

Tartu Ülikool  
Sotsiaalteaduste valdkond  
Psühholoogia instituut

Elis Loog

FAASILISE ERGASTUSE MÕJU VISUAALSELE TÄHELEPANU  
HAARDEULATUSELE - NULLTULEMUSE TÄHENDUS JA EDASIARENDUS

Magistritöö

Juhendaja: Martin Kolnes, PhD

Läbiv pealkiri: Faasilise ergastuse mõju tähelepanu haardeulatusele

Tartu 2025

## Faasilise ergastuse mõju visuaalsele tähelepanu haardeulatusele – nulltulemuse tähendus ja edasiarendus

### Lühikokkuvõte

Eksisteerib mitmeid vaatepunkte selles osas, et kuidas suhestuvad omavahel ergastus ning visuaalne tähelepanu haardeulatus. Klassikalised teooriad viitavad, et kõrgem ergastustase kitsendab tähelepanu haardeulatust. Seevastu uuemad uuringud leiavad, et ergastuse mõju ei ole ühesugune ning sõltub rohkem parasjagu dominantsest tähelepanu stiilist. Antud uurimuse eesmärk oli lahti mõtestada senised võimalikud ebakõlad ning uurida lähemalt seoseid ergastuse ja tähelepanu haardeulatuse vahel. Eksperimendis (n=38) manipuleeriti tähelepanu haardeulatust *global motion* paradigmaga ja kasutati ärritavat helitooni faasilise ergastuse esilekutsumiseks. Seejärel mõõdeti käitumuslikke näitajaid visuaalses tuvastusülesandes (lahendamise reaktsiooniajad ja veamäärad) ja täiendava biomarkerina muutuseid pupillis. Läbiviidud korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsid ei toonud välja olulist efekti kummagi suuna toetuseks. Arvestades varasemaid nulltulemusi võib antud nulltulemus näidata, et ergastuse mõju tähelepanu ulatusele on nõrgem kui võiks arvata mitmete varasemate uuringute positiivsete tulemuste põhjal. Lisaks võib tulemus viidata sellele, et erinevatel ergastuse manipulatsioonidel on potentsiaal mõjutada tähelepanu haardeulatuse dünaamikat siiski erineval viisil. Seeläbi võib ergastuse manipuleerimine sõltuvalt meetodist ja kontekstist anda varieeruvaid tulemusi. Töö pakub mitmeid võimalusi teema ning meetodikate edasiarenduseks, et edaspidi võimalikult täpselt mõõta muutuseid tähelepanu haardeulatuses kui manipuleeritakse ergastuse erinevaid vorme.

*Märksõnad: ergastus, tähelepanu haardeulatus, faasiline ergastus, pupilli andmed*

## **The effect of phasic arousal on the visual breadth of attention: interpretation of null findings and future directions**

### **Abstract**

There are multiple perspectives on how arousal and the breadth of visual attention are connected. Classical theories suggest that higher levels of arousal narrow the scope of attention. However, more recent studies indicate that the effects of arousal are not universal and are influenced by the dominant style of attention. The aim of this study was to explore discrepancies and the relationship between phasic arousal and the scope of attention. In this experiment (n=38) a global motion paradigm was used to manipulate the breadth of attention and auditory tone was used to induce phasic arousal. Following induction, behavioural task measures (reaction time and error rate) and pupil data (used as a biomarker of arousal) were assessed. A three-way ANOVA analysis did not reveal significant effects in support of either direction. Considering previous null results, these current null findings may suggest that the effect of arousal on breadth of attention may be weaker than previously assumed based on positive findings. Addition to that, different methods of arousal manipulation have the potential to influence the dynamics of attentional scope in different ways. This study provides several opportunities for further exploration of the topic and methodologies to more accurately measure changes in attentional breadth when manipulating different forms of arousal.

*Keywords: arousal, breadth of attention, phasic arousal, pupil data, global motion*

## Sissejuhatus

Meid ümbritsev keskkond sisaldab palju informatsiooni ja erisuguseid stiimuleid. Tõsiasi on, et sisemine töötlusressurss on piiratud ning saame keskenduda ainult valitud aspektidele (Müller et al., 2003). Kuna edaspidised reaktsioonid sõltuvad töödeldavast informatsioonist, siis on oluline mõista mehhanisme, mille alusel esialgne valik toimub, keskkonnast tulevate signaalidega toimetulekuks. Tähelepanu ülesandeks ongi taoline eelselektioon kõrgemateks töötlusprotsessideks, mis lubab keskenduda olulistele stiimulitele ja ignoreerida ülejäänuid. Üks selektiivse tähelepanu mehhanisme, on visuaalne ruumitählepanu, mis töötleb ja filtreerib saabuvat informatsiooni visuaalsel tajuväljal (Aru ja Bachmann, 2009). Ruumitählepanu puhul on üheks oluliseks mehhanismiks fookuses oleva visuaalse ala suuruse reguleerimine (Aru ja Bachmann, 2009). Seda nimetatakse ka tähelepanu haardeulatuse muutuseks.

Täpsemalt viitab tähelepanu haardeulatus alale, kuhu fookus parasjagu koondub. Töötlusala ei ole konstantne vaid pidevas muutuses vastavalt vajadusele (Eriksen ja James 1986; Müller et al., 2003). Läbi muutuse (*visual scaling*) toimub fookusala kitsenemine või laienemine (Navon, 1997). Enamlevinud viis seoste kirjeldamiseks on Eriksen ja James (1986) suumobjektiiv mudel (*zoom lens*; Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew, 2020). Selle mudeli kohaselt on pöördvõrdeline seos ulatuse ja visuaalse eristusvõime vahel töötlusvõimekuse optimeerimiseks. Laia haardeulatuse korral suureneb visuaalne tähelepanu ala ning võimalike töödeldavate stiimulite hulk, kuid väheneb iga stiimuli detailine eristus ja teravus (Eriksen ja James 1986; Müller et al., 2003; Goodhew & Edwards, 2024). Seevastu kitsa fookuse korral on võimendunud detailid ja teravus, sest kognitiivne ressurss koondub väiksemale alale (Eriksen ja James 1986; Müller et al., 2003; Goodhew & Edwards, 2024). Näiteks toidupoes riulilt lemmik šokolaadi otsides, on visuaalne tähelepanu haardeulatus lai, et leida kõigi valikute seast õige. Kui šokolaad on leitud ning soovid täpsemalt tutvuda koostisosadega, koondub visuaalne tähelepanu kitsale alale etiketi lugemiseks.

Üldiselt võib tähelepanu haardeulatuse mõjutajad jagada kaheks suuremaks grupiks - sisetekkelised ehk endogeensed ning välised ehk eksogeensed. Eksogeensed mõjutused on seotud teguritega, kus muutused on tingitud tajuväljas olevate stiimulite füüsilistest omadustest (Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew, 2020; Maratos & Pessoa, 2019). Lisaks eelmainitule rõhutatakse, et tajutavate stiimulite afektiivsed omadused, nende emotsionaalne sisu, võib kutsuda esile muutusi tähelepanu selektiivsuses ja ulatuses (Maratos & Pessoa,

2019; Huntsinger, 2013; Vuilleumier, 2015). Endogeensed tegurid viitavad kognitiivses töötles toimuvatele sisemistele muutustele, mis mõjutavad tähelepanu ja selle ulatust (Vuilleumier, 2015; Maratos & Pessoa, 2019; Lawrence, Edwards, Talipski, Goodhew, 2020). Näiteks seesugused tegurid on vaimne pingutus, individuaalsed eripärad, afektiivne ja üldine ergastusseisund (Maratos & Pessoa, 2019).

Kõiki neid tegureid on omajagu uuritud, aga siiski ei ole nende mõju tähelepanu ulatusele veel täiesti selge. Selles töös vaadeldakse täpsemalt ergastusseisundi mõju tähelepanu ulatusele. Uuringud on näidanud, et ergastusseisund võib tähelepanu ulatust nii kitsendada (Easterbrook, 1959) kui ka teatud olukordades laiendada (Huntsinger, 2013). Sellised vasturääkivused viitavad, et tuleks lähemalt uurida, mis tingimustes ergastusseisundi mõju tähelepanu ulatusele avaldub.

Ergastus on heterogeenne nähtus, mida iseloomustavad bioloogilised muutused, mis mõjutavad käitumist, tähelepanu ja keha vastust keskkonnast tulevatele stiimulitele; see on seotud ärkveloleku, keha autonoomsete reaktsioonide ja emotsioone (afekti) regulatsiooniga (Satpute et al., 2019). Kõrget ergastuse taset võivad kutsuda esile erinevad olukorrad ja stiimulid. Eksamiärevus võiks olla illustreerivaks näiteks kõrgest ergastusest. Õpilane tunneb ärevust ja suurenenud erutust enne eksamit. Keha reageerib füsioloogiliste muutustega - süda lööb kiiremini, peopesad higistavad, pupillid laienevad ja lihased on pinges.

### **Tähelepanu ja ergastus**

On teada, ergastustase mõjutab seda, kuidas visuaalseid signaale tähelepanu kaasabil töödeldakse, suurendades või vähendades konkreetse neuraalse vastuse tugevust või samaaegselt töödeldavate stiimulite arvu (Vuilleumier, 2015). Nagu eelnevalt mainitud, osaleb ergastus tähelepanu töötlesprotsessis, mõjutades visuaalse informatsiooni tajulist töötlust ja efektiivsust. Asutay ja Västfjäll (2017) uuring näitas, et kõrvalised helid parandasid reaktsiooniaegu visuaalses otsinguülesandes, võimaldades sihtstiimuleid kiiremini tuvastada. See viitab, et ergastus suunas visuaalset tähelepanu efektiivsemalt. Samas on leitud, et kõrge ergastuse astmega kõrvalised stiimulid (näiteks ebameeldivad või erootilised pildid) pikendasid reaktsiooniaegu vaimse võimekuse ülesandes (Schimmack, 2005). See näitab ergastuse ja afektiivsete stiimulite sekkuvat iseloomu tähelepanu protsessides (Schimmack, 2005). Ka Unsworth ja Robison, (2017) leidsid, et ergastuse taseme muutuste korral, esines rohkem kõrvalikaldeid tähelepanu ülesande edukas lahendamises. Näidates, et kui ergastuse tase on liiga kõrge või madal, võib tähelepanu tõenäolisemalt koonduda

esiletükkivatele ebaolulistele stiimulitele, mis vähendas mõõdetava (olulise) ülesande lahendamise efektiivsust (Unsworth & Robison, 2017).

Üheks oluliseks küsimuseks on, et kuidas ergastusseisund siiski mõjutab tähelepanu ulatust. Olenemata paljudest läbiviidud uuringutest, pole endiselt üksmeelt, et kuidas toimub täpselt ergastuse ning tähelepanu haardeulatuse omavaheline suhestumine. Mitmed läbiviidud eksperimentaaluuringud on jõudnud erinevatele ja isegi vastandlikele seisukohtadele. Ühest küljest on leitud, et ergastus kitsendab tähelepanu ulatust (Easterbrook, 1959; Gable & Harmon-Jones, 2010; Tracy et al., 2000). Samas on ka uuringuid, mis näitavad vastupidist seost - ergastusseisund võib tähelepanu ulatust hoopis laiendada (Eldar et al., 2016; Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016; Phelps et al., 2006; Weinbach & Henik, 2011). Järgnevalt anname ülevaate kõige olulisematest uuringutest ja teooriatest.

