

# Razvoj rešitve za prostoročno upravljanje računalnika na osnovi naprave Emotiv EPOC+

Matic Špindler,  
doc.dr. Boštjan Šumak, univ. dipl. inž. rač. in inf.

11.4.2017

## Uvod

- Upravljanje računalnika z mislimi – znanstvena fantastika?
- Prepoznavanje vzorcev možganske aktivnosti in ne branje misli
- Ciljna skupina raziskave so bili gibalno ovirani (GO)
- Ali lahko GO omogočimo lažje delo na računalniku?



## EMOTIV EPOC+

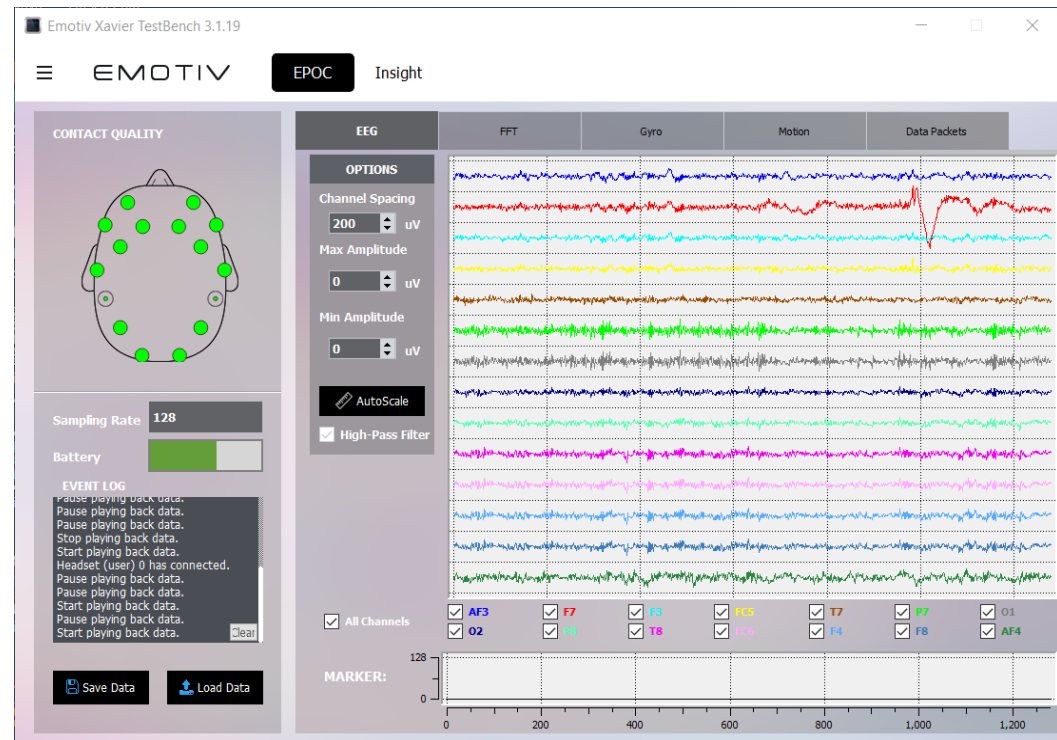
- BCI – možganski komunikacijski vmesnik
- EMOTIV – vodilno podjetje iz področja raziskovanja in razvijanja komercialnih produktov za razumevanje delovanja človeških možganov s pomočjo EEG
- 14 EEG senzorjev, 9 senzorjev premikanja
- BTLE povezava
- Vlažni senzorji
- Naslednik: Insight
  - Manj senzorjev /cenejši



