

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
FIZIKAS, MATEMĀTIKAS UN OPTOMETRIJAS FAKULTĀTE  
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**VIEDTĀLRUŅA LIETOŠANAS DARBA ATTĀLUMS  
AKTĪVU UN PASĪVU UZDEVUMU VEIKŠANAI**

MAGISTRA DARBS

Autors: **Līva Jākobsone**

Studenta apliecības Nr. lj08012

Darba vadītājs: zin.asistente, Prof.mag., Karola Panke

RĪGA 2019

## ANOTĀCIJA

Maģistra darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, uz 40 lapām. Tas satur 11 attēlus, 1 tabulu, 1 pielikumu un 39 atsauces uz literatūras avotiem.

**Darba mērķis:** novērtēt viedtālruņa lietošanas darba attālumu veicot aktīvu un pasīvu ar redzi saistītu uzdevumu.

**Dalībnieki:** eksperimentā piedalījās 60 pieaugušie (n = 30 miopijas grupā, n = 30 ne-miopijas grupā), vidējais vecums  $30 \pm 6$  gadi.

**Metode:** viedtālruņa lietošanas attālums tika novērtēts, lasot saņemto īsziņu un rakstot atbildes ziņu, novērtēja arī drukāta teksta lasīšanas attālumu.

**Rezultāti un secinājumi:** viedtālruņa lietošanas attālums ir tuvāks veicot aktīvu uzdevumu kā pasīvu uzdevumu. Refrakcija, heteroforija, AK/A lielums neietekmē viedtālruņa lietošanas attālumu.

**Atslēgas vārdi:** viedtālruņa darba attālums, digitāls pasīvs uzdevums, digitāls aktīvs uzdevums, drukāts teksts, refrakcija

## **ABSTRACT**

Master thesis is written in Latvian on 40 pages. It contains 11 images, 1 table, 1 appendix and 39 references to literature sources.

**Aim:** Evaluate the working distance of smartphone using during active and passive vision-related task.

**Participants:** 60 young adults (n = 30 myopia group, n = 30 non-myopia group), mean age  $30 \pm 6$  years.

**Method:** The distance to use the smartphone was estimated by reading the received text message and writing the response message, printed text reading distance was measured too.

**Results and Conclusions:** The distance to use a smartphone is closer to an active task compared of a passive task. The type of refraction and heterophoria, the size of the AK/A does not affect the distance of smartphone use.

**Keywords:** smartphone work distance, digital passive task, digital active task, printed text, refraction

# SATURS

IEVADS .....	1
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS .....	3
1.1. Salīdzinājums starp digitālu un drukātu tekstu .....	3
1.1.1. Lasīšanas ātrums un teksta izpratne .....	4
1.1.2. Darbošanās un orientēšanās tekstā .....	6
1.1.3. Nogurums lasot drukātu tekstu un digitālu tekstu .....	7
1.2. Viedtālruņa lietošanas darba attālums un burtu lielums .....	8
1.2.1. Viedtālruņa lietošanas attālums .....	8
1.2.2. Viedtālruņa burtu lielums .....	9
1.3. Refrakcijas kļūdu un heteroforiju izplatība un tuvuma darba attālums .....	10
1.3.1. Miopija un tuvuma darba attālums .....	10
1.3.2. Ne-miopija un darba attālums .....	11
1.3.3. Tuvuma heteroforiju iedalījums un izplatība .....	11
1.4. Akomodācijas un vergences sistēmas mijiedarbība .....	13
1.4.1. AK/A lielums un refrakcijas veids .....	13
2. PĒTĪJUMA DAĻA .....	15
2.1. Pētījuma dalībnieki .....	15
2.2. Metode .....	16
2.2.1. Pētījuma gaita .....	16
2.2.2. Pētījuma stimulsi un tā parametri .....	18
2.3. Rezultāti un to analīze .....	20
2.3.1. Datu statistiskā apstrāde .....	20
2.3.2. Viedtālruņa lietošanas paradumi .....	20
2.3.3. Refrakcijas veids un darba attālums .....	21
2.3.3. Uzdevuma veids, darba attālums un lasīšanas ātrums .....	21
2.3.5. Heteroforijas veids un darba attālums .....	26
2.3.6. AK/A lielums un darba attālums .....	28
DISKUSIJA .....	31
SECINĀJUMI .....	34
NOBEIGUMS .....	35
PATEICĪBAS .....	36

IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....	37
1.PIELIKUMS.....	41

## IEVADS

Mūsdienās arvien attīstoties datortehnoloģijām, ikdienā pieaug dažādu elektronisku ierīču lietošana, datori vairs netiek lietoti tikai mājās vai darba vietā, kā tas bija agrāk, kad bija tikai stacionārie datori. Šobrīd datortehnoloģijas ir savos izmēros tik kompaktas, ka tās var ikdienā nēsāt līdzī un tās var izmantot praktiski visās ikdienas gaitās. Pēdējo gadu laikā ir būtiski pieaudzis viedtālrunu lietošanas biežums un ilgums, kā arī viedtālrunus lieto gan mazi bērni, gan seniori. Ņemot vērā, ka viedtālruna ekrāna izmēri ir mazāki kā standarta datora monitoram, arī ekrānā redzamais teksts ir mazāks, tāpēc, lai to varētu saskatīt skaidrāk, viedtālrunis ir jātur tuvāk.