### **Vaatepunkt - Ergastus kitsendab tähelepanu ulatust**

Kümnendite vältel on lähemalt uuritud ergastuse ning tähelepanu ulatuse omavahelisi seoseid. Klassikalised teooriad toetuvad sellele, et ergastus (sh afektiivne, stressreaktsioon) alati kitsendab tähelepanu ulatust, et vähendada stiimulite hulka, millele keskenduda ja seeläbi põhjalikumalt töödelda (Easterbrook, 1959; P. Gable & Harmon-Jones, 2010; Tracy et al., 2000). Rõhutades, et fookus langeb seeläbi rohkem asjakohastele stiimulitele, kui perifeersed ja vähem olulised stiimulid jäävad kõrvale. Tracy jt. (2000) autonoomse ergastuse manipulatsioon ebameeldiva helitooniga tõi esile tulemused, et kõrge autonoomne ergastus kitsendas tähelepanu ulatust kesksimate stiimulite täpsemaks töötlemiseks. Selles uuringus hinnati peamise mõõdikuna ergastusega seotud muutuseid läbi bioloogiliste markerite (naha elektrijuhtivus) ning aktivatsiooni autonoomse ergastusega seotud ajupiirkondades.

Klassikalise suuna uuemad edasiarendused lisavad, et afektiivse ergastuse korral on oluline ergastuse tugevus ning mitte ainult afektiivne valents (positiivne või negatiivne emotsioon), mis tähelepanule koondavalt võib mõjuda (Gable & Harmon-Jones, 2010).

### **Vaatepunkt - ergastuse kaasabil on tähelepanu rohkem paindlik**

Ergastuse ja tähelepanu haardeulatuse rolli varajase visuaalse informatsiooni töötlustes, on käsitletud ka vaatenurgast, et emotsionaalne ergastus võimendab tähelepanu tajulist töötlust. Phelps jt (2006) leidsid, et emotsionaalsete stiimulite esitamisel paranes kontrastitundlikkus, seejuures efekt ilmnis ka perifeerselt esitatud stiimulite puhul. Seeläbi

pakuvad nad võimaliku lahendusena välja, et emotsioonid võiksid hoopis moduleerida ja parandada tähelepanu tajulist töötlusvõimekust (Phelps et al., 2006).

Teoreetiliselt sarnast vaadet toetavad seisukohad on proovinud lähtuda seosest, et tähelepanu on afektiga koostoimel paindlik. Seeläbi ei defineeri, et kas tähelepanu fookus peaks muutuma automaatselt kitsale ulatusele; vaid afekt võib anda lisasignaale aktiivse tähelepanu ulatuse režiimi kasutamiseks (Huntsinger, 2013).

Taolisi mustreid on täheldatud ka katsetes, mis on uurinud autonoomset ergastust ja tähelepanu haardeulatust. Oma katse tulemustest lähtuvalt pakuvad Weinbach ja Henik (2011), et ergastus kallutab tähelepanu töötlust globaalse taseme suunas. Nimelt leiti, et ärritava helitooni esitamisel oli käitumuslike ülesannete lahendamine raskendatud, kui tuli keskenduda lokaalsetele stiimulitele (Weinbach & Henik, 2011). Sama segavat efekti ei täheldatud, kui tuli keskenduda globaalsetele stiimulitele (Weinbach & Henik, 2011). Kokkuvõttes, vastupidiselt klassikalisele ootusele, ei kitsenenud tähelepanu ulatus ergastuse ilmnemisel.

## **Seniste uuringute võimalikud ebakõlad**

### *Dominantse töötlusstiili käsitlus*

Saab öelda, et valitseb ebakõla ergastuse ja tähelepanu omavaheliste seoste ning uuringutulemuste vahel. Seetõttu tuleks lähemalt vaadelda võimalikke tegureid, mis selliseid ebakõlaid võiksid esile kutsuda.

Esiteks võib erisusi tulemustes mõjutada, et missugune tähelepanu stiil oli parasjagu dominante (Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016). Dominantse töötlusstiili all mõeldakse, et milline tähelepanustiil on konkreetses olukorras kõige kergemini esile kutsutav või eelistatud. Kuigi üldine vaikesead on suunatud globaalse töötluse suunas (laiema tervikpildi haaramine), siis võib töötlusstiil erinevates situatsioonides siiski varieeruda (Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016). Huntsinger (2013) on pakkunud välja teooria, et afekti mõju tähelepanu ulatusele sõltubki dominantsest töötlusstiilist. Suunates kasutama tähelepanu ulatust, mis on hetkel kõige loomulikum või kergemini ligipääsetavam. Niisiis on valentsi näol tegemist lisa-tagasisidega, mis positiivsete emotsioonide korral soodustab ja võimendab nii aktiivse kitsa kui laia stiili kasutamist (Huntsinger, 2013). Seevastu negatiivse valentsiga emotsioonid, annavad märku, et hetkel kasutatav töötlusstiil ei ole optimaalne ja seeläbi soodustavad töötlusstiili vahetust. Seega ei määra üldine afekti valents, et kas peaks info

töötlemine toimuma laial või kitsal tasandil, vaid aitab täiendavalt hinnata, et kas hetkel valitud tasand sobib antud konteksti jaoks (Isbell et al., 2016; Huntsinger, 2013).

Sarnast dünaamikat võiks oletuslikult omada ka ergastusseisund tähelepanu haardeulatusega, millele Eldar jt (2016) viitavad läbi kõrgema neuraalse võimenduse (neuronite vahelise aktiivsuse tugevus) uurimise. Nimelt võib kõrgem ergastusseisund võimendada kõige esiletükkivamate stiimulite töötlemist, sest need on hetkel kõige kättesaadavamad ja soodustatud (Eldar et al., 2016). Samas kui madala ergastuse korral on võimalik tähelepanu paindlikumalt suunata ja tagada rohkemate stiimulite võrdsem töötlemine. Ehk ka siin võib ergastusseisundi erineva taseme tõttu tekkida olukord, kus ühel juhul on töötlemine paindlikum ja teisel juhul rohkem sõltuvuses eel-seadistusest. Kui vaadelda seda tähelepanu ulatuse kontekstis, siis kõrgem ergastusseisund võiks soodustada nii laia kui kitsast tähelepanu ulatust. Vastavalt sellele kumb on hetkel aktiivne või ligipääsetavam.

### ***Valentsi ületähtsustamine ja koosmõju ergastusega***

Teiseks on afekti mõju käsitletud ühekülgsest, keskendudes peamiselt sellele, kuidas evolutsiooniliselt ohtlikud negatiivsed stiimulid mõjutavad tähelepanu prioritseerimise protsesse (Maratos & Pessoa, 2019). Seega võib olla uuringutes ületähtsustatud afektiivse valentsi komponendi mõju ja seeläbi loodud liiga sirgjooneline seos afekti valentsi ja tähelepanu ulatuse vahel (Huntsinger, 2013; Lacey et al., 2021). Näiteks on Van Steenbergen (2011) välja pakkunud, et kuna peamiselt on uuritud tugeva negatiivse alatooniga emotsioone, siis võis potentsiaalselt sekkuda valentsi ja ergastuse koosmõju. Ka McConnell & Shore (2011) leidsid, et meeoleolu mõju tähelepanu ulatusele, sõltus nii valentsist kui ergastuse tasemest üheaegselt. Peamise järeldusena selgus, et kõrge ergastusega positiivne afekt pikendas oluliselt reaktsiooniaegsid tähelepanu ülesandes; samas madala ergastuse korral reaktsiooniajad hoopis paranesid, toetades paremat keskendumisvõimet (McConnell & Shore, 2011).

On selge, et ergastusel ja valentsil on tähelepanu ulatuse muutumise protsessides oluline roll, kuid nende täpne koosmõju pole selgelt mõistetav. Näiteks võib ergastus olla suurema tähtsusega kui valents, mistõttu on oluline uurida ergastust eraldiseisva komponendina. Senistes tähelepanu uuringutes on ergastust defineeritud erinevalt, mis on viinud mitmekesiste mõõtmismeetodite ja manipuleerimistehnikate kasutamiseni. Seeläbi ka võimalike lahknevate uurimustulemusteni. Näiteks on ergastuse esilekutsumiseks kasutatud ärritavaid helisid, kõrge ergastusega afektiivseid või ootamatuid stiimuleid (Asutay &

Västfjäll, 2017; Phelps et al., 2006; Satpute et al., 2019; Tracy et al., 2000; Weinbach & Henik, 2011). Afekti mõjutamiseks on rakendatud tehnikaid, mis keskenduvad varasemate emotsionaalsete mälestuste meenutamisele või muusikaga meeleolu muutmisele (Isbell et al., 2016; McConnell & Shore, 2011). Enamasti on katsetes hinnatud ergastuse muutunud taset tunnustatud biomarkerite põhjal (Eldar et al., 2016; Schimmack, 2005; Tromp et al., 2024; Unsworth & Robison, 2017), kuid mõnel juhul on toetunud rohkem subjektiivsetele hinnangutele (Asutay & Västfjäll, 2017; Isbell et al., 2016).

### *Ergastuse defineerimine*

Ergastuse olemus on kompleksne ja heterogeenne, hõlmates erinevaid bioloogilisi muutuseid. See on seotud ärkveloleku, autonoomsete keha reaktsioonide ja emotsioonide (afekti) regulatsiooniga (Satpute et al., 2019). Seetõttu on kriitiline selgelt määratleda, mida konkreetne uuring ergastuse all mõistab, kuidas see uuritava nähtusega seostub ja millises ulatuses võimaldab see teha üldistusi.

Autonoomse ergastuse korral toimub aktivatsioon autonoomses närvisüsteemis, mis reguleerib näiteks südame löögisagedust, pupillide laienemist, higistamist ja nii edasi, eesmärgiga tagada keha valmisolek väliste stiimulite ja ohtudega toimetulekuks (Satpute et al., 2019). Autonoomse ergastuse mõõtmiseks on enamasti objektiivsed mõõtevahendid, mis tuvastavad eelnevalt nimetatud füsioloogilisi muutuseid kehas. Enamasti kasutatakse biomarkerina pupilli andmeid, sest on kinnitust leidnud, et pupillide laienemine signaliseerib kõrgemat ergastuse taset (Eldar et al., 2016; Unsworth & Robison, 2017; Van Steenbergen et al., 2011)

Afektiivne ergastus seostub emotsioonide kogemise intensiivsusega. Iga emotsioon (viha, rõõm jne) koosneb nii valentsi kui ka ergastuse komponendist (Maratos & Pessoa, 2019). Näiteks kõrgem ergastuse tase on seotud intensiivsete emotsioonidega nagu viha, rõõm, samas kurbust ning rahulolu loetakse pigem madalama ergastusega emotsioonideks (Maratos & Pessoa, 2019). Afektiivse ergastuse hindamiseks kasutatakse nii subjektiivset tagasisidet kui ka mõõtmisviise, mis tuvastavad autonoomset ergastust. See on tingitud sellest, et emotsioonid kutsuvad sageli esile sarnaseid füsioloogilisi muutusi, mis sarnanevad autonoomse närvisüsteemi ergastusega (Satpute et al., 2019). Afektiivse ergastuse esilekutsumiseks esitatakse tihti katseosalistele üldtuntud ja kinnitust leidnud emotsionaalselt laetud stiimuleid (näiteks pilte ämblikest, õnnelikes beebidest ja vigastatud inimestest) (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017; De Luca et al., 2022; Phelps et al., 2006; Satpute et al., 2019; Schimmack, 2005; Van Steenbergen et al., 2011).

