

Latvijas Universitāte  
Fizikas un matemātikas fakultāte



Ieva Timrote

**PERIFĒRĀS VIZUĀLĀS  
INFORMĀCIJAS IETEKME UZ  
CENTRĀLĀ UZDEVUMA IZPILDI**

Promocijas darbs

Doktora grāda iegūšanai fizikas nozarē

Apakšnozare: medicīniskā fizikā

Rīga, 2015

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Universitātes  
Fizikas un matemātikas fakultātē,  
Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā  
laika posmā no 2010. gada līdz 2015. gadam.



Eiropas Sociālā fonda projekts „Atbalsts doktora studijām Latvijas  
Universitātē” Nr.2009/0138/ 1DP/1.1.2.1.2./ 09/IPIA/ VIAA/004.

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā “Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē” un “Redzes pārslodzes fizioloģijas pētījumi un redzes stresa diagnostikas metodikas izstrāde”, ERAF atbalstu projektā „Skolas vecuma bērnu redzes un redzes uztveres traucējumu pētīšana un diagnostikas metodiku izstrāde”.

Darbs sastāv no ievada, 3 nodaļām, nobeiguma un literatūras saraksta.

Darba forma: disertācija fizikas nozarē, medicīniskās fizikas apakšnozarē.

Darba zinātniskā vadītāja: Dr. phys., prof. Gunta Krūmiņa.

Darba recenzenti:

- 1) Jānis Spīgulis, Dr.habil.fiz., profesors, Latvijas Universitāte.
- 2) Juris Porozovs, Dr.biol., profesors, Rīgas Pedagoģijas un izglītības vadības akadēmija.
- 3) Ian Michael Thornton, Dr.psych., profesors, Maltas universitāte.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2015.gada 29. jūnijā plkst. 16:00 Zeļļu ielā 8 Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē, Zeļļu ielā 8, 233. auditorijā.

Latvijas Universitātes

Fizikas nozares promocijas padomes atklātā sēdē

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Latvijas Universitātes Bibliotēkā Rīgā, Kalpaka bulvārī 4.

LU fizikas zinātņu nozares promocijas

Padomes priekšsēdētājs Ruvins Ferbers

Promocijas padomes sekretāre Laureta Buševica

© Latvijas Universitāte, 2015

© Ieva Timrote 2015

## **Anotācija**

Promocijas darbs “Perifērās vizuālās informācijas ietekme uz centrālā uzdevuma izpildi” sarakstīts latviešu valodā, datorsalikumā uz 102 lapām, satur 3 formulas, 2 tabulas, 35 attēlus un 176 atsauces uz literatūras avotiem.

Darbā tika pētīts, kā atšķirīgi vizuālie stimuli perifērijā mijiedarbojas ar pašu centrālo uzdevumu tā pildīšanas laikā un kā tie ietekmē paša centrālā uzdevuma veikšanu. Darbs ietver psihofizikālas metodes un algoritmu izveidošanu, tos pielāgojot mūsu izveidotajam meklēšanas uzdevuma modelim. Tika secināts, ka statisks troksnis tālajā perifērijā palīdz meklēšanu veikt ātrāk, salīdzinot ar uzdevumu uz balta fona tālajā perifērijā, bet kustīgs troksnis tālajā perifērijā meklēšanu paildzina.

Atslēgvārdi: redzes uzmanība, perifērija, vizuāls troksnis, meklēšanas uzdevums, meklēšanas stratēģijas, centrāls uzdevums.

## **Abstract**

Doctoral thesis “Peripheral visual information effect on central task performance”, written in Latvian, consists of 102 printed pages, 3 formulas, 2 tables, 35 figures, and 176 references.

This study includes an analysis of the impact of various peripheral visual stimuli upon a central task. This work includes psychophysical methods and algorithms that were adapted for this study. The results of this study reveal that static noise in the far periphery enable the participant to complete the central task more quickly, relative to a white background in the far periphery. In contrast, moving peripheral noise in the far periphery renders the visual search task more difficult to complete.

Key words: visual attention, periphery, visual noise, visual search, search strategies, central task.

## Saturs

1. Vispārīgais darba raksturojums .....	1
Aizstāvamās tēzes .....	4
Publikāciju saraksts .....	5
Dalība starptautiskās konferencēs un semināros .....	6
Dalība vietējas nozīmes konferencēs un semināros .....	9
2. Teorētiskais pamatojums .....	11
3. Pētījums .....	26
3.1. Centrālā uzdevuma ietekmējošie faktori tālajā perifērijā (Pētījums I) .....	27
3.1.1. Statisks troksnis un binokularitāte .....	27
3.1.1.1. Dalībnieki .....	27
3.1.1.2. Metodes .....	27
3.1.1.3. Rezultāti .....	29
3.1.2. Paralēls uzdevums ar melnām figūrām .....	30
3.1.2.1. Dalībnieki .....	30
3.1.2.2. Metodes .....	30
3.1.2.3. Rezultāti .....	32
3.1.3. Paralēls uzdevums ar krāsainām figūrām .....	34
3.1.3.1. Dalībnieki .....	34
3.1.3.2. Metodes .....	35
3.1.3.3. Rezultāti .....	36
3.1.4. Kustīgs troksnis tālajā perifērijā .....	38
3.1.4.1. Dalībnieki .....	38
3.1.4.2. Metodes .....	39
3.1.4.3. Rezultāti .....	40
3.1.5. Diskusija .....	41
3.1.6. Secinājumi no pētījuma daļas I .....	43
3.2. Centrālā uzdevuma ietekmējošie faktori tuvajā perifērijā (Pētījums II) .....	45
3.2.1. Centrālā uzdevuma lielums .....	45
3.2.1.1. Dalībnieki .....	45
3.2.1.2. Metodes .....	45
3.2.1.3. Rezultāti .....	48
3.2.2. Izmainīts uzmanības novērsēju izskats .....	50
3.2.2.1. Dalībnieki .....	51
3.2.2.2. Metodes .....	51
3.2.2.3. Rezultāti .....	52
3.2.3. Centrālajam uzdevumam izmantotie simboli .....	55
3.2.3.1. Dalībnieki .....	56
3.2.3.2. Metodes .....	56
3.2.3.3. Rezultāti .....	57
3.2.4. Diskusija .....	61
3.2.5. Secinājumi no pētījuma daļas II .....	64
3.3. Vecuma radītā ietekme meklēšanas uzdevumā (Pētījums III) .....	65
3.3.1. Dalībnieki .....	65
3.3.2. Metodes .....	66
3.3.2.1. Drukāts meklēšanas uzdevums .....	66
3.3.2.2. Datorizēts meklēšanas uzdevums .....	67
3.3.3. Rezultāti .....	68
3.3.3.1. Drukāts meklēšanas uzdevums skolēniem .....	68
3.3.3.2. Datorizēts meklēšanas uzdevums skolēniem un pieaugušajiem .....	71
3.3.4. Diskusija .....	75
3.3.5. Secinājumi no pētījuma daļas III .....	78
4. Galvenie secinājumi un priekšlikumi .....	79
Izmantotās literatūras saraksts .....	83
Pateicības .....	97

## 1. Vispārīgais darba raksturojums

Desmitu gadu laikā kopš tiek veikti psihofizikāli pētījumi, tajos ir izmantoti un konkrētam pētījumam speciāli izveidoti dažādi stimuli. Lai gan dažkārt tiek pētīta viena konkrēta parādība, tam tiek izmantots atšķirīgs stimulu veids. Ir zināms, ka dažādu datoru monitoros pikseļu leņķiskie izmēri, kuri veido redzes stimulus, kontrasts, kā arī krāsas nav vienādi. Tā, piemēram, dažādu autoru izmantotie simboli meklēšanas uzdevumos savā starpā atšķiras ne tikai ar izmēru, bet arī ar krāsu, demonstrēšanas fonu, stimulu rādīšanas laiku, kā arī uzdevumā iesaistīto redzes apgabalu. Būtiski, ka lielākā daļa pētījumu ietver vizuālo informāciju apgabalā līdz  $9^\circ$ , retākos gadījumos līdz  $15^\circ$ , kas ietver tikai centrālo redzes lauku. Ja aplūkojam ikdienas situāciju, katrs no mums veic kādu centrālu uzdevumu – meklēšanu apkārtējā telpā, lasīšanu un tā joprojām. Taču mūsu redze saņem informāciju ne tikai par šo centrālo uzdevumu, bet arī informāciju no perifērijas. Ir zināms, ka perifērā redze ir aktuāla un īpaši nozīmīga sportistiem un autovadītājiem, kur būtisks atbilstošs atbildes reakcijas ātrums. Oftalmologu pielietotā perimetrija nosaka tīklenes jutību konkrētā redzes lauka apgabalā, taču nenosaka, kāda ir perifērās redzes informācijas uztvere šajā apgabalā. Šī darba novitāte ir veltīt uzmanību redzes izšķirtspējai un uztverei, īpaši tālajā perifērijā, kur centrālais uzdevums un tā veikšanas ātrums un precizitāte plānota kā kontroles mehānisms izšķirtspējas uzlabojuma novērtēšanai nākotnē treniņu rezultātā.

Ir zināmi testi, kā, perimetrija, kas ir funkcionāls redzes izmeklējums un nosaka tīklenes jutību, taču ne to, kāda ir redzes uztvere. Pasaulē ir pieejami testi, ar kuru palīdzību novērtēt arī redzes uztveri perifērijā, taču noteikta uzdevuma veikšanas laikā jāfokusē skats ekrāna centrā, kur bieži vien redzams tikai stacionārs fiksācijas punkts vai simbols, kā rezultātā zūd interese veikt uzdevumu ilgākā laika posmā. Citā variantā ir pietiekoši saistošs uzdevums centrālajā redzes lauka daļā, taču netiek pievērsta uzmanība tam, kā mums apkārt esošā vizuālā informācija ietekmē centrālā uzdevuma veikšanu.

Ir pieejams plašs izmantojamo testu klāsts dažādu redzes funkciju novērtēšanai, tai skaitā ar acu kustību iesaistīšanu. Jāsaka gan, ka acu kustību pieraksta izmantošana precīzākās iekārtās ir ar stacionāru galvas pozīciju, tādēļ īsti neatbilst reālajai ikdienas situācijai, kad kustībā atrodas ne tikai cilvēka galvas pozīcija, bet dažkārt arī viss ķermenis. Līdz ar to kustībā atrodas arī apkārtējā telpa, kurā atrodamies. Un šis kustīgās informācijas apjoms ne tikai jāparedz ar aci un jāapstrādā, bet arī jāuztver.

Lai vērtētu dažādas redzes funkcijas, kā arī vizuālo apstrādi augstākos līmeņos, pasaulē ir izveidoti desmitiem testu. Jāsaka gan, ka lielākā daļa testu nepievērš pietiekami lielu uzmanību tam, kā apkārt esošā vizuālā informācija ietekmē minētā testa pildīšanu un nav sniegtas norādes par to, kā dažādu simbolu izvēle varētu ietekmēt konkrēta uzdevuma veikšanu. No testu veidošanas principiem ir zināms, ka pūļa efekts apgrūtina uzdevuma veikšanu, īpaši bērniem (*Williams et al.*, 2011). Perifērās informācijas ietekmes noskaidrošana ir būtiska, ņemot vērā arī pieaugošo redzes nogurumu, kā arī atklātos redzes sistēmas darbības traucējumus skolēniem, kā disleksija un autisms, bet ne tikai (*Quercia et al.*, 2013; *Williams et al.*, 2011; *McCleery et al.*, 2007). Šī iemesla dēļ konkrētais pētījums veltīts centrālās un perifērās vizuālās informācijas mijiedarbības novērtēšanai. Ir būtiski novērtēt, kā statistiska un kustībā esoša informācija paralēli cilvēka acu kustībām un galvas pozīcijas maiņai ietekmē centrāla uzdevuma veikšanu.

Līdz ar to šis darbs tika veidots, izmantojot psihofizikālas metodes, algoritmu izveidošanu, pielāgojot tās mūsu izveidotajam meklēšanas uzdevuma modelim. Kā centrālais uzdevums tika izmantots meklēšanas uzdevums, kur burti izkārtoti matricā, vai burtu saukšana. Burti meklēšanas uzdevumā tika demonstrēti uz balta fona, līnijās vai rūtiņās tuvajā perifērijā un uz balta fona, ar lielu troksni vai mazu troksni tālajā perifērijā, turpretim burtu saukšanā – uz balta fona tuvajā un tālajā perifērijā. Visu stimulu leņķiskie lielumi tika saglabāti nemainīgi. Tālajā perifērijā tika demonstrētas krāsainas un melnas figūras, kas tika izveidotas pēc principiem, kuri tika saglabāti nemainīgi visu mērījumu veikšanas laikā – pirms krāsainu figūru demonstrēšanas tām tika piekārtots vienāds spožums, bet gan krāsainu, gan melnu figūru lielums visa pētījuma laikā tika saglabāts nemainīgs. Krāsainas figūras perifērijā tika izveidotas attiecīgi piecos un septiņos nemainīgos izmēros, bet melnas – septiņos. Visu stimulu fizikālās īpašības, kā arī šo figūru demonstrēšanas apstākļi tika saglabāti konstanti (stimulu spožums un telpas apgaismojums).

Ar datorprogrammas palīdzību, kas izveidota ar *Visual Basic 6.0*, tika veikta katra uzdevuma precīza fiksēšana laikā, nodrošināta randomizēta un ātra stimulu ģenerēšana pirms katra uzdevuma sākšanas, kā arī sinhronitāte perifēro figūru demonstrēšanas sākuma un beigu laikam attiecībā pret centrālā uzdevuma pildīšanu. Datorprogrammā iestrādātais algoritms nodrošināja automātisku rezultātu attēlošanu datnē ar precīzu uzdevuma sākuma un beigu laika fiksēšanu, katrā uzdevumā izmantoto burtu lielumu un atstarpju lielumu starp tiem, kā arī demonstrēto burtu izkārtojumu un novietojumu kodētā veidā pēc burtam piešķirtā numura.

Datu apstrādei un analīzei tika izmantota datorprogramma *MS Office Excel 2003* un *Origin Pro7.0* ar datu analīzes rīku regresija, *z-score* un dispersijas analīze.

Promocijas darbs veidots kā disertācija. Tā sastāv no ievada, trīs nodaļām, nobeiguma un literatūras saraksta, kas izklāstīts uz 101 lapas.

Pētījumā izvirzīju hipotēzi, ka perifērijā esošā vizuālā informācija samazina centrālā vizuālā uzdevuma veikšanas ātrumu un precizitāti, tādēļ tā jāņem vērā, pildot dažādus centrālus uzdevumus, kā meklēšanas uzdevums.

Lai pierādītu izvirzīto hipotēzi, mana darba mērķis bija izpētīt, kā atšķirīgi vizuālie stimuli perifērijā mijiedarbojas ar pašu centrālo uzdevumu tā pildīšanas laikā un kā tie ietekmē paša centrālā uzdevuma veikšanu. Lai to noskaidrotu, tika izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

1. novērtēt statistiska trokšņa tālajā perifērijā ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā;
2. noteikt kustīga trokšņa tālajā perifērijā ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā;
3. izpētīt paralēla uzdevuma tālajā perifērijā ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā;
4. izanalizēt trokšņa tuvajā perifērijā ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā;
5. novērtēt vecuma ietekmi meklēšanas uzdevuma veikšanā.



## Aizstāvamās tēzes

1. Centrālā uzdevuma veikšanu uz balta fona ietekmē vizuāls troksnis tālajā perifērijā. Meklēšanas uzdevums uz fona ar mazu troksni tālajā perifērijā tiek veikts par  $8\pm 3\%$  ātrāk, bet uz fona ar lielu troksni tālajā perifērijā veikts par  $27\pm 10\%$  ātrāk nekā uz balta fona tālajā perifērijā. Savukārt centrālais uzdevums ar lielu troksni tālajā perifērijā tiek veikts visātrāk.<sup>1</sup>

2. Kustīgs troksnis tālajā perifērijā apgrūtina centrālā uzdevuma pildīšanu. Rezultāti parāda, ka burtu atrašanas laiks ir par  $20\pm 8\%$  ilgāks, salīdzinot pildīšanu uz balta fona, un par  $32\pm 7\%$  ilgāks, salīdzinot ar lielu, statisku troksni tālajā perifērijā.<sup>2</sup>

3. Paralēla uzdevuma veikšanu tālajā perifērijā ietekmē redzes izšķiršanas sliekšnis perifērijā. Jo precīzāk atpazīta perifērā stimula forma, jo vairāk kļūdu pieļauts centrālā uzdevuma veikšanā tādēļ, ka daļa uzmanības centrālā uzdevuma veikšanas laikā tika pievērsta arī perifērijā esošajiem objektiem.<sup>3</sup>

4. Meklēšanas uzdevuma veikšanu ietekmē burta izskats. Ja tiek izmantoti burti, daži no tiem, kā M un I, tiks atrasti ātrāk, bet citi, kā F un N lēnāk.<sup>4</sup>

5. Līdz ar vecumu mainās meklēšanas stratēģija. Ja skolēni pirmajās klasēs pārsvarā meklē līdzīgi lasīšanai, tad līdz 20 gadu vecumam strauji pieaug stratēģija, kur meklēšana notiek čūskveidīgi.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Publicēts Timrote, I., Pladere, T., Skribe, M., Krumina, G., A Method for Evaluation of Peripheral Visual Perception. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 48-55; Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., Dependence of Attention and Working Capacity on Peripheral Visual Stimuli. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 40-47.

<sup>2</sup> Publicēts Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G. – Visual Search Task and Moving Peripheral Noise. *Perception*. 2013a; 42: 369.

<sup>3</sup> Publicēts Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., Dependence of Attention and Working Capacity on Peripheral Visual Stimuli. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 40-47; Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M. A Study to Evaluate Peripheral Visual Perception. *Perception*. 2012; 41:132.

<sup>4</sup> Timrote, I., Pladere, T., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Fomins, S., Krumina, G. Perceiving Latin letters in a visual search task. Iesniegts publicēšanai žurnālā *Perception*.

<sup>5</sup> Timrote, I., Alberte, L., Reinvalde, A., Fomins, S., Krumina, G. – Visual search strategy changes between school - age and adulthood. Apstiprināts publicēšanai žurnālā *Perception*.

## Publikāciju saraksts

1. Timrote, I., Pladere, T., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Fomins, S., Krumina, G. Perceiving Latin letters in a visual search task. Iesniegts publicēšanai žurnālā *Perception*.
2. Timrote, I., Alberte, L., Reinvalde, A., Fomins, S., Krumina, G. – Visual search strategy changes between school - age and adulthood. Apstiprināts publicēšanai žurnālā *Perception*.
3. Timrote, I., Alberte, L., Fomins, S., Pladere, T., Krumina, G. – Attention in adults and school-age children. *Perception*. 2014; 43: 38.
4. Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G. – Visual Search Task and Moving Peripheral Noise. *Perception*. 2013; 42: 369.
5. Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G. Training saccadic eye movements using visual search task. *Journal of Eye Movement Research*. 2013; 6 (3): 495.
6. Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G., Eye movements change according to peripheral information. *Perception*. 2013; 42: 217.
7. Timrote, I., Pladere, T., Skribe, M., Krumina, G., A Method for Evaluation of Peripheral Visual Perception. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 48 - 55.
8. Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., Dependence of Attention and Working Capacity on Peripheral Visual Stimuli. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 40 – 47.
9. Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M., A Study to Evaluate Peripheral Visual Perception. *Perception*. 2012; 41:132.

## Dalība starptautiskās konferencēs un semināros

1. The AVA Xmas meeting 2014, Londona, Lielbritānija. 2014.gada 16.decembris. *“Visual search strategy changes between school-age and adulthood”*, Timrote, I., Alberte, L., Reinvalde, A., Fomins, S., Krumina, G. – stenda referāts.
2. 37<sup>th</sup> European Conference on Visual Perception (ECVP) Belgrada, Serbija, 2014.gada 24.-28.augusts. *“Attention in adults and school-age children”*, Timrote, I., Alberte, L., Fomins, S., Pladere, T., Krumina, G., p.38 – stenda referāts.
3. *Congresso Internacional de optometria e ciencias da visao (CIOCV’2014)*, Braga, Portugāle, 2014.gada 24.-25.maijs. *“Visual attention in school-age children”*, Timrote, I., Alberte, L., Pladere, T., Fomins, S., Krumina, G., pp.75-76 – stenda referāts.
4. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2014”, Rīga, Latvija, 2014. gada 9.-12. aprīlis. *“Paper-based and computer-based versions of a visual search task in school-age children”*, Timrote, I., Alberte, L., Pladere, T., Fomins, S., Krumina, G., p.42 – mutiska prezentācija.
5. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2014”, Rīga, Latvija, 2014. gada 9.-12. aprīlis. – *“How do eyes lie”*, Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., p.93 – līdzautors stenda referātam.
6. Trieste Symposium on Perception and Cognition, Trieste, Itālija, 2013. gada 29. novembris. *“Visual Search Task estimation in Latvian school-age children”*, Timrote, I., Pladere, T., Jakovleva, J., Krumina, G., p.51 – stenda referāts.
7. Late Summer School: Methodologies for the linguist of the future, Dubrovnikā, Horvātija, 2013. gada 6.-10.oktobris; un ietilpstošā konference “The International conference under-resourced languages (FASSBL 9)”, 2013. gada 9. oktobris. *“Evaluation of peripheral visual perception”*, Timrote, I. – Mutiska uzstāšanās par doktora disertācijas tēmas izstrādi.
8. European Summer School on Eye Movements (ESSEM), Bonna, Vācija, 2013. gada 9-13. septembris, *“Training saccadic eye movements using visual search task”*. Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G. p.71 – līdzautors stenda referātam.
9. 36<sup>th</sup> European Conference on Visual Perception (ECVP) 2013, Brēmene, Vācija, 2013. gada 25.-29. augusts, *“Eye movements change according to peripheral information”*, Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G., p.62 – stenda referāts.

10. 17<sup>th</sup> European Conference on Eye Movements (ECEM), Lunda, Zviedrija, 2013. gada 11.-16. augusts, “*Training saccadic eye movements using visual search task*”. Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G. p. 492 – līdzautors stenda referātam.
11. 9<sup>th</sup> International Symposium of Cognition, Logic and Communication: Perception and Concepts. Rīga, Latvija, 2013. gada 16. -18. maijs, “*Perceiving latin letters on a visual search task*”. Timrote, I., Pladere, T., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Krumina, G., p. 31 – mutiska prezentācija.
12. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2013”, Rīga, Latvija, 2013. gada 10.-12. aprīlis, “*Learning effect in visual search task*”, Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G., pp. 86-87 – mutiska prezentācija.
13. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2013”, Rīga, Latvija, 2013. gada 10.-12. aprīlis, “*Eye movements in visual search and reading task*”, Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., p. 164 – līdzautors stenda referātam.
14. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2013”, Rīga, Latvija, 2013. gada 10.-12. aprīlis, “*Binocular and monocular visual search task*”, Reinvalde, A., Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., p. 166 – līdzautors stenda referātam.
15. AVA meeting at Manchester, 2013, Mančestera, Lielbritānija, 2013. gada 26. marts, “*Visual Search Task and Moving Peripheral Noise*”. Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G. p.369 – stenda referāts.
16. ERNI-HSF Science Meeting “Orienting of Attention: Neural Implementation, Underlying Mechanisms and Clinical Implications”. Tībingena, Vācija, 2012. gada 2.-3. novembris, “*Visual attention in dual-task with central and peripheral stimuli*”, Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M., p.51 – stenda referāts ar īsu tēmas mutisku prezentāciju.
17. European Conference on Visual Perception (ECVP), Algero, Itālija, 2012. gada 2.-6. septembris; “*A Study to Evaluate Peripheral Visual Perception*”, Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M., p.132 – stenda referāts.
18. 6th EOS Topical Meeting on Visual and Physiological Optics (EMVPO 2012), Dublina, Īrija, 2012. gada 20.-22. augusts, “*A Method to Evaluate Peripheral Visual Perception*”, Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M., pp.83-84 – stenda referāts.

19. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2012”, Rīga, Latvija, 2012. gada 12.-14. aprīlis, “*Development of a method to evaluate peripheral visual perception*”, Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M., pp. 70-71– mutiska prezentācija.

20. International Young Scientist Conference “Developments in Optics and Communications 2012”, Rīga, Latvija, 2012. gada 12.-14. aprīlis, “*Attention and working capability depending on peripheral visual stimuli*”, Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G. p.70 – līdzautors stenda referātam.

21. International Young Scientists Conference “Developments in Optics and Communications 2011”, Rīga, Latvija, 2011. gada, 28.-30. aprīlis, “*Characteristics of the Diffuse Defect Index*”, Timrote, I., Wild, J., Luraas, K., Krūmiņa, G., p.36 – mutiska prezentācija.

22. International Young Scientists Conference “Developments in Optics and Communications 2010”, Rīga, Latvija, 2010. gada 23.-25. aprīlis, “*Intraocular pressure measurements with different tonometry methods*”, Timrote, I., Krūmiņa, G., pp.33-34 – mutiska prezentācija.

## **Dalība vietējas nozīmes konferencēs un semināros**

1. Latvijas Universitātes 72. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2014.gada 14. februāris, “Meklēšanas uzdevums papīra un datorizētajā versijā skolas vecuma bērniem”, Timrote, I., Alberte, L., Jakovļeva, J., Fomins, S., Pladere, T., Krūmiņa, G., 5.-6.lpp. – mutiska prezentācija
2. Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2013.gada 15. februāris, “Mācīšanās efekts, veicot meklēšanas veida uzdevumu”, Timrote, I., Zirdziņa, M., Reinvalde, A., Pladere, T., Krūmiņa, G., 26.lpp. – mutiska prezentācija.
3. Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2013.gada 15. februāris, “Acu kustību novērtēšana meklēšanas veida uzdevumam pie atšķirīga perifērā trokšņa līmeņa”, Pladere, T., Timrote, I., Reinvalde, A., Krūmiņa, G., 16.lpp. – līdzautors mutiskai prezentācijai.
4. Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2013.gada 15. februāris, “Kustīga perifērā trokšņa ietekme uz meklēšanas veida uzdevumu”, Zirdziņa, M., Timrote, I., Fomins, S., Krūmiņa, G., 36.lpp. – līdzautors stenda referātam.
5. Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2013.gada 15. februāris, “Meklēšanas veida uzdevums monokulāros un binokulāros apstākļos”, Reinvalde, A., Timrote, I., Pladere, T., Krūmiņa, G., 38.lpp. – līdzautors stenda referātam.
6. Latvijas Universitātes 70. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2012.gada 10. februāris, “Perifēra un centrāla redzes stimula ietekme uz uzmanības un darba spēju novērtēšanas testa rezultātiem”, Timrote, I., Krūmiņa, G., Pladere, T., Skribe, M., 6.-7. lpp. – mutiska prezentācija.
7. Latvijas Universitātes 70. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2012.gada 10. februāris, “Uzmanība un darba spējas tuvumā atkarībā no stimula perifērijā”, Pladere, T., Timrote, I., Krūmiņa, G., 26.-27.lpp. – līdzautors mutiskai prezentācijai.
8. Latvijas Universitātes 70. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2012.gada 10. februāris, “Krāsainu stimulu uztvere perifērijā, veicot uzdevumu tuvumā”, Skribe, M., Timrote, I., Krūmiņa, G., 46.- 47.lpp. – līdzautors postera prezentācijai.
9. Latvijas Universitātes 70. zinātniskā konference, Rīga, Latvija, 2012.gada 12. februāris, “Pārskats par redzes funkciju skrīninga rezultātiem skolas vecuma bērniem”, Švede, A., Krokša, L., Caune, K., Kassaliete, E., Timrote, I., Krūmiņa, G. – līdzautors referātam.

10. Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference, Rīga, 2011. gada 18. februāris, "Difūzā defekta indeksa pielietojums perimetrijā", Timrote, I., Wild, J., Luraas, K., Krūmiņa, G., 20.-21.lpp. – mutiska prezentācija.

11. Latvijas Universitātes 68. zinātniskā konference, Rīga, 2010. gada 19.-20. februāris, "Acs iekšējā spiediena izmaiņas dienas laikā mērot ar dažādu metožu tonometriem", Timrote, I., Krūmiņa, G., 27.-28.lpp. – mutiska prezentācija.

## 2. Teorētiskais pamatojums

Vizuālā meklēšana ir ikdienā bieži izmantots process, piemēram, atslēgu vai telefona meklēšana, kontaktu meklēšana telefongrāmatā, automašīnas meklēšana autostāvvietā, zināmu dokumentu meklēšana uz darba galda un tā joprojām. Nereti paiet ilgs laika posms līdz atrodam meklēto, tādēļ jo īpaši mūsdienās zinātniekus interesē tas, kā redzētā informācija tiek apstrādāta un uztverta. Uzmanība ir atslēgas vārds procesam, kas skatīšanos pārvērš redzēšanā, savukārt redzes uztverei ir nozīmīga nebūtiskās informācijas neievērošana, ko nodrošina uzmanība, ļaujot pievērsties redzētajam un spēt to interpretēt (*Carrasco, 2011*).

Pēdējo divdesmit piecu gadu laikā ir pieaugusi interese par redzes uzmanību (*Carrasco, 2011*). Metanalīze parāda, ka no 1980. gada parādījusies interese par redzes uzmanību un pēc 2000. gada strauji pieaudzis zinātnisko publikāciju skaits, kas tematiski aptver redzes uzmanību, turklāt tieši pēdējo 15 gadu laikā palielinājusies interese par iespējamajiem redzes uzmanības radītājiem mehānismiem (*Carrasco, 2011*).

Uzmanības definīcija pēc *James* (1890) ir plaši izmantota arī mūsdienās, lai arī tā ir nedaudz abstrakta. Viņš skaidro, ka uzmanība ir process smadzeņu līmenī, kura būtību raksturo fokusēšana, koncentrēšanās un apziņa un, lai tiktu galā ar vienu uzdevumu, tā atņems no otras lietas. Savukārt, lai skaidrotu šos procesus smadzeņu līmenī, dažādi autori piedāvā dažādus skaidrojumus jeb modeļus, no kuriem zināmākie ir, piemēram, *Posner* (1980) un kolēģu piedāvātā izgaismošanas teorija, *Treisman & Gelade* (1980) pazīmju apvienošanas teorija, kā arī *Kosslyn* (1994) uzmanības logs.

Lai atrastu kvantitatīvu saistību starp fizikālu stimulu un tā uztveri organisma sensorās sistēmas līmenī, tika izveidota psihofizika, kuras pamatlicējs ir 19. gadsimtā dzīvojošais vācu fiziķis un filozofs *Gustav Theodor Fechner* (*Falmagne, 1985; Hawkins, 2011*). Lai izmērītu fizikālu stimulu uztveri, tika izveidotas vairākas psihofizikālās metodes, kas atšķiras ar stimulu demonstrēšanas veidu, kā arī atbilžu sniegšanas veida (*Frisby & Stone, 2010*). Psihofizikāla mērījuma laikā visbiežāk tiek mērīts vizuālais sliekšnis, kas var būt absolūts, atšķirību sliekšnis un pieauguma sliekšnis (*Corliss & Norton, 2002*). Psihofizikālie mērījumi var tikt veikti pēc konstanto stimulu metodes, ascendējošās vai descendējošās limitējošās metodes, “trepu” metodes, kā arī maināmās stimulu metodes (*Corliss & Norton, 2002*). Arī redzes funkcionālie izmeklējumi ir saistīti ar psihofizikālo metožu izmantošanu, kā redzes asuma noteikšana, refrakcijas noteikšana, kontrastjutības noteikšana un citi.



Lai cilvēks redzētu apkārt esošo informāciju, tai jāiziet cauri dažādām acs struktūrām, kā arī vizuālās apstrādes augstākiem līmeņiem un procesiem tajos. Sākotnēji informācija no apkārtējās vides nonāk acī, kur tā no fizikāla stimula tiek pārveidota neirālā impulsā. Šis nervu impulss tālāk virzās pa redzes ceļiem līdz pat primārajai redzes garozai. Process ir sarežģīts un ietver daudz dažādu mehānismu, taču sākot jau ar tīklenes fotoreceptoru slāni noris informācijas selektivitāte – novērojama informācijas sadalīšanās divās komponentēs – nūjiņās un vālītēs. Vālītes visvairāk ir koncentrētas redzes lauka centrālajā daļā (Rodieck, 1998), tādējādi uztverot informāciju par objekta detaļām un krāsu (Snell & Lemp, 1998). Savukārt nūjiņas novietotas tīklenes perifērijā un darbojas skotopiskos apstākļos (Rodieck, 1998), uztverot informāciju par objekta novietojumu telpā un kustību. Tīklenes fotoreceptoru slānī gaisma tiek pārvērsta neirālā signālā. Tālāk šis signāls caur bipolārajām šūnām nonāk tālāk uz ganglionārajām šūnām, kas veido redzes nervu (Kaplan, 2004). Ganglionāro šūnu slānis sastāv no vairākiem šūnu veidiem: *parasol*, *midget* un divslāņainām (*bistratified*) šūnām (Kaplan, 2004). Redzams, ka ganglionāro šūnu līmenī informācijas plūsmas sadalīšanās notikusi jau trīs komponentēs, salīdzinot ar tīklieni. Taču nav īsti skaidra mehānisma par to, kā īsti notiek šī sadalīšanās.

Pētījumi ar primātiem (Kaplan, 2004) rāda, ka *parasol* šūnas projicējas magnocelulārajos slāņos laterāli genikulārajā ķermenī (LGĶ), savukārt *midget* ganglionārās šūnas – parvocelulāros slāņos LGĶ. Šie divi galvenie slāņi veido M (magnocelulāro) un P (parvocelulāro) redzes ceļu. Atšķirīgās M un P plūsmas sākas jau ar pirmo sinapsi (Kaplan, 2004). Ja divslāņainās (*bistratified*) šūnas, kuras veido koniocelulāros (K) slāņus, uzrāda ierosinošu (*ON*) vai kavējošu (*OFF*) atbildi uz gaismu, P ceļu veidojošās *midget* šūnas veido mazus receptīvos laukus, šūnu izmēri ir mazi, raksturīga toniska atbilde uz gaismu, zema kontrastjutība skotopiskos apstākļos, pilnīga redzamās gaismas spektrālā selektivitāte (Kaplan, 2004). *Midget* šūnu blīvums ir lielāks nekā *parasol* šūnām, līdz ar to telpiskā izšķiršana P ceļā ir augstāka nekā M ceļā (Kaplan, 2004). Savukārt M ceļu veidojošās *parasol* šūnas veido lielus receptīvos laukus, šūnu izmēri ir lieli, augsta kontrastjutība skotopiskos apstākļos, kā arī daļēja spektrālā selektivitāte, bet par K plūsmu vēl ir daudz nenoskaidrotu jautājumu attiecībā uz gaismas selektivitāti (Kaplan, 2004). Tātad, P ceļu veidojošās šūnas ir atbildīgas par informācijas precizitāti, kas tiek izmantota sīku priekšmetu un detaļu saskatīšanai, kā tas ir, piemēram, lasot sīku tekstu (Stein, 2001). Stein (2001) uzskata – ja bērnam ir traucēta darbība P ceļos, ļoti iespējams, ka bērnam sagādā grūtības mācīties – ir sliktas sekmes vai lasīšana ir lēnāka nekā pārējiem vienaudžiem. Bieži vien šādas problēmas netiek pienācīgi izvērtētas, ļaujot redzes uztveres traucējumam palikt par šķērslī pilnvērtīgas mācību vielas apguvē. Savukārt M ceļu veidojošās šūnas satur informāciju, kas nāk no acs

perifērijas, līdz ar to nodrošina informāciju par kustību un perifēro redzi, kas ir nozīmīga stimula pamanīšanai (*Stein, 2001*). Ir zināms, ka P ceļu plūsmas veidojošās šūnas sasniedz pieauguša cilvēka šūnu lielumu pēc 12 mēnešiem, savukārt M ceļu veidojošās šūnas tikai pēc 24 mēnešiem sasniedz pieauguša cilvēka šūnu lielumu (*Parrish et al., 2005*). Taču tas nenorāda, ka minētie ceļi ir funkcionāli nobrieduši līdz divu gadu vecumam, jo neironu savienojumi turpina attīstīties (*Parrish et al., 2005*). Veicot psihofizikālo pētījumu, kur jāatpazīst noteiktas formas kustībā specifiskos apstākļos, *Parrish* ar kolēģiem (2005) ir novērojuši, ka šūnu funkcionālā nobriešana notiek līdz 7-8 gadu vecumam. M ceļu nobriešana notiek līdz 3-4 gadu vecumam vai pat 7-8 gadu vecumam, bet P ceļu nobriešana līdz 3-4 gadu vecumam vai pat 11-12 gadu vecumam atkarībā no psihofizikālā uzdevuma grūtības pakāpes (*Parrish et al., 2005*). Līdz ar to pirmajās klasēs būtu svarīgi atklāt iespējamus traucējumus M vai P ceļu plūsmā, lai vēlākais sākumskolas vecumā, kamēr nav notikusi šūnu nobriešana, palīdzētu bērnam uzlabot kādu no traucētajām redzes uztveres funkcijām. Ņemot vērā, ka M ceļu nobriešana notiek ātrāk salīdzinot ar P ceļu, īpaša uzmanība būtu jāpievērš M ceļu funkcionālai novērtēšanai.

Redzes uztvere rodas sarežģīta procesa rezultātā, kad notikusi informācijas interpretācija par redzēto pēc apstrādes sākot no acs līdz pat augstākiem vizuālās apstrādes līmeņiem. Redzes uztvere palīdz ignorēt nebūtisko informāciju un pievērsties būtiskākām redzamās informācijas daļām, kā arī analizēt to saturošo informāciju (*Carrasco, 2011*). Uzmanība ir selektīvs process, kas nepieciešams ierobežotās smadzeņu kapacitātes dēļ attiecībā uz redzes informācijas apstrādi (*Carrasco, 2011*). Tieši uzmanības dēļ varam selektīvi apstrādāt lielu informācijas apjomu, ignorējot konkrētu scēnas aspektu (*Carrasco, 2011*). Jāsaka, ka uzmanības procesos ir iesaistītas dažādas smadzeņu struktūras (*Posner, 1994*), kā rezultātā arī liels neirālais tīkls, ieskaitot vidussmadzeņu retikulāro formāciju, talāmu un asociatīvās, polimodālās sistēmas smadzeņu garozas parietālajā, temporālajā un frontālajā daļā (*Baranov-Krylov et al., 2009*). *Goodale & Milner (1992)*, kā arī *Goodale & Milner (2006)* norāda, ka parietālā (“kur”) sistēma ir saistāma ar telpisko uzmanību, kamēr temporālā (“kas”) – stimula formu. Dorsālā jeb “kur” sistēma ģenētiski veidojas ātrāk un nobriest ātrāk. Lai gan pirmajā dzīves gadā parādās dažādi uzmanības veidi (*Colombo, 2001*), uzmanības sistēma varētu pilnībā nobriest līdz 15 gadu vecumam (*Baranov-Krylov et al., 2009*). Kreisā smadzeņu puslode ir vairāk iesaistīta, pievēršot uzmanību lokālai informācijai, kas ir būtiska objektu atpazīšanā, bet labā smadzeņu puslode – globālu pazīmju pamanīšanā, kā orientēšanās apkārtējā telpā (*Robertson et al., 1988*). *Vadyasagar (1999)* norāda, ka traucējumi magnocelulārās informācijas plūsmā, kura sūta informāciju uz dorsālo, parietālo

smadzeņu garozu, var novest pie kognitīvo spēju traucējumiem, tai skaitā tiem, kas balstīti uz parvocelulārās informācijas plūsmu.