Līdz šim ir veikti daži līdzīgi pētījumi par digitāla pasīva uzdevuma veikšanu. Piemēram, *Bababekova et al.* (2011) veica pētījumu novērtējot viedtālruna lietošanas darba attālumu, lasot īsziņu un meklējot informāciju internetā. Novērtējot īsziņas lasīšanas attālumu, kad dalībnieki viedtālruni turēja tā, kā to darītu ikdienā, šo autoru darbā iegūtais vidējais darba attālums bija  $36,2 \pm 7,1$  cm, un 75 % rezultātu bija robežās no 26 līdz 30 cm. Šāda paša dizaina pētījumu 2018. gadā Ķīnā atkārtoja *Lan et al.* (2018), pētījuma rezultāti parāda, ka viņu darbā iegūtais vidējais darba attālums turot viedtālruni tā, it kā lasītu īsziņu, bija  $34,0 \pm 5,9$  cm. Arī *Yoshimura et al.* (2017) savā pētījumā ir novērtējuši viedtālruna lietošanas attālumu, dalībniekiem atrodoties sēdus pozīcijā, sēžot taisnu muguru, neizmantojot par balstu galdu un lietojot viedtālruni tā, kā lietotu to ikdienā. Šo autoru darbā iegūtie rezultāti parāda, ka vidējais tālruna lietošanas attālums ir  $20,3 \pm 4,7$  cm, un mērījumi bija robežās no 13,3 līdz 32,9 cm, kas ir tuvāki kā iepriekš apskatītajos pētījumos. Agrāk veiktajos pētījumos, piemēram, *Bababekova et al.* (2011), *Lan et al.* (2018), viedtālruna lietošanas darba attālumu novērtēja, dalībniekiem lūdzot turēt tālruni tā, it kā to lasītu, taču ziņa reāli netika lasīta. Šobrīd veiktie pētījumi ir veikti ar dalībnieku ikdienā valkāto korekciju, ja tāda nepieciešama, kā arī nav padziļināti analizēta redzes funkciju saistība ar darba attālumu. Tāpat līdz šim veiktajos pētījumos, ir novērtēts darba attālums tikai veicot pasīvu uzdevumu. Šī maģistra darba ietvaros vēlamies papildināt līdzšinējo priekšstatu par viedtālrunu lietošanas attālumu veicot digitālu aktīvu uzdevumu - ziņas rakstīšanu.

Tā kā viedtālrunis ir ar mazāku ekrānu, arī teksta lielums ekrānā ir mazāks un, darbojoties viedtālrunī, to gribās turēt tuvākā attālumā kā lasot drukātu tekstu. Savukārt samazināts darba attālums palielina akomodācijas un vergences sistēmas darbības pieprasījumu, radot redzes

sistēmai papildus slodzi, tādejādi pieaug risks veidoties arī dažādiem akomodācijas un vergēnces sistēmas traucējumiem.

**Darba mērķis:** Novērtēt viedtālruņa lietošanas darba attālumu un ietekmējošos faktorus, veicot aktīvu un pasīvu digitālu uzdevumu.

**Darba uzdevumi:**

- novērtēt refrakcijas veida ietekmi uz viedtālruņa lietošanas darba attālumu, veicot pasīvu un aktīvu uzdevumu, drukāta teksta lasīšanu;
- novērtēt heteroforijas ietekmi uz viedtālruņa lietošanas darba attālumu, veicot aktīvu un pasīvu uzdevumu, drukāta teksta lasīšanu;
- novērtēt viedtālruņa lietošanas darba attālumu ar papildus +1,00 D lēcu, veicot pasīvu un aktīvu uzdevumu;
- novērtēt AK/A lieluma ietekmi uz viedtālruņa lietošanas darba attālumu, veicot aktīvu un pasīvu uzdevumu, drukāta teksta lasīšanu.

# 1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

## 1.1. Salīdzinājums starp digitālu un drukātu tekstu

Cilvēku lasīšanas paradumi laika gaitā ir būtiski mainījušies, un šobrīd tie vairs nav tādi, kā bija pirms 20 vai 30 gadiem, kad pamatā teksts tika lasīts drukātā formātā. Pēdējo gadu laikā, arvien attīstoties datortehnoloģijām un palielinoties iespējām, šīs tehnoloģijas ikdienā tiek nēsātas līdzī un izmantotas ne tikai mājās vai darba vietā, bet kopumā patstāvīgi, kā arī pieaug informācijas apjoms, ko mēs lasām un uztveram digitāli. Tā arvien vairāk digitāli tiek lasīta informācija e-pastos, īsziņās, interneta vietnēs, digitāli tiek lasīti arī žurnāli, avīzes un grāmatas. Šāda lasīšanas formāta maiņa ir mainījusi arī cilvēku lasīšanas paradumus. (*Brown, 2001*)

Lasīšana ir sarežģīts un automatizēts kognitīvs process, kura laikā saņemtā vizuālā informācija tiek pārveidota, lai saprastu tās nozīmi. Lasīšanas procesā mijiedarbojas vairāku sistēmu analizatori. Katram indivīdam lasīšanas process var atšķirties, un tas ir atkarīgs no dažādiem faktoriem, piemēram, lasāmā teksta sarežģītības un konteksta, lasītāja motivācijas, kā arī formāta, kādā teksts tiek lasīts. Piemēram, daudziem cilvēkiem grāmatas lasīšana drukātā formātā var būt atslābinoša, aizraujoša un ilgstoša brīvā laika pavadīšanas iespēja, taču tāda paša teksta lasīšana digitālā formātā var sagādāt grūtības, un, ilgstoši lasot, var radīt astenopiskas sūdzības teksta iespējamās sliktākas redzamības vai ierīces tehnisko ierobežojumu dēļ. (*Pölonen et al., 2012*)

Lasīšanai no ekrāna jeb digitālam tekstam un lasīšanai drukātā formātā ir novērojamas dažas atšķirības. Digitāls teksts lasīšanas procesā ir radījis dažas priekšrocības, kas nebija iespējamās lasot drukātā formātā. Tā, piemēram, lasot ekrānā, lasāmais materiāls ir interaktīvāks, ir iespējams ātrāk atrast nepieciešamo informāciju un tai piekļūt. Digitāla teksta lasīšanas laikā, cilvēki vairāk lasa selektīvi, vairāk laika veltot teksta pārlūkošanai un atslēgvārdu meklēšanai, taču mazāk laika tiek veltīts koncentrētai un padziļinātai lasīšanai (*Liu, 2005*). Tomēr šāda interaktīva un selektīva lasīšana prasa pastiprinātu koncentrēšanos uz lasāmo materiālu, un, ilgstoši lasot, tas var apgrūtināt lasīšanas procesu (*Kong et al., 2018*).