Lisaks eelnevalt välja toodud ergastuse kategooriatele, on võimalik ergastust vaadelda läbi ajalise kestvuse. Peaasjalikult võib eristada faasilist ning toonilist ergastust. Faasiline (*phasic*) ergastus viitab ajutisele ja lühiajalisele ergastuse tõusule vastusena ootamatule välisele stiimulile, näiteks häiriv heli (Callejas et al., 2005; Raz & Buhle, 2006). Peamiselt on faasilise ergastuse mõju mõõdetud käitumuslike ülesannete lahendamise kiiruses ja täpsuse muutuses (Raz & Buhle, 2006; Weinbach & Henik, 2011). Tooniline, (*tonic*) kui pidev ergastus, viitab pikema aja vältel säilivale ergastuse tasemele (Callejas et al., 2005; Raz & Buhle, 2006). Seda tüüpi ergastust on näiteks esile kutsutud kestva konstantse valge müra esitamise (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017).

### **Tähelepanu haardeulatuse mõõtmine ja indutseerimine**

Ühe võimaliku puutepunktina tuleb vaadelda tähelepanu haardeulatuse muutumist, sest ergastuse mõju võib sõltuda tähelepanu haardeulatuse eelnevast seadest (Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016).

Tähelepanu haardeulatuse mõõtmiseks kui ka indutseerimiseks eksperimentaalsetes uuringutes, on kasutatud mitmesuguseid erinevaid paradigmasid. Kõige klassikalisemad ja laialdasemalt kasutatud on Navoni-tüüpi stiimulid (Lacey et al., 2021). Navoni (1977) tähed on spetsiaalselt konstrueeritud visuaalsed stiimulid, kus suur täht (globaalne tase) on moodustatud väiksematest tähtedest (lokaalne tase). Näiteks võib suur "H" olla moodustatud paljudest väikestest "S"-dest. Kuigi tegemist on palju kasutatud lahendusega, siis pigem on tegemist viisiga, mis keskendub globaalsele-lokaalsele töötlusele kui võrd visuaalsele tähelepanu ulatusele.

Sarnast lähenemist rakendatakse ka *flankeri* katses (Eriksen & Eriksen, 1974), kus tuleb eirata sihtstiimulite läheduses paiknevaid (häirivaid) stiimuleid. Samuti on tegemist laialdaselt kasutatud meetodiga. Siiski on miinusena välja toodud, et mittekokkulangevate stiimulite põhjustatud interferents võib tuua mängu kognitiivse kontrolli aspekti, raskendades seeläbi tähelepanu haardeulatuse muutuse eristamist (Kolnes et al., 2022).

Edasiarendusena on välja töötatud spetsiaalselt tähelepanu ala manipuleerimiseks mõeldud induktsiooniülesanded ja stiimuleid. Näiteks erineva suurusega ringid ning teised ekraani eri asukohtades paiknevaid kujundid (nooled, kolmnurgad jne; Kolnes et al., 2019; Lawrence, Edwards, & Goodhew, 2020). Varasemalt on samas uurimisgrupis edukalt tähelepanu ala muutust esile kutsutud Landolt ringidega (Loog, 2021). Siiski on jäänud õhku küsimus, et kas tähelepanu jaotamine terve ala üleselt toimub ikkagi võrdselt.

Viimased ülevaateuuringud (Lawrence, Edwards, Talipski, et al., 2020) viitavad, et vastuolulised ja ebaõnnestunud manipulatsioonid võivad tuleneda stiimulitest, mida kasutatakse tähelepanu haardeulatuse mõõtmiseks või muutuse esile kutsumiseks. Seetõttu on oluline valida paradigma, mis manipuleerib tervet visuaalse tähelepanu ala tervikuna ning välistab võimaluse, et tekib sõõrjas või muul viisil ebarelevantne tähelepanu kuju kujundite ümber (Lawrence, Edwards, Talipski, et al., 2020).

Kaasaegsed edukad lahendused on liikumas tervet tähelepanu ala käsitlevate paradigmadeni - näiteks täppide massi liikumise suuna (*global motion*) kasutamine (*edaspidi täppide ülesanne*; Lawrence, Edwards, & Goodhew, 2020). Sel juhul peavad katseisikud jälgima mitmete stiimulite omavahelist koostoimet, mis tingib vajaduse kogu ala visuaalseks töötlemiseks.

Lisaks eelmainitule on tähtis, et valitud ülesande sooritamine ei nõuaks suurt vaimset pingutust, sest see võib kõrvalefektina sekkuda tundlikku tähelepanu haardeulatuse induktsiooni (Lawrence, Edwards, Talipski, et al., 2020). Käesoleva tööga samas uurimisgrupis läbiviidud tulemused nentisid sama sekkuvat mõju, mis näitab samuti paranduste vajadust (Loog, 2021). Seetõttu valiti käesolevas uuringus tähelepanu haardeulatuse manipuleerimiseks täppide liikumise ülesanne (*global motion*).

Tähelepanu haardeulatuse muutumise tuvastamiseks kasutatakse enamasti reaktsiooniga või vastamistäpsust ülesandele, mis esitatakse pärast tähelepanu ulatuse manipuleerimist. Siin katses on kasutusel eraldiseisev tuvastusülesanne, mida on ka eelnevalt testitud (Loog, 2021). Selles ülesandes tuleb tuvastada erineval kaugusel paiknevate ovaalide kaldenurk. Seejuures on oluline, et tuvastatav ovaal esitatakse kas ekraani keskkohas või perifeerselt (*edaspidi ovaalide ülesanne*).

### **Ergastuse mõõtmine ja esilekutsumine**

Ergastuse mõju uurimiseks on oluline defineerida uuritav ergastuse aspekt nii täpselt kui võimalik (Satpute et al., 2019). Nii saab valida manipulatsiooni efektiivsust kinnitavad objektiivsed biomarkerid kui ka veenduda kasutatud meetodi tõhususes. Uuringud on näidanud, et ootamatu ärritav helitoon on efektiivne viis faasilise ergastuse esile kutsumiseks (Asutay & Västfjäll, 2017; Tracy et al., 2000; Weinbach & Henik, 2011). Lisaks on see afektiivse valentsi suhtes ehk emotsionaalse tähenduse poolest neutraalsem kui erisugused visuaalsed stiimulid. Seetõttu sobib paremini valitud ergastuse vormi mõju üheseks tõlgendamiseks.

**Käesolev uuring - eesmärk ja hüpoteesid**

Käesoleva töö eesmärk on uurida võimalikke seletusi, mis aitaksid täpsustada ergastuse ja tähelepanu haardeulatuse omavahelist suhestumist. Kuna kirjanduses leidub selles küsimuses ebakõlasid, püütakse esmalt jõuda suurema selguseni ergastuse mõju kohta tähelepanu haardeulatuse muutuse protsessides. Seetõttu keskendume detailsemalt autonoomsele ergastusele, jättes siinkohal kõrvale afektiivse valentsi komponendi. Seesugune lähenemine võiks toetada tulemuste edasiarendusi hilisemates faasides afektiivse valentsi ja ergastuse koosmõju uurimisel.

Lisaks teoreetilisele selgusele võiksid selle uuringu tulemused panustada pikemas perspektiivis praktiliste küsimuste lahendamisse. Selgema arusaama saavutamise visuaalse tähelepanu haardeulatuse seadistuse muutumises, võimaldaks teha täpsemaid oletusi selle kohta, kuidas kõrge erutuseseisund potentsiaalselt mõjutab erinevaid elulisi olukordi. Näiteks täpsem arusaam, et mis juhtub stressiolukorras või distraktorite ilmumisel autojuhtimisel.

**Teooriatest lähtuvalt püstitati järgmised hüpoteesid:**

Esimene hüpotees toetub klassikalisele seisukohale, et kõrgem ergastus muudab tähelepanu haardeulatuse alati kitsaks (Easterbrook, 1959; P. Gable & Harmon-Jones, 2010; Tracy et al., 2000).

**Hüpotees 1.** Ergastus mõjutab tähelepanu haardeulatust ning kõrgem ergastuse tase muudab tähelepanu haardeulatuse kitsamaks.

Ärritava helitooni esitamisel suurenevad veamäärad ja reaktsiooniajad ovaalide ülesandes, kui sihtstiimulid asetsevad ekraani keskosast kaugemal (6° keskpunktist), võrreldes ilma ärritava helitooni esitamiseta, nii kitsa kui laia haardeulatuse induktsiooni tingimuses. Seevastu reaktsiooniajad ning veamäärad paranevad, kui esitatakse helitoon ning tuvastusülesande sihtstiimulid asetsevad ekraani keskosale lähemal (1° keskpunktist), nii kitsa kui laia haardeulatuse induktsiooni tingimuses.

Teine hüpotees adresseerib vastandlikku vaatepunkti, mis toob välja, et ergastuse mõju tähelepanu haardeulatusele ei ole ühesugune ning sõltub hoopis sellest, et missugune tähelepanu stiil oli parasjagu dominante (Eldar et al., 2016; Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016).

**Hüpotees 2.** Ergastus mõju sõltub tähelepanu haardeulatuse häälestusest - kitsas tähelepanu haardeulatus jääb kitsaks ning lai tähelepanu ulatus jääb laiaks.

Ärritava helitooni esitamisel veamäär ja reaktsiooniajad paranevad, kui ovaalide ülesandes sihtstiimulid asetsevad ekraani keskosast kaugemal (6° keskpunktist) ning eelnevalt on indutseeritud lai tähelepanu haardeulatus. Ärritava helitooni esitamisel veamäär ja reaktsiooniajad paranevad ovaalide ülesandes, kui sihtstiimulid asetsevad ekraani keskosale lähemal (1° keskpunktist) ning eelnevalt on indutseeritud kitsas tähelepanu haardeulatus.

Pupilliandmeid salvestatakse täiendava biomarkerina.

**Lisahüpotees:** Muutused pupillis signaliseerivad muutunud ergastuse taset. Kõrgenenud faasilise ergastuse korral on pupilliava rohkem laienenud võrreldes baastasemega.

## Meetod

### Valim

Katses osales 38 inimest, vanuses 19 - 42 ( $M = 25$  ;  $SD = 6,76$ ). Uuringus osalejatest 30 (79%) olid naised ning 8 (21%) mehed. 95% katseisikud olid paremakäelised, 42% osalejatest kandsid prille või läätsesid. Kõik osalised raporteerisid head nägemisteravust. Ühelt katseisikult koguti 256 üksikkatsekorra andmed. Valimi suuruse defineerimisel toetuti sellele, et enamik uurimisvaldkonnas läbiviidud laboratoorseid eksperimente on kasutanud samas suurusjärgus valimit (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017; Asutay & Västfjäll, 2017; Eldar et al., 2013; Lawrence, Edwards, & Goodhew, 2020; Schimmack, 2005; Weinbach & Henik, 2011). Arvesse võeti, et keskmiselt 5-10% katseisikute andmed eemaldatakse lõppvalimist suurte kõrvalekallete tõttu käitumusliku ülesande lahendamise kiiruses ja täpsuses (*rohkem kui 35-45% valesid vastuseid*; Eldar et al., 2016; Isbell et al., 2016; Kolnes et al., 2022; Tromp et al., 2024).