Viens no galvenajiem ceļiem (M vai P) var būt traucēts arī noteiktu saslīmšanu gadījumā (*Schwartz, 2004*), tādēļ abu ceļu neinvazīva novērtēšana varētu palīdzēt agrīnas diferenciāldiagnostikas uzstādīšanai. Pastāv ideja, ka magnocelulārā ceļa deficīts var radīt smagus uztveres traucējumus, atstājot ietekmi uz lasīšanu, piemēram, disleksijas gadījumā (*Legge et al., 2006*). Vairāki autori (*Primativo et al., 2013; Pagliuca et al., 2008*) ir norādījuši, ka vārdi, kuri ir bieži sastopami, tiek lasīti krietni ātrāk nekā vārdi, kuri ir reti sastopami. Ir arī norādes uz vārda krājuma ietekmi vārdu saukšanā, proti, reakcijas laiks augstas frekvences vārdiem ir zemāks salīdzinot ar zemas frekvences vārdiem (*Pagliuca et al., 2008*). Šī iemesla dēļ arī biežāk sastopamus burtus meklēšanas uzdevumā, iespējams, varētu ātrāk atpazīt un atrast. Savukārt vecums, kurā iemācās vārdus, varētu ietekmēt zema sastopamības biežuma vārdus, tādēļ nepieciešama to dziļāka apstrāde, bet vārdiem ar augstu sastopamības biežumu pietiek ar informāciju par vārdu pareizrakstību, tādēļ dziļāka apstrāde nav nepieciešama (*Burani et al., 2007*). Lai gan *Akutsu et al. (1991)* ir parādījuši, ka pāriet ilgs laiks līdz lasīšanas ātrums bērnam sasniedz pieauguša cilvēka ātrumu, *Legge et al. (2006)* ir pierādījuši, ka acu kustības var arī ierobežot lasīšanas ātrumu, piemēram, ja tiek izmantoti saīsinājumi, lasīšanas ātrums krietni uzlabojas.

Savukārt parvocelulārā ceļa deficīts novērojams autisma gadījumā. *Fujita et al. (2011)* norāda, ka cilvēki ar autismu (*autism spectrum disorder* jeb ASD) bieži vien labāk apstrādā sīkas detaļas, taču vājāk apstrādā informāciju par globālām struktūrām un kustību. Taču, veicot redzes izsaukto potenciālu mērīšanu, minētie autori nonāk pie slēdziena, ka tieši krāsu informācijas ceļ un nevis informācija par formu ir tā, kas traucēta autisma gadījumā.

Magnocelulārā un parvocelulārā ceļa spožuma kontrasta izšķirtspēja ir pētīta cilvēkiem ar ambliopiju, nosakot, ka caur šiem diviem kanāliem nākusī informācija par spožuma kontrasta izšķirtspēju netiek ietekmēta (*Zele et al., 2010*). Savukārt *Silva et al. (2005)* norāda par neatkarīgu parvocelulārā (sarkani-zaļā), koniocelulārā (zili-dzeltena) un magnocelulārā redzes ceļa iesaistīšanos Parkinsona slimības gadījumā.

*Yücel* un kolēģi (2003) ir veikuši izpēti par tīklenes ganglionāro šūnu zuduma ietekmi uz M, P un K ceļu LGĶ un primārajā redzes garozā glaukomas gadījumā, kas ir multifaktoriāla un sarežģīta acu slimība ar specifiskām un tai raksturīgām pazīmēm, kā redzes nerva bojājumi un redzes lauka zudumi, kā arī iespējams paaugstināts acs iekšējais spiediens (*Laganovska, 2008*). Acs iekšējais spiediens diennakts laikā mainās ne tikai pieaugušiem, bet

arī jauniešiem – no rīta acs iekšējais spiediens ir augstāks nekā tas ir vakarā vai pēcpusdienā (Timrote un Krūmiņa, 2010; Timrote & Krumina, 2010; Timrote 2009). *Yücel et al.* (2003) norāda, ka paaugstināts acs iekšējais spiediens bojā M ceļa šūnas, kas varētu radīt arī redzes uztveres traucējumus, kā lasīšanas grūtības, koncentrēšanās grūtības u.c. *Yücel et al.* (2003) novēro LGĶ deģeneratīvas izmaiņas M, P un K ceļos (būtisku neironu zudumu), cilvēkiem ar glaukomu tiek traucēta gan perifērā redzes uztvere, gan arī atsevišķas tuvuma funkcijas.

Redzes lauku iedala centrālajā un perifērajā daļā, kur centrālais redzes lauks veidojas 30° grādu rādiusā no fiksācijas punkta (*Ellenberger*, 1980). Savukārt pēc *Ahmed* (2001) anatomiski tīklenes centrālo daļu iedala trīs daļās (fovea centralis, parafovea (2,1 mm plats apgabals ap foveju) un perifovea (1,5 mm plats apgabals ap perifoveju)), bet perifēro – četrās – tuvo perifēriju (1,5 mm plats apgabals ap makulu), vidējo (3 mm plats apgabals), tālo perifēriju (9-10 mm plats apgabals temporāli un 16 mm – nazāli) un ora serrata (2 mm plats apgabals temporāli un 0,7 – nazāli)). Būtiski, ka redzes asums zīmīgi pazeminās jau 5° no fiksācijas punkta (*Wertheim*, 1894). *Shimozaki et al.* (2007) un *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalu, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija nosaka, ka centrālais redzes lauks aizņem 30° no fiksācijas punkta. Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no 2° līdz 30° tiks uzskatīts par tuvo perifēriju, bet aiz 30° robežas – par tālo perifēriju. Jāatzīmē, ka perimetrija ir tikai strukturāla redzes lauka izmeklēšanas metode, kas nosaka, vai redzes lauks ir atbilstošs normas robežām, vai arī ir novērojamas izmaiņas. Turklāt tā ir laikietilpīga procedūra un prasa lielu koncentrēšanos, kā arī atkārtotus mērījumus, tādēļ vienkāršākai datu interpretācijai tiek piedāvāti dažādi indeksi (Timrote, 2011; Timrote *et al.*, 2011), taču pat pieaugušajiem perimetrijas principi vēl nav pilnībā izstrādāti un rezultātu interpretācija nav viennozīmīga, tādēļ bērniem to veikt ir sarežģīti un laikietilpīgi. Turklāt ar perimetriju netiek noteikts, kāds ir radītais perifērās uztveres traucējums – kā klīniski atrastais redzes lauka izkritums vai bojājums ietekmē cilvēka perifēro uztveri. Šī iemesla dēļ perimetrija nesniedz informāciju par M vai P ceļu neirāliem traucējumiem un līdz ar to arī informāciju par perifērās redzes uztveres darbību. *Naili et al.* (2006) ir pētījuši, kā tiek uztverta krāsa pie lielām ekscentritātēm, apskatot krāsainu un melnbaltu objektu atpazīšanu un to krāsas nosaukšanu, kā arī kategorizāciju (ēdams/neēdams) cilvēkiem ar normālu redzes lauku, taču tikai krāsu kategorizācija tika pētīta cilvēkiem ar iedzimtu makulopātiju (*Stargardt's disease*). Savukārt *Schuhfried GmbH* no 2007. gada piedāvā instrumentu perifērās uztveres novērtēšanai autovadītājiem 15 minūšu laikā (*Schuhfried et al.*), kas ir salīdzinoši daudz, līdz ar to arī bērniem ir grūtības to pielietot. Jāmin, ka perifērā redzes uztvere ir svarīga ne tikai

autovadītājiem un skolas vecuma bērniem, bet arī pilotiem, progresīvo briļļu lēcu lietotājiem, apsargiem, sportistiem un citu profesiju pārstāvjiem, kuriem ir svarīgi uztvert pēc iespējas plašākā redzes laukā esošu informāciju.

Ir zināms, ka centrāla uzdevuma veikšanu ietekmē ne tikai deficīts M vai P ceļā, kā minēts iepriekš, bet arī redzes uzmanība. Lai noskaidrotu, cik lielā redzes lauka apgabalā informācija tiek uztverta bez galvas vai acu kustībām, tiek izmantots *Useful Field of View* tests. Testa būtība ir skata fiksēšana ekrāna centrā, kamēr perifērijā cirkulāri ap fiksācijas punktu parādās stimuli (*Dye & Bavelier, 2010*). No 1980. līdz 1990. gadam šis tests tika izmantots pētījumos, kas saistāmi ar vizuālās informācijas apstrādi un kognitīvo novecošanās procesu (*Edwards et al., 2005*), lai gan vēlākos gados ir pētīta arī vecuma, izglītības, redzes funkciju un veselības stāvokļa ietekme uz šī testa rezultātiem (*Edwards et al., 2006*). *Allahyari et al. (2007)* norāda, ka pēc *Useful Field of View* testa pildīšanas iespējams prognozēt autovadītāja iespējamo avāriju izraisīšanas risku. Ar šo testu, veicot pielāgošanu abu acu attēlu atdalīšanai, ir vērtēta arī dalītā uzmanība dubulta uzdevuma veikšanas gadījumā, perifēriju attiecinot kā reģionu līdz 30° ekscentriātei (*Rohaly & Karsh, 1997*). Izmantojot *Useful Field of View* test 7-22 gadus veciem dalībniekiem, parādīts, ka datorspēļu, kurās ir aktīva darbība, (*action games*) spēlētāji uzrāda labākus uzmanības uzdevumu pildīšanas rādītājus (*Dye & Bavelier, 2010*). Ir novēroti gadījumi, kad kā atbilde uz noteikta veida stresa izraisītāju un ir cieši saistīta ar redzes uzmanības faktoriem parādās tuneļveida redze jeb redzes uztveres sašaurināšanās (*Godnig, 2003*).

Izšķirtspēja fovejā ir augsta un samazinās virzienā uz perifēriju (*Eckstein, 2011*). No 1894. gada *Wertheim* pētījumiem ir zināms, ka izšķirtspēja strauji samazinās virzienā uz perifēriju – jau 5° no skata fiksācijas punkta tā ir aptuveni 0,4 (decimālajās vienībās). Arī receptīvo lauku izmērs palielinās virzienā uz perifēriju (*Freeman & Simoncelli, 2011*), līdz ar to, pieaugot tīklenes ekscentritātei, meklēšanas apgabalā esošie elementi būs atrodami mazāk precīzi un ilgāk (*Eckstein, 2011*). *Anstis (1998)* ir izveidojis arī fotogrāfiju, kura vizuāli parāda, cik skaidra izskatītos dabas ainava redzes izšķirtspējas dēļ – tikai centrālajā daļā tā ir skaidra, bet virzienā uz perifēriju paliek arvien miglaināka. Tieši mūsu redzes izšķirtspējas un receptīvo lauku dēļ arī ainava, kura izmainīta joprojām izskatās tikpat skaidra, kā neizmainītā fotogrāfija. Jānorāda, ka dažādi autori lieto vārdu “perifērija” pie atšķirīgas ekscentritātes, piemēram, *Leibowitz et al. (1972)* salīdzinot 10° un 80° ekscentritāti, *Naili et al. (2006)* – no 20° ekscentricitātes, bet *Carrasco et al. (2006)* 4° ekscentritāti pieņem kā parafoveālo, bet 9° kā perifēro apgabalu.

Jau 1975. gadā *Millodot et al.* ir vērtējuši, kā refrakcijas kļūdas koriģēšana perifērijā ietekmē redzes asumu. Viņi nonāca pie secinājuma, ka optiskā korekcija neuzlabo redzes asumu perifērijā, tātad redzes asumu ierobežo neurofizioloģiskā redzes ceļu uzbūve no tīklenes līdz pat smadzeņu garozai. Savukārt *Leibowitz et al.* (1972) norāda, ka refraktīvā kļūda perifērijā ietekmē arī kustības uztveres sliekšni – jo lielāka ekscentritāte (kopumā no 0 līdz 80 grādiem), jo lielāks kustības uztveres sliekšnis, taču, koriģējot redzes asumu perifērijā, kustības uztveres sliekšnis samazinās. *McKee & Nakayama* (1984) ir noskaidrojuši, ka kustības uztveršana perifērajā redzes laukā mainās plašās robežās – no viena grāda fovejas apgabalā līdz pat divdesmit grādiem 40° ekscentritātē. Pēc *Barfield et al.* (1989) kustības virziena noteikšanas precizitāte perifērijā lineāri samazinās līdz ar ekscentritāti vai proporcionāli nūjiņu skaita samazinājumam tīklenes perifērijā. Savukārt *Turatto et al.* (2007) ir parādījuši, ka uzmanība var izmainīt arī kustīgu objektu uztveri - uzmanībai pievērsts kustīgs objekts kustas šķietami ātrāk. Kustības uztveršanu perifērajā redzes laukā iespējams veikt arī, ja dalībnieka centrālais uzdevums ir saukt C burta atvēruma virzienu četros iespējamajos virzienos, kamēr labajā redzes lauka pusē uz balta ekrāna parādās kustīgs, melns punkts (*Monaco et al.*, 2007).

Redzes uzmanību vada *superior colliculus* (*Frisby & Stone*, 2010). Ja skata laukā parādās objekts, *superior colliculus* detektē tā klātbūtni, atrod tā lokalizāciju un tad vada acu kustības, lai jaunais objekts tiktu tieši aplūkots ar centrālo redzi un lai to pilnībā apstrādātu (*Frisby & Stone*, 2010). Pastāv trīs galvenie redzes uzmanības tipi: telpiskā uzmanība (slēptā un atklātā jeb *covert* un *overt*), uz pazīmi balstītā un uz objektu balstītā (*Carrasco*, 2011). Acu kustību modeļi raksturo *overt* uzmanību, savukārt uzmanības pārvietošana, kas izriet no acu kustībām – *covert* uzmanību (*Eckstein*, 2011). *Covert* vizuāli telpiskā uzmanība ir selektīva vizuālās informācijas apstrāde bez acu kustību iesaistīšanas (*Smith et al.*, 2012; *Grubb et al.*, 2014). Cilvēka veikts meklēšanas uzdevums ietver sevī uz acu kustību fiksācijām balstītu okulomotoro kontroli, apslēpto (*covert*) redzes uzmanību, izpratni par atšķirībām vizuālās informācijas apstrādē dažādos tīklenes apgabalos, temporālo informācijas apvienošanu līdz ar acu kustībām meklēšanas gaitā, scēnas kontūru atmiņu, kā arī stratēģiju izvēli (*Eckstein*, 2011).

Jautājums par to, kas vada acu kustības meklēšanas laikā, ir bijis aktuāls jau vairākus gadu desmitus, lai gan pastāv vienprātība par to, ka ierobežojošais faktors vairumā gadījumu ir cilvēka redzes sistēmas izšķirtspēja fovejā, kur ir augsta izšķirtspēja, kas samazinās virzienā uz perifēriju (*Eckstein*, 2011). Acu kustības vada informācija no tikko redzētā mērķa (*Findlay et al.*, 2001) un perifērās redzes ierobežojošo faktoru dēļ cilvēks ar acu un galvas kustībām

tiek motivēts virzīt foveju ar augstu izšķirtspēju uz interesējošo apgabalu vai scēnu, kurā izšķirtspēja nav tik augsta (Eckstein, 2011). Taču apgrūtināta scēnu segmentācijas veidošana, pūļa efekts, maskēšanas efekts un samazināts atpazīšanas sniegums oklūzijas dēļ var radīt redzes informācijas pārblīvēšanu (Rozenholtz et al., 2007). Normāli acu kustības ierobežo lasīšanu līdz 300 vārdiem minūtē, taču var lasīt arī neizmantojot sakādes (Legge et al., 2006) vai neizmantojot acu kustības - ja teksts ir acu priekšā un pietiekami mazs, nepieciešamas minimālas acu kustības vai arī bez tām var pilnībā iztikt, piemēram, mazi displeji telefonos, mikroviļņu krāsnīs, plaukstas datoros. Turklāt dažādu saslimšanu gadījumos (oftalmoplēģija, perifērā redzes lauka zudums) cilvēks var lasīt, ja tiek kustināta galva vai teksts tiek pārbīdīts (Legge et al., 2006).

Carrasco et al. (2006) ir pētījuši, vai *covert* uzmanība un informācijas precizitāte atšķiras pie dažādas ekscentritātes (ekscentritātes līdz 4° un līdz 9°) un atšķirīgas meklēšanas uzdevuma sarežģītības gadījumā (pazīmes vai pazīmju kopuma meklēšanā). Carrasco et al. (2006) norāda, ka *covert* uzmanība abu meklēšanas veidu gadījumā palielina izšķirtspēju un paātrina informācijas uzkrāšanu abās ekscentricitātēs. Montagna et al. (2009) norāda, ka ir divu veidu *covert* jeb slēptās uzmanības veidi, kurus eksperimentāli iespējams izdalīt – eksogēno jeb īslaicīgo komponenti un endogēno jeb ilgstošo komponenti. Eksogēno uzmanību rada stimula komponente, kas automātiski aktivizējas pēc pēkšņas stimula parādīšanās redzes laukā un tā efekts uztverē ir ātrs, īslaicīgs, maksimumu sasniedzot aptuveni 100-120 ms laikā, taču sarūk ātri apmēram līdz ar 250 ms. Jāmin, ka eksogēnā uzmanība neietekmē meklēšanas uzdevuma veikšanu cilvēkiem ar autismu (Grubb et al., 2013). Savukārt endogēno uzmanību vada priekšstatu komponente, kas prasa apzinātu piepūli un tiek aktivizēta krietni lēnāk. To ar gribas palīdzību var novietot konkrētā vietā redzes laukā apmēram 300-500 ms laikā un noturēt vairākas sekundes (Montagna et al., 2009). Pētot endogēnās uzmanības orientēšanos (pa labi vai pa kreisi) skolēniem, ir noteikts, ka spēja pievērsties sagaidāmiem notikumiem rodas starp 6 un 8 gadu vecumu, bet spēja nomākt uzmanības iegūšanu nenozīmīgu stimulu parādīšanās dēļ – starp 8 un 10 gadu vecumu (Leclercq & Sieroff, 2013). Ling & Carrasco (2006) skaidro, ka ilgstošā jeb endogēnā uzmanība atbilst tam, ko parasti domā ar uzmanību – pēc vēlēšanās mēs novērojam informāciju konkrētā vietā. Savukārt pārejošās (īslaicīgās) jeb eksogēnās uzmanības gadījumā uzmanība atbilst ātrai, netīšai uzmanības iegūšanai konkrētā vietā, kur parādījusies pēkšņa, ievērojama stimulācija. Eksogēnās un endogēnās uzmanības pētīšanai izmanto elektroencefalogrāfijas metodi (Jones & Forster, 2014).

Lai pētītu uzmanību, kas ir ikdienā bieži veikta aktivitāte, visbiežāk tiek izmantots meklēšanas uzdevums (*Eckstein, 2011*), lai gan meklēšanas uzdevumu izmanto arī, lai noteiktu, vai kādā smadzeņu rajonā ir bojājums (*Braun, 1994*), kā arī tā radītā smadzeņu bojājuma smaguma pakāpi (*Rorden & Karnath, 2010*). Veicot meklēšanu, tiek dotas norādes par to, kā tiek koordinētas dažādas funkcijas smadzeņu līmenī, tādēļ meklēšanas uzdevumi tiek izmantoti par pamatu dažādu redzes un kognitīvo funkciju pētīšanai, kā arī lai pētītu aktīvu redzi un kognīciju, kas sevī ietver telpisko redzi, uzmanību, okulomotoru kontroli un lēmumu pieņemšanu (*Eckstein, 2011*). Jaunākajos pētījumos uzmanība jau tiek skaidrota nevis kā efekts, bet cēlonis (*Krauzlis et al., 2014*).

*Palmer et al. (2011)* norāda, ka pētnieki cenšas izšķirt divu veidu meklēšanas uzdevuma modeļus – uzmanību ierobežojošo modeli, kas ietver neierobežotas ietilpības pirmsuzmanības posmu un ierobežotas ietilpības selektīvo uzmanības posmu, un troksni ierobežojošo modeli, kas ietver neierobežotas kapacitātes uztveres apstrādi ar lēmuma pieņemšanas procesu, ko ietekmē tikai pastāvīgs troksnis (*stochastic noise*). Līdz ar to mērķa meklēšana var izpausties divos veidos – sērijveidā un paralēli (*Treisman & Gelade, 1980*). Sērijveida (pazīmju kopuma) meklēšana prasa uzmanību un domājams, ka līdz mērķa atrašanai redzes scēnas apgabalu izgaismo uzmanība, turklāt, meklēšana būs ilgāka, ja mērķis būs jāatrod starp vairāk elementiem (*Treisman & Gelade, 1980*). Sērijveida atkarības spēku spēcīgi regulē uzmanība (*Fischer & Whitney, 2014*). Savukārt pazīmes meklēšana, kur mērķis izceļas starp apkārtējiem elementiem un meklēšana nav atkarīga no apkārt esošo elementu jeb distraktoru (uzmanības novērsēju) skaita (*Treisman & Gelade, 1980*). Pazīmju kopuma meklēšana vienmēr ir ilgāka par pazīmes meklēšanu (*Cheng et al., 2004*). To, ka vienos vizuālās meklēšanas uzdevumos precizitāte samazinās un atbildes laiks pieaug līdz ar papildus stimulu pievienošanu, bet citos šie parametri līdz ar rādīto stimulu skaita jeb *set size* palielināšanu nemainās, *Palmer et al. (2011)* skaidro tieši ar pirmsuzmanības un uzmanības posmiem vizuālajā informācijas apstrādē. Šie autori skaidro, ka uzdevuma pildīšana ir labāka uzmanību ierobežojošajā uzdevumā pretstatā troksni ierobežojošajam meklēšanas uzdevumam, kur, palielinoties *set size*, uzdevuma pildīšana paliek arvien grūtāka.

Viens no meklēšanas efektivitātes rādītājiem ir līkne, kas raksturo funkciju reakcijas laikam atkarībā no simbolu kopēja skaita meklēšanas uzdevumā (*Wolfe, 2001*). *Wolfe (2001)* ir norādījis, ka viena, esoša mērķa gadījumā atrašana ilgst 25 līdz 35 milisekundes uz vienu simbolu, bet aptuveni divas reizes ilgāks, ja mērķa meklēšanas uzdevumā nav. Tādējādi esoša mērķa meklēšana ir krietni efektīvāka nekā tad, ja mērķa elements nemaz neatrodas uzdevumā (*Wolfe, 2001*). Turklāt, viņš min, ka, ja iesaistītas arī acu kustības, meklēšana kļūst



mazāk efektīga. *Trick & Enns* (1998) savā pētījumā norādījuši – jo lielāks *display size*, jo ilgāks atbildes laiks. Turklāt, ja meklē elementu, kas no pārējiem atšķiras ar vienu pazīmi, kļūdu skaits nepārsniedz 5%, bet, ja jāmeklē elements, kas no distraktoriem atšķiras ar vairākām pazīmēm, kļūdu skaits vairumā gadījumu sasniedz 10% (*Trick & Enns*, 1998). Meklēšanas uzdevumā izmantojot lielas, vertikālas svītras atrašanu starp mazām vertikālām un horizontālām svītrām, kur ar heterohromā flikera fotometrijas palīdzību izveidoti izoluminanti (zaļi un sarkani) stimuli – svītras – un pierakstot reakcijas laiku, kā arī procentuāli pareizo atbilžu skaitu, kad mērķis bija atrodams un kad mērķa nebija starp meklēšanas stimuliem, visi dalībnieki meklēšanu veic ar 97% līdz 100% precizitāti (*Cheng et al.*, 2004). Tātad meklēšanas laikā kļūdīšanās nepārsniedza 3%. Reakcijas laiks katram no četriem pētījuma dalībniekiem bija atšķirīgs, bet kopumā bija no 0,5 līdz 2,5 sekundēm pazīmju kopuma meklēšanā un 0,4 līdz 0,8 sekundēm pazīmes meklēšanā gadījumā, ja mērķis bija atrodams (*Cheng et al.*, 2004). Jānorāda, ka lielāks kļūdaini atrasto elementu skaits liecina par inhibitoro procesu, kurus kontrolē priekšējās daivas (*frontal lobes*), trūkumu bērniem, bet lielāks neatrasto mērķu skaits – par selektīvās uzmanības, kuru kontrolē smadzeņu garozas parietālās un temporālās zonas, vājumu (*Baranov-Krylov et al.*, 2009).

Ir arī ar meklēšanas uzdevumu saistīti faktori, kas var ietekmēt meklēšanu. Tā, piemēram, jo zināmāks distraktors, jo lielākas asimetrijas novērojamas reakcijas laikā īsta mērķa un mērķa spoguļattēlā atrašanai (*Wolfe*, 2001). Meklēšanas uzdevuma nesimetriskums jeb asimetrija parādās arī tad, ja iepriekš meklētais mērķa simbols nākamajā uzdevumā veido distraktorus, bet iepriekšējā uzdevuma distraktori – mērķi (*Wolfe*, 2001). Taču asimetrijas var parādīties arī, ja viena veida stimulus ir vieglāk identificēt un klasificēt nekā citus, kā arī telpiskā novietojuma atšķirības dēļ (*Wolfe*, 2001). *Duncan* un *Humphreys* (1989) norāda, ka vienlaicīgi demonstrētu vairāku mērķu nonākšanai redzes īslaicīgajā atmiņā nepieciešamas atsevišķas struktūrvienības, lai gan no tā iespējams izvairīties, liekot skaitīt mērķus. Savukārt *Fischer & Whitney* (2014) ir novērtējuši iepriekš nezināmu redzēto stimulu ietekmi uz redzes uztveri, nosakot, ka uztveres orientācija sistemātiski tendēta līdz pat desmit sekunžu iepriekš redzēta stimula virzienā. *Bruce & Tsotsos* (2011) norāda, ka asimetrijas meklēšanā rodas kodēšanas dēļ redzes smadzeņu garozā.

Ir dažādi mehānismi smadzeņu līmenī, kas ļautu meklēšanu veikt efektīvāk – tie ietver zināšanas par mērķi, distraktoriem jeb uzmanības novērsējiem, mērķa objekta novietojuma iespējamību, no konteksta izrietošas norādes, scēnas saturu, saliences lomu, acu kustību plānošanu un tā joprojām (*Eckstein*, 2011). *Grubb et al.* (2014) norāda, ka vizuālās apstrādes ātrums un kvalitāte ir atkarīga gan no iekšējiem, gan ārējiem uzmanības darbošanās

stāvokļiem, lai gan ar apziņu ir iespējams samazināt traucējošus, nebūtiskus (*irrelevant*) notikumus perifērijā. Tādējādi fokusēta endogēnā uzmanība var mazināt ar uzdevumu nesaistītu eksogēnās uzmanības sākšanos (*Grubb et al., 2014*). *Carrasco et al. (2006)* parādījuši, ka uzmanības ietekmē informācijas apstrāde ir ātrāka perifēros nekā parafoveālos apgabalos, lai gan nav pilnībā skaidrs, kā tieši uzmanība paātrina apstrādes ātrumu.

Plastiskums ir veids, kā smadzenes pielāgo mūsu uztveri un uzvedību pašlaik notiekošām izmaiņām apkārtējā vidē (*Szpiro et al., 2014*) – ja treniņa laikā maina uzdevumu, tiek sekmēta redzes perceptuālā mācīšanās. Neirālo plasticitāti kā psihologu interesējošo uzvedības jeb *behavioral* fenomenu skaidrojumu apstiprina arī pētījumi neirozinātnē (*Nelson, 1999*).

*Müller & Krummenacher (2006)* norāda, ka atmiņas procesam nav būtiskas nozīmes vizuālajā meklēšanā, aizkavējot meklētāju no to apgabalu apskatīšanas, kuros jau mērķis ir meklēts, jo pat gadījumos, kad mērķis un distraktori atrodas neparedzamā kustībā, meklēšana joprojām ir efektīva. Savukārt atmiņai par scēnu ir būtiska nozīme meklēšanā, jo iepriekš distraktora pozīcijā esošu mērķi nevarēs tik ātri atklāt (*Müller & Krummenacher, 2006*). *Luck & Vogel (2013)* norāda, ka vidējā vizuālās atmiņas kapacitāte ir 2,5 vienības, turklāt, ja par stimuliem izmanto haotiski izvietotus krāsainus kvadrātus, pēc to grupēšanas pa 2-3 vienkāršāk pateikt, vai tie tika demonstrēti. *Johnson et al. (2013)* norāda, ka samazinātai darba atmiņas kapacitātei var būt būtiska nozīme vispārēju kognitīvo spēju pasliktināšanās gadījumā pacientiem ar šizofrēniju.

Savukārt *Salthouse (2000)* ir norādījis, ka individuālo apstrādes ātrumu nosaka seši dažādi lielumi – lēmuma pieņemšanas ātrums, uztveres ātrums, psihomotorais ātrums, reakcijas laiks, psihofizikālais ātrums un iekšējās atbildes izveidošanās laiks. Viņš skaidro, ka:

- lēmuma pieņemšanas ātrums tiek noteikts pēc atbildes sniegšanas laika vidējas sarežģītības pakāpes kognitīvajos testos. Ne katrs ir spējīgs atbildēt bez kļūdām laikā neierobežotā uzdevumā, tādēļ lēmuma pieņemšanas ātrumu ietekmē arī cilvēka kognitīvās spējas;
- uztveres ātrumu iegūst no atbildēšanas ātruma, kur vienkārša satura uzdevumu bez laika limita jebkurš cilvēks izpildītu pilnībā pareizi. To parasti izmanto drukātos testos, kuri jāpilda ar pildspalvu vai zīmuli. Uztveres ātruma uzdevums bieži ietver vienkāršu salīdzinājumu, meklēšanu un aizstāšanas procesu, kur testa rezultātu veido pareizi atrasto elementu skaits noteiktā laika posmā;

- psihomotoro ātrumu nosaka, atkārtoti veicot relatīvi vienkāršu uzdevumu, kurā nepieciešams nospiegt ar pirkstu, atzīmēt vai izkrāsot līnjas noteiktā vietā uz papīra
- reakcijas laiku izmanto visbiežāk, piemēram, izvēles reakcijas laiks ar redzes stimuliem un manuālu atbildi, nospiežot klaviatūras taustiņu;
- psihofizikālo ātrumu nosaka, piemēram, lēmuma pieņemšanas precizitātē, kur redzes vai dzirdes stimuluss tiek parādīts uz īsu brīdi;
- iekšējās atbildes izveidošanās laiku atspoguļo noteiktas komponentes latence ar rezultātu saistītā potenciālā (ERP).

Dažādu autoru izmantotie meklēšanas uzdevumi atšķiras, pirmkārt, pēc simbolu veida, kurus izmanto: ģeometriskas figūras (*Iles et al.*, 2000; *Rorden & Karnath*, 2010; *Nakayama & Martini*, 2011; *Palmer et al.*, 2011; *Quiroga et al.*, 2013; *Luck & Vogel*, 2013), burtus (*Wertheim et al.*, 2006; *Rorden & Karnath*, 2010; *Carlisle et al.* 2011; *Woodman et al.*, 2013), ciparus (*Iles et al.*, 2000; *Palmer et al.*, 2011), cilvēku sejas (*Ferneyhough et al.*, 2013). Otrkārt, atšķiras uzdevumu pildīšanas veids – jānospiež attiecīgs datora klaviatūras taustiņš atbilstoši uzdotajam jautājumam par redzēto mērķi (*Bravo & Nakayama*, 1992), jāuzspiež uz mērķa (*Quiroga et al.*, 2013), jāizsvītro visi mērķa simboli, kā *The Bells Test* vai *The Letter Cancellation Task* (*Rorden & Karnath*, 2010), vai jāsauc visi mērķa burti (*Monaco et al.*, 2007; *Orlansky et al.*, 2011). Arī meklējamo simbolu skaits var atšķirties. Lai gan pārsvarā gadījumu mērķis ir viens, tie var būt arī vairāki (*Quiroga et al.*, 2013; *Rorden & Karnath*, 2010). Atsevišķos gadījumos ir jāsauc visi rādītie simboli pēc iespējas īsākā laika posmā, kā tas ir gadījumā ar *Developmental Eye Movement Test* (*Orlansky et al.*, 2011).

Atšķirības var būt arī distraktoru izkārtojumā ap mērķa simbolu vai fiksācijas objektu. Distraktori var būt izkārtoti cirkulāri ap fiksācijas punktu (*Woodman et al.*, 2013), matricās (*Wertheim et al.*, 2006; *Quiroga et al.*, 2013), kolonnās (*Bravo & Nakayama*, 1992) vai haotiski (*Sireteanu & Rettenbach*, 1995; *Malinowski & Huebner*, 2001). *Allahyari et al.* (2007) savā darbā apskata dalīto uzmanību, kur stimuluss (ģeometriskā figūra) perifērijā parādās vienā no divdesmit četrām iespējamajām pozīcijām, kas izkārtotas apļveidā ap centrālo stimulu trīs dažādos attālumos no centra. *Bravo & Nakayama* (1992) kopējais stimulu rādīšanas laukums ir  $15,2^{\circ} \times 16,6^{\circ}$ , bet simbola izmērs  $0,8^{\circ} \times 1,0^{\circ}$ . Savukārt *Talgar et al.* (2004) savā petījumā ietver fiksācijas punktu, kuram apkārt esošie melnie punkti tiek izmantoti kā norādes, taču pats uzdevums sastāv no astoņiem burtiem  $9^{\circ}$  ekscentritātē, taču perifērie punkti  $12,5^{\circ}$  ekscentritātē. Līdzīgi *Palmer et al.* (2011) izmanto skata fiksāciju uz baltu,  $0,8^{\circ}$  lielu punktu, kamēr rādītie stimuli izkārtoti  $4,7^{\circ}$  lielos kvadrātos, kuri viens no otra atrodas vismaz

2° attālumā, ap fiksācijas punktu. Attālums starp katra kvadrāta centru un fiksācijas punkta centru bija 10° un stimuli tika demonstrēti uz pelēka fona.

Meklēšanas uzdevumos mērķis no distraktoriem var atšķirties arī ar krāsu, līniju slīpumu, liekumu vai atvēruma virzienu (*Cheal & Lyon, 1992*), kā arī simbolu acu fiksācijai un perifēro simbolu demonstrēšanas apstākļiem. Tā, piemēram, *Tibber et al. (2014)* rāda stimulus 15° diametrā, kuri tiek demonstrēti tumšā telpā, 51 cm attālumā. Bieži atšķiras fons, uz kāda tiek rādīts meklēšanas uzdevums, piemēram, *Wertheim et al. (2006)* vienā no pētījuma posmiem izmanto melnu burtu Q vai O matricas uz balta fona, taču *Sireteanu & Rettenbach (1995)* izmanto baltus simbolus uz melna fona, turklāt mērķis var būt pusaplis starp apliem, aplis ar pievienotu līniju starp apliem vai arī līnijas starp līnijām, kas savstarpēji atšķiras ar novietojumu. Ņemot vērā, ka ikdienā lielākā daļa cilvēku darbojas ar melnu tekstu uz balta fona, turklāt vairumā gadījumu tas ir teksts, kas izkārtots rindās, savā darbā esmu pievērsusi uzmanību tieši melniem butiem, kas izkārtoti rindās, uz balta fona.

Ar meklēšanas uzdevumu palīdzību ir iespējams prognozēt iespējamās lasīšanas grūtības (*Garzia et al., 1990*). *Steinman et al. (1997)* parāda, ka norādes, kuras tiek izmantotas, lai kairinātu M ceļu, pārsvarā piesaista uzmanību, turklāt uzmanība primāri tiek pievērsta spožuma kontrasta norādei. Šie autori pētījumā demonstrē punktu, kas kustas un tādēļ tiek uztverts kā horizontāla līnija. Interesanti, ka šie autori veic uzmanības indeksa aprēķinus, par pamatu izmantojot atšķirību ātrumā starp uzdevuma demonstrēšanu ar un bez norādes.

*Facoetti et al. (2000)* norāda uz grūtībām pārvietot uzmanību perifēras norādes dēļ, kā arī ilgstoši koncentrēt uzmanību. Vēlāki telpiskās uzmanības pētījumi pirmsskolas vecuma bērniem piecu gadu vecumā ir parādījuši, ka bērniem riska grupā būt ar disleksiju ir novērojami traucējumi gan ar visuālo telpisko uzmanību, gan dalīšanu zilbēs (*Facoetti et al., 2010*). Pretēji šiem apgalvojumiem, *Wright et al. (2012)* parāda, ka magnocelulārā jutība un vāja vizuālā telpiskā uzmanība nav savstarpēji atkarīgas. Saistībā ar reakcijas laiku uzdevumos cilvēkiem ar disleksiju *Skottun & Skoyles (2007)* atzīmē, ka atšķirības reakcijas laikā ir pārāk lielas, lai to saistītu ar magnocelulārās sistēmas darbību un gadījumos, kur stimulu kontrasts ir virs 10%, reakcijas laiks visticamāk atspoguļo parvocelulāro aktivitāti.

*Woodman et al. (2013)* ar Landolta C un kvadrātu izmantošanu parāda, ka darba atmiņas attēlojums ir spēcīgāks, ja tiek izmantots viens un tas pats mērķis pretstatā, ja mērķa izskats mainās katrā no mērījuma sesijām. Taču ar N burtu, kuri var būt arī spoguļattēlā un izkārtoti aplī vai haotiski pa visu laukumu, izmantošanu *Malinowski & Huebner (2001)*

parāda, ka ikdienā plaši nepielietotu elementu ir viegli pamanīt starp zināmiem elementiem. Ar meklēšanas uzdevuma palīdzību iespējams noskaidrot pāreju no darba atmiņas uz ilglaicīgo atmiņu, pierakstot ar notikumu saistītos potenciālus (ERP) (*Carlisle et al.*, 2011). Bet ar trīsdimensionālu figūru demonstrēšanu meklēšanas uzdevumu var padarīt par plašas kategorijas atpazīšanas uzdevumu tad, ja objektam ir pēc iespējas vairāk dimensiju (*Nakayama & Martini*, 2011). Ja to ir maz, tas drīzāk ir viegls meklēšanas uzdevums (*Nakayama & Martini*, 2011). Jānorāda, ka monokulāri veiktos uzdevumos vadošajai acij nav būtiskas funkcionālas nozīmes pretstatā vadošajai rokai (*Mapp et al.*, 2003). Savukārt stimula, kurš neizrāda salienci vai izrāda salienci ar atšķirīgu izmēru, kontrastu, krāsu piesātinājumu vai rakstu, meklēšana centrā, kamēr perifērijā (4,3° ekscentritātē) tiek demonstrētas dažāda veida figūras vai punkti, atšķiras (*Braun*, 1994).

Meklēšanas uzdevumiem pieejami dažādi uzlabojumi, kā *Quiroga et al.* (2013), kur izmantoti koku attēli. Šajā gadījumā jāmeklē vairāki mērķa attēli, bet atrastie attēli izdzīst pēc uzspiešanas uz tiem ar datorpeles palīdzību. Šeit attēli tika izkārtoti 24 simbolu matricā, kura visi laukumi nebija aizpildīti un meklējamais mērķa burts bija atsevišķi norādīts ekrāna labajā pusē, kur tas palika redzams visu uzdevuma pildīšanas laiku. Ar vienu no uzmanības testiem (*Developmental Eye Movement Test*) iespējams novērtēt sakādes, lai gan diagnozes noteikšanai vai sakāžu funkciju novērtēšanai laikā nepieciešama arī citu testu pielietošana (*Orlansky et al.*, 2011).

