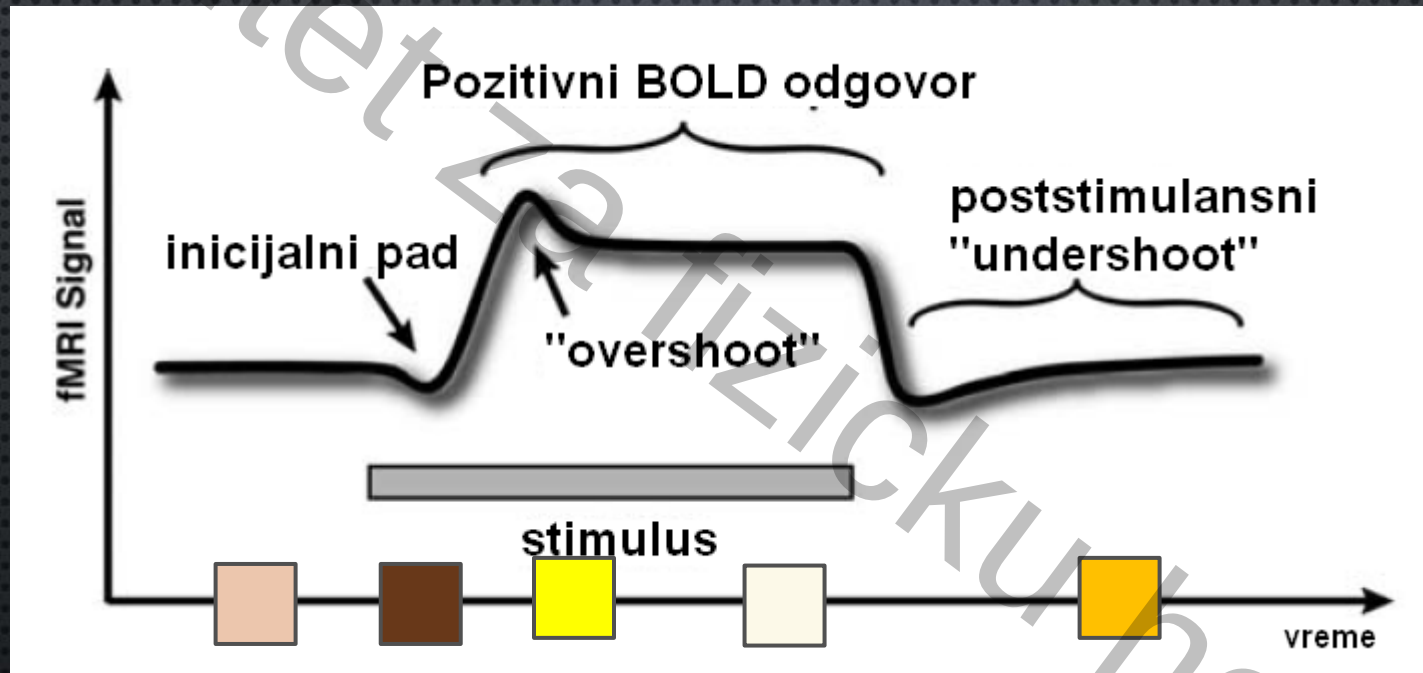
ФУНКЦИОНАЛНИ МРИ

- БАЗИРАН НА РАЗЛИЧИТИМ УТИЦАЈИМА ОКСИ- И ДЕОКСИХЕМОГЛОБИНА НА МРИ СИГНАЛ - BOLD (BLOOD OXYGEN LEVEL DEPENDENT КОНТРАСТ):
 - ОКСИХЕМОГЛОБИН –ДИЈАМАГНЕТИК
 - ДЕОКСИХЕМОГЛОБИН - ПАРАМАГНЕТИК
-
- ВИЗУЕЛНА, ТАКТИЛНА, АУДИО... СТИМУЛАЦИЈА ДОВОДИ ДО АКТИВАЦИЈЕ НЕУРОНА И ПОСЛЕДИЧНО ДО
 - ПОВЕЋАЊА КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ДЕОКСИХЕМОГЛОБИНА
 - ПОВЕЋАЊЕ ПРОТОКА И ЗАПРЕМИНЕ КРВИ (CBF и CBV) У КАПИЛАРИМА КОЈИ СЕ НАЛАЗЕ У НЕПОСРЕДНОЈ БЛИЗИНИ АКТИВИРАНЕ ОБЛАСТИ
 - ПОВРАТАК У НОРМАЛНО СТАЊЕ (БАЗНА ЛИНИЈА)

ДЕТЕКЦИЈА: T2* ЕРІ СЕКВЕНЦИЈА — ПОТЕНЦИРА ЛОКАЛНЕ ВАРИЈАЦИЈЕ У МАГНЕТНОЈ СУСЦЕПТИБИЛНОСТИ

BOLD КРИВА

BOLD сигнал у појединачном вокселу



oHb/dHb

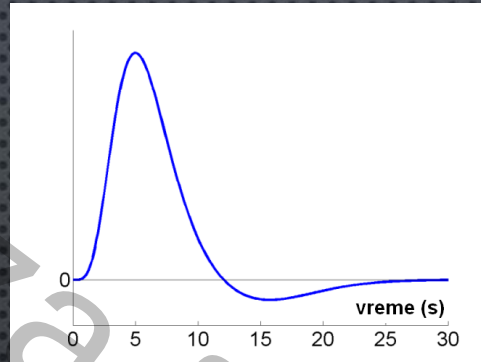
Равн.	↓	↑↑	↑	↓	Равн.
-------	---	----	---	---	-------

СТАНДАРДНИ МРИ ЕКСПЕРИМЕНТ

- НАЈЧЕШЋЕ СЕ ФМРИ СТУДИЈА ИЗВОДИ У ОБЛИКУ БЛОК ДИЗАЈНА (ЕНГЛ. BOX CAR DESIGN), СА СУКЦЕСИВНИМ БЛОКОВИМА (ПЕРИОДИМА) МИРОВАЊА И ВРШЕЊА ЗАДАТЕ РАДЊЕ. ПРОМЕНА У ФМРИ СИГНАЛУ КОЈА ЈЕ ПОСЛЕДИЦА ПОЈЕДИНАЧНОГ АКТА РАДЊЕ (РЕЦИМО ЈЕДАН ДОГАЂАЈ ДОДИРИВАЊА ПАЛЦА И КАЖИПРСТА) СЕ МОДЕЛИРА ПРЕКО ГАМА ФУНКЦИЈЕ.
- ОЧЕКИВАНА ПРОМЕНА ФМРИ СИГНАЛА У БЛОК ДИЗАЈНУ ЈЕ ЗАПРАВО КОНВОЛУЦИЈА ГАМА ФУНКЦИЈЕ И ВРЕМЕНСКОГ ТОКА БЛОК ДИЗАЈНА.
- РАСПОРЕД ДОГАЂАЈА У БЛОК ДИЗАЈНУ НАЗИВА СЕ ПАРАДИГМОМ.

FMRI ЕКСПЕРИМЕНТ

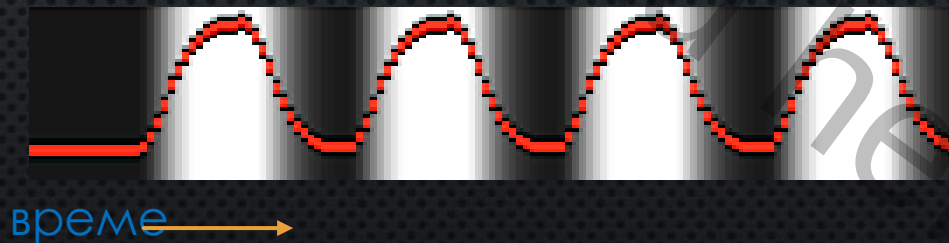
Појединачни одговор на стимуланс се моделира преко гама функције



Образац
стимуланса



Предвиђени
BOLD сигнал

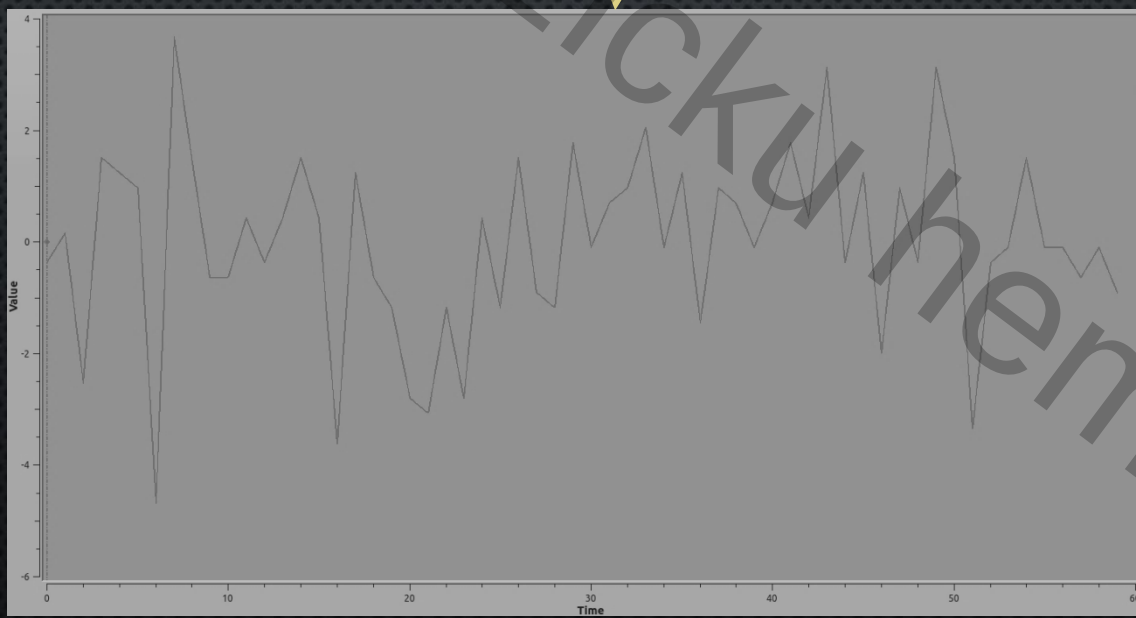


Промена у сигналу 1-5 % (1,5 T), до 20 % (3 T)

Поступак у анализи фМРИ сигнала

- КОРЕКЦИЈА НА ПОМЕРАЊЕ
- КОРЕКЦИЈА НЕХОМОГЕНОСТИ ЛОКАЛНОГ МАГНЕТНОГ ПОЉА
- ПРИКАЗ ФУНКЦИОНАЛНО АКТИВНИХ РЕГИЈА СЕ ДОБИЈА ТАКО ШТО СЕ ВОКСЕЛ ПО ВОКСЕЛ ПОРЕДЕ СЛИКЕ У ФАЗИ МИРОВАЊА И АКТИВАЦИЈЕ
- ЗНАЧАЈНЕ РАЗЛИКЕ СЕ УТВРЂУЈУ ПОМОЋУ НАПРЕДНОГ СТАТИСТИЧКОГ МОДЕЛА — ГЕНЕРАЛНОГ ЛИНЕАРНОГ МОДЕЛА