Katse toimumise kohta jagati infot Tartu Ülikooli psühholoogia ja arstiteaduskonna meililistides ning sotsiaalmeedias. Katse korraldamiseks andis loa Tartu Ülikooli eetikakomitee (taotlus 381/T-10). Kõik katses osalenud inimesed andsid kirjaliku informeeritud nõusoleku eksperimendis osalemiseks. Kuna katses esitati kiireid vilkuvaid

stiimuleid, siis uuringukutses toodi eraldi välja, et osaleda ei saa inimesed, kellel võivad seesugused visuaalsed objektid põhjustada terviseprobleeme (migreeni -või epilepsiahoog). Samuti said katses osaleda ainult täisealised inimesed.

### **Mõõtevahendid ja stiimulid**

Katse oli programmeeritud PsychoPy rakenduses. Pupilliandmete kogumiseks kasutati arvuti ekraani alla paigutatud Tobii X120 silmaandurit, mõõtmissagedusega 120Hz. Seade registreeris 120 tõmmist sekundis ning andmeid salvestati mõlemalt silmalt korraga. Anduri ja tasapinna vaheline nurk oli  $22,5^\circ$  ning andur asetseb katseisikust 60 cm kaugusel. Monitori ja katseisiku vahele jäi ligikaudu 75 cm. Ekraani laius oli 38,5 cm, kõrgus 21,5 cm ja resolutsioon 1024x768. Kuna salvestati pupilliandmeid, siis katseruum oli kergelt hämar ning katseisikud toetasid terve katse vältel pead peatoele. Enne igat katsekorda kalibreeriti silmaandurit vastavalt katseisikule.

Tähelepanu haardeulatuse indkutsiooni ülesande stiimulid (täpid) olid valged. Kitsa tähelepanu haardeulatuse indutseerimiseks kuvati väikse ringala ( $1,25^\circ$  nägemise nurga raadius) sees 18 täppi. Laia tähelepanu haardeulatuse indutseerimiseks kuvati suure ringala ( $10^\circ$  nägemise nurga raadius) sees 740 täppi. Ühe täpi parameetrid olid järgmised: sisemine raadius  $0,024^\circ$ ; ruumiline samm  $0,19^\circ$ ; individuaalne liikumiskiirus  $5,76^\circ$  sekundis. Selleks, et hoida katseüleselt laia kui ka kitsa tähelepanu haardeulatuse ülesande (täppide ülesande) vastamistäpsus samal tasemel, kasutati vastamisläve (82% vastamise täpsus) hoidmiseks trepimeetodit (*staircase procedure*). Kui katseisik vastas valesti, muutis süsteem ülesannet lihtsamaks. See tähendab, et koherentsus täppide vahel oli suurem ehk ühes suunas liikus rohkem täppe. Pärast kolme õiget vastust muutis programm ülesannet raskemaks ehk koherentsus täppide vahel oli väiksem.

Visuaalse tuvastusülesande ehk ovaalide ülesande ovaalid olid helepunased. Kokku esitati korraga kaheksa ovaali ( $7^\circ$  nägemise nurga raadiuse ulatuses). Ühe ovaali individuaalsed parameetrid - pikkus  $0,9^\circ$ ; laius  $0,65^\circ$ . Minimaalne lubatud kaugus ovaalide vahel horisontaalselt  $0,33^\circ$ ; vertikaalselt  $0,45^\circ$ . Sihtovaal, mida tuli katseisikutel tuvastada oli kallutatud vasakule või paremale  $17,5^\circ$  kalde all.

Helitooni esitamiseks kasutati arvutiga ühendatud kahte eraldiseisvat kõlarit, helisüsteemi helitugevusega 80 db. Enne igat katsekorda mõõdeti helitooni tugevust digitaalse müramõõtjaga (130 db eraldus).

## Protseduur

Iga eksperiment viidi läbi individuaalselt. Enne katse alustamist paluti osalejatel tutvuda informeeritud nõusoleku lehega ning kinnitada allkirjaga vabatahtlikku soovi osaleda. Enne eksperimenti tutvustati katseosalistele ülesande lahendamise põhimõtteid ning seejärel juhendati osalisi hoidma pilku ekraani keskosas. Enne päris katse algust, oli võimalik katseisikutel igat ülesannet individuaalselt ja koos kombineerituna harjutada. Osalejatel oli võimalik teha pause katseplokkide vahel. Katsele kulus koos juhendamisega umbes üks tund.

Uuring oli jagatud neljaks võrdseks ploki. Kokku oli ühes ploki 64 katsekorda, unikaalseid katsetingimusi oli esindatud igas ploki võrdses osakaalus. Tingimuste kombinatsioonid esitati juhuslikus järjekorras.

Üksikkatsekorra tegevuste järgnevus ja detailid:

1. Iga katsekord algas fikstsiooniperioodiga (2500-3000 ms).
2. Seejärel kuvati osalejatele täppide ülesanne (500 ms), mille eesmärgiks oli mõjutada tähelepanu haardeulatust soovitud suunas (kitsas või lai ulatus). Katseisikute ülesanne oli keskenduda ringiga piiritletud alale ning jätta meelde, et kuhu suunas enamik täppe liikus. Ringikujuline ala võis olla suur või väike.  
Parameetrid olid järgmised: väike ring -  $1,25^\circ$  nägemise nurga raadius ja 18 täppi; suur ring -  $10^\circ$  nägemise nurga raadius ja 740 täppi.
3. Seejärel esitati kõrge lühiajaline (150 ms) 80 db helitoon tühjal ekraani taustal. Helitoon esitati pooltel katsekordadel, teisel poolel oli samal ajal ekraanil tühi taust ilma helita.
4. Sellele järgnes ovaalide ülesanne (50 ms), mille eesmärgiks oli tuvastada muutuseid tähelepanu haardeulatuses. Katseisikul tuli leida kaheksa ovaali seast üks ovaal, mis erines ülejäänutest (kallutatud vasakule või paremale) ning seda etteantud klahviga märku anda. Sihtovaali asukohta varieeriti juhuslikult, igal katsekorral muutus asukoht ekraani keskpunkti suhtes. Kallutatud ovaal võis asuda kaugusel  $1^\circ$  või  $6^\circ$  kaugusel ekraani keskosast, teised ovaalid paiknesid juhuslikult määratud ala sees (raadiusega kuni  $7^\circ$ ). Vastuse võis anda ovaalide ülesande ajal või peale seda. Ekraan jäi tühjaks seniks, kuni katseisik oli ovaalide ülesandele vastuse andnud. Esmalt tuli

vastata ovaalide ülesandele nooleklahvidega ning seejärel said katseisikud anda vastuse täppide ülesandele (vasaku käega “W” või “S” klahv).

5. Iga katsekorra lõpus kuvati konkreetse üksikülesande tagasiside, vastavalt mäрге õige või vale. Katseploki lõpus said osalejaid automaatset tagasisidet täppide ja ovaalide ülesande õigete vastuste osakaalu kohta. Visuaalne plaan katsest on esitatud Joonisel 1.

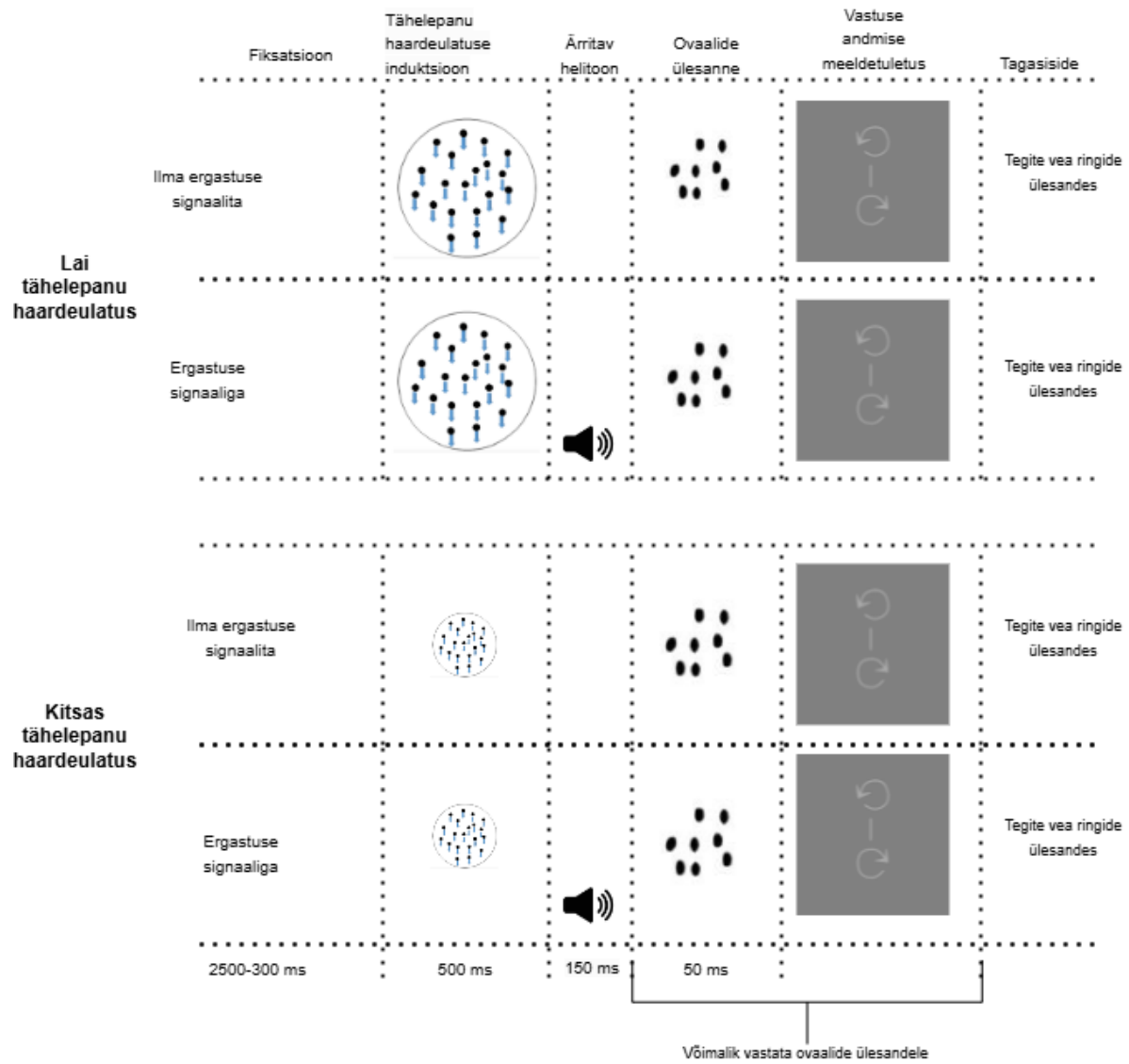
### ***Muutujad***

Tähelepanu haardeulatuse indutseerimise ülesandes oli kaks tingimust - lai (suur ring) või kitsas (väike ring) tähelepanu haardeulatuse ülesandes. Helitooni manipulatsioon toimus (heliga ja helita) laia või kitsa tähelepanu haardeulatuse induktsiooni järel. Mõlemad muutujad on sõltumatud muutujad, mida eksperimendi käigus manipuleeriti. Lisaks muutus ovaali asukoht (1 või 6 nurgakraadi) ovaalide ülesandes. Ovaalide ülesandes sihtovaali tuvastamise reaktsiooniaeg kui ka vastamistäpsus olid uuringu peamised sõltuvad muutujad.