\* BCI – brain-computer interface

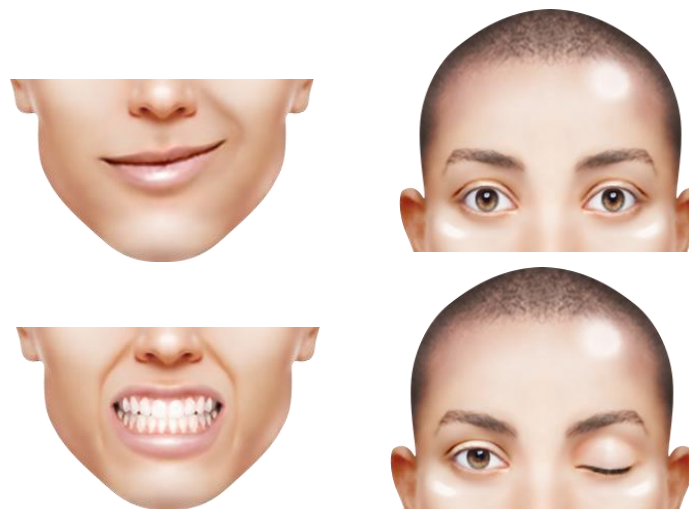
## Kaj je EEG?

- oz. *Elektroencefalografija*
- Metoda beleženja električne aktivnosti možganov (trak)
- EPOC+ 2048 meritev na sekundo
- Skupina več 1000 nevronov sproži električno polje [ $10 \mu\text{V}$  -  $100 \mu\text{V}$ ]
- Pri subduralni implantaciji 10mV-20mV



## Kaj naprava zaznava? 1/2

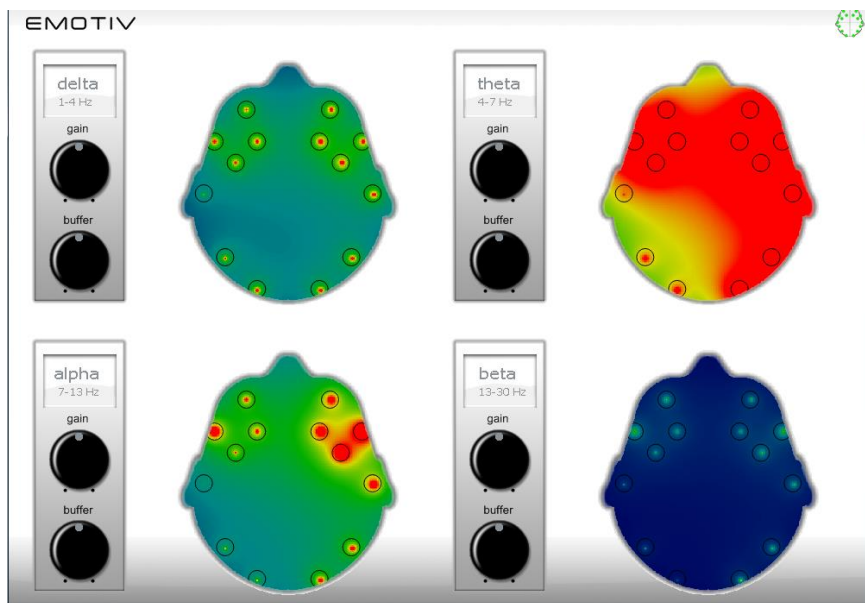
- Razpoloženjska stanja
  - Trenutno navdušenje
  - Dolgoročno navdušenje
  - Zainteresiranost
  - Razočaranje
  - Stres
  - Meditacija
- Obrazno mimiko
  - Pomežiki, pogled levo /desno
  - Dvig obrvi / namrščenje
  - Smeh, stisk čeljusti, dvig kotičkov ust





## Kaj naprava zaznava? 2/2

- Miselne vzorce
  - Nevtralno (stanje – brez misli)
  - Do 4 različne misli na enkrat (iz izbora smeri premikanja predmeta v 3D prostoru)