Salīdzinot drukāta un digitāla teksta lasīšanas platformu tehniskos parametrus, būtiska atšķirība starp abiem teksta veidiem ir tā, ka papīrs atstaro gaismu, taču digitālie ekrāni izstaro gaismu, un ilgstoši lasot digitālā vidē, tas var radīt papildu slodzi acīm. Lai gan praktiski visām digitālām ierīcēm ir iespējams pielāgot ekrāna spilgtumu dažādiem apgaismojumiem, lai būtu ērtāk darboties un varētu samazināt redzes slodzi, ne vienmēr tas tiek darīts, tādējādi izmantojot

ierīces ar pārmērīgu apgaismojumu (*Antona et al., 2018*). Tāpat zināmu diskomfortu un papildu slodzi acīm var radīt no ierīcēm atstarotā gaisma. Pētījumā, kas veikts novērtējot griestu apgaismojuma radītos traucējumus darba vietā ar datora termināliem, secināts, ka 53 % darbiniekiem darbā ar datoru rodas diskomforts saistībā ar gaismu, kas tiek atstarota no ekrāniem (*Hultgren & Knave, 1974, citēts Antona et al., 2018*).

Kopš pirmo datoru izgudrošanas daudzi pētnieki ir analizējuši un salīdzinājuši drukāta teksta lasīšanu ar digitāla teksta lasīšanu. *Dillon (1992)* ir salīdzinājis vairāku autoru pētījumus, kas ir veikti laikā līdz 1992. gadam, kad datortehnoloģijas vēl nebija tik attīstītas un cilvēki ar šīm tehnoloģijām ikdienā nestrādāja. Šobrīd datortehnoloģiju kvalitāte ir būtiski uzlabota un cilvēki tās izmanto ikdienā, tāpēc daži apskatītie faktori, iespējams, vairs nav aktuāli, taču *Dillon (1992)* darbā ir analizēti būtiskākie faktori, kas var radīt atšķirības, lasot digitālu un drukātu tekstu. Biežāk analizētie un salīdzinātie faktori, veicot uzdevumus dažādās vidēs, ir lasīšanas ātrums, lasīšanas precizitāte, orientēšanās tekstā un nogurums. Saistībā ar digitālu lasīšanu un drukāta teksta skatīšanu, pētījumos ir salīdzinātas arī acu kustības, darbošanās ar lasāmo materiālu, kā arī dažādas tehniskās atšķirības - teksta novietojums horizontāli vai vertikāli, redzes leņķis, ekrāna mirgošana un citas.

### **1.1.1. Lasīšanas ātrums un teksta izpratne**

Tā kā lasīšana ir sarežģīts psihofizioloģisks un okulomotors process, kurā mijiedarbojas vairāku sistēmu analizatori, pēdējās desmitgadēs lasīšana tiek analizēta padziļināti, lai labāk saprastu šo sistēmu mijiedarbību. Pētnieki ir padziļināti analizējuši lasīšanas procesu un novērtējuši lasīšanas parametrus, lai izveidotu lasīšanas modeļus, labāk saprastu, kā tiek fiksēti un uztverti vārdi, kā tiek analizēta uztvertā informācija.

Teksta analīzē tiek izvērtēti divi parametri – salasāmība (*legibility*) un lasāmība (*readability*). Ar terminu salasāmība raksturo tehniskos parametrus, kas ietekmē lasīšanas spēju - burtu lielumu, atstarpes platumu, burtu slīpumu, lasāmā teksta garumu, kontrastu, kontrasta polaritāti. Savukārt ar lasāmību raksturo spēju izprast izlasīto tekstu. (*Connolly, 1998*) Lasāmības izvērtēšanai tiek izmantoti vairāki mērījumi, taču divi biežāk izmantotie mērījumi ir lasīšanas ātruma un burtu asuma novērtēšana. Burtu asuma mērījums norāda, kāds ir tālākais attālums, kurā teksts vēl ir salasāms (*Legge & Bigelow, 2011*).

Lasīšanas ātrums tiek novērtēts, to izsakot izlasītajos vārdos minūtē. Šo apzīmējumu pirmais ieviesa *Tinker, 1963.gadā*. Pēdējos gados lasīšanas ātrumu bieži izmanto

psihofizioloģiskos mērījumos, lai novērtētu lasāmā teksta vizuālās sastāvdaļas. Tāpat ļoti bieži lasīšanas ātrums tiek salīdzināts lasot digitālu un drukātu tekstu. Lasīšanas ātrumu ir iespējams novērtēt divos veidos. Pirmais novērtēšanas veids ir dot lasīt īsu tekstu, un lūgt, lai dalībnieks pēc iespējas ātrāk un precīzāk skaļi to izlasa, tiek uzņemts izlasītā teksta laiks, un izlasītie vārdi tiek pārveidoti formā uz vārdiem minūtē. Otrs ātruma novērtēšanas veids ir lasāmā teksta automatizēta rādīšana ekrānā, un dalībniekam skaļi jālasa ekrānā redzamais teksts, kura prezentēšanas ātrums arvien pieaug. Šajā novērtēšanas metodē par maksimālo lasīšanas ātrumu tiek atzīts teksta lasīšanas ātrums, kurā 80 % no izlasītajiem vārdiem ir pareizi. (Legge & Bigelow, 2011)