Korruga esitati katseosalisele üks võimalik kombinatsioon kaheksast võimalikust. Näide ühest võimalikust kombinatsioonist: suur ring tähelepanu ülesandes - helitoon - ovaali asukoht 1° ekraani keskkohast.

**Joonis 1**

*Katse visuaalne vaade 2x2x2 disain*



*Märkused.* Ekraani oli tühi fikatsiooniperioodi ajal. Tähelepanu haardeulatus induktsioon = täppide ülesanne, suur või väike ring. Ärritav helitoon = heliga või ilma. Ovaalide ülesanne, ovaal võis paikneda 1° või 6° kaugusel ekraani keskosast. Vastuse meeldetuletus ilmus ainult juhul, kui osaleja ei olnud andnud veel vastust täppide ülesandele. Enne ovaalide ülesandele vastamist, ei olnud võimalik anda vastust täppide ülesandele. Vastuseid tuli anda etteantud klahvidega: täppide ülesanne (“W” või “S” klahv), ovaalide ülesanne (vasak või parem nooleklahv).

## **Andmeanalüüs**

Andmeanalüüs teostati R Studio keskkonnas. Käitumuslike andmete hüpoteeside ja manipulatsioonide kontrollimiseks kasutati korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsi (*Repeated measures ANOVA*).

Pupilliandmete analüüsiks kasutati lineaarset segamudelit. Selleks, et vähendada individuaalse varieeruvuse mõju, arvestati katseisikute põhist juhuslikku efekti (Scandola & Tidoni, 2024). Antud katses oli selleks katseisikute pupilli baastaseme varieeruvus.

## **Andmete eeltöötlus**

### ***Käitumuslikud andmed***

Käitumuslike andmete lõpp-analüüsist jäeti kõrvale osalejad, kelle ovaalide ülesande vastamistäpsus oli alla 55% (vigade osakaal üle 45%) rohkem kui kahes tingimuses. Selliseid katseisikuid oli kokku 10 (26% valimist). Peale eeltötluse rakendamist, oli ovaali ülesande keskmine veamäär 20,38% ( $SD = 16\%$ ). Et võtta arvesse katseisikute individuaalseid eripärasid reaktsiooniaja andmetes, rakendati eeltöötlemisel MAD (*Median Absolute Deviation*) põhimõtet. See tähendab, et äärmuslike väärtuste eemaldamiseks kasutati igale katseisikule arvutatud individuaalset miinimum ja maksimum väärtust ( $\pm 3$  standardhälve \* MAD kriteerium), mille piirväärtustest väljas katsekorrad eemaldati. Seeläbi jäi kõrvale 6,58% kõigist üksikutest katsekordadest. Keskmine reaktsiooniaeg ovaalide ülesandes oli 0,97 sekundit ( $SD = 0,23$  s). Kuna andmete eeltöötlus toimus kihiti, siis viimasena rakendus kontroll, et kas peale töötlust jäi valimisse katseosalisi, kellel eemaldati rohkem kui 50% andmeid. Seetõttu rohkem katseosalisi lõppanalüüsist kõrvale ei jäänud. Lõplikus valimis 28 katseisikut, andmeid pärast eeltöötlust alles 93,41%.

### ***Pupilli andmed***

Ka pupilli andmete puhul toimus eelnev korrastamine. Pupilli andmed pärinesid katseisikute paremalt silmalt. Pupilliandmete analüüsist eemaldati kõik katseisikud, kes eelnevalt olid kõrvaldatud käitumuslike ülesannete lõppvalimist. Peamiste analüüsides jaoks vaadeldi pupillimuutuseid ajavahemikus 400-700 millisekundit peale helitooni esitamist võrdlusena tingimusena, kui seda ei esitatud. See ajaaken peaks olema piisav pupilli muutuse avaldumiseks faasilise ergastuse korral (Tromp et al., 2024).

Eeltöötuse käigus pikendati puuduvate andmete lõike mõlemas suunas 100 millisekundi võrra. Seejärel rakendati lineaarset interpolatsiooni puuduvate andmete rekonstrueerimiseks silmapilgutuste ajal. Samuti tehti pupilli andmete analüüsimiseks baastaseme korrektsioon ehk lahutati fikatsiooniperiood (viimased 500 millisekundit) keskmise pupilli väärtusest katsekorra ajal mõõdetud pupilli väärtusest. Peale selle kasutati teist baastaset, et vaadata pupilli vastust helitooni esitamisel võrrelduna täppide ülesande ajal. Selleks lahutati täppide ülesande keskmine pupilli suurus iga katsekorra pupilli väärtusest (sarnast lähenemist on kasutanud Kolnes et al., 2019). Lõppvalimisse jäid andmed 26 katseisikult, kellel oli pärast pupilli andmete eeltöötust alles rohkem kui 50% andmeid.

## Tulemused

### Reaktsiooniaegade võrdlus

Kõrgema ergastuse efekti uurimiseks läbi ärritava helitooni keskenduti helitooni peaefektile ning interaktsiooniefektile teiste muutujatega. Kolmesuunaline kordumõõtmiste ANOVA näitas, et ärritava helitooni peaefekt ei olnud statistiliselt oluline reaktsiooniaegade võrdlemisel ovaalide ülesandes  $F(1;27) = 0,231$ ;  $p = 0,634$ ;  $\eta^2 < 0,001$ . Samuti ei olnud statistiliselt oluline tähelepanu haardeulatuse ning ovaali asukoha vaheline interaktsiooniefekt  $F(1;27) = 2,023$ ;  $p = 0,166$ ;  $\eta^2 < 0,001$ .

Hüpoteesidest lähtuvalt oodati muutuseid tähelepanu haardeulatuse tingimustes kui esitatakse helitoon. Siiski selgus, et erinevused reaktsiooniaegades ei olnud statistiliselt olulised ning puudus oodatud kolmekordne interaktsiooniefekt esitatud helitooni, tähelepanu haardeulatuse tingimuse ja ovaali kauguse vahel  $F(1;27) = 0,56$ ,  $p = 0,47$ ;  $\eta^2 < 0,001$ . Teisisõnu visuaalse otsinguülesande reaktsiooniajad ei erinenud oluliselt üksteisest kui eelnevalt esitati ärritav helitoon või kui seda ei esitatud kummaski tähelepanu haardeulatuse tingimuses ja ovaali asukohas (Joonis 3). Täpsemad analüüsi tulemused on toodud Tabelis 1 ja 2.

Peaefektidest oli statistiliselt oluline ovaalide ülesande sihtovaali asukoht  $F(1;27) = 63,84$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,234$  ehk vastuste andmise reaktsiooniaeg erines statistiliselt olulisel määral kui ovaal asetseb  $1^\circ$  või  $6^\circ$  kaugusel ekraani keskosast. See oli ka oodatud efekt, et vastamismäärad erinevad, kui muutub ovaali asukoht ekraani keskpunkti suhtes. Teiseks oodatud tulemuseks on mitteoluline interaktsiooniefekt  $F(1;27) = 2,023$ ;

$p = 0,166$ ;  $\eta^2 < 0,001$  ärritava helitooni ning tähelepanu haardeulatuse tingimuse vahel, mis näitab, et helitoon ei mõjunud erinevalt laiale või kitsale tähelepanu haardeulatuse tingimusele.

### **Veamäärade võrdlus**

Sarnaselt reaktsiooniaegade analüüsiga, kõrgema ergastuse efekti uurimiseks läbi ärritava helitooni keskendusime helitooni peaefektile ning interaktsiooniefektile teiste muutujatega. Kolmesuunaline korduvmõõtmiste ANOVA näitas, et ärritava helitooni peaefekt ei mõjutanud veamäära statistiliselt olulisel määral ovaalide ülesandes  $F(1;27) = 0,498$ ;  $p = 0,486$ ;  $\eta^2 < 0,002$ .

Nagu ka reaktsiooniaegade võrdluses, on veamäärade puhul oodatud tulemuseks mitteoluline interaktsiooniefekt  $F(1;27) = 2,69$ ;  $p = 0,112$ ;  $\eta^2 = 0,008$  ärritava helitooni ning tähelepanu haardeulatuse tingimuse vahel. See näitab, et helitoon ei avaldunud erinevat mõju laiale või kitsale tähelepanu haardeulatuse tingimusele.

Erinevalt reaktsiooniaegadest, tuli veamäärade puhul esile kahekordne interaktsiooniefekt tähelepanu haardeulatuse tingimuse ja ovaali asukoha vahel  $F(1;27) = 8,72$   $p = 0,006$ ;  $\eta^2 = 0,023$ . Holm korrektsiooniga *post hoc* testid näitasid, et erinevus veamääras esines ovaali asukoha 1° tingimuses ( $p < 0,05$ ). Seega rohkem tehti vigu, kui eelnevalt oli indutseeritud lai ( $M = 7,92$ ) kui kitsas ( $M = 5,07$ ) tähelepanu haardeulatus. Teiste rühmade vahel ei leitud statistiliselt olulisi erinevusi ( $p > 0,05$ ; Joonis 2).

Hüpoteesidest lähtuvalt oodati muutuseid erinevates tähelepanu haardeulatuse tingimustes kui esitatakse helitoon. Ovaalide ülesande veamäärade võrdlemisel korduvmõõtmiste dispersioonianalüüsiga, ei avaldunud oodatud kolmekordne interaktsiooniefekt tähelepanu haardeulatuse tingimuse, esitatud helitooni ja ovaali kauguse vahel  $F(1;27) = 0,54$ ;  $p = 0,47$ ,  $\eta^2 = 0,002$ . Teisisõnu visuaalse otsinguülesande veamäärad ei erinenud oluliselt üksteisest, kui eelnevalt esitati ärritav helitoon või kui seda ei esitatud kummaski tähelepanu haardeulatuse tingimuses ja erineval ovaali kaugusel (Joonis 3). Kuigi see oli hüpoteesist lähtuvalt oodatud efekt. Täpsemad tulemused on toodud Tabelis 1 ja 2.

### **Avastav lisa-analüüs veamäärade võrdlusel**

Kuivõrd hüpoteesidest lähtuv oodatud kolmekordne interaktsiooniefekt ei olnud statistiliselt oluline, siis veamäärade analüüsis leitud kahekordne efekt tähelepanu haardeulatuse tingimuse (lai või kitsas) ja ovaali asukoha vahel (1° või 6° kraadi) motiveeris

tegema lisaanalüüse. Seeläbi sooviti täpsemalt mõista, et kas veamäärade puhul avalduks efekt tugevamalt, kui analüüsitakse eraldi ainult katsekordi, kus helitooni ei esitatud.

Lisa-analüüsist selgus, et veamäärade võrdlemisel helitoonita tingimuses jäi kehtima eelnevalt leitud interaktsioon tähelepanu haardeulatuse ja ovaali asukoha vahel. Suurenes efektsuurus  $F(1;27) = 9,05$ ;  $p = 0,006$ ;  $\eta^2 = 0,04$ . Seevastu eraldiseisvana vaadatuna helitooniga katsetes interaktsiooni efekt tähelepanu haardeulatuse tingimuse ja ovaali asukoha vahel puudus  $F(1;27) = 1,44$ ;  $p = 0,24$ ;  $\eta^2 = 0,01$ .