Papildus meklēšanas uzdevumā izmantotajiem simboliem autori izmanto arī troksni perifērijā. Tā, piemēram, *Uttal* (1969) savā pētījumā izmanto kustīgu, trīs veidu blīvuma troksnis perifērijā, kas sastāv no melniem punktiem. Lai gan centrālais uzdevums sastāv no burtiem, kurus veido melni punkti, rādīto stimulu būs grūtāk nosaukt/ atpazīt, ja troksnis atradīsies līdz 30° ekscentritātei attiecībā pret rādīto stimulu, savukārt aiz 30° ekscentritātes troksnis praktiski neietekmē centrālā stimula nosaukšanu (*Uttal*, 1969; *Uttal*, 1970). *Thompson et al.* (2007) norāda, ka perifērijā ir grūtības atšķirt stimulu no trokšņa, šajā gadījumā par perifēriju runājot līdz 10° ekscentritātei. Taču *Tibber et al.* (2014) secina, ka cilvēkiem ar migrēnu nav iespējams izslēgt vizuālo troksni.

Ir autori, kā *Wang et al.* (1999), kuri troksni izmanto ventrālās un dorsālās informācijas plūsmas pētīšanai, izmantojot gan statisku izkliedētu punktu lauku (*static random-dot field*), gan dinamisku izkliedētu punktu lauku (*dynamic random-dot field*) funkcionālajā magnētiskās rezonanses izmeklējumā (fMRI). Lai gan kustība tiek saistīta ar dorsālo sistēmu, *Wang et al.* (1999) pierāda, ka kustīgu formu uztverē ir iesaistīta gan ventrālā, gan dorsālā sistēma.

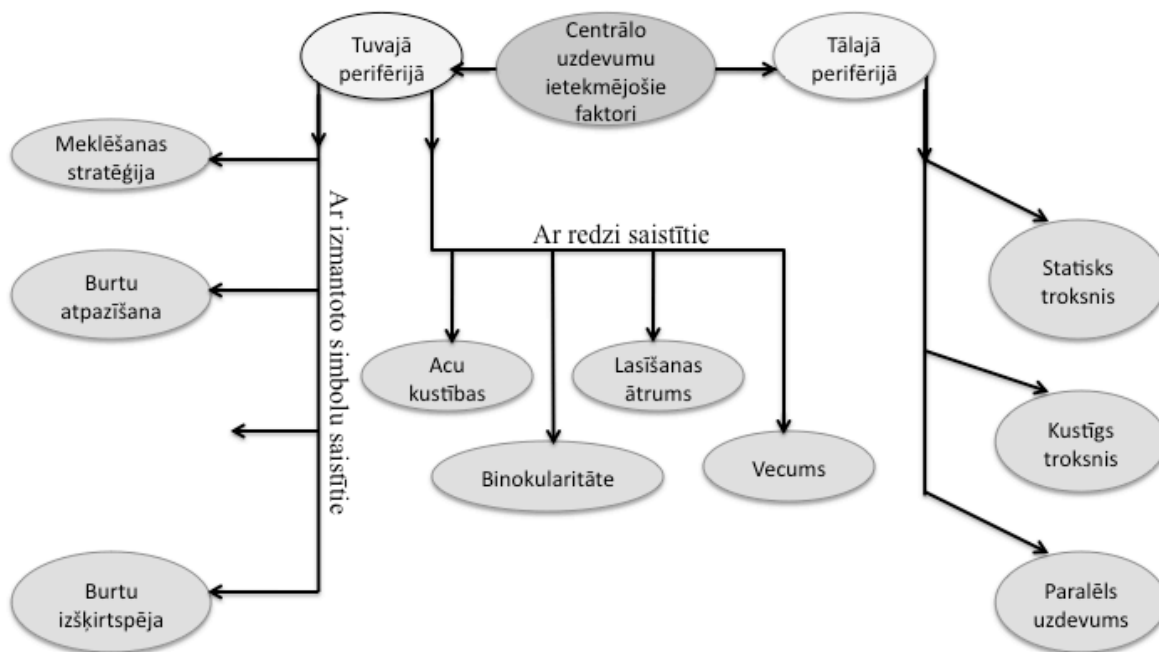
Plaši tiek izmantotas arī reālu ikdienas situāciju modelēšanas, īpaši autovadīšana. Tā, piemēram, *Crundall et al.* (2002) izmanto videomateriālus ar auto kustību pa autoceļu no autovadītāja skatupunkta, lai noskaidrotu perifēru stimulu pamanīšanu. Viņi parāda, ka aiz 7° ekscentritātes stimulu uztvere perifērijā strauji samazinās salīdzinot ar stimuliem, kuri parādās pie mazākas ekscentritātes. Būtiski, ka pieredzējušu autovadītāju uzmanība šajā gadījumā palīdz pievērsties riskantām situācijām ātrāk nekā nepieredzējušiem autovadītājiem.

Perifērā redze ir būtiska arī sportistiem, tādēļ plaši tiek pētītas sportistu redzes īpatnības un priekšrocības attiecībā pret cilvēkiem, kuri ar konkrēto sporta veidu nenodarbojas. *Ando et al.* (2001) parāda, ka futbolisti ātrāk atbild uz vizuālu stimulu perifērijā un centrā nekā cilvēki, kas nav sportisti. Centrālais stimuls šajā gadījumā tika demonstrēts fiksācijas punktā, 10° tika attiecināti kā tuvā perifērija, bet 30° – kā tālā perifērija. Līdzīgi *Zwierko* (2007) parāda, ka redzes funkcijas, kas saistītas ar perifēro redzes lauku, sportistiem – rokasbumbas spēlētājiem – un tiem, kuri nav sportisti, neatšķiras, lai gan sportisti ātrāk reaģē uz stimulu, kas parādās perifērajā redzes laukā. Šajā gadījumā perifērā redzes uztvere tika novērtēta, izmantojot austriešu ražotāja *Schuhfried* izveidoto *Vienna Test System*.

Ja psihofizikālie pētījumi raksturo uzmanības sistēmas efektu uz uztveri, neiropsiholoģiskie pētījumi ļāvuši noskaidrot, kurā uzmanības apstrādes posmā samazinās neirālā atbilde, taču pētījumi ar neirālu attēlu izmantošanu ļāvuši novērtēt smadzeņu aktivitāti konkrēta uzdevuma laikā, bet acu kustību pieraksta tehnoloģiju attīstība ļāvusi novērtēt acu kustības uztveres un uzmanības uzdevumu veikšanas laikā, savukārt matemātisku modeļu izmantošana ļāvusi apskatīt psihofizikālas atradnes, neiropsiholoģiskos procesus, iespējamus procesus smadzeņu līmenī, kā arī uzmanību veidojošos redzes uztveres efektus (*Carrasco*, 2011). Līdz ar to uzmanību ir mēģināts skaidrot arī ar saliences (*saliency*) modeļi, kas norāda gan uz *covert* uzmanības, gan acu kustību virzību uz apgabalu, kas vizuāli izrāda salienci jeb izcelšanos. Sākotnējais *Itti & Koch* (2000), kā arī *Nakayama & Martini* (2011) piedāvātā saliences modeļa rezultāts bija pazīmes (*feature*) kontrasta kartes, kuras pēc tam tika izmantotas acu kustību secības noteikšanai – apgabals ar lielāku salienci tiks apskatīts ātrāk. Savukārt *Reynolds & Heeger* (2009) piedāvā matemātisku modeļi, lai skaidrotu uzmanības radītās neironu atbildes redzes garozā, bet *Haji-Abolhassani & Clark* (2013) piedāvā varbūtību modeļus, lai noskaidrotu, kam tiek pievērstā uzmanība meklēšanas uzdevuma laikā. Skaidrojumi ietver gan saliences kartes, gan iespējamo acu kustību trajektoriju meklēšanas uzdevuma laikā.

### 3. Pētījums

No optometrista pieredzes ir zināms, ka daži pacienti sūdzas par spēju kvalitatīvi strādāt, jo traucējoša ir apkārt esošā informācija. Lai gan ar viņu redzes optisko kvalitāti un redzes funkcijām viss ir kārtībā, iespējams, problēmas cēlonis jāmeklē redzes informācijas apstrādes ceļos. Ir zināms, ka no acs nākošā neirālā informācija smadzeņu līmenī tiek apstrādāta pa diviem galvenajiem ceļiem. Viens no tiem (P) satur informāciju par sīku detaļu saskatīšanu, tā veidojošās šūnas veido mazus receptīvos laukus, šūnu izmēri ir mazi, raksturīga toniska atbilde uz gaismu, zema kontrastjutība skotopiskos apstākļos, kā arī pilnīga redzamās gaismas spektrālā selektivitāte, ko realizē centrālā redze, savukārt otrs (M) – informāciju no perifērās redzes, kas ir būtiska kustības uztveršanai, tā veidojošās šūnas veido lielus receptīvos laukus, šūnu izmēri ir lieli, augsta kontrastjutība skotopiskos apstākļos, kā arī daļēja spektrālā selektivitāte (Stein, 2001; Kaplan, 2004). Lai novērtētu, kā apkārt esošā informācija ietekmē centrālā uzdevuma veikšanu, pētījumā tika izmantots atšķirīgs informācijas veids perifērijā. Tas bija statisks un kustīgs troksnis tālajā perifērijā, paralēls uzdevums tālajā perifērijā, kā arī atšķirīgs centrālā uzdevuma veids. Pētījuma veikšanas shēma redzama 1. attēlā.



1. attēls. Pētījuma veikšanas shēma.

### 3.1. Centrālā uzdevuma ietekmējošie faktori tālajā perifērijā (Pētījums I)

Šī pētījuma daļa ir veikta ar mērķi noteikt, kā centrāla uzdevuma veikšanu ietekmē dažāda blīvuma statisks troksnis, kā arī kustīgs troksnis tālajā perifērijā. Lai to noteiktu, centrālais uzdevums bija meklēšanas uzdevums, kuram vērtēja mērķa simbola atrašanas laiku un precizitāti atkarībā no tā, kāds trokšņa veids tālajā perifērijā tika izmantots.

#### 3.1.1 Statisks troksnis un binokularitāte

Lai noskaidrotu iespējamo binokularitātes lomu meklēšanas uzdevumā, šis uzdevums tika veikts gan binokulāri, gan monokulāri.

##### 3.1.1.1 Dalībnieki

Pētījumā piedalījās 8 sievietes vecumā no 21 līdz 26 gadiem (vidēji 21,9 gadi). Četri dalībnieki uzdevumu pildīja ar optisko korekciju (trīs ar vidējas pakāpes miopiju, viens ar augstas pakāpes miopiju, trim dalībniekiem bija mazas pakāpes hipermetropija (+0,5D līdz +0,75D), bet viens dalībnieks bija ar emetropiju. Visiem dalībniekiem redzes asums tuvumā bija vismaz 1,0 (decimālajās vienībās). Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem.

##### 3.1.1.2 Metodes

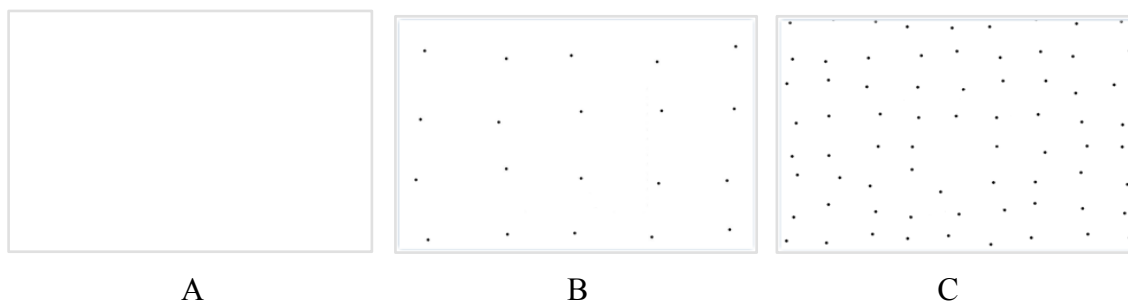
Šajā pētījuma posmā ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins un Ieva Timrote izveidoja datorprogrammu, kura ģenerēja centrālo uzdevumu, kas sastāvēja no 100 burtu matricas (skat. 2. attēlu). Šīs matricas leņķiskais izmērs bija 24,7° gan pa horizontāli, gan pa vertikāli un tā sastāvēja no latīņu burtiem ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti, kur viena burta platums bija 0,7°±10,2°, bet augstums – 1,3°. Minētās burtu matricas tika projicētas ar *Viewsonic PJ678 LCD* projektoru uz 89,7° gara un 64,9° plata projektora ekrāna telpā, kurā bija konstants apgaismojums 797±22 lx (mērīts ar *Conica Minolta T-10M* luksometru).

E	G	P	J	H	W	H	X	T	K
J	K	J	P	E	K	D	Y	G	B
Y	G	L	W	X	M	W	O	K	U
W	U	T	T	L	S	O	E	H	L
Y	L	T	H	B	V	O	V	U	T
B	W	Y	G	H	I	F	F	D	P
L	H	U	H	Y	J	T	U	P	I
B	D	H	K	K	V	B	W	F	B
V	F	F	M	P	P	C	X	J	I
G	H	B	U	L	H	J	D	S	F

2. attēls. Meklēšanas uzdevuma piemērs 100 burtu matricai.



Papildus centrālajam uzdevumam tika mainīts informācijas veids tālajā perifērijā (skat. 3. attēlu) – ekrāns bija balts (bez trokšņa), ar 0,01% jeb definētu kā mazu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 17° platu un 12° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 2100×2975 px laukumu) vai ar 0,03% jeb definētu kā lielu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 9° platu un 6° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 1050×1575 px laukumu) tālajā perifērijā. Katra trokšņa lielumam izmantotā melnā, pildītā punkta lielums uz projekcijas ekrāna bija 0,4°. No redzes speciālista viedokļa visaugstākais redzes asums iespējams fovejā – centrālajos 2° (*Wertheim*, 1894). Redzi šajā apgabalā ikdienā pārbauda, lai iegūtu informāciju par redzes stāvokli un piemērotu atbilstošu redzes korekciju. *Shimozaki et al.*(2007), *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalu, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija nosaka, ka centrālais redzes lauks veidojas 30° rādiusā no fiksācijas punkta (*Ellenberger*, 1980). Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no 2° līdz 30° tiks uzskatīts par tuvu perifēriju, bet aiz 30° robežas – par tālo perifēriju.



**3. attēls. Meklēšanas uzdevumam izmantotais fons tālajā perifērijā – bez trokšņa (A), ar mazu troksni (B) un ar lielu troksni (C).**

Katram pētījuma dalībniekam pirms uzdevuma sākšanas tika izmērītas forijas tuvumā ar *Madox* testu, kā arī noteikta vadošā acs ar Milesa testu. Meklēšanas uzdevumu katrs veica monokulāri un binokulāri ar piecu minūšu pārtraukumu starp tiem. Meklēšanas uzdevums monokulāros apstākļos tika veikts ar vadošo aci. Katram dalībniekam tika veikta adaptācija monokulāriem apstākļiem, piecas minūtes iepriekš uzliekot filca oklūderu.

Pētījuma dalībnieki sēdēja 60 cm no projekcijas ekrāna un viņu uzdevums bija iegaumēt pirmo burtu augšējās rindas kreisajā pusē un izskaitīt, cik tādu burtu kopā ir atrodami burtu matricā. Kad pētījuma dalībnieks bija gatavs sākt uzdevumu, uz datora klaviatūras bija jānospiež taustiņš “z”, bet, kad tas pēc dalībnieka domām bija pabeigts, jānospiež poga “z” divas reizes. Datorprogrammā tika pierakstīts uzdevuma sākuma un beigu laiks, bet pētījuma dalībnieka atbildes tika pierakstītas atsevišķā protokolā.

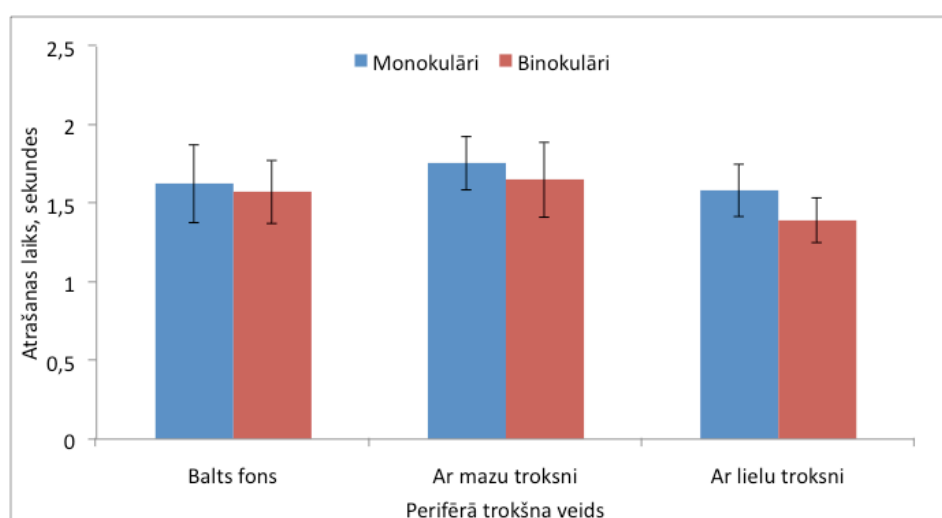
Atrodamo burtu skaits datorprogrammas algoritma dēļ mainījās atkarībā no uzdevuma un bija no 4 līdz 13, tādēļ atrašanas laiks tika aprēķināts pēc sekojošas formulas:

$$\text{Atrašanas laiks} = \frac{\text{Uzdevuma pildīšanas kopējais laiks}}{\text{Atrasto burtu skaits}} \quad (1)$$

Katrs dalībnieks meklēšanas uzdevumu veica deviņas reizes gan binokulāros apstākļos, gan monokulāros apstākļos, trīs reizes randomizēti ar katru no perifērā trokšņa veidiem. Tālāka datu apstrāde un analīze tika veikta ar *MS Office Excel 2003*.

### 3.1.1.3 Rezultāti

Pētījuma rezultāti parāda, ka uzdevumu veicot bez trokšņa tālajā perifērijā, starp atrašanas laiku monokulāri un binokulāri ar 95% ticamību nenovēro būtisku atšķirību ( $F(1,46)=4,03$ ;  $p=0,05$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*). Uzdevums ar mazu troksni tālajā perifērijā binokulāri tiek veikts ātrāk nekā monokulāri ( $F(1,46)=5,30$ ;  $p=0,03$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*), arī uzdevumu veicot ar lielu troksni tālajā perifērijā ( $F(1,46)=6,73$ ;  $p=0,01$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) (skat. 4. attēlu). Kopumā vidējais viena burta atrašanas laiks monokulāri ir no 1,5 līdz 1,7, bet binokulāri – no 1,4 līdz 1,6 sekundēm.



4. attēls. Vidējais atrašanas laiks un standartnovirze monokulāros un binokulāros apstākļos bez perifērā trokšņa, ar mazu perifēro troksni un ar lielu perifēro troksni.

Atrašanas laiks kopumā ir individuāls faktors, ko nenosaka trokšņa lielums tālajā perifērijā ( $F(47,97) = 3,88$ ;  $p \ll 0,001$ , ANOVA: *Two-factor with replication*) ne monokulāros, ne binokulāros apstākļos. (Reinvalde, 2013). Tas izpildās visu tālās perifērijas trokšņu gadījumā, turklāt, jo lielāks troksnis, jo izteiktāka atšķirība starp atrašanas laiku.

Turpretim, ja apskata meklēšanas uzdevuma veikšanas precizitāti, tā ir būtiski labāka monokulāros apstākļos ( $F(1,23) = 4,82$ ;  $p < 0,001$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) (Reinvalde, 2013). Lai gan katrs pētījuma dalībnieks ir vismaz reizi kļūdījies monokulāra un binokulāra meklēšanas uzdevuma laikā, būtiski vairāk kļūdu novēro tikai, salīdzinot meklēšanu ar mazu troksni tālajā perifērijā un bez trokšņa ( $F(1,7) = 4,14$ ;  $p = 0,04$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*).

Ja aplūko binokulārās funkcijas, dalībnieks meklēšanu binokulāri varētu veikt ilgāk nekā monokulāri lielas forijas gadījumā, kā arī anizotropijas gadījumā. Taču tas izpildās tikai diviem no astoņiem pētījuma dalībniekiem, tādēļ foriju lielums un anizotropija būtu jāņem vērā individuālas datu analīzes gadījumā, ja iegūtie rezultāti būtiski atšķiras no kopējām rezultātu tendencēm.

### **3.1.2 Paralēls uzdevums ar melnām figūrām**

Iepriekš tika noskaidrots, ka binokulāri veikts meklēšanas uzdevums ir ar lielāku efektivitāti, tādēļ turpmākās pētījuma daļas tika veiktas binokulāros apstākļos. Tāpat tika noskaidrots, ka centrāla uzdevuma veikšanas ātrumu un precizitāti ietekmē troksnis tālajā perifērijā. Lai izprastu, vai to rada arī paralēls uzdevums tālajā perifērijā, tika izveidota programma, kur papildus troksnim tālajā perifērijā meklēšanas uzdevuma laikā parādījās arī figūras tālajā perifērijā. Šo figūru uzdevums bija sadalīt uzmanību un novērst daļu tās no centrālā uzdevuma. Jāmin, ka pētījuma dalībnieks ir motivēts vairāk uzmanības pievērst uzdevumam, kas viņam šķiet interesantāks.

#### **3.1.2.1 Dalībnieki**

Šajā pētījuma daļā brīvprātīgi piedalījās pieci dalībnieki (vecumā no 20 līdz 23 gadiem), no kuriem 1 vīrietis. Diviem pētījuma dalībniekiem bija emetropija, diviem pirmās pakāpes miopija, vienam pirmās pakāpes hipermetropija.

Visi dalībnieki tika iekļauti atbilstoši Helsinku deklarācijas nosacījumiem. Katram dalībniekam redzes asums tuvumā bija vismaz 1,0 (decimālajās vienībās).

#### **3.1.2.2 Metodes**

Ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins, Ieva Timrote un Tatjana Pladere izveidoja datorprogrammu, kura ģenerēja centrālo uzdevumu – 100 burtu matricu ( $24,7^\circ$  horizontāli un vertikāli), kuras pamatā bija latīņu burti ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti, kur viena burta platums bija  $0,7^\circ \pm 10,2^\circ$ , bet garums  $1,3^\circ$ . Burtu matricas tika projicētas ar *Viewsonic PJ678 LCD* projektoru uz  $89,7^\circ$  gara un  $64,9^\circ$  plata projektorā ekrāna telpā, kurā bija konstants apgaismojums  $797 \pm 22$  lx (mērīts ar *Conica Minolta T-10M*

luksometru). Tālajā perifērijā ap centrālo uzdevumu tika mainīts informācijas veids tālajā perifērijā – ekrāns bija balts (bez trokšņa), ar 0,01% troksni jeb definētu kā mazu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 17° platu un 12° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 2100×2975 px laukumu) vai ar 0,03% jeb definētu kā lielu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 9° platu un 6° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 1050×1575 px laukumu) tālajā perifērijā, kur katra trokšņa lielumam izmantotā melnā, pildītā punkta lielums uz projekcijas ekrāna bija 0,4°. No redzes speciālista viedokļa visaugstākais redzes asums iespējams fovejā – centrālajos 2° (*Wertheim*, 1894). Redzi šajā apgabalā ikdienā pārbauda, lai iegūtu informāciju par redzes stāvokli un piemērotu atbilstošu redzes korekciju. *Shimozaki et al.*(2007), *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalu, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija nosaka, ka centrālais redzes lauks veidojas 30° rādiusā no fiksācijas punkta (*Ellenberger*, 1980). Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no 2° līdz 30° tiks uzskatīts par tuvu perifēriju, bet aiz 30° robežas – par tālo perifēriju.

Lai centrālo uzdevumu padarītu nedaudz sarežģītāku, divas reizes katra meklēšanas uzdevuma laikā 44,1°±2,4° attālumā no projektora ekrāna centra (trešās un sestās sekundes laikā pēc uzdevuma sākšanas) uz 500 ms parādījās melna, pildīta figūra – kvadrāts un aplis (vienā reizē parādījās tikai viena no figūrām). Šo figūru rādīšanai tika izmantota limitējošā psihofizikālā metode, kur figūras tika demonstrētas ascendējoši, sākot ar 0,5° diametrā. Kopumā figūrām bija septiņi dažādi izmēri (skat. 1. tabulu). Katrs no perifērās figūras izmēriem tika demonstrēts desmit reizes pēc kārtas.

### 1. tabula

**Perifēro, melno figūru noteiktais izmērs centimetros un tā aprēķinātais izmērs leņķiskajās mērvienībās.**

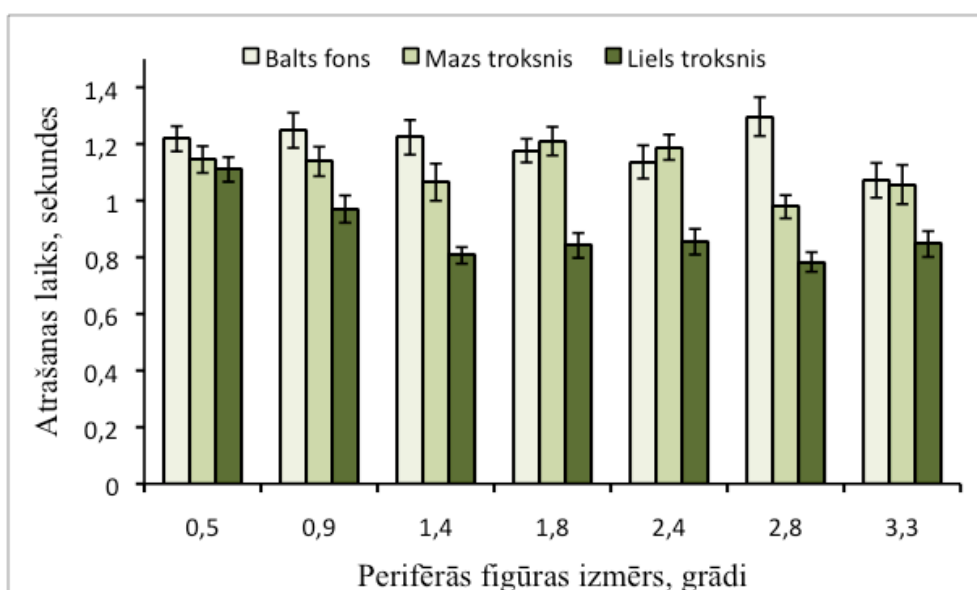
Stimula izmērs, cm	1,0	1,9	2,9	3,8	4,9	5,9	6,8
Stimula izmērs, leņķiskās vienības	0,5°	0,9°	1,4°	1,8°	2,4°	2,8°	3,3°
Stimula izmērs, loka minūtes	30"	54"	84"	108"	144"	168"	198"

Katrs pētījuma dalībnieks sēdēja 60 cm attālumā no projekcijas ekrāna un viņu uzdevums bija iegaumēt pirmo burtu augšējās rindas kreisajā pusē un izskaitīt, cik tādu burtu kopā ir atrodami burtu matricā. Kad pētījuma dalībnieks bija gatavs sākt uzdevumu, uz datora klaviatūras bija jānospiež taustiņš “z”, bet, kad tas pēc dalībnieka domām bija

pabeigts – divas reizes. Pēc tam dalībniekam bija jāpaziņo, cik mērķa burti tika saskaitīti. Atrodamo burtu skaits datorprogrammas algoritma dēļ mainījās atkarībā no uzdevuma un bija no 8 līdz 11, tādēļ atrašanas laiks tika rēķināts pēc formulas (1), kur uzdevuma pildīšanas kopējais laiks tiek dalīts ar atrasto burtu skaitu. Papildus burtu skaitam bija jānorāda, vai tika pamanīta figūra perifērijā un kāda bija tās forma. Iegūtie dati tika apstrādāti un analizēti ar datorprogrammu *MS Office Excel 2003*.

### 3.1.2.3 Rezultāti

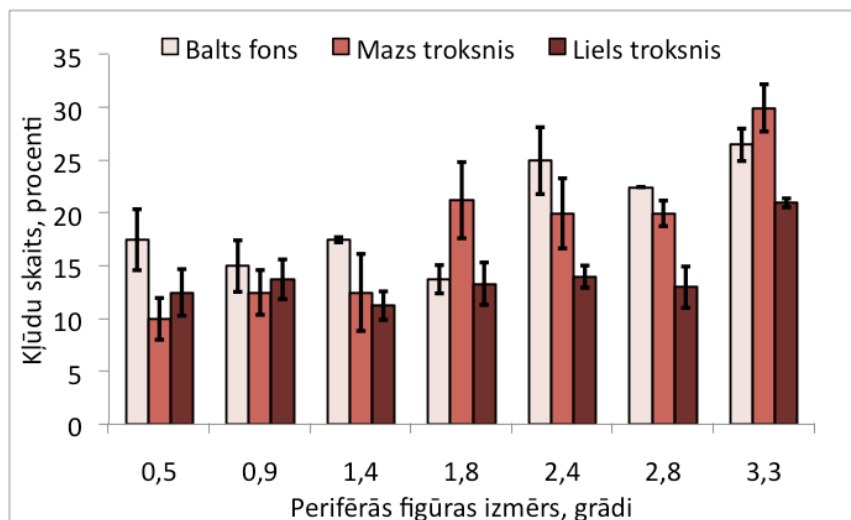
Ja meklēšanas uzdevuma laikā tālajā perifērijā parādās melnas, pildītas figūras, vidējo atrašanas laiku viena burta atrašanai, kā jau sagaidāms, ietekmē trokšņa izmantošana tālajā perifērijā (skat. 5. attēlu). Atrašanas laiks būtiski samazinās līdz ar trokšņa parādīšanos tālajā perifērijā ( $F(2,20) = 17,12$ ;  $p < 0,01$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) (Pladere, 2012; Pladere *et al.*, 2012; Timrote *et al.*, 2012b). Pie visiem perifēro figūru izmēriem, izņemot 1,8° un 2,4°, meklēšanas uzdevums ar mazu troksni tālajā perifērijā tiek veikts ātrāk nekā gadījumā bez trokšņa, savukārt ilgāk nekā gadījumā ar lielu troksni tālajā perifērijā. Atrašanas laiks liela perifērā trokšņa gadījumā vienmēr ir īsāks salīdzinot ar pārējiem perifērā trokšņa veidiem.



**5. attēls. Vidējais atrašanas laiks un standartklūda meklēšanas uzdevumam bez trokšņa perifērijā, ar mazu troksni un ar lielu troksni atkarībā no perifērā stimula izmēra.**

Taču, novērtējot pētījuma dalībnieku uzmanību pēc tā, cik daudz kļūdu pieļauts, atklājas, ka kļūdu skaitu būtiski ietekmē perifērās figūras izmērs ( $F(6,15) =$ ;  $p = 0,005$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) – jo lielāks perifērās figūras izmērs, jo vairāk kļūdu (skat. 6. attēlu). Turklāt pētījuma dalībnieki meklēšanu veic precīzāk apstākļos ar

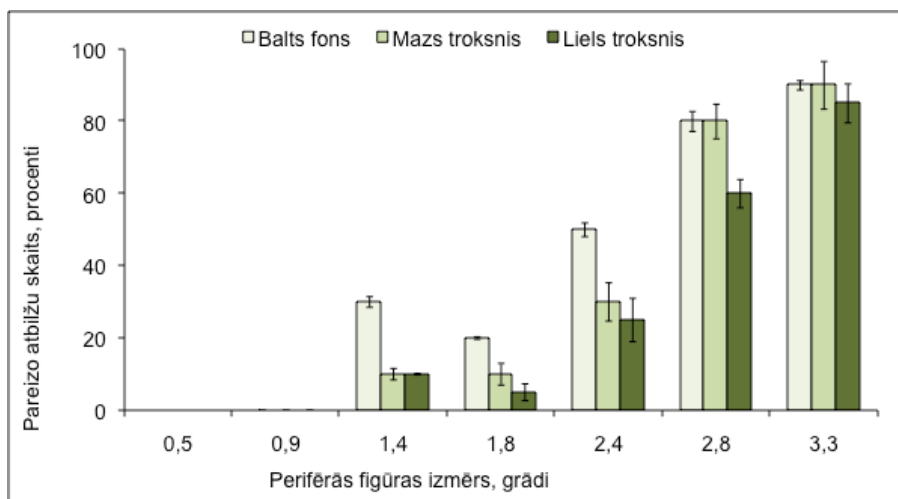
lielu troksni tālajā perifērijā ( $F(2,19) = 5,27$ ;  $p=0,002$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*).



**6. attēls. Vidējais kļūdu skaits procentos standartklūda meklēšanas uzdevumam bez trokšņa perifērijā, ar mazu troksni un ar lielu troksni atkarībā no perifērā stimula izmēra.**

Trijiem no pieciem pētījuma dalībniekiem tiek novērots būtiski vairāk kļūdu, veicot centrālo uzdevumu ar atšķirīgu troksni tālajā perifērijā un dažādiem perifēro figūru izmēriem (Pladere *et al.*, 2012). Pie tam, pastāv cieša korelācija (*Pearson* korelācijas koeficients  $r = 0,97$ ,  $p \ll 0,001$ , *two-tailed*,  $n = 122$ ) starp centrālā uzdevuma kļūdainu izpildīšanu un perifērās figūras formas noteikšanu, norādot uz dalīto uzmanību kā faktoru samazinātai centrālā uzdevuma izpildīšanas precizitātei.

Lai gan pētījuma dalībnieki meklēšanu ar lielu troksni veic ātrāk, tajā pat laikā ir grūtāk izšķirt perifērā stimula formu. Lai gan perifērās figūras forma tiek atšķirta retāk, ja meklēšanas laikā ir arī perifērais troksnis, diviem no pieciem pētījuma dalībniekiem troksnis tālajā perifērijā ietekmē perifērās figūras formas atšķiršanu ( $F(6,12) = 3,69$ ;  $p \ll 0,056$ , ANOVA: *Two way without replication*). Taču ir zināms, ka perifērās figūras izmērs tālajā perifērijā būtiski ietekmē tā formas noteikšanu katram no pētījuma dalībniekiem ( $F(6,12) = 111,5$ ;  $p \ll 0,001$ , ANOVA: *Two way without replication*) (skat. 7. attēlu).



**7. attēls. Pareizo atbilžu daudzums un standartkļūda perifērā stimula formas atšķiršanai katram no stimula izmēriem.**

Kopumā ņemot, vairāk kļūdu perifērā stimula formas atšķiršanai parādās, ja centrālais uzdevums tiek pildīts ar lielu troksni perifērijā. Lai gan perifērā stimula formu  $0,5^\circ$  lielam stimula izmēram neviens no pētījuma dalībniekiem nevar pateikt, minētā izmēra stimulu vismaz 39% gadījumu pamana gan bez trokšņa perifērijā, gan ar mazu un lielu statistisku troksni. Līdz ar perifērā stimula formas palielināšanos pieaug arī tā pamanīšanas biežums. Pētījuma dalībnieks sāk atšķirt perifērā stimula formu, kad tas ir vismaz  $0,9^\circ$  liels (Pladere *et al.*, 2012). Iespējams, perifērā trokšņa maskēšanas efekta ietekmē daļai dalībnieku ir grūtāk noteikt perifērā stimula formu atkarībā no perifērā trokšņa. Taču visnozīmīgākais faktors visiem dalībniekiem ir redzes asums perifērijā, kas perifērās figūras novietojumam  $44^\circ$  ekcentritātē atbilst redzes asumam 0,05 (decimālajās vienībās) (Wertheim, 1894). Tas savukārt atbilst  $0,9^\circ$  perifērā stimula izmēram, tādēļ mazāka izmēra stimuls nav saskatāms redzes asuma dēļ. Tas, ka daļa dalībnieku šāda izmēra stimulu pamana, būtu skaidrojams ar kustības pamanīšanu, jo perifērā figūra parādījās uz 500 milisekundēm.

Ja centrālais uzdevums ir burtu meklēšana matricā, jāņem vērā, ka perifērā figūra ne vienmēr atradās  $44^\circ$  ekcentritātē, jo pats meklēšanas uzdevums ekrāna centrā aizņēma  $24,7^\circ$ . Lai izslēgtu iespējamo acu kustību ietekmi perifērā stimula pamanīšanā, formas izšķiršanā un krāsas noteikšanā, tika veikts nākamais pētījuma posms.

### 3.1.3 Paralēls uzdevums ar krāsainām figūrām

#### 3.1.3.1 Dalībnieki

Šajā pētījuma daļā piedalījās piecas sievietes vecumā no 21 līdz 22 gadiem, no kurām divas bija bez korekcijas, bet trīs ar pastāvīgo optisko korekcijas līdzekli. Katram

dalībniekam redzes asums tuvumā bija vismaz 1,0 (decimālajās vienībās). Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem.

### 3.1.3.2 *Metodes*

Lai noskaidrotu, vai vienkāršāka centrālā uzdevuma veikšanu arī apgrūtinā figūru parādīšanās tālajā perifērijā, centrālais uzdevums bija saukt burtus uz balta fona tuvajā un tālajā perifērijā. Šie burti projektorā ekrāna centrā mainījās ik sekundi, turklāt datorprogramma ģenerētā, jauktā secībā. Pētījumam ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins, Ieva Timrote un Māra Skribe izveidoja datorprogrammu. Burti, kuru izmērs bija  $3,0 \times 2,0$  cm jeb  $2,9^\circ \times 1,9^\circ$  leņķiskajās mērvienībās, tika izvēlēti pēc ISO (*Organization for Standardization*) balstīta latīņu alfabēta, kas sastāv no sekojošiem burtiem: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Burts W netika rādīts tā ilgākas nosaukšanas dēļ.

Katrs pētījuma dalībnieks bija apsēdināts 60 cm attālumā no projekcijas ekrāna, tā lai centrālais uzdevums atrastos acu līmenī. Katra dalībnieka uzdevums bija saukt katru no burtiem, kuru krāsa bija melna, spožums  $57,8 \text{ cd/m}^2$ , bet baltā fona spožums  $119 \text{ cd/m}^2$ . Tikmēr 2,5 sekundes pēc pirmā burta parādīšanās jeb centrālā uzdevuma sākuma 51 cm attālumā jeb  $40,4^\circ$  attālumā pa labi vai pa kreisi no burta (tālajā perifērijā) uz 0,5 sekundēm parādījās figūra tālajā perifērijā. Tā bija pildīts aplis, kvadrāts vai trīsstūris sarkanā, zilā vai zaļā krāsā ar izmēru no 0,5 līdz 4,5 cm ar soli 0,5 cm (skat. 2. tabulu). Jāatzīmē, ka perifērās figūras bija izveidotas ar vienādu spožumu ( $61,5 \text{ cd/m}^2$ ), mērīts ar *Conica Minolta CS100A*, lai izvairītos no iespējamās nūjiņu darbības, kā rezultātā informācija, ko satur magnocelulārā plūsma, nevarētu izmainīt rezultātus.



