

Tartu Ülikool  
sotsiaalteaduste valdkond  
psühholoogia instituut

Joan Jürgens

**VISUAALSETE TUNNUSTE SILMATORKAVUS JA RUUMILINE  
INTEGRATSIOON**

Uurimistöö

Juhendaja: Endel Pöder

Jooksev pealkiri: Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

Tartu 2023

**Visuaalsete tunnuste silmatorkavus ja ruumiline integratsioon**

## Lühikokkuvõte

Crowdingu efekti uuritakse sageli Gabori mustritega. Töö uurib kahe katsega kahte hüpoteesi - kas orientatsiooni poolest erinev eesmärkobjekt on paremini märgatav ja kas mingit pidi viltu segajad muudavad eesmärk objekti näivat orientatsiooni. Viidi läbi kaks katset, mis mõlemad kinnitasid silmatorkavuse hüpoteesi. Silmatorkavuse hüpoteesi kinnitas ka segajate orientatsiooni asetuse uurimine, kus puutuja suunaliste segajate tulemused olid paremad, kui raadiuse suunalised. Faasikatse aga sarnast tulemust ei andnud. Ka teine hüpotees pidas paika, nimelt leiti, et 60 ja 120 kraadi juures oli kallutuse suund vastupidine segaja kaldele. Kuigi silmatorkavuse hüpoteesi uurimine ei ole uudne siis faasikatse kasutamine selle jaoks on.

Märksõnad: silmatorkavas, crowding, ruumiline integratsioon, Gaborid, orientatsioon, faas, täpsus, kallutatatus

**Saliency and spatial integration of visual features**

## Abstract

The crowding effect is frequently investigated with Gabors. The work focuses on two hypotheses - is the saliency of the target object more prominent if the flankers have a different orientation and is the same saliency effect observed if the participant does not focus on the orientation of the target object. Two experiments were used, an orientation experiment and phase experiment.

They both supported the saliency hypotheses. The hypothesis was also supported by investigating the radial and tangential placement of the flankers, where the orientation experiment gave satisfactory results, but the phase experiment did not. It was also discovered that at 60 and 120 degrees the bias of the target object was opposite to the flankers orientation. The use of the phase experiment was a new approach to investigating the crowding effect.

Keywords: visual perception, crowding, configuration, saliency, Gabors, orientation, phase, accuracy, bias

## Sissejuhatus

Objekti äratundmine on keerukas protsess, mis esmapilgul inimesele tundub lihtne. Vaadeldakse mingit objekti ja mõistetakse, millega on tegu. Objekti äratundmine on tegelikult aga keerukas ning väga oluline protsess. Valgus objektilt peegeldub reetinale ning aju alustab selle analüüsimist. Objekti tunnustest pannakse kokku terviklik objekt. Sellisel juhul on tegemist alt-üles protsessiga, eksisteerib ka ülevalt-alla protsess, kus kasutatakse eelnevaid teadmiseid objektist, et see tuvastada. Olenevalt olukorrast ning kontekstist on kasutusel siiski mõlemad äratundmise viisid. Oluline, kuid siiski veel segadust tekitav osa sellest on objekti kokku panemine selle osadest, kuna alati ei teki korrektne tervik.

Tekib nähtus nimega crowding, kus objekti kõrval asetsevad teised objektid segavad vajaliku objekti äratundmist. Objekt pannakse valesti kokku või ei panda midagi kokku. Tavaliselt see tekib, kui tunnuseid integreeritakse üle liialt suure piirkonna perifeerses nägemises. Objekt ei kao, kuid seda ei ole võimalik korrektselt tuvastada (Pelli, Tillmann 2008).

Üks esimesi teadlaseid, kes tõi esile crowdingu efekti oli Bouma. Ta uuris oma 1970. aastal avaldatud artiklis seda, kuidas segajate kaugus mõjutab tähe äratundmist. Bouma avastas, et mida kaugemale tähte inimese fikatsioonipunkti liigutada seda halvemini ta selle ära tunneb. Samuti muutus katseisiku visuaalne äratundmise piirkond veel väiksemaks, kui tähed olid esitatud kahe teise segava tähe vahel. Tekkis crowdingu efekt. Bouma (1970) avastas, et segavad tähed pidid olema kaugemal kui 0.5 E (esitusaeg), et need ei segaks enam vaadeldavat tähte.

Pelli ja Tillmann (2008) toovad samuti välja, et kriitiline vahemaa (0.5 E) eesmärkoobjekti ja segajate (*flanker*) on universaalne olenemata objektidest ja nende suurusest. Samuti toovad nad esile, et segajad, mis on sarnased eesmärkoobjektile tekitavad suurema crowding efekti, kui segajad, mis on eesmärkoobjektist märkimisväärselt erinevad. Pelli et al. (2004) toovad välja punkti, et crowding tekib, kui on vaja midagi tuvastada, mis rõhutab seda, et crowding on seotud integratsiooniga.