СИРОВИ СНИМАК



КОРЕКЦИЈА НА ПОМЕРАЊЕ

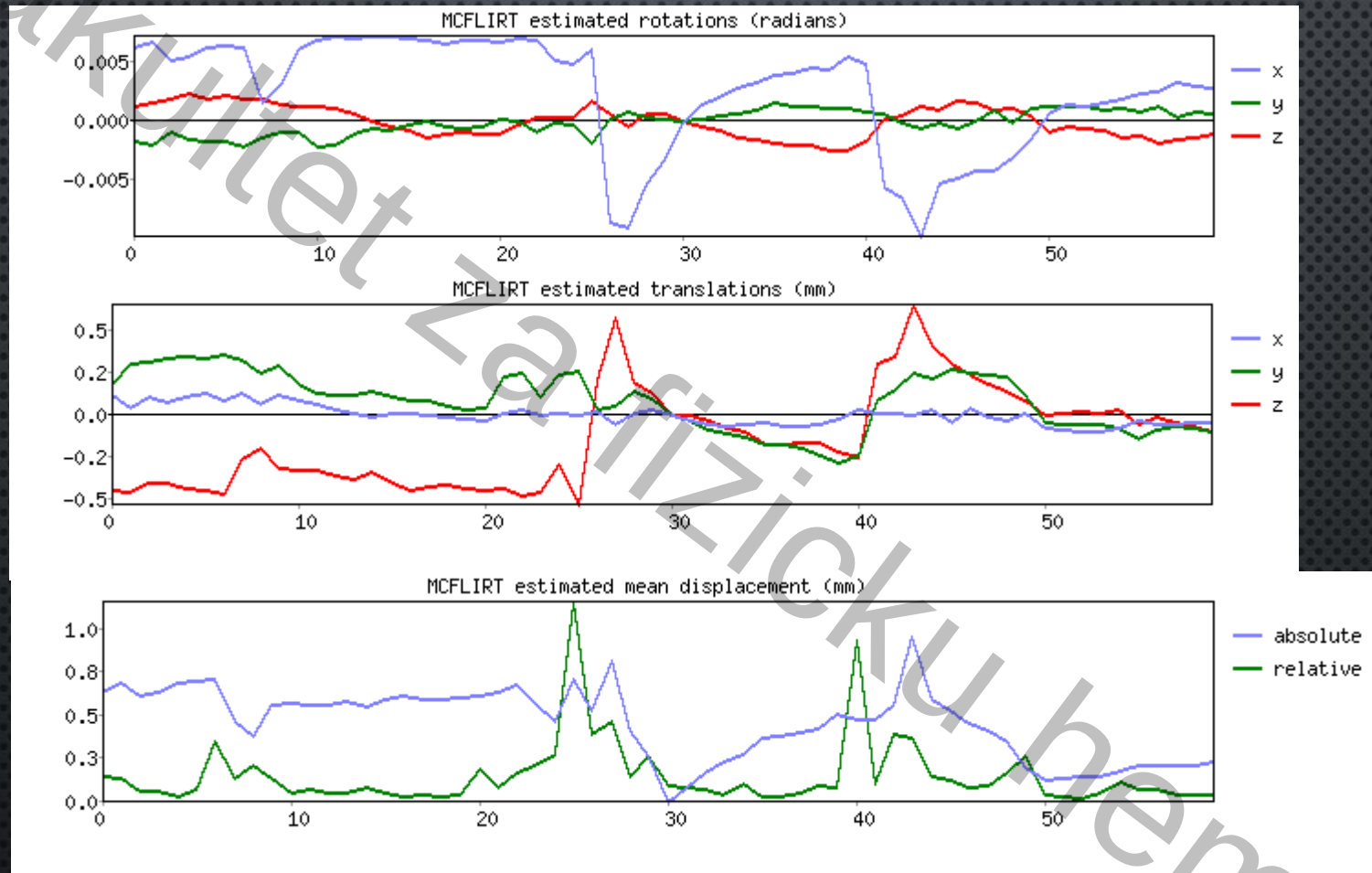
У току фМРИ прегледа практично је немогуће избећи потпуно померање главе субјекта. Оно је у принципу највеће у периодима када он извршава неки задатак што може дати привид лажне активације.

Корекција на померање се обично изводи преко регистрације свих фМРИ снимака на први у низу (период мировања) и рачунању параметара трансляторног и ротационог померња.

Ти параметри се користе за корекцију свих имица на померање

Корекција на померање

Средње померање: апсолутно=0.46mm, релативно=0.15mm

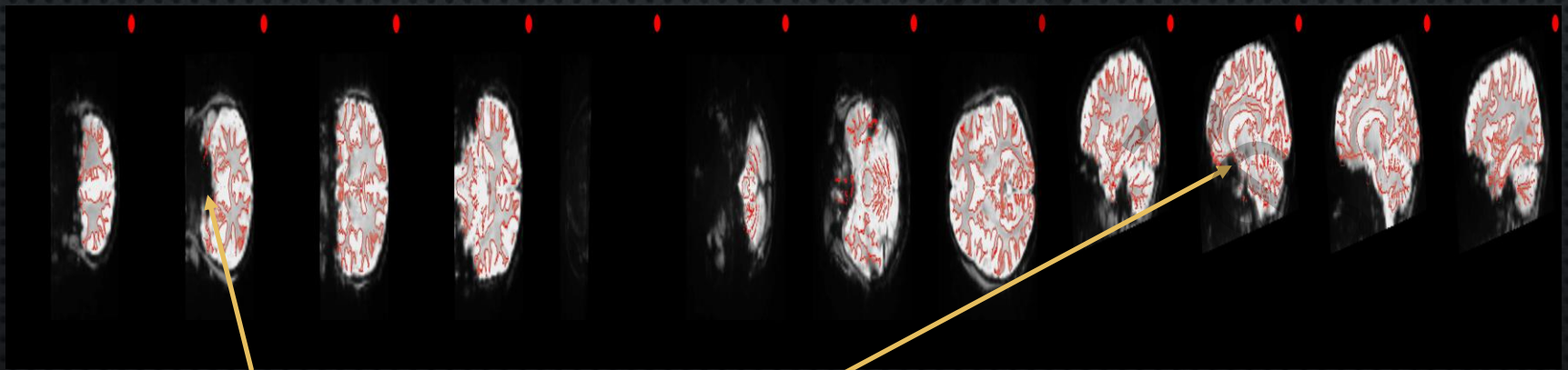


Померање које је веће од димензије воксела се не може кориговати. Такве фМРИ серије се не анализирају, већ се одбацују.

КОРЕКЦИЈА НА НЕХОМОГЕНОСТ ПОЉА

У зонама мозга које су близу граница између простора испуњених ваздухом и можданог ткива долази постоји локална нехомогеност магнетног поља која утиче на губитак сигнала на фМРИ снимцима.

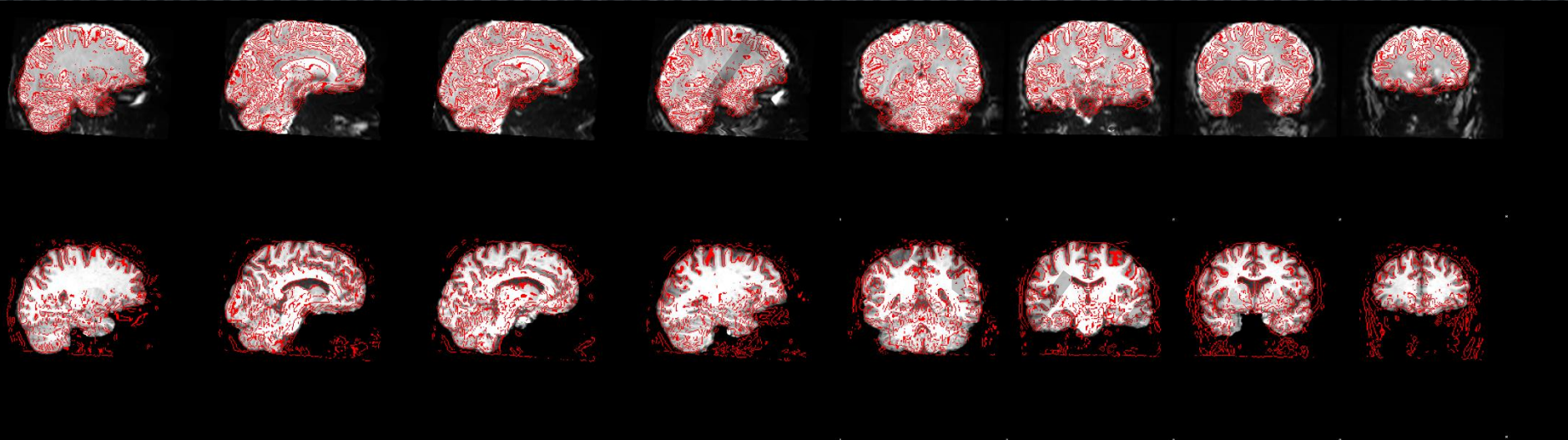
Да би се то делимично кориговало примењује се метода мапирања магнетног поља која омогућава визуелизацију тих зона. Оне се узимају у обзир при регистровању фМРИ на анатомске снимке.



Ефекат нехомогености поља

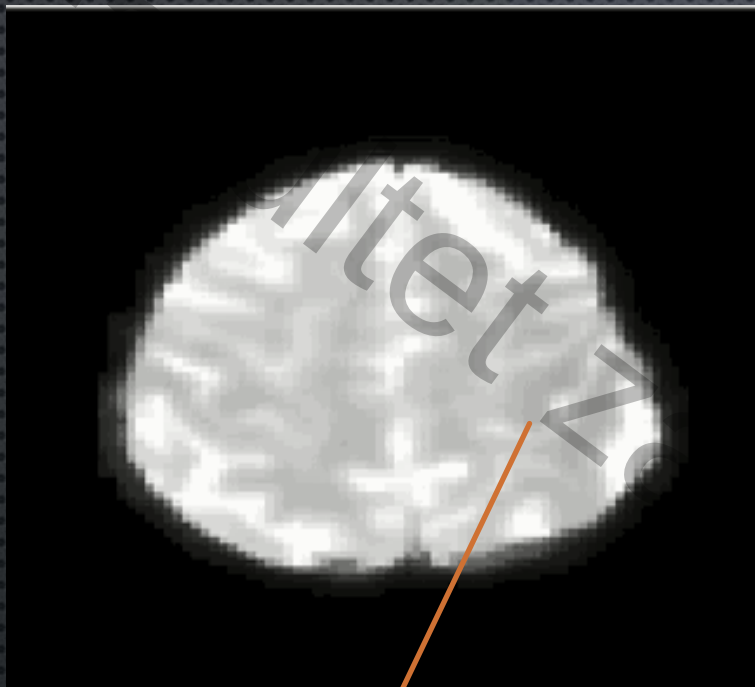
РЕГИСТРАЦИЈА НА АНАТОМСКЕ СНИМКЕ

- ФМРИ СНИМЦИ ИМАЈУ НИСКУ РЕЗОЛУЦИЈУ У РАВНИ (2x2 мм ИЛИ ЛОШИЈУ). ДА БИ СЕ ОБЕЗБЕДИЛО ПРЕЦИЗНИЈЕ АНАТОМСКО ЛОКАЛИЗОВАЊЕ ЗОНА АКТИВАЦИЈЕ ПРИМЕЊУЈЕ СЕ РЕГИСТРАЦИЈА ФМРИ СНИМАКА НА АНАТОМСКЕ МРИ СНИМКЕ ПОМОЋУ СЕТА ТРАНСФОРМАЦИЈА КОЈЕ УКЉУЧУЈУ ТРАНСЛАЦИЈЕ, РОТАЦИЈЕ И СКАЛИРАЊЕ.



Регистрација ФМРИ снимака на анатомске

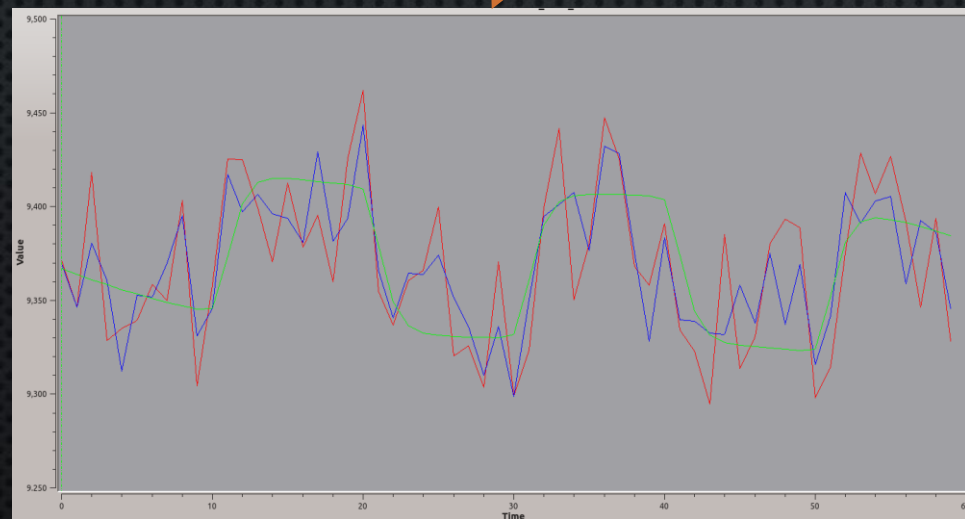
ПОСЛЕ ПРЕПРОЦЕСИНГА



Уочавају се разлике између периода активности и мировања. У принципу је зоне активности могуће добити одузимањем фМРИ снимака добијених у стању мировања од оних добијених у активном периоду.