## Upravljanje z mislimi

- „branje misli“ le reklama
- V resnici prepoznavanje v naprej naučenih vzorcev možganskih valov (EEG signalov) ali razpoloženja.
- Trening: Uporabnik se skoncentrira na eno misel ali občutek, ki ga vzdržuje 8s -> zajemanje EEG signalov-> učenje naprave
- Za posamezno komando je potrebnih 8h treninga
- Komando povežemo z ukazom na računalniku (npr. klik, pritisk tipke, premikanje po spletni strani)
- Točen algoritem prepoznavanja možganskih vzorcev je skrivnost

## Upravljanje z mislimi

- Senzorji so zelo občutljivi (nizki potenciali) -> šum
- Med uporabo moramo sedeti mirno, ne smemo se premikati, govoriti, žvečiti,...
- Šum tudi med naprezanjem in frustracijami (npr. igra PacMan)
- EEG signali oviti s šumom – prekrivajo jih EMG in EOG signali
  - EMG - električni potencial mišic
  - EOG - gibanja očesnih zrkul
- Po daljši uporabi se šum bolje filtrira – Emotiv algoritem (prvi na trgu za uporabo med rahlim premikanjem)



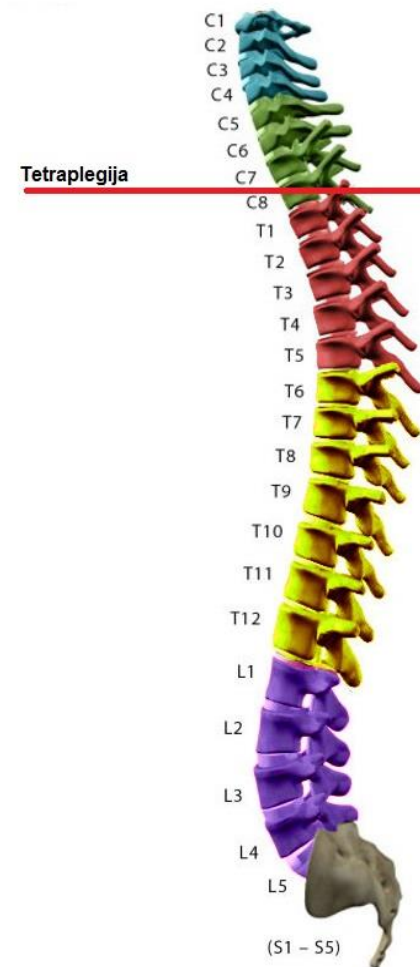
## Upravljanje z mimiko

- Senzorji na čelnem režnju – branje obraznih mišic
- Premikanje mišic povzroča šum, ki ga drugi filtrirajo, Emotiv ga uporablja za prepoznavanje mimike
- Sistem Smart Artifacts
  - *triangulacija + filtriranje in klasifikacija signalov = mišična skupina*
- Zaradi šuma moramo pri EEG preiskavi ležati in biti kar se da pri miru



## Omejitve raziskave

- GO - poškodba nad vretencem C6, brez težav nadzirajo obrazno mimiko in premikanje glave, morajo mirno sedeti
- GO - člani Zveze paraplegikov Slovenije
- BCI - Emotiv EPOC+, primerjava le z napravami sodelujočih
- OS Windows (uporabljajo sodelujoči)



## Pristopi gibalno oviranih

- Uporaba različnih pristopov glede na poškodbo
- Višja je poškodba - manj funkcije v rokah - bolj prilagojen sistem
- Pomanjkljivosti:
  - Uporaba kombinacije tipk (npr. [CTRL]+[C],...)
  - Miškina funkcija „drag&drop“
  - Premikanje drsnikov (razpredelnice)
  - Igranje iger (zahtevajo obe roki, odzivnost)
  - Težavno pisanje – Speech-2-text samo v angleščini