Kā jau augstāk minēts, viena no jomām, kurā tiek novērtēts lasīšanas ātrums, ir digitāla un drukāta teksta salīdzināšana. Pirmie pētījumi, kuri tika veikti, lai novērtētu, vai ir atšķirības lasot digitālu tekstu un drukātu tekstu, ir veikti jau 20.gs. otrajā pusē, kad datoru attīstība bija tikko sākusies. Analizējot dažādus pētījumus, dažu autoru iegūtie rezultāti parāda, ka klusa digitāla teksta lasīšana ir par 20-30 % lēnāka kā drukāta teksta lasīšana (Kak, 1981, Muter et al., 1982, citēts Dillon, 1992). Taču šajā pētījumu apskatā analizēto pētījumu rezultāti nebija viennozīmīgi, jo bija autori, kuru pētījumos iegūtie rezultāti neuzrāda nozīmīgas atšķirības lasīšanas ātrumā atkarībā no teksta prezentācijas veida. (Dillon, 1992)

Arī Osborne & Holton (1988) ir salīdzinājuši lasīšanas ātrumu drukātam un digitālam tekstam. Viņi veica eksperimentu 16 cilvēkiem vecumā no 16 līdz 24 gadiem, un neviens no dalībniekiem līdz eksperimenta veikšanas brīdim iepriekš nebija lasījis tekstu ekrānā. Uzdevums bija lasīt vienāda lieluma tekstu gan ar tumšiem burtiem uz gaiša fona, gan ar gaišiem burtiem uz tumša fona un uzdevumu vajadzēja veikt gan drukātā formātā, gan ekrānā. Konkrētajā pētījumā iegūtie rezultāti parāda, ka nav būtiskas lasīšanas ātruma atšķirības, lasot digitālu un drukātu tekstu.

Savukārt Miranda et al. (2018), izmantojot Tobii Pro brilles acu kustību analīzei, novērtēja gan lasīšanas ātrumu, gan acu kustības, strādājot ar dažādām viedierīcēm un drukātu tekstu. Lasīšanas ātruma novērtēšanai izmantoja nejauši izvēlētu standartizētu tekstu ar vienādiem parametriem četrās dažādās ierīcēs - viedtālrunī, planšetē, datorā un drukātā formātā. Iegūtie rezultāti parāda, ka vidējais lasīšanas ātrums  $\pm$  SE (standartklūda), lasot tekstu viedtālrunī, ir  $168,2 \pm 3,2$ , planšetē -  $170,2 \pm 3,3$ , datorā -  $161,9 \pm 3,1$ , drukātā formātā -  $164,3 \pm 3,1$  vārdi/minūtē (vārdi/min). Savstarpēji salīdzinot lasīšanas ātrumu starp izmantotajām ierīcēm,

vienīgā statistiski nozīmīgā atšķirība lasīšanas ātrumā ir starp lasīšanu planšētdatorā un datorā ( $p = 0,049$ ).

Vēl viens svarīgs, bieži pētīts un analizēts parametrs, salīdzinot digitālu un drukātu tekstu, ir lasītā teksta izpratne. *Noyes & Garland* (2008), salīdzinot veiktos pētījumus par teksta lasīšanu dažādās platformās, ir analizējuši arī teksta izpratnes atšķirības lasot ekrānā un drukātā formā. Šie autori ir apskatījuši arī *Belmore* (1985) veikto pētījumu, kurā iegūtie rezultāti norāda, ka, veicot uzdevumu video displeja terminālā, teksta izpratne bija sliktāka kā veicot uzdevumu drukātā formā. Analizējot šī pētījuma rezultātus, jāņem vērā, ka pētījuma veikšanas laikā cilvēki ikdienā nelasīja tekstu no ekrāniem, kā arī ekrāna uzdevums bija jāveic pirmais.

*Noyes & Garland* (2003) atbildot uz agrāk veiktajiem pētījumiem, kuru autori apgalvoja, ka teksta izpratne lasot tekstu datorā ir sliktāka kā lasot drukātu tekstu, veica eksperimentu 50 studentiem, vecumā no 18 līdz 24 gadiem, ar vienādu izglītības līmeni, izmantojot līdzīgus tekstus ar pēc iespējas līdzīgākiem burtu lielumiem, krāsām un izšķirtspēju. Dalībniekiem vajadzēja lasīt tekstu gan datorā, gan no papīra un pēc tam atbildēt uz vairākiem jautājumiem. Iegūtie rezultāti parāda, ka teksta izpratne, lasot drukātu tekstu un ekrānā, nav nozīmīgi atšķirīga.

### **1.1.2. Darbošanās un orientēšanās tekstā**

Salīdzinot lasīšanu papīra formā un digitālu tekstu, vairāk ir analizēts tieši lasīšanas ātrums, teksta izpratne, spēja atcerēties uztverto informāciju, taču mazāk ir analizēts, kā lasītājs aplūko tekstu, kā tajā pārvietojās un orientējas. Darbošanās ar tekstu ekrānā un papīra formā ir atšķirīga, īpaši, ja jāapskata lielāki teksta apjomi.