## 2. tabula

**Perifēro, krāsaino figūru noteiktais izmērs centimetros un tā aprēķinātais lielums leņķiskajās mērvienībās.**

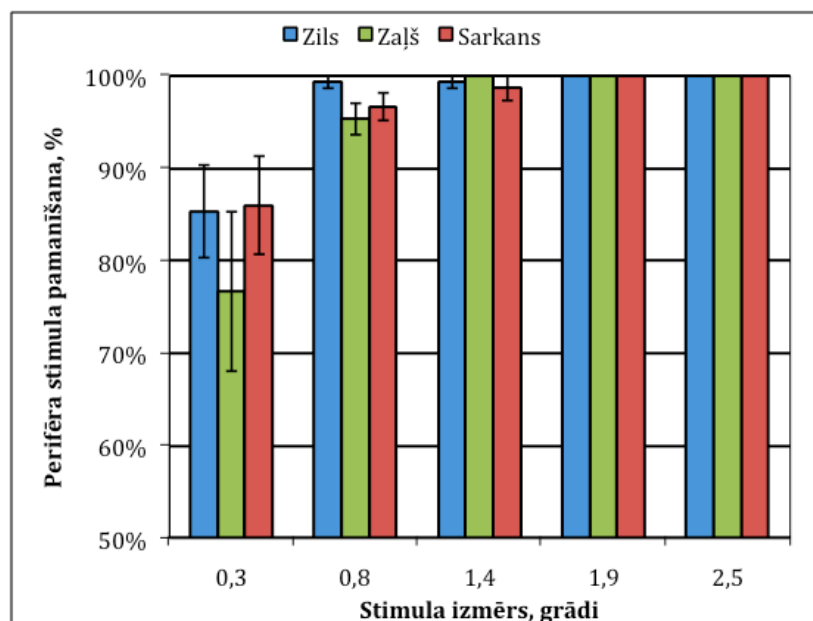
Stimula izmērs, cm	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Stimula izmērs, leņķiskās mērvienības	0,3°	0,8°	1,4°	1,9°	2,5°
Stimula izmērs, loka minūtes	18"	48"	84"	114"	150"

Pēc limitējošās psihofizikālas metodes ascendējošā principa viena mērījuma posma ietvaros parādījās visu trīs perifēro figūru veidi, bet vienā un tajā pašā krāsā, kā arī izmērā. Kopumā katrs figūras izmērs un krāsa tika parādīta desmit reizes. Ja kāda no figūrām perifērijā tika pamanīta ekrāna labajā pusē, pētījuma dalībniekam bija jānospiež taustiņš “m” uz datora klaviatūras, bet, ja kreisajā, tad ”z”. Tas, vai poga nospiesta virzienā, kurā atradās perifērā figūra, kā arī reakcijas laiks perifērā stimula pamanīšanai, tika ierakstīts datorprogrammā. Par to, kāda perifērā stimula forma un krāsa bija redzama, dalībniekam bija jāpaziņo katra uzdevuma posma beigās.

Telpā, kurā veica eksperimentu, bija konstants apgaismojums  $797 \pm 22$  lx (mērīts ar *Conica Minolta T-10M* luksometru). Savukārt datu tālākai apstrādei un analīzei tika izmantotas programmas *MS Office Excel 2003* un *Origin Pro 7.0*.

### 3.1.3.3 Rezultāti

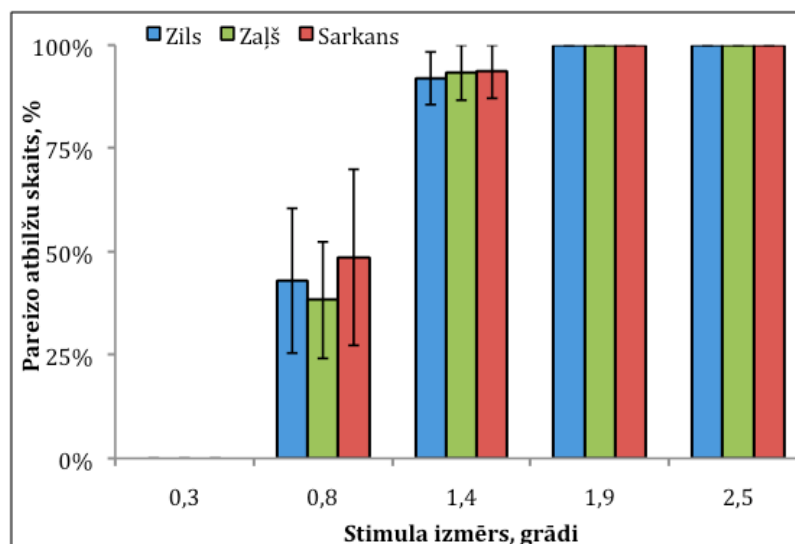
Ja centrālais uzdevums ir salīdzinoši vienkāršāks un nav nepieciešams iesaistīt acu kustības, proti, ir jāsauc burti, kas ekrāna centrā mainās ik sekundi, turklāt bez perifērā trokšņa jeb uz balta fona, krāsainu stimulu pamanīšana perifērijā atšķiras no melnu stimulu atšķiršanas perifērijā. Ja melnu perifēro figūru dalībnieks vienmēr pamanīja, arī pie  $0,5^\circ$  liela izmēra, tad –  $0,3^\circ$  lielu krāsainu perifēro figūru pamana ap 80% gadījumu (skat. 8. attēlu). Ja krāsainu figūru pamanīšanu salīdzina ar melnu figūru pamanīšanu, kur  $0,5^\circ$  lielu perifēro figūru bez trokšņa pamana aptuveni 90% gadījumu, taču ar mazu troksni – nedaudz vairāk par 50%, bet ar lielu troksni – mazāk par 40% gadījumu.



**8. attēls. Visu pētījuma dalībnieku vidējais perifērā stimula pamanīšanas procentuālais daudzums un standartklūda.**

Savukārt laiku, kas nepieciešams perifērā stimula pamanīšanai, būtiski ietekmē perifērā stimula krāsa ( $F(2,133) = 4,88; p=0,009$ , ANOVA: *Two-factor with replication*) un izmērs ( $F(4,131) = 3,88; p=0,005$ , ANOVA: *Two-factor with replication*) (Skribe, 2012). Kad perifērā stimula izmērs ir  $1,9^\circ$ , visas trīs krāsas stimuli tiek pamanīti 100%.

Apskatot krāsainu figūru formas atšķiršanu, jāsaprot, ka nevienā no gadījumiem to nav iespējams izdarīt, ja figūra ir  $0,3^\circ$  liela, jo to nosaka atbilstošais redzes asums perifērijā. Savukārt ja perifērais stimul ir vismaz  $0,8^\circ$  liels, tā formu zilai, zaļai un arī sarkanai krāsai atšķir apmēram 40% gadījumu (skat. 9. attēlu), bet pie  $1,9^\circ$  liela perifērā stimula formu vienmēr var atšķirt (Skribe, 2012). Tas apliecina, ka redzes asums perifērijā ir noteicošais faktors perifērā stimula formas atšķiršanai. Datu statistiskā analīze nosaka, ka formas atšķiršanu ietekmē figūras izmērs ( $F(4,71) = 82,88; p << 0,001$ , ANOVA: *Two-factor with replication*).



**9. attēls. Visu pētījuma dalībnieku vidējais pareizo atbilžu skaits procentos sarkana, zila un zaļa stimula formas atšķiršanai un standartklūdas.**

Savukārt perifērā stimula krāsas atšķiršanā iesaistās arī citi procesi, kā vāļišu novietojums tīklenē, jo līdz ar spēju noteikt perifērās figūras formu 100% gadījumu dalībnieki pareizi atbild, ka redzētais stimuls bijis zilā krāsā, bet zaļai un sarkanai krāsai krāsas atšķiršana notiek pakāpeniski, attiecīgi no 6% un 21% pie 0,8° liela perifērā izmēra (Skribe, 2012). Tādēļ līdz ar stimula izmēra palielināšanos būtiski pieaug pētījuma dalībnieku spēja atšķirt stimula krāsu ( $F(8,67) = 4,59; p < 0,01$ , ANOVA: *Two-Factor With Replication*). Tas attiecināms gan uz zilu, gan sarkanu, kā arī zaļu krāsu. Jāsaka, ka zaļu krāsu vienmēr ir grūtāk noteikt nekā sarkanu, taču zilu visvienkāršāk.

Kas attiecas uz burtu saukšanu uzdevuma laikā, netika novērota tendence kļūdīties centrālā uzdevuma veikšanā perifēro stimulu ietekmes rezultātā. Lai gan katram pētījuma dalībniekam bija jāsadala uzmanība gan ekrāna centrā notiekošajai burtu maiņai, gan stimuliem perifērijā, nebija redzamas ietekmes attiecībā uz centrālo uzdevumu.

### **3.1.4 Kustīgs troksnis tālajā perifērijā**

Iepriekš tika noskaidrots, ka statisks troksnis ietekmē centrālo uzdevuma veikšanu. Lai noskaidrotu, kā kustība tālajā perifērijā ietekmē uzdevuma veikšanu centrā, papildus meklēšanas uzdevumam centrā tika izmantots gan liels (statisks), gan kustīgs troksnis tālajā perifērijā, kā arī gadījums bez trokšņa.

#### **3.1.4.1 Dalībnieki**

Pētījumā brīvprātīgi piedalījās 6 sievietes vecumā no 21 līdz 24 gadiem (vidēji 22,5 gadi), no kurām trijām bija emetropija, vienai 1. pakāpes miopija, divām 1. pakāpes

hipermetropija. Redzes asums tuvumā ar korekciju, ja bija nepieciešama, bija vismaz 1,0 (decimālajās vienībās). Visi dalībnieki bija bez acu vai vispārējām organisma saslimšanām. Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem.

### 3.1.4.2 *Metodes*

Pētījumam ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins un Ieva Timrote izveidoja datorprogrammu, kura ģenerēja centrālo uzdevumu – 100 latīņu burtu matricu meklēšanas uzdevumam, kur katrs burts bija ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti, kur viena burta platums bija  $0,7^{\circ} \pm 10,2^{\circ}$ , bet garums  $1,3^{\circ}$ . Netika izmantoti burti Q, X, Y un W.

Katrs meklēšanas uzdevums aizņēma  $24,7^{\circ}$  uz projekcijas ekrāna. To pēc nejaušības principa (randomizēti) izveidoja datorprogramma, bet ar *Viewsonic PJ678 LCD* projektoru tas tika projicēts uz  $89,7^{\circ}$  gara un  $64,9^{\circ}$  plata projekcijas ekrāna. Telpā, kurā veica eksperimentu, bija konstants apgaismojums  $797 \pm 22$  lx (mērīts ar *Conica Minolta T-10M* luksometru).

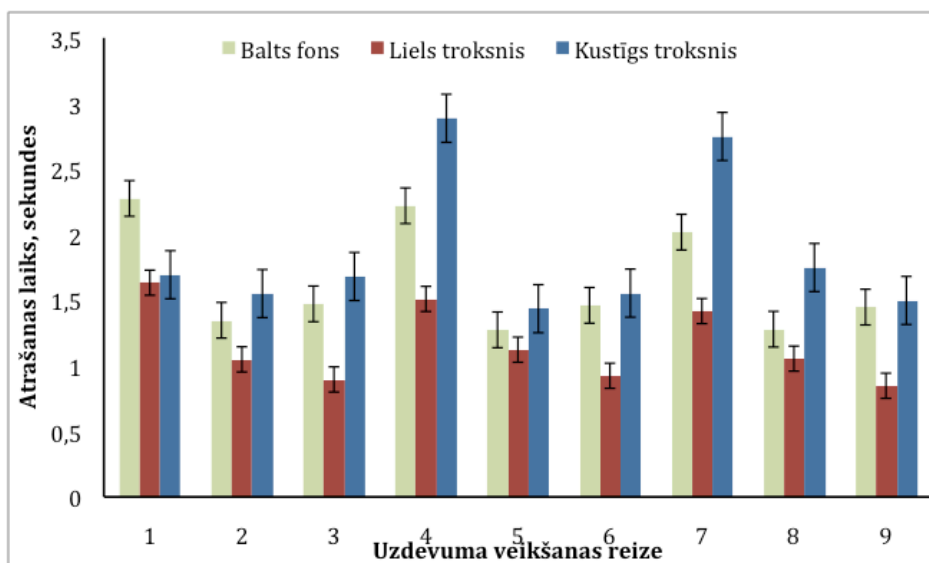
No redzes speciālista viedokļa visaugstākais redzes asums iespējams fovejā – centrālajos  $2^{\circ}$  (*Wertheim*, 1894). Redzi šajā apgabalā ikdienā pārbauda, lai iegūtu informāciju par redzes stāvokli un piemērotu atbilstošu redzes korekciju. *Shimozaki et al.* (2007), *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalu, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija nosaka, ka centrālais redzes lauks veidojas  $30^{\circ}$  rādiusā no fiksācijas punkta (*Ellenberger*, 1980). Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no  $2^{\circ}$  līdz  $30^{\circ}$  tiks uzskatīts par tuvu perifēriju, bet aiz  $30^{\circ}$  robežas – par tālo perifēriju. Tālajā perifērijā ap centrālo uzdevumu tika mainīts informācijas veids tālajā perifērijā – ekrāns bija balts (bez trokšņa), ar 0,03% jeb definētu kā lielu troksni (viens melns, pildīts punkts uz  $9^{\circ}$  platu un  $6^{\circ}$  garu laukumu jeb 70 px punkts uz  $1050 \times 1575$  px laukumu) vai ar kustīgu troksni (100 melni, haotiskā kustībā esoši punkti jeb 0,03% punktots ekrāns) tālajā perifērijā, kur katra trokšņa lielumam izmantotā melnā, pildītā punkta lielums uz projekcijas ekrāna bija  $0,4^{\circ}$ . Katru no perifērā trokšņa veidiem tālajā perifērijā 9 reizes rādīja jauktā secībā, līdz ar to meklēšanas uzdevumu katrs no dalībniekiem kopumā pildīja 27 reizes.

Pētījuma dalībnieki sēdēja 60 cm no projekcijas ekrāna un viņu uzdevums bija iegaumēt pirmo burtu, kas atrodas burtu matricas kreisajā, augšējā stūrī un izskaitīt, cik tādu burtu, ieskaitot iegaumēto, atrodas burtu matricā. Skaitāmo burtu veids randomizēti mainījās un variēja no 2 līdz 12, tādēļ atrašanas laiks tika rēķināts pēc formulas (1), kur uzdevuma pildīšanas kopējais laiks tiek dalīts ar atrasto burtu skaitu. Kad uzdevums tika sākts, vienu reizi tika nospriests “z” uz datora klaviatūras taustiņa, bet uzdevumu beidzot – divas reizes.

Datorprogrammā tika pierakstīts uzdevuma sākuma un beigu laiks, bet pētījuma dalībnieka atbildes tika pierakstītas atsevišķā protokolā. Tālākai datu apstrādei un analīzei tika izmantota datorprogramma *MS Office Excel 2003*, ar kuras palīdzību tika analizēts uzdevumam nepieciešamais laiks un pareizo atbilžu skaits.

### 3.1.4.3 Rezultāti

Ja aplūko atrašanas laiku viena burta atrašanai meklēšanas uzdevumā ar atšķirīgu perifērā trokšņa līmeni (skat. 10. attēlu), starp tiem novērojama statistiski būtiska atšķirība ( $F(2,107) = 16,35, p << 0,01$ , ANOVA: *Two-factor with replication*) (Zirdziņa, 2013; Timrote *et al.*, 2013a). Tā ir novērojama apstākļos bez trokšņa un ar lielu (statisku) troksni ( $F(1,71) = 22,29, p << 0,01$ ), starp lielu (statisku) un kustīgu troksni ( $F(1,71) = 26,09, p << 0,01$ ), kā arī bez trokšņa un ar kustīgu troksni ( $F(1,71) = 5,43, p < 0,05$ ). Ja salīdzina ar gadījumu bez trokšņa, liels (statisks) troksnis, kā bija sagaidāms, uzlabo meklēšanu, kā rezultātā atrašanas laiks samazinās. Taču kustīgs troksnis tieši pretēji – palielina atrašanas laiku (Zirdziņa, 2013; Timrote *et al.*, 2013a).



10. attēls. Vidējais atrašanas laiks un standartklūda četriem pētījuma dalībniekiem, randomizēti veicot meklēšanas uzdevumu bez trokšņa, ar statisku, lielu troksni un ar kustīgu troksni deviņas reizes pēc kārtas.

Lai gan kļūdīšanās apjoms meklēšanas uzdevumā bez trokšņa tālajā perifērijā ir lielāks, nav novērojama būtiska saistība starp trokšņa lielumu un kļūdīšanās biežumu. Tāpat kā iepriekš, katrs no pētījuma dalībniekiem vismaz reizi ir kļūdījies un kāds burts palicis neatrasts. Taču ir burti, kuru atrašana ir kļūmīgāka, kā rezultātā ir novērojama kļūdīšanās ietekme, kas saistīta gan ar meklēto burtu, gan perifērā trokšņa veidu ( $F(2,6) = 13,00; p = 0,007$ , ANOVA *Two-Factor Without Replication*).

### 3.1.5 Diskusija

Mūsu izveidotajā meklēšanas uzdevumā dalībniekiem, sakot, ka jāatrod visi burti, kā pirmais uzdevuma kreisajā, augšējā stūrī, būtībā bija dota norāde, ka meklēšana jāsāk no šī burtā. Piemēram, *Woods et al.* (2013) meklēšanas sākuma vietu ļauj brīvi izvēlēties, taču viņu iegūtie rezultāti parāda, ka lielākā daļa bērnu, kuri piedalījās pētījumā, sāk meklēšanu tieši ar pirmo burtu kreisajā augšējā stūrī. Turklāt, kā norāda *Woods et al.* (2013), lasīšana no kreisās uz labo pusi ietekmē arī meklēšanas uzdevuma veikšanu.

Vienā no mūsu pētījuma daļām apskatījām, kā meklēšana tiek veikta ar dominējošo aci, kā arī binokulāri. Arī *Shnoer & Hochstein* (2008) veikuši šāda veida pētījumu un norādījuši, ka binokulāri meklēšana tiek veikta ātrāk. Jāsaka, ka viņu pētījumā tiek izmantotas sarkani-zaļās brilles, tādēļ mūsu izveidotais meklēšanas uzdevums vairāk atbilst ikdienas apstākļiem, kad tiek veikts binokulāri. *Shnoer & Hochstein* (2008) arī norāda, ka ar dominanto aci stimuli tiek uztverti ar lielāku salienci, nekā binokulāri. Pie tam, šie autori norāda, ka ar dominanto aci ir vieglāk noteikt mērķi un tā atrašanu tik lielā mērā neapgrūtina apkārt esošo distraktoru skaits, kā tas ir binokulāra uzdevuma pildīšanas gadījumā. Salīdzinot ar mūsu pētījumu, iespējams, ka tieši šie faktori ļāvuši meklēšanu monokulāri veikt precīzāk nekā binokulāri. Papildus tam, mūsu iegūtie rezultāti liecina, ka atšķirības atrašanas laikā un precizitātē dažos gadījumos varētu radīt binokulāro funkciju stāvoklis, tādēļ pirms meklēšanas uzdevuma būtu jāizvērtē arī šīs funkcijas katram no dalībniekiem.

Tā kā netika novērota krāsainas perifērās figūras ietekme centrālā uzdevuma pildīšanā, jādomā, ka burtu maiņa nenoritēja pietiekami ātri, lai būtu novērojama perifērā stimula radītā iedarbība, vai arī bija jāizmanto pūļa efekts vai maskēšanas efekts, kas varētu apgrūtināt centrālā vai perifērā uzdevuma izpildi. *Wertheim et al.* (2006) norāda, ka laterāla maskēšana ir būtisks sensorais mehānisms, kas varētu radīt daudzus efektus, kuri līdz šim saistīti ar augstāka līmeņa kognitīviem vai uzmanības mehānismiem meklēšanas uzdevumā. Mūsu rezultāti parādīja, ka maskēšanas dēļ melnu stimulu perifērijā bija grūtāk atšķirt nekā krāsainu, taču nav izslēdzama acu kustību ietekme meklēšanas uzdevuma laikā un tādēļ lielāka ekscentricitāte, kurā stimulu redzēja. *Wertheim et al.* (2006) norāda, ka laterālā maskēšana ir atkarīga no izvēlēta stimula, tīklenes īpašībām, un var ietekmēt pat uzmanības procesus. Mūsu pētījumā bija novērojams, ka veicot meklēšanu, nevis burtu saukšanu, maskēšanas dēļ figūras tālajā perifērijā tika atšķirtas retāk. Savukārt statisks troksnis tālajā perifērijā mūsu uzdevumā darbojās kā sava veida marķieris. Izmantojot perifēro redzi, dalībniekam bija orientieris attiecībā pret centrālā uzdevuma – meklēšanas veikšanu. Šī iemesla dēļ troksnis tālajā perifērijā palīdzēja meklēšanu veikt ātrāk nekā uz balta fona.

*Rajashekar et al.* (2006) norāda, ka augstas signāla un trokšņa proporcijas apstākļos dalībnieks izmanto dažādas norādes, kā krāsu, izmēru un formu, lai programmētu sakādes meklēšanas uzdevumā, tādēļ pat ļoti liela trokšņa apstākļos meklēšana ir organizēta. Ir autori, kuri savā pētījumā izmanto troksni, piemēram, *Solomon* (2002) un *Haun & Essock* (2010) izmanto troksni maskēšanai centrālajos 5°, bet *Murray* (2011) dažādu redzes procesu modelēšanai.

*Wertheim* (1894) ataino redzes asumu dažādā tīklenes ekscentricitātē, kur 45° ekscentricitātē, kas ir tuvākais mūsu pētījumā izmantotajai 44° ekscentricitātei melnu perifēro figūru parādīšanai, redzes asums ir 0,044 decimālajās vienībās un atbilst 0,9° lielam perifērās figūras izmēram, savukārt 40° ekscentricitātē atbilstošais redzes asums ir 0,051 decimālajās vienībās. Līdz ar to mūsu pētījumā bija novērojams, ka melnu figūru perifērijā pamanīja pat gadījumā, kad redzes asuma dēļ tas nebija iespējams. Ņemot vērā, ka perifēra figūra parādījās uz 500 milisekundēm, tā varēja tikt pamanīta šīs kustības dēļ. *Livingstone & Hubel* skaidro, ka daļa informācijas par formu un kustību tiek analizēta atsevišķā kanālā smadzeņu līmenī, tādēļ informācija par kustību varētu tikt apstrādāta arī pie neatbilstoša redzes asuma perifērijā. *Nothdurft* (2000) norāda, ka meklēšanu ir vieglāk veikt, ja uzdevumam izmantotā struktūra ir blīvāka, taču šajā gadījumā mērķis ir līnija, kura no homogēniem distraktoriem atšķiras tikai ar virzienu. Šī iemesla dēļ *Nothdurft* (2000) uzskata, ka salience ir labāk novērojama, tādēļ mērķi vieglāk ieraudzīt. Savukārt *Duncan & Humphreys* (1989) norāda, ka distraktoram jābūt pēc iespējas atšķirīgākam no mērķa, lai meklēšana būtu efektīva. Šajā gadījumā efektīvitate saistāma ar ātrumu un precizitāti – jo atšķirīgāks būs mērķis, jo vienkāršāk to pamanīt un līdz ar to ātrāk un precīzāk atrast. Mūsu pētījumā bija svarīgi mērķa atrašanu padarīt par ilgstošāku procesu, lai centrālā uzdevuma veikšanas laikā būtu iespējams novērtēt perifēro redzes uztveri. Jāsaka, ka arī *Rohaly & Karsh* (1997) ir pētījuši dalītās uzmanības ietekmi perifēra mērķa lokalizēšanai, lai gan labajai un kreisajai acij rādītāie attēli atšķiras. Viņi norāda, ka perifēra mērķa novietojumu neietekmē acs dominance.

Savukārt *Naili et al.* (2006) pētījumā līdzīgi mūsu pētījumam krāsu nosaukšana zilai krāsai ir visaugstākā, sarkanai zemāka, bet zaļai viszemākā. Lai gan *Naili et al.* (2006) pētījumā bija jānosauc nevis krāsainā stimula forma, bet kategorija (ēdams/neēdams, dabīgs/cilvēka veidots), krāsainu stimulu iedalīšana kategorijās ir sarežģītāks uzdevums nekā krāsu nosaukšana. Tas līdzinās mūsu pētījumā atrastajam. Turpretim *Corbetta et al.* (1991) savā pētījumā izmanto krāsainus stimulus četros dažādos apstākļos – mērķis ir un to atrod, mērķa nav, bet to atrod, mērķis ir, bet to neatrod, kā arī mērķa nav un to neatrod.

Tādēļ viņi nosaka sava testa jutību un novēro, ka dalītās uzmanības dēļ tā vienmēr ir zemāka, salīdzinot ar selektīvo uzmanību, turklāt tā samazinās virzienā kustība, forma un krāsa abu pētīto uzmanību gadījumā. Līdzīgi novērojumi mūsu pētījumā liecina, formu tālajā perifērijā ir vieglāk noteikt nekā tā krāsu, lai gan *Corbetta et al.* (1991) gan izmanto tikai sarkanu un zaļu krāsu.

Ja mūsu meklēšanas uzdevumā acs kustības dēļ stimulā perifērijā varētu būt pamanīts vai pat izšķirta tā forma, tad leņķiskajos izmēros mazākam uzdevumam, kura veikšanai nav nepieciešama acu kustību iesaistīšana, būtu jāizslēdz perifēra stimula pamanīšana acu kustību dēļ. Līdzīgu centrālo uzdevumu, kādu izmantojām krāsainu figūru pamanīšanas pētīšanai, bet ar ciparu un dažādu burtu maiņu, izmanto *Dux & Marois* (2009), kuri minētos stimulus maina ar 100 milisekunžu intervālu, lai novērtētu *attentional blink*. Šāda veida uzdevumā dalībniekam jāsauc visi rādītie stimuli, līdzīgi, kā tas bija mūsu uzdevumā, vai arī jāsauc tikai mērķa stimuli. *Sireteanu & Rettenbach* (1994) savā pētījumā ir izmantojuši no 1 līdz 16 elementiem, starp kuriem ir viens mērķa elements, lai gan viņi izvēlas viena mērķa atrašanu, kas atšķiras ar novietojuma virzienu, noslēgtību, papildus pievienotu līniju, lai gan elementi tika demonstrēti uz melna fona un bija 3,5° lieli, lai tie būtu viegli izšķirami ar perifēro redzi. Līdz ar to mūsu uzdevums šajā gadījumā nebija saistīts ar uzmanības novērtēšanu. Taču tāds ir arī *Brown et al.* (2005) pētījums, kura veikšanai izmanto projekcijas ekrānu, kur tālākais mērķis perifērijā ir 40° ekscentricitātē, par fiksācijas objektu izvēloties punktu, ko rada viena no dažādās ekrāna vietās novietotām diodēm. Lai gan dalībnieku uzdevums *Brown et al.* (2005) pētījumā bija novērtēt rādītā objekta izmēru un ar rokas palīdzību satvert to, šis objekts tiek rādīts 10°, 25° un 40° ekscentricitātē, kā arī astoņos atšķirīgos virzienos. Līdz ar to, ja perimetrija novērtē tīklenes jutību, tad *Brown et al.* (2005) piedāvātais uzdevums novērtē dalībnieka darbību attiecībā uz tikko redzētu redzes stimulu, kā arī novērtē dalībnieku redzes uztveri. Mūsu pētījumā tika novērtēta redzes uztvere perifēra redzes stimula pamanīšanai, atpazīšanai, kā arī krāsas noteikšanai. To būtu lietderīgi novērtēt cilvēkiem ar dažādām acu saslimšanām, piemēram, glaukomas, kataraktas gadījumā, kad ir būtiski ne tikai novērtēt ne tikai acs funkcionālo stāvokli, bet arī redzes uztveri, lai novērtētu cilvēka spēju veikt ikdienas pienākumus.

### **3.1.6 Secinājumi no pētījuma daļas I**

1. Nosakot binokularitātes lomu meklēšanas uzdevuma veikšanā, ir noskaidrots, ka, skatoties binokulāri, meklēšana tiek veikta ātrāk, bet ne tik precīzi, salīdzinot ar meklēšanu monokulāri.



2. Nosakot perifērās informācijas ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā, ir atklāts, ka centrālais meklēšanas uzdevums uz fona ar mazu statisko troksni tālajā perifērijā tiek veikts par  $8\pm 3\%$  ātrāk, bet uz fona ar lielu troksni tālajā perifērijā par  $27\pm 10\%$  ātrāk nekā uz balta fona tālajā perifērijā.

3. Centrālais uzdevums (vizuālā meklēšana) ar lielu troksni tālajā perifērijā tiek veikts visātrāk, salīdzinot ar vizuālo meklēšanu uz balta fona un ar mazu troksni tālajā perifērijā.

4. Novērtējot kustības ietekmi centrāla uzdevuma veikšanā, noskaidrots, ka kustīgs troksnis tālajā perifērijā apgrūtina centrālā uzdevuma veikšanu, līdz ar to burtu atrašanas laiks ir par  $20\pm 8\%$  ilgāks, salīdzinot ar uzdevumu uz balta fona, un par  $32\pm 7\%$  ilgāks ar lielu troksni tālajā perifērijā.

5. Nosakot paralēla uzdevuma ietekmi centrāla uzdevuma veikšanas laikā, ir noskaidrots, ka paralēla uzdevuma veikšanu tālajā perifērijā ietekmē redzes asums perifērijā, taču, jo precīzāk noteikta perifērā stimula forma, jo vairāk kļūdu pieļauts centrālā uzdevuma veikšanā.

## **3.2. Centrālā uzdevuma ietekmējošie faktori tuvajā perifērijā (Pētījums II)**

Iepriekš tika noskaidrots, ka tālajā perifērijā esošā vizuālā informācija ietekmē centrālā uzdevuma veikšanu. Šī pētījuma daļa tika veikta ar mērķi noskaidrot, vai centrālā uzdevuma veikšanu ietekmē arī informācija tuvajā perifērijā, konkrētāk, centrālā uzdevuma lielums, to veidojošie mērķa burti, kā arī apkārt esošie distraktori jeb uzmanības novērsēji.

### **3.2.1 Centrālā uzdevuma lielums**

Pētījuma pirmajā daļā tika parādīta tālajā perifērijā esošās informācijas ietekme meklēšanas uzdevumā, tādēļ, apskatot centrālo uzdevumu veidojošās matricas ietekmi, šajā daļā tika izmantota 225 un 100 burtu matrica, papildus distraktori tuvajā perifērijā, kā arī papildus iepriekš izmantotie trokšņa veidi tālajā perifērijā.

#### **3.2.1.1 Dalībnieki**

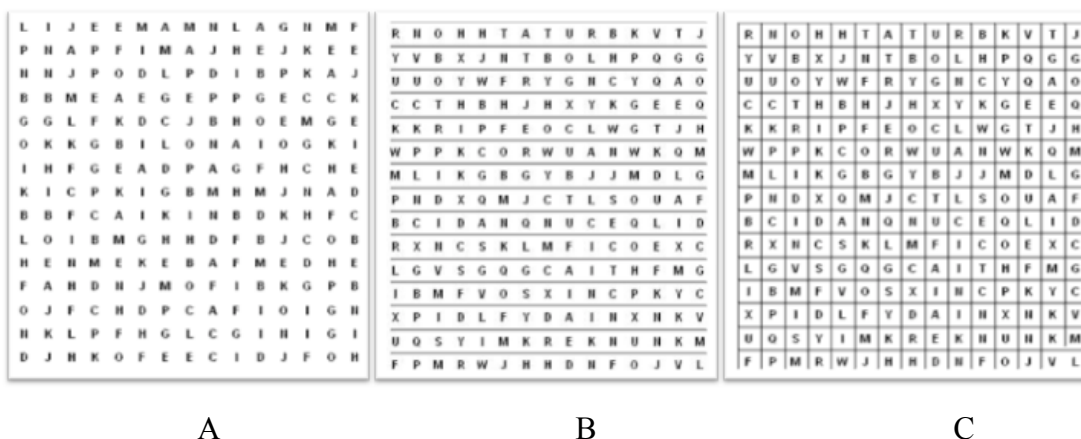
Šajā pētījuma daļā piedalījās astoņi dalībnieki – sievietes vecumā no 22 līdz 25 gadiem (vidēji 24 gadi) ar labu vispārējo veselību un bez acu saslimšanām. Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem. Visi pētījuma dalībnieki bija ar emetropiju un redzes asumu tuvumā binokulāri vismaz 1,0 (decimālajās vienībās). Katrs no pētījuma dalībniekiem bija informēts par to, ka pētījumā paredzēts, lai novērtētu viņu spēju veikt meklēšanas uzdevumu pie atšķirīga trokšņa tuvajā un tālajā perifērijā binokulāros apstākļos, ņemot vērā, ka iegūtie rezultāti nenorādīja būtisku atšķirību starp meklēšanas uzdevuma veikšanu monokulāros un binokulāros apstākļos.

#### **3.2.1.2 Metodes**

Ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins un Ieva Timrote izveidoja datorprogrammu. Tajā bija iespējams mainīt centrālā uzdevuma (burtu matricas) lielumu, kā arī vizuālā trokšņa lielumu un veidu tuvajā un tālajā perifērijā. Šīs pētījuma daļas ietvaros tika izmantoti latīņu burti ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti, kur viena burta platums bija  $0,7^{\circ} \pm 10,2^{\circ}$ , bet garums  $1,3^{\circ}$ . Savukārt burti bija izvietoti 225 vai 100 burtu matricā, kur vienā rindā bija attiecīgi 15 vai 10 burti.

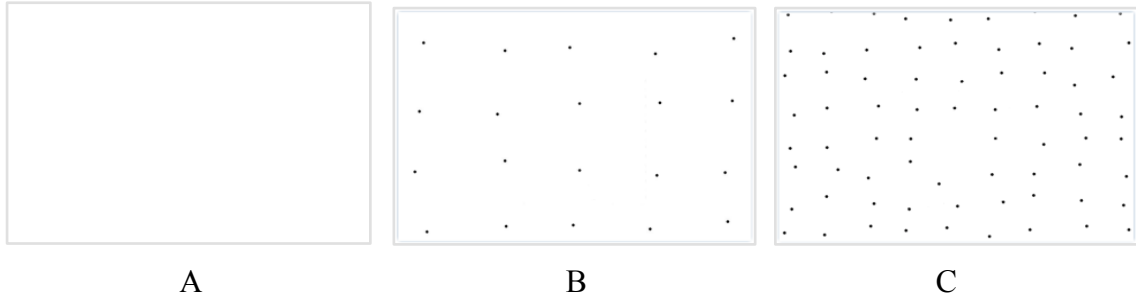
Katra no burtu matricām datorprogrammā tika izveidota pēc nejaušības principa (randomizēti) un projicēta ar *Viewsonic PJ678 LCD* projektoru uz  $89,7^{\circ}$  gara un  $64,9^{\circ}$  plata projekcijas ekrāna. Ja meklēšanas uzdevums sastāvēja no 225 burtu matricas, leņķiskajās mērvienībās tas aizņēma  $33,3^{\circ}$  projekcijas ekrāna centrā. Savukārt 100 burtu matrica aizņēma  $24,7^{\circ}$  uz projekcijas ekrāna. Pašā burtu matricā burti varēja tikt demonstrēti ar trīs veidu troksni tuvajā perifērijā – uz balta fona, līnijās vai rūtiņās (skat. 11. attēlu), turklāt

troksnis tuvajā perifērijas tika rādīts pēc nejaušības principa, lai meklēšanas uzdevums ar viena veida troksni tuvajā perifērijā neatkārtotos divas reizes pēc kārtas.



**11. attēls. Meklēšanas uzdevuma piemērs 225 burtu matricai ar atšķirīgu troksni tuvajā perifērijā - bez trokšņa (A), ar līnijām (B) un ar rūtiņām (C).**

Papildus troksnim tuvajā perifērijā, meklēšanas uzdevums tika demonstrēts ar trīs trokšņa veidiem tālajā perifērijā – uz balta fona (bez trokšņa), ar 0,01% jeb definētu kā mazu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 17° platu un 12° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 2100×2975 px laukumu) vai ar 0,03% jeb definētu kā lielu troksni (viens melns, pildīts punkts uz 9° platu un 6° garu laukumu jeb 70 px punkts uz 1050×1575 px laukumu) tālajā perifērijā (skat. 12. attēlu), kur katra trokšņa lielumam izmantotā punkta lielums uz ekrāna aizņēma 0,4° uz projekcijas ekrāna. No redzes speciālista viedokļa visaugstākais redzes asums iespējams fovejā – centrālajos 2° (*Wertheim*, 1894). Redzi šajā apgabalā ikdienā pārbauda, lai iegūtu informāciju par redzes stāvokli un piemērotu atbilstošu redzes korekciju. *Shimozaki et al.*(2007), *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalu, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija nosaka, ka centrālais redzes lauks veidojas 30° rādiusā no fiksācijas punkta (*Ellenberger*, 1980). Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no 2° līdz 30° tiks uzskatīts par tuvu perifēriju, bet aiz 30° robežas – par tālo perifēriju.



**12. attēls. Meklēšanas uzdevuma fona piemērs ar atšķirīgu troksni tālajā perifērijā – bez trokšņa (A), ar mazu troksni (B) un ar lielu troksni (C).**

Meklēšanas uzdevums ar katru no trokšņa veidiem tuvajā un tālajā perifērijā tika pildīts trīs reizes, tādēļ kopējais meklēšanas veikšanas uzdevumu skaits bija divdesmit septiņi. Meklēšanas uzdevumu 225 burtu matricā dalībnieki pildīja sākot ar uzdevumu rūtiņās, tad līnijās un beigās uz balta fona kopā ar lielu troksni tālajā perifērijā, tad mazu troksni tālajā perifērijā un beigās bez trokšņa. Šādā secībā uzdevums tika veikts, izejot cauri trīs reizes. Savukārt meklēšanas uzdevumu 100 burtu matricā pētījuma dalībnieki veica trīs atšķirīgās dienās – katrā tika izmantots viens trokšņa veids tālajā perifērijā (pirmajā – bez trokšņa, otrajā ar mazu troksni, bet trešajā – ar lielu troksni tālajā perifērijā), kamēr tuvajā perifērijā vienas dienas ietvaros randomizēti tika izmantoti visi trīs trokšņa veidi, katrs no tiem trīs reizes.

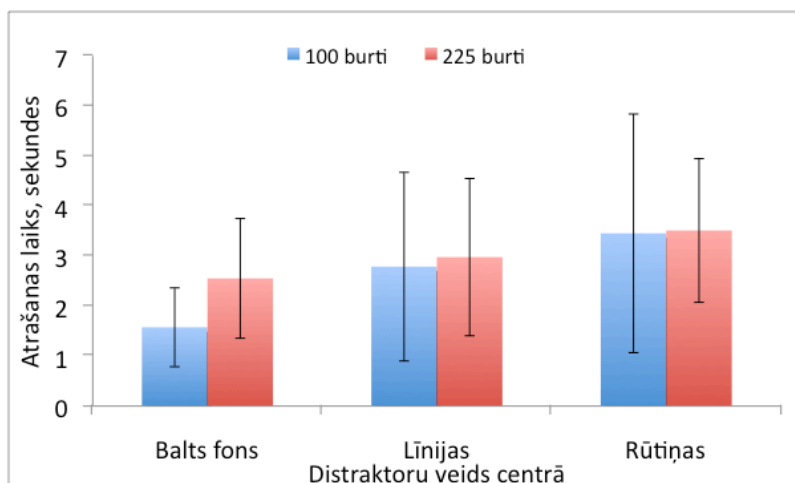
Meklēšanas uzdevumu katrs no dalībniekiem veica, sēžot 60 cm attālumā no projekcijas ekrāna, kamēr telpā bija  $797 \pm 22$  lx liels apgaismojums, kas tika mērīts ar *Konica Minolta* T-10M luksometru. Lai veiktu meklēšanas uzdevumu, katram no pētījuma dalībniekiem bija jāiegaumē pirmais burts augšējās rindas kreisajā pusē un jāizskaita, cik tādu burtu kopā ir atrodami burtu matricā. Kad pētījuma dalībnieks bija gatavs sākt uzdevumu, uz datora klaviatūras bija jānospiež taustiņš “z”, bet, kad uzdevums pēc dalībnieka domām bija pabeigts, jānospiež poga “z” divas reizes. Tā rezultātā datorprogrammā tika ierakstīts laiks, kad uzdevumu sāka un kad pabeidza. Līdz ar to bija aprēķināms kopējais uzdevuma veikšanas laiks. Bet pēc katra meklēšanas uzdevuma pabeigšanas dalībnieks mutiski pateica saskaiftoto burtu skaitu, kas tika pierakstīts uz atsevišķas veidlapas. Jāatzīmē, ka meklējamo burtu (mērķa burtu) skaits bija no 2 līdz pat 12 (pārējie burti darbojās kā distraktori, jeb uzmanības novērsēji), tādēļ datu analīzei tika izmantots nevis kopējais laiks katra meklēšanas uzdevuma veikšanai, bet laiks viena burta atrašanai. Tas tika aprēķināts kā dalījums starp kopējo meklēšanas uzdevuma veikšanas laiku un atrasto burtu skaitu. Savukārt iegūtie dati, kā uzdevuma veikšanas laiks un skaitīto

burtu skaits, tika analizēti ar *MS Office Excel 2003* un statistiski analizēti, izmantojot ANOVA.