### Täiendavad kontrollanalüüsid

Lisaks põhianalüüsidele, kontrolliti tähelepanu haardeulatuse induktsiooni ülesande (täppide ülesanne) vastamise täpsust ja raskusaset tingimuste lõikes. Tingimuste omavahelisel võrdlusel *Mann-Whitney U* testiga selgus, et mediaanväärtused laia (84,1%) kui kitsa (80,2%) ulatusel erinesid üksteisest statistiliselt olulisel määral  $U = 7858,5$ ;  $p < 0,05$ . Mõlemal juhul oli vastamistäpsus oodatult vähemalt 80%, kuid kitsa ulatuse tingimuses tehti rohkem vigu kui laia tähelepanu haardeulatusel.

Selleks, et mõõta kuivõrd edukalt mõjus ärritav helitoon ergastuse esile kutsumisel, vaadeldi täiendavalt pupilli andmeid. Hüpoteesina eeldati, et pupill on rohkem laienenud, kui esitatakse ärritav helitoon. Lineaarse segamudeli loomisel arvestati kolme fikseeritud efekti: tähelepanu haardeulatus, helitoon ja ovaali asukoht. Mudel võttis arvesse ka juhuslikku efekti, mille sisse arvestati katseisikute pupilliandmete baastaseme varieeruvus. Lineaarse segamudeli loomisel, ei selgunud mudelisse valitud muutujate otsest mõju. Helitooni esitamise järel oli pupill rohkem laienenud, kuid mõju ei olnud statistiliselt oluline ( $b = 0,007$ ;  $SE = 0,007$ ,  $t = 1,005$ ;  $p = 0,316$ ). Pupilliandmete täpsem ülevaade tähelepanu haardeulatuse tingimuste lõikes Joonisel 3.

**Tabel 1.***Ovaalide ülesanne - Reaktsiooniaegade ja veamäärade võrdlused faktorite lõikes*

<b>Analüüs</b>	<b>Faktorid</b>	Vabadusastmed ( <i>df, dfd</i> )	F-statistik ( <i>F</i> )	P-väärtus ( <i>p</i> )	Efektisuurus ( $\eta^2$ )
Veamäärade ANOVA	Ärritav helitoon (heliga või ilma)	1; 27	0,498	0,486	0,002
	Tähelepanu haardeulatus (kitsas või lai)	1; 27	0,229	0,636	<0,001
	Ovaali asukoht (1° või 6° kraadi)	1; 27	0,004	<0,001 *	0,758
	Tähelepanu haardeulatus x Ärritav helitoon	1; 27	2,69	0,112	0,008
	Tähelepanu haardeulatus x Ovaali asukoht	1; 27	8,27	0,006 *	0,023
	Tähelepanu haardeulatus x Ovaali asukoht x Ärritav helitoon	1; 27	0,54	0,469	0,002
Reaktsiooniaegade ANOVA	Ärritav helitoon (heliga või ilma)	1; 27	0,231	0,634	<0,001
	Tähelepanu haardeulatus (kitsas või lai)	1; 27	0,001	0,972	<0,001
	Ovaali asukoht (1° või 6° kraadi)	1; 27	63,84	<0,001 *	0,234
	Tähelepanu haardeulatus x Ärritav helitoon	1; 27	0,283	0,599	<0,001
	Tähelepanu haardeulatus x Ovaali asukoht	1; 27	2,023	0,166	<0,001
	Tähelepanu haardeulatus x Ovaali asukoht x Ärritav helitoon	1; 27	0,561	0,46	<0,001

*Märkused.* \* tähistab statistiliselt olulisi tulemusi ( $p < 0,05$ ),  $df$  = faktori vabadusastmed,  $dfd$  = jäägi vabadusastmed.

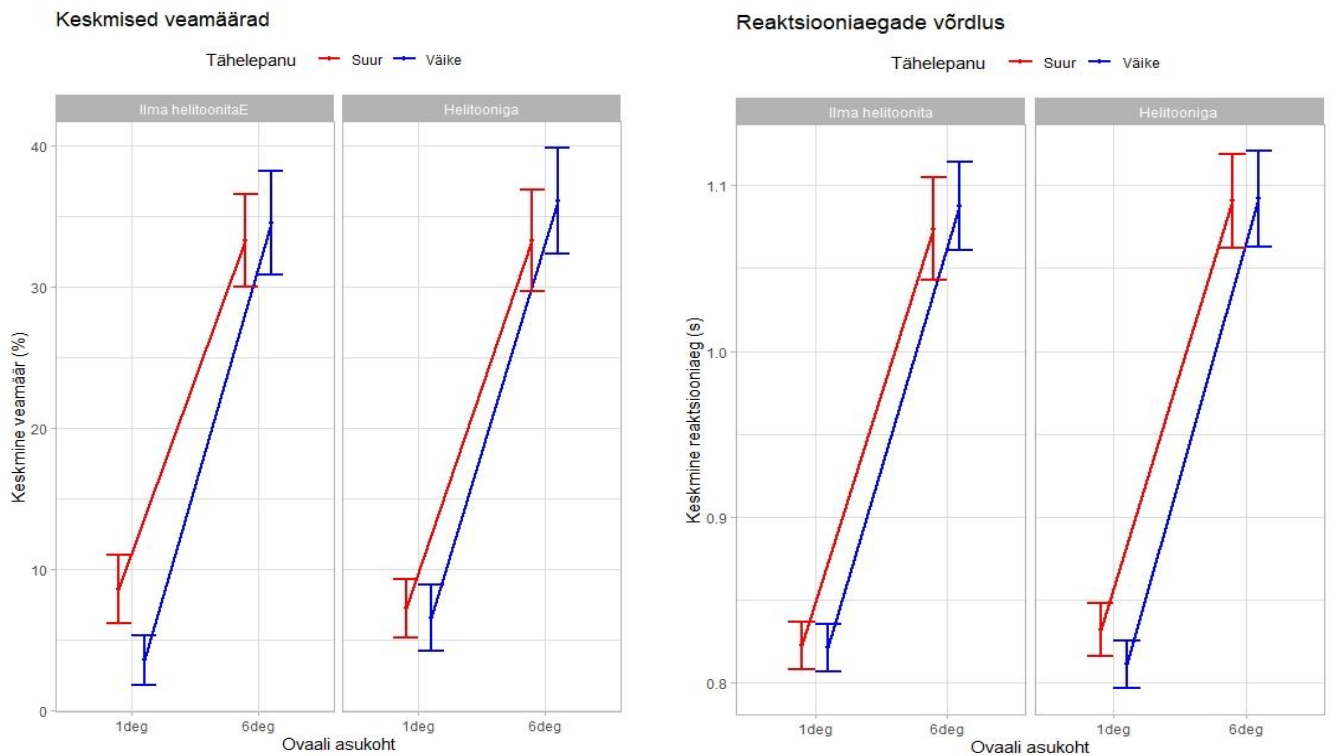
**Tabel 2***Ovaalide ülesanne - kirjeldavad statistikud reaktsiooniaegades ja keskmised veamäärad*

Ovaali asukoht	Tähelepanu haardeulatuse tingimus	Ärritav helitoon	Katsekorrad (n)	Keskmine reaktsiooniaeg (sekundites)	Standardhälve (sd)	Standardviga (se)	Usaldusvahemik (CI)	Keskmsed veamäärad (%)
6° kraadi	Suur	-	576	1,074	0,378	0,016	0,031	33,3
6° kraadi	Suur	Jah	566	1,091	0,341	0,014	0,028	33,3
6° kraadi	Väike	-	550	1,088	0,321	0,014	0,027	34,5
6° kraadi	Väike	Jah	546	1,092	0,341	0,015	0,029	36,0
1° kraad	Suur	-	758	0,822	0,201	0,007	0,014	8,6
1° kraad	Suur	Jah	784	0,832	0,227	0,008	0,016	7,3
1° kraad	Väike	-	805	0,821	0,210	0,007	0,015	3,6
1° kraad	Väike	Jah	779	0,811	0,204	0,007	0,014	6,6

*Märkused.* Keskmine veamäär iga katseisiku kohta, n=28, kirjeldavad statistikud on kuvatud reaktsiooniaegade kohta.

### Joonis 2 ja 3

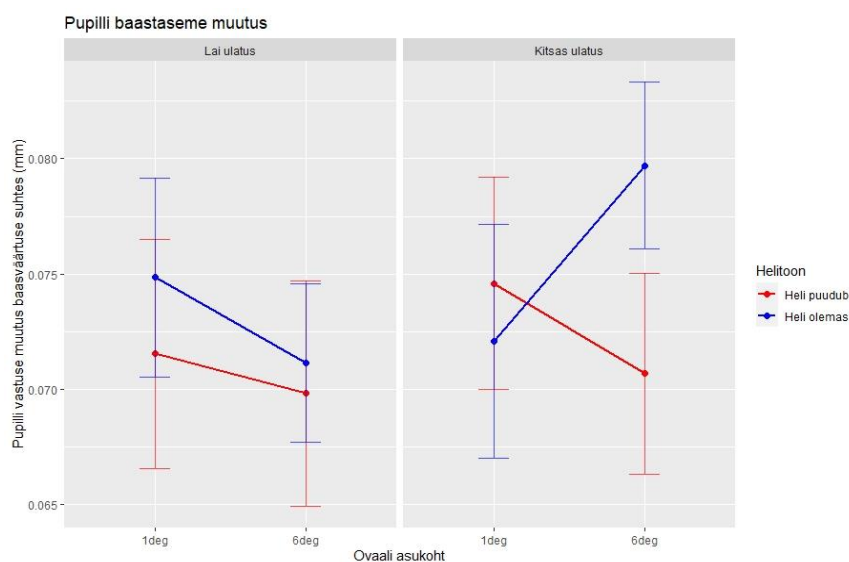
Keskmete veamäärade ja reaktsiooniaegade võrdlus



*Märkused.* Vasakul **Joonis 2** - keskmise veamäärade võrdlus uuritavate tingimuste lõikes. Paremalt **Joonis 3** - reaktsiooniaegade võrdlus, keskmine reaktsiooniaeg (sekundites). Visuaalse otsinguülesande ovaali asukoht ekraani keskpunktist (vastavalt siis 1° või 6° nurgakraadi).

### Joonis 4

Pupilli baastaseme muutus



*Märkused.* Joonisel on toodud välja tähelepanu haardeulatus tingimuste lõikes - lai ja kitsas ulatus. Analüüsis kasutati pupilli andmeid ajavahemikus 400-700 millisekundit peale helitooni esitamist.

## Arutelu

Selle töö eesmärgiks oli uurida, et kuidas täpsemalt võiksid omavahel seostuda tähelepanu haardeulatus ning ergastus. Eelnevad uuringud on esitanud mitmesuguseid võimalike viise, siis selle konkreetse uurimuse eesmärk oli paremini lahti mõtestada, et kas siiski:

- a. Ergastus alati kitsendab tähelepanu haardeulatust. Ehk kui eelnevalt oli aktiivne lai ulatus, siis kõrgema ergastuse korral muutub tähelepanu haardeulatus alati kitsamaks (Easterbrook, 1959; P. Gable & Harmon-Jones, 2010; Tracy et al., 2000).
- b. Ergastusel on tähelepanu haardeulatusele moduleeriv mõju ehk ergastus võimendab lihtsalt aktiivset tähelepanu haardeulatuse taset ning alati ei muuda ulatust ise (Eldar et al., 2016; Huntsinger, 2013; Isbell et al., 2016).