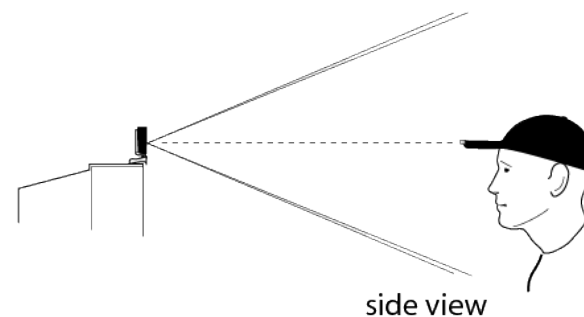


## Pristopi gibalno oviranih

- C5/C6 - tipkala in sledilne kroglice, drsne ploščice



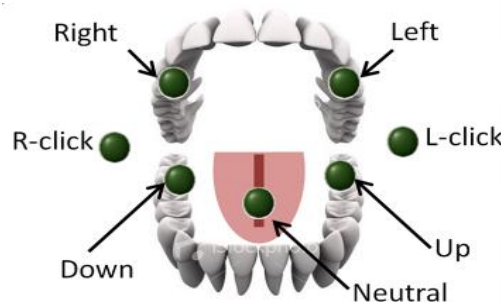
- C2-C4
  - virtualna tipkovnica + krmilna palica/stikala
  - SmartNav (podobno eye-tracking)



## Sodobni pristopi gibalno oviranih

- Upravljanje z jezikom

- Magnetni pirsing
- Jezik skoraj direktno povezan z možgani



- P300 narekovalnik

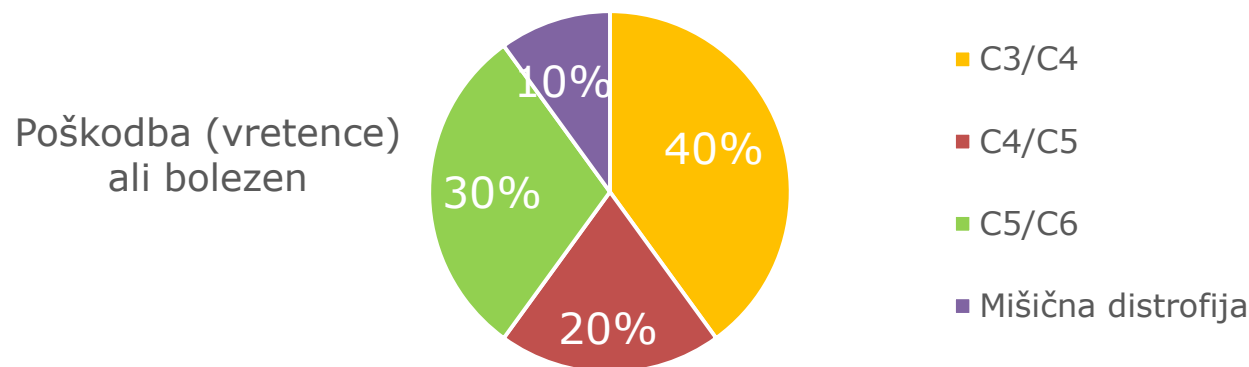
- Resnično pisanje z mislimi
- 1 črka ~25s
- Klasifikator osvetljuje stolpce in vrstice (~200ms)
- Osvetlitev uporabnikovega znaka sproži ERP signal



\* ERP – event-related potentials (kognitivno izzvani potencial)

## Udeleženci raziskave

- 10 gibalno neoviranih oseb
- 11 gibalno oviranih oseb
  - 10 oseb s poškodbo hrbtenjače
  - 1 oseba z mišično distrofijo