Livne ja Sagi (2007, 2010, 2011) aga leiavad, et lihtne integreerimine alati crowdingut aga ei selgita. Oma katsetes keskenduvad nad konfiguratsiooni efektidele. Konfiguratsiooni efektid on integratsiooni protsessid, mis on mõjutatud stiimulite omavahelisest suhetest (Livne, Sagi 2007). Katsetes Gabori laikudega leiti, et segajate konfiguratsioon on oluline osa crowdingu efekti tekkimisel. Kui segajad olid eesmärkoobjekti ümber juhusliku konfiguratsiooniga oli nende

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

efekt suurem, võrreldes sujuva konfiguratsiooniga (Livne, Sagi 2007). 2010. Aastal avaldatud artiklis toovad Livne ja Sagi samuti välja grupeerimise olulisuse, nimelt järeldasid nad oma katsetest, et segajate grupi omadused mõjutavad crowdingut rohkem kui segajad individuaalselt. Samuti on oluline segajate ja eesmärkoobjkti telgede asetus (kas need on ühes suunas või mitte), segajate ja eesmärkoobjkti orientatsiooni või kalde sarnasus ning segajate omavaheline grupis asetus (Livne, Sagi 2011).

Livne ja Sagi järeldustele aga vaidlevad vastu Chakravarti ja Pelli (2011), kes leiavad, et segajate omavaheline grupeerumine ei ole siiski hea selgitus crowdingu efektile. Katses kus moodustati Gabori laigukestest täht ning pandi need "lainetama" pidid katseisikud crowdingu katses tuvastama tähe keskmise Gabori laigukese kaldesuuna ning kontuuri tuvastamise katses tuvastama tähe (Chakravarti, Pelli 2011). Leiti, et "laine" suurenedes muutus crowding väiksemaks, kuid kontuuri leidmine raskemaks ning vastupidi - kui "laine" oli väike oli crowding suurem, kuid kontuuri leidmine lihtsam. Chakravarti ja Pelli (2011) järeldasid sellest, et fenomene tekitab sama mehhanism ehk vähene crowding on seotud nõrga sidumise mehhanismiga, mille tekitab eesmärkoobjkti ja segaja erinevus. Sellest tulenevalt on crowding mõjutatud eesmärkoobjkti ja segaja suhtest, mitte segajate omavahelisest grupeerumisest.

Pöder (2020) toob aga esile silmatorkavuse crowdingu efekti puhul. Nimelt toob ta välja, et crowdingu piirkonnad on seotud tähelepanuga ehk kui midagi on silmatorkav siis kaugemad segajad segavad objekti vähem. Crowdingu tekkimisel mängivad rolli ka eesmärkoobjkti silmatorkavus ning segajate arv. Samuti leidis Pöder (2020), et grupeerumine ei ole piisavalt sobilik või täpne selgitus crowdingu efekti tekkimisel.

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida, kuidas visuaalse crowdingu tingimustes segavate stiimulite orientatsioon mõjutab eesmärkoobjkti orientatsiooni taju. Töö keskmeks on kaks hüpoteesi. Esimeseks neist on see, et orientatsiooni poolest erinev eesmärkoobjkt on paremini märgatav. Teise hüpoteesi kohaselt aga mingit pidi viltu segajad muudavad eesmärkoobjkti näivat orientatsiooni kas samas või vastupidises suunas. Eesmärkoobjkti märgatavus ei peaks eriti sõltuma sellest, millist eesmärkoobjkti omadust vaadatakse. Kui katsealune vaatab orientatsiooni asemel näiteks Gabori faasi, siis peaks orientatsiooni mõju silmatorkavusele jääma samaks. Aga faasi vaatamise puhul orientatsiooni kallutamine ühes või teises suunas ei peaks kallutama faasi vastuseid. Sel juhul võiks vastuseid kallutada segajate faas. Nende hüpoteeside

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

kontrollimiseks on käesolevas töös kaks katsevarianti. Üks milles vaadeldakse objekti orientatsiooni ning teine milles vaadeldakse faasi.

## Meetod

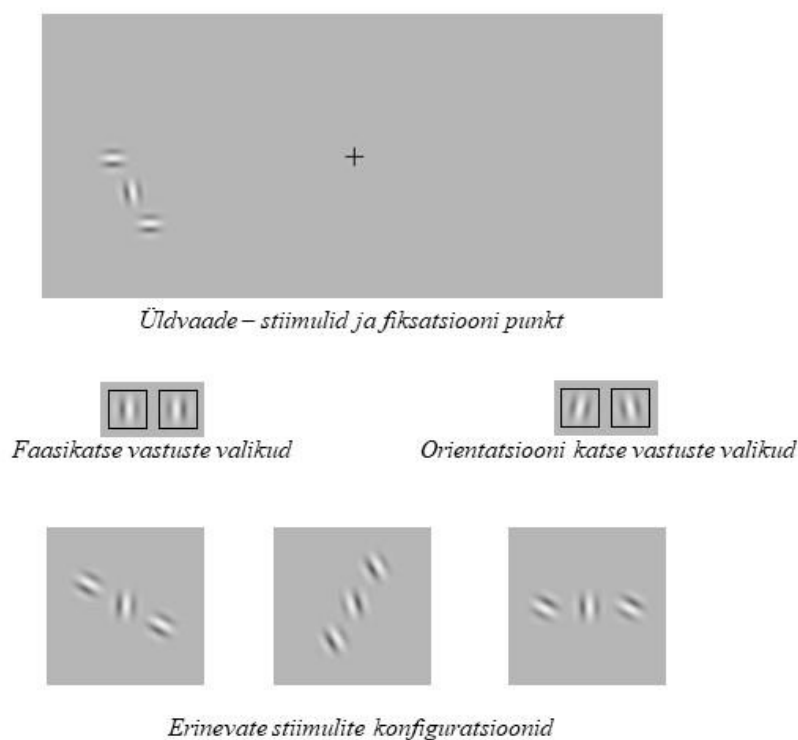
Katsel oli kaks osa: üks milles katseisik eristas objekti orientatsiooni ning teine milles eristati faasi. Katse stiimuliteks olid Gabori mustrid (Joonis 1), mis on erineva orientatsiooni ja faasiga. Neid esitati lühiajaliselt (100 või 50ms) perifeerse nägemise piirkonnas, fiksatsioonipunktist kaugusel 5-10 nurgakraadi. Katseisik sisestas, mida ta nägi. Orientatsiooni (vasakule või paremale kaldu) või faasi (vasakul hele, paremal tume või vastupidi). Seejärel saadi õigete vastuste osakaal ja selle sõltuvus katsetingimustest. Tulemustest kontrolliti esialgsete hüpoteeside kehtivus.