Пошто су промене у сигналу мале, потребна је напредна статистичка анализа помоћу генералног линеарног модела (GLM).

GLM упоређује фМРИ сигнал у сваком од воксела са предвиђени теоријским одговором и даје коефицијенте корелације и грешку фита.



ГЕНЕРАЛНИ ЛИНЕАРНИ МОДЕЛ

- Претпоставка: активација је линеарно пропорционална стимулансу

$$y_{ij} = \beta_{ji}x_j + \beta_{ki}$$

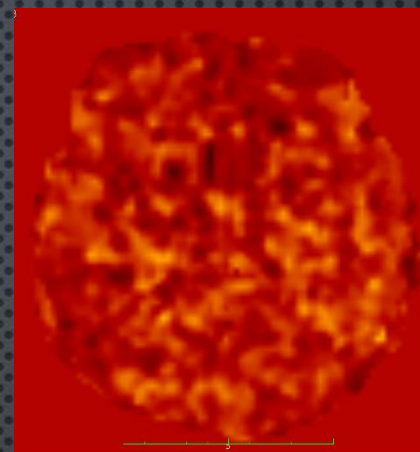
фМРИ сигнал

модел

Одступање/грешка

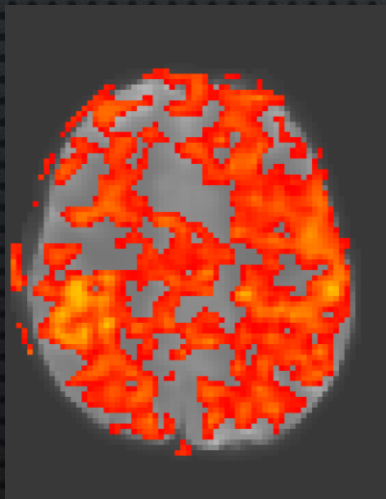
коэффициент корреляције



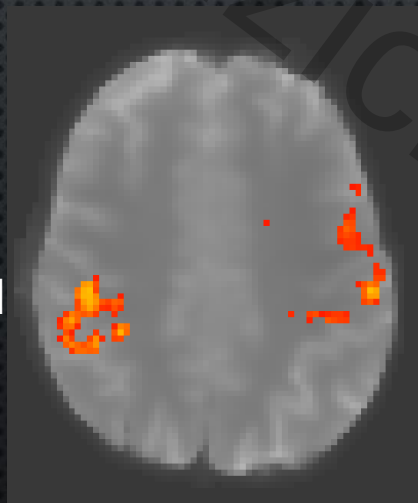
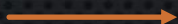
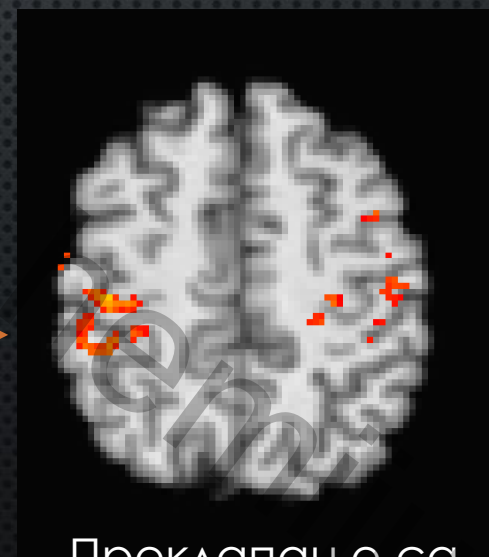
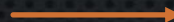
β_{ji}  t мапа

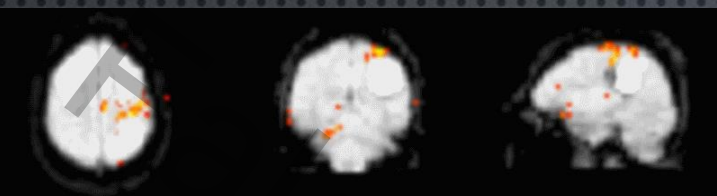
$$t = \frac{\beta_{ji}}{\beta_{ki}}$$

$$Z = \frac{t - 50}{10}$$

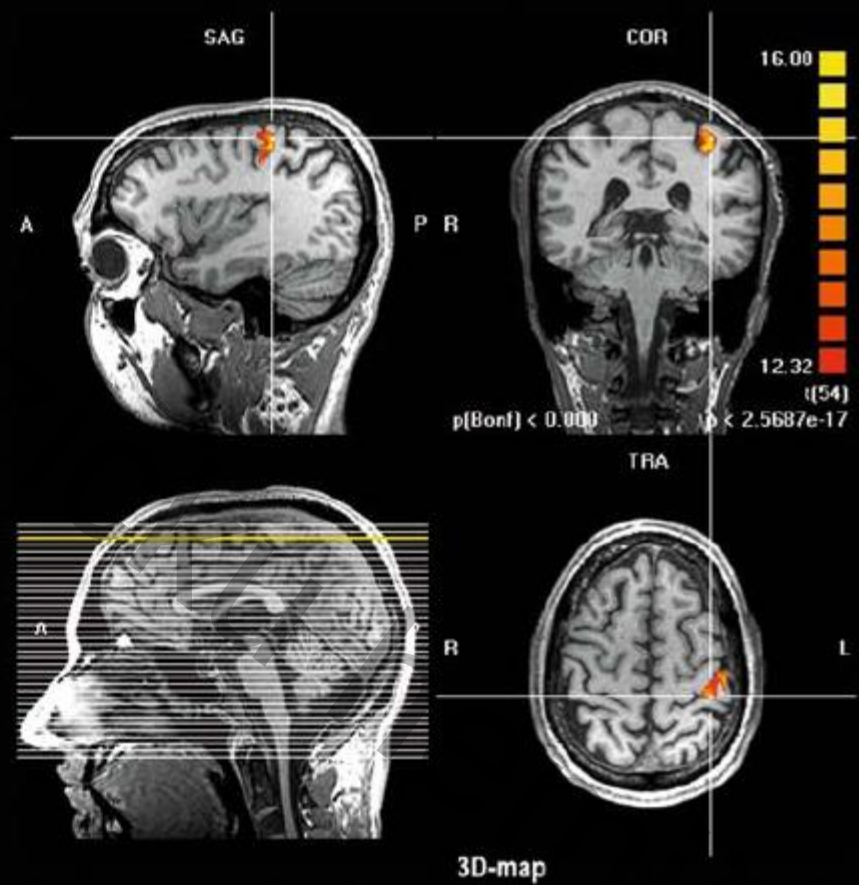
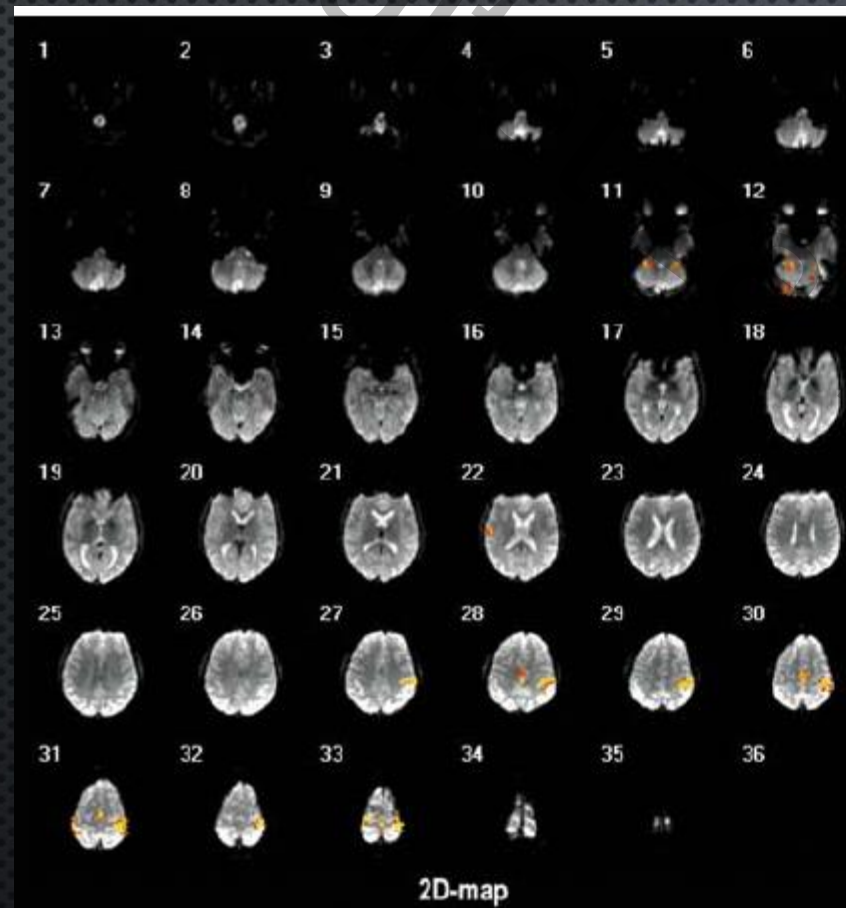
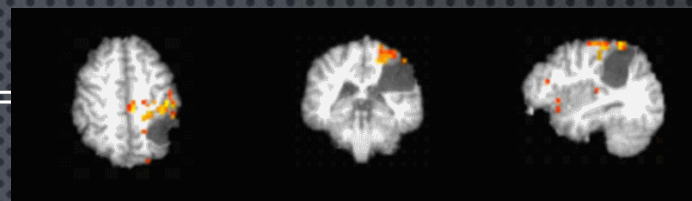
 Z мапа

treshhold

 Z након постављања
прагаПреклапање са
анатомским МРИ



+ anatomija =

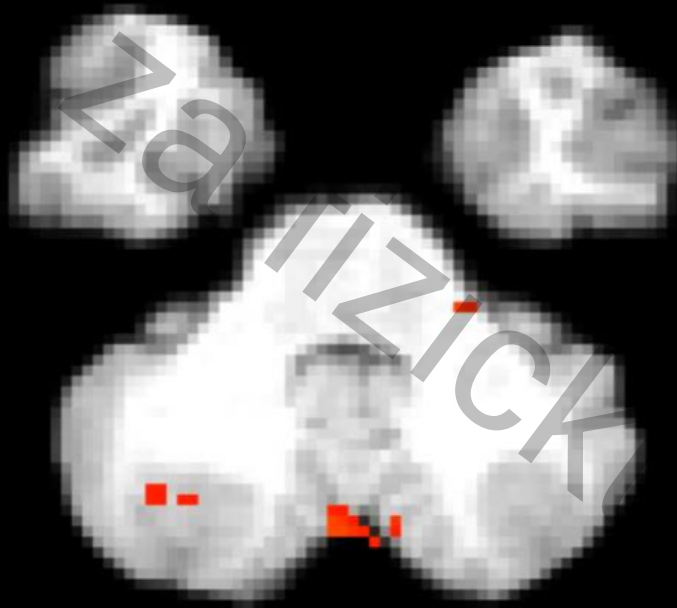


ШТА СЕ НАЈЧЕШЋЕ ИСПИТУЈЕ?