## Naloge eksperimenta

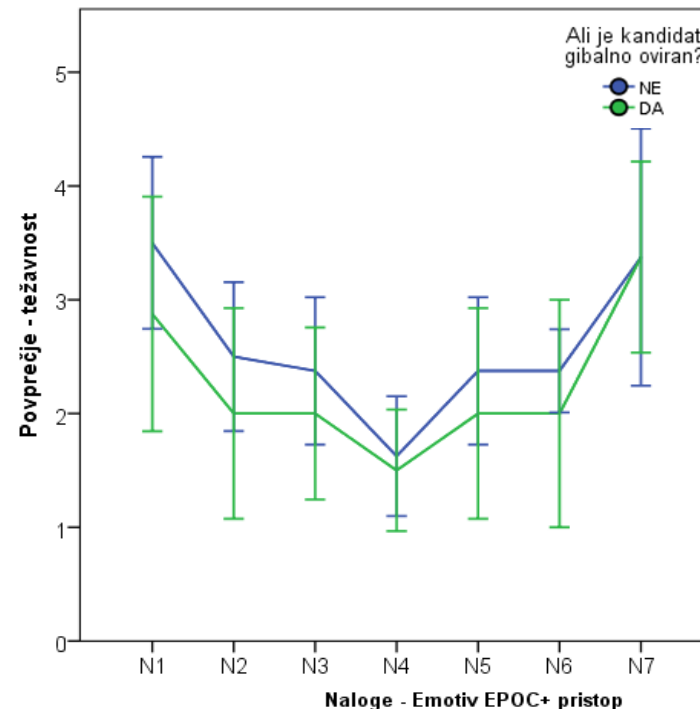
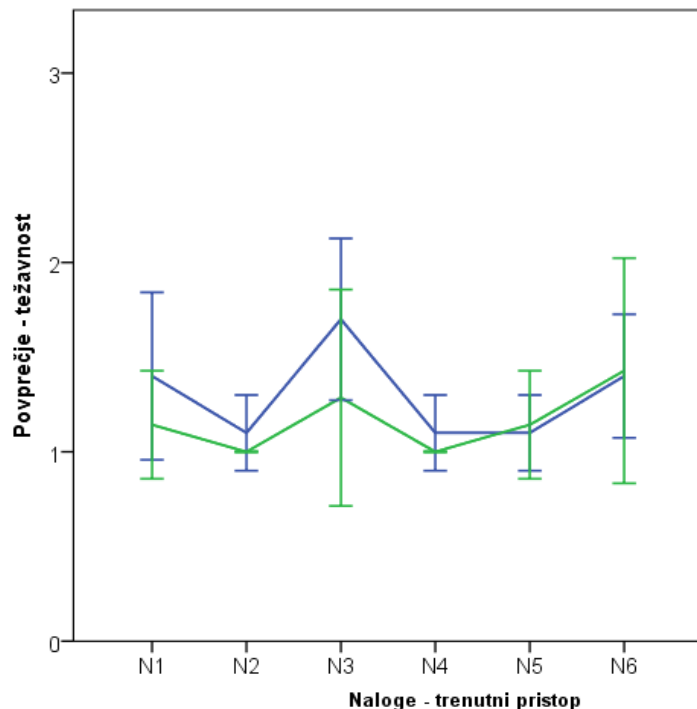
- 6 nalog - vsakodnevna opravila na računalniku
- Reševanje nalog s trenutnim pristopom, ki ga vsak udeleženec uporablja, nato pa še s EPOC+ pristopom
- Omejitev: neuporaba miškega kolesčka
- Naloge:
  1. Poslati e-pošto s priponko
  2. Poiskati sliko v „My Documents“
  3. Prenos e-knjige in poiskati 4. poglavje
  4. Skype klic
  5. Ogled Youtube posnetka
  6. Simulacija nakupa v spletni trgovini
  7. Dodatna naloga: premikanje po spletni strani z mislimi

## Emotiv EPOC+ ukazi

| Ukaz             | Kombinacija tipk   |
|------------------|--------------------|
| Premikanje glave | Simuliranje miške  |
| Levi pomežik     | Levi klik          |
| Dvig obrvi       | Enter              |
| Stisk zob        | CTRL + V (prilepi) |
| Desni pomežik    | Desni klik         |
| Misel: Push      | PgUp               |
| Misel: Drop      | PgDown             |