### 3.2.1.3 *Rezultāti*

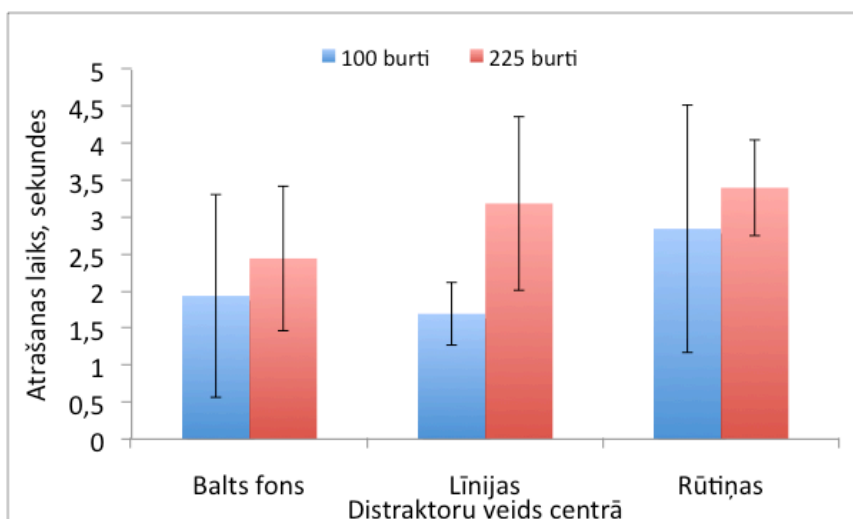
Tā kā precizitāti raksturo uzmanība un koncentrēšanās spējas, tika vērtēts atrasto mērķu skaits attiecībā pret esošo mērķa burtu skaitu. Rezultāti liecina, ka kļūdu skaits meklēšanas uzdevumā vāji korelē ar tālās perifērijas trokšņa veidu (Timrote *et al.*, 2012a; Timrote *et al.*, 2012b). Taču, ja apskata vidējo atrašanas laiku mērķa burta atrašanai, situācija atšķiras. Proti, ja centrālais uzdevums ir burtu atrašana 225 vai 100 burtu matricā, viena mērķa burta atrašana 225 burtu matricā ir no  $1,8 \pm 1,3$  līdz  $4,6 \pm 4,3$  sekundēm, bet no 100 burtu matricā – no  $1,5 \pm 0,4$  līdz  $3,5 \pm 2,4$  sekundēm, lai gan ir novērojamas nelielas atšķirības atrašanas laikā pie dažāda trokšņa lieluma tālajā perifērā. Kopumā ņemot, troksnis tuvajā perifērijā būtiski ietekmē atrašanas laiku 225 burtu matricā ( $F(2,34) = 10,23$ ;  $p < 0,01$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) un 100 burtu matricā ( $F(2,22) = 5,51$ ;  $p < 0,01$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*), lai gan kopējā uzdevuma izpilde 225 burtu matricā ir laikietilpīgāka salīdzinot ar 100 burtu matricu (Timrote *et al.*, 2012b). Tas norāda uz sērijveida informācijas apstrādi meklēšanas laikā. Tā, piemēram, Cheng *et al.* (2004) norāda, ka vienas pazīmes meklēšanu neietekmē kopējais uzdevumam izmantoto simbolu lielums, taču pazīmju kopuma meklēšanā būtiski ietekmē.

Ja meklēšanas uzdevums tika pildīts uz balta fona tālajā perifērijā, visi pētījuma dalībnieki vidēji atrod mērķa burtu ātrāk 100 burtu matricā, bet 225 burtu matricā – lēnāk (skat. 13. attēlu). Būtiski, ka, palielinoties distraktoru apjomam tuvajā perifērijā, meklēšana palēninās. Līdz ar to, veicot meklēšanu rutiņās, meklēšana 100 un 225 burtu matricā norit praktiski vienādi ātri, iespējams, radītā pūļa efekta dēļ.



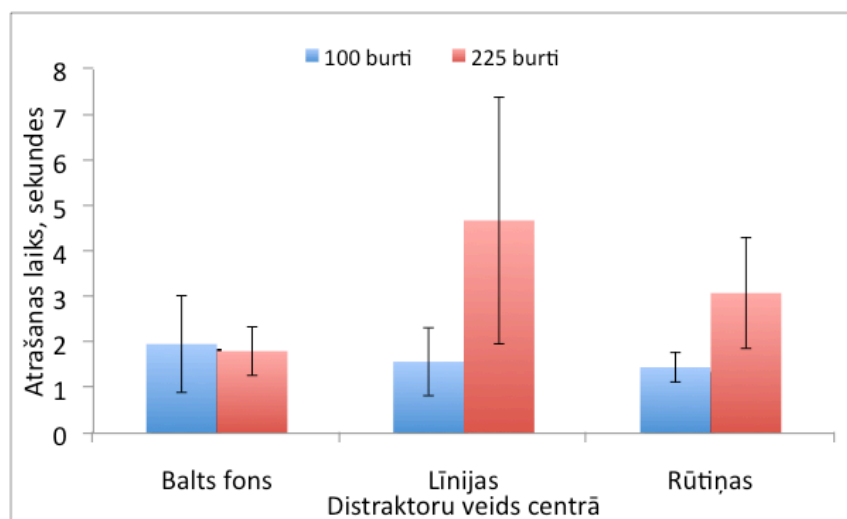
**13.attēls. Visu pētījuma dalībnieku vidējais atrašanas laiks un standartnovirze meklēšanas uzdevumam ar atšķirīgu distraktoru veidu tuvajā perifērijā un bez trokšņa tālajā perifērijā.**

Arī, kad meklēšanas uzdevums jāveic ar mazu troksni tālajā perifērijā, 100 burtu matricā tā tiek veikta ātrāk nekā 225 burtu matricā (skat. 14. attēlu). Tas norāda, ka šāds meklēšanas uzdevums ir jāuzskata kā sērijveida apstrādes process, jo līdz ar distraktoru skaita palielināšanos pieaug arī burtu atrašanas laiks. Ja burtu meklēšana tiek veikta rūtiņās, troksnis tālajā perifērijā palīdz uzdevumu veikt ātrāk, salīdzinot ar gadījumu ar balto fonu tālajā perifērijā, kā rezultātā uzdevums 100 burtu matricā tiek veikts ātrāk nekā 225 burtu matricā. Arī meklēšana līnijās būtiski paātrinās 100 burtu matricā.



**14. attēls. Visu pētījuma dalībnieku vidējais atrašanas laiks un standartnovirze meklēšanas uzdevumam ar atšķirīgu distraktoru veidu tuvajā perifērijā un ar mazu troksni tālajā perifērijā.**

Ja meklēšanas uzdevums tiek veikts ar lielu troksni tālajā perifērijā, vēl būtiskāk palielinās atšķirības starp meklēšanu 100 un 225 burtu matricā (skat. 15. attēlu). Redzams, ka 100 burtu matricā veiktu uzdevumu būtībā neietekmē papildus distraktori centrā (līnijas un rūtiņas), savukārt uzdevums līnijās tiek veikts krietni ilgāk un neviennozīmīgāk. Tā kā uzdevums uz balta fona tiek veikts praktiski vienādi ātri gan 100, gan 225 burtu matricā, tālajā perifērijā esošā informācija, iespējams, bijusi kā norāde perifērajai redzei centrālā uzdevuma veikšanas laikā.



**15. attēls. Visu pētījuma dalībnieku vidējais atrašanas laiks un standartnovirze meklēšanas uzdevumam ar atšķirīgu distraktoru veidu tuvajā perifērijā un ar lielu troksni tālajā perifērijā.**

Veicot individuālu tuvās un tālās perifērijas trokšņa ietekmes analīzi meklēšanas uzdevumā, redzams, ka ir dalībnieki, kuru atrašanas laiku ietekmē troksnis tuvajā perifērijā, dažus troksnis tālajā perifērijā, bet citus – abi trokšņa veidi (Timrote *et al.*, 2012b).

### 3.2.2 Izmainīts uzmanības novērsēju izskats

Iepriekš tika noskaidrots, ka dalītā uzmanība bija traucējošs faktors centrāla uzdevuma veikšanai, taču nebija novērtējams, vai acu kustības ietekmē stimula pamanīšanu un atpazīšanu. Tādēļ šī pētījuma posma uzdevums bija novērtēt, kā uzdevumu veidojošie burti tuvajā perifērijā ietekmē meklēšanu. Šobrīd arī tiek attīstītas metodes, lai ar vizuālās meklēšanas palīdzību trenētu sakādes, fiksācijas un lai vizuālo informāciju efektīgi apstrādātu pa magnocelulārās plūsmas ceļu meklēšanas uzdevumos (Kanonidou, 2011; Sireteanu *et al.*, 2008). Tādēļ šajā pētījuma posmā būtiski noskaidrot, kā mainās acu kustību parametri mūsu izveidotajā uzdevumā, kur starp atšķirīgiem distraktoriem jāatrod nevis tikai viens mērķa burts, bet vairāki.

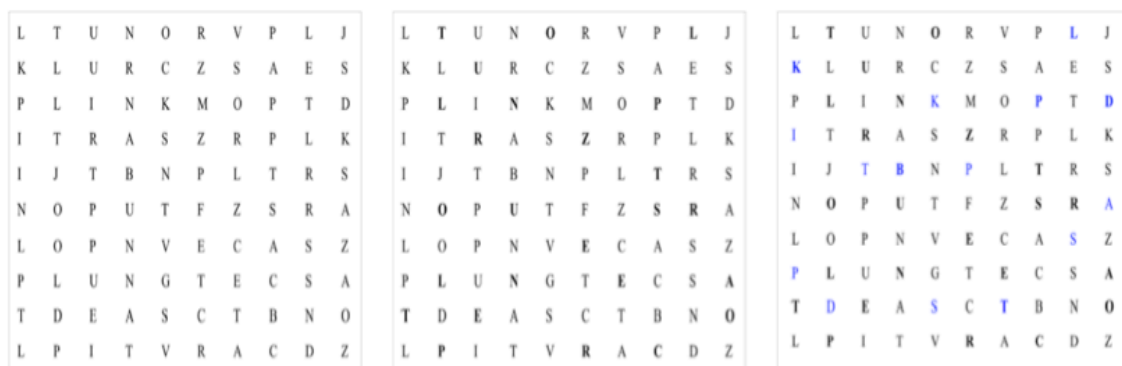
### 3.2.2.1 Dalībnieki

Šajā pētījuma daļā piedalījās pieci dalībnieki 21-23 gadu vecumā. Visi dalībnieki bija ar labu vispārējo veselību un bez acu saslimšanām. Visiem bija emetropija ar redzes asumu tuvumā 1,0 (decimālajās vienībās). Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem.

### 3.2.2.2 Metodes

Ir zināms, ka ātras, sakādiskas acu kustības kalpo fovejas pārvietošanai uz apgabalu, kuru vēlamies izpētīt vairāk. Tādēļ centrālās informācijas analīze un nākamās sakādes mērķa izvēle var ietekmēt sakādes, fiksācijas ilgumu un kopējo meklēšanas uzdevuma laiku (*Liversedge & Findlay, 2000*). Turklāt perifērā redze ir būtiska sakādisko acu kustību plānošanā un kontrolēšanā (*Liversedge & Findlay, 2000*). Šī iemesla dēļ centrālo uzdevumu – burtu matricu – veidoja latīņu burti, kuri atradās simts burtu izkārtojumā. Matricas tika veidotas pēc sekojošiem principiem (skat. 16. attēlu) (*Pladere, 2014; Timrote et al., 2013b*):

- mērķa jeb meklējamie burti bija bez trekninājuma;
- mērķa burti bija bez trekninājuma, bet 50% distraktoru bija treknrakstā;
- mērķa burti bija bez trekninājuma, bet 50% distraktoru bija treknrakstā, no kuriem 50% bija zilā krāsā.



A

B

C

**16. attēls. Simts burtu izkārtojums ar atšķirīgu trokšņa veidu tuvajā perifērijā - bez trekninājuma (A), ar 50% distraktoru treknrakstā (B) un ar 50% distraktoriem treknrakstā, no kuriem 50% ir zilā krāsā (C).**

No redzes speciālista viedokļa visaugstākais redzes asums iespējams fovejā – centrālajos 2° (*Wertheim, 1894*). Redzi šajā apgabalā ikdienā pārbauda, lai iegūtu informāciju par redzes stāvokli un piemērotu atbilstošu redzes korekciju. *Shimozaki et al.*(2007), *Larson & Loschky* (2009) redzes apgabalā, kas atrodas aiz parafovejas (reģions ap foveju), attiecina kā perifēro redzi. No otras puses, oftalmologu plaši lietotā perimetrija



nosaka, ka centrālais redzes lauks veidojas  $30^\circ$  rādiusā no fiksācijas punkta (Ellenberger, 1980). Šī iemesla dēļ šajā darbā redzes apgabals no  $2^\circ$  līdz  $30^\circ$  tiks uzskatīts par tuvu perifēriju, bet aiz  $30^\circ$  robežas – par tālo perifēriju.

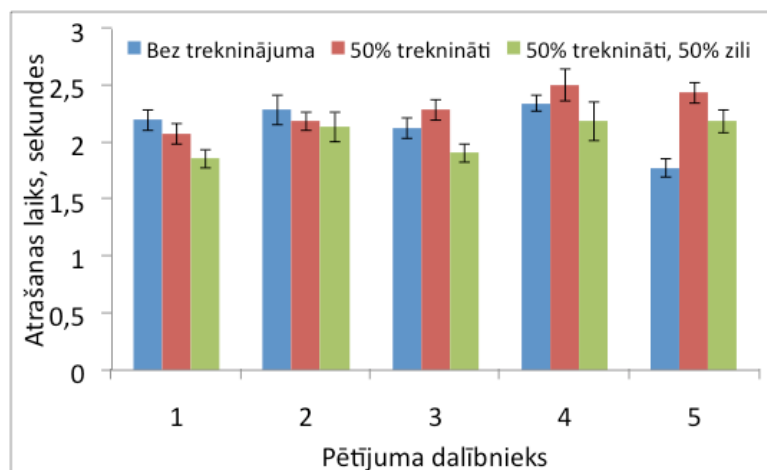
Katra pētījuma dalībnieka uzdevums bija iegūst pirmo burtu augšējās rindas kreisajā pusē un izskaitīt, cik tādu burtu kopā ir atrodami burtu izkārtojumā. Acu kustību pieraksta dēļ katram no dalībniekiem bija dotas instrukcijas veikt meklēšanu, izejot cauri katrai rindai no kreisās uz labo pusi. Tika pierakstīts arī meklēšanas uzdevuma laiks un saskaitīto mērķu skaits. Jāatzīmē, ka daži no latīņu burtiem, M, I, O, D un C netika demonstrēti šajā pētījuma daļā, lai izvairītos no kļūdām burtu līdzības dēļ, kā arī tā saucamā *pop-out* efekta, kad novērojama burtu izcelšanās uz citu burtu fona, kas bija vērojama iepriekšējās pētījuma daļās. Taču kopējais mērķa burtu skaits meklēšanas uzdevumā bija no 8 līdz 12, tādēļ atrašanas laiks tika rēķināts pēc formulas (1), kur uzdevuma pildīšanas kopējais laiks tiek dalīts ar atrasto burtu skaitu. Leņķiskais izmērs burtiem bez trekninājuma bija  $0,20^\circ$  platumā un  $0,30^\circ$  augstumā, savukārt burtiem treknrakstā  $0,25^\circ$  platumā un  $0,30^\circ$  augstumā ar nemainīgu atstarpi  $2^\circ$  starp burtiem. Kopējais matricas izmērs bija aptuveni  $20^\circ \pm 0,5^\circ$  platumā un  $21^\circ$  garumā.

Pats meklēšanas uzdevums tika rādīts uz LCD monitora, kura izmērs  $405 \times 305$  mm un izšķirtspēja  $1920 \times 1440$  pikseļi. Pētījuma dalībnieks atradās 50 cm attālumā no datora monitora ar fiksētu galvas stāvokli, ko nodrošināja galvas balsts. Zoda balsts netika izmantots, lai katra meklēšanas uzdevuma beigās iegūtu mutisku atbildi no pētījuma dalībnieka. Tīkmēr ar iekārtu *iViewX Hi-Speed 500 Hz* no SMI (*SensoMotoric Instruments GmbH*) tika veikts acu kustību pieraksts, vadoties pēc zīlītes pozīcijas izmaiņām. No skata pozīcijas datiem tika iegūta informācija par sakādēm un fiksācijām, izmantojot programmu *BeGaze 2.4*. Par sakādes sliekšni tika izvēlēts acu kustību ātrums  $75^\circ$  sekundē. Pirms uzdevuma sākšanas, tika veikta kalibrēšana. Acu kustību pieraksts, lai gan meklēšanas uzdevums tika veikts binokulāri, tika analizēts kreisajai acij. Datu statistiskā apstrāde un analīze tika veikta ar *MS Office Excel 2003*. (Pladere, 2014)

### 3.2.2.3 Rezultāti

Iegūtie rezultāti liecina, ka pastāv tendence meklēšanu veikt ātrāk gadījumā, kad distraktori meklēšanas uzdevumā ir ar 50% trekninājumu, no kuriem 50% ir zilā krāsā (skat. 17. attēlu) ( $F(4,8) = 1,43$ ;  $p=0,31$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) (Pladere, 2014; Timrote *et al.*, 2013b). Tā, piemēram, četriem no pieciem pētījuma dalībniekiem atrašanas laiks ar lielu troksni tuvajā perifērijā, kur 50% distraktoru ir treknināti, no kuriem 50% zilā krāsā, ir vienmēr ātrāks, salīdzinot ar gadījumu, kad distraktori tāpat kā mērķa burti

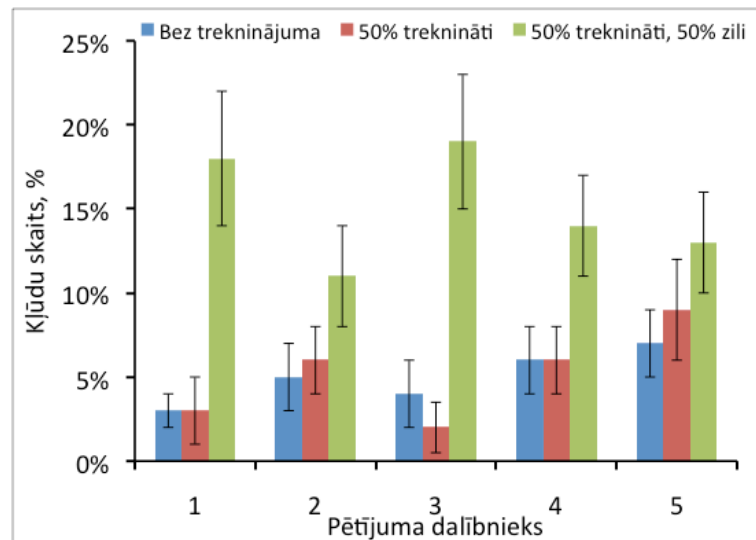
nav treknināti, vai arī 50% distraktoru ir treknināti. Vidējais atrašanas laiks meklēšanas uzdevumā acu kustību parametru novērtēšanai diviem no pieciem pētījuma dalībniekiem ir visilgākais uzdevumā bez distraktoriem trekninājumā, bet trijiem no pieciem pētījuma dalībniekiem – ilgāks, ja 50% distraktoru ir treknināti.



**17. attēls. Vidējais atrašanas laiks viena elementa atrašanai un standartklūda katram no pētījuma dalībniekiem meklēšanas uzdevumā ar atšķirīgu trokšņa lielumu tuvajā perifērijā.**

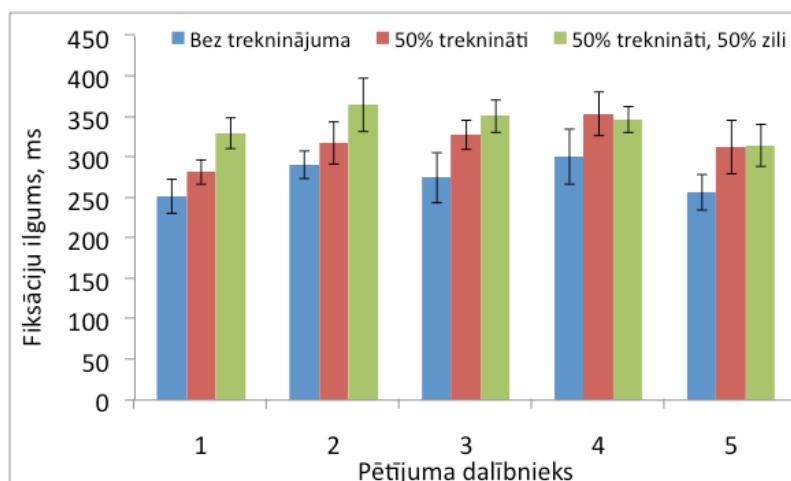
Tā kā pētījuma dalībniekiem bija zināms, ka daļa distraktoru būs atšķirīgi no mērķa burtiem, dalībnieks distraktorus centās izslēgt no uzmanības loka, tādējādi cenšoties nefiksēt uz distraktoriem. Šī iemesla dēļ meklēšanas uzdevums tiek veikts ātrāk gadījumā ar distraktoriem trekninājumā. Taču tas, ka viena pētījuma dalībnieka atrašanas laiks ar izmainītiem distraktoriem ir lielāks, liecina par iespējamu tuvās perifērijas trokšņa negatīvu ietekmi uz meklēšanu. Turklāt distraktori zilā krāsā, šķiet, uzlabo meklēšanu arī diviem citiem pētījuma dalībniekiem, padarot to ātrāku nekā gadījumā ar distraktoriem trekninājumā, bet bez 50% no trekninātajiem distraktoriem zilā krāsā.

Apskatot precizitāti, katrs no pētījuma dalībniekiem meklēšanu veic mazāk precīzi, kad palielina trokšņa lielumu tuvajā perifērijā (skat. 18. attēlu) ( $F(2,8) = 16,79; p=0,001$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*). Jāatzīmē, ka četri no pieciem dalībniekiem pieļauj būtiski vairāk kļūdu gadījumā, kad centrālais uzdevums bija ar 50% trekninātu distraktoru, no kuriem 50% ir zilā krāsā (Pladere, 2014; Timrote *et al.*, 2013b). Tātad, meklēšanas uzdevuma laikā zināma informācija par distraktoriem palīdz veikt uzdevumu ātrāk, bet pārāk liels perifērās informācijas daudzums ir traucējošs faktors. Tas īpaši attiecināms uz troksni tuvajā perifērijā, kur 50% distraktoru ir treknināti, no kuriem 50% zilā krāsā.



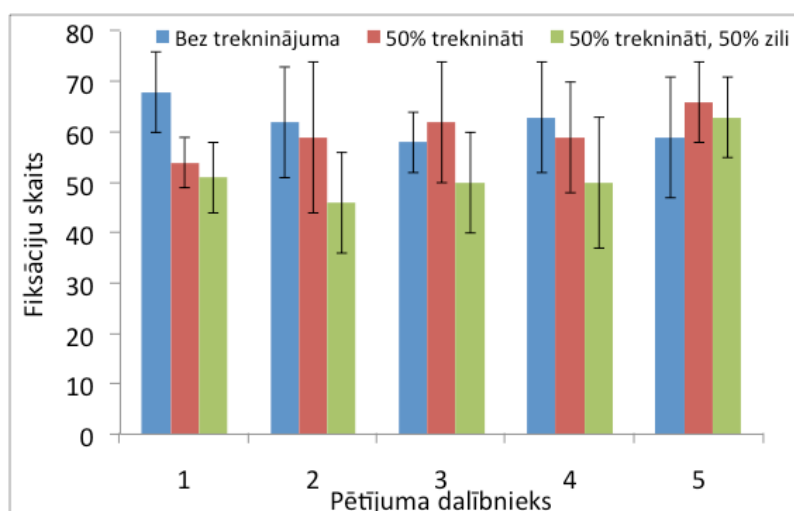
**18. attēls. Kļūdu skaits meklēšanas uzdevuma laikā un standartkļūda meklēšanas uzdevumā ar atšķirīgu trokšņa lielumu tuvajā perifērijā.**

Fiksāciju ilgums norāda uz individuālām iezīmēm katram no pētījuma dalībniekiem (skat. 19. attēlu), lai gan fiksācijas ir būtiski ilgākas līdz ar distraktoru izmaiņām tuvajā perifērijā ( $F(2,8)=33,33$ ;  $p=0,0001$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*) (Pladere, 2014; Timrote *et al.*, 2013b). Kopumā četri no pieciem pētījuma dalībniekiem uzrāda būtisku atšķirību fiksāciju ilgumā starp uzdevumu bez distraktoriem trekninājumā un distraktoriem trekninājumā, kur 50% no tiem ir zilā krāsā. Kopumā ņemot, vidējais fiksāciju ilgums variē no 250 līdz 360 milisekundēm (Pladere, 2014; Timrote *et al.*, 2013b). Jāatzīmē, ka trijiem no pieciem pētījuma dalībniekiem fiksāciju ilgums pieaug līdz ar trokšņa palielināšanos tuvajā perifērijā. Diviem pētījuma dalībniekiem fiksāciju ilgums izmainīto distraktoru gadījumā kļūdas robežās neatšķiras. Savukārt tas, ka fiksācijas ir garākas gadījumā ar izmainītiem distraktoriem, liecina par sakāžu plānošanu – ir zināms, ka distraktori ir izmainīti, tādēļ nepieciešams ilgāks laika posms, lai saprastu, kur veikt nākamo sakādi. Ja salīdzina ar atrašanas laiku, varētu domāt, ka ilgākas fiksācijas norāda uz lēnāku burta atrašanas laiku, taču tas izpildās tikai divu pētījuma dalībnieku gadījumā. Šī iemesla dēļ svarīgs ir arī fiksāciju skaits.



**19. attēls. Vidējais fiksācijas ilgums katram pētījuma dalībniekam un standartklūda meklēšanas uzdevumā ar atšķirīgu trokšņa lielumu tuvajā perifērijā.**

Fiksāciju skaits (skat. 20. attēlu) norāda uz tendenci veikt mazāk fiksāciju gadījumā, ja distraktori ir treknināti, kur 50% no tiem ir zilā krāsā ( $F(2,8) = 5,15, p=0,037$ , ANOVA: *Two-Factor Without Replication*). Tas būtībā izskaidro īsāku atrašanas laiku pie garāka fiksācijas ilguma – ja fiksācijas bija ilgākas, tad skaitliski bija jāveic mazāk fiksāciju meklēšanas uzdevumā (Pladere, 2014; Timrote *et al.*, 2013b). Līdzīgi, ja fiksācijas bija īsākas, to bija vairāk. Turklāt, jo fiksācijas ir garākas, jo sakāžu amplitūda ir lielāka.



**20. attēls. Vidējais fiksāciju skaits katram no pētījuma dalībniekiem un standartklūda meklēšanas uzdevumā ar atšķirīgu trokšņa lielumu tuvajā perifērijā.**

### 3.2.3 Centrālajam uzdevumam izmantotie simboli

Dažādi autori savos darbos izmanto simbolus, kuri nav tik mainīgi, kā burti. Mūsu pētījumā meklēšanas uzdevumu veidoja latīņu burti, kur mērķa burtus un distraktorus

randomizēti ģenerēja datorprogramma. Tā rezultātā bija plašs mērķu veids, kā arī daudz, dažādu distraktoru. Lai pārbaudītu, kāda ir atsevišķa mērķa burta ietekme, šis meklēšanas uzdevums tika pildīts vairākas reizes pēc kārtas.

### 3.2.3.1 *Dalībnieki*

Šajā pētījuma daļā piedalījās 14 dalībnieki. Dalībnieku vecums bija no 20 līdz 25 gadiem (vidēji 24 gadus veci), kuru redzes asums tuvumā binokulāri bija 1,0 (decimālajās vienībās). Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem.

### 3.2.3.2 *Metodes*

Ar *Visual Basic 6.0* palīdzību Sergejs Fomins un Ieva Timrote izveidoja datorprogrammu, kura meklēšanas uzdevuma veikšanai pēc nejaušības principa ģenerēja 100 burtu matricu, kur katrs burts bija ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti. Datorprogrammas algoritma dēļ, kā arī dalībnieka uzdevuma dēļ meklēšanas uzdevumā katrs no alfabēta burtiem nevarēja tikt izmantots par mērķa burtu jeb burtu, kas jāatrod. Lielākā daļa cilvēku ikdienā visbiežāk lasa kādu tekstu, žurnālu vai informatīvu uzrakstu, tādēļ par pamatu šajā pētījuma daļā tika izmantoti burti. Lai centrālo uzdevumu padarītu mazāk zināmu par lasīšanu, jo katrs no mums lasa atšķirīgi ātri, tika izveidots meklēšanas uzdevums, kas izkārtots burtu matricā. Katrs meklēšanas uzdevums ar *Viewsonic PJ678 LCD* projektoru tika projicēts uz 89,7° gara un 64,9° plata projekcijas ekrāna un aizņēma 24,7° horizontāli un vertikāli. Šī uzdevuma pamatā bija latīņu burti ar fontu *Arial* un izmēru 11 punkti, kur viena burta platums bija 0,7°±10,2°, bet garums 1,3°. Uzdevums tika rādīts uz balta fona tuvajā un tālajā perifērijā.

Pētījuma dalībnieki sēdēja 60 cm no projekcijas ekrāna, kamēr telpā bija 797±22 lx liels apgaismojums, kas tika mērīts ar *Konica Minolta T-10M* luksometru. Pētījuma dalībnieki meklēšanas uzdevumu veica bez trokšņa (uz balta fona) tālajā perifērijā, lai novērtētu tikai meklēšanas uzdevumam izmantoto burtu ietekmi uzdevumā, bet izslēgtu statistiska un kustīga perifērā trokšņa radīto ietekmi. Uzdevums tika veikts 20 reizes pēc kārtas un viņu uzdevums bija iegāumēt pirmo burtu, kas atrodas burtu matricas kreisajā, augšējā stūrī un izskaitīt, cik tādu burtu, ieskaitot iegāumēto, atrodas burtu matricā. Kad uzdevums tika sākts, vienu reizi tika nospiests “z” uz datora klaviatūras taustiņa, bet uzdevumu beidzot – divas reizes. Datorprogrammā tika pierakstīts pētījuma sākuma un beigu laiks, bet pētījuma dalībnieka atbildes tika pierakstītas atsevišķā protokolā. Tālākai datu apstrādei un analīzei tika izmantota datorprogramma *MS Office Excel 2003*, ar kuras palīdzību tika analizēts uzdevuma veikšanas laiks un pareizo atbilžu skaits. Skaitāmo burtu veids

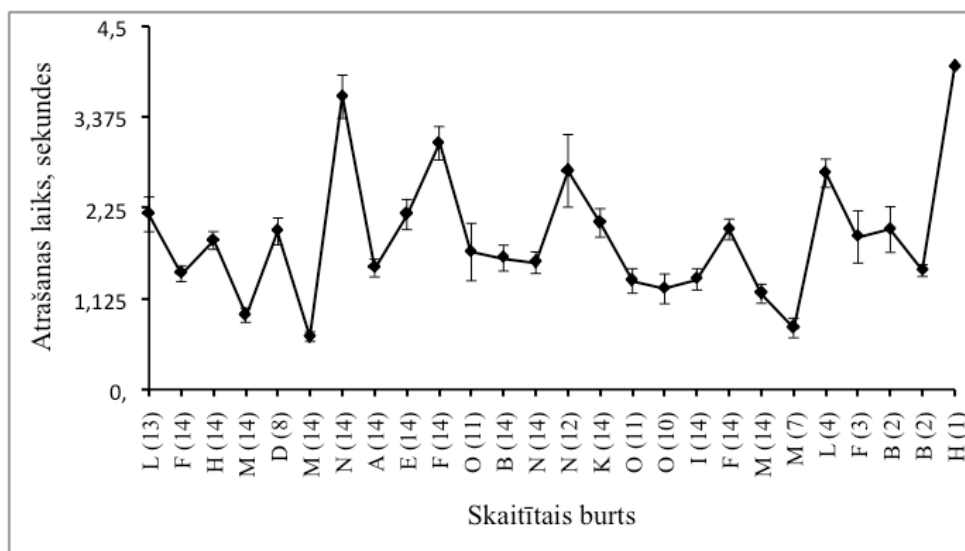
randomizēti mainījās un variēja no 3 līdz 13, tādēļ atrašanas laiks tika rēķināts pēc formulas (1), kur uzdevuma pildīšanas kopējais laiks tiek dalīts ar atrasto burtu skaitu.

Savukārt, lai noskaidrotu, vai atšķirības burtu meklēšanā saistāmas ar katra konkrētā burta sastopamības biežumu latviešu valodā, ņemot vērā pētījuma dalībnieku valodu un ikdienā lasāmo materiālu, tika izmantota Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūta veidotā latviešu valodas datubāze korpus.lv (Latviešu valodas tekstu korpus). Tur pieejams līdzsvarots mūsdienu latviešu valodas tekstu korpus, lai gan tas sastāv no 4,5 miljonu lielas vārdlietojumu izlases, kā rezultātā uzrāda tikai tendences. 2013. gada 23. oktobrī šajā datubāzē tika iegūta informācija par vārdu biežuma sadalījumu, kas tika saglabāts *MS Office Word 2003* dokumentā. Pēc sazināšanās ar korpus.lv datubāzes uzturētājiem, tika atsūtītas instrukcijas, kā iegūt vēlamo informāciju no datubāzes. Tās norādīja, ka pēc pārlūkprogrammas *Bonito* atvēršanas jāizvēlas LVK2013 un jāievada vaicājums \*. Pēc tam jāizvēlas sekojošais: Konkordance → Statiska → Biežuma sadalījums → Labi. Lai iegūtu vārdu biežuma sadalījumu, jāizvēlas *word*. Tālāk parādās logs, kurā atainotos datus iespējams saglabāt failā.

Pieejamā informācija uzrādīja dažādus vārdus pēc to lietojamības biežuma, kur katram no vārdiem pretim uzrādīts tā lietošanas biežums. Ņemot vērā, ka mani interesēja tieši burtu biežums, tālāk katrs no vārdam piekārtotajiem skaitļiem manuāli tika iekopēts pie katra no vārda sastāvā ietilpstošā burta ailes *MS Office Excel 2003* dokumentā. Šādi tika ievadīti dati no vārdiem, kuri datubāzē atrodami 800 un vairāk reizes.

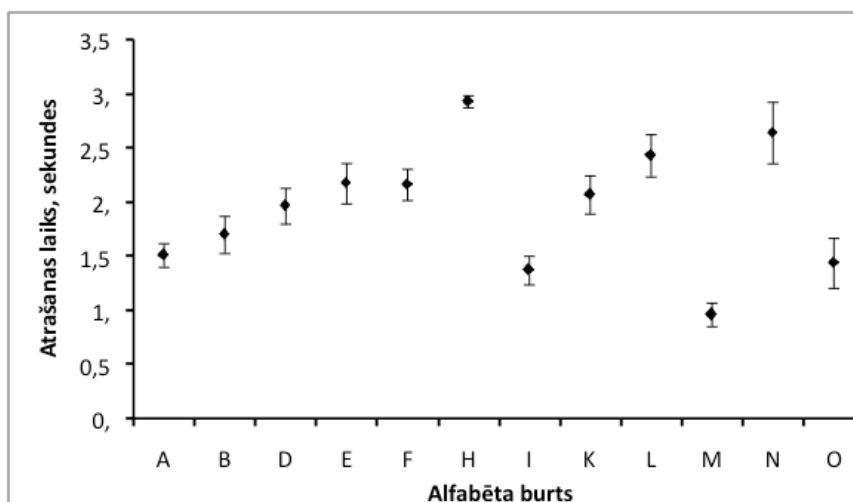
### 3.2.3.3 *Rezultāti*

Veicot meklēšanas uzdevumu vairākas (20) reizes pēc kārtas, atklājas, ka daži burti tiek atrasti ātrāk, bet citu atrašana ir laikietilpīgāka (skat. 21. attēlu) (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Tā, piemēram, burts M tiek atrasts visātrāk, bet burts N tiek meklēts visilgāk, ko atspoguļo atrašanas laiks. Zīmīgi, ka līdz apmēram katrai piektajai meklēšanas uzdevuma izpildīšanas reizei tiek sasniegts visātrākais atrašanas laiks, bet tam seko relatīvs atslābuma posms, jo atrašanas laiks palielinās. Tātad, katram no pētījuma dalībniekiem vairākas reizes jāpārvar relatīvs nogurums. Tas varētu norādīt uz uzmanības vai koncentrēšanās spēju mazināšanos un motivācijas zudumu pēc noteikta laika posma. Jāatzīmē, ka katrs meklēšanas uzdevums sastāvēja nevis no viena mērķa jeb meklējamā burta, bet no četriem līdz pat trīspadsmi. Tā rezultātā meklēšanas uzdevums kopumā bija jāveic ilgāk un vismazākais atrašanas laiks varēja tikt sasniegts  $68 \pm 4$  sekunžu laikā (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Ja meklēšanas uzdevumu dalībnieks pilda ilgāk par piecām reizēm, iegūtais atrašanas laiks būs ilgāks un būs novērojamas lielākas atrašanas laika svārstības.



21. attēls. Vidējais atrašanas laiks un standartklūda meklēšanas uzdevumam bez perifērā trokšņa ar iekavās norādītu pētījuma dalībnieku skaitu konkrētā burta meklēšanā.