### *Katse läbiviimine*

Katse viidi läbi arvuti abil, kasutades olemasolevat katseprogrammi keeles Visual Basic. Katses osales viis katsealust, kellest igäüks tegi 1000 üksikkatset. Enne katse alustamist tutvustati katseisikule, mida katse käigus vaadelda tuleb (objekti orientatsiooni või faasi) ning anti võimalus aeglasel kiirusel (esitusaeg 500ms) harjutada. Harjutamine oli oluline osa katse õnnestumisest, kuna selle käigus said nii katseisik kui ka läbiviija veenduda, et vaadeldavatest objektidest saadi aru.

Katseisiku ekraanil oli esmalt näha fiksatsioonipunkti ja vastusevariante (Joonis 1). Faasi ja orientatsiooni katsetes oli kaks vastust mille vahel valida. Vajutades ekraanil nuppu “next trial” ilmus (lühiajaliselt 50ms) ekraanile Gabori muster (üks objekt ja kaks segajat), katseisik pidi valima, mida ta nägi. Olenevalt katsest, kas eesmärkobjekt oli paremale või vasakule kaldu (orientatsioonikatse) või kas objekt oli vasakult hele ja paremalt tume või vastupidi (faasikatse). Katse tulemuste osas analüüsiti tulemusi, kus katseisikute õigete vastuste osakaal oli minimaalselt 54%. Tegu on minimaalse protsendiga, mille juures on võimalik mingeid seoseid leida.

Peale selgitamist ning harjutamist läbisid katseisikud katse iseseisvalt katse läbiviija juuresolekul. Katseisik valis vastuse variante selle põhjal, mida ta nägi ega pidanud oma valikuid põhjendama, sellest tulenevalt oli ka katse suuresti iseseisev.



*Joonis 1. Katse ülevaade. Vastuste valikud. Erinevate stiimulite konfiguratsioonid, eesmärgobjekt (keskel) ja kaks segajat.*

### *Katseisikute andmed*

Tulemuste osas analüüsiti viie katseisiku asemel nelja, kuna ühe õigete vastuste osakaal jäi alla 54%, mis oli analüüsimiseks liialt väike tulemus. Mõlemas katses jäeti välja sama katseisik.

Katseisikud oli normaalse või korrigeeritud nägemisega, kellest kõik olid ka harjunud ekraani taga tööd tegema (tudengid, arvutihuvilised), mille tõttu pikaldane ekraani vaatamine ei olnud nende jaoks liialt kurnav. Katseisikute vanus sattus vahemikku 19-25. Katses osales algselt kolm meessoost ning kaks naissoost isikut, kuid tulemustes kajastuvad kaks naist ja kaks meest.

Katse jooksul julgustati katseisikuid tegema vajadusel pause, et nende tervist hoida. Kuna katsel ei olnud ajapiirangut ning katseisik tegi peamiselt katset iseseisvalt (katse läbiviija juuresolekul), olid pauside hetked ja pikkused igal katseisikul erinevad.

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

Pausid aga ei mõjutanud katse tulemusi negatiivselt. Paistab, et katseisikud kes tegid näiliselt rohkem pause said ka paremaid tulemusi. Kuna pauside pikkust ja tihedust ei mõõdetud, ei saa seda aga töö tulemuste osas suurema täpsusega väita. Tegu on katse läbiviimise käigus tehtud tähelepanekuga.

### *Andmetöötlus*

Toorandmed programmist Visual Basic kanti üle Excelisse, kus loodi andmete tabel. Tabel muudeti ühilduvaks JASP'iga, kus toimus peamine andmetöötlus. Tulemused väljenduvad õigete vastuste osakaalus.

Orientatsiooni ja faasikatse tulemusi vaadeldi algselt eraldi ning seejärel ka võrreldi. Katsetes on erinevad orientatsiooni tunnused, segajate orientatsioon ja kolmest Gaborist koosneva grupi orientatsioon, mis muutuvad vahemikus 0 kuni 150 kraadi. Tulemuste paremaks analüüsimiseks kodeeriti vastused sümmeetria alusel kokku vahemikuks 0 kuni 90 kraadi, kuna eesmärkobjekti silmatorkavust peaks mõjutama segajate orientatsiooni sarnasus eesmärkobjektiga, sellest tulenevalt on näiteks 30 ja 150 kraadi võrdväärset.