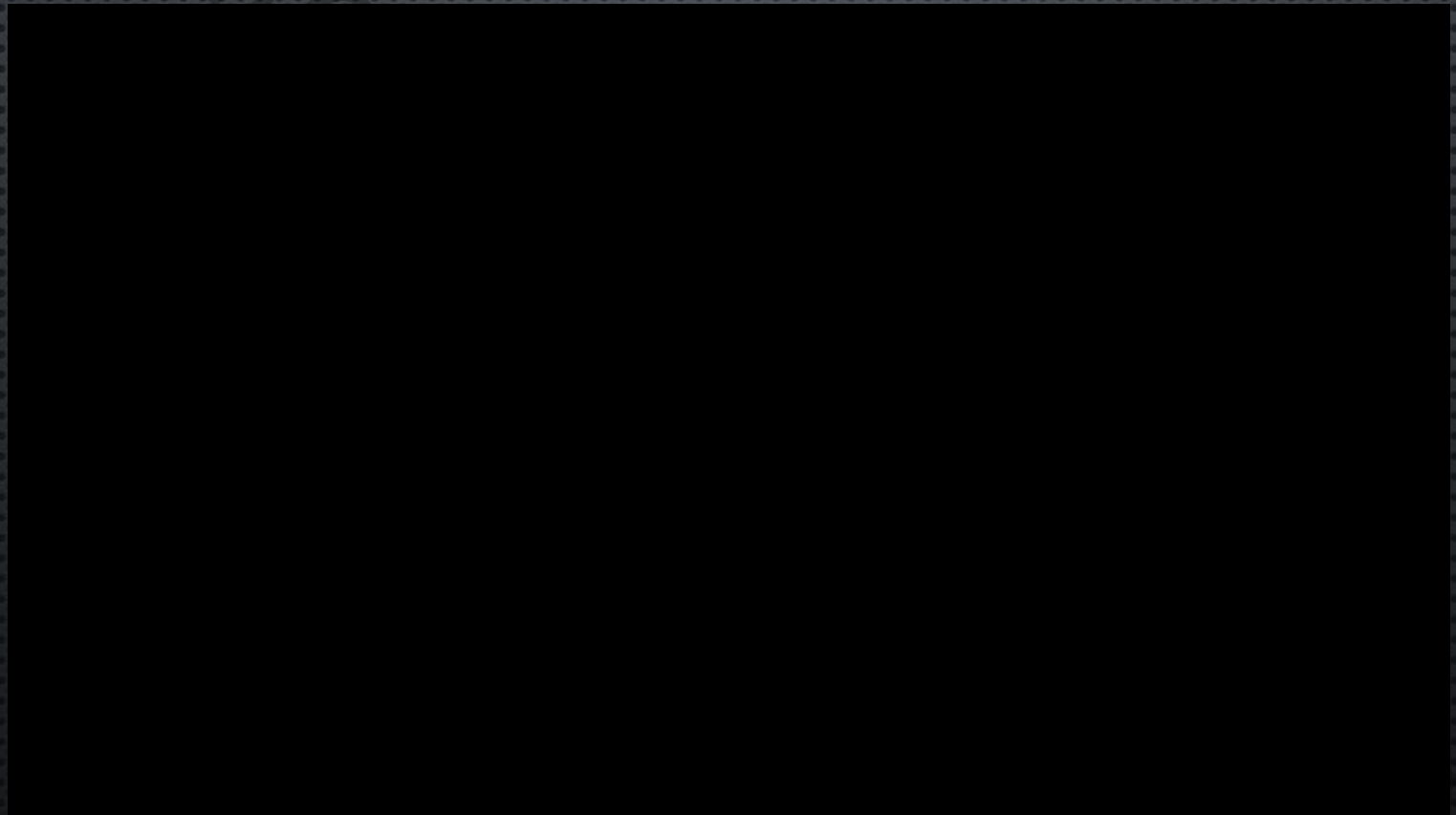
- МОТОРНЕ ФУНКЦИЈЕ
- АУДИТОРНЕ ФУНКЦИЈЕ
- ТАКТИЛНЕ ФУНКЦИЈЕ
- ВИЗУЕЛНА ПЕРЦЕПЦИЈА
- РАЗУМЕВАЊЕ ЈЕЗИКА И ГОВОР

ПРИМЕРИ

МОТОРНИ КОРТЕКС

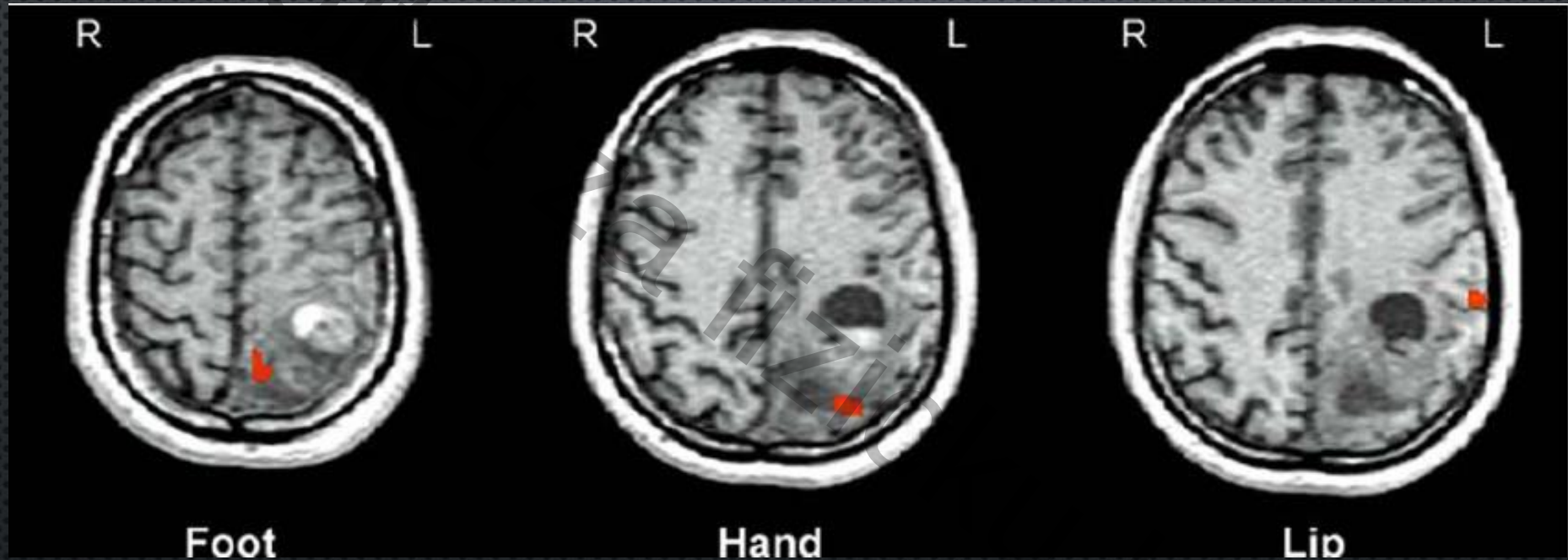


МОТОРНИ КОРТЕКС

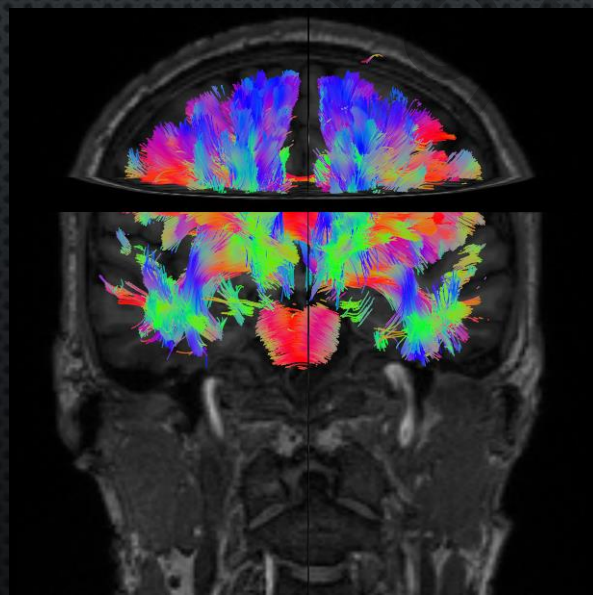
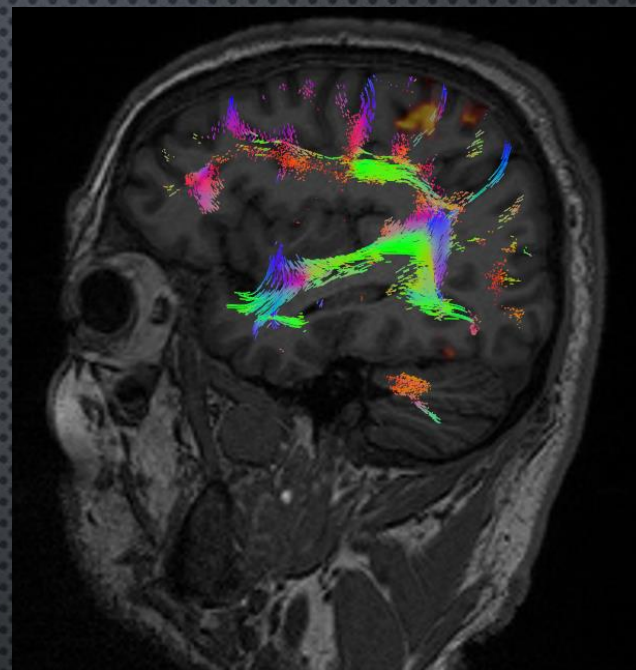
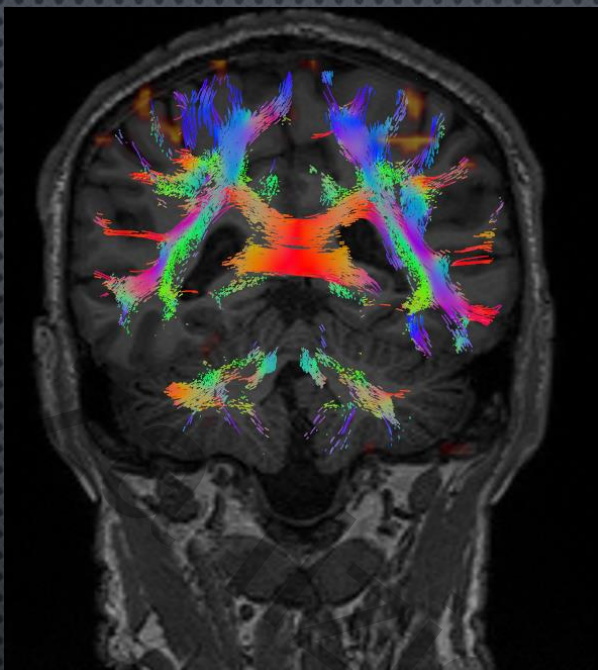
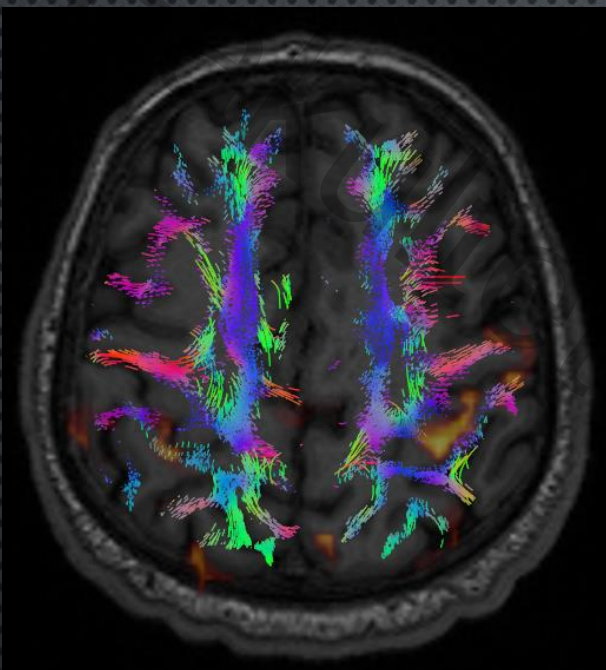


ЛОКАЛИЗАЦИЈА И ЛАТЕРАЛИЗАЦИЈА ГОВОРНОГ КОРТЕКСА

СОМАТОСЕНЗОРНИ КОРТЕКС – ГЛИОМ ВИШЕГ ГРАДУСА

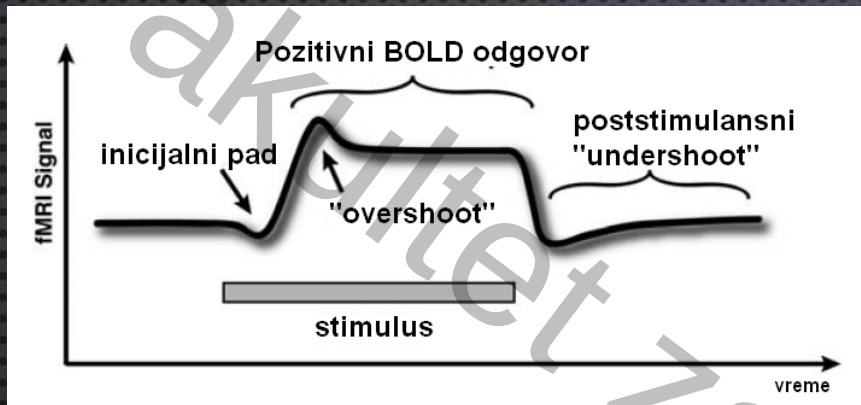


KOMBINACIJA...