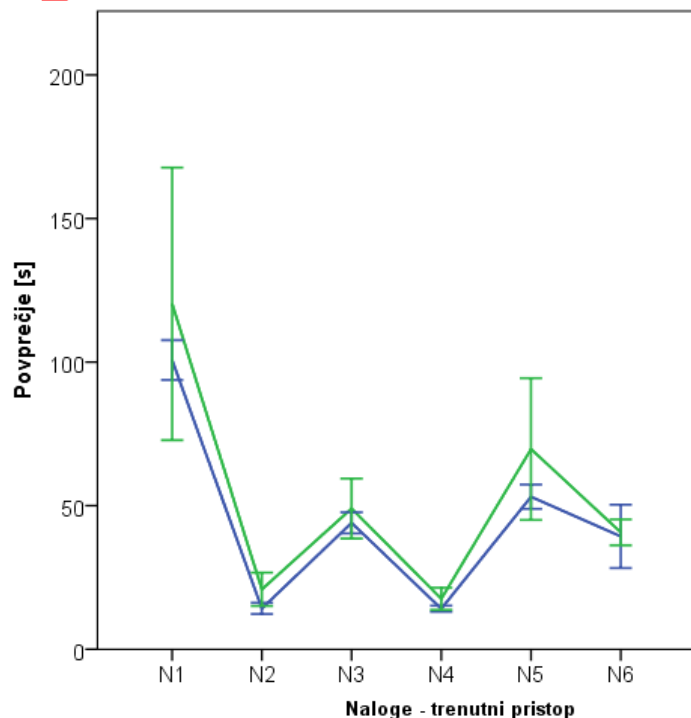
## Ugotovitve – zahtevnost pristopov



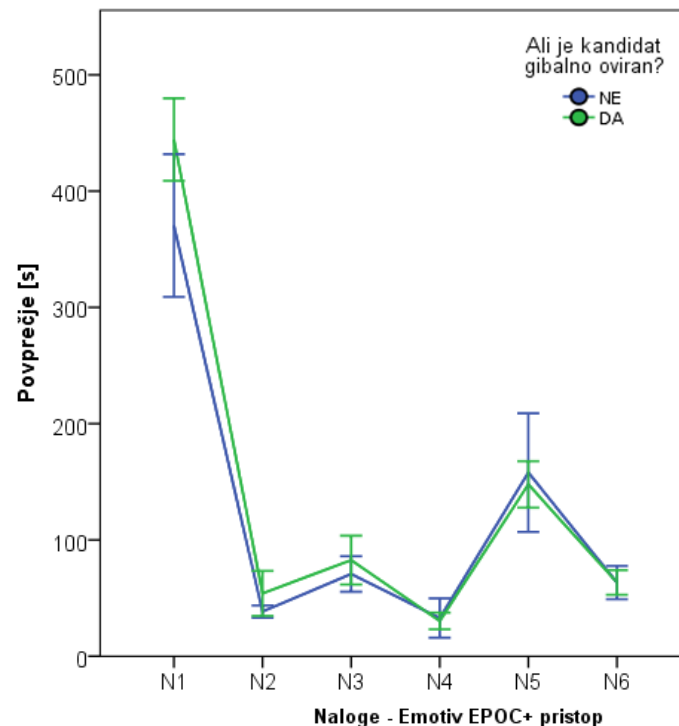
- Med skupinama nismo zaznali sig. pomembnih razlik
- Obojim se je TP zdel lažji
- GN so bili pri TP omejeni na miško (višje ocene od GO)