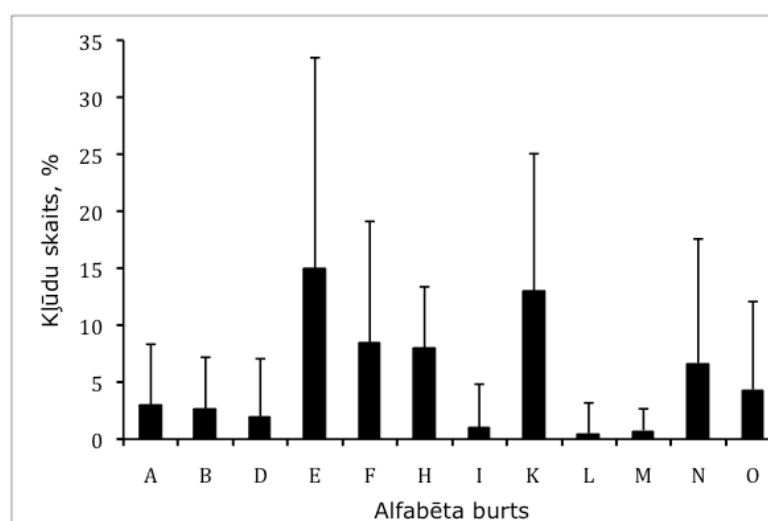
Ja apskata katra meklētā burta atrašanas laiku, burtu M joprojām atrod visātrāk – mazāk nekā sekundē (skat. 22. attēlu). Tam seko burti I, O un A, kas tiek atrasti mazāk nekā 1,5 sekundēs. Visilgāk tiek meklēti burti H un N, kuru atrašanai nepieciešams vairāk nekā 2,5 sekundes, savukārt burtu L, E, F, K un D atrašanai nepieciešams 2-2,5 sekundes (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Datu statistiskā analīze liecina, ka pastāv būtiska atšķirība starp dažādu burtu atrašanas laiku ( $p << 0,001$ , ANOVA: *Two-way without replication*). Par kritēriju izvēloties atrašanas laiku, kas no vidējā atšķiras par vienu standartnovirzi, būtiski ātrāk tiek atrasti burti M un I, bet F un N vislētāk.



22. attēls. Vidējais atrašanas laiks ar standartklūdu dažādu alfabēta burtu atrašanai, kad tie meklēti bez perifērā trokšņa.

Ja apskata kļūdīšanos atkārtota meklēšanas uzdevuma laikā, burtus L un M atrod ar vismazāko kļūdīšanos – kopumā mazāk par 1% (skat. 23. attēlu). Datu statistiskā analīze

liecina, ka pastāv būtiska atšķirība starp dažādu burtu precīzu atrašanu ( $p < 0,001$ , ANOVA: *Two Factor Without Replication*). Tā kā burts M izcēlās uz apkārtējo burtu fona (tā saucamais *pop-out* efekts), to varētu būt vieglāk pamanīt un precīzāk atrast. Pretēji ir ar burtiem E un K, kurus atrod ar vislielāko kļūdīšanos, attiecīgi 15% un 13%. Citus burtus, kā F un H atrod ar 8% kļūdīšanos, bet N – 7% (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Lielāko daļu kļūdu varētu skaidrot ar to, ka daži no pētījuma dalībniekiem kļūdījās ne tikai divas reizes, bet dažkārt pat trīs vai piecas, kas palielināja kopējo kļūdīšanās biežumu. Savukārt burtus, kā O, A, B un D atrod ar 5% kļūdu. Rezultātā kļūdu apjoms šķiet gadījuma rakstura, lai gan novērojama tendence, ka kantainākas formas burtus atrod kļūdaināk nekā apaļus burtus (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai).



**23. attēls. Kļūdīšanās apjoms un standartnovirze dažādu burtu atrašanā, veicot uzdevumu bez trokšņa perifērijā.**

Nevienam no pētījuma dalībniekiem nebija dotas norādes par to, kā jāveic meklēšana un kad meklēšanu uzskatīt par pilnībā pabeigtu. Bija tikai norādes par to, ka jāiegauvē augšējās rindas pirmais burts no kreisās puses un jāskaita visi šāda veida burti. Tādēļ meklēšanas virziens un veids bija dalībnieka izvēle, par kuru tika jautāts meklēšanas uzdevuma beigās. Jāatzīmē, ka lielākā daļa dalībnieku gāja cauri katrai rindai no kreisās uz labo pusi, īpaši tie, kuri iepriekš nebija veikuši šāda veida meklēšanas uzdevumu. Tie pētījuma dalībnieki, kuri bija pavadījuši vairāk laika, veicot meklēšanas uzdevumu, mēģināja izvēlēties stratēģiju, kas paātrinātu meklēšanas procesu (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Tādējādi pētījuma dalībnieki meklēšanu pirmajā rindā veica no kreisās uz labo pusi, otrajā no labās uz kreiso pusi, bet trešajā no kreisās uz labo, un tā joprojām.

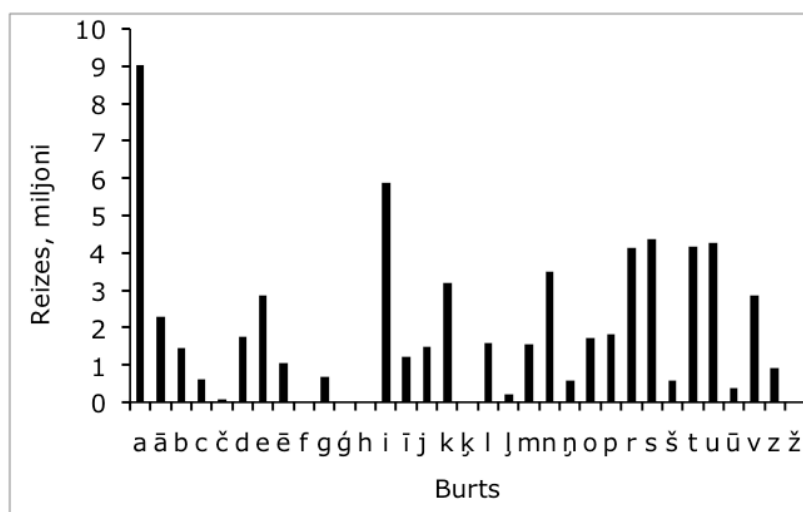
Daži burti, kas izcēlās uz citu burtu fona, kā M, O un I, pievērsa pētījuma dalībnieka uzmanību, tādēļ šo burtu meklēšanas stratēģija atšķīrās. Piemēram, viens no dalībniekiem



skatu fiksēja katras rindas centrā un meklēja bez acu kustībām (vismaz apzinātām), bet cits dalībnieks – haotiski. Interesanti, ka par spīti tam, ka burti izcēlās (bija novērojams tā saucamais *pop-out* efekts), šos burtus neatrada zīmīgi ātrāk par citiem burtiem, kuri neizcēlās starp apkārtējiem burtiem (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai).

Katra no burtu matricām tika ģenerēta pēc nejaušības principa (randomizēti) – programma izdeva simts latīņu burtu izkārtojumu, kur viens burts varēja atkārtoties vairākas reizes, bet cits burts netikt izmantots vispār. Visi pētījuma dalībnieki centās uzdevumu veikt pēc iespējas ātrāk, ieviešot dažādas meklēšanas stratēģijas, turklāt rezultāti liecina, ka tas ir palīdzējis. Piemēram, burts M ir ar augstu atpazīšanas pakāpi (Mueller & Weidemann, 2011), bet pētījuma dalībnieki ir spējuši to atrast visātrāk no visiem burtiem (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Līdzīgi burts I ir ar zemu atpazīšanas pakāpi, bet O – ar vidēju (Mueller & Weidemann, 2011), bet tie ir atrasti gandrīz tikpat ātri kā burts M (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Tas rosina domāt, ka meklēšanas stratēģijai ir galvenā loma mūsu redzes uztverē, vismaz attiecībā uz atrašanas laiku burta uztveršanai. Tomēr, iespējams, ka šis skaidrojums nav pilnīgs, jo līdzīgas stratēģijas ne vienmēr dod līdzīgu rezultātu (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Burtam A ir zema atpazīšanas pakāpe (Mueller & Weidemann, 2011), bet to atrod ātrāk nekā burtu ar augstu atpazīšanas pakāpi – F, lai gan abu atrašanai tika izmantota viena un tā pati stratēģija (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai).

Lai izprastu, vai burtu sastopamības biežums skaidro iegūtos rezultātus, tika atrasta latviešu valodas datubāze, kas atbilst pētījuma dalībnieku biežāk lietotajai valodai (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai). Vārdu analīzei tika izmantoti vārdi, kas datubāzē korpus.lv sastopami vismaz 800 reizes. Iztīrot datus par vārdu sastopamības biežumu (skat. 24. attēlu), visbiežāk latviešu valodas datubāzē korpus.lv sastopami burti, kā a un i, attiecīgi 902671 un 588553 reizes. Nedaudz virs 400000 reizēm sastopami tādi burti, kā r, s, t un u, bet starp 300000 un 400000 reizēm sastopami burti, kā k un n. Burti a, e un v sastopami starp 200000 un 300000 reizēm, turpretim starp 100000 un 200000 reizēm sastopami burti, kā b, d, ē, ī, j, l, m, o un p. Arī gadījumā, ja latviešu valodas alfabēta burtus noreducētu uz latīņu valodas burtiem, neizmantojot latviešu valodā izmantotās mīkstinājuma zīmes un garumzīmes, iepriekš minētās burtu sastopamības biežuma tendences saglabājas (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai).



**24. attēls. Latviešu valodas alfabēta burtu sastopamības biežums, izanalizējot vārdu biežumu no korpuss.lv datubāzes (Latviešu valodas tekstu korpuss).**

Kā liecina iegūtie rezultāti, minētais burtu sastopamības biežums neizskaidro iegūtos rezultātus. Tā, piemēram, burts A ir visbiežāk sastopamais burts, bet tā vietā burts M, kas ir apmēram piecas reizes mazāk sastopams salīdzinājumā ar burtu A, tiek atrasts ātrāk par citiem burtiem. Turklāt burti F un H, kas ir vismazāk sastopamie, tiek atrasti ātrāk nekā burts N, kas ir piektais biežāk sastopamais burts (Timrote *et al.*, iesniegts publicēšanai).

### 3.2.4 Diskusija

*Sireteanu & Rettenbach* (1994) norāda, ka meklēšanas uzdevumos vērojams specifiskas mācīšanās trūkums, kur uzlabojums nav novērojams konkrētas pazīmes uztverē. Turpretim *Karni & Sagi* (1993) norāda, ka uzlabojums meklēšanas uzdevuma veikšanā nebūs novērojams mērījumu sesijas laikā, bet, galvenokārt, treniņa sesiju starplaikā. Savukārt *Sireteanu & Rettenbach* (1994) novēro, ka meklēšanas uzdevuma uzlabojums no pirmās meklēšanas uzdevuma pildīšanas posma turpinās otra mērījuma posma laikā. Jāatzīmē, ka šie autori vienā meklēšanas uzdevuma posmā izmanto līdz 12 meklēšanas reizēm. Mūsu pētījumā meklēšana bija jāveic 20 reizes pēc kārtas, lai gan viena uzdevuma laikā bija jāatrod vairāki mērķa burti. Taču iegūtie rezultāti apliecināja, ka šajā laikā meklēšana neuzlabojas, bet ir atkarīga no mērķa burta un uzdevuma veikšanas reizes. Lai gan *Wolfe* (2000) norāda uz atkārtotas meklēšanas veikšanu, tā tiek veikta ar vienu un to pašu simbolu izkārtojumu atkal un atkal. Taču arī šādā uzdevumā, izmantojot burtus, *Wolfe* (2000) norāda – ja meklēšana nebija efektīva pirmajā uzdevuma veikšanas reizē, tāda tā paliks arī pēc bezgalīgi daudz mēģinājumiem. Un patiešām, ja mūsu pētījumā burts, piemēram, M pirmajā reizē tiek atrasts visātrāk, līdzīgi ātri tas tiek atrasts arī citas meklēšanas reizes.

*Tipper* (1985) norāda, ka *priming* jeb sākotnējuma efekta dēļ mērķi, kas pirms brīža izskata ziņā bijis distraktors, jāmeklē ilgāk salīdzinājumā ar mērķi, kas pirms tam nav bijis distraktors, jo aktīvs joprojām ir inhibīcijas process. Mūsu rezultātos, ņemot vērā, ka burti distraktori varēja mainīties randomizēti pēc datorprogrammas ģenerēta algoritma, tādēļ patiešām varēja būt situācija, kad distraktors vienā uzdevumā varēja būt mērķis nākamajā uzdevumā. Turklāt atrašanas laiks dažādiem burtiem atšķīrās, tādēļ nav izslēdzams, ka svārstības atrašanas laikā radušās inhibīcijas dēļ.

Arī *Tiplady*, (1994) piedāvā uzdevumu, kas sastāv no burtiem rindās, taču tie ir mazie burti. Mūsu pētījumā visi burti ir lieli, tādēļ novērojamas nelielas atšķirības uzdevuma dizainā. Taču būtiska atšķirība starp mūsu uzdevumam un *Tiplady* (1994), kā arī *Gauthier et al.* (1989) *The Bells Test*, kā arī *Franceschini et al.* (2012) uzdevumā ir atbildes saņemšanā. Ja mūsu testā jāaskaita visi mērķa burti, tad minēto autoru uzdevumā – izsvītrot visus mērķa burtus vai simbolus. Ir zināms, ka mērķa attēla skaļa nosaukšana meklēšanas laikā uzlabo tā atrašanu (*Lupyan & Swingley*, 2012), lai gan zināmākus mērķa attēlus vairāk ietekmē skaļa mērķa nosaukšana, bet lielāks distraktoru skaits nosaka arī neprecīzāku meklēšanu. Mūsu pētījumā šāda sakarība neizpildās, proti, kļūdu skaits nepieaug tādēļ, ka distraktoru skaits ir liekāls, ja mērķu skaits 100 burtu matricā ir mazāks.

*Baranov-Krylov et al.* (2009) arī norāda, ka kļūdaini atrod ne tikai bērni, bet arī pieaugušie, bet tikai sarežģītā uzdevumā. Līdz ar to jādomā, ka burtu meklēšana ir sarežģīta, jo jāmeklē starp daudziem, atšķirīgiem burtiem, kuri savā starpā atšķiras ne tikai pēc formas (apaļi, kantaini), bet arī to veidoto līniju virziena, piemēram, L burts sastāv no vertikālas un horizontālas līnijas, A no divām pretējos virzienos vērstām slīpām līnijām un vienas horizontālas, lai gan burtu K veido viena taisna un divas horizontāli noliekas līnijas. Tātad, burti ir savstarpēji ļoti atšķirīgi. Tā, piemēram, *Wolfe* (2001) norāda, ka, vieglāk atrast burtu spoguļattēlā starp tradicionāli novietotiem burtiem, nekā burtu starp vairākiem burtiem spoguļattēlā. Savukārt *Pashler* (1987), norāda, ka distraktoru līdzība mērķim palēnina tā atrašanu.

Vairāki autori (*Primativo et al.*, 2013; *Paglicua et al.*, 2008) ir norādījuši, ka vārdi, kuri ir bieži sastopami, tiek lasīti krietni ātrāk nekā vārdi, kuri ir reti sastopami. Spriežot pēc mūsu iegūtajiem rezultātiem, bieži sastopamu burtu meklēšana nenozīmē, ka tos atradīs ātrāk nekā burtus, kuri ir reti sastopami. Jāsaka gan, ka datubāze, no kuras tika izmantots vārdu sastopamības biežums, lai analizētu burtu sastopamības biežumu, vēl ir izstrādes procesā, tādēļ nav pilnīga. Kā norāda šīs datubāzes uzturētāji, pilnīgai informācijai būtu nepieciešami aptuveni 100 miljoni vārdlietojumu, tādēļ šobrīd pieejamā 4,5 miljonu vārdlietojumu izlase

norāda tikai tendenci. Tādēļ, ja vārdu biežuma analīzei būtu iespējams izvēlēties konkrētas sfēras vai vecumam atbilstošu literatūru, kas ikdienā tiek lasīta, piemēram, grāmatas vai mācību literatūra bērniem, iespējams, būtu precīzāk novērtējama saistība starp burtu atrašanas laiku un to sastopamības biežumu.

Saistībā ar acu kustībām ir veikti daudz un dažādi pētījumi. Svarīgākais, ka sakādiskas acu kustības kalpo fovejas pārvietošanai uz apgabalu, kuru vēlamies izpētīt vairāk, bet tam būtiska perifērā informācija (*Liversedge & Findlay, 2000*). Saistībā ar lasīšanu *Reichle et al. (2003)* norāda, ka vārdi daļēji tiek apstrādāti parafovejā jeb tuvajā perifērijā, kā tas tiek saukts mūsu darbā. Savukārt *Liversedge & Findlay (2000)* norāda, ka fiksācijas ilgumu un kopējo meklēšanas uzdevuma laiku var ietekmēt nākamā sakādes mērķa izvēle un informācijas apstrāde. *Greene (2006)* norāda, ka sakādi var virzīt gan attēla informācija, gan zināšanas. Ja zināšanas, tad intervāls starp sakādēm ir garāks. Arī *Erkelens (1996)* savā pētījumā izmanto meklēšanas uzdevumu, kur daļa distraktoru ir treknināti. Viņš norāda, ka trekninātos burtus fiksē retāk, nekā burtus bez trekninājuma, trūklāt trekninātos burtus bieži arī izlaida. Tā kā pirms distraktoru parādīšanās dalībniekam bija parādīts mērķa burts, uzdevuma pildīšanas laikā viņam bija zināšanas par mērķi. Arī mūsu pētījuma dalībnieki bija informēti, ka treknināti būs tikai distraktori, viņi sakāžu plānošanai izmantoja zināšanas, tādēļ arī fiksācijas bija ilgākas, bet mazāk, ja distraktori bija izmainīti ar trekninājumu vai krāsu. Tas apliecina *Liversedge & Findlay (2000)* tekstu, ka perifērā redze ir būtiska sakādisko acu kustību plānošanā un kontrolēšanā.

Līdzīgā pētījumā *Erkelens (1996)* parāda, ka fiksāciju ilgums ir individuāls katram dalībniekam, kas sasauca ar mūsu pētījumu, lai gan kopumā fiksācijas bija būtiski ilgākas, ja tuvajā perifērijā bija izmainīts distraktoru trekninājums vai krāsa. *Luria & Strauss (1975)* ir norādījuši, ka krāsa var palīdzēt mērķi atrast ātrāk. Mūsu gadījumā krāsa bija izvēlēta, lai palīdzētu nākamās sakādes plānošanā, tādēļ mērķa atrašanas laiks norādīja uz tendenci paātrināt meklēšanu. *Hout & Goldinger (2010)* norāda, ka zināšanas par distraktoru (šajā gadījumā sadzīves priekšmetu attēli) atvieglo meklēšanu, taču tikai gadījumā, ja tā atrašanās vieta ir viena un tā pati visu meklēšanas uzdevumu veikšanas laikā. Mūsu pētījumā distraktori varēja mainīt savu novietojumu burtu matricā, taču trekninājums un krāsa mainījās tikai distraktoriem, padarot burta atrašanas laiku ātrāku. Tādēļ teikt, ka distraktori apgrūtināja meklēšanu, var attiecībā pret kļūdu skaitu, kas būtiski pasliktinājās, izmantojot trekninātus un daļu arī zilus distraktorus.

### **3.2.5 Secinājumi no pētījuma daļas II**

1. Novērtējot, kā uzdevumu veidojošie burti ietekmē vizuālo meklēšanu, noskaidrots, ka kļūdu skaits centrālā uzdevuma veikšanai būtiski palielinās, ja distraktori tuvajā perifērijā atšķiras no mērķa ar krāsu.

2. Informācija no tuvās perifērijas var palīdzēt sakāžu plānošanā, ja distraktori būtiski atšķiras no mērķa. Rezultātā acu fiksācijas kļūst ilgākas, jo to laikā notiek nākamās sakādes plānošana, lai gan skaitliski fiksācijas samazinās.

3. Izvērtējot mērķa burta ietekmi vizuālajā meklēšanā, pētījumā tika izmantoti divpadsmit mērķa burti (A, B, D, E, F, H, I, K, L, M, N un O). Tika secināts, ka daži burti, kā M un I, tiek atrasti ātrāk nekā F un N, kurus atrod lēnāk par citiem burtiem.

4. Novērtējot, vai kļūdu skaits vizuālajā meklēšanā ir atkarīgs no meklētā mērķa burta, tika noskaidrots, ka, piemēram, burta E un K meklēšana ir visneprecīzākā, bet L, M un I burtiem – visprecīzākā.

### 3.3. Vecuma radītā ietekme meklēšanas uzdevumā (Pētījums III)

Iepriekš tika noskaidrots, ka dažādu burtu atrašanas laiks atšķiras. Tādēļ šis pētījuma daļas mērķis ir novērtēt, kā mainās mūsu izveidotā meklēšanas uzdevuma pildīšana līdz ar vecumu, ja meklēšanas uzdevumu veido Landolta kvadrātiskie burti, kuri savā ziņā izslēdz burtu kognitīvo lomu.

Tā kā dažādi burti uzrāda atšķirīgu atrašanas laiku, par stimulu tika izvēlēti Landolta kvadrātiskie burti, kuri atšķiras tikai ar atvēruma virzienu – pa labi, pa kreisi, uz augšu un uz leju. Autori, kā *Salthouse (2000)*, *Baranov-Krylov et al. (2009)*, *Dye & Bavelier (2010)* ir norādījuši vecuma ietekmi atrašanas laikam, tādēļ ir svarīgi zināt, vai arī mūsu izveidoto meklēšanas uzdevumu atšķirīgi veic dažāda vecuma cilvēki. Šī iemesla dēļ pētījumā tika iesaistīti atšķirīga vecuma skolēni un pieaugušie. Būtiski, ka dažādi autori izmanto atšķirīgus stimula veidus, piemēram, *Baranov-Krylov et al. (2009)* pētījumā mērķis ir burts S starp R burtiem, kā arī S burts, kas atšķiras no distraktoriem ar krāsu, savukārt *Dye & Bavelier (2010)* – mērķus ar dažādu orientāciju un krāsu. Savukārt *Norton & Wolf (2012)* ir norādījuši, ka lasīšanas process liecina par valodas līmeni, redzes procesiem un darba atmiņu, uzmanību, motoro kustību un pat kognīciju. Attīstoties lasīšanas spējām, minētās daļas kļūst arvien precīzākas un ātrākas, līdz lasīšana kļūst par automātisku procesu. Savukārt *Ayton et al. (2009)* ir norādījuši, ka *Developmental Eye Movement Test (DEM)* rezultāti ir saistāmi ar skolēnu lasīšanas spējām un vizuālās informācijas apstrādi. Lai labāk izprastu, vai mūsu izveidotā meklēšanas uzdevuma veikšana liecina arī par lasīšanas ātrumu, daļai dalībnieku tika noteikts arī lasīšanas ātrums.

#### 3.3.1 Dalībnieki

Meklēšanas uzdevuma drukāto versiju pildīja 126 skolēni (68 skolnieki, 58 skolnieces, vecums 6-13 gadi), no kuriem 122 veica gan meklēšanas uzdevumu, gan testu lasīšanas ātruma noteikšanai. Savukārt meklēšanas uzdevuma datorizēto versiju pildīja 68 skolēni (31 skolnieki, 37 skolnieces, vecums 7-17 gadi) un 32 pieaugušie (11 vīrieši, 21 sievietes, vecums 21-59 gadi). Pētījums tika veikts saskaņā ar Helsinku deklarācijas nosacījumiem. Skolēni meklēšanas uzdevumu veica Redzes skrīninga ietvaros Rīgas skolās.

### 3.3.2 Metodes

#### 3.3.2.1 Drukāts meklēšanas uzdevums

Redzes skrīninga ietvaros trīs Rīgas skolās tika veikts drukāts meklēšanas uzdevums ar kvadrātiskajiem Landolta C burtiem četros iespējamajos virzienos – ar atvērumu pa labi, pa kreisi, uz augšu un uz leju. Lai iepazītos ar meklēšanas uzdevumu, katrs dalībnieks meklēšanas uzdevumu veica 25 burtu matricā (skat. 25. attēlu) ( $5,7^\circ$  horizontāli un vertikāli, kur viena burta izmērs  $0,8^\circ$  ar  $0,5^\circ$  atstarpi starp burtiem), turpretim testa fāzē – 100 burtu matricā ( $12,3^\circ$  horizontāli un vertikāli, kur viena burta izmērs  $0,8^\circ$  ar  $0,5^\circ$  atstarpi starp burtiem). Burtu lielums stimulu veidošanas procesā tika izvēlēts pēc *Zorzi et al.* (2012) izmantotā burtu lieluma tekstā – 14 punkti. Šie autori norādīja, ka ar 2,7 punktu atstarpēm, ko parasti izmanto tekstā starp burtiem, bērniem ar disleksiju ir grūtības lasīt, bet ar palielinātu atstarpē – 5,2 punktiem – lasīšana uzlabojas. Gan tuvajā, gan tālajā perifērijā bija balts fons.



25. attēls. Meklēšanas uzdevuma piemērs no 25 burtu matricas.

Meklēšanas uzdevums tika turēts komfortablā attālumā – 30-40 cm – un katra dalībnieka uzdevums bija iegaumēt pirmo burtu, kas atrodas burtu matricas augšējās rindas kreisajā pusē, un izskaitīt, cik tādu burtu, ieskaitot iegaumēto, atrodas burtu matricā. Meklējamie elementi jeb mērķa burti vienmēr bija ar atvērumu pa labi un to skaits iepazīšanās fāzē bija 3, bet testa fāzē – 11, 12 vai 13 – atkarībā no testa kartes, kuru skolēns varēja brīvi izvēlēties, iepriekš neredzot pašu uzdevumu. Tā kā mērķa burtu skaits atšķīrās, atrašanas laiks tika rēķināts pēc formulas (1), kur uzdevuma pildīšanas kopējais laiks tiek dalīts ar atrasto burtu skaitu.

Laiks uzdevuma veikšanai tika uzņemts ar hronometra palīdzību. Kad skolēns bija ieraudzījis testa karti, pārbaudes veicējs jautāja, vai skolēns ir gatavs testa veikšanai. Saņemot pozitīvu atbildi, vienlaikus ar vārdu “sāc” tika nospiesta hronometra starta poga. Kad skolēns, klusībā meklējot un skaitot, viņaprāt, bija atradis visus mērķa burtus, viņš skaļi pateica saskaitīto burtu skaitu. Tajā brīdī tika pārtraukta laika skaitīšana ar hronometra palīdzību. Testa pārbaudes kartē tika ierakstīts, kura testa karte tika izmantota, cik saskaitītos elementus bērns nosauca, kā arī atrašanas laiks (meklēšanas uzdevumam nepieciešamais laiks).

Jāatzīmē, ka meklēšanas uzdevuma laikā skolēniem nebija ļauts vilkt līdzi katram elementam ar pirkstu, taču dažos gadījumos bija novērojams, ka bērns veic sekošanu ar galvas kustībām. Pēc uzdevuma veikšanas tika pierakstīts arī šim uzdevumam nepieciešamais laiks un atrasto elementu skaits gan iepazīšanās, gan testa fāzē.

Daļai skolēnu tika noteikts lasīšanas ātrums, kur katram skolēnam bija skaļi jālasa pasakas fragments, kamēr ar hronometra palīdzību tika uzņemts laiks. Tālākai datu analīzei tika izmantots koriģētais lasīšanas ātrums (KLA). Tas tika noteikts pēc formulas:

$$KLA = \frac{(izlasīto\ vārdu\ skaits) \times 60}{(\text{Kopējais uzdevuma pildīšanas laiks, sekundes})} \quad (2)$$

kur KLA – koriģētais lasīšanas ātrums. Pie izlasīto vārdu skaita neskaita izlaistos, bet skaita visus, arī vairākas reizes izlasītos vārdus. Savukārt tālākai datu apstrādei un analīzei tika izmantots *MS Office Excel 2003* un *Origin Pro7.0*.

Tā kā drukātā uzdevuma gadījumā tika novērots, ka ne visi elementi tiek atrasti. Tādēļ tika izveidota datorizētā meklēšanas uzdevuma versija ar mērķi noskaidrot, kuri elementi tiek izlaisti un vai kādu elementu neatrod atkārtoti vai pat kļūdaini. Papildus tam bija iespēja arī pierakstīt secību, kādā tika atrasti meklējamie elementi un izmantot to tālākā datu analīzē.

### 3.3.2.2 *Datorizēts meklēšanas uzdevums*

Katrs meklēšanas uzdevums sastāvēja no kvadrātiskajiem Landolta C burtiem četros iespējamajos virzienos – ar atvērumu pa labi, pa kreisi, uz augšu un uz leju. Savukārt dalībnieks atradās 40 cm attālumā no datora monitora, kura izmērs 40,6°×25,9°. Uzdevuma iepazīstināšanas fāzē tika izmantota 25 burtu matrica ar izmēru 9,6° horizontāli un vertikāli, kur viena burta izmērs 1,1°×1,1° ar 1,1° atstarpi starp burtiem. Testa fāzē meklēšana bija jāveic 100 burtu matricā (19,7° horizontāli un vertikāli), kur viena burta izmērs 1,1°×1,1° ar 1,1° atstarpi starp burtiem). Gan tuvajā, gan tālajā perifērijā bija balts fons.

Katra dalībnieka uzdevums bija iegaumēt pirmo burtu, kas atrodas burtu matricas augšējās rindas kreisajā pusē, un ar datorpeles palīdzību uzspiest uz katra atrastā mērķa burta, ieskaitot iegaumēto. Tā kā pētījuma dalībnieki meklēšanas uzdevumu veica skrīninga ietvaros, datorspēļu spēlēšanas netika izvēlēts par kritēriju iekļaušanai pētījumā. Meklējamo elementu jeb mērķa burtu skaits bija ar atvērumu pa labi, pa kreisi, uz augšu vai uz leju. Ja to skaits iepazīšanās fāzē bija no 6 līdz 10, tad testa fāzē – 24, 26 vai 27 – atkarībā no datorprogrammas ģenerētā testa veida. Kad dalībnieks bija gatavs sākt uzdevumu, tika nospiesta poga “sākt”, bet uzdevumu pabeidzot – poga “beigt”.



Katra uzdevuma veikšanas laikā datorprogrammā tika pierakstīts uzdevumam nepieciešamais laiks, saskaitīto elementu skaits, kā arī kļūdu skaits. No atrasto elementu secības bija izprotams katra dalībnieka uzdevuma veikšanas stratēģija. Savukārt tālākai datu apstrādei un analīzei tika izmantots *MS Office Excel 2003* un *Origin Pro7.0*.

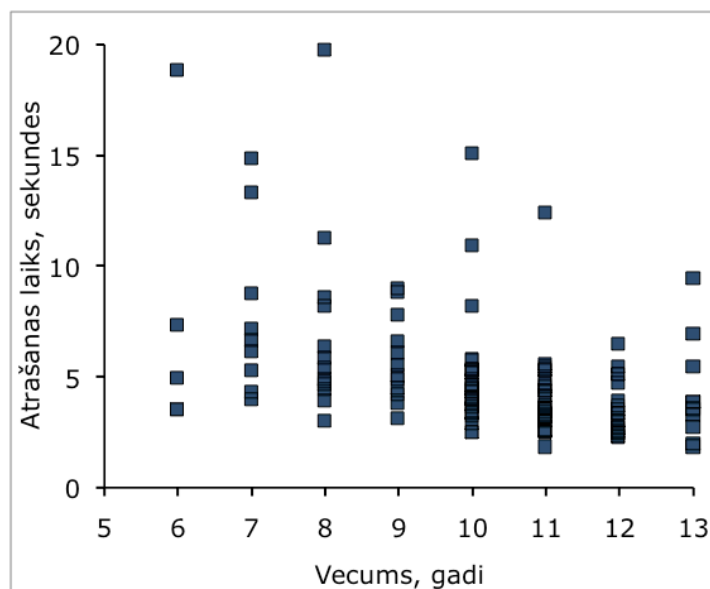
### 3.3.3 Rezultāti

#### 3.3.3.1 Drukāts meklēšanas uzdevums skolēniem

Sākotnēji tika izveidots drukāts meklēšanas uzdevums, lai to pielīdzinātu ikdienas aktivitātēm, kā mācību grāmatu izmantošana skolā. Tā kā pētījuma dalībniekam nebija dotas norādes, kad meklēšanas uzdevumu uzskatīt par pabeigtu, neatrasti burti varētu būtiski samazināt meklēšanas uzdevuma kopējo laiku. Šī iemesla dēļ, balstoties uz *Cheal & Lyon* (1992) piedāvāto aprēķinu, tika izmantots koriģētais laiks, kur tiek ietverts laiks neatrasto elementu atrašanai. Tas tika aprēķināts pēc sekojošas formulas:

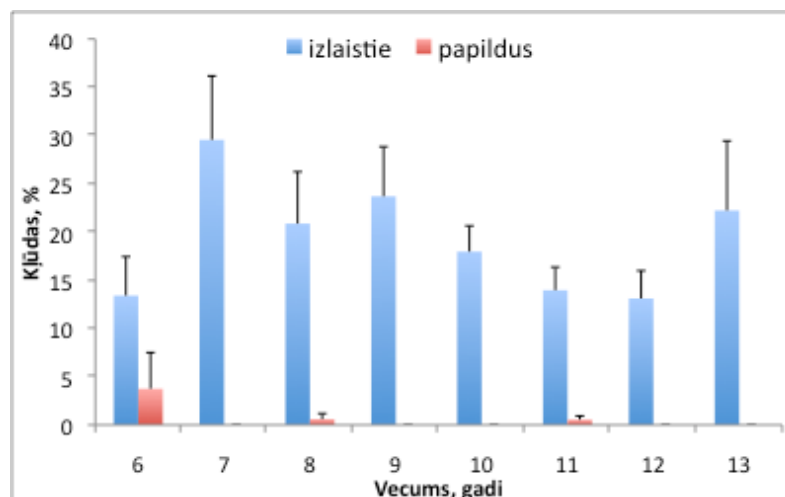
$$\text{Koriģētais atrašanas laiks (sekundes)} = \frac{\text{Uzdevuma pildīšanas kopējais laiks (sekundes)}}{\text{Kopējais atrasto burtu skaits} \div \text{Kopējais atradamo burtu skaits}} \quad (3)$$

Iegūtie rezultāti liecina, ka koriģētais atrašanas laiks kopumā samazinās līdz ar vecumu un, sasniedzot 12 gadu vecumu, viena mērķa atrašana nav ilgāka par 10 sekundēm (skat. 26. attēlu) (*Timrote et al.*, 2013). Lai gan līdz 11 gadu vecumam ir kāds pētījuma dalībnieks, kura koriģētais atrašanas laiks viena mērķa burta atrašanai ir ilgāks par 10 sekundēm (līdz pat 20 sekundēm), lielākajai daļai pētījuma dalībnieku atrašanas laiks ir no 2 līdz 6 sekundēm. Līdz ar vecumu pieaug to dalībnieku skaits, kuri meklēšanu veic līdz 5 sekundēm. Jāmin, ka starp 100 burtiem bija 11, 12 vai 13 mērķa burti, kā rezultātā kopējais meklēšanas uzdevums vidēji ilga vienu minūti. Datu statistiskā analīze liecina, ka atrašanas laiks būtiski atšķiras un ir atkarīgs no skolēna vecuma ( $F(7,117) = 4,24$ ;  $p \ll 0,001$ , One-Way ANOVA). Savukārt *Bonferroni* tests parādīja, ka ar 95% ticamības intervālu novērojama būtiska atšķirība atrašanas laikā starp 7 un 12 gadus, kā arī 9 un 12 gadus veciem skolēniem.



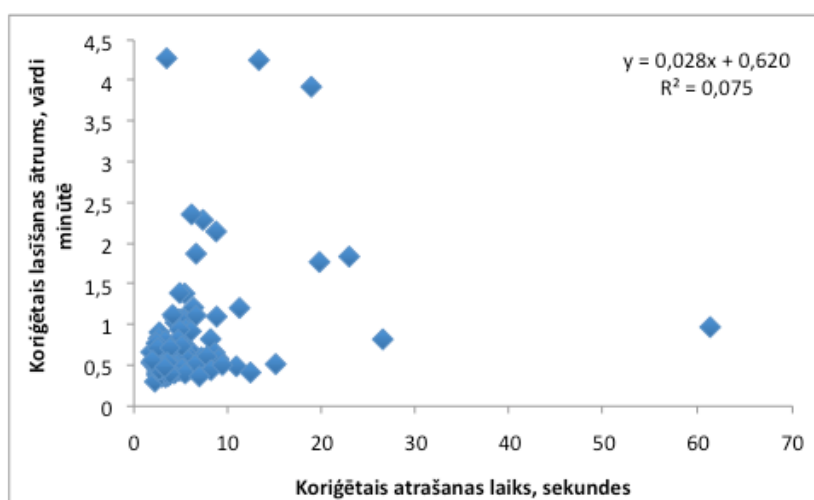
**26. attēls. Koriģētais laiks viena mērķa burta atrašanai drukātā meklēšanas uzdevuma versijai skolēniem katrā no vecumiem.**

Drukātajā meklēšanas uzdevumā vienmēr bija jāmeklē burts ar atvērumu pa labi, kā rezultātā nebija iespējams novērtēt atvēruma virziena ietekmi. Tāpat drukātajā meklēšanas uzdevumā nebija iespējams uzzināt, kuri mērķa burti tika izlaisti un vai visi atrastie tiešām bija mērķa burti. Tā kā dalībnieka uzdevums bija nosaukt kopējo atrasto elementu skaitu, pēc dalībnieka atbildēm bija novērtējams, cik elementu trūkst no kopējā meklējamo elementu skaita, kā arī, ja bija atrasti vairāk. Kā rāda iegūtie rezultāti (skat. 27. attēlu), dalībnieki katrā no vecumiem ir izlaiduši kādu no mērķa elementiem, savukārt tikai 6, 8 un 11 gadu vecumā ir bijuši dalībnieki, kuri atraduši vairāk elementu, nekā patiesībā bija atrodami. Turpretim katrā vecumā skolēni kļūdījušies vairāk nekā 10%. Izvērtējot kļūdu skaitu, vairākums pētījuma dalībnieku neatkarīgi no vecuma meklēšanu veic vidēji ar divām kļūdām, lai gan ir dalībnieki, kuri kļūdās attiecīgi septiņas, astoņas un desmit reizes meklēšanas uzdevuma laikā (Timrote *et al.*, 2013). Tāpat katrā no vecumiem, izņemot sešus gadus vecus dalībniekus, ir kāds dalībnieks, kas nav kļūdījis nevienu reizi. Datus statistiskā analīze liecina, ka kļūdu skaitu procentos neietekmē vecums ( $F(7,117) = 1,55; p=0,16$ , *One-Way ANOVA*).



27. attēls. Kļūdu skaits procentos un standartklūda drukātajam meklēšanas uzdevumam skolēniem atkarībā no vecuma.

Lai pārbaudītu, vai lasīšanas ātrums un mūsu izvēlētais meklēšanas uzdevums ir saistāmi, dalībniekiem, kuri veica drukāto meklēšanas uzdevumu, tika pārbaudīts arī lasīšanas ātrums. Iegūtie rezultāti (skat. 28. attēlu) liecina, ka lasīšanas ātrums (vārdi minūtē) būtiski pieaug līdz ar vecumu ( $F(7,115) = 21,28; p \ll 0,001$ , *One-Way ANOVA*). Savukārt novērojama augsta korelācija (*Pearson* korelācijas koeficients  $r = 0,28$ ,  $p = 0,002$ , *two-tailed*,  $n = 122$ ) starp atrašanas laiku sekundēs un lasīšanas ātrumu minūtēs. Līdz ar to var secināt, ka pēc mūsu izvēlēta meklēšanas uzdevuma var spriest arī par lasīšanas ātrumu. Lai gan ir dalībnieks, kas mērķa atrašanu veic ilgāk par minūti, tas korelācijas koeficientu padara nebūtiski vājāku ( $r=0,27$ ). Iegūto korelāciju būtiski nemaina arī trīs dalībnieki, kuru lasīšanas ātrums ir virs četriem vārdiem minūtē.