Peamised läbiviidud analüüsid ei toonud välja selget efekti kummagi suuna kasuks ning seeläbi ei toeta püstitatud eelduseid. Seega saadud tulemused ei ühti eelnevate uuringutega, mis viitavad, et ergastus kitsendab tähelepanu haardeulatust. Teisest küljest ei tulnud tulemustest selgelt esile aspekt, et ergastus laiendaks või võimendaks juba aktiivse tähelepanu haardeulatuse kasutamist (Eldar et al., 2016; Huntsinger, 2013; Phelps et al., 2006; Weinbach & Henik, 2011).

Üks võimalikke seletusi käesoleva töö tulemustele on see, et erinevatel ergastuse manipulatsioonidel on potentsiaal mõjutada tähelepanu haardeulatuse dünaamikat erineval moel. Varasemad uuringud on viinud mitmesuguste tulemusteni, mis viitab, et ergastuse manipuleerimine võib sõltuvalt meetodist ja kontekstist anda varieeruvaid tulemusi. Varasemalt on ergastust manipuleeritud nii läbi ärritava helitooni (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017; Asutay & Västfjäll, 2017; Callejas et al., 2005; Raz & Buhle, 2006; Tracy et al., 2000; Tromp et al., 2024; Weinbach & Henik, 2011), kõrge emotsionaalse intensiivsusega piltide (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017; De Luca et al., 2022; Phelps et al., 2006; Schimmack, 2005; Van Steenbergen et al., 2011), valge müra (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017) kui ka läbi käitumusliku ülesande raskusastme (Chajut & Algom, 2003).

Teisest küljest on ka selge efekti puudumine kooskõlas viimaste suuremahuliste ( $n = 99+$ ) uuringutega, mis on raporteerinud nulltulemusi afektiivse ergastuse ja tähelepanu haardeulatuse vahel (De Luca et al., 2022; Kolnes & Uusberg, 2024). Lisaks ei ole leitud mõju tähelepanu haardeulatusele, kui ergastuse tõus toimus läbi füüsilise aktiivsuse (P. A.

Gable & Harmon-Jones, 2013; P. Gable & Harmon-Jones, 2010). Seega on võimalik, et ergastus eraldiseisvana ei mõjuta tähelepanu haardeulatust märkimisväärselt ning selleks võib vaja olla koosmõju teiste faktoritega. Näiteks nagu situatsiooni motivatsiooniline väärtus, mis tekitab tugeva tahte läheneda või eemalduda (P. Gable & Harmon-Jones, 2010; Lacey et al., 2021). Arvestades varasemaid nulltulemusi, võib antud töö tulemus näidata, et ergastuse mõju tähelepanu ulatusele on nõrgem kui võiks arvata mitmete varasemate positiivsete tulemuste põhjal.

Uuringust tuli esile interaktsiooniefekt tähelepanu haardeulatuse tingimuse ja ovaali asukoha vahel. See näitas, et tähelepanu ulatuse induktsioon töötas ootuspärasel viisil. Pärast kitsa tähelepanu ulatuse induktsiooni, võrrelduna laia ulatuse tingimusega, oli katseisikute vastamistäpsus parem ekraani keskkohas esitatud stiimulitele. See leid motiveeris efekti edasi avastama. Selleks tehti lisaanalüüsid, kus vaadati antud efekti eraldi helitooniga ja helitoonita katsekordadel. Analüüsid näitasid statistiliselt olulist efekti ainult helitoonita katsekordade puhul: ilma segava helitoonita tuvastati ekraani keskosas olevaid stiimuleid täpsemalt, kui eelnevalt oli indutseeritud kitsas tähelepanu võrreldes laia tähelepanuga. See viitab, et tähelepanu ulatus töötas nendel katsekordadel ootuspäraselt - kui indutseeriti kitsas tähelepanu (täppide ülesande väiksem stiimul), siis paranes täpsus just ekraani keskosas esitatud stiimulitele. Nimetatud interaktsiooniefekt aga kadus kui eksperimendi käigus esitati segav helitoon. See huvitav leid viitab võimalusele, et soorituses tekkis muutus, sest õigete vastuste osakaal vähenes just kitsas tähelepanu haardeulatuse tingimuses. See võib viidata, et ergastus ikkagi ei moduleeri otseselt aktiivset tähelepanu haardeulatust ning ei muuda tähelepanu haardeulatust automaatselt kitsamaks kõrgema ergastusel nagu klassikalised teooriad viitavad. Siiski tuleb rõhutada, et kuna peamises analüüsis helitooniga interaktsioone ei esinenud ja antud tulemuste puhul on tegemist planeerimata lisaanalüüsidega, siis ei saa tulemustele omistada suurt osakaalu. Siiski on see võimalus täiendavaks uurimiseks, samuti inspiratsioon järgmisteks katseteks ja hüpoteeside püstitamiseks.

Senised väljapakutud teooriad ei korreleeru hästi antud uurimuse tulemustega, siis tuleb vaadelda üldpilti laiemast perspektiivist. Alternatiivse seiskohana eksisteerib seletus, et teatud tingimustes faasilise ergastuse korral, võib toimuda hoopis soorituse langus. Taolist soorituse halvenemist on märganud uuringutes, mis vaatlevad lühiajalise faasilise ergastuse mõju ülesannetes, mis nõuavad edukaks lahendamiseks kognitiivset kontrolli (Tromp et al., 2024; Unsworth & Robison, 2017). Nii viitavad Tromp jt (2024) hiljuti avaldatud uuringu tulemused, et ootamatud segajad faasilise ergastuse näol signaliseerivad otsuse tegemise kiireloomulisust, kuid see toob kaasa vastamistäpsuse languse. Seega reageeritakse kiiremini,

väheneb kognitiivne kontroll ja vigu tehakse vastamisel rohkem. On võimalik, et ka antud katses ergastus ei mõjutanud tähelepanu ulatust, vaid hoopis sooritus muutus kehvemaks. Seda toetab lisaanalüüsi tulemus, mis näitab, et helitooniga katsekordades kitsa tähelepanu ulatuse induktsioon ei olnud enam edukas. Siiski ei saa lisaanalüüsi põhjal teha põhjalikke järeldusi, kuid see on sobiv mõte teema edasiarenduseks.

Kuigi mõned suuremad küsimused jäid vastusteta, on antud katsel ka mitmeid tugevusi. Käesoleva uuringu üheks tugevuseks saab pidada homogeenset valimit. Lisaks sellele, et üldiselt erineb eri vanuses kognitiivsete ülesannete lahendamise kiirus, siis ka tähelepanu haardeulatuse spetsiifiliselt on leitud mitmeid eripärasid, mis võivad noorematel ning vanematel inimestel varieeruda (Lawrence et al., 2018). Näiteks ühe aspektina on välja toodud, et vanematel inimestel on võrreldes noorematega kitsam tähelepanu jaotus (Lawrence et al., 2018).

Teiseks tugevuseks võib pidada tähelepanu haardeulatuse induktsiooniks ja kontrollimiseks valitud paradigma. Tähelepanu ala tervikuna käsitlevad manipulatsioonid (*global motion*) on näidanud efektiivseid tulemusi muutuse esile kutsumises (Lawrence, Edwards, & Goodhew, 2020). Samuti on tähelepanu haardeulatuse induktsiooni tuvastamiseks valitud ovaalide ülesannet eelnevalt valideeritud (Loog jt, 2021; Kippasto jt 2020). Alternatiivsete paradigmatel võrreldes on siiski tegemist hea valikuga, sest näiteks Navoni-tüüpi ülesannete puhul ei ole rõhuasetus niivõrd visuaalsel tähelepanu ulatusel kui võrd globaalsel-lokaalsel töötlusel. Samuti Flankeri ülesande puhul on suurem kognitiivse kontrolli rõhuasetus, mis võib tähelepanu haardeulatuse muutumise mõõtmist raskendada (Kolnes et al., 2022).

Kolmandaks, et teha eelnevate uuringute tulemused võimalikult võrreldavaks, kasutati antud uuringus ergastuse esilekutsumiseks ärritavat helitoni. See on laialdaselt kasutatud taolistes uuringutes ning seda peetakse efektiivseks viisiks ergastuse esile kutsumisel (Ásgeirsson & Nieuwenhuis, 2017; Asutay & Västfjäll, 2017; Callejas et al., 2005; Raz & Buhle, 2006; Tracy et al., 2000; Tromp et al., 2024; Weinbach & Henik, 2011). Katse disainimisel ning läbiviimisel jälgiti samu parameetreid eelnevalt viidatud eksperimentidega. Et tagada võimalikult täpne ja ühtlane tulemus, kontrolliti enne igat katset helitoni tugevust ja esituskvaliteeti.

Samuti ei kasutatud ergastuse hindamisel subjektiivseid hinnanguid, vaid pupilliandmeid, mida peetakse objektiivseks biomarkeriks, mis üldjuhul annab adekvaatselt märku muutunud ergastuse tasemest (Eldar et al., 2016; Tromp et al., 2024; Unsworth & Robison, 2017). Siiski tuleb arvestada, et pupill on tundlik valguse muutuse (*valguse refleks*)

kui ka vaimne pingutus suhtes (Mathôt, 2018). Seega on mitmeid teisi muutujad, mille mõju on keeruline uuritavast nähtusest eraldada. Ka antud katses võis olla palju teisi mõjusid pupillile, seega ei pruukinud pupill olla piisavalt tundlik ja puhas mõõdik. Saadud ebaühtlaste tulemuste põhjal võib teha selge soovitus, et edaspidi võiks kaaluda ergastuse tuvastamiseks alternatiivseid biomarkereid, mis seaksid vähem lisanõudeid visuaalsetele stiimulitele, mis on antud kontekstis samuti olulised. Näiteks võiks ergastust mõõta naha galvaanilise elektrijuhtivuse abil.

Nagu ka igal teisel uuringul, on ka konkreetsel eksperimendil mõningad piirangud. Ühe piiranguna võib välja tuua, et tuvastusülesande veamäärad oli väga kõrged. Tulevased uuringud peaksid vaatama, et tähelepanu induktsiooni efekti kontrollimiseks valitud tuvastusülesanne ei ole üleliia keeruline (Lawrence, Edwards, Talipski, et al., 2020). Seetõttu võiks tulevastes uuringutes kalibreerida tähelepanu haardeulatuse muutumist mõõtvat tuvastusülesande (*siinkohal ovaalide ülesande*) kõige kaugema punkti sihtstiimulite kaugust. Tuua näiteks sihtstiimul lähemale ekraani keskosale (näiteks 4° kraadile 6° asemel) või kasutada kahe kauguse asemel kolme võimalikku kaugust. Lisaks eelmainitud stiimulite asukoha ettepanekutele, võiks edaspidistes katsetes kaaluda visuaalse tuvastusülesande kuvamise aja pikendamist 50 millisekundilt 80 millisekundini. Ka see võiks sooritust ühtlustada ja seejuures samuti vältida liigseid fiksatsioone tuvastusülesande ajal.

Kolmandaks, kuigi andmeid koguti 38 inimeselt, tuli suure eksimismäära tõttu mitme katseosalise andmed lõppvalimist eemaldada. Seetõttu vähenes lõppvalimi suurus plaanitud enam. Pilootandmete kogumine ei tuvastanud, et katse võiks osutada oodatust keerulisemaks ja nõuda suurt kognitiivset pingutust. Keskmiselt on tähelepanu haardeulatuse eksperimentides väljalangejate osakaal 5-10% (Eldar et al., 2016; Isbell et al., 2016; Kolnes et al., 2022; Tromp et al., 2024), siis antud katses tuli lõppvalmist kõrvaldada rohkem katseosalisi (26%).