Lai labāk saprastu, kā cilvēki darbojas, analizējot tekstu ekrānā un drukātā formātā, *O'Hara & Sellen* (1997) veica pētījumu desmit brīvprātīgajiem, sadalot tos divās grupās, pa pieciem dalībniekiem katrā. Vienai grupai vajadzēja analizēt tekstu digitālā formā, otrai grupai teksts bija jāanalizē drukātā formā. Abas grupas lasīja vienādu tekstu, vienādi noformētu, un pēc teksta izlasīšanas visiem vajadzēja uzrakstīt apkopojumu 200-300 vārdu apjomā. Iegūtie rezultāti parāda, ka četri no pieciem dalībniekiem, kas analizēja drukātu tekstu, veica piezīmes lapas malās, tādā veidā veidojot apkopojuma plānu, piezīmes tika veiktas īpaši netraucējot lasīšanas procesu. Savukārt, četri no pieciem dalībniekiem, kam vajadzēja analizēt tekstu datorā, gribēja veikt piezīmes, lai atvieglotu teksta analīzi, tomēr piezīmes veica tikai viens no visiem šīs grupas dalībniekiem. Piezīmju veikšana datorā bija laikietilpīga un sarežģīta, un to veikšana apgrūtināja arī teksta lasīšanu, tā ik pa laikam bija jāpārtrauc. Arī salīdzinot abās grupās veikto teksta

apkopojumu, drukātā veidā tas bija veiksmīgāks, līdzīgāks lasītajam tekstam, bet tiešsaistes grupā apkopojums tika vairāk rakstīts pēc atmiņas, tas nebija tik saistoši uzrakstīts.

### 1.1.3. Nogurums lasot drukātu tekstu un digitālu tekstu

Pēc ilgstoša darba tuvumā daudziem cilvēkiem parādās astenopiskas sūdzības, piemēram, acu nogurums, redzes diskomforts, sausas acis, galvassāpes un attēls kļuvis neskaidrs. Tā kā nav īsti skaidrs, vai astenopiskās sūdzības ir specifiskas tieši datora lietotājiem vai vienkārši ilgstošam tuvuma darbam neatbilstošos apstākļos, *Chu et al.* (2010) veica pētījumu, kurā salīdzināja redzes funkcijas vienādos darba apstākļos veicot uzdevumus gan ekrānā, gan drukātā tekstā. Šajā pētījumā piedalījās 30 veseli pētījuma dalībnieki, vecumā no 18 līdz 31 gadam, vidējais vecums 23 gadi, ar redzes asumu katrā acī 1,0 decimālas vienībās. Dalībniekiem vajadzēja lasīt vienādu tekstu skaļi gan no datora ekrāna, gan drukātā formātā 50 cm attālumā 20 minūtes. Iegūtie rezultāti parādīja, ka pēc ilgākas tuvuma redzes slodzes, redzes diskomforts lielāks ir tieši pēc datora lietošanas, salīdzinot ar drukāta teksta lasīšanu, īpaši attēla miglošanās tuvumā un fokusēšanās no viena attāluma uz citu, lai cik kvalitatīvi un pielāgoti būtu modernie datora ekrāni.

Novērtējot ilgstošas lasīšanas radīto nogurumu lasot dažādās vidēs, vairāk tiek salīdzināta lasīšana datorā, vai planšetē ar lasīšanu drukātā formā, taču līdz šim mazāk ir analizētas ar viedtālruna lietošanu saistītas redzes sūdzības. Pavisam nesenā pētījumā *Antona et al.* (2018) salīdzināja ilgstošas viedtālruna lietošanas radītas sūdzības par redzi salīdzinājumā ar drukāta teksta lasīšanu. Pētījumu veica 54 vispārēji veseliem cilvēkiem vecumā no 19 līdz 35 gadiem (vidējais vecums  $24 \pm 3$  gadi), ar labu redzes asumu un bez binokulārās redzes traucējumiem. Šajā pētījumā dalībnieku uzdevums bija divos atšķirīgos apstākļos lasīt vienādas sarežģītības dažādus tekstus 20 minūtes, teksti bija novietoti 40 cm attālumā, lai objektīvāk varētu novērtēt iespējamās astenopiskās sūdzības. Tūlīt pēc uzdevuma veikšanas, dalībniekiem vajadzēja aizpildīt anketu, lai novērtētu radītās astenopiskās sūdzības. Pētījumā iegūto rezultātu analīze parāda, ka, lasot tekstu viedtālrunī, visu 10 novērtēto redzes simptomu, izņemot galvassāpes, pakāpe ir augstāka, salīdzinot ar lasīšanu drukātā formātā.

## 1.2. Viedtālruņa lietošanas darba attālums un burtu lielums

### 1.2.1. Viedtālruņa lietošanas attālums

Viedtālrunis ir mobilais tālrunis, kurā telefona funkcijas ir papildinātas ar daudzām datoru funkcijām, nodrošinot piekļuvi internetam, un ļaujot veikt daudz citas darbības. *Cui & Roto* (2008), analizējot interneta izmantošanu mobilās ierīcēs, secināja, ka visbiežākās darbības ir e-pasta izmantošana, informācijas meklēšana, rakstveida komunikācija. Ņemot vērā viedtālruņa samazinātos izmērus, tā ekrāna lielums un izšķirtspējas kvalitāte ir atšķirīga, salīdzinot ar citiem datoru veidiem, piemēram portatīvo datoru vai planšetdatoru. Kompakto ekrāna izmēru dēļ, arī viedtālrunī lasāmā teksta burtu izmērs ir mazāks, un vēlme redzēt lasāmo materiālu skaidrāku un lielāku, ir galvenais iemesls, kāpēc viedtālrunis dabīgi tiek turēts tuvāk kā citu veidu datori. Savukārt skatīšanās attālums ir būtisks faktors, kas ietekmē konverģences un akomodācijas spējas un redzes nogurumu.

