

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Infotehnoloogia teaduskond

Anete Viise 163543YADM

**RUUMITÄHELEPANU MÕJU  
OOTUSPÄRASUSEST TINGITUD  
ILLUSORSELE TAJULE: EEG UURIMUS**

Magistritöö

Juhendaja: Prof. Maie Bachmann  
PhD

Kaasjuhendaja: Renate Rutiku  
PhD

Tallinn 2020

## **Autorideklaratsioon**

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Anete Vise

18.05.2020

## Annotatsioon

Käesoleva töö eesmärk oli välja selgitada, kas tugevamalt tajutud visuaalse stiimuli põhjustatud sündmus-seosega potentsiaalid (ERP – *event-related potential*) erinevad statistiliselt oluliselt nõrgemalt tajutud stiimuli põhjustatud ERP-dest ning kas kriitilistel katsekordadel, kus tegelikkuses stiimulit ei esitatud, erineb ERP olenevalt, kas katseisik enda meelest siiski nägi stiimulit või ta stiimulit ei näinud.

Analüüsi tulemused näitasid, et vasakul pool asuva stiimuli korral on kuklasagara vasaku poole ERP P1 komponendi (~100ms pärast stiimulit) amplituud negatiivses korrelatsioonis keskmiste selgushinnangutega. Parema poole ERP N2 komponendi (~200ms pärast stiimulit) amplituud on suurem kui esitatud ruutu nähti, väiksem kui ei nähtud. Seega on mõlemad komponendid seotud katseisikute subjektiivse teadvuselamusega.

Kriitilistel katsekordadel, kui ruutu ei esitatud, kuid katseisikud raporteerisid ruudu nägemist, sarnaseid EEG aktiivsuse erinevusi nägemistaju komponentides ei leitud. Erinevus võis jääda tuvastamata tingituna vähesest katsekordade arvust.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 25 leheküljel, 5 peatükki, 13 joonist, 1 tabelit.

## **Abstract**

### **The effect of spatial attention on expectation-based illusory percepts: An EEG study**

The aim of this study was to determine whether event-related potentials (ERPs) caused by a stronger perceived visual stimulus differ statistically significantly from ERPs caused by a weaker perceived stimulus, and whether ERP differs depending on whether the subject saw the stimulus or not when the stimulus was not actually presented.

The results of the analysis showed that when the stimulus was presented on the left, the amplitude of the ERP P1 (~100 ms after the stimulus) component of the left side of the occipital lobe is negatively correlated with the mean clarity estimates. On the right the amplitude of the ERP N2 component (~ 200ms after the stimulus) was larger when the square was seen and smaller when it was not seen. Thus, both components are related to the subjective conscious experience of the subjects.

Similar differences in EEG activity in the visual perception components in critical trials when the subjects reported seeing the non-existent square, was not found. This may be due to very few trials under these conditions.

The thesis is in Estonian and contains 25 pages of text, 5 chapters, 13 figures, 1 table.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

EEG	Elektroentsefalograaf
ERP	<i>Event-related potential</i> , sündmus-seosega potentsiaal
ICA	<i>Independent Component Analysis</i> , sõltumatute komponentide analüüs
PAS	<i>Perceptual Awareness Scale</i> , taju selgushinnangu skaala

## Sisukord

1 Sissejuhatus .....	9
2 Kirjanduse ülevaade .....	10
2.1 Peaju ja elektroentsefalograafia .....	10
2.2 Sündmus-seosega potentsiaalid ( <i>event-related potentials</i> ) ehk ERP-d .....	11
2.3 Ruumitähelepanu ja Posneri paradigma .....	13
3 Metoodika .....	15
3.1 Katseisikud .....	15
3.2 Ülesanne ja aparatuur .....	15
3.3 Signaalide salvestamine .....	17
3.4 Signaalide eeltöötlus .....	18
4 Tulemused .....	20
4.1 Käitumuslikud tulemused .....	20
4.2 EEG andmed .....	24
4.3 Tulemuste analüüs ja järeldused .....	30
5 Kokkuvõte .....	32
Kasutatud kirjandus .....	34

## Jooniste loetelu

Joonis 1. Närviraku ehk neuroni ehitus. ....	10
Joonis 2. Visuaalse stiimuliga ülesandel tekkinud ERP-de idealiseeritud lainekujud kuklasagaras.....	12
Joonis 3. Endogeense osundaja valiidsus Posneri paradigmas.....	13
Joonis 4. Katse ülesehitust illustreeriv joonis.....	16
Joonis 5. Katses kasutatud 60 elektroodiga laiendatud 10-20 elektroodide paigutamise süsteem .....	18
Joonis 6. Õigete vastuste sõltuvus kuvatud stiimuli soost ja osundaja suunast.....	21
Joonis 7. Õigete vastuste sõltuvus kuvatud stiimuli kontrastist ja osundaja suunast	22
Joonis 8. PAS-hinnangute jaotus sõltuvalt stiimuli kontrastist. ....	23
Joonis 9. PAS hinnangu kasutamine lisäülesandes katseisikuti .....	24
Joonis 11. Keskmise EEG aktiivsus tingimustest sõltumata.....	25
Joonis 12. Analüüsis kasutatud elektroodid ning nende keskmistatud aktiivsus .....	26
Joonis 13. Keskmise PAS hinnangu erinevus kahe kontrasti tingimuse vahel ja keskmise EEG amplituudi erinevusega kahe kontrasti tingimuse vahel omavaheline sõltuvus ....	27
Joonis 14. Keskmise EEG aktiivsus kui katseisik nägi ruutu ( $PAS > 1$ ) ja kui ei näinud ruutu ( $PAS = 1$ ). ....	29

## **Tabelite loetelu**

Tabel 1. EEG andmete analüüsude tulemused .....	28
-------------------------------------------------	----



# 1 Sissejuhatus

Nägemine on inimese üks olulisemaid tajusid. Me kogeme nägemise abil ümbritsevat maailma ning teeme selle abil edasisi otsuseid. Seega peame me oma nägemistaju usaldama, et maailmas toime tulla. Siiski on olukordi, kus meie nägemistaju n-ö petab meid, kuna arvame, et nägime midagi, mida tegelikkuses ei olnud.

Mitmed uuringud on näidanud, et eelnev teadmine võib tekitada illusiooni objekti olemasolust. Näiteks kui samal ajal esitatakse kaks stiimulit, siis ei pruugi märgata kui mõnel katsekorral üks stiimulitest puudub. Sellistel juhtudel on „hallutsineerimine“ tavaline nähtus. [1]

J. Aru jt tegid katse, kus kasutasid stiimuliks neutraalse ilmega mehe või naise nägu, mis oli ümbritsetud ruuduga. Nende katses pidid inimesed 90% katsekordadest vastama kas neile näidati mehe või naise nägu ja 10% katsekordadest pidid katseisikud hindama kui selgesti nägid nad ruutu. Kuuel nn kriitilisel katsekorral, kus küsiti ruudu kohta, ruut puudus. Tulemustest selgus, et keskmiselt 50% kriitilistest katsekordadest raporteeriti, et nähti ruutu. [1]

Eelnevalt kirjeldatud katses analüüsiti ainult käitumuslikke andmeid. Kuid kuidas muutub aju elektriline aktiivsus samal ajal kui kriitiliste katsekordade ajal „hallutsineeriti“, ehk raporteeriti ruudu nägemist, mida tegelikult ei esitatudki? Käesoleva töö eesmärk on uurida visuaalse stiimuli põhjustatud muutusi EEG aktiivsuses ning välja selgitada, kas tugevamalt tajutud visuaalse stiimuli põhjustatud sündmus-seosega potentsiaalid (ERP – *event-related potential*) erinevad statistiliselt oluliselt nõrgemalt tajutud stiimuli põhjustatud ERP-dest ning kas kriitilistel katsekordadel, kus tegelikkuses stiimulit ei esitatud, erineb ERP olenevalt, kas katseisik enda meelest siiski nägi stiimulit või ta stiimulit ei näinud.

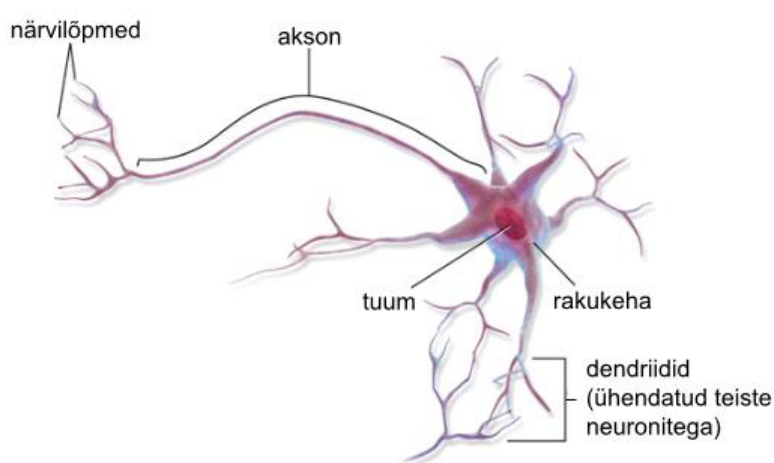
Sarnaselt J. Aru jt katsele, kombineeriti ka käesolevas töös klassikaline Posneri paradigma [2] kaksikülesandega selgitamaks ootuste ning ruumitähelepanu mõju lisäülesandena esitatud stiimuli teadvustamisele. Olulise erinevusega eelnevale katsele on käesoleva töö katses viidud nägu ja ruut erinevatesse vaateväljadesse, et vastavalt stiimuli asukohale oleks võimalik analüüsis tuvastada lateraliseeritud ERP-des taju markereid.