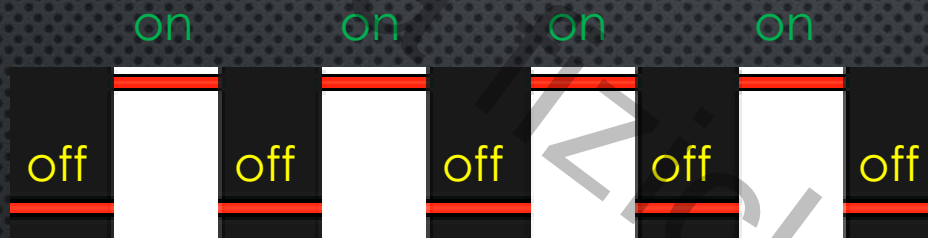


ФУНКЦИОНАЛНИ МРИ У СТАЊУ МИРОВАЊА (RESTING STATE FMRI)

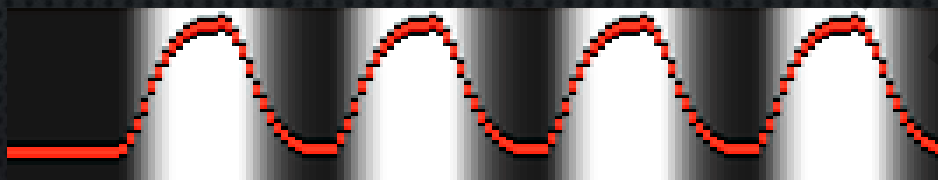
РАЗЛИКЕ...



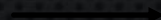
Образац
стимулуса



Предвиђени
BOLD сигнал



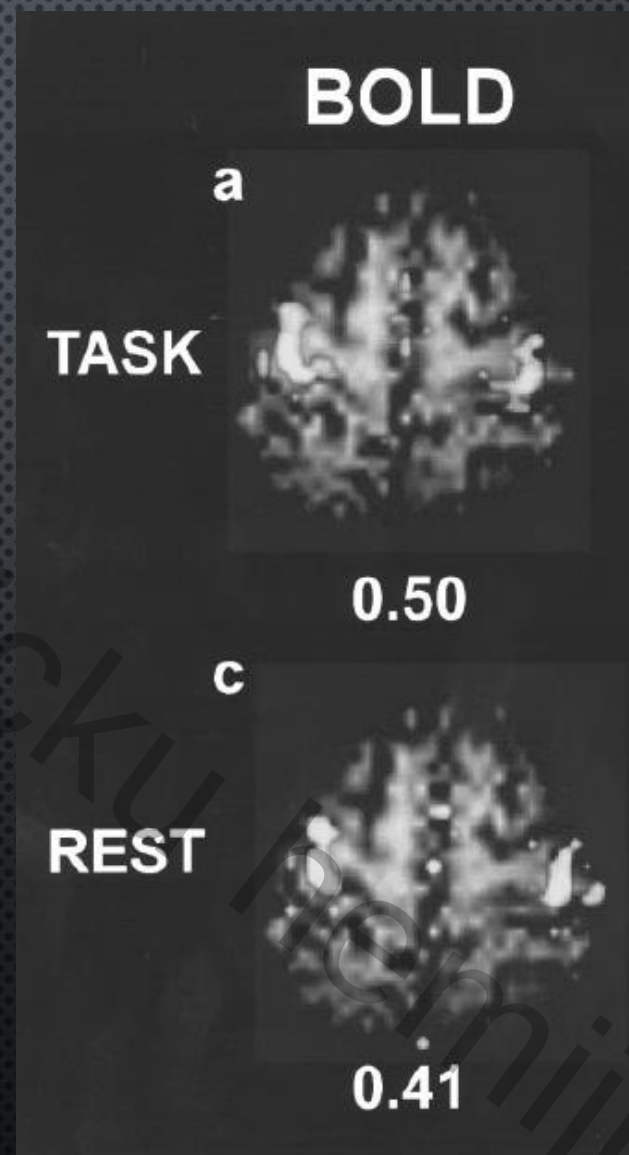
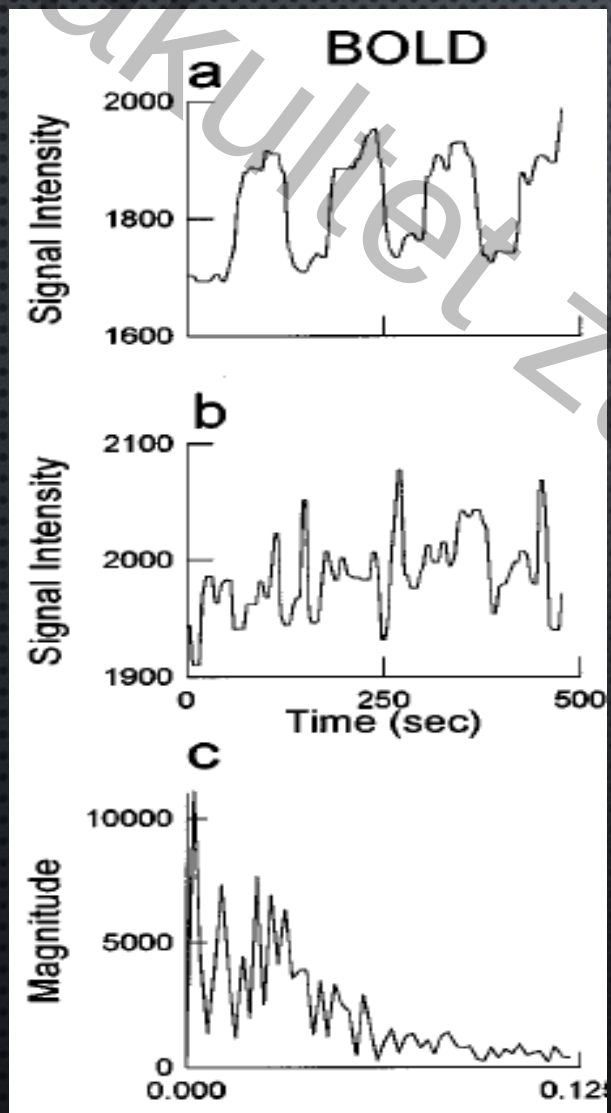
време



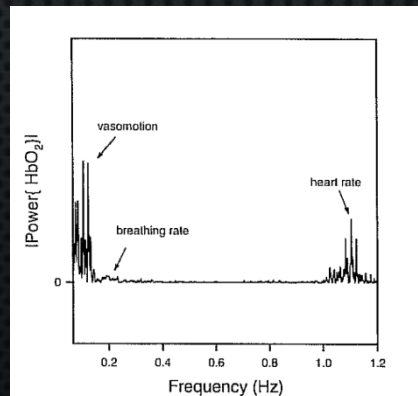
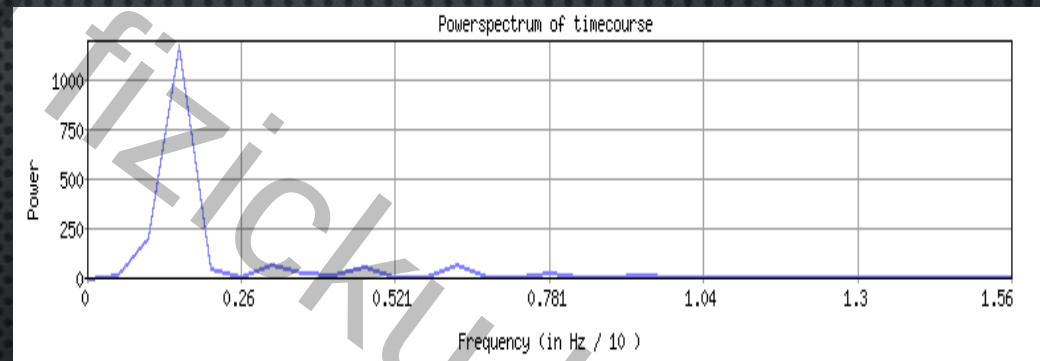
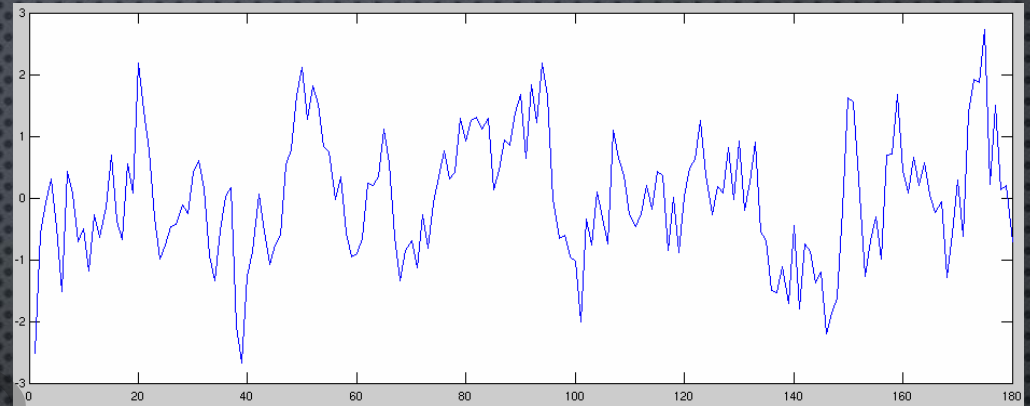
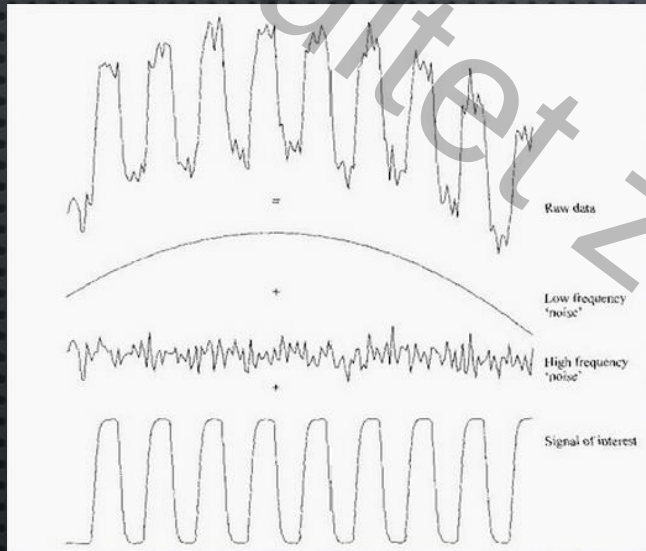
ОСНОВЕ RESTING STATE FMRI

- Циљ: Испитивање функционалне повезаности у мозгу
 - ВРЕМЕНСКА ЗАВИСНОСТ ОБРАЗАЦА АКТИВАЦИЈЕ НЕУРОНА У АНАТОМСКИ ОДВОЈЕНИМ ДЕЛОВИМА МОЗГА
- Како?
 - ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ВРЕМЕНСКИХ ТОКОВА BOLD СИГНАЛА ЗА РАЗЛИЧИТЕ, АНАТОМСКИ ОДВОЈЕНЕ РЕГИОНЕ **У СТАЊУ МИРОВАЊА**
- ЗАЧЕТАК ТЕХНИКЕ 1997 (BISWAL)
 - ПРИМАРНА МОТОРНА МРЕЖА ЈЕ АКТИВНА И СТАЊУ МИРОВАЊА

ЭКСПЕРИМЕНТ BISWAL-A



ДА ЛИ RFMRI ИМАМО И У ТОКУ КЛАСИЧНОГ FMRI?