*Bababekova et al.* (2011) Amerikas Savienotajās Valstīs veica pētījumu 129 dalībniekiem vecumā no 18 līdz 39 gadiem (vidējais vecums 23 gadi), kurā novērtēja viedtālruņa lietošanas attālumu, veicot īsziņas lasīšanu. Šāda paša dizaina pētījumu 2018. gadā atkārtoja *Lan et al.* (2018) Ķīnā, veicot to 207 cilvēkiem vecumā no 16 līdz 74 gadiem. Amerikas Savienotajās Valstīs veiktajā pētījumā iegūtie rezultāti uzrāda viedtālruņa lietošanas attālumu 36,2 cm, savukārt Ķīnā veiktajā pētījumā iegūtais vidējais viedtālruņa turēšanas attālums, lasot īsziņu, ir tuvāks, vidēji tas ir 33,95 cm. Savukārt *Long et al.* (2017) novērtēja viedtālruņa lietošanas attāluma izmaiņas dinamikā, viedtālruni lietojot nepārtraukti 60 minūtes. Pētījumā piedalījās 18 vispārēji veseli cilvēki, kas ikdienā lieto viedtālruni, bez acu traumām vai slimībām, dalībnieki bija vecumā no 18 līdz 29 gadiem (vidējais vecums  $21 \pm 3$  gadi). Dalībnieki 60 minūtes lasīja romāna fragmentu, turot galvu taisni, lasīšanas laikā darba attāluma izmaiņas tika novērtētas, analizējot konkrētā laika intervālā uzņemtas fotogrāfijas. Iegūtie rezultāti parāda, ka eksperimentu uzsākot, vidējais darba attālums bija  $31,0 \pm 8,2$  cm, taču pēc 60 minūšu ilgas lasīšanas vidējais darba attālums samazinājās līdz  $29,2 \pm 7,3$  cm. Visi analizētie pētījumi uzrāda tendenci viedtālruni turēt tuvāk kā lasīt tekstu drukātā formā. Pieaugot viedtālruņa izmantošanai, vairāk tiek pētīta to izmantošana saistībā ar citiem faktoriem. Viena no pētījumu iespējām ir viedtālruņa izmantošana saistībā ar miega traucējumu izraisīšanu. Šādu pētījumu ir veikuši *Yoshimura et al.* (2017), kur tika analizēts viedtālruņa lietošanas darba attālums sēdus un guļus pozīcijās. Pētījums balstījās uz pamatojumu, ka miega kvalitāti var ietekmēt ekrāna spilgtums un skatīšanās attālums. Pirms pētījuma veikšanas dalībniekiem tika dots uzdevums skatīties ekrānā

sev ērtā pozīcijā sēžot krēslā un atrodoties guļus. Lasīšana guļus pozīcijā gan nebija viena konkrēta, to varēja izvēlēties – “kā ikdienā lasītu”, tāpēc izvēlētās gulēšanas pozas bija gan uz sāniem, gan muguras. Dalībnieki varēja izvēlēties sev ērtu skatīšanās attālumu. Šajā pētījumā iegūtie viedtālruņa skatīšanās attālumi sēdus pozīcijā bija no 13,3 līdz 32,9 cm, un guļus pozīcijā tie bija robežās no 9,9 līdz 21,30 cm. Iegūtie rezultāti parāda, ka sēdus stāvoklī darba attālums ir lielāks kā guļus stāvoklī, un šajā pētījumā iegūtie rezultāti rāda, viedtālruņa darba attālums ir tuvāks, kā citos apskatītajos pētījumos.

### 1.2.2. Viedtālruņa burtu lielums

Ir vairāki veidi, kā novērtēt ekrānā redzamo burtu izmēru. To var izdarīt novērtējot burta augstumu gan milimetros, gan punktu izmēros. Novērtējot burtu lielumu punktu izmēros, viens punkts atbilst 0,35 mm (*Legge & Bigelow, 2011*). Klīniski svarīgāks veids būtu novērtēt burtu lielumu izmantojot fonta (burta lieluma) redzes leņķi, kas ir sakarība starp burta lielumu milimetros un tuvuma darba attālumu. Drukātam materiālam minimālais leņķis, ko spēj ieraudzīt cilvēks ar labu redzes asumu, ir 12 loka minūtes. Minimālais burtu lielums, pēc kura lasīšana paliek grūtāka, tiek saukts arī par kritisko drukas lielumu (*Ko et al., 2014; Kochurova et al., 2015*). *Legge & Bigelow (2011)* ir atzīmējuši, ka kritiskais drukas lielums parasti ir apgabalā no 9 līdz 18 loka minūtēm, atkarībā no dažādiem stimula faktoriem, piemēram, burtu fonta veida un šī punkta noteikšanas tehnikas. Ieteicamais burtu lielums cilvēkiem ar labu redzes asumu ir diapazonā no 16 līdz 22 loka minūtēm (*Long et al., 2017; Ko et al., 2014*).