## 2 Kirjanduse ülevaade

### 2.1 Peaju ja elektroentsefalograafia

Organismi talitlust ja organismi elundite tööd vastavalt väliskeskkonnast ja organismist tuleneva informatsiooni põhjal reguleerib närvisüsteem, mis moodustub kesknärvisüsteemist ja piirde-närvisüsteemist. Peaaju on närvisüsteemi keskne elund, mis koosneb miljarditest närvirakkudest ehk neuronitest. Neuronite ülesanne on närviimpulsside edasi kandmine. [3]

Neuron koosneb rakukehast ning närviraku jätketest - aksonist ja dendriitidest (Joonis 1). Närviraku kehas on rakutuum ja tsütoplasma. Närviraku jätkeid mööda liiguvad närviimpulsid. Teistelt neuronitelt rakukehasse liiguvad impulsid mööda dendriite, teistesse neuronitesse edasi liigub närviimpulss mööda aksonit. Närvirakkude omavahelisi ühendusi nimetatakse sünapsideks. [3] [4]



Joonis 1. Närviraku ehk neuroni ehitus. Närvirakk koosneb rakukehast ning dendriitidest ja aksonist [5]

Närviraku membraan on puhkeolekus polariseeritud: sisepind on negatiivse laenguga ning välispind positiivse laenguga. See laengute erinevus tekib, kuna rakusiseses ja rakuvälises vedelikus on  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  ja negatiivse laenguga valgumolekulide kontsentratsioonide erinevus. Membraani sise- ja väispinna laengute erinevusest tekkinud pinget nimetatakse puhkepotentsiaaliks. [5]

Närviimpulss levib aktsioonipotentsiaali kaudu, mis vallandub, kui neuroni kehasse jõuab piisavalt tugev erutus, mis viib rakumembraani depolariseerumiseni. Sünapside kaudu liigub impulss teistesse neuronitesse. Iga sünaptiline aktiivsus tekitab elektrilise impulsi. Kui tuhandetes neuronid üheaegselt aktiveeruvad, siis tekib piisavalt tugev rakuväline vool, mida saab mõõta pea pinnalt. [4] [6]

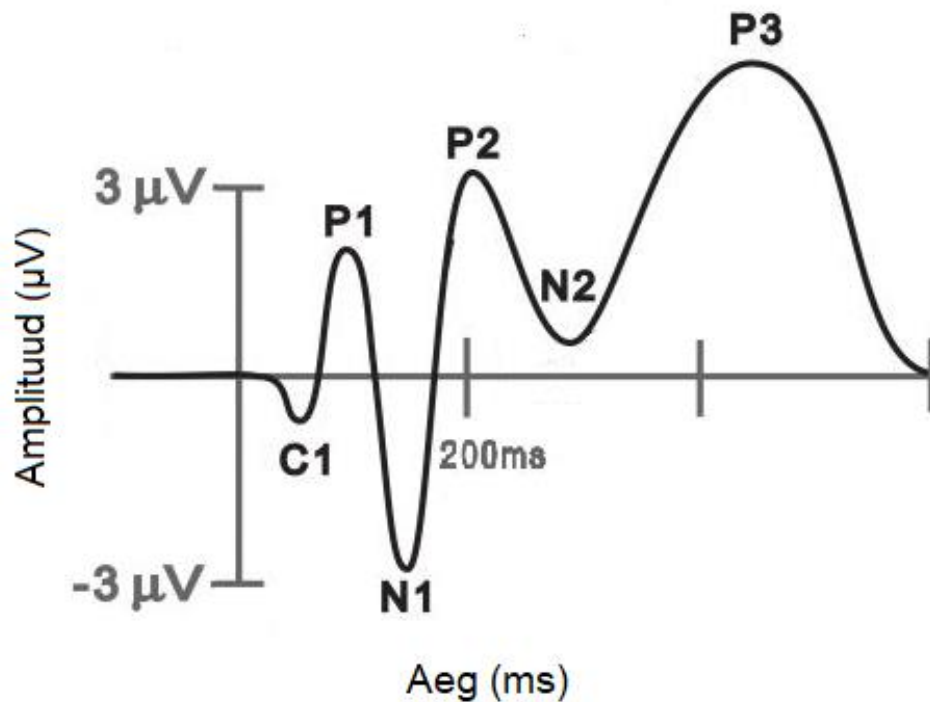
Elektroentsefalograafia (EEG) on mitteinvasiivne meetod, mida kasutatakse reaalsajas aju elektrilise aktiivsuse salvestamiseks peanahale asetatud elektrootodide kaudu. [6]

## **2.2 Sündmus-seosega potentsiaalid (*event-related potentials*) ehk ERP-d**

Sündmus-seosega potentsiaalid (ERP-d) on aju struktuurides mingi konkreetse sündmuse või stiimuli mõjul tekkivad väga väikesed pingete erinevused. ERP-d näitavad ära ajaliselt, kuidas pärast stiimuli esitust aju aktiveerub ning hõlmab nii sensorset kui kognitiivset protsessi. ERP-de abil on võimalik mitteinvasiivselt uurida ajus toimuvaid protsesse. [7]

ERP-sid saab esile kutsuda mitmesuguste stiimulite abil. Arvatakse, et ERP-d tekivad kui suur hulk sarnase orientatsiooniga närvirakke aktiveerub samal ajal informatsiooni töötlemiseks. Inimestel saab ERP komponendid jagada kahte kategooriasse. Varaseid komponente, mille piik on umbes esimese 100 millisekundi jooksul pärast stiimuli ilmumist, nimetatakse sensorseteks või eksogeenseteks, kuna need sõltuvad suuresti stiimuli omadustest. Hilisemalt tekkinud ERP komponendid näitavad mil viisil katseisik stiimulit hindab, ning neid nimetatakse kognitiivseteks või endogeenseteks kuna näitavad saadud informatsiooni töötlust. [7]

ERP-d sobivad hästi tähelepanu ja taju uurimiseks, kuna ERP-del on hea ajaline eraldusvõime, mis võimaldab mõõta aju aktiivsust millisekundite kaupa ning paljud tähelepanu ja tajuga seotud aspektid töötavad kümnete millisekundite skaalal. [8]



Joonis 2. Visuaalse stiimuliga ülesandel tekkinud ERP-de idealiseeritud lainekujud kuklasagaras. [8]

Joonis 2 on näha visuaalse stiimuliga ülesandel tekkinud idealiseeritud ERP-de lainekujud, ERP komponent on üks komponent keerukast ERP lainest ning komponente defineeritakse polaarsuse ja latentsi järgi. Esiteks näeme C1 komponenti, mis pöörab ümber polaarsuse vastavalt sellele, kas esile kutsutud stiimul on ülemises või alumises vaateväljas. Arvatakse, et C1 tekitab esimeses visuaalses ajukoos toimuv aktiivsus. C1 komponendile järgnevad komponendid P1 ja N1 kui informatsioon analüüsitakse visuaalses süsteemis. Järgmisena näeme laineid, mis on tingitud vaateväljas lisastiimulitele tähelepanu pööramisest ja komponente mida seostatakse visuaalse stiimuli ära tundmisega. Nendele järgnevad lainevormid, mis on tekitatud mälu seotud tegevusest ja siis komponendid, mis tekivad motoorse vastuse valimisest ja ette valmistamisest. Isegi kui katseisikud on lõpetanud käitumusliku vastuse andmise ja katsekord on läbi, näeb ERP-des, et kognitiivne protsess jätkub. [8]

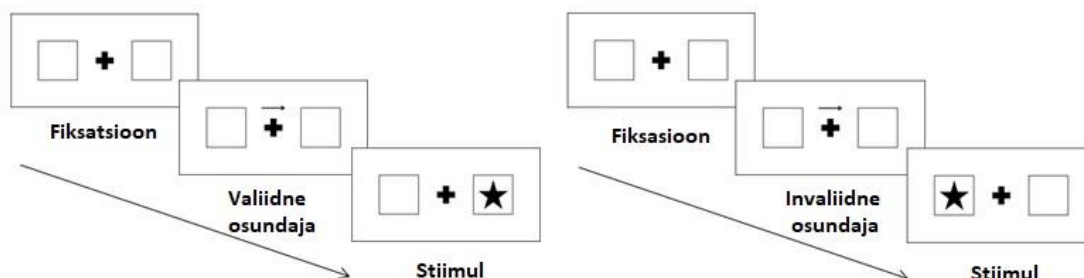
## 2.3 Ruumitähelepanu ja Posneri paradigma

Tähelepanu on pidevast infovoost hetkel olulise info välja filtreerimine. [9]

Ameerika psühholoog William James ütles tähelepanu kohta üle 100 aasta tagasi: „Kõik teavad, mis tähelepanu on. See on selgelt ja erksas vormis ühe objekti või mõttekäigu teaduse valdusse võtmine mitme võimaliku objekti või mõttekäigu hulgast. Selle keskmes on fokuseerimine, teadvuse kontsentreerimine. See tähendab ühtedelt asjadelt eemaldumist, et saaks efektiivselt tegeleda teise asjaga, mis on tõeline vastand segaduses, hämmastunud või hajameelsele olekule.“ [10]

Ideed tähelepanust kui protsessist kus vaimset ressursi saab kontsentreerida või fokuseerida kasutatakse jätkuvalt teaduslikes uuringutes. Psühholoogid ja neuroteadlased on jaganud selle kontseptsiooni kolme erinevasse kategooriasse: ruumiõphine, objektipõhine ja tunnusjoone põhine tähelepanu. Käesolevas töös keskenduti ruumipõhisele tähelepanule. [10]

Viimastel aastakümnetel on Posneri paradigma olnud üks olulisemaid visuaalse tähelepanu uurimises. Selles paradigmas ilmub stiimul ühes kahest asukohast ning katseisik raporteerib kas ta nägi stiimulit või mitte. Enne stiimuli esitamist ilmub osundaja mis näitab stiimuli võimalikku asukohta mingi tõenäosusega (näiteks 80% katsekordadest). Neid katsekordi, kus osundaja näitab õiget asukohta nimetatakse valiidses osundajaga katsekordadeks, samas kui katsekorrad, kus osundaja näitab stiimuli asukohta valesti, siis need on mitte valiidses osundajaga katsekorrad (Joonis 3). [11]



Joonis 3. Endogeense osundaja valiidsus Posneri paradigmas. Osundajat loetakse valiidses kui see näitab stiimuli suunda. [12]

Klassikalistes tulemustes, kus mõõdetakse reaktsiooniaega ja stiimuli detekteerimise täpsust, on tulemused paremad valiidsete osundajatega katsekordadel. Saadud tulemustest on järeldatud, et osundaja suunab visuaalset tähelepanu, mis suurendab töötlust osundatud asukohas. Analoogne interpretatsioon tulemustest on, et visuaalsel tähelepanul on piiratud ressursid, mida saab eraldada ühte asukohta. Kui need ressursid on eraldatud osundaja näidatud kohta, siis teostusvõime suureneb selles kohas. [11]

### **3 Metoodika**

Käesoleva töö eesmärk on uurida visuaalse stiimuli põhjustatud muutusi EEG aktiivsuses ning välja selgitada, kas tugevamalt tajutud visuaalse stiimuli põhjustatud sündmusseosega potentsiaalid (ERP – event-related potential) erinevad statistiliselt oluliselt nõrgemalt tajutud stiimuli põhjustatud ERP-dest ning kas kriitilistel katsekordadel, kus tegelikkuses stiimulit ei esitatud, erineb ERP olenevalt, kas katseisik enda meelest siiski nägi stiimulit või ta stiimulit ei näinud.