ДА ЛИ RFMRI ЗАИСТА ПОТИЧЕ ОД МОЖДАНЕ АКТИВНОСТИ?

- ПРОМЕНЕ У BOLD КОЈЕ ПОТИЧУ ОД ПУЛСАЦИЈА КРВИ (СРЧАНИ РИТАМ) И РЕСПИРАТОРНИ ЕФЕКТИ ИМАЈУ ТАКОЂЕ ИМАЈУ НИСКЕ ФРЕКВЕНЦИЈЕ...

➤ ДОКАЗИ ЗА

- ВИСОК СТЕПЕН КОРЕЛАЦИЈЕ BOLD ИЗМЕЂУ АНАТОМСКИ БЛИСКИХ СТРУКТУРА (МОТОРНА, ВИЗУЕЛЕНА, АУДИТОРНА МРЕЖА)
- МЕРЕЊА СУ ПОКАЗАЛА ДА ЈЕ ОСЦИЛАЦИЈЕ УСЛЕД СРЧАНОГ РИТМА И РЕСПИРАТОРНИХ ОСЦИЛАЦИЈА ИМАЈУ ФРЕКВЕНЦИЈУ $>0,3$ Hz И ДА ЈЕ ЊИХОВ УДЕО У ОБЛАСТИ ОД ИНТЕРЕСА (0,01 – 0,1 Hz) ВЕОМА МАЛИ
- ВИСОКА СТЕПЕН КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ СИГНАЛА И EEG ЗАПИСА ИЗ ДАТОГ РЕГИОНА

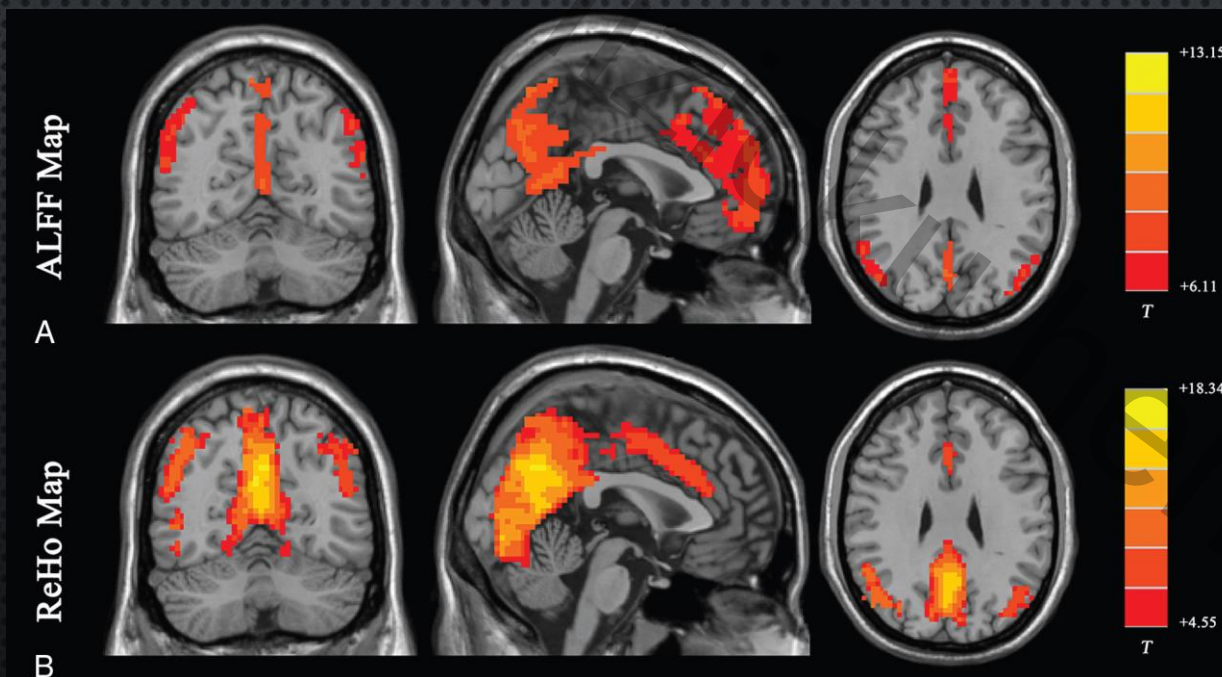
ИПАК... СНИМАЊЕ СЕ ВРШИ УЗ ЕКГ И РЕСПИРАТОРНИ ОКИДАЧ

МЕТОДЕ ОБРАДЕ RFMRI

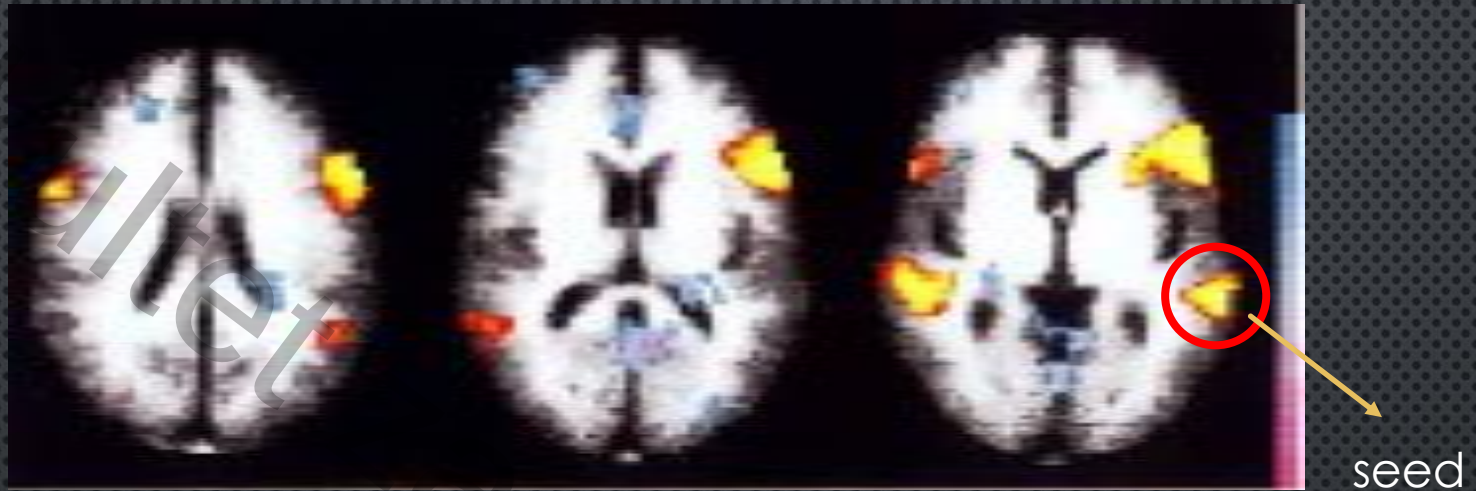
- ПОДЕЛА ТЕХНИКА
 - РЕГИОНАЛНА АНАЛИЗА
 - ALFF АНАЛИЗА
 - РЕНО ТЕХНИКА
 - АНАЛИЗА МРЕЖА
 - „SEED” (ИНЦИЈАЛНИ ВОКСЕЛ ИЛИ РЕГИОН ОД ИНТЕРЕСА) ТЕХНИКА
 - ICA ТЕХНИКА
 - АНАЛИЗА ГРАФОВА

ALLF И ReHo ТЕХНИКЕ

- ALLF КОРИСТИ У АНАЛИЗИ КОРИСТИ ДВА ПАРАМЕТРА
 - АПСОЛУТНУ АМПЛИТУДУ НИСКОФРЕКВЕНТНИХ ФЛУКТУАЦИЈА
 - РЕЛАТИВНУ АМПЛИТУДУ НФФ КОЈА ЈЕ КОЛИЧНИК АА И ИНТЕГРАЛНЕ АМПЛИТУДЕ ЗА СВЕ ФЛУКТУАЦИЈЕ
- ReHo КОРИСТИ ПАРАМЕТАР КОЈИ ЈЕ МЕРА СИНХРОНИЦИТЕТА СИГНАЛА ИЗМЕЂУ ВОКСЕЛА УЈЕДНОМ ФУНКЦИОНАЛНОГ РЕГИОНУ

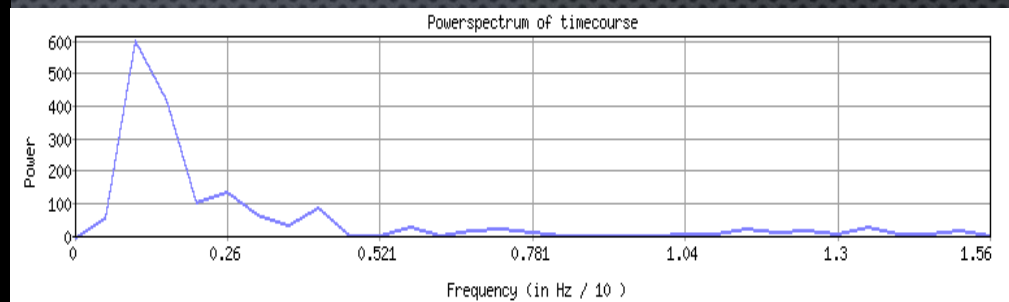
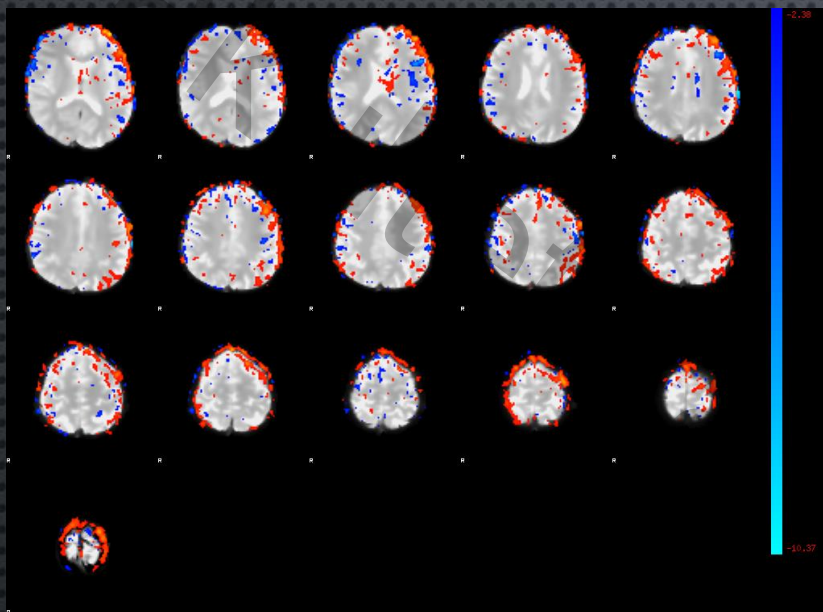