Palielinoties laikam, kas tiek pavadīts skatoties tuvumā, lietojot viedtālruni, pieaug arī astenopiskās sūdzības, piemēram, acu nogurums vai acu sāpes. Lai mazinātu redzes slodzi un līdz ar to arī astenopiskās sūdzības, pētnieki iesaka izvēlēties tādu burtu lielumu, kas ir vismaz divas līdz trīs reizes lielāki par cilvēka tuvuma redzes asumu. *Kochurova et al. (2015)* veiktajā pētījumā minēts, ka *Grundy (1981)* ir apgalvojis, ka burtu lielumam ir jābūt vismaz divas reizes lielākam kā labākais redzes asums, taču tas netika pierādīts ar eksperimentāliem datiem. Savukārt pašā pētījumā, kura mērķis bija salīdzināt, vai tiešām ir nepieciešami trīs reizes lielāki burti, vai arī var ilgstoši lasīt, ja atšķirība starp burtu lielumu un redzes asumu ir mazāka, noskaidroja, ka cilvēkiem ar labu redzes asumu nav būtiskas atšķirības starp šiem diviem lielumiem. *Kochurova et al. (2015)* pierādīja, ka, lai ērti un ilgstoši lasītu tekstu no elektroniskas ierīces, burtu lielumam ir jābūt divas reizes lielākam kā indivīda redzes asums. Tā, piemēram, cilvēkam, kura redzes asums 40 cm attālumā ir 1,0 decimālās vienībās, tekstu ilgstoši lasīt būs ērti, ja

lasāmā teksta burtu lielums būs vismaz 10 loka minūtes, kas atbilst redzes asumam 0,5 decimālajās vienībās. Šī sakarība attiecas gan uz lasīšanu 10 minūtes, gan stundas garumā. Šis rezultāts sakrīt ar iepriekš minēto pētnieku iegūtajiem rezultātiem. *Bababikova et al.*(2011) veiktajā pētījumā par fonta lielumu un darba attālumu, vidējais burtu lielums tika iegūts atbilstoši redzes asumam 0,3 decimālās vienībās, tas ir salīdzināms ar avīzes druku, kurā burtu lielums atbilst redzes asumam 0,33-0,50.

Lietojot viedtālruni, uzmanību vajadzētu pievērst ne tikai tā lietošanas attālumam, bet arī lietošanas ilgumam. Lietojot viedtālruni ilgstoši, darba attālumam ir tendence samazināties, kas ir aprakstīts arī *Long et al.* (2017) pētījumā, kur tika novērtēts viedtālruna lietošanas darba attālums un burtu lielums lasot ilgstoši, ieguva, ka pirmajās 10 minūtēs attēla leņķiskais izmērs bija 22,4 loka minūtes, taču pēc 40 minūšu lasīšanas viedtālruna turēšanas attālums samazinājās un burtu lielums pieauga līdz 24,4 loka minūtēm.

### **1.3. Refrakcijas kļūdu un heteroforiju izplatība un tuvuma darba attālums**

#### **1.3.1. Miopija un tuvuma darba attālums**

*Holden et al.* (2016), apkopojot dažādu pētījumu rezultātus, ir analizējuši un paredzējuši miopijas izplatību laika posmā no 2000. līdz 2050. gadam, un iegūtie rezultāti rāda, ka 2010. gadā tuvredzīgi bija ~28% pasaules iedzīvotāji, bet ir paredzams, ka 2050. gadā tuvredzīgi būs 50% iedzīvotāju.

Tā kā miopijas izplatība un attīstības pakāpe arvien palielinās, un viens no miopijas attīstības iemesliem ir minēts tieši apkārtējās vides faktors un palielināta slodze tuvumā, daudzi pētnieki ir meklējuši, vai tiešām ir saistība starp tuvuma darbu un tuvredzības attīstību. Lai gan tieša saistība starp miopijas progresēšanu un tuvuma darbu nav atrasta, ir atrastas sakarības starp miopiju un tuvuma darba attālumu. *Saw et al.*(1999) analizēja, kā tuvuma darba ilgums, attālums un apgaismojums ietekmē miopijas attīstību 6 - 12 gadus veciem bērniem ar miopiju no -1,00 līdz -4,00 D, un astigmatismu mazāku par -2,00 D. Pētījumu veica divās daļās – veicot intervijas 6-12 gadus veciem bērniem, un nomērot attālumu, kādā tiek veikti dažādi tuvuma darbi. Intervijās bija iekļauti jautājumi gan par demogrāfiskiem datiem, gan par laiku, kas tiek pavadīts veicot tuvuma darbus dažādos gada laikos – skolas laika darba dienās un brīvdienās, eksāmenu laikā un atvaļinājumu laikā. Analizētie tuvuma darbi bija gan lasīšana un rakstīšana, gan videospēļu spēlēšana, gan televizora skatīšanās tuvā attālumā. Šajā darbā iegūtie rezultāti parāda, ka

tuvredzīgiem bērniem tuvuma darba attālums lasot, rakstot un strādājot ar datoru, ir mazāks par 40 cm, lielākajai daļai dalībnieku tas bija vidēji 20-25 cm.

*Hartwig et al.* (2011) analizēja, kā atšķiras darba attālums, acu un galvas kustības tuvredzīgiem un ne tuvredzīgiem cilvēkiem. Viņi novērtēja šos trīs parametrus 14 tuvredzīgiem un 16 ne tuvredzīgiem cilvēkiem vecumā no 18 līdz 45 gadiem, veicot trīs dažādus uzdevumus – lasīšanu no ekrāna, lasīšanu grāmatā un rakstīšanu, katru uzdevumu veicot divas minūtes. Iegūtie rezultāti parāda, ka nav statistiski nozīmīgas atšķirības starp tuvredzīgu un ne tuvredzīgu cilvēku darba attālumu, veicot lasīšanas un rakstīšanas uzdevumus. Pētījumā iegūtie rezultāti uzrādīja vāju korelāciju starp refrakcijas veidu un tuvuma darba attālumu lasot grāmatu, un tuvredzīgie cilvēki uzrādīja tendenci lasīt tuvākā attālumā.