Arvutati välja ka näitaja, mis näitab segajate orientatsiooni eesmärkobjekti ümbritseva ringjoone puutuja suhtes, kus 0 kraadi on puutuja suunaline ning 90 kraadi raadiuse suunaline. Leidub andmeid, mis näitavad, et raadiuse suunaline segaja võiks segada (vähendada eesmärkobjekti silmatorkavust) rohkem kui puutuja suunaline (Pöder, 2020; Cavanaugh et al., 2003).

Orientatsiooni katse puhul analüüsiti ka segajate orientatsiooni mõju katseisikute konkreetsete vastuste valikule. See peaks näitama, kuidas lisaks eesmärkobjekti orientatsioonile kombineeritakse vastusesse veel muud orientatsiooni informatsiooni (käesolevas katses segajate orientatsioon ja grupi orientatsioon).

Kuna JASP'is ei leitud võimalust luua jooniseid, mis väljendaks töö tulemusi piisavalt arusaadaval viisil, loodi need Excelis.

### *Probleemid*

Peamiseks läbivaks murekohaks katseisikutele oli katse läbiviimiseks kasutatava sülearvuti vanus. Kuna Visual Basic on programm, mida Microsoft alates aastast 2008 ei toeta on seda keeruline uuemates arvutites avada ja kasutada. Käesoleva töö juhendajal oli aga käepärast

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

vanem sülearvuti, kus peal oli eelnevalt nimetatud programm. Selle tõttu viidi katsed läbi vanemal sülearvutil, mille ekraani pikaajaline vaatlemine on kurnav. Katseisikuid hoiatati, et katse on väsitav, kuid kõik pidasid vastu ja tundub, et katse tulemusi see märgatavalt ei mõjutanud. Tulemusi võis aga mõjutada see, et ekraani heleduse lineaarsust ei kontrollitud ja Gaborite kujutamine võis selle tõttu olla puuduliku kvaliteediga.

Orientatsiooni katse tegemisel probleeme ei ilmnud. Faasikatse viidi aga läbi kahel korral, kuna esimesel sooritusel ei olnud õigete vastuste osakaal piisavalt suur analüüsimiseks. Teisel korral pikendati stiimulite esitusaega (50ms asemel 100ms), mille tulemusel saadi piisavalt palju õigeid vastuseid. Samuti sooritasid kaks katseisikut faasikatse märgatavalt halvemini kui teised (kuigi samad katseisikud sooritasid orientatsioonikatse edukalt). Siinkohal võis probleemi tekitada katseisikute vale arusaam sellest, mida nad vaatlema pidid. Nimelt võib arvata, et faasikatse käigus vaatlesid mõningad katseisikud alguses või vahetevahel faasi asemel eesmärgobjekti orientatsiooni.

## Tulemused

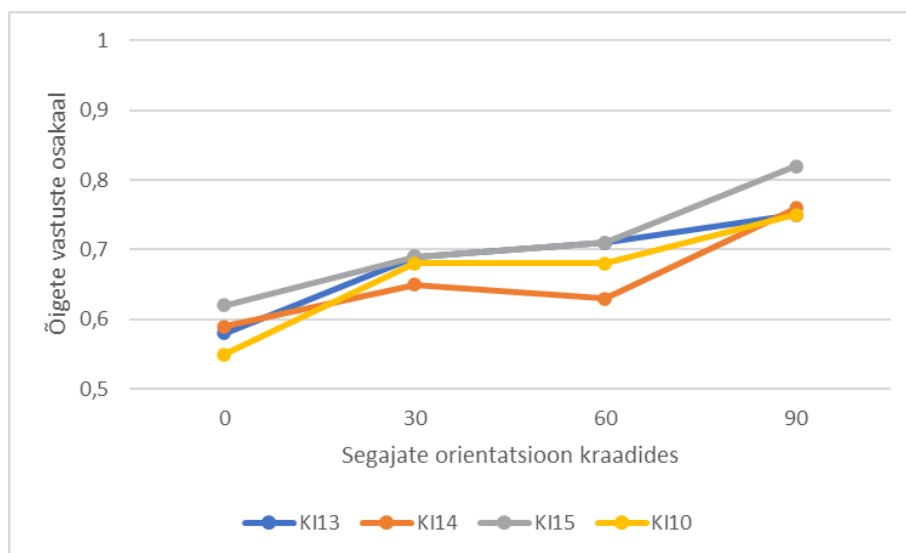
Tulemused on esitatud graafikutena, kus y-teljel on välja toodud õigete vastuste osakaal või erinevate vastusevariantide osakaal ning x-teljel segajate või grupi orientatsioon kraadides.

### *Silmatorkavuse hüpotees*

Töö esimeseks hüpoteesiks oli see, et orientatsiooni poolest erinev eesmärkobjekt on paremini märgatav. Hüpoteesi vaadeldi nii orientatsiooni kui ka faasikatse puhul. Õigete vastuste osakaal orientatsiooni ja faasi katsetes oli vahemikus 50-77%.

Joonisel 2 on kujutatud orientatsiooni katse tulemusi, kus oli õigeid vastuseid segajate orientatsiooni puhul kõige rohkem 90 kraadi (75-82%) juures ning kõige vähem 0 kraadi juures (55-62%). Mida suurem on eesmärkobjekti ja segajate orientatsioonide erinevus, seda paremini paistab eesmärk objekt silma.

Segajate orientatsioon mängib rolli eesmärkobjekti äratundmisel. Seda järeldust kinnitab drastiline hüpe õigete vastuste osakaalus 90 kraadi juures.