#### **3.1 Katseisikud**

Käesoleva töö jaoks kaasati katsesse 21 vabatahtliku inimest. Nende seas 13 naist ja 8 meest vanuses 20 kuni 49 aastat ( $m=27,67$ ,  $sd=6,92$ ). Katseisikutest 16 olid paremakäelised ja 5 vasakukäelised. Kõigil katseisikutel oli normaalne või normaalseks korrigeeritud nägemine. Katsesse paluti tulla terve ja puhanuna ning eelnevalt vältida kohvi ja alkoholsete jookide tarbimist.

Katseisikud andsid katses osalemiseks ja andmete kasutamiseks informeeritud nõusoleku. Katse on Tartu Ülkooli eetikakomitee poolt heaks kiidetud.

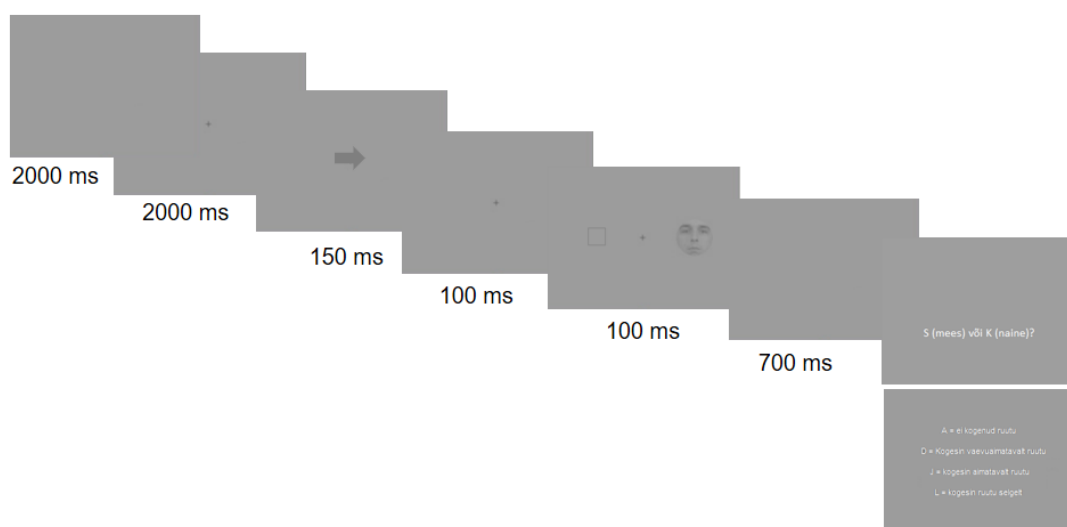
#### **3.2 Ülesanne ja aparatuur**

Katsed viidi läbi Tartu ülikooli kognitiivse psühholoogia laboris Tallinnas Teatri väljakul. Katse ajal oli ruum hämar ning katseisik istus arvuti monitorist 90cm kaugusel. Kasutati arvuti monitori SUN CM751U resolutsiooniga 1024x765 pikslit, pildivärskendussagedusega 100 Hz. Katseprogramm oli kirjutatud Python programmeerimiskeeles, kasutati ka VisionEgg [13] funktsioone. Programm kirjutati kognitiivse psühholoogia labori laborandi poolt.

Enne põhikatset määrati iga katseisiku jaoks eraldi just temale sobivad ruudu kontrastid, mida hiljem põhikatses kasutati. Kontrastide määramine oli üles ehitatud sarnaselt põhikatsesele - stiimuliks oli ruut, kuid näo stiimul puudus. Ruudu jaoks kasutati kontraste väärtustega 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.09 ning 0.11. Iga kontrastiväärtusega ruutu esitati 20 korda. Katseisik pidi vastama kas ta tajus ruutu või mitte. Saadud tulemuste põhjal leiti

kontrastide väärtused, mille puhul katseisik nägi ruutu 60% ja 85% kordadest. Saadud kontrastide väärtusi kasutati edaspidi põhikatses.

Põhikatses oli katseisikutel duaalne ülesanne. Selles duaalses ülesandes oli üks ülesanne põhiülesandeks ja teine lisäülesandeks. 70% katsekordadest küsiti katseisikult põhiülesande stiimuli kohta, kuid algusest peale üteldi katseisikutele, et ka lisäülesande täitmine on oluline. Enne duaalset ülesannet harjutati nii põhiülesande kui lisäülesande täitmist eraldi.



Joonis 4. Katse ülesehitust illustreeriv joonis. Katsekord hakkas 2 sekundit kestva halli ekraaniga, jätkus halli ekraani keskel esitatud fikatsiooniristiga, kestusega 2 sekundit. Sellele järgnes 150ms kestev noole kujuline osundaja suunaga parmale või vasakule. Järgnes 100ms ekraani keskel fikatsiooniristi kuvamine, pärast mida esitati stiimul kestvusega 100 ms, sellele järgnes 700 ms tühi ekraan pärast mida esitati küsimus.

Põhikatse koosnes neljast plokist, kokku 268 katsekorda. Iga katsekord (Joonis 4) hakkas 2 sekundit kestva halli ekraaniga, jätkus halli ekraani keskel esitatud fikatsiooniristiga, kestusega 2 sekundit. Sellele järgnes 150ms kestev endogeenset tüüpi noole kujuline osundaja suunaga parmale või vasakule. Põhikatses näitas osundaja 75% katsekordadest nägude suunda. Pärast osundaja kuvamist kuvati veel 100ms ekraani keskel fikatsiooniristi, pärast mida esitati stiimul. Stiimuliteks olid keskpunktist paremal või vasakul pool esitatud halltoonides neutraalse ilmega meeste ja naiste näod, millega keskpunktist võrdsel kaugusel oli vastaspoolel taustast veidi tumedamalt esitatud ruudu kujuliselt esitatud jooned. Ruudu esitamisel kasutati eelnevalt just sellele inimesele leitud



kontraste. Stiimul oli ekraanil 100 ms, sellele järgnes 700 ms tühi ekraan. Pärast mida esitati katseisikule kas põhi- või lisäülesande küsimus. Katseisikuid instrueeriti eelnevalt hoidma pilku terve katse vältel ekraani keskel fikstisiooniristil ning vastavalt osundajanäidatud suunale suunata sinna tähelepanu, mitte pilk. Lisaks instrueeriti katseisikuid, et nad katsekorra ajal ei pilgutaks silmi.

Põhikatses 70% katsekordadest (188 katsekorda) oli ülesandeks tuvastada kuvatud näo sugu (mees või naine) - põhiülesanne. Vastused anti standardisel klaviatuuril klahvidega S (mees) ja K (naine). 30 % katsekordadest (80 katsekorda) paluti katseisikutel vastata kui selgelt tajusid nad näole vastaspool olevat ruutu – lisäülesanne. Vastus anti nejpunktilisel taju selgushinnangu (PAS - *Perceptual Awareness Scale*) skaalal. Vastus esitati klahvidega A, D, J ja L, mis vastavad hinnangutele 1 – ei kogenud ruutu, 2 – kogesin vaevuaimatavalt ruutu, 3 – kogesin aimatavalt ruutu, 4 – kogesin ruutu selgelt.

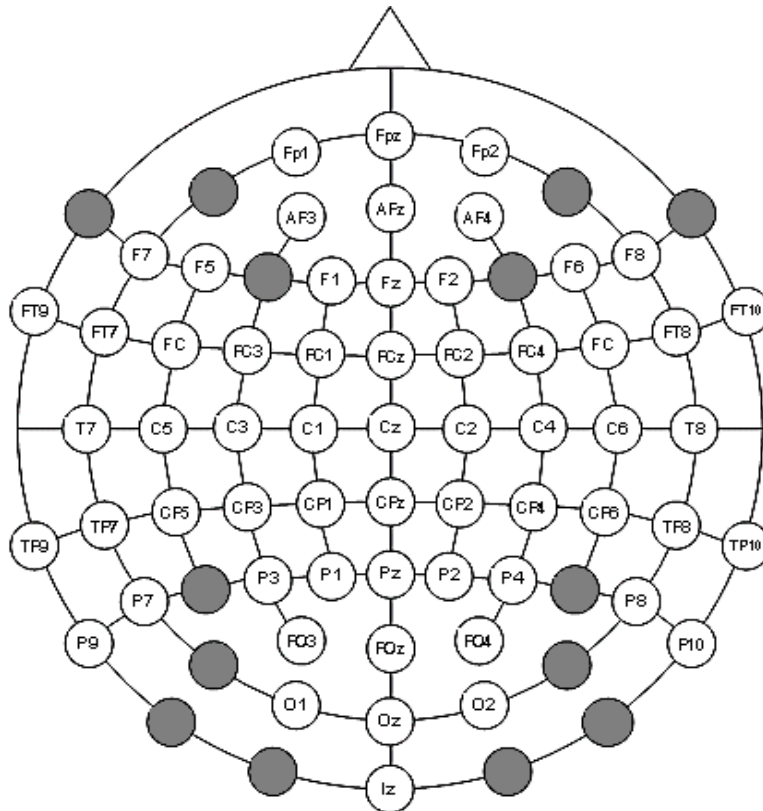
Lisäülesandes kuueteistkümmel kriitilisel katsekorral ei kuvatud ruutu, kuid katseisikutel paluti siiski hinnata ruudu nägemise selgust. Nendest katsekordadest 8 korda näitas osundaja näo stiimul suunas ning ülejäänud 8 korda teises suunas. Katseisikuid instrueeriti vastama võimalikult kiirelt, kuid samas selleks, et salvestatud EEG andmetesse tekiks võimalikult vähe artefakte silmade liigutamisest, siis oli küsimuse esitamise ja vastuse klahvi vajutamise vahelist aega katseisikutel võimalik kasutada silmade pilgutamiseks. Pärast klaviatuuril vastuse andmist algas järgmine katsekord.