МЕТОД ИНЦИЈАЛНОГ РЕГИОНА ОД ИНТЕРЕСА

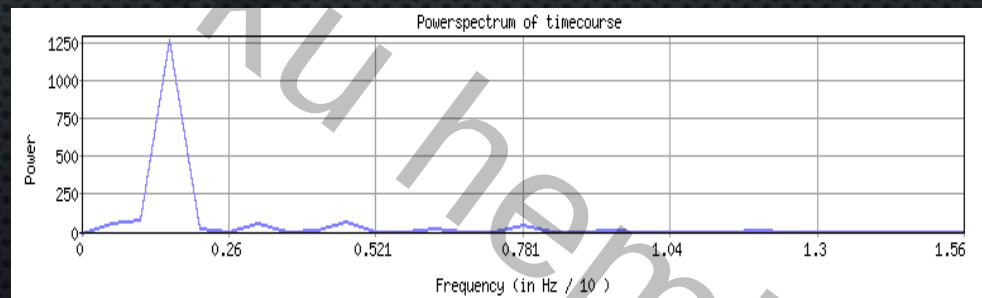
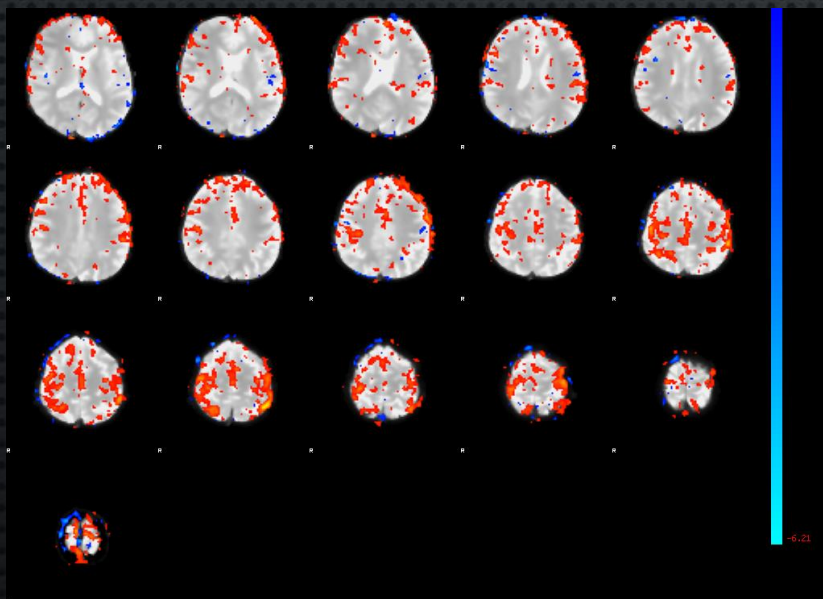


- ЈЕДНОСТАВАН МЕТОД
- ПОСТУПАК
 1. ПОМОЋУ КЛАСИЧНОГ fMRI УТВРДИТИ ПОЧЕТНУ ("SEED") ЗОНУ
 2. „RESTING STATE“ BOLD СИГНАЛ СЕ ПОРЕДИ СА СИГНАЛИМА ИЗ СВИХ ОСТАЛИХ РЕГИОНА У МОЗГУ
 3. РЕЗУЛТАТ СУ **МАПЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПОВЕЗАНОСТИ** КОЈЕ ПРИКАЗУЈУ ЗОНЕ У КОРТЕКСУ ИЗМЕЂУ КОЈИХ ПОСТОЈИ ВИСОКО ЗНАЧАЈНА КОРЕЛАЦИЈА

МЕТОДА НЕЗАВИСНИХ КОМПОНЕНТИ (ІСА)



„Лоша“ компонента

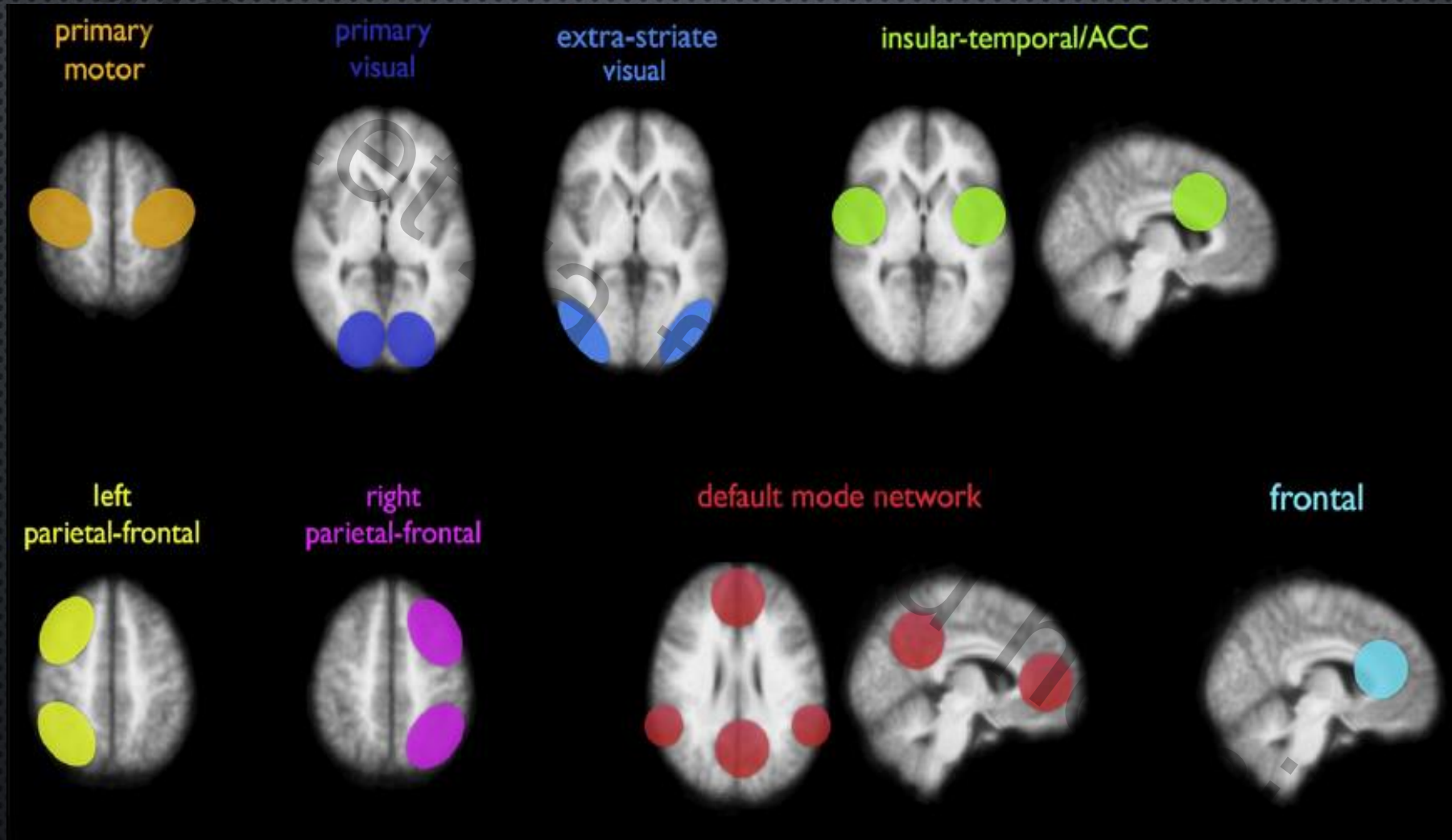


Добра компонента

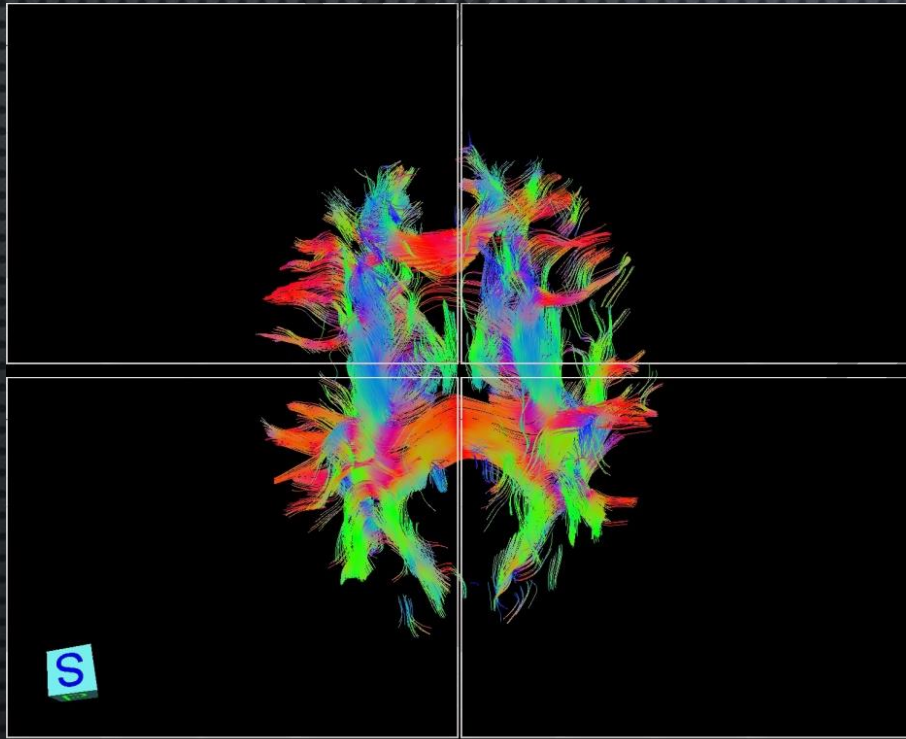
СУБОРГАНИЗАЦИЈА RS МРЕЖА

- МЕРЕЊА / ПОРЕЂЕЊА НА НИВОУ ВОКСЕЛА УКАЗАЛА СУ НА ПОСТОЈАЊЕ СУБОРГАНИЗАЦИЈЕ У МРЕЖАМА
 - МОТОРНА МРЕЖА ОРГАНИЗОВАНА У СКЛАДУ СА СОМАТОТРОПНОМ ОРГАНИЗАЦИЈОМ МОТОРНОГ КОРТЕКСА
 - ВИЗУЕЛНА...
 - ГОВОРНА ...
- DEFAULT MODE МРЕЖА
 - СПОНТАНО ОКИДАЊЕ НЕУРОНА И ПРЕНОС ИНФОРМАЦИЈА КА ОСТАЛИМ НЕУРОНИМА У МРЕЖИ ДА БИ СЕ ОДРЖАЛА „БОРБЕНА ГОТОВОСТ МРЕЖЕ“
 - АКТИВНОСТ У ОВОЈ МРЕЖИ ЈЕ ПОВЕЗАНА СА ОСНОВНИМ КОГНИТИВНИМ ПРОЦЕСИМА, УКЉУЧУЈУЋИ И ИНТЕГРАЦИЈУ КОГНИТИВНОГ И ЕМОЦИОНАЛНЕ ОБРАДЕ, МОНИТОРИНГ ОКРУЖЕЊА И ЛУТАЊЕ МИСЛИ
 - ИСПИТИВАЊА КОНЕКЦИЈА У ОКВИРУ ОВЕ МРЕЖЕ СУ ЗНАЧАЈНА СА СТАНОВИШТА РАЗМАТРАЊА ДИСФУНКЦИЈА У КОГНИЦИЈИ КОД РАЗЛИЧИТИХ НЕУРОЛОШКИХ И ПСИХИЈАТРИЈСКИХ БОЛЕСТИ