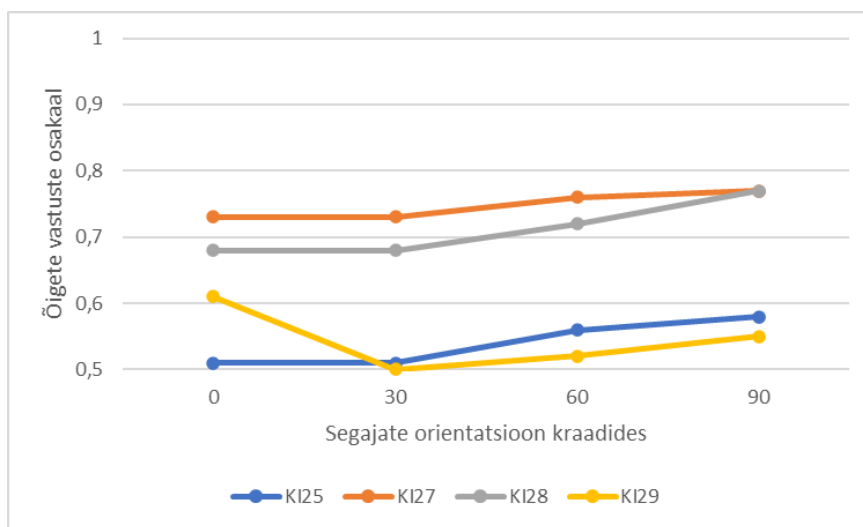
*Joonis 2. Orientatsioonikatse tulemused.*

Joonisel 3 on kujutatud faasikatse tulemusi, kus peamiselt õigeid vastuseid oli 90 kraadi juures (55 või 70%) ning madalaimad 0 ja 30 kraadi (51 või 73%) juures. Näha on ka nelja katsealuse jagunemine kaheks, kus kahel on suurem õigete vastuste osakaal (vahemikus 68-77%)

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

ja ülejäänutel väiksem (vahemikus 51-61%). Katseisikute jagunemine kaheks võib tuleneda sellest, et kahe katseisiku puhul kasutati fikatsioonipunktile lähemal esitatud stiimuleid (et saada piisavalt suur analüüsitavate andmete kogus).

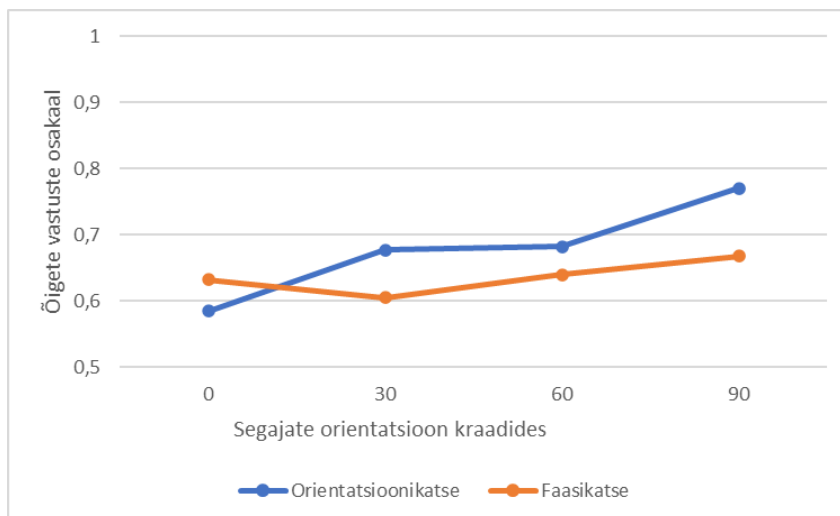
Faasikatse tulemuste trend on sarnane orientatsioonikatse omadega. 90 kraadi juures on õigete vastuste osakaal kõige suurem välja arvatud KI29 puhul, kelle õigete vastuste osakaal oli kõige suurem 0 kraadi juures (61%) ehk taaskord on üks katseisik kelle tulemused ei kinnita seda, et orientatsiooni poolest erinev eesmärk objekt on paremini märgatav.



Joonis 3. Faasikatse tulemused.

Faasi- ja orientatsioonikatsete keskmised tulemused asuvad Joonisel 4. Joonisel on näha, kuidas 90 kraadi juures on katseisikutel kõige suurem õigete vastuste osakaal (66 või 77%). Mõlemas katses tuleb välja, et segajate orientatsiooni erinevuse suurenedes paraneb tulemus, see näitab silmatorkavuse mõju.

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

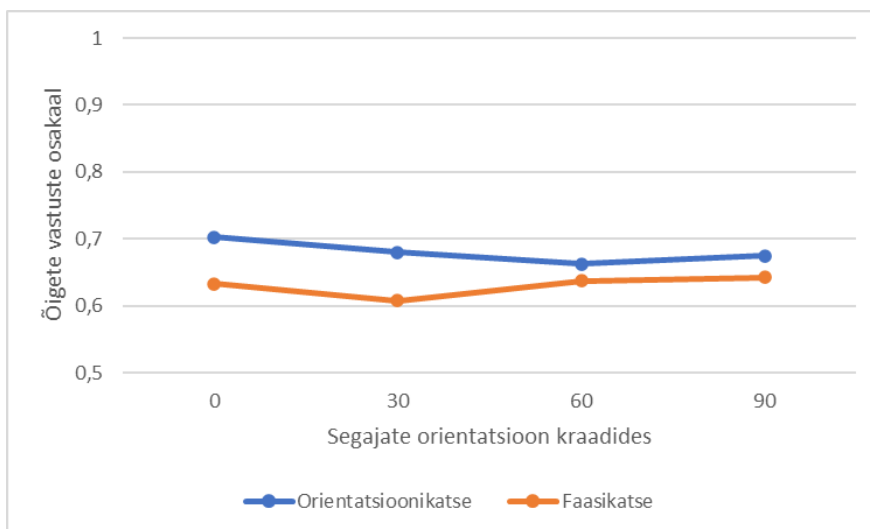


Joonis 4. Orientatsiooni- ja faasikatsete keskmised tulemused.