## Ugotovitve – časovna zahtevnost pristopov



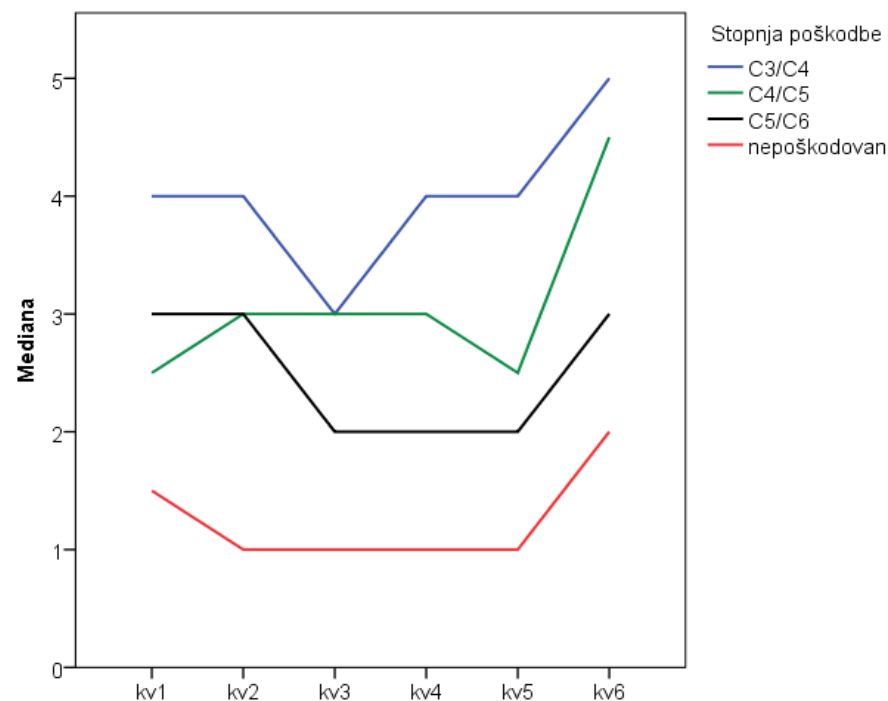
- Pri GO odstopanja zaradi različnih pristopov
- GO za 18% hitrejši kot GN pri najtežji nalogi – naprava SmartNav



- Razlika med skupinama je pri EP še manjša
- Naloge 4, 5 in 6 so GO rešili istočasno ali celo hitreje

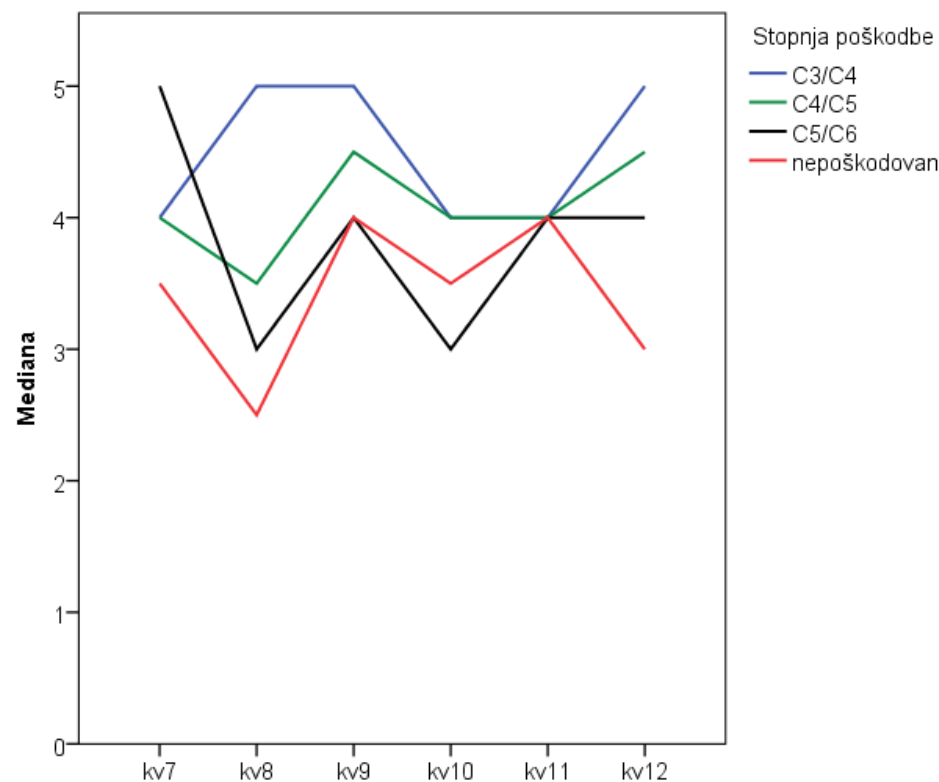
## Ugotovitve – TAM – PU (uporabnost)