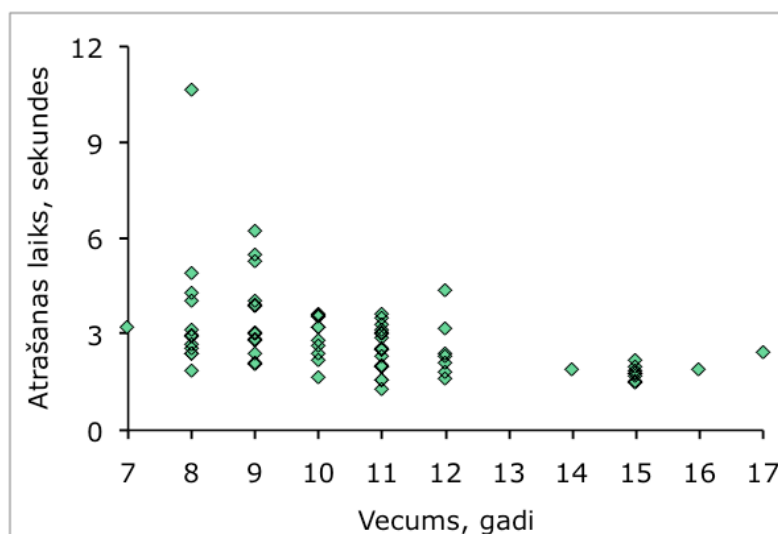


28. attēls. Korelācija starp drukātā meklēšanas uzdevuma koriģēto atrašanas laiku un lasīšanas ātrumu katram no pētījuma dalībniekiem.

### 3.3.3.2 Datorizēts meklēšanas uzdevums skolēniem un pieaugušajiem

Ja drukātā meklēšanas uzdevumā nebija iespējams uzzināt, kurus tieši burtus atrod un kāda ir izvēlētā meklēšanas stratēģija, tad datorizēts meklēšanas uzdevums šādu problēmu atrisināja. Sākotnēji aplūkosim, kā meklēšanu veic tikai skolēni.

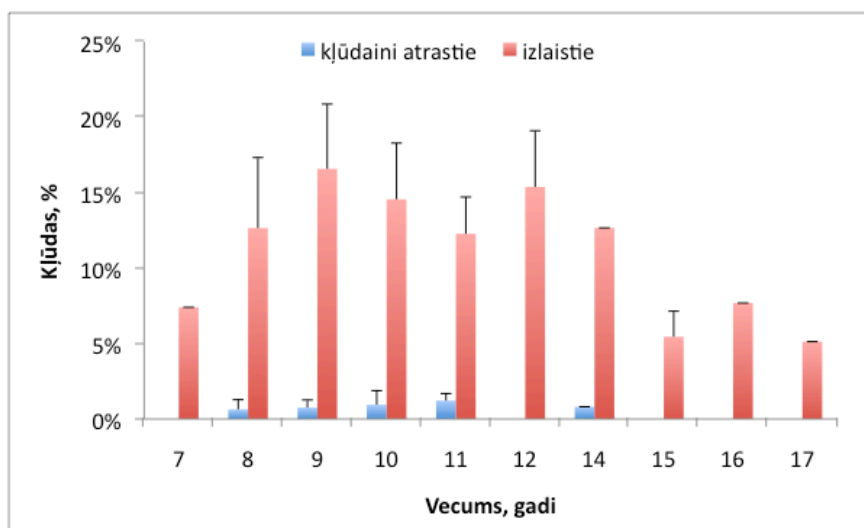
Ja meklēšana jāveic datorizēti, kur ar datorpeles starpniecību jāuzspiež uz katra atrastā mērķa burta, viena burta atrašanas laiks vairumā gadījumu ir mazāks par 6 sekundēm (skat. 29. attēlu), izņemot vienu 8 gadus vecu dalībnieku, kura atrašanas laiks ir gandrīz 11 sekundes un viens 9 gadus vecs dalībnieks, kura atrašanas laiks nedaudz pārsniedz 6 sekundes (Timrote *et al.*, 2014). Datu statistiskā analīze liecina, ka atrašanas laiku skolēniem būtiski ietekmē vecums ( $F(9,57) = 2,38$ ;  $p=0,02$ , *One-Way ANOVA*). Jāmin, ka datorizētajā meklēšanas uzdevumā atrodamo mērķa burtu skaits datorprogrammas algoritma dēļ mainījās atkarībā no uzdevuma un bija 24, 26 vai 27, kas būtībā ir divas reizes lielāks nekā drukātajā meklēšanas uzdevumā. Tādēļ, ja mērķa burts vienas rindas ietvaros sastopams vairākas reizes, atrašanas laiks varētu būt ātrāks, jo mērķa burti ir viens otram tuvāk. Tā kā drukātā meklēšanas uzdevuma versijā ir iesaistītas acu kustības un notiek mērķa burtu skaitīšana, datorizētā uzdevumā mērķis ir ar datorpeles palīdzību uzspiest uz katra mērķa burta, lai varētu izsekot dalībnieka meklēšanas veikšanas secībai. Tātad, testu būtība atšķiras un, lai salīdzinātu, vai viena burta atrašanas laiks būtiski atšķiras datora un drukātajā meklēšanā, tika aprēķināts *z-score*. Iegūtie rezultāti liecina, ka starp atrašanas laiku abos testa variantos nav novērojamas būtiskas atšķirības ( $F(1,225) = 1,00$ ;  $p=0,32$ , *One-Way ANOVA*), proti, ja konkrētā vecumā skolēns lēni veicis meklēšanas uzdevuma drukāto versiju, lēni šī paša vecuma skolēns meklēs arī datorizētajā uzdevumā.



29. attēls. Koriģētais laiks viena mērķa burta atrašanai datorizētā meklēšanas uzdevuma versijai skolēniem katrā no vecumiem.

Ja drukātajā meklēšanas uzdevumā nebija iespējams novērtēt atvēruma virziena ietekmi, datorizētajā meklēšanas uzdevumā mērķa burts varēja būt ar atvērumu vienā no četriem virzieniem. Tomēr, iegūtie rezultāti norāda, ka nav novērojama meklēšanas virziena ietekme uz atrašanas laiku ( $F(1,16) = 1,06$ ;  $p=0,31$ , *One-Way ANOVA*). Jāmin, ka vairumā gadījumu atrašanas laiks katrā no burta atvēruma virzieniem bija 1 līdz 3 sekundes, izņemot 1-3 dalībniekus katram burta atvēruma virzienam, kur atrašanas laiks bija lielāks par 3 sekundēm.

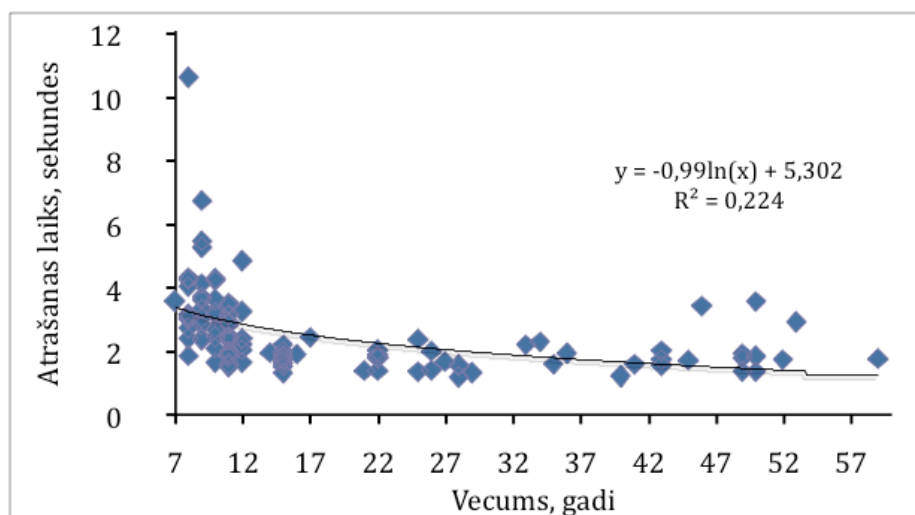
Datorizētajā meklēšanas uzdevumā bija iespējams noteikt gan kļūdaini atrastos mērķa burtus, gan izlaistos burtus. Rezultāti liecina, ka katrā no vecumiem, līdz 15 gadu vecumam, izlaisto burtu skaits procentos meklēšanas uzdevumā pārsniedz 5% (skat. 30. attēlu). Savukārt 8, 9, 10, 11 un 14 gadu vecumā ir arī mazs kļūdaini atrasto burtu skaits. Datorizētajā meklēšanas uzdevumā līdz 12 gadu vecumam meklēšana vairumā gadījumu tiek veikta ar līdz pat piecām kļūdām, bet no 14 līdz 17 gadu vecumam nevienam no dalībniekiem nav vairāk par trīs kļūdām (Timrote *et al.*, 2014). Datu statistiskā analīze liecina, ka kļūdu skaits procentos nav atkarīgs no vecuma ( $F(9,57) = 0,98$ ;  $p=0,46$ , ANOVA: *Single Factor*).



**30. attēls. Kļūdu skaits procentos un standartkļūda datorizētajam meklēšanas uzdevumam skolēniem atkarībā no vecuma.**

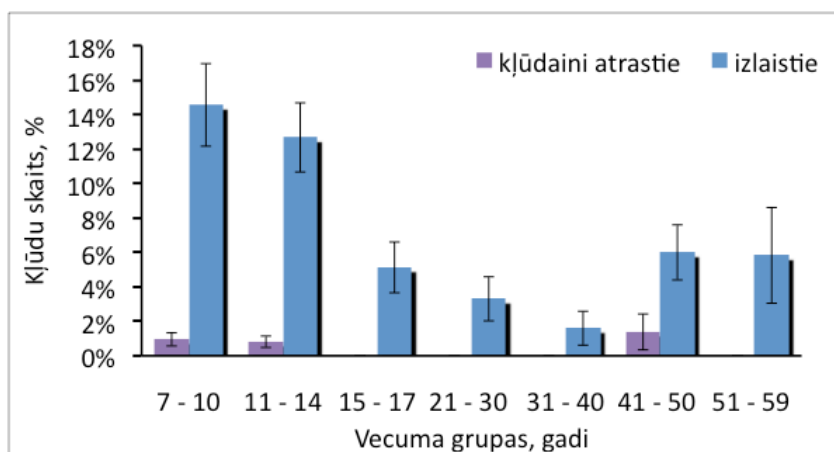
Lai salīdzinātu, vai kļūdu skaits būtiski atšķiras datora un drukātajā meklēšanā, tika aprēķināts *z-score*. Iegūtie rezultāti liecina, ka precizitāte būtiski atšķiras abos testa variantos ( $F(1,225) = 4,66$ ;  $p=0,03$ ). Taču, ja salīdzina kļūdu skaitu drukātajam un datorizētajam meklēšanas uzdevumam, novērojama tendence pieļaut skaitliski vairāk kļūdu datorizētajā meklēšanas uzdevumā. No vienas puses, tas varētu būt tādēļ, ka meklējamo burtu skaits datorizētajā uzdevumā bija 24, 26, 27, kamēr drukātajā – 11, 12 vai 13. No otras puses, drukātajā uzdevumā jātur rokās testa karte, kamēr datorizētajā uzdevumā iesaistīta rokas koordinācija, lai ar datorpeles palīdzību uzspiestu uz katra mērķa burta.

Lai noskaidrotu, kā meklēšanas uzdevuma pildīšana attīstās līdz ar vecumu, meklēšanas uzdevumu pildīja gan skolēni, gan pieaugušie. Kā liecina iegūties rezultāti (skat. 31. attēlu), meklēšanas uzdevuma pildīšana uzlabojas līdz aptuveni 20 gadu vecumam, kad tiek sasniegts visātrākais atrašanas laiks, bet pēc 40 gadu vecuma daļai pētījuma dalībnieku atrašanas laiks paildzinās (Timrote *et al.*, 2014). Atrašanas laika uzlabojums izpildās pēc negatīvas, logaritmiskas funkcijas, taču novērojama cieša korelācija (*Pearson* korelācijas koeficients  $r = -0,38$ ,  $p \ll 0,001$ , *two-tailed*,  $n = 102$ ) starp atrašanas laiku un vecumu. Savukārt datu statistiskā analīze liecina, ka burta atrašanas laiks būtiski atšķiras starp vecuma grupām ( $(F(6,95) = 8,85; p \ll 0,001, ANOVA: Single Factor)$ ). Lai gan lielākā daļa skolēnu vienu burtu atrod 2-5 sekunžu laikā, pēc 14 gadu vecuma viena burta meklēšana nav ilgāka par 3 sekundēm. Jāmin, ka pieaugušo grupā bija apmēram uz pusi mazāk dalībnieku salīdzinājumā ar skolēniem, līdz ar to pilnīgāks kopskats par uzmanību varētu būt pēc lielāka pieaugušo skaita iesaistīšanas šajā pētījuma posmā.



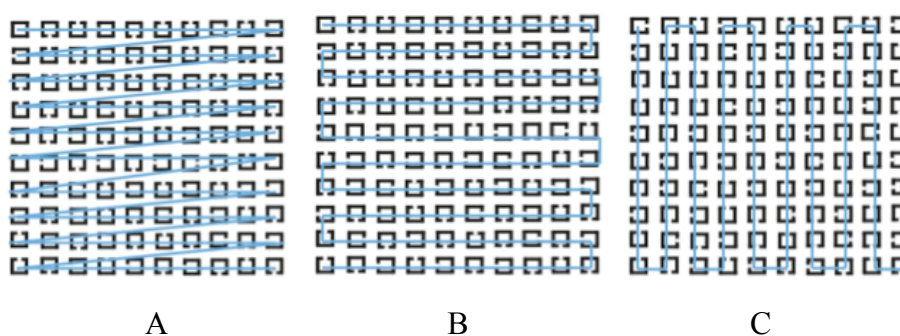
**31. attēls. Atrašanas laiks vienam burtam katrā no vecumiem.**

Apskatot kļūdīšanos meklēšanas uzdevumā, novērojams, ka kļūdu skaits procentos būtiski atšķiras starp vecuma grupām ( $F(6,95) = 4,75; p \ll 0,001, ANOVA: Single Factor$ ) (Timrote *et al.*, 2014). Ja 7-10 gadu vecuma grupā meklēšanas uzdevuma laikā tiek izlaisti aptuveni 14% mērķa burtu, tad 11-14 gadu vecuma grupā tie ir aptuveni 13%, bet 15-17 gadu vecuma grupā tikai 5% (skat. 32. attēlu) (Alberte, 2014). Šāds uzlabojums novērojams līdz pat 31-40 gadu vecuma grupai, kur izlaiž mazāk par 2% elementu. Sākot no 41-50 gadu vecuma grupas izlaisto burtu skaits pieaudzis līdz 6% un saglabājas līdz pat 51-60 gadu vecuma grupai. Ja 7-10 un 11-14 gadu vecuma grupā aptuveni 1% ir kļūdaini atrastie burti, 41-50 gadu vecuma grupā kļūdaini atrod gandrīz 2% burtu. Interesanti, ka citās vecuma grupās nav kļūdaini atrasto burtu, kas, iespējams, skaidrojams ar mazāku dalībnieku skaitu pieaugušo vecuma grupā.



**32. attēls. Vidējais kļūdišanās apjoms procentos un standartnovirze katrai no vecuma grupām.**

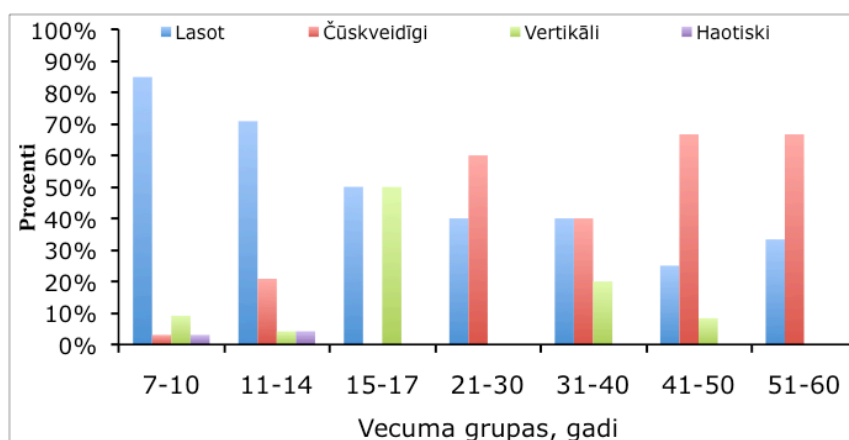
Katram pētījuma dalībniekiem bija dotas norādes, ka jāiegaumē augšējās rindas pirmais burts no kreisās puses un ar datorpeles palīdzību jāuzspiež uz katra šāda izskata burta. Tā rezultātā meklēšanas stratēģija bija katra dalībnieka ziņā, bet datorprogrammā tika ierakstīta nospiesto elementu secība, pēc kuras bija izsekojams meklēšanas stratēģijas veids (skat. 33. attēlu). Lai izprastu, vai meklēšana atšķiras dažādā vecumā, tika analizēta katra dalībnieka meklēšanas stratēģija.



**33. attēls. Meklēšanas stratēģiju piemēri. A – lasot, B – čūskveidīgi, C – vertikāli.**

Kā redzams 34. attēlā, skolēni 7 līdz 10 gadu vecuma grupā pārsvarā meklēšanu veic, kā lasot (80%) (Alberte, 2014; Timrote *et al.*, apstiprināts publicēšanai). Tas līdzinās tam, kā notiek lasīšanas process, proti, uzsākot skolas gaitas skolēni lasa arvien vairāk un ātrāk, līdz ar to meklēšanas uzdevumu pilda līdzīgi lasīšanai. Mazāk nekā 10% skolēnu šajā vecuma grupā meklēšanu veic vertikāli, bet mazāk nekā 5% meklēšanu veic haotiski un čūskveidīgi (Alberte, 2014; Timrote *et al.*, apstiprināts publicēšanai). Pieaugot vecumam, tiek izvēlēta stratēģija, kas palīdzētu veikt uzdevumu ātrāk, kā rezultātā samazinās dalībnieku skaits, kuri meklēšanu veic līdzīgi lasīšanai. Tajā pat laikā līdz ar vecumu pieaug dalībnieku skaits, kuri meklēšanu veic čūskveidīgi. Ja 7-10 gadu vecuma grupā šādu stratēģiju izvēlas mazāk nekā

5% dalībnieku, tad pēc 21 gada vecuma vismaz 40% izvēlas iepriekš minēto stratēģiju. Jāatzīmē, ka haotiski meklēšanu veic tikai vecumā līdz 14 gadiem, bet meklēšana kolonnās tiek veikta ne tikai skolas vecumā, bet arī vecumā no 31 līdz 50 gadiem.



34. attēls. Meklēšanas stratēģija procentos katrā no vecuma grupām.

Lai noteiktu, vai meklēšanas stratēģiju izvēlēs dēļ atrašanas laiks ir būtiski atšķirīgs, tika akprēķinātas *z-score* vērtības. *Anova: One way* datu statistiskā analīze liecina, ka starp meklēšanas stratēģijām ir būtiska atšķirība ( $F(1,97) = 11,03; p < 0.001$ ). Jāsaka, ka *Bonferroni* tests nosaka, ka būtiska atšķirība novērojama tikai attiecībā pret haotisku meklēšanu. Tā kā tikai viens no pētījuma dalībniekiem meklēšanu veica haotiski, tad var secināt, ka meklēšanas stratēģija būtiski neuzlabo burtu atrašanas laiku. Lai gan iegūtie rezultāti liecina par stratēģijas izvēli, kas būtu ātrāka, lielāks dalībnieku skaits atsevišķās vecuma grupās ļautu novērtēt, kurā vecumā čūskveidīga meklēšanas stratēģija pārņem lasīšanas stratēģiju.

### 3.3.4 Diskusija

Arī iepriekš ir pētīta uzmanība dažādā vecumā, bet pētnieki izvēlas nevis plaša apjoma dažāda vecuma dalībniekus, bet konkrētas vecuma grupas. Tā, piemēram, *Salthouse* (2000) pētījumā, kur vērtē apstrādes ātrumu, piedalās dalībnieki 25-75 gadu hronoloģiskajā vecumā, *Trick & Enns* (1998) pētījumā – 6, 8, 10, 22 un 72 gadus veci dalībnieki, *Burack et al.* (2000) pētījumā – 6, 8, 10 un 22 gadu vecumā, *Baranov-Krylov et al.* (2009) pētījumā – 5, 7, 15, 20-30, 60 gadus veci dalībnieki, savukārt *Dye & Bavelier* (2010) dalībnieku vecums ir no 7 līdz 22 gadiem. Līdz ar to mūsu pētījums parāda nedaudz plašāku skatījumu uz uzmanības attīstību līdz ar vecumu.

Analizējot uzdevuma veikšanas laiku, *Salthouse* (2000) norāda, ka reakcijas laiks lineāri palielinās hronoloģiskajā vecumā – no 25 līdz 75 gadu vecumam, taču ar vecumu saistītās atšķirības neietekmē tikai viena pati kognīcija vai atmiņa. *Trick & Enns* (1998) savā pētījumā



norāda, ka 22 gadus veci pieaugušie meklēšanu veic ātrāk nekā 6, 8 vai 10 gadus veci bērni, savukārt 72 gadus veci pieaugušie – lēnāk. Tādējādi dzīves laikā brīva telpiskā uzmanības pārvietošanās ataino vēlu nobriešanu un strauju pasliktināšanos dzīves laikā, kur reakcijas laika izmaiņas raksturo U veida līkne (*Trick & Enns, 1998*). Tā kā šo autoru pētījumā nepiedalās dalībnieki starp 22 un 72 gadu vecumu, nav zināms, kā attīstās ar uzmanību saistītais reakcijas laiks šo vecumu starposmā. Līdzīgi minētajiem autoriem, *Baranov-Krylov et al. (2009)* norāda, ka meklēšanu bērni veic būtiski ātrāk nekā pieaugušo grupa. Savukārt *Burack et al. (2000)* novērojumi liecina, ka reakcijas laiks no 6 līdz 22 gadu vecumam samazinās pēc lineāra principa. Arī mūsu pētījumā bija novērojams, ka meklēšanas uzdevums tik veikts arvien ātrāk līdz aptuveni 20 gadu vecumam, kad bija novērojama uzmanības attīstība. Mūsu iegūtie dati rosina domāt, ka pēc 40 gadu vecuma uzmanības procesos nav vērojama noturība, tie kļūst vājāki, bet tas nav attiecināms uz visiem dalībniekiem šajā vecumā. Tā kā iepriekš minētie autori novēro lēnāku reakcijas laiku jau pēc 20 gadu vecuma, iespējams, dalībnieku skaits pieaugušo vecumā mūsu pētījumā nav bijis pietiekams.

*Verhaeghen & Salthouse (1997)* metanalīzē ir parādījuši, ka vecuma ietekme ir būtiskāka, mērot ātrumu, nekā spriešanas spējas, telpiskās spējas, darba atmiņu un epizodisko atmiņu. Turklāt vecuma ietekme ir būtiskāka pēc 50 gadu vecuma, lai gan kognitīvās spējas pazeminās pat pirms šī vecuma. Sasītībā ar šo autoru teikto atrašanas laiks mūsu pētījumā ir tuvinātāks, salīdzinājumā ar *Trick & Enns (1998)*. Jāatzīmē gan *Trick & Enns (1998)* teiktais par jauniem un gados veciem cilvēkiem – reakcijas laika līdzība nav jāuzskata par tā paša veida uzmanības nepietiekamību.

*Salthouse (2000)* norāda, ka uzdevuma pildīšanas laiks ietver lēmumu par stratēģijas izvēli, ne tikai redzētās informācijas apstrādi, bet *Sireteanu & Rettenbach (1994)* norāda, ka meklēšanas uzlabojums nav novērojams konkrētas pazīmes uztverē, bet meklēšanas stratēģijā. Pielīdzinot šo apgalvojumu kvadrātisko burtu meklēšanai, jāsaka, ka stratēģijas izvēle būtiski nemaina atrašanas laiku, taču meklēšanas laikā katrs no dalībniekiem ir izvēlējis stratēģiju uzdevuma veikšanai. Taču, nav zināms, kā viens un tas pats cilvēks veiktu meklēšanu, izmantojot atšķirīgas stratēģijas – meklēšanu lasot, čūskveidīgi vai vertikāli. Savukārt *Woods et al. (2013)* vērtējot organizētas meklēšanas rašanos bērniem 2-17 gadu vecumā vienmērīgi mainās pēc 12 gadu vecuma, tātad līdz šim vecuma posmam vēl attīstās organizētība meklēšanas uzdevumā. Saistībā ar mūsu pētījumu organizētības izveidošanās varētu būt saistīta ar stratēģijas izvēli, kur vienlīdz daudz dalībnieku izvēlas meklēt lasot un čūskveidīgi.

*Douglas (2001)* ir norādījis, ka lasīšana no drukāta teksta un teksta datora būtiski neatšķiras, lai gan daži vājredzīgi bērni norāda uz grūtībām lasīt datorā. Līdzīgi mūsu iegūtie

rezultāti liecina, ka drukāts un datorizēts meklēšanas uzdevums ir salīdzināmi attiecībā pret atrašanas laiku. Taču ir būtiski novērtēt meklēšanas stratēģiju – *Gauthier et al.* (1989), izmantojot *The Bells Test*, kur izmantoti vairāki mērķa attēli – zvani – parāda, ka cilvēki ar normālu uzmanību meklēšanu veic horizontāli vai vertikāli, savukārt tie, kuriem novēro hemianopsijas neuzmanību, kas ne vienmēr ir saistāma ar redzes lauka defektu, meklēšanu veic haotiski un bez noteiktas secības vai stratēģijas. Mūsu pētījumā novērojām, ka iespējama ne tikai secīga, horizontāla vai vertikāla, bet arī secīga meklēšana čūskveidīgi. Ja *The Bells Test* aizdomas par uzmanības trūkumu konkrētā telpas vietā ir, izlaižot 3 zvanus konkrētā testa zonā, *Trick & Enns* (1998) norādījuši, ka kļūdu skaits vairumā gadījumu sasniedz 10%, bet tos nepārsniedz, ja jāmeklē elements, kas no distraktoriem atšķiras ar vairākām pazīmēm. Savukārt *Burack et al.* (2000) izslēdza dalībniekus, kuru kļūdu skaits pārsniedza 10%, bet norādīja, ka precizitātes atšķirības starp bērniem un pieaugušo grupu nav lielākas par 4%. Šajā gadījumā jāatceras, ka *Trick & Enns* (1998) uzdevumā ir viens mērķis starp vairākiem dostraktoriem, un tiek mērīts reakcijas laiks šī mērķa atrašanai. Savukārt *The Bells Test* ar zīmuli jāizsvīturo vairāki mērķi un skatās kopējo laiku, kā arī atrasto zvanu skaitu. Līdzīgs izslēgšanas uzdevumu piedāvā *Tiplady* (1994), kur meklēšanas uzdevums sastāv no rindās izkārtotiem mazajiem burtiem, bet tos ģenerē datorprogramma. Tā kā mūsu izveidotajā uzdevumā mērķu skaits varēja būt atšķirīgs, tika rēķināts laiks viena burta atrašanai, savukārt kļūdu skaits tika rēķināts procentos. Būtiski, ka *The Bells Test* pārbaudes veicēja uzdevums ir pārjautāt, vai tiešām visi ir atrasti, ja cilvēks uzdevumu pēc viņa domām ir beidzis, bet visi zvani nav izsvītroti. Šī iemesla dēļ mūsu gadījumā ir lietderīgi lietot koriģēto laiku, kas ietver arī laiku kļūdām, ko piedāvā *Cheal & Lyon* (1992). Tā rezultātā var papildus nemotivēt dalībnieku, bet izrēķināt laiku, kas būtu bijis nepieciešams, lai atrastu vēl neatrastos burtus.

Mūsu iegūtie dati liecina, ka kļūdaini atrastie burti ir gan skolēniem, gan pieaugušajiem. *Baranov-Krylov et al.* (2009) savā pētījumā ir norādījuši, ka lielāks kļūdaini atrasto mērķu skaits liecina par inhibīcijas procesu trūkumu, bet lielāks izlaisto elementu skaits par – selektīvās uzmanības vājumu. Tā kā katrā no vecuma grupām mūsu pētījumā bija novērojams izlaisto burtu skaits, jādomā, ka selektīvās uzmanības vājums ir novērojams jebkurā vecumā.

*Norton & Wolf* (2012) norāda, ka lasīšanas mehānisms ietver neirālās sistēmas, kas balsta ne tikai daždus valodas līmeņus, bet arī redzes un ortogrāfiskos procesus, kā darba atmiņa, uzmanība, motorā attīstība, kā arī augstākus līmeņus – sapratni un kognīciju. Tāpat lasīšanai nepieciešams liels ātrums un precizitāte (*Norton & Wolf*, 2012). Līdz ar to varētu domāt, ka arī uzmanība liecina par lasīšanas spējām. Tā, piemēram, *Franceschini et al.* (2012) norāda, ka telpiskā uzmanība pirmsskolas vecuma bērniem var iepriekšparedzēt, kādas būs

bērna lasīšanas spējas nākotnē. Arī mūsu dati liecina, ka uzmanība, ko pētām ar meklēšanas uzdevuma palīdzību, ir sava veida norāde par lasīšanas stāvokli.

### **3.3.5 Secinājumi no pētījuma daļas III**

1. Novērtējot, kā tiek veikts vizuālās meklēšanas uzdevums drukātā un datorizētā versijā, ir noskaidrots, ka burtu atrašanas laiks drukātajā meklēšanas uzdevumā un meklēšanas uzdevumam datorā ir salīdzināmi, taču kļūdas nav salīdzināmas.

2. Novērtējot saistību starp skolēnu lasīšanas spējām, lasot drukātu tekstu, un drukāta meklēšanas uzdevuma veikšanu, ir secināts, ka pēc meklēšanas uzdevuma veikšanas iespējams spriest par skolēna lasīšanas ātrumu – ja meklēšanas uzdevums tiek pildīts ilgi, skolēns arī lasa lēnām.

3. Laiks viena simbola atrašanai meklēšanas uzdevumā samazinās līdz 20 gadu vecumam, sasniedzot maksimālo ātrumu, bet pēc 40 gadu vecuma parādās dalībnieki, kuru simbola atrašanas laiks pieaug.

4. Novērtējot, kā tiek veikts vizuālais meklēšanas uzdevums, tika analizēta meklēšanas veikšanas stratēģija. Līdz ar vecumu mainās meklēšanas uzdevuma veikšanas stratēģija – ja līdz 17 gadu vecumam tā pārsvarā ir līdzīga lasīšanai (katrai rindai ejot cauri no kreisās uz labo pusi), tad pēc 20 gadu vecuma meklēšana pārsvarā notiek čūskveidīgi.

#### 4. Galvenie secinājumi un priekšlikumi

Darbā ir izpētīts, kā atšķirīgi vizuālie stimuli perifērijā mijiedarbojas ar pašu centrālo uzdevumu tā pildīšanas laikā un kā tie ietekmē paša centrālā uzdevuma veikšanā – centrālais (meklēšanas) uzdevums uz fona ar mazu statistisko troksni tālajā perifērijā tiek veikts par  $8\pm 3\%$  ātrāk, bet uz fona ar lielu troksni tālajā perifērijā par  $27\pm 10\%$  ātrāk nekā uz balta fona tālajā perifērijā. Šajā pētījumā tika izmantots divu veidu statistisks troksnis tālajā perifērijā, kas tika definēts kā liels un mazs. Centrālais uzdevums (vizuālā meklēšana) ar lielu troksni tālajā perifērijā tiek veikts visātrāk, salīdzinot ar vizuālo meklēšanu uz balta fona un ar mazu troksni tālajā perifērijā, iespējams, darbojoties kā aktivējošs stimuluss perifērijā vai arī norāde, ar kuras palīdzību vieglāk atcerēties, kurā centrālā uzdevuma rindīņā tikko bija meklēts mērķa burts. Nosakot binokularitātes lomu meklēšanas uzdevuma veikšanā, ir noskaidrots, ka, skatoties binokulāri, meklēšana tiek veikta ātrāk, bet ne tik precīzi, salīdzinot ar meklēšanu monokulāri.

Ir noteikta kustīga trokšņa ietekme tālajā perifērijā centrāla uzdevuma veikšanā. Iegūtie rezultāti apstiprina, ka kustīgs troksnis tālajā perifērijā apgrūtina centrālā uzdevuma veikšanu, līdz ar to burtu atrašanas laiks ir par  $20\pm 8\%$  ilgāks, salīdzinot ar uzdevumu uz balta fona, un par  $32\pm 7\%$  ilgāks ar lielu troksni tālajā perifērijā. Līdz ar to kustīgu troksni ir lietderīgi izmantot, lai provocētu redzes sistēmu darboties aktīvāk attiecībā uz centrāla uzdevuma veikšanu vienā gadījumā, piemēram, noskaidrot, vai cilvēka darbu būtiski traucē mazu, informatīvu reklāmu parādīšanās datora ekrānā vai lielu, kā kolēģu pārvietošanās darba telpā. Citā gadījumā kustīgs troksnis var destabilizēt redzes sistēmu, kas varētu dot nozīmīgu ieguldījumu redzes noguruma pētīšanai. Tātad saprast, vai noguris cilvēks ir mazāk uzmanīgs un mazāk precīzs attiecībā pret veicamo darbu.

Ir izpētīta paralēla uzdevuma ietekme tālajā perifērijā centrāla uzdevuma veikšanā. Pētījumā ir noskaidrots, ka paralēls uzdevums samazina centrālajam uzdevumam pievērsto uzmanību, kā rezultātā centrālais uzdevums tiek veikts mazāk precīzi. Tas rosina domāt, ka perifērijā esoša informācija, kas var tikt saistīta ar neuzmanīgāku auto vadīšanu gadījumos, kad tiek izmantotas viedierīces kartes demonstrēšanai, kā arī ātrāku un precīzāku darāmā darba darīšanu slēgta tipa ofisos pretstatā atvērta tipa ofisiem, kur atkarībā no darba vietas novietojuma vairums cilvēku var iet garām darba vietai un vizuālu apsvērumu dēļ – kustības uztveres perifērijā – tikt traucēts veikt ikdienas darbu garāmejošo kolēģu dēļ. Lai gan figūras tālajā perifērijā tika pamanītas un atpazītas arī centrāla uzdevuma veikšanas laikā, to būtiski ietekmēja redzes asums perifērijā, kas bija ierobežojošs faktors, taču, jo precīzāk noteikta perifērās figūras forma, jo vairāk kļūdu pieļauts centrālā uzdevuma veikšanā. Tā kā uzmanība

bija sadalīta gan centrālā uzdevuma veikšanai, gan perifēro figūru pamanīšanai, dalībnieks vairāk kļūdījās centrālā uzdevuma veikšanā.

Ir izanalizēta trokšņa ietekme tuvajā perifērijā centrāla uzdevuma veikšanā. Iegūtie rezultāti liecina, ka meklēšanas uzdevumu veidojošajiem burtiem ir izšķiroša nozīme meklēšanas veikšanā. Mērķa burta ietekmes noteikšanai vizuālajā meklēšanā tika izmantoti divpadsmit mērķa burti (A, B, D, E, F, H, I, K, L, M, N un O). Tika secināts, ka daži burti, kā M un I, tiek atrasti ātrāk nekā F un N, kurus atrod lēnāk par citiem burtiem. Burtu meklēšana, ja tie izcēlās starp apkārtējiem burtiem, kā I un M, noritēja ātrāk tieši šīs izcelšanās no apkārtējā fona dēļ. Citu burtu meklēšana nebija tik viennozīmīga, kā rezultātā daļa burtu tika atrasta ātrāk, bet citu – lēnāk. Tas rosina domāt par ātrāku meklēšanu vidē, kas ir viengabalaināka un labi zināma. Tā, piemēram, kādu mums interesējošu objektu varētu ātrāk atrast vidē ar mazāk priekšmetiem vai labi zināmā vidē, kā datorekrāna darbavirsma (*desktop*), kas ir katra cilvēka individuāli izkārtota. Jo vairāk iepriekš neredzētu mapju un dokumentu novietots uz ekrāna, jo iespējams, grūtāk atrast pareizo dokumentu, kas tiek meklēts. Tas būtu attiecināms uz labi zināmajām ikdienas situācijām, kur vieglāk orientēties zināmā vidē, pretstatā jaunai un līdz šim neapgūtai videi – ir labi zināms, ka veikalos preču izkārtojums atšķiras, automašīnu stāvvietā grūti atrast savu auto, ja tas novietots neraksturīgi svešā vietā, un tā joprojām. Arī optometristam ir nepieciešams laiks, lai efektīvi strādātu līdz šim nezināmā kabinetā, jo pierastas un labi zināmas lietas tiek atrastas ātrāk.

Novērtējot, vai kļūdu skaits vizuālajā meklēšanā ir atkarīgs no meklētā mērķa burta, tika noskaidrots, ka, piemēram, burta E un K meklēšana ir visneprecīzākā, bet L, M un I burtiem – visprecīzākā. Novērtējot, kā uzdevumu veidojošie burti ietekmē vizuālo meklēšanu, noskaidrots, ka kļūdu skaits centrālā uzdevuma veikšanai būtiski palielinās, ja distraktori tuvajā perifērijā atšķiras no mērķa ar krāsu. Tātad mērķus maskē apkārt esošā informācija un tas apgrūtina meklēšanas uzdevuma veikšanu. Savukārt informācija no tuvās perifērijas var palīdzēt sakāzu plānošanā, ja distraktori būtiski atšķiras no mērķa. Tādēļ acu fiksācijas kļūst ilgākas, jo to laikā notiek nākamās sakādes plānošana, lai gan skaitliski fiksācijas samazinās.

Ir novērtēta vecuma ietekme meklēšanas uzdevuma veikšanā. Laiks viena simbola atrašanai meklēšanas uzdevumā samazinās līdz 20 gadu vecumam, sasniedzot maksimālo ātrumu, bet pēc 40 gadu vecuma parādās dalībnieki, kuru simbola atrašanas laiks pieaug. Līdz šim ir atrodami citu autoru darbi par uzmanību meklēšanas uzdevuma veikšanas laikā saistībā ar novecošanas procesu, lai gan pētījumi veikti tikai konkrētās vecuma grupās vai šaurākā vecuma apgabalā. Redzes skrīninga laikā bija novērojams, ka ir skolēni, kuriem ir grūtības ilgstoši koncentrēties uzdevuma veikšanai un veltīt uzmanību, lai sekmīgi pabeigtu

uzdevumu. Tas rosina veidot arvien jaunus testus, kuri īsākā laika posmā dotu sagaidāmo atbildi par redzes un uzmanības funkciju stāvokli.

Pētījuma dalībnieku skaits katrā no vecumiem nebija vienāds, jo dati tika ievākti projekta laikā, kur tika veikts redzes skrīnings, neizvēloties dalībnieku vecumu, bet iespēju un vēlmi piedalīties pētījumā kā noteicošo faktoru. Tādējādi palielinot pētījuma dalībnieku skaitu visās vecuma grupās un to līdzsvarojot, lai katrā no vecumiem būtu vienāds dalībnieku skaits, būtu iespējams labāk izprast uzmanības procesus. Tas ļautu arī izziņāt individuālos uzmanības procesus un lēnāka meklēšanas uzdevuma pildīšanas, kā arī liela kļūdu skaita gadījumā individuāli izpētīt tā cēloņus – vai uzdevums ir pareizi izprasts un kāda ir pamatproblēma. Savukārt, lai atvieglotu meklēšanas stratēģiju noskaidrošanu, pētījumu varētu papildināt ar automatisku stratēģiju aprēķinu, ko veiktu datorprogrammā uzreiz pēc meklēšanas uzdevuma pabeigšanas. Tas ļautu dalībniekam saņemt atbildi par iespējamo atradni uzreiz pēc uzdevuma pildīšanas veikšanas, kā arī meklēt iespējamus risinājumus un tālāko darbības plānu, kā arī noskaidrot vairāk par ikdienā veiktajām vizuālajām darbībām un iespējamajiem traucējumiem tā rezultātā. Bieži vien ir tests, kuram ir pildīšanas nosacījumi, bet ļoti lielu informācijas apjomu iespējams noskaidrot tieši sarunu ceļā ar pētījuma dalībnieku.