Teine hüpoteetiline silmatorkavust mõjutav näitaja, näitab segajate orientatsiooni eesmärkoobjekti ümbritseva ringjoone puutuja suhtes, kus 0 kraadi on puutuja suunaline ning 90 kraadi raadiuse suunaline.

Nagu näha Joonisel 5 oli orientatsioonikatses puutuja suunaline asetus (0 kraadi) paremate tulemustega (70% õigeid vastuseid), kui faasikatses (63%). Faasikatse puhul oli aga raadiusesuunaliste (90 kraadi) tulemuste osakaal natukene suurem (64% õigeid vastuseid), mis ei ole kooskõlas hüpoteesiga.

Orientatsioonikatse puhul oli puutuja suunaline asetus paremate tulemustega, kui raadiuse suunaline, mis on kooskõlas silmatorkavuse hüpoteesiga. Faasikatse kõige nõrgem tulemus oli 30 kraadi juures (60%) ja orientatsiooni katses 60 kraadi juures (66%).



Joonis 5. Segajate orientatsioon eesmärgobjekti ümbritseva ringjoone puutuja suhtes.

### Vastuste kallutamise hüpotees

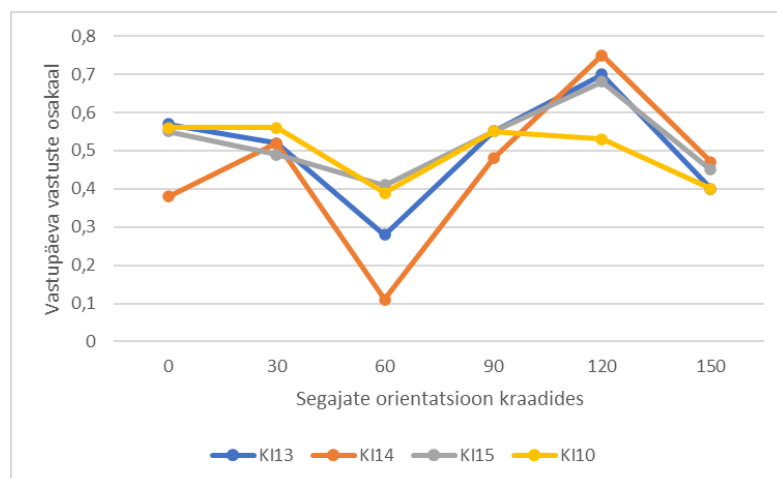
Orientatsioonikatse puhul vaadeldi ka teist hüpoteesi, kas mingit pidi viltu segajad muudavad eesmärgobjekti näivat orientatsiooni samas või vastupidises suunas. Selleks vaadeldi segajate ja grupi orientatsiooni ning toodi välja vastupäeva vastuste osakaal.

Joonisel 6 on esitatud segajate orientatsioon kraadides ning toodud välja vastupäeva vastuste osakaal. Jooniselt tulevad välja katseisikute eripärad. Kõige vähem vastupäeva vastuseid oli 60 kraadi juures ning kõige rohkem 120 kraadi juures, välja arvatud KI10 kellel oli rohkem vastupäeva vastuseid 30 kraadi juures. Huvitav tähelepanek on ka KI14 kellel on võrreldes teiste katseisikutega, vastupäeva vastuste osakaal erinevate kraadide juures suurte vahedega.

Näha on sarnast tendentsi kõikide katseisikute puhul. Kõige rohkem oli vastused kallutatud 60 ja 120 kraadise orientatsiooniga segajate korral (120 kraadi on sisuliselt -60). Nende nurkade juures oli vastuse kallutatuse suund vastupidine segajate kaldele. 30 ja 150 (ehk -30) kraadi juures oli kallutatatus pigem samasuunaline, kuigi tunduvalt väiksem.

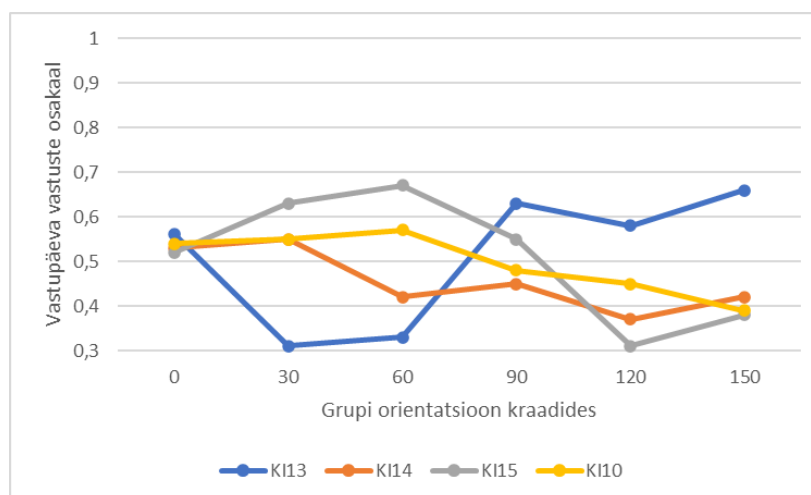
Tulemused on sarnased “kalde illusiooni” seaduspärasustele. Kalde illusiooni puhul on tegu taju kallutatusega ning crowdinguga seotud tundlikkusega (Solomon et, al. 2004). Illusiooni puhul eesmärgobjekt tundub olevat kallutatud, kuna segajad on kaldus.