Enne põhikatse algust said katseisikud eraldi harjutada mõlemat ülesannet, nii nägude ära tundmist kui ruudu selguse hindamist. Esimeses harjutusplokis täideti nägude ära tundmise ülesannet ning teises harjutusplokis kogetud ruudu selguse hindmist. Harjutusplokkides kasutati ruudu kuvamisel kontraste 0.03, 0.05 ja 0.1. Mõlemas plokis oli 28 harjutuskorda ning 86% katsekordadest näitas osundaja valiidselt.

### **3.3 Signaalide salvestamine**

Katse ajal ajus tekkinud aktiivsus mõõdeti Nexstim Eximia Elektroentsefalograafia süsteemiga. Elektroodide paigutamiseks kasutati 60 elektroodiga laiendatud 10-20 süsteemi (Joonis 5). Elektroodide paika panemiseks kasutati katseisiku pea suurusele vastavat elektroodidega mütsi. Mütsi pähe asetamisel arvestati, et elektrood Cz peab

asuma täpselt poole peal mõõdetuna kulmude vahelt kuklamuhuni ning elektrood Iz peab jääma kuklakuhmu kohale. Lisaks mütsi küljes olevatele elektroodidele asetati veel laubale *ground* - ja referentselektrood ning silmaliigutuste tuvastamiseks EOG elektroodid silmade väisnurkadesse. Elektroodide impedants hoiti alla 15 k $\Omega$ . Signaali võendamissagedus oli 1450Hz, salvestatav sagedusriba 0.1 – 350 Hz.



Joonis 5. Katses kasutatud 60 elektroodiga laiendatud 10-20 elektroodide paigutamise süsteem [4]

### 3.4 Signaalide eeltöötlus

EEG andmete töötlemiseks kasutati MATLAB tarkvara koos spetsiaalse FieldTrip toolbox`iga [14]. Esmalt lõigati EEG andmed epohhideks 0,7 sekundit enne ja 1,2s pärast osundaja esitust. Seejärel filtreeriti signaali 30Hz madalpääsiltriga, selleks kasutati faasinihketa (*zero-phase shift*) Butterworth filtrit.

Pärast filtreerimist lõigati epohhidelt algus ja lõpp maha, et eemaldada filtreerimisel tekkinud artefaktid. Epohhide kestuseks jäi 0,5 sekundit enne ja 1 sekund pärast osundaja esitust. Saadud epohhid kontrolliti visuaalselt, eemaldades müra ja epohhid ja EEG

kanalid, lisaks eemaldati ka kõik epohhid, kus esines silmade pilgutusi. Mürased kanalid interpoleeriti *spherical spline* meetodil.

Järgmisena kasutati sõltumatute komponentide analüüsi (*Independent Component Analysis, ICA*) meetodit. ICA viidi läbi kaks korda. Esimesel korral eemaldati epohhid, kus esines väga hüplevaid ja müraseid ICA komponente. Teisel korral vaadati komponente eraldi ning eemaldati signaalist lihaste liigutuste, silmade liigutuste ja muidu mürased komponendid. Edasisteks analüüsideks viidi referents üle keskväärtusreferentsile .

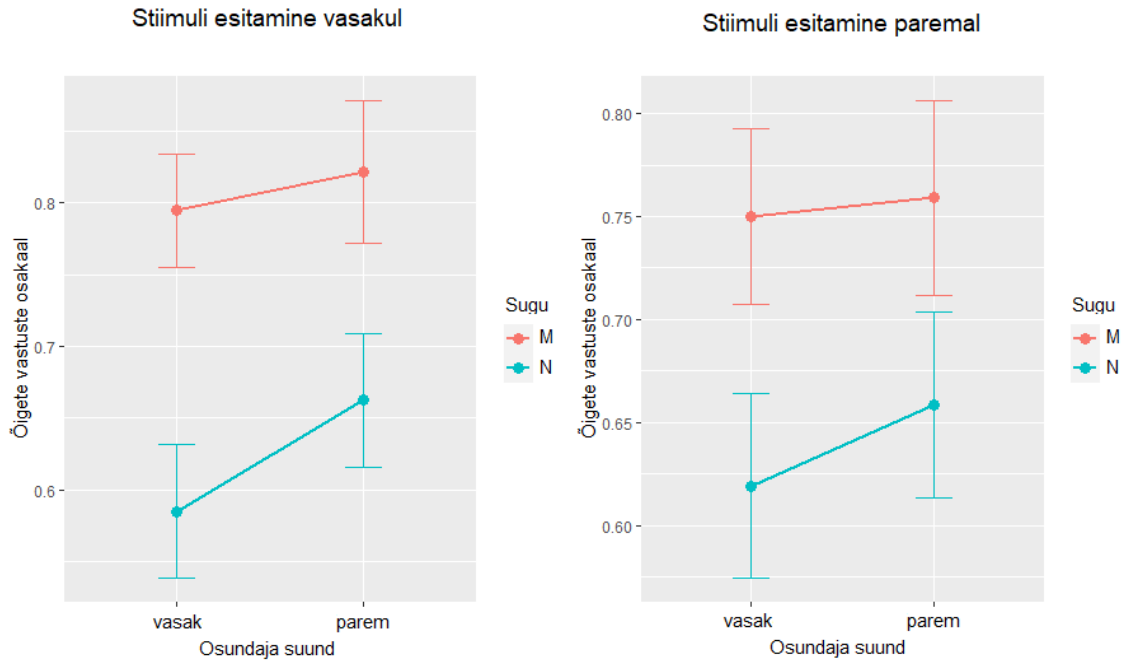
Kuna katses ilmusid stiimulid ekraanil kas paremal või vasakul pool ning osad komponendid EEG-s on lateraliseeritud, siis selleks, et kõiki katsekordi saaks koos vaadata tekitati virtuaalne olukord, kus ruut ilmub alati vasakul pool. Nimelt pole põhjust arvata, et ruudu taju erines olenevalt sellest, kummal pool see esitati. Ei käitumuslikud andmed ega otsene EEG võrdlus ei näidanud erinevusi ruudu ilmumise poolte vahel. Seega eemaldati ruudu ilmumise poole faktor andmetest, et rohkem EEG katsekordi jääks üle kriitiliste faktorite analüüsiks. Selleks pöörati katsekordadel, kus ruut ilmus paremal pool, EEG andmed ümber vastupidiseks – parempoolsete kanalite EEG andmed nimetati ümber vasakpoolseteks ja vasakpoolsete kanalite EEG andmed parempoolseteks.

## 4 Tulemused

### 4.1 Käitumuslikud tulemused

Antud töös kombineeriti klassikaline Posneri paradigma kaksikülesandega, et uurida ootuste ning ruumitähelepanu mõju lisäülesandena esitatud stiimuli teadvustamisele. Selleks et veenduda, kas ruumitähelepanu manipulatsioon toimis, analüüsiti kõigepealt Posneri efekti põhiülesandes, kus katseisikud pidid tuvastama nägude sugu. Viidi läbi kolme faktoriga korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs, kus sõltuv muutuja oli õigete vastuste osakaal ja sõltumatud muutujad ehk faktorid olid näo positsioon (vasak/parem), osundaja suund (vasak/parem) ja pildil oleva inimese sugu (mees/naine) (Joonis 6). Näo positsiooni faktor ei omanud süstemaatilist peaeffekti ( $F(1,20) = 1.56$ ,  $p = 0.22$ ,  $ges = 0.00$ ). Osundaja suuna peaeffekt oli aga statistiliselt oluline ( $F(1,20) = 6.67$ ,  $p = 0.018$ ,  $ges = 0.01$ ). Kõige tugevam peaeffekt ilmnas soo faktoril ( $F(1,20) = 16.16$ ,  $p = 0.001$ ,  $ges = 0.12$ ). Oodatud Posneri efekt ei ilmnud: näo positsiooni ja osundaja suuna vaheline interaktsioon puudus ( $F(1,20) < 1$ , n.s). Samuti polnud ükski teine interaktsioon statistiliselt oluline ( $F_s < 1.57$ ,  $p_s > 0.22$ ,  $ges < 0.002$ ).

Tulemustest ilmnas, et antud katses oli väga tugev sooline efekt. Olenemata osundaja suunast tunti paremini ära meeste pilte, õigete vastuste osakaal oli keskmiselt 77,9%,  $sd=13,0\%$ . Samas naiste piltidega oli õigete vastuste osakaal keskmiselt 62,7%,  $sd=11,9\%$ . See näitab, et keskmiselt vastati 24% õigemini, kui pildil oli mees. Vaid kolmel katseisikul oli rohkem õigeid vastuseid naiste piltide kohta. Kõik need kolm katseisikut olid ka ise naissoost. Samuti ilmnas antud katses osundaja suuna efekt, olenemata näopildi asukohast. Katseisikud vastasid keskmiselt 4,5%,  $sd=10,4\%$  õigemini kui osundaja näitas paremale.

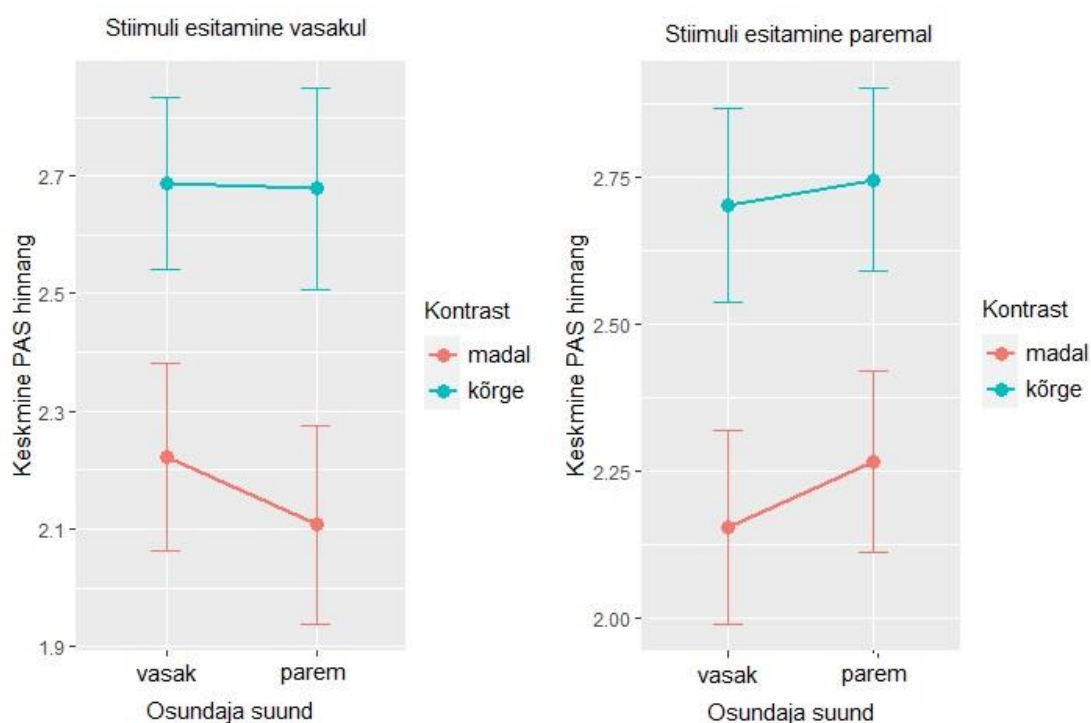


Joonis 6. Õigete vastuste sõltuvus kuvatud stiimuli soost ja osundaja suunast kui stiimul estati paremal või vasakul pool. Joonisel on toodud keskmine õigete vastuste osakaal üle katseisikute koos standardhällbega.