- TAM – Technology Acceptance Model
- PU – Perceived Usefulness
- 5-stopenjska Likertova lestvica (1 – se ne strinjam, 5 – se strinjam)
- GO so izbrali višje ocene pri vseh nalogah
- Sig. pomembna razlika se pojavi pri 4 od 6 vprašanj
- Graf: višja poškodba hrbtenjače -> boljše ocene



## Ugotovitve – TAM – PEOU (enostavnost)

- PEOU – Perceived ease of use
- Sig. pomembna razlika le pri vprašanju:
  - Ali je uporaba računalnika z naprava EPOC+ enostavna?
  - GN(3) : GO(5)
- Oboji so na vsa vprašanja o enostavnosti odgovorili pozitivno
- GO si izbirali višje ocene





## Ostale ugotovitve

- Ustreznost in zanesljivost (TTF – Task-technology fit)
  - Oboji menijo, da se je preprosto naučiti uporabljati napravo EPOC+
  - GO menijo, da je sistem priročen in preprost, popolnoma zanesljiv in bo vedno dosegljiv, kadar ga potrebujejo
  - GN se počutijo omejeni in pogrešajo več funkcij (npr. pisanje, uporaba kombinacije tipk,...)
- Namestitev naprave
  - Prva uporaba traja 25min (kalibracija in spoznavanje z napravo)
  - Nadaljnje uporabe so krajše od 1min
  - Večini se postopek ni zdel predolg
  - GO trenutno potrebujejo tudi do 1min, da si namestijo vse naprave za uporabo računalnika (62,5% jih potrebuje pomoč tretje osebe)
- Nadaljnja uporaba
  - Oboji bi uporabili EPOC+ pristop, v kolikor TP več ne bi bil mogoč
  - GO se zdi EPOC+ pristop lažji kot GN (sig. pom. razlika  $p < 0.01$ )
  - GO bi EPOC+ uporabili za reševanje vseh nalog, GN le za lahke naloge

## Dodatna naloga – upravljanje z mislimi

- Opravili vsi GO, 2 GN sta odstopila
- Trening je trajal med 15-25min/osebo
- Uporaba misli (8 sekundni intervali učenja naprave):
  - Nevtralno stanje: sproščeno stanje
  - Push in Drop: koncentracija na določen občutek ali misel, ki ne sme biti gibanje ali podobna prejšnji misli
  - Uporabnik se ne sme naprezati
  - Potrebni minimalno 5-6 ponovitev
- Preizkus v spletni trgovini [candybox.si](http://candybox.si), kjer so se sodelujoči na ukaz „navzdol“ in „navzgor“ poskusili ustrezno premakniti po spletni strani med artikli



## Povzetek

- GO se EPOC+ pristop zdi uporaben in enostaven
- GO potrebujejo pomoč pri rokovanju z napravo
- Seznanitev GO z novim pristopom uspešna
- Nadaljnja uporaba je odvisna od posameznika
- Izboljšave:
  - Uporaba boljše virtualne tipkovnice ali Google funkcije Voice Typing za pisanje
  - Sodelujoči bi morali imeti predhodne izkušnje z eno izmed Emotiv naprav



# HVALA ZA VAŠO POZORNOST!

VPRAŠANJA / PRIPOMBE / PREDLOGI



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko



*Univerzitetni rehabilitacijski inštitut*  
*Republike Slovenije - Soča*

**ZVEZA PARAPLEGIKOV  
SLOVENIJE**