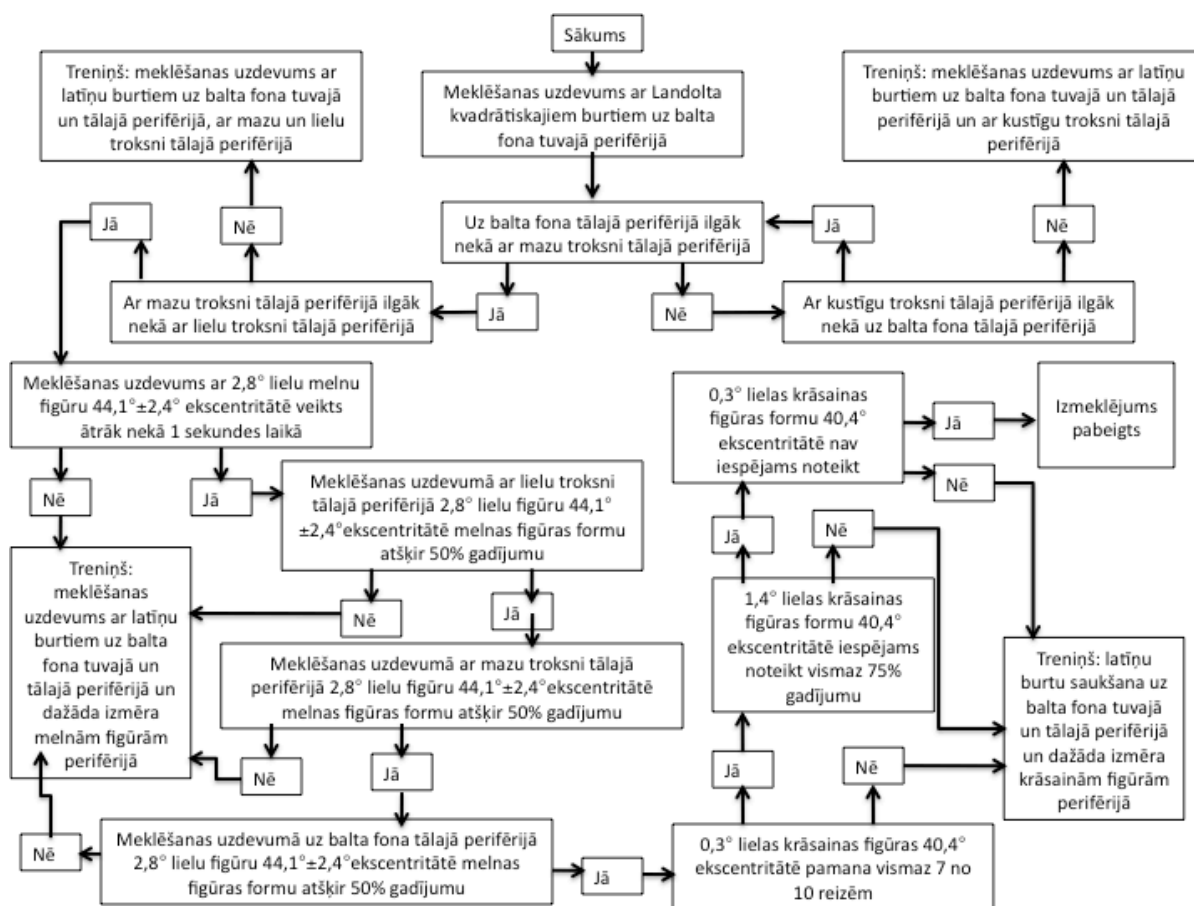
Mūsu izveidotais meklēšanas uzdevums, kas sastāv no Landolta kvadrātiem, ir parādīts kā veiksmīgāk lietojamais rīks uzmanības novērtēšanai, jo šie burti atšķirībā no latīņu burtiem savā starpā atšķiras tikai ar atvēruma virzienu un tādējādi ir iespējams izslēgt kognitīvo iesaistīšanos meklēšanas uzdevuma veikšanā. Tālākajos pētījumos būtu lietderīgi šādam meklēšanas uzdevumam pievienot troksni tālajā perifērijā un novērtēt redzes uzmanību.

Novērtējot, kā tiek veikts vizuālās meklēšanas uzdevums drukātā un datorizētā versijā, ir noskaidrots, ka burtu atrašanas laiks drukātajā meklēšanas uzdevumā un meklēšanas uzdevumam datorā ir salīdzināmi, taču kļūdas nav salīdzināmas. Izvērtējot saistību starp skolēnu lasīšanas ātrumu, lasot drukātu tekstu, un drukāta meklēšanas uzdevuma veikšanu, ir secināts, ka pēc meklēšanas uzdevuma veikšanas iespējams spriest par skolēna lasīšanas ātrumu – ja meklēšanas uzdevums tiek pildīts ilgi, skolēns arī lasa lēnām.

Meklēšanas uzdevumam datorā bija iespējams analizēt arī meklēšanas veikšanas stratēģiju. Tika noskaidrots, ka tā mainās līdz ar vecumu– ja līdz 17 gadu vecumam tā pārsvarā ir līdzīga lasīšanai (katrai rindai ejot cauri no kreisās uz labo pusi), tad pēc 20 gadu vecuma meklēšana pārsvarā notiek čūskveidīgi, lai noskaidrotu, vai cilvēki, kuri ātri un ar izpratni lasa, arī izvēlas vienu konkrētu vizuālās meklēšanas stratēģiju. Ja tas apstiprinātos, meklēšanas stratēģiju būtu iespējams izmantot kā indikatoru norādei uz iespējamiem lasīšanas traucējumiem.

Kā papildus virzienu redzu dažādu stimulu iekļaušanu pētījumā, kas ietver gan ģeometrisku figūru izmantošanu meklēšanas uzdevumā, gan ciparus, kā arī burtus. Izmantojot vienādu izmēru kā galveno mēru būtu labi saskatāms konkrētā stimula ieguldījums un radītais efekts atrašanas laika un arī kļūdu novērtējumā.

Nākotnē izveidotos testus perifērās vizuālās informācijas novērtēšanai iespējams izmantot dažādu profesiju pārstāvju, kā sportisti, autovadītāji, ofisa darbinieki, perifērās redzes novērtēšanai un nepieciešamības gadījumā arī treniņiem. No šobrīd esošajiem rezultātiem ir zināms, kāda veida informācija tālajā perifērajā palīdz veikt centrālo uzdevumu ātrāk, kā arī tas, kāda lieluma figūras perifērijā ir pamanāmas un atšķiramas. Līdz ar to ir izveidots algoritms (skat. 9. attēlu), pēc kura iespējams novērtēt cilvēka perifērās redzes uztveri, kā arī norādīt posmus, kuros noteikta veida treniņi varētu dot perifērās redzes uzlabojumu.



35. attēls. Algoritms perifērās redzes uztveres novērtēšanai.

## Izmantotās literatūras saraksts

Ahmed, E. A Textbook of Ophthalmology. 2nd edition. New Delhi, 2001; 11.nodaļa: 33-34.

Ayton, L. N., Abel, L. A., Fricke, T. R., McBrien, N. A. Developmental Eye Movement Test: What is it really Measuring? *Optometry and Vision Science*. 2009; 86 (6): 722-730.

Akutsu, H., Legge, G. E., Ross, J. A., Schubel, K. J. Psychophysics of Reading X: Effects of Age-Related Changes in Vision. In: *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 1991; 46 (6): 325-331.

Alberte, L. Meklēšanas uzdevuma prasmes skolas vecuma bērniem un pieaugušajiem. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Ieva Timrote. 2014; pp. 10-29. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Allahyari, T., Saraji, G. N., Adt, J., Hosseini, M., Younesian, M., Travani, M. Useful Field of View and Risk of Accident in Simulated Car Driving. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2007; 4 (2): 133-138.

Ando, S., Kida, N., Oda, S. Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*. 2001; 92: 786-794.

Anstis, S. Picturing peripheral acuity. *Perception*. 1998; 27: 817-825.

Anton-Erxleben, K., Carrasco, M. Attentional enhancement of spatial resolution: linking behavioral and neuropsychological evidence. *Nature Reviews Neuroscience*. 2013; 14 (3): 188-200.

Baranov-Krylov, I. N., Kuznetsova, T.,G. Attention Parameters in Visual Search Tasks in Different Age Groups. *Neuroscience and Behavioral Psychology*. 2009; 39 (5): 481-487.

Barfield, W., Kraft, C., Piyarali, A. Peripheral apparent motion as a function of location, contrast, and direction of stimulus motion. *Perceptual and Motor Skills*. 1989; 68: 33-34.

Braun, J. Visual Search among Items of Different Salience: Removal of Visual Attention Mimics a Lesion in Extrastriate Area V4. *The Journal of Neuroscience*. 1994; 14 (2): 554-567.

Bravo, M. J., Nakayama, K. The role of attention in different visual-search tasks. *Perception & Psychophysics*. 1992; 51 (5): 465-472.



Brown, L. E., Halpert, B. A., Goodale, M. A. Peripheral vision for perception and action. *Experimental Brain Research*. 2005; 165: 97-106.

Bruce, N. D. B., Tsotsos, J. K. Visual representation determines search difficulty: explaining visual search asymmetries. *Frontiers in computational Neuroscience*. 2011; 5 (33): 1-10.

Burack, J. A., Enns, J. T., Iarocci, G., Randolph, B. Age differences in Visual Search for Compound Patterns: Long- Versus Short-Range Grouping. *Developmental Psychology*. 2000; 36 (6): 731-740.

Burani, C., Arduino, L. S., Barca, L. Frequency, not age of acquisition, affects Italian word naming. *European Journal of Cognitive Psychology*. 2007; 19 (6): 828-866.

Carlisle, N. B., Arita, J. T., Pardo, D., Woodman, G. F. Attentional Templates in Visual Working Memory. *The Journal of Neuroscience*. 2011; 31 (25): 9315-9322.

Carrasco, M. Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*. 2011; 51: 1484-1525.

Carrasco, M., Giordano, A. M., McElree, B. Attention speeds processing across eccentricity: Feature and conjunction searches. *Vision Research*. 2006; 46: 2028-2040.

Cheal, M., Lyon, D. R. Attention in visual search: Multiple search classes. *Perception & Psychophysics*. 1992; 52 (2): 113-138.

Cheng, A., Eysel, U. T., Vadyasagar, T. R. The role of the magnocellular pathway in serial deployment of visual attention. *European Journal of Neuroscience*. 2004; 20: 2188-2192.

Colombo, J. The Development of Visual Attention in Infancy. *Annual Review of Psychology*. 2001; 52: 337-367.

Corbetta, M., Miezin, F. M., Dobmeyer, S., Shulman, G. L., Petersen, S. E. Selective and Divided Attention during Visual Discriminations of Shape, Color, and Speed: Functional Anatomy by Positron Emission Tomography. *Journal of Neuroscience*. 1991; 11 (8): 2383-2402.

Corliss, D. A., Norton, T. T. Principles of Psychophysical Measurement. Norton, T. T., Corliss, D. A., Bailey, I. L., Editors. *The Psychophysical measurement of Visual Function*. Richmond Products, Inc., Albuquerque. 2002; pp. 2-34.

Crundall, D., Underwood, G., Chapman, P. Attending to the Peripheral World While Driving. *Applied Cognitive Psychology*. 2002; 16: 459-475.

Dye, M. W. G., Bavelier, D. Differential development of visual attention skills in school-age children. *Vision Research*. 2010; 50 (4): 452-459.

Douglas, G., Kellami, E., Long, R., Hodgetts, I. A comparison between reading from paper and computer screen by children with a visual impairment. *British Journal of Visual Impairment*. 2001; 19 (1): 29-34.

Duncan, J., Humphreys, G. W. Visual Search and Stimulus Similarity. *Psychological Review*. 1989; 96 (3): 433-458.

Dux, P. E., Marois, R. The attentional blink: A review of data and theory. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2009; 71 (8): 1683-1700.

Eckstein, M. P. Visual search: A retrospective. *Journal of Vision*. 2011, 11 (5); 14: 1-36.

Edwards, J. D., Ross, L. A., Wadley, V. G., Clay, O. J., Crowe, M., Roenker, D. L., Ball, K. K. The useful field of view test: Normative data for older adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2006; 21: 275-286.

Edwards, J. D., Vance, D. E., Wadley, V. G., Cissell, G. M., Roenker, D. L., Ball, K. K. Reliability and Validity of Useful Field of View Test Scores as Administered by Personal Computer. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2005; 27: 529-543.

Ellenberger, C., *Perimetry, principles, technique, and interpretation*. New York: Raven Press, 1980.

Erkelens, C. J., Hooge, I. T. C. The role of peripheral vision in visual search. *Journal of Videology*. 1996; 1: 1-13.

Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S., Zorzi, M. Visual Spatial Attention and Speech Segmentation are both Impaired in Preschoolers at Familiar Risk for Developmental Dyslexia. *Dyslexia*. 2010; 16: 226-239.

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., Mascetti, G. G. Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*. 2000; 36:109-123.

Falmagne, J. C. *Elements of Psychophysical Theory*. New York: Oxford University Press. 1985; pp. 113-114.

Ferneyhough, E., Kim, M. K., Phelps, E. A., Carrasco, M. Anxiety modulates the effects of emotion and attention on early vision. *Cognition and Emotion*. 2013; 27 (1): 166-176.

- Findlay, J. M., Brown, V., Gilchrist, I. D. Saccade target selection in visual search: the effect of information from the previous fixation. *Vision Research*. 2001; 41: 87-95.
- Fischer, J., Whitney, D. Serial dependence in visual perception. *Nature Neuroscience*. 2014; 17 (5): 738-746.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., Facoetti, A. A Casual Link between Visual Spatial Attention and Reading Acquisition. *Current Biology*. 2012; 22 (9): 1-6.
- Freeman, J., Simoncelli, E. P. Metamers of the central stream. *Nature Neuroscience*. 2011; 14 (9): 1195-1204.
- Frisby, J. P., Stone, J. V. Seeing. The Computational Approach to Biological Vision. 2nd edition. The MIT Press, London, England. 2010; 9., 12. nodała. pp. 205-228; 281-306.
- Fujita, T., Yamaaki, T., Kamio, Y., Hirose, S., Tobimatsu, S. Parvocellular pathway impairment in autism spectrum disorder: Evidence from visual evoked potentials. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2011; 5: 277-285.
- Garzia, R. P., Richman, J. E., Nicholson, S. B., Gaines, C. S. A new visual-verbal saccade test: the Developmental Eye Movement Test (DEM). *Journal of the American Optometric Association*. 1990; 61 (2): 124-135.
- Gauthier, L., Dehaut, F., Joanette, Y. The Bells Test: A Quantitative and Qualitative Test For Visual Neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*. 1989; 9 (2): 49-54.
- Gee, A. L., Ipata, A. E., Goldberg, M. E. Activity in V4 Reflects the Direction, But Not the Latency, of Saccades During Visual Search. *Journal of Neurophysiology*. 2010; 104: 2187-2193.
- Godnig, E. C. Tunnel Vision: It's causes & treatment strategies. *Journal of Behavioral Optometry*. 2003; 14 (4): 95-99.
- Goodale, M. A., Milner, A. D. Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*. 1992; 15 (1): 20-25.
- Goodale, M. A., Milner, A. D. One brain – two visual systems. *The Psychologist*. 2006; 19 (11): 660-663.
- Greene, H. H. The control of fixation duration in visual search. *Perception*. 2006; 35: 303-315.

Grubb, M. A., Behrmann, M., Egan, R., Minshew, N. J., Heeger, D. J., Carrasco, M. Exogenous spatial attention: Evidence for intact functioning in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Vision*. 2013, 13 (14); 9: 1-13.

Grubb, M. A., White, A. L., Heeger, D. J., Carrasco, M. Interactions between voluntary and involuntary attention modulate the quality and temporal dynamics of visual processing. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2014; August: 1-8.

Haji-Abolhassani, A., Clark, J. J. A computational model for task inference in visual search. *Journal of Vision*. 2013, 13 (3); 29: 1-24.

Haun, A. M., Essock, E. A. Contrast sensitivity for oriented patterns in 1/f noise: Contrast response and the horizontal effect. *Journal of Vision*. 2010; 10 (10), 1: 1-21.

Hawkins, S. L. William James, Gustav Fechner, and Early Psychophysics. *Frontiers in Psychology*. 2011; 2 (68): 1-10.

Iles, J., Walsh, V., Richardson, A. Visual Search Performance in Dyslexia. *Dyslexia*. 2000; 6: 163-177.

Itti, L., Koch, C. A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*. 2000; 40: 1489-1506.

Itti, L., Koch, C., Niebur, E. A Model of Saliency-Based Visual attention for Rapid Scene Analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 1998; 20 (11): 1254-1259.

James, W. The Principles of Psychology. 1890; Chapter 11. E-book, University of Adelaide. Pieejams: <https://ebooks.adelaide.edu.au/j/james/william/>

Johnson, M. K., McMahon, R. P., Robinson, B. M., Harvey, A. N., Hahn, B., Leonard, C. J., Luck, S. J., Gold, J. M. The relationship between working memory capacity and broad measures of cognitive ability in healthy adults and people with schizophrenia. *Neuropsychologia*. 2013; 27 (2): 220-229.

Jones, A., Forster, B. Neural correlates of endogenous attention, exogenous attention and inhibition of return in touch. *European Journal of Neuroscience*. 2014; 40: 2389-2398.

Kaplan E. The M, P, and K Pathways of the Primate Visual System. In: The Visual Neurosciences. Ed: Chalupa, L. M., Werner, J. S. Cambridge, MA: MIT Press 2004; 481-493.

Karni, A., Sagi, D. The time course of learning a visual skill. *Nature*. 1993; 365: 250-252.

Kosslyn, S. M., Alpert, N. M., Thompson, W. L., Chabris, C. F., Rauch, S. L., Anderson, A. K. Identifying objects seen from different viewpoints A PET investigation. *Brain*. 1994; 117: 1055-1071.

Krauzlis, R. J., Bollimunta, A., Arcizet, F., Wang, L. Attention as an effect not a cause. *Trends in Cognitive Sciences*. 2014; 18 (9): 457-464.

Laganovska, G., "Acu slimības". Nacionālais apgāds. 2008; 189-190.

Larson, A. M., Loschky, L. C. The contributions of central versus peripheral vision to scene gist recognition. *Journal of Vision*. 2009, 9 (10); 6: 1-16.

Latviešu valodas tekstu korpuss. Datubāze korpuss.lv. Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts. In: www.korpuss.lv [tiešsaiste], pārlūkprogramma *Bonito*, sadaļa LVK2013 [atsauce 23.10.2013.].

Leclercq, V., Sieroff, E. Development of endogenous orienting of attention in school-age children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*. 2013; 19 (4): 400-419.

Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., Schleske, M. M., Psychophysics of Reading in Normal and Low Vision, 2006.

Leibowitz, H. W., Johnson, C. A., Isabelle, E. Peripheral Motion Detection and Refractive Error. *Science*. 1972; 177:1207-1208.

Ling, S., Carrasco, M. Sustained and transient covert attention enhance signal via different contrast response functions. *Vision Research*. 2006; 46: 1210–1220.

Livingstone, M. S., Hubel, D. H. Psychophysical Evidence for Separate Channels for the Perception of Form, Color, Movement, and Depth. *The Journal of Neuroscience*. 1987; 7 (11): 3416-3468.

Lovie-Kitchin, J. E., Whittaker, S. G. Prescribing near magnification for low vision patients. *Clinical and Experimental Optometry*. 1999; 82 (6): 214-224.

Luck, S., Vogel, E. K. Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in Cognitive Sciences*. 2013; 17 (8): 391-400.

Lupyan, G., Swingle, D. Self-directed speech affects visual search performance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2012; 1: 1-18.

Luria, S. M., Strauss, M. Eye movements during search for coded and uncoded targets. *Perception & Psychophysics*. 1975; 17 (3): 303-308.

- Malinowski, P., Huebner, R. The effect of familiarity on visual-search performance: Evidence for learned basic features. *Perception & Psychophysics*. 2001; 63 (3): 458-463.
- Mapp, A. P., Ono, H., Berbeito, R. What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review. *Perception & Psychophysics*. 2003; 65 (2): 310-317.
- McCleery, J. P., Allman, E., Carver, L. J., Dobkins, K. R. Abnormal Magnocellular Pathway Visual Processing in Infants at Risk for Autism. *Biological Psychiatry*; 2007; 62: 1007-1014.
- McKee, S. P., Nakayama, K. The detection of motion in the peripheral visual field. *Vision Research*. 1984; 24 (1): 25-32.
- Millodot, M., Johnson, C. A., Lamont, A., Leibowitz, H. W. Effect of dioptics on peripheral visual acuity. *Vision Research*. 1975; 15: 1357-1362.
- Monaco, W. A., Kalb, J. T., Johnson, C. A. Motion Detection in the Far Peripheral Visual Field. *Army Research Laboratory*. 2007; ARL-MR-0684: 1-19.
- Montagna, B., Pestilli, F., Carrasco, M. Attention trades off spatial acuity. *Vision research*. 2009; 49: 735-745.
- Müller, H. J., Krummenacher, J. Visual search and selective attention. *Visual Cognition*. 2006; 14: 389-410.
- Murray, R. F. Classification images: A review. *Journal of Vision*. 2011; 11 (5), 2: 1-25.
- Naïli, F., Desprez, P., Boucart, M. Colour recognition at large visual eccentricities in normal observers and patients with low vision. *Neuroreport*. 2006; 17 (15): 1571-1574.
- Nakayama, K., Martini, P. Situating visual search. *Vision Research*. 2011; 51: 1526-1537.
- Nelson, C. A. Neural Plasticity and Human Development. *Current Directions in Psychological Science*. 1999; 8 (2): 42-45.
- Nienborg, H., Bridge, H., Parker, A. J., Cumming, B. G. Receptive Field Size in V1 Neurons Limits Acuity for Perceiving Disparity Modulation. *The Journal of Neuroscience*. 2004; 24 (9): 2065-2076.
- Norton, E. S., Wolf, M. Rapid Automated Naming (RAN) and Reading Fluency: Implications for Understanding and Treatment of Reading Disabilities. *The Annual Review of Psychology*. 2012; 63:427-452.

Nothdurft, H. K. Saliency from feature contrast: variations with texture density. *Vision Research*. 2000; 40: 3181-3200.

Orlansky, G., Hopkins, K. B., Mitchell, G. L., Huang, K., Frazier, M., Heyman, C., Scheiman, M. Reliability of the Developmental Eye Movement Test. *Optometry and Vision Science*. 2011; 88 (12): 1507-1519.

Pagliuca, G., Arduino, L. S., Barca, L., Burani, C. Fully transparent orthography, yet lexical reading aloud: The lexicality effect in Italian. *Language and Cognitive Processes*. 2008; 23 (3): 422-433.

Palmer, E. M., Fencsik, D. E., Flusberg, S. J., Horowitz, T. S., Wolfe, J. M. Signal detection evidence for limited capacity in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2011; 73: 2413-2424.

Palmer, S. E. *Vision Science: Photons to Phenomenology*. Bradford Books/MIT Press, Cambridge, MA. 1999.

Parrish, E. E., Giaschi, D. E., Boden, C., Dougherty, R., The maturation of form and motion perception in school age children. *Vision Research*. 2005; 45: 827-837.

Pashler, H. Target-distractor discriminability in visual search. *Perception & Psychophysics*. 1987; 41 (4): 285-292.

Patzwahl, D. R., Treue, S. Combining spatial and feature-based attention within the receptive field of MT neurons. *Vision Research*. 2009; 49: 1188-1193.

Pestilli, F., Carrasco, M. Attention enhances contrast sensitivity at cued and impairs it at uncued locations. *Vision Research*. 2005; 45: 1867-1875.

Pladere, T. Uzmanība un darba spējas atkarībā no stimula perifērijā. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Ieva Timrote. 2012; pp. 26-43. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Pladere, T. "Uzmanības un acu kustību raksturlielumi meklēšanas uzdevumā". Maģistra darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Ieva Timrote, Gunta Krūmiņa. 2014; pp. 8-29. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G., Dependence of Attention and Working Capacity on Peripheral Visual Stimuli. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012; 5: 40 – 47.

Pladere, T., Timrote, I., Krumina, G. Training saccadic eye movements using visual search task. *Journal of Eye Movement Research*. 2013; 6 (3): 495.

Posner, M. I. Attention: The mechanisms of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1994; 91: 7398-7403.

Posner, M. I. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1980; 32: 3-25.

Primativo, S., Rinaldi, P., O'Brien, S., Paizi, D., Arduino, L. S., Burani, C. Bilingual vocabulary size and lexical reading in Italian. *Acta Psychologica*. 2013; 144: 554-562.

Quercia, P., Feiss, L., Michel, C. Developmental dyslexia and vision. *Clinical Ophthalmology*. 2013; 7: 869-881.

Quiroga, M. A., Santacreu, J., Lopez-Cavada, C., Capote, E., Morillo, D. Effect of External Irrelevant Distracters on a Visual Search Test in School-Age Children: Computerized Assessment. *Journal of Attention Disorders*. 2013; XX (X): 1-12.

Rajashekar, U., Bovik, A. C., Cormack, L. K. Visual search in noise: Revealing the influence of structural cues by gaze-contingent classification image analysis. *Journal of Vision*. 2006; 6: 397-386.

Reichle, E. D., Rayner, K., Pollatsek, A. The E-Z Reader model of eye movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences*. 2003; 26: 445-526.

Reinvalde, A. Meklēšanas uzdevums binokulāros un monokulāros apstākļos. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Ieva Timrote. 2013; pp. 20-38. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Reynolds, J. H., Heeger, D. The Normalization Model of Attention. *Neuron*. 2009; 61: 168-185.

Robertson, L. C., Lamb, M. R., Knight, R. T. Effects of Lesions of Temporal-Parietal Junction on Perceptual and Attentional Processing in Humans. *The Journal of Neuroscience*. 1988; 8(10): 3757-3769.

Rodieck, R. W. The first steps in seeing. Sunderland, Mass: Sinauer Associates. 1998; Ch. 3: 51-67.

Rohaly, A. M., Karsh, R. The Effects of Divided Attention on Peripheral Target Localization. *Army Research Laboratory*. 1997; ARL-TR-1334.

Rorden, C., Karnath, H. O. A simple measure of neglect severity. *Neuropsychologia*. 2010; 48 (9): 2758-2763.



Rosenholtz, R., Li, Y., Nakano, L. Measuring visual clutter. *Journal of Vision*. 2007, 7 (2); 7: 1-22.

Salthouse, T. A. Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*. 2000; 54: 35-54.

Schuhfried G., Prieler J., Bauer W., Peripheral perception. In: [www.schuhfried.com](http://www.schuhfried.com), sadaļas Vienna Test System (VTS) Psychological assessment apakšsadaļa Tests & test sets [tiešsaiste], [atsauce 09.12.2010.]. Pieejams: [www.schuhfried.com/viennatestsystem10/tests-test-sets/all-tests-from-a-z/test/pp-peripheral-perception/](http://www.schuhfried.com/viennatestsystem10/tests-test-sets/all-tests-from-a-z/test/pp-peripheral-perception/).

Schwartz, S. H., Visual Perception: A Clinical Orientation, 3rd edition. New York: McGraw-Hill. 2004; 293-295.

Shimozaki, S. S., Chen, K. Y., Abbey, C. K., Eckstein, M. P. The temporal dynamics of selective attention of the visual periphery as measured by classification images. *Journal of Vision*. 2007, 7 (12); 10: 1-20.

Shneur, E., Hochstein, S. Eye dominance effects in conjunction search. *Vision Research*. 2008; 48: 1592-1602.

Silva, M. F., Faria, P., Regateiro, F. S., Forjaz, V., Januario, C., Freire, A., Castelo-Branco, M. Independent patterns of damage within magno-, parvo- and koniocellular pathways in Parkinson's disease. *Brain*. 2005; 128: 2260-2271.

Sireteanu, R., Rettenbach, R. Perceptual Learning in Visual Search: fast, Enduring, but Non-specific. *Vision Research*. 1995; 35 (14): 2037-2043.

Skottun, B. C., Skoyles, J. R. A few remarks on relating reaction time to magnocellular activity. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2007; 29 (8): 860-866.

Skribe, M. Krāsainu stimulu uztvere perifērijā, veicot uzdevumu tuvumā. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Dabra vadītājs Ieva Timrote. 2012; pp. 25-34. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Smith, D. T., Schenk, T., Rorden, C. Saccade Preparation Is Required for Exogenous Attention but Not Endogenous Attention or IOR. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2012; 38 (6): 1438-1447.

Smith, A. T., Singh, K. D., Williams, A. L., Greenlee, M. W. Estimating Receptive Field Size from fMRI Data in Human Striate and Extrastriate Visual Cortex. *Cerebral Cortex*. 2001; 11 (12): 1182-1190.

Snell, R. S., Lemp, M. A., Clinical Anatomy of the Eye, 2nd edition, 1998; 181-183.

Solomon, J. A. Noise reveals visual mechanisms of detection and discrimination. *Journal of Vision*. 2002; 2: 105-120.

Spelke, E. S. Principles of Object perception. *Cognitive Science*. 1990; 14: 29-56.

Stein, J., The Magnocellular Theory of Developmental Dyslexia. *Dyslexia*. 2001; 7: 12-36.

Steinman, B. A., Steinman, S. B., Lehmkuhle, S. Transient Visual Attention is Dominated by the Magnocellular Stream. *Vision Research*. 1997; 37 (1): 17-23.

Szpiro, S. F. A., Wright, B. A., Carrasco, M. Learning one task by interleaving practice with another task. *Vision Research*. 2014; 101: 118-124.

Talgar, C. P., Pelli, D. G., Carrasco, M. Covert attention enhances letter identification without affecting channel tuning. *Journal of Vision*. 2004; 4: 22-31.

Thompson, B., Hansen, B. C., Hess, R. F., Troje, N. F. Peripheral vision: Good for biological motion, bad for signal noise segregation? *Journal of Vision*. 2007, 7 (10); 12: 1-7.

Tibber, M. S., Kelly, M. G., Jansari, A., Dakin, S. C., Shepherd, A. J. An Inability to Exclude Visual Noise in Migraine. *Visual Psychophysics and Physiological Optics*. 2014; 55 (4): 2539-2546.

Timrote, I. Acs iekšējā spiediena izmaiņas dienas laikā mērot ar dažādu metožu tonometriem. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Gunta Krūmiņa. 2009; pp. 29-44. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Timrote, I. Difūzā defekta indeksa pielietojums perimetrijā. Maģistra darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Gunta Krūmiņa. 2011; pp. 3-45. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Timrote, I., Alberte, L., Fomins, S., Pladere, T., Krumina, G. – Attention in adults and school-age children. *Perception*. 2014; 43: 38.

Timrote, I., Krumina, G., Intraocular pressure measurements by three tonometry methods. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 2010; 3: 62-70.

Timrote, I., Krūmiņa, G., Acs iekšējā spiediena izmaiņas dienas laikā, *Oftalmoloģijas žurnāls*, 2010; 13: 21-25.

Timrote, I., Krumina, G., Pladere, T., Skribe, M. A Study to Evaluate Peripheral Visual Perception. *Perception*. 2012a; 41:132.

Timrote, I., Pladere, T., Skribe, M., Krumina, G., A Method for Evaluation of Peripheral Visual Perception. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2012b; 5: 48 - 55.

Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G. – Visual Search Task and Moving Peripheral Noise. *Perception*. 2013a; 42: 369.

Timrote, I., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Pladere, T., Krumina, G., Eye movements change according to peripheral information. *Perception*. 2013b; 42: 217.

Timrote, I., Wild, J., Luraas, K., Krūmiņa, G. Characteristics of the Diffuse Defect Index. Konferences „Developments in Optics and Communications 2011“ tēzes, Book of Abstracts. 2011, pp. 36.

Timrote, I., Alberte, L., Reinvalde, A., Fomins, S., Krumina, G. – Visual search strategy changes between school - age and adulthood. Apstiprināts publicēšanai žurnālā *Perception*.

Timrote, I., Pladere, T., Reinvalde, A., Zirdzina, M., Fomins, S., Krumina, G. Perceiving Latin letters in a visual search task. Iesniegts publicēšanai žurnālā *Perception*.

Tiplady, B., The use of personal digital assistants in performance testing in psychopharmacology. *Proceedings of the BPS*. 1994, 523. Pieejams: <http://www.penscreen.com/> sadaļā Cognitive Function.

Tipper, S. P. The Negative Priming Effect: Inhibitory Priming by Ignored Objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1985; 35A: 571-590.

Treisman, A. M., Gelade, G. A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*. 1980; 12: 97-136.

Trick, L. M., Enns, J. T. Lifespan changes in attention: the visual search task. *Cognitive Development*. 1998; 13: 369-386.

Turatto, M., Vescovi, M., Valsecchi, M. Attention makes moving objects be perceived to move faster. *Vision Research*. 2007; 47: 166-178.

Uttal, W. Masking of alphabetic character recognition by dynamic visual noise (DVN). *Perception & Psychophysics*. 1969; 6 (2): 121-128.

Uttal, W. Masking of alphabetic character recognition by ultrahigh-density dynamic visual noise. *Perception & Psychophysics*. 1970; 7 (1): 19-22.

Vadyasagar, T. R. A neuronal model of attentional spotlight: parietal guiding the temporal. *Brain Research Reviews*. 1999; 30: 66-76.

Verhaeghen, P., Salthouse, T. A. Meta-Analyses of Age-Cognition Relations in Adulthood: Estimates of Linear and Nonlinear Age Effects and Structural Models. *Psychological Bulletin*. 1997; 122 (3): 231-249.

Yücel, Y. H., Zhang, Q., Weinreb, R. N., Kaufman, P. L., Gupta, N., Effects of retinal ganglion cell loss on magno-, parvo-, koniocellular pathways in the lateral geniculate nucleus and visual cortex in glaucoma. *Progress in Retinal Eye Research*. 2003; 22: 465-481.

Wang, J., Zhou, T., Qiu, M., Du, A., Cai, K., Wang, Z., Zhou, C., Meng, M., Zhuo, Y., Fan, S., Chen, L. Relationship Between Ventral Stream for Object Vision and Dorsal Stream for Spatial Vision: An fMRI+ERP study. *Human Brain Mapping*. 1999; 8: 170-181.

Wertheim, T. Über die indirekte Sehschärfe. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*. 1894; 7: 172-187.

Wertheim, A. H., Hooge, I. T. C., Krikke, K., Johnson, A. How important is lateral masking in visual search. *Experimental Brain Research*. 2006; 170: 387-402.

Whittaker, S. G., Lovie-Kitchin, J. Visual Requirements for Reading. *Optometry and Vision Science*. 1993; 70 (1): 54-65.

Williams, C., Northstone, K., Sabates, R., Feinstein, L., Emond, A., Dutton, G. N. Visual Perceptual Difficulties and Under-Achievement at School in a Large Community-Based Sample of Children. *PLoS ONE*. 2011; 6 (3): 1-9. [www.plosone.org](http://www.plosone.org).

Wolfe, J. M. Visual attention. In: *Seeing*. 2nd edition. Ed: De Volois, K. K. San Diego, CA: Academic press 2000; 335-386.

Wolfe, J. M. Asymmetries in visual search: An introduction. *Perception & Psychophysics*. 2001; 63(3), 381-389.

Woodman, G. F., Carlisle, N. B., Reinhart, R. M. G. Where do we store the memory representations that guide attention? *Journal of Vision*. 2013, 13 (3); 1: 1-17.

Woods, A. J., Goksun, T., Chatterjee, A., Zelonis, S., Mehta, A., Smith, S. E. The development of organized visual search. *Acta Psychologica*. 2013; 143: 191-199.

Wright, C. M., Conlon, E. G., Dyck, M. Visual search deficits are independent of magnocellular deficits in dyslexia. *Annals of Dyslexia*. 2012; 62: 53-69.

Zeile, A. J., Wood, J. M., Girgenti, C. C. Magnocellular and parvocellular pathway mediated luminance contrast discrimination in amblyopia. *Vision Research*. 2010; 50: 969-976.

Zhou, H. H., Thompson, K. G. Cognitively directed spatial selection in the frontal eye field in anticipation of visual stimuli to be discriminated. *Vision Research*. 2009; 49: 1205-1215.

Zirdziņa, M. Kustīga perifērā trokšņa ietekme uz meklēšanas uzdevumu. Bakalaura darbs, izstrādāts LU FMF Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā, Rīgā. Darba vadītājs Ieva Timrote. 2013; pp. 16-23. Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/5281>.

Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., Bravar, L., George, F., Pech-Georgel, C., Ziegler, J. C. Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2012; 109 (28): 11455-11451.

Zwierko, T. Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *Journal of Human Kinetics*. 2007; 19: 53-62.

## **Pateicības**

Liels paldies darba vadītājai Guntai Krūmiņai par piedāvāto iespēju studēt doktorantūrā, atbalstu tam, lai dotos uz dažādām konferencēm visā Eiropā, kā arī par sniegtajiem padomiem un ierosinājumiem darba gaitā. Paldies Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātei, īpaši Optometrijas un redzes zinātnes nodaļai, par iespēju studēt doktorantūrā.

Ir vairāki cilvēki, kuri devuši lielu ieguldījumu mana darba tapšanas procesā. Paldies Sergejam Fominam par ieguldīto laiku, palīdzot programmu izveidē. Paldies maniem bakalaura un maģistra studentiem, kuri enerģiski un ar mazu entuziasma devu izstrādājuši savus darbus – Tatjanai Pladerei, Mārai Skribei, Agnesei Reinvaldei, Madarai Zirdziņai un Lindai Albertei.

Lielu pateicību izsaku projektam „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē”, Nr. 2009/0138/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/004, kurš pamudināja darboties zinātnē un izstrādāt doktora darbu. Tas sagādāja arī patiesu prieku doties uz konferencēm visā Eiropā, lai prezentētu būtiskākos rezultātus.

Projekta “Skolas vecuma bērnu redzes un redzes uztveres traucējumu pētīšana un diagnostikas metodiku izstrāde”, Nr.2011/0004/2DP/2.1.1.1.0./10/APIA/VIAA/027 laikā man bija lieliska iespēja apgūt jaunas metodes, kā arī ar projekta darbinieku palīdzību novērtēt pētījuma mērķiem nepieciešamo metodi. Īpašs paldies Jeļenai Jakovļevai, Lāsmai Ekimānei un Inesei Korotkovai.

Pateicība arī projektam "Redzes pārslodzes fizioloģijas pētījumi un redzes stresa diagnostikas metodikas izstrāde", Nr.2013/0021/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/001, kura laikā bija brīnišķīga iespēja gan sadarboties ar zinātniekiem, gan attīstīt jaunas idejas.

Vislielākā un neizmērojamākā pateicība ģimenei un draugiem par atbalstu studiju procesā, vajadzīgā brīdī uzmundrinot.