Kõige tähtsam tulemus esimese analüüsi puhul oli Posneri efekti puudumine õigete vastuste osakaalus. Klassikalise Posneri efekti puhul peaks olema märgatav vahe mitte ainult õigetes vastustes, vaid ka reaktsiooni kiiruses vastamisel vastavalt osundaja valiidsusele. Antud katse puhul ei saa aga reaktsiooni aegasid võtta arvesse, kuna vastuse andmine pärast stiimulite esinemist oli viivitatud. Lisaks kasutasid katseisikud vastuse andmise aega pilgutamiseks, mis omakorda reaktsiooniaegu muudab.

Järgmisena analüüsiti lisaülesande tulemusi. Lisaülesande puhul pidid katseisikud hindama ruudu selgust nelja punkti skaalal. Viidi läbi kolme faktoriga korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs, kus sõltuv muutuja oli keskmine PAS hinnang ja sõltumatud muutujad olid ruudu kontrast (madal/kõrge), ruudu positsioon (vasak/parem) ja osundaja suund (vasak/parem). Analüüsis kasutati ainult katsekordi, kus ruudustiimul oli reaalselt olemas. Kõige tugevam peaeft ilmnes ruudu kontrasti jaoks ( $F(1,20) = 9.21, p = 0.007, \eta^2 = 0.11$ ). Ruudu positsiooni faktor ei omanud süstemaatilist peaefti ( $F(1,20) < 1, ns$ ). Samuti polnud osundaja suuna peaeft statistiliselt oluline ( $F(1,20) < 1, ns$ ). Sarnaselt põhiülesande tulemustele ei ilmnenu ka lisaülesande puhul Posneri efekt: ruudu positsiooni ja osundaja suuna vaheline interaktsioon ei olnud statistiliselt oluline

( $F(1,20) = 2.67, p = 0.12, \eta^2 = 0.002$ ). Samuti puudusid ülejäänud interaktsioonid ( $F_s < 1, ns$ ).

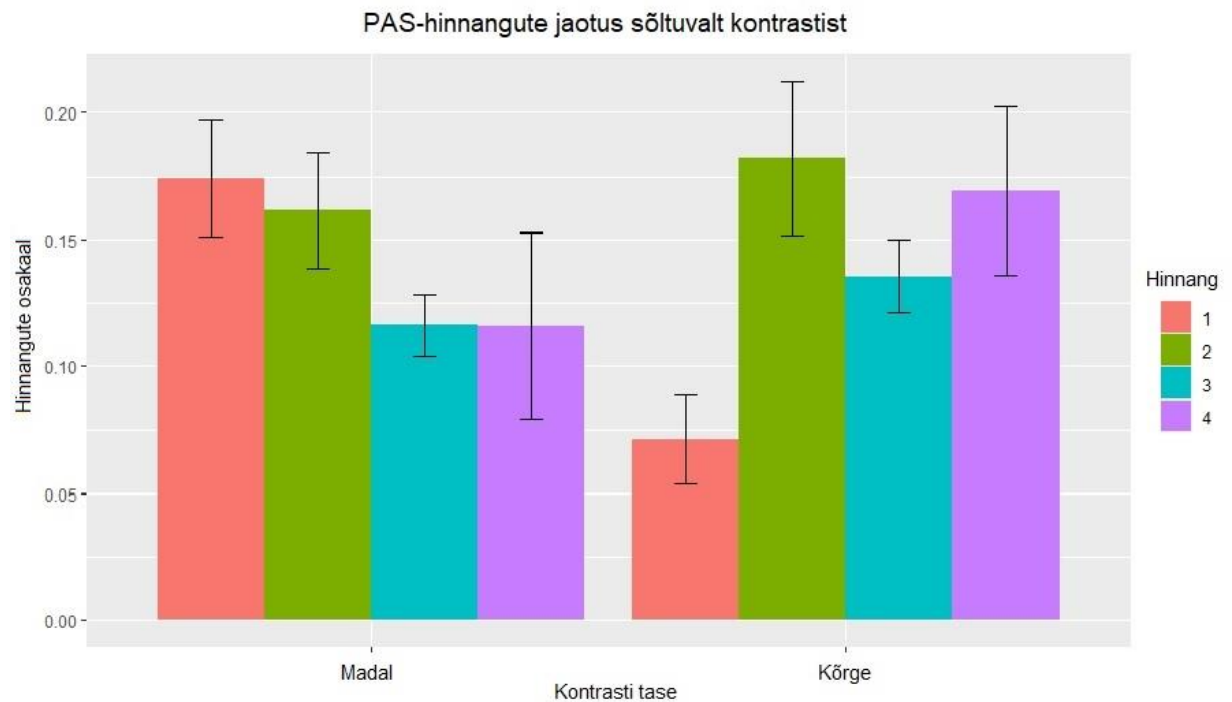


Joonis 7. Õigete vastuste sõltuvus kuvatud stiimuli kontrastist ja osundaja suunast kui stiimul estati paremal või vasakul pool

Teise testi tulemustest ilmnes, et ruudu kontrasti manipulatsioon omas oodatud tugevat efekti. Olenemata osundaja suunast või ruudu asukohast nähti selgemini kõrgema kontrastiga ruute (i.e., neile anti keskmiselt kõrgemaid PAS hinnanguid), keskmine selgushinnang oli 2.71,  $sd=0.65$ . Madalama kontrastiga ruutude keskmine selgushinnang oli 2.22,  $sd=0.68$ . Seega oli kõrgema kontrastiga ruutude PAS hinnang keskmiselt pool PAS punkti kõrgem. Kuigi ülal kirjeldatud dispersioonanalüüsi tulemused ei kinnita, et osundaja suuna valiidsusel oleks usaldusväärset süstemaatilist efekti ruudustiimuli selgushinnangutele, võib siiski nentida, et lisäülesande puhul kaldub tulemuste muster rohkem Posneri efekti poole kui seda võis näha põhiülesande tulemustes (Joonis 7). Sellegipoolest järeldati kokkuvõtvalt, et käitumuslikes andmetes puudub selge Posneri efekt.

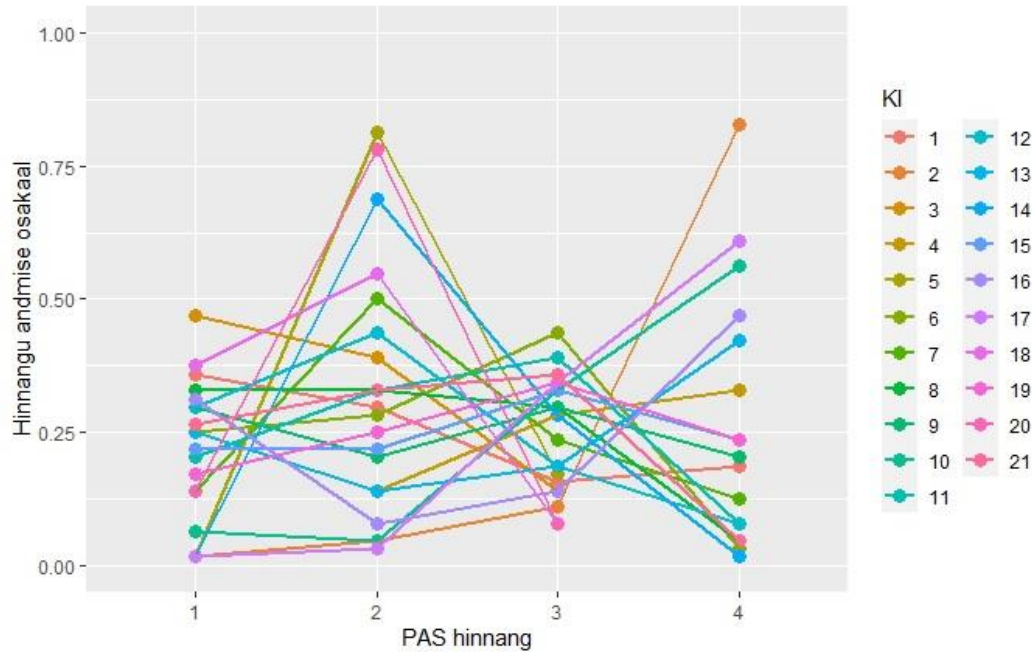
Lisaks tulemuste statistilisele analüüsile vaadati lisäülesande puhul ka PAS hinnangute üldist jaotuvust, et veenduda PAS skaala eesmärgipärasest kasutusest. Joonis 8 on näha, et

nii madalama kui kõrgema kontrasti puhul kasutati keskmiselt kõiki PAS hinnanguid, ehkki ootuspäraselt erineval määral. Madalama kontrastiga katsekordadel kasutati enim hinnangut 1, veidi vähem kasutati hinnangut 2 ning hinnanguid 3 ja 4 kõige vähem. Kõrgema kontrasti puhul on näha, et hinnangute 3 ja 4 osakaal vastustest on tõusnud ning hinnangut 1 kasutatakse kõige vähem.



Joonis 8. PAS-hinnangute jaotus sõltuvalt stiimuli kontrastist.

PAS hinnangu kasutamist iga katseisiku jaoks eraldi on näha Joonis 9. On näha, et on katseisikuid erinevusi PAS skaala kasutamisel. On katseisikuid, kes kasutavad hinnangut 1 väga vähe, samas kui enamus kordi kasutavad hinnangut 2, samas on ka üks katseisik, kes kasutab ligi 80% kordadest hinnangut 4 ning teisi hinnanguid märgatavalt vähem. Siiski keskmiselt kasutatakse PAS skaalat piisavalt informatiivselt.