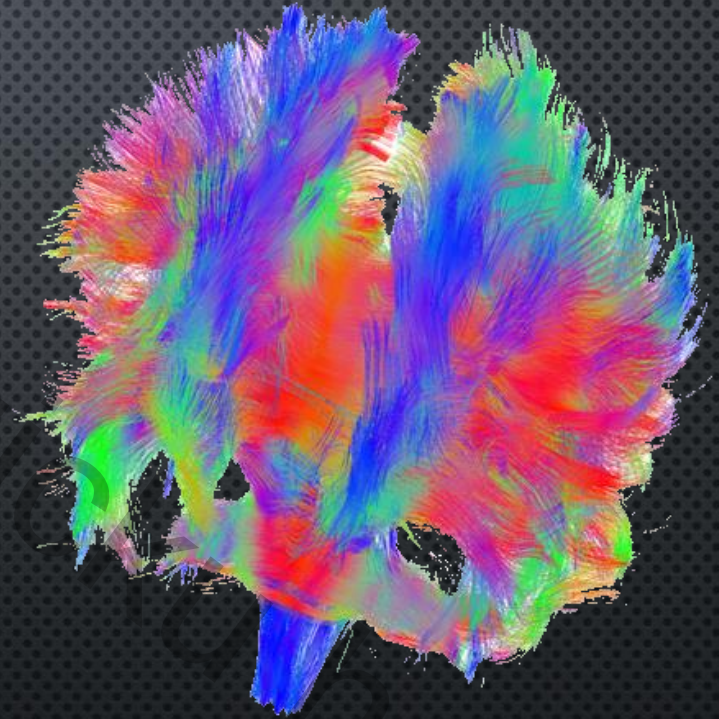
RESTING STATE MPEXE



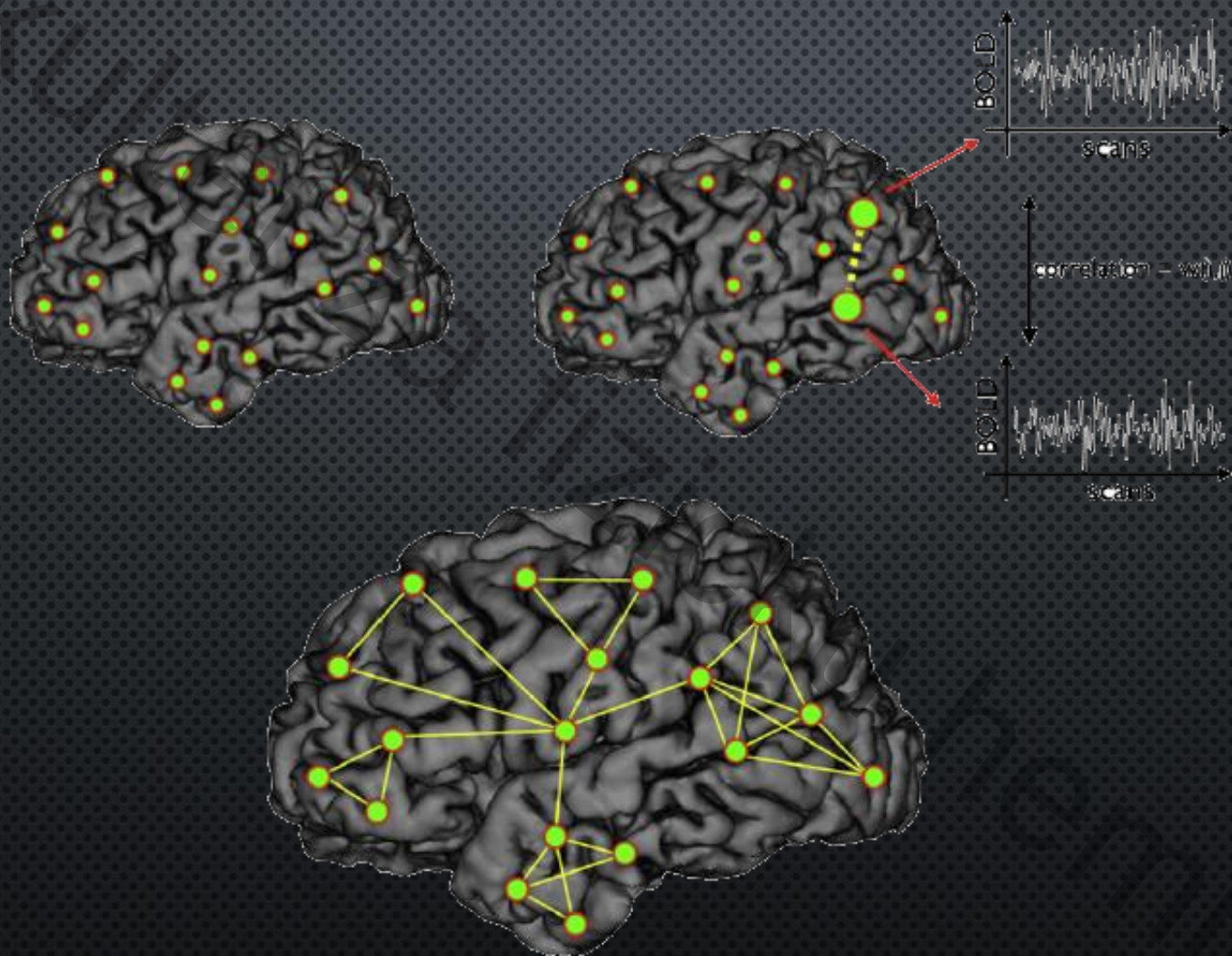
БЕЗЕ УНУТАР МРЕЖЕ



/media/MARKOS/ALT/Documents/mi/dft/qj/gova/dt/mndisease/mnd.dft

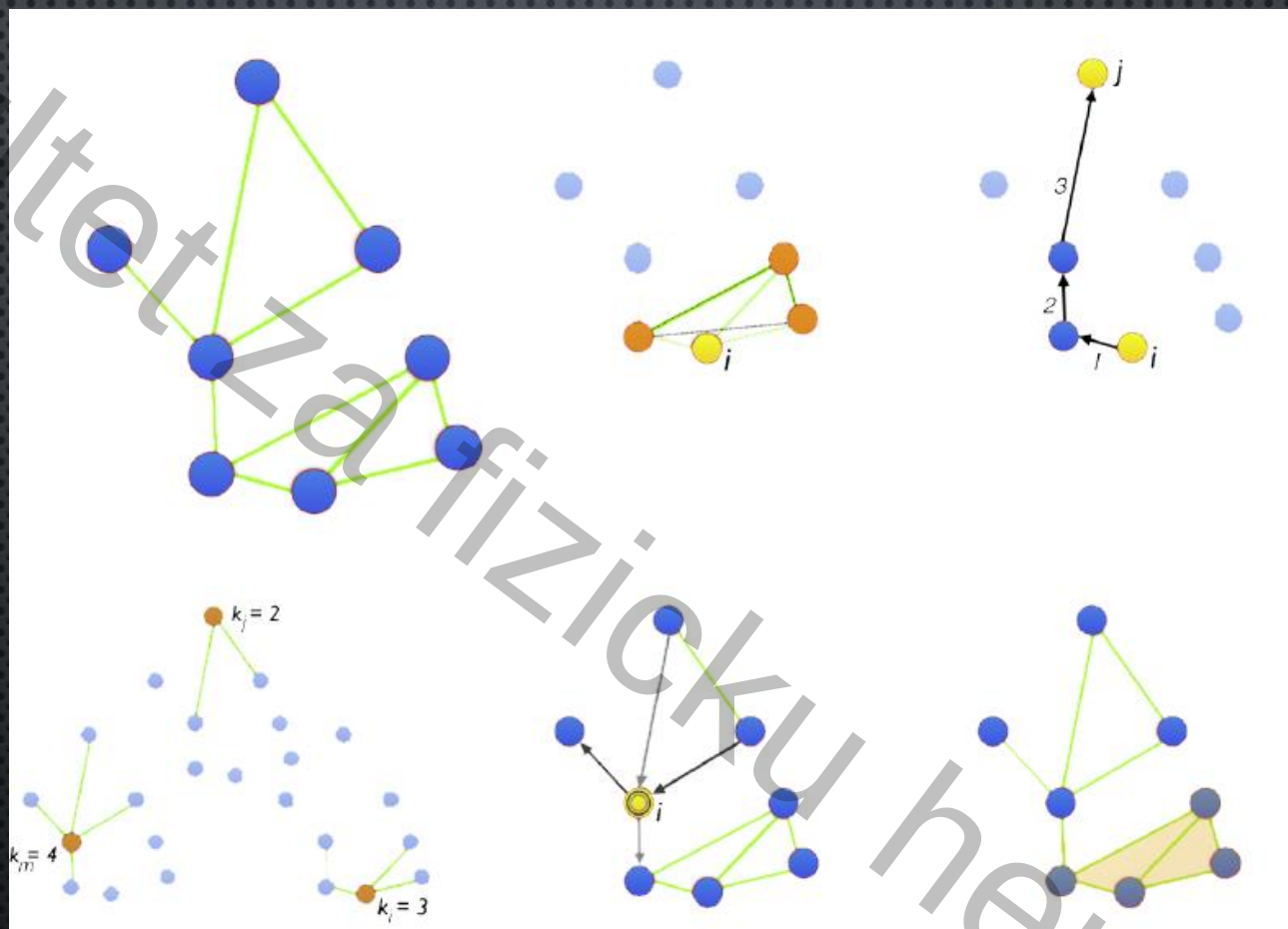


УСТАНОВЉАВАЊЕ ВЕЗА – ТЕОРИЈА ГРАФИКА



коефицијент
кластеризације –
локална повезаност

Карактеристична
дужина пута – ефикасност
глобалне комуникације

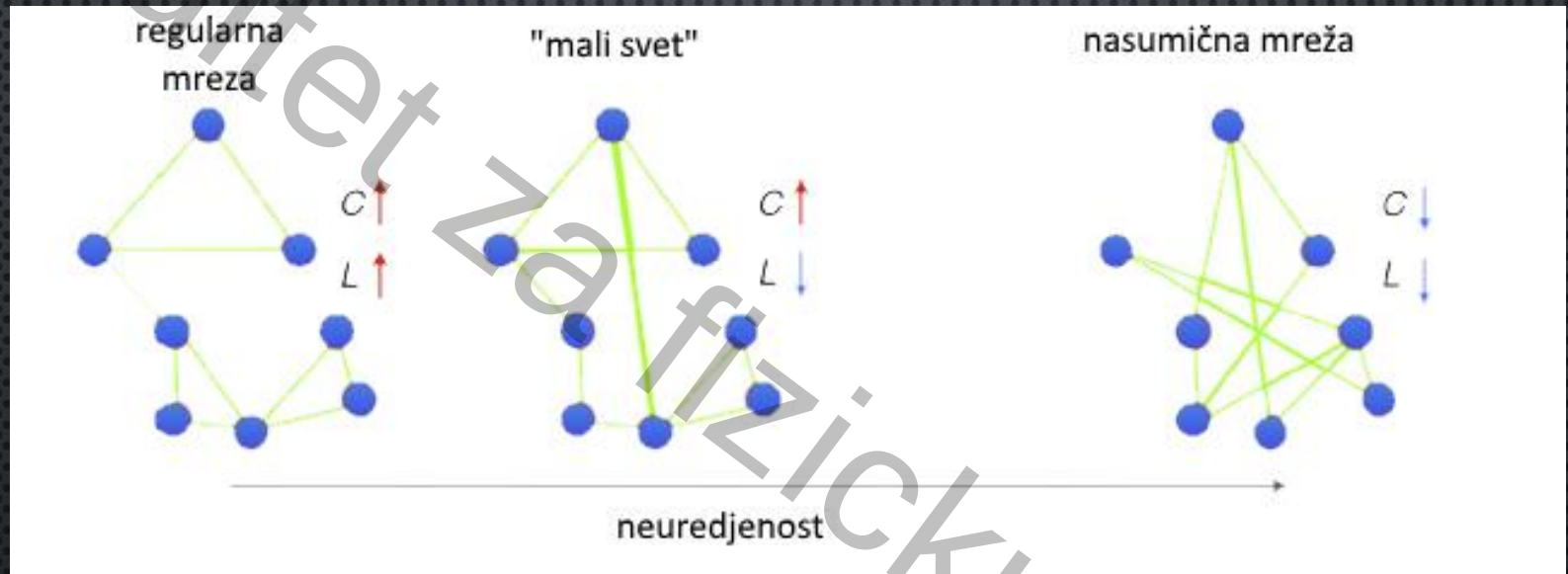


централност

Ред чворишта

Модуларност

DMN, КОГНИЦИЈА И IQ



НЕУРОЛОШКЕ И ПСИХИЈАТРИЈСКЕ БОЛЕСТИ

- АЛЦХАЈМЕРОВА БОЛЕСТ И RFMRI
 - СМАЊЕНА RESTING STATE АКТИВНОСТ У РЕГИОНУ ХИПОКАМПУСА
 - - II- ПОСТЕРИОРНОМ ЦИНГУЛАТНОМ ГИРУСУ
 - - II- DEFAULT MODE МРЕЖИ
 - СМАЊЕН КОЕФИЦИЈЕНТ КЛАСТЕРИЗАЦИЈЕ НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ
- СХИЗОФРЕНИЈА
 - СМАЊЕНА КЛАСТЕРИЗАЦИЈА У DEFAULT MODE МРЕЖИ
 - СМАЊЕНА ЕФИКАСНОСТ МРЕЖЕ