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon



Joonis 6. Segajate vastupäeva vastuste osakaal orientatsioonikatses.

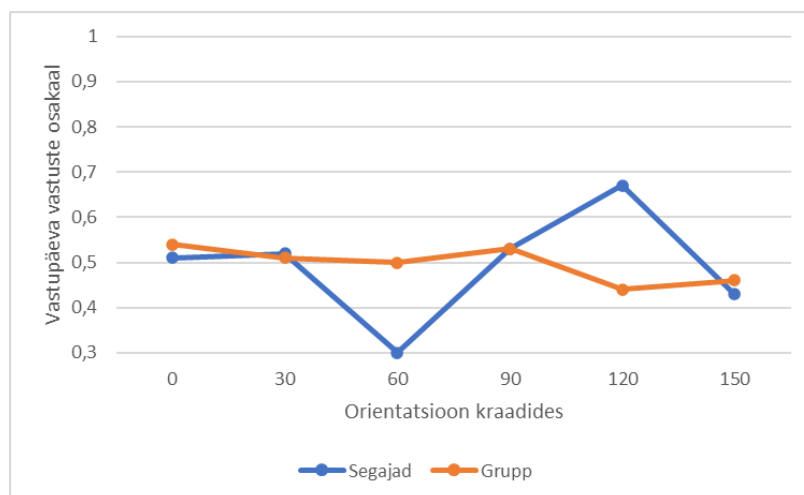
Joonisel 7 on välja toodud grupi vastupäeva vastuste osakaal orientatsiooni katses. Grupi orientatsiooni puhul on katseisikutel sarnased vastused 0 kraadi juures (vastupäeva vastuste osakaal jääb vahemikku 52-56%). Ülejäänud vastuste puhul on katseisikute tulemused aga erinevad. Sarnaseid vastuseid on katseisikud 14, 15 ja 10 saanud 150 kraadi juures (38-42% vastupäeva vastuste osakaal), kuid muid suuremaid kattuvusi katseisikute vastustes ei esine. Katseisiku 13 tulemused on pea, et vastupidised teiste katseisikute omadega. Siinkohal selgitust tulemustele ei ole.



Joonis 7. Grupi vastupäeva vastuste osakaal orientatsioonikatses.

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

Segaja orientatsiooni ja grupi orientatsiooni mõju vastupäeva vastusele on koos kajastatud Joonisel 8. Vastupäeva vastuste osakaal on mõlema katse puhul sama või sarnane peaaegu, et kõikide orientatsiooni kraadide puhul. Erinevused tulevad sisse 60 kraadi juures, kus segajate vastuste osakaal jäi 30% juurde ja grupi vastuste osakaal 50% juurde. Vastuste osakaalu suurem erinevus tekkis ka 120 kraadi juures, kus grupi vastupäeva vastuste osakaal oli 44% ja segajate oma 67%. Segajate orientatsioon kallutab vastust tugevalt ja vastassuunas, grupi orientatsioon kallutab vastuseid vähe, aga kui, siis samas suunas.



Joonis 8. Segaja orientatsiooni ja grupi orientatsiooni mõju vastusele.

### Arutelu

Käesoleva töö keskmeks oli uurida, kuidas eesmärgobjekti orientatsiooni taju on mõjutatud segavate stiimulite orientatsioonist. Selle uurimiseks püstitati kaks hüpoteesi, mida uuriti kahe katsega. Üks neist oli seotud Gaborite orientatsioonidega ja teine faasidega. Esimeseks hüpoteesiks oli see, et orientatsiooni poolest erinev eesmärgobjekt on paremini märgatav. Teiseks hüpoteesiks aga see, et viltu segajad muudavad eesmärgobjekti näivat orientatsiooni samas või vastupidises suunas.

Töös esitatud esimene hüpotees peab paika. Andmed (toodud välja Joonisel 2) kinnitavad, et suurema segajate orientatsiooni kraadi puhul on õigete vastuste osakaal suurem. Sarnane tulemus ilmnes ka faasikatses, kus suurem segajate kraadi puhul oli õigete vastuste osakaal suurem.

Kuigi faasikatses ilmnes katseisik, kelle tulemused sellise trendiga täielikult ei kattu võib olla tegu situatsiooniga, kus katseisikul esines katse läbiviijale ootamatu ning natukene segaseks jäänud probleem (lähemalt on sellest arutatud alapeatükis probleemid). Võrreldes aga faasi- ja orientatsioonikatseid (Joonis 4.) on siiski näha sarnast trendi, kus õigete vastuste osakaal suureneb segajate orientatsiooni erinevuse suurenemisel.