Joonis 9. PAS hinnangu kasutamine lisäülesandes katseisikuti

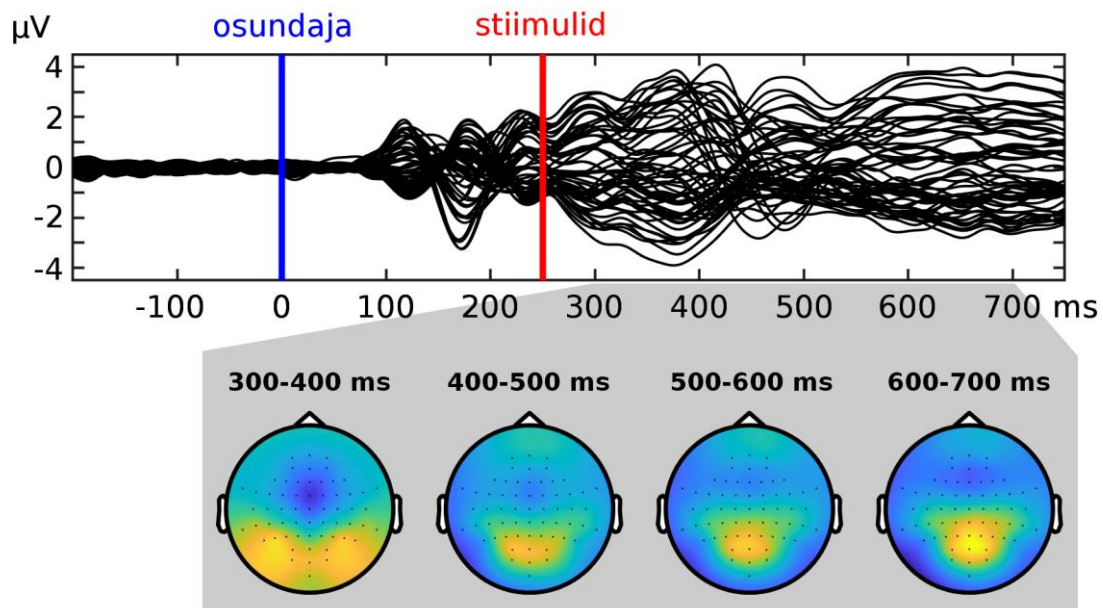
Kriitilistel katsekordadel, kus ruutu ekraanil ei esitatud, hindasid kõik katseisikud väheamalt ühe korra ruudu selgust PAS skaalal kõrgema hinnanguga kui 1. Kolm katseisikut hindas ühel katsekordadest ruudu selgust hinnanguga 3. PAS hinnangut 4 ei kasutatud kordagi. Üks katseisik hindas 16-st katsekorrast 8-l ja teine 6-l korral ruudu selgust kõrgema hinnanguga kui 1. 6 katseisikut hindasid ruudu nägemist PAS skaalal kõrgemalt kui 1 ainult ühel korral. Ülejäänud katseisikud hindasid 2-4 katsekorrall ruudu selgust PAS hinnanguga 2 või enam. Seega kui objektiivselt puuduvat ruutu nähti, siis väga minimaalselt.

## 4.2 EEG andmed

Antud katses esitati igal katsekorrall kõigepealt osundaja ning 250 ms pärast osundaja ilmumist esitati näo- ja ruudustiimul. Joonis 10 on näha keskmine ERP hoolimata tingimustest (grand average ERP). Kuna katse eesmärk oli uurida just nimelt stiimulitest tingitud EEG aktiivsust, siis pühendatakse järgnevates analüüsidest ainult ajaaknale +250 ms ehk pärast stiimulite ilmumist. Selles ajaaknas võib täheldada mitut nägemiskatsete jaoks tüüpilist töötlustappi. 300-400 ms vahel esineb kuklasagara elektrodidel tugev P1 komponent. P1'le järgneb 400 ms paiku N2 komponent lateraliseeritult temporaalsagara elektrodidel. Viimasena esineb parietaalsagara elektrodidel pikemalt kestev P3

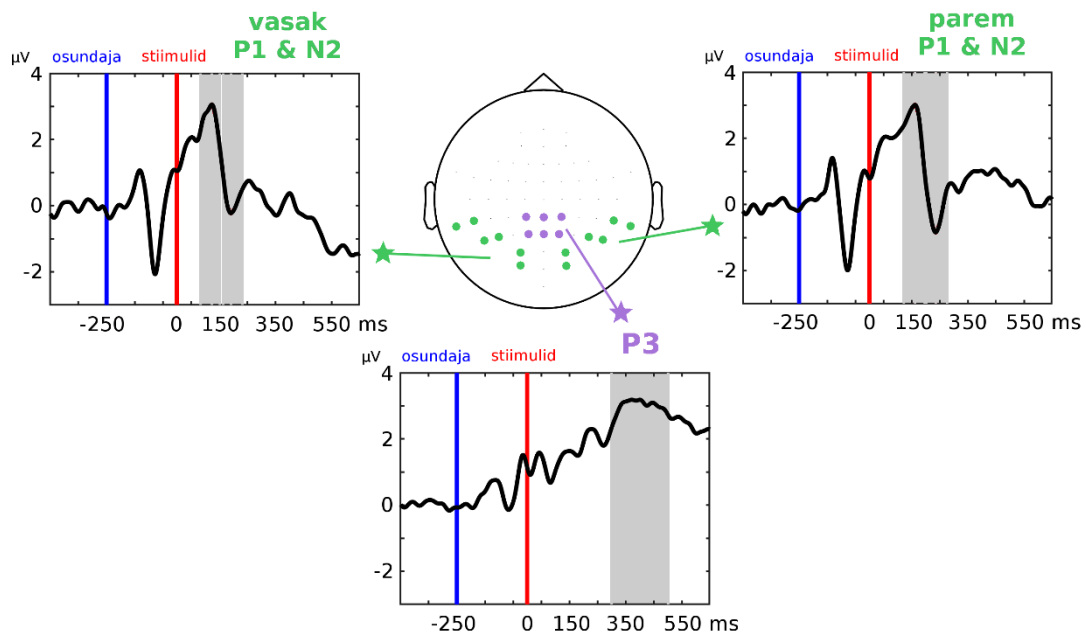


komponent, mille ilmumist võib täheldada juba 400-500 ms vahel, ja mis kestab kuni 700 ms.



Joonis 10. Keskmine EEG aktiivsus tingimustest sõltumata.

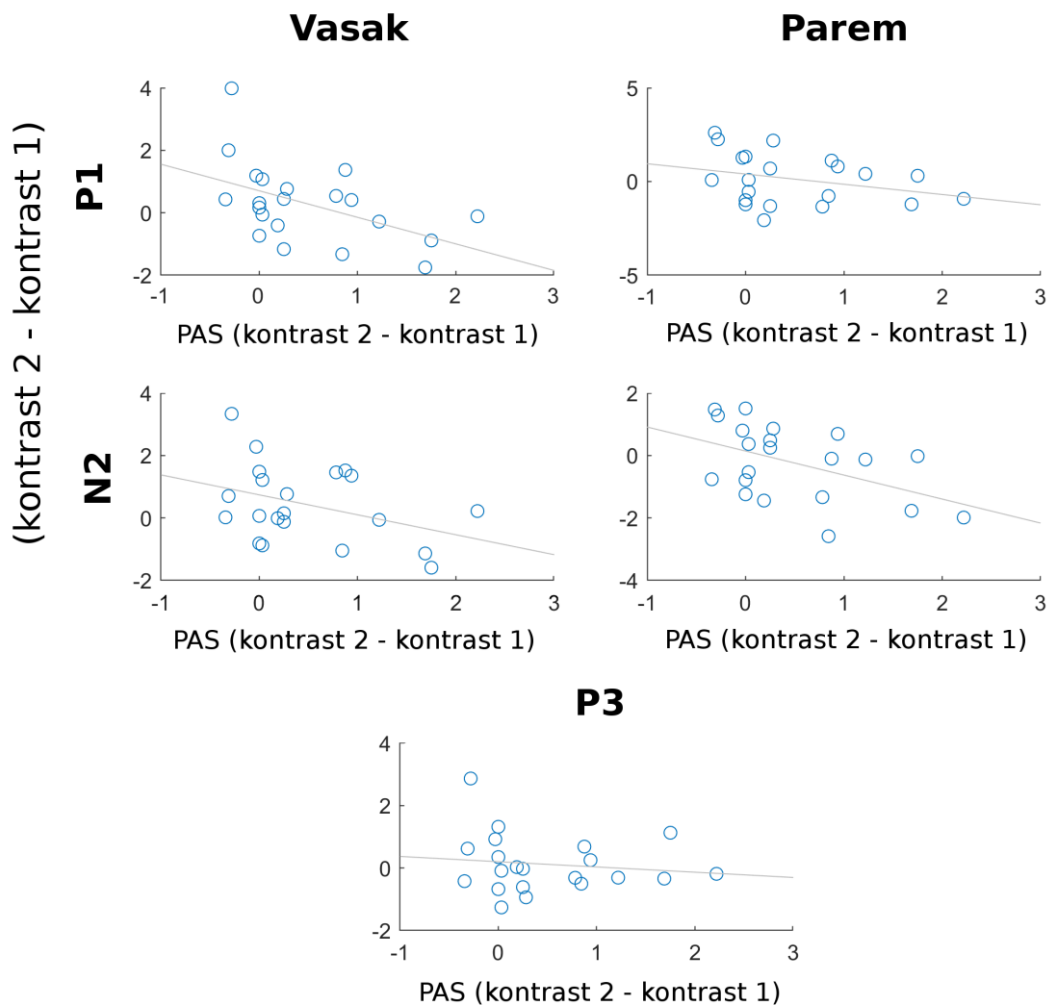
Selleks et nende komponentide ajastust paremini mõista, keskmistati EEG aktiivsus nendelt elektroodidelt, kus komponendid kõige selgemini esinesid. Joonis 11 on välja toodud elektroodid ning nende keskmistatud aktiivsus. Ajatelg on suhteline stiimulite ilmumisega. Nagu meetodite seksioonis kirjeldatud, pöörati katsekorrad enne keskmistamist ümber nii nagu ruudustiimul ilmneks alati vasakul pool. Tulenevalt põhi- ja lisäülesande jaoks relevantsete stiimulite lateraliseeritusest võib eeldada, et ka nendega seotud EEG tegevus on lateraliseeritud. Seega vaadati P1 ja N2 komponente vasakul ning paremal pool eraldi.