Läbiviidud katse pakub mitmeid võimalusi teema edasiarenduseks ning laiendamiseks. Ühe võimalusena võiks kaaluda katsestruktuuri muudatust: senisest üksikkatsekorra randomiseeritud manipulatsiooni asemel võiks tähelepanu haardeulatuse indutseerimist teostada järjestikustes üksikkatsetes terve ploki vältel. See tähendaks, et ühes katseplokis oleks ainult kitsa või laia tähelepanu ulatuse induktsioon. Antud lähenemine võimaldaks manipuleerida tähelepanu ulatust pikemaks ajaks ja seeläbi suurendada ka mõõtmiseefektiivsust. Sarnast katseploki ülest lähenemist on edukalt kasutatud mõningates uuringutes, kus tähelepanu haardeulatuse mõõtmine ja induktsioon on edukalt toimunud (Lawrence, Edwards, Talipski, et al., 2020).

Teise võimalusena saab edaspidi rohkem keskenduda ergastuse erinevate vormide kasutamisele. Enamik senistest eksperimentidest on keskendunud faasilise ergastuse uurimisele. Siiski võiks kaaluda uurimisfookuse nihutamist toonilisele ergastusele, mida on seni uuritud tunduvalt vähem. See suund avaks võimalusi avastada ergastuse pikemaajalist mõju, mis võib täiendada arusaama ergastuse ja tähelepanu haardeulatuse omavahelisest seosest.

Kokkuvõtteks võib öelda, et antud uurimistöö andis huvitava nulltulemuse, mis seab kahtluse alla seni kirjeldatud ergastuse mõju tähelepanu ulatusele. Siiski ei saa ühe tulemuse põhjal teha väga põhjalikke järeldusi. Seetõttu oleks kasulik korrata antud uuringut ja seejuures parandades avaldunud metodoloogilisi kitsaskohti võimaliku selgema tulemuse esilekutsumiseks. Seega antud uuring on hea sisend meetodikate täpsemaks muutmiseks ning võimalike edasiarenduste tegemiseks.

### **Tänuõnad**

Suur tänu kõigile katseosalistele, kes leidsid aega tulla eksperimentaalpsühholoogia laborisse ning lahendada tund aega tajuülesandeid. Eriline tänu juhendajale Martin Kolnesele toetavate mõtete ning põhjaliku ja mitmekülgse tagasiside eest. Tema abiga said mitmed keerulised kontseptsioonid tükki lahti võetud ja edukalt mudeldatud. Veelkord suur tänu kõigile asjaosalistele, kes panustasid ühel või teisel moel antud magistritöö valmimisprotsessi erinevates etappides!

**Kasutatud kirjandus**

Aru, J., Bachmann, T. (2009). Tähelepanu ja teadvus. Tänapäev.

Ásgeirsson, Á. G., & Nieuwenhuis, S. (2017). No arousal-biased competition in focused visuospatial attention. *Cognition*, *168*, 191–204.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.07.001>

Asutay, E., & Västfjäll, D. (2017). Exposure to arousal-inducing sounds facilitates visual search. *Scientific Reports*, *7*(1), 10363. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09975-8>

Callejas, A., Lupiàñez, J., Funes, M. J., & Tudela, P. (2005). Modulations among the alerting, orienting and executive control networks. *Experimental Brain Research*, *167*(1), 27–37. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-2365-z>

Chajut, E., & Algom, D. (2003). Selective attention improves under stress: Implications for theories of social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(2), 231–248. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.231>

De Luca, A., Verschoor, S., & Hommel, B. (2022). No Correlation Between Mood or Motivation and the Processing of Global and Local Information: Online Replications of and. *Experimental Psychology*, *69*(5), 253–266. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000562>

Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, *66*(3), 183–201. <https://doi.org/10.1037/h0047707>

Eldar, E., Cohen, J. D., & Niv, Y. (2013). The effects of neural gain on attention and learning. *Nature Neuroscience*, *16*(8), 1146–1153. <https://doi.org/10.1038/nn.3428>

Eldar, E., Niv, Y., & Cohen, J. D. (2016). Do You See the Forest or the Tree? Neural Gain and Breadth Versus Focus in Perceptual Processing. *Psychological Science*, *27*(12), 1632–1643. <https://doi.org/10.1177/0956797616665578>

- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*(1), 143–149.  
<https://doi.org/10.3758/BF03203267>
- Gable, P. A., & Harmon-Jones, E. (2013). Does arousal per se account for the influence of appetitive stimuli on attentional scope and the late positive potential? *Psychophysiology*, *50*(4), 344–350. <https://doi.org/10.1111/psyp.12023>
- Gable, P., & Harmon-Jones, E. (2010). The motivational dimensional model of affect: Implications for breadth of attention, memory, and cognitive categorisation. *Cognition & Emotion*, *24*(2), 322–337. <https://doi.org/10.1080/02699930903378305>
- Goodhew, S. C., & Edwards, M. (2024). Broad attention does not buffer the impact of emotionally salient stimuli on performance. *Cognition and Emotion*, *38*(3), 332–347.  
<https://doi.org/10.1080/02699931.2023.2287265>
- Huntsinger, J. R. (2013). Does Emotion Directly Tune the Scope of Attention? *Current Directions in Psychological Science*, *22*(4), 265–270.  
<https://doi.org/10.1177/0963721413480364>
- Isbell, L. M., Rovenpor, D. R., & Lair, E. C. (2016). The impact of negative emotions on self-concept abstraction depends on accessible information processing styles. *Emotion*, *16*(7), 1040–1049. <https://doi.org/10.1037/emo0000193>
- Kippasto, K., Kolnes, M., & Uusberg, A. (2020). Tähelepanu haardeulatus ja pupilli suurus. [Uurimistöo. Tartu Ülikool, psühholoogia instituut] DSPACE
- Kolnes, M., Gentsch, K., van Steenbergen, H., & Uusberg, A. (2022). The mystery remains: Breadth of attention in flanker and navon tasks unaffected by affective states induced by an appraisal manipulation. *Cognition and Emotion*.  
<https://doi.org/10.1080/02699931.2022.2056580>
- Kolnes, M., Naar, R., Allik, J., & Uusberg, A. (2019). Does goal congruence dilate the pupil

over and above goal relevance? *Neuropsychologia*, *134*, 107217.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107217>

Kolnes, M., & Uusberg, A. (2024). Not feeling it: Lack of robust emotion effects on breadth of attention. *Cognition and Emotion*, 1–23.

<https://doi.org/10.1080/02699931.2024.2427329>

Lacey, M. F., Wilhelm, R. A., & Gable, P. A. (2021). What is it about positive affect that alters attentional scope? *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *39*, 185–189.

<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.03.028>

Lawrence, R. K., Edwards, M., & Goodhew, S. C. (2018). Changes in the spatial spread of attention with ageing. *Acta Psychologica*, *188*, 188–199.

<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.06.009>

Lawrence, R. K., Edwards, M., & Goodhew, S. C. (2020). The impact of scaling rather than shaping attention: Changes in the scale of attention using global motion inducers influence both spatial and temporal acuity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *46*(3), 313.

Lawrence, R. K., Edwards, M., Talipski, L. A., & Goodhew, S. C. (2020). A critical review of the cognitive and perceptual factors influencing attentional scaling and visual processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, *27*(3), 405–422.

<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01692-9>

Loog, E. (2021). Korduskatse: pupilli suuruse muutumine tähelepanu haardeulatuse vahetumisel. [Uurimistöo. Tartu Ülikool, psühholoogia instituut] DSPACE

Maratos, F. A., & Pessoa, L. (2019). What drives prioritized visual processing? A motivational relevance account. *Progress in Brain Research* (Kd 247, lk 111–148).

Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.028>

Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, Physiology, and Function. *Journal of*

*Cognition*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>

McConnell, M. M., & Shore, D. I. (2011). Upbeat and happy: Arousal as an important factor in studying attention. *Cognition and Emotion*, 25(7), 1184–1195.

<https://doi.org/10.1080/02699931.2010.524396>

Müller, N. G., Bartelt, O. A., Donner, T. H., Villringer, A., & Brandt, S. A. (2003). A Physiological Correlate of the “Zoom Lens” of Visual Attention. *The Journal of Neuroscience*, 23(9), 3561–3565. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-09-03561.2003>

Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception.

*Cognitive Psychology*, 9(3), 353–383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)

Phelps, E. A., Ling, S., & Carrasco, M. (2006). Emotion Facilitates Perception and

Potentiates the Perceptual Benefits of Attention. *Psychological Science*, 17(4), 292–

299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>

Raz, A., & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews*

*Neuroscience*, 7(5), 367–379. <https://doi.org/10.1038/nrn1903>

Satpute, A. B., Kragel, P. A., Barrett, L. F., Wager, T. D., & Bianciardi, M. (2019).

Deconstructing arousal into wakeful, autonomic and affective varieties. *Neuroscience*

*Letters*, 693, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.01.042>

Scandola, M., & Tidoni, E. (2024). Reliability and Feasibility of Linear Mixed Models in

Fully Crossed Experimental Designs. *Advances in Methods and Practices in*

*Psychological Science*, 7(1), 25152459231214454.

<https://doi.org/10.1177/25152459231214454>

Schimmack, U. (2005). Attentional Interference Effects of Emotional Pictures: Threat,

Negativity, or Arousal? *Emotion*, 5(1), 55–66. [https://doi.org/10.1037/1528-](https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.1.55)

3542.5.1.55

- Tracy, J. I., Mohamed, F., Faro, S., Tiver, R., Pinus, A., Bloomer, C., Pyrros, A., & Harvan, J. (2000). The effect of autonomic arousal on attentional focus: *NeuroReport*, *11*(18), 4037–4042. <https://doi.org/10.1097/00001756-200012180-00027>
- Tromp, J., Wurm, F., Lucchi, F., De Kleijn, R., & Nieuwenhuis, S. (2024). *Phasic alertness generates urgency and amplifies competition between evidence accumulators*. <https://doi.org/10.1101/2024.06.18.599522>
- Unsworth, N., & Robison, M. K. (2017). The importance of arousal for variation in working memory capacity and attention control: A latent variable pupillometry study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *43*(12), 1962–1987. <https://doi.org/10.1037/xlm0000421>
- Van Steenbergen, H., Band, G. P. H., & Hommel, B. (2011). Threat But Not Arousal Narrows Attention: Evidence from Pupil Dilation and Saccade Control. *Frontiers in Psychology*, *2*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00281>
- Vuilleumier, P. (2015). Affective and motivational control of vision. *Current Opinion in Neurology*, *28*(1), 29–35. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000159>
- Weinbach, N., & Henik, A. (2011). Phasic alertness can modulate executive control by enhancing global processing of visual stimuli. *Cognition*, *121*(3), 454–458. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.08.010>

**Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks  
tegemiseks**

Mina, Elis Loog,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “FAASILISE ERGASTUSE MÕJU VISUAALSELE TÄHELEPANU HAARDEULATUSELE - NULLTULEMUSE TÄHENDUS JA EDASIARENDUS”, mille juhendaja on Martin Kolnes, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Elis Loog

06.01.2025