Töös esitatud andmetele toetudes peab paika hüpotees, et orientatsiooni poolest erinev eesmärgobjekt on paremini märgatav. Sarnase järelduse on leidnud ka Pöder (2020), kes toob esile, et silmatorkavus vähendab crowdingu efekti ning Pelli ja Tillmann (2008), kes leidsid, et eesmärgobjektiga sarnased segajad tekitavad crowdingu efekti ehk eesmärgobjekt ei ole hästi märgatav.

Silmatorkavusega seotud näitaja, mida ka uuriti on segajate orientatsioon eesmärgobjekti ümbritseva ringjoone puutuja suhtes (0 kraadi on puutuja suunaline ja 90 kraadi raadiuse suunaline). Andmed näitavad (Joonis 5), et puutuja suunaline asetus oli orientatsioonikatses paremate tulemustega. See omakorda toetab esimest hüpoteesi, kuid ainult orientatsioonikatse puhul. Faasikatses andsid paremaid tulemusi raadisuse sihilised segajad, mis on aga hüpoteesile vastupidine. Põhjenduseks võib-olla faasikatse liigne raskus. Huvitavaks tulemuseks on ka see, et grupi orientatsioon kallutab vastust vähe aga kui see kallutab siis samas suunas.

Teiseks hüpoteesiks, mida uuriti orientatsioonikatsega oli, kas viltu segajad muudavad eesmärgobjekti näivat orientatsiooni (vastupidises või samas suunas). Leiti, et kõige rohkem on vastused kallutatud kraadidel 60 ja 120, kus vastuse kallutuse suund on vastupidine segaja

## Silmatorkavus ja ruumiline integratsioon

kaldele. Siinkohal kerkis esile “kalde illusioon”, mida on varem seostatud crowdingu efektiga, kuigi kindlat mudelit nende võrdluseks ei ole (Solomon et, al. 2004). Katsete tulemused aga näitavad, et viltu segajad võivad muuta kindlate kraadide juures eesmärkoobjekti näivat orientatsiooni, mis omakorda tähendab, et tegemist pole lihtsa „keskmistamisega“.

Mõlemad esitatud hüpoteesid said katse käigus osaliselt kinnitust. Tegu pole uudsete ega crowdingu efekti uurimise valdkonnas ootamatute tulemustega. Uueks osaks katse juures oli faasikatse kasutamine. Kuna see ei tulnud aga hästi välja, annab töö osaliselt ülevaate selle kitsaskohtadest, näiteks katse esituse pikkus või Gaborite kaugus fiksatsioonipunktist.

Üheks piiravaks aspektiks katse puhul oli aeg ja maht. Tegu on katsega, kus suurem katseisikute ja üksikkatsete sooritamise hulk annab paremad vahendid analüüsimiseks. Samuti ka eelnevalt välja toodud arvutiga seotud mure on paremini lahendatav. Üheks piiranguks võib olla ka katseisikute väikene vanusevahe. Vanemate (kui 25) inimeste kaasamine võib anda teistsuguseid tulemusi.

Töös esitatud kaks hüpoteesi pidasid peamiselt paika. Mida suurem on erinevus segaja ja eesmärkoobjekti vahel, seda paremini on objekt märgatav. Samuti leiti, et teatud kraadidel muudavad viltu asetsevad segajad näiliselt eesmärkoobjekti suunda selliselt, et eesmärkoobjekti ja segajate erinevus paistab tegelikust suurem.

**Kasutatud kirjandus**

- Bouma, H. (1970). Interaction Effects in Parafoveal Letter Recognition. *Nature*, 226(5241), 177–178. <https://doi.org/10.1038/226177a0>
- Chakravarthi, R., & Pelli, D. G. (2011). The same binding in contour integration and crowding. *Journal of Vision*, 11(8), 10. <https://doi.org/10.1167/11.8.10>
- Cavanaugh, J. R., Bair, W., & Movshon, J. A. (2002). Selectivity and spatial distribution of signals from the receptive field surround in macaque V1 neurons. *Journal of Neurophysiology*, 88, 2547–2556. doi: 10.1152/jn.00693.2001. PMID: 12424293
- Livne, T., & Sagi, D. (2007). Configuration influence on crowding. *Journal of Vision*, 7(2), 4. <https://doi.org/10.1167/7.2.4>
- Livne, T., & Sagi, D. (2010). How do flankers' relations affect crowding? *Journal of Vision*, 10(3), 1–1. <https://doi.org/10.1167/10.3.1>
- Livne, T., & Sagi, D. (2011). Multiple levels of orientation anisotropy in crowding with Gabor flankers. *Journal of Vision*, 11(13), 18. <https://doi.org/10.1167/11.13.18>
- Pelli, D. G., Palomares, M., & Majaj, N. J. (2004). Crowding is unlike ordinary masking: Distinguishing feature integration from detection. *Journal of Vision*, 4(12), 12. <https://doi.org/10.1167/4.12.12>
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature neuroscience*, 11(10), 1129–1135. <https://doi.org/10.1038/nn.2187>
- Pöder, E. (2020). Crowding and attention in a framework of neural network model. *Journal of Vision*, 20, 19. <https://doi.org/10.1167/jov.20.13.19>
- Solomon, J. A., Felisberti, F. M., & Morgan, M. J. (2004). Crowding and the tilt illusion: Toward a unified account. *Journal of Vision*, 4(6), 9.500–508. doi:10.1167/4.6.9

*Käesolevaga kinnitan, et olen korrekselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.*

*Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.*

Joan Jürgens