Joonis 11. Analüüsis kasutatud elektroodid ning nende keskmistatud aktiivsus

Vasakul pool on P1 komponendi tipp 125 ms pärast stiimulite ilmumist ja N2 tipp on 193 ms. Paremal pool esinevad P1 ja N3 komponendid hiljem. P1 tipp on 162 ms pärast stiimulite ilmumist ja N2 tipp on 236 ms. P3 komponendil puudub tüüpiliselt selge tipp ja seega valiti selle komponendi analüüsiks kirjanduses kõige sagedamini esinev aja aken (300-500 ms). Selleks, et järgnevalt analüüsida keskmise ERP amplituudi erinevusi olenevalt tingimustest, valiti ka P1 ja N2 jaoks aja aknad. Need neli ajaakent defineeriti +/- 40 ms vastavate tippude ajastuse suhtes.

Käitumuslikest tulemustest selgus, et katse ruumitähelepanu manipulatsioon ei toimunud. Seega pole alust ruumitähelepanu faktorit EEG andmete analüüsis kaasata. Samuti selgus, et kriitilistel katsekordadel, kus lisaülesande ruudustiimul tegelikult puudus, vastati väga harva, et ruutu siiski nähti. Neid katsekordi pole piisavalt, et iseseisvat, usaldusväärset EEG analüüsi läbi viia. Siiski on võimalik analüüsida kriitiliste katsekordade EEG sarnasusi ülejäänud lisaülesande EEG andmetega. Selleks tuleb kõigepealt tuvastada, millised nägemistötluse ERP komponendid peegeldavad katseisikute antud PAS hinnanguid. Seejärel saab vaadata, kas kriitilistel katsekordadel esineb nendes komponentides samasugune erinevus nähtud ja mitte nähtud ruutude vahel.



Joonis 12. Keskmise PAS hinnangu erinevus kahe kontrasti tingimuse vahel ja keskmise EEG amplituudi erinevusega kahe kontrasti tingimuse vahel omavaheline sõltuvus

Selleks, et tuvastada, millised ERP komponendid on tundlikud PAS hinnangute suhtes, viidi läbi kaks analüüsi. Esimene analüüs põhines PAS hinnangute erinevusel kahe kontrastiastme vahel. Käitumuslikest tulemustest selgus, et PAS hinnangut mõjutas kõige tugevamini ruudustiimuli kontrast. See efekt pole aga sama tugev iga katseisiku jaoks (kontrasti väärtused määrati igale katseisikule individuaalselt). Keskmise PAS hinnang oli küll pool punkti kõrgem tugevama kontrastiasme jaoks, aga leidis katseisikuid, kelle jaoks see erinevus oli palju väiksem. Kolmel katseisikul oli kõrgema kontrasti jaoks keskmine PAS hinnang isegi veerand punkti madalam. Seda variatiivsust käitumuslikes tulemustes kasutati ära, et uurida, kas osade ERP komponentide keskmine amplituud näitab samasugust variatiivsust üle katseisikute. Iga ülal defineeritud viie komponendi jaoks viidi läbi eraldi korrelatsioonianalüüs. Leiti korrelatsioon keskmise PAS hinnangu

erinevuse kahe kontrasti tingimuse vahel ja keskmise ERP amplituudi erinevuga kahe kontrasti tingimuse vahel (Joonis 12).

Tabel 1 on välja toodud esimese analüüsi tulemused. Ainult vasakpoolse P1 komponendi keskmise amplituudi erinevus järgis süstemaatiliselt erinevusi PAS hinnangutes. Mida kõrgem oli PAS hinnang tugevama kontrasti jaoks seda väiksem oli keskmine P1 amplituud võrreldes madalama kontrasti jaoks. Katseisikutel, kelle selgushinnangud olid aga keskmiselt kõrgemad madala kontrasti jaoks, oli ka P1 amplituud väiksem madala kontrasti tingimuses. Ülejäänud korrelatsioonianalüüsides ei ilmnenud süstemaatilisi seoseid.

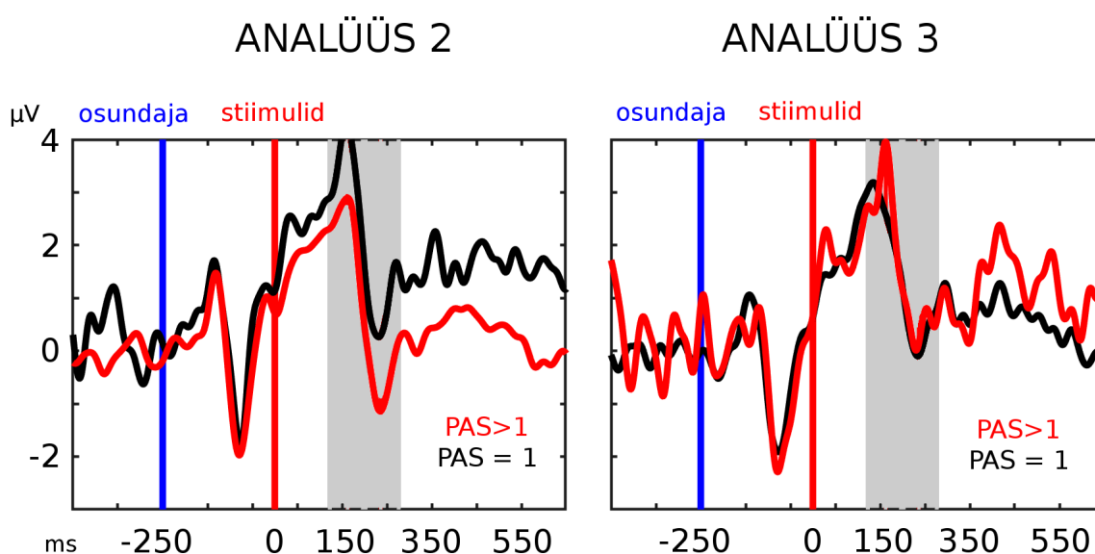
Tabel 1. EEG andmete analüüsude tulemused

	P1		N2		P3
	Vasak	Parem	Vasak	Parem	
ANALÜÜS 1: kontrastide vahelise erinevuse korrelatsioon	rho = - 0.4834, p = 0.0264	rho = - 0.2544, p = 0.2658	rho = - 0.3266, p = 0.1484	rho = - 0.4170 , p = 0.06	rho = - 0.1509 , p = 0.5137
ANALÜÜS 2: ruudu nägemine/ mitte nägemine	t(19) = - 1.2217, p = 0.2368	t(19) = - 2.0413, p = 0.0554	t(19) = - 1.0441 , p = 0.3095	t(19) = - 2.5998 , p = 0.0176	t(19) < 1, ns
ANALÜÜS 3: kriitilistel katsekordadel ruudu nägemine/ mitte nägemine	t(19) < 1, ns	t(19) < 1, ns	t(19) = - 1.0805, p = 0.2935	t(19) < 1, ns	t(19) < 1, ns

Esimene EEG analüüs põhines PAS hinnangute erinevusel kahe kontrastiastme vahel. Järgmisena ei otsitud enam erinevusi kahe objektiivse katsetingimuse vahel, vaid pühenduti katseisikute subjektiivsele nägemistajule kui ruut oli objektiivselt olemas (i.e., välistatud on kriitilised katsekorrad). Võrreldi keskmist ERP amplituudi katsekordadel kui katseisikud raporteerisid, et nad nägid ruudustiimulit kasvõi ähmaselt (PAS > 1) katsekordadega kus katseisikud raporteerisid, et nad ruutu ei näinud (PAS == 1). Seega

viidi läbi ruudustiimuli teadvustamise vs mitte teadvustamise kontrast iga viie ERP komponendi jaoks eraldi.

Tabel 1 on välja toodud teise analüüsi tulemused. Ainult parempoolse N2 komponendi keskmine amplituud peegeldas subjektiivset tajuelamust. Kui katseisikud raporteerisid, et nad nägid ruutu ( $PAS > 1$ ) oli ERP amplituud parempoolse N2 aja aknas keskmiselt madalam ( $m = -0.4687 \mu V$ ,  $sd = 1.8459$ ) võrreldes mitte nähtud katsekordadega ( $m = 0.8978 \mu V$ ,  $sd = 2.8287$ ). Ülejäänud analüüsid ei ilmnenu statistiliselt olulisi erinevusi.



Joonis 13. Keskmine EEG aktiivsus kui katseisik nägi ruutu ( $PAS > 1$ ) ja kui ei näinud ruutu ( $PAS = 1$ ). Analüüs 2 on olukord, kus ruudu stiimul oli olemas, analüüs 3 näitab kriitiliste katsete olukorda, kus ruudu stiimulit ei olnud.

Esimese kahe analüüsi tulemused näitavad, milliste ERP komponentide amplituud on seotud PAS hinnangutega. Vasakpoolne P1 komponent peegeldab keskmist PAS hinnangut sõltuvalt ruudustiimuli kontrastist, parempoolne N2 komponent peegeldab kas ruutu nähti või üldse ei nähtud. Seega on mõlemad komponendid seotud katseisikute subjektiivse teadvuselamusega.

Viimase analüüsina võrreldi taaskord nähtud ( $PAS > 1$ ) ja mitte nähtud tingimust ( $PAS = 1$ ), kuid seekord vaadati erinevust kriitiliste katsekordade puhul, kus ruut objektiivselt puudus. Analüüsi eesmärgiks on näha, kas ka kriitilistel katsekordadel esineb sarnaseid EEG aktiivsuse erinevuseid nägemistaju komponentides, kui katseisikud raporteerivad,

et nad olematut ruutu teadvustasid. Siinkohal tuleb veelkord rõhutada, et antud tingimustes on väga vähe katsekordi ja analüüs on ebakindel. Seda on näha ka analüüside tulemustest Tabel 1. Ükski tulemus ei olnud statistiliselt oluline.

### **4.3 Tulemuste analüüs ja järeldused**

Eelpool toodud tulemustest on näha, et klassikalist Posneri efekti, kus valiidse osundajaga katsekordades on suurem õigete vastuste osakaal, ei tekkinud. See tulemus võib olla tingitud sellest, et antud katses oli valiidse osundaja osakaal väiksem, kui Posneri paradigmas soovituslik. Nimelt oli põhiülesandes osundaja valiidne 75% katsekordadest, soovituslikult peaks valiidseid osundajaid olema vähemalt 80% katsekordadest. Posneri efekti puudumine näitab, et antud katse ülesehitusega ei olnud kontrolli katseisikute ruumitähelepanu üle.

Lisaks Posneri efekti puudumisele ilmnas, et katses oli tugev sooline efekt, kus olenemata osundaja suunast tunti paremini ära meeste pilte ning osundaja suuna efekt, kus olenemata näopildi asukohast vastati õigemini kui osundaja näitas paremale. Saadud sooline efekt võib olla tingitud sellest, et suurem osa katseisikutest oli naissoost, kuigi samas ka need katseisikud, kes tundsid rohkem ära naiste nägusid, olid samuti naissoost.

Lisaülesande analüüsis selgus, et tekitatud stiimuli kontrasti manipulatsioon omas tugevat efekti, nimelt oli kõrgema kontrastiga ruutude PAS hinnang keskmiselt pool PAS-punkti kõrgem. Selle tulemuse tekkimisel võib olla oluline roll sellel, et iga katseisiku jaoks määrati eraldi just neile sobivad kontrastid, mida põhikatses kasutati ning kontrasti määramisel oli oluline kui suurt osa ruutudest nad selle kontrastiga näevad.

EEG andmete analüüsis, kus vaadati lisaülesande katsekordi, kus ruut oli olemas selgus, et vasakpoolne P1 komponent peegeldab keskmist PAS hinnangut sõltuvalt ruudustiimuli kontrastist, parempoolne N2 komponent peegeldab kas ruutu nähti või üldse ei nähtud. Seega on mõlemad komponendid seotud katseisikute subjektiivse teadvuselamusega. Kriitiliste katsekordade analüüsis ei nähtud sarnaseid erinevusi parempoolsetes ega vasakpoolsetes kanalites. Siiski ei tähenda, erinevuste puudumine, et erinevust ei esinenud. Tuvastamist võisid takistada erinevad põhjused. Esiteks ei olnud käesolevas töös piisavalt palju katsekordi kus katseisikud oleksid vastanud, et nad näevad ruutu.

Kuna erinevused kahe olukorra vaheal oleksid tõenäoliselt väga väikesed, siis oleks vaja palju rohkem ERP-sid, et komponentide erinevused välja tuleksid. Teiseks võib tekkida katseisikutel vastamisel kallutatus, kus nad eeldavad, et midagi peaks olema kuvatud ja seega vastavad kõrgema hinnanguga kui 1 (näevad ruutu), seega ei põhine vastus nähtul vaid mida eeldas et on kuvatud.

## 5 Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärk on uurida visuaalse stiimuli põhjustatud muutusi EEG aktiivsuses ning välja selgitada, kas tugevamalt tajutud visuaalse stiimuli põhjustatud sündmusseosega potentsiaalid (ERP – *event-related potential*) erinevad statistiliselt oluliselt nõrgemalt tajutud stiimuli põhjustatud ERP-dest ning kas kriitilistel katsekordadel, kus tegelikkuses stiimulit ei esitatud, erineb ERP olenevalt, kas katseisik enda meelest siiski nägi stiimulit või ta stiimulit ei näinud.

Katses kombineeriti klassikaline Posneri paradigma kaksikülesandega, et uurida ootuste ning ruumitähelepanu mõju lisäülesandena esitatud stiimuli teadvustamisele.

Käitumuslikest tulemustest selgus, et ruumitaju manipulatsioon ei tekitanud oodatud efekti, ehk ei olnud näha klassikalist Posneri efekti, kus õigete vastuste osakaal on suurem, kui osundaja näitab stiimuli suunas. Samas tekkis katses tugev sooline efekt, kus katseisikud, olenemata osundaja suunast, tundsid paremini ära meeste pilte, õigete vastuste osakaal oli keskmiselt 77,9%,  $sd=13,0\%$ . Naiste piltide puhul oli õigete vastuste osakaal keskmiselt 62,7%,  $sd= 11,9\%$ . Mis tähendab, et mehi tunti piltidelt ära keskmiselt 24% paremini. Samuti ilmnes antud katses osundaja suuna efekt, olenemata näopildi asukohast. Katseisikud vastasid keskmiselt 4,5%,  $sd=10,4\%$  õigemini kui osundaja näitas paremale.

Ülesandes, kus katseisikud pidid hindama kui selgelt nägid nad kuvatud ruute, kui ruudu stiimul olemas oli, mõjutas selgushinnangut kõige rohkem kuvatud ruudu kontrast. Olenemata osundaja suunast või ruudu asukohast nähti selgemini kõrgema kontrastiga ruute, keskmine selgushinnang oli 2.71,  $sd=0.65$ . Madalama kontrastiga ruutude keskmine selgushinnang oli 2.22,  $sd=0.68$ . Seega oli kõrgema kontrastiga ruutude PAS hinnang keskmiselt pool PAS punkti kõrgem.

Kriitilistel katsekordadel, kus ruudu stiimulit ekraanil ei esitatud, hinnati ruudu selgust harva kõrgema PAS hinnanguga kui 1. Enamik katseisikuid kasutas 2-4 katsekorral PAS hinnangut 2 või enam. Vaid 3 korral kasutati PAS hinnangut 3, PAS hinnangut 4 ei kasutatud kordagi.



EEG andmetes on näha, et alates +250 ms ehk pärast stiimulite ilmumist esineb mitu nägemiskatsete jaoks tüüpilist töötlusakent. 300-400 ms vahel esineb kuklasagara elektroodidel tugev positiivne komponent (P1). Sellele järgneb 400 ms paiku negatiivne komponent (N2) lateraliseeritult temporaalsagara elektroodidel. Parietaalsagara elektroodidel esineb pikemalt kestev positiivne komponent (P3), mille ilmumist võib täheldada juba 400-500 ms vahel, ja mis kestab kuni 700 ms.

Kahe kontrasti tingimuses keskmiste selgushinnangute erinevuse ja keskmiste ERP amplituudide erinevuse vahel tehti korrelatsioonianalüüs. Selgus, et kui stiimul on esitatud vasakul pool, siis on katseisikutel, kelle keskmiste selgushinnangute vahe oli erinevates kontrastitingimustes suurem, vasakul pool kuklasagaras keskmiste P1 amplituudide vahe erinevates kontrastitingimustes väiksem. Ülejäänud korrelatsioonianalüüsides ei ilmnunud süstemaatilisi seoseid.

Kui võrreldi keskmistatud ERP komponente katsekordadel kui katseisikud raporteerisid ruudustiimuli nägemist kasvõi ähmaselt ( $PAS > 1$ ) katsekordadega kus katseisikud raporteerisid ruudu mittenägemist ( $PAS = 1$ ) selgus, et ainult paremal pool temporaalsagaras peegeldab N2 komponendi keskmine amplituud subjektiivset tajelamust. Kui katseisikud raporteerisid ruudu nägemist ( $PAS > 1$ ) oli N2 amplituud keskmiselt madalam ( $m = -0.4687 \mu V$ ,  $sd = 1.8459$ ) võrreldes mitte nähtud katsekordadega ( $m = 0.8978 \mu V$ ,  $sd = 2.8287$ ). Ülejäänud kontrastianalüüsides ei ilmnunud statistiliselt olulisi erinevusi.

Kriitilistel katsekordadel analüüsiti, kas esineb sarnaseid EEG aktiivsuse erinevusi nägemistaju komponentides, kui katseisikud raporteerivad olematu ruudu nägemist. Ükski analüüsi tulemus ei olnud statistiliselt oluline. Sealjuures on oluline märkida, et tulemuse võis olla tingitud väga vähestest kriitilise katsekordade arvust antud katses

## Kasutatud kirjandus

- [1] J. Aru, K. Tulver ja T. Bachmann, „It’s all in your head: Expectations create illusory perception in a dual-task setup,“ *Consciousness and Cognition*, kd. 65, pp. 197-208, 2018.
- [2] M. I. Posner, „Orienting of attention,“ *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, nr 32, pp. 3-25, 1980.
- [3] „Anatoomia ja füsioloogia,“ Pärnumaa kutsehariduskeskus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/anatoomia/?N%C3%84RVIS%C3%9CSTEEM>. [Kasutatud 11 Mai 2020].
- [4] [Võrgumaterjal]. Available: <https://drhdro.wordpress.com/2013/09/11/eeg-electrode-placement-for-motor-imagery-y01-m01-d10/>. [Kasutatud 6 Mai 2020].
- [5] „Digiõppevaramu,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://vara.ee-koolikott.ee/h5p/embed/3904>. [Kasutatud 12 Mai 2020].
- [6] B. Farnsworth, „What is EEG (Electroencephalography) and How Does it Work?,“ iMotions, 15 07 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://imotions.com/blog/what-is-eeg/>. [Kasutatud 11 Mai 2020].
- [7] S. Sur ja V. K. Sinha, „Event-related potential: An overview,“ *Industrial Psychiatry Journal*, kd. 18, nr 1, pp. 70-73, 2009.
- [8] G. F. Woodman, „A Brief Introduction to the Use of Event-Related Potentials,“ *Atten Percept Psychophys. Author manuscript*, kd. 72, nr 8, 2010.
- [9] „Mis on tähelepanu?,“ Peaasi.ee, [Võrgumaterjal]. Available: <https://peaasi.ee/mis-on-tahelepanu/>. [Kasutatud 11 Mai 2020].
- [10] P. Wallisch, M. E. Lusignan, M. D. Benayoun, T. I. Baker, A. S. Dickey ja N. G. Hatsopoulos, MATLAB® for Neuroscientists. An Introduction to Scientific Computing in MATLAB®, Academic Press, 2014.
- [11] M. P. Eckstein, S. S. Shimozaki ja C. K. Abbey, „The footprints of visual attention in the Posner cueing paradigm revealed by classification images,“ *Journal of Vision*, kd. 2, nr 1, 2002.
- [12] „Posner cueing task,“ Wikiwand, [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.wikiwand.com/en/Posner\\_cueing\\_task](https://www.wikiwand.com/en/Posner_cueing_task). [Kasutatud 12 Mai 2020].
- [13] „Vision Egg,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://visionegg.org/>.
- [14] „FieldTrip,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.fieldtriptoolbox.org/>.