Arī *Ip et al.* (2008) analizējot 12 gadus vecu Austrālijas skolēnu tuvuma darbu ietekmi uz tuvredzības attīstību, ir atklājuši saistību starp ilgstošu lasīšanu tuvākā attālumā kā 30 cm un miopijas attīstību. Taču šajā darbā pārējie tuvuma darbi - mājasdarbu pildīšana, videospēļu spēlēšana, datora lietošana – šādu saistību neuzrādīja.

### **1.3.2. Ne-miopija un darba attālums**

Līdz šim vairāk ir analizēts tuvuma darba attālums miopijas gadījumā, bet mazāk tas tiek novērtēts cita refrakcijas veida gadījumos. Vienu no pētījumiem, kur tiek analizēts arī darba attālums ne tikai miopijas gadījumā, ir veikuši *Hartwig et al.* (2011), kuri ir salīdzinājuši darba attāluma atšķirības miopijas un ne-miopijas grupā. Šajā pētījumā iegūtie rezultāti parāda, ka ne-miopijas grupas dalībnieku lasīšanas vidējais darba attālums ir  $41,4 \pm 10,3$  cm, un rakstīšanas vidējais darba attālums ir  $42,2 \pm 6,2$  cm, kas atbilst ieteicamajam tuvuma darba attālumam – 40 cm. Šajā darbā iegūtie rezultāti tika salīdzināti arī ar *Rah et al.* (2005) veiktā pētījuma iegūtajiem rezultātiem par lasīšanas un mācīšanās attālumu (vidējais attālums  $45,7 \pm 17,8$  cm), un tie uzrādīja līdzīgu tendenci.

### **1.3.3 Tuvuma heteroforiju iedalījums un izplatība**

Pieaugot vecumam mainās heteroforijas lielums gan tālumā, gan tuvumā. Samazinoties akomodācijas spējām, dabīgais acu novietojums bez fuzionāla stimula ir eksoforijas stāvoklī. Heteroforiju izplatība dažādu refrakcijas kļūdu gadījumā ir daudz pētīta, un ir veidotas sakarības par heteroforiju izplatību populācijā. *Makgaba* (2006) analizējis 475 Dienvidāfrikas iedzīvotāju (vecumā no 18-30 gadiem) redzes pārbaudes kartītes, kam veikta pilna redzes pārbaude. Tika

salīdzināta heteroforiju izplatība pētījuma dalībniekiem gan tālumā, gan tuvumā. Heteroforija novērtēta gan horizontāli, gan vertikāli ar Grēfes metodi. Apskatītājās kartītēs (40 cm attālumā) biežāk nomērītais horizontālās heteroforijas veids bija eksoforija, un tās vidējais lielums tuvumā bija  $6,30 \pm 2,50 \Delta$ , savukārt vidējais ezoforijas lielums bija  $4,88 \pm 3,41 \Delta$ . Šajā pētījumā izplatītākais heteroforijas veids tuvumā bija eksoforija, kas tika konstatēta 336 dalībniekiem, 72 dalībniekiem tika atrasta ortoforija, un 62 dalībniekiem – ezoforija.

Analizējot refrakcijas kļūdas un heteroforiju veidu un lielumu, arī var atrast zināmu saistību. *Wajuihian* (2018) meklēja sakarības, kā tuvuma heteroforijas veids un lielums ir saistīts ar refrakcijas kļūdu, 13-18 gadus veciem skolēniem Dienvidāfrikā, heteroforiju novērtējot ar atrasto korekciju, izmantojot Grēfes metodi. Šajā darbā iegūtie rezultāti parāda, ka pētījuma dalībniekiem eksoforija tuvumā statistiski nozīmīgi ir saistīta ar astigmatismu, un ezoforija ir saistīta ar tuvredzību, astigmatismu un anizotropiju. Iegūtā saistība saskan ar *Chung & Chon* (2000) analizēto heteroforiju saistību ar ametropijas veidu, novērtējot to ar *Maddox wing* testu. Šī pētījuma rezultāti parāda saistību, ka pie augstākas tuvredzības pakāpes raksturīgāka ir ezoforija, un, ja ir novērojama dažāda lieluma eksoforija, tuvredzības pakāpe ir mazāka. Taču šo abu pētījumu dati ir pretrunā ar citos pētījumos iegūtām sakarībām. *Wajuihian* (2018) darbā rezultātu dati ir salīdzināti arī ar *Ditmars* (1966) iegūto saistību, ka tuvredzība ir saistīta ar eksoforiju, bet tālredzība – ar ezoforiju. Līdzīgu tendenci parāda arī *Li-Ju et al.* (2014) paveiktais, analizējot 338 11-14 gadus vecu, Taivānas laukos dzīvojošu pusaudžu redzes funkcijas. Iegūtie rezultāti liecina, ka pusaudžiem ar augstāku miopijas pakāpi, vairāk ir raksturīga eksoforija, bet ar mazāku tuvredzības pakāpi raksturīga ezoforija. Savukārt *Jang et al.* (2016) darbā, kur tika novērtēts tuvuma heteroforijas lielums 8 - 13 gadus veciem skolēniem ar Grēfes testu, nozīmīga korelācija starp refrakcijas veidu, tās pakāpi un tuvuma heteroforiju, netika iegūta.

Lielākoties tikko apskatītajos pētījumos heteroforija tika novērtēta vienā konkrētā attālumā, kas parasti bija 40 cm. Taču *Chen & Dom* (2003) salīdzināja heteroforijas lielumu un refrakcijas veida saistību dažādos attālumos 36 dalībniekiem vecumā no 19 līdz 24 gadiem, gan emetropiem, gan miopiem, izmantojot *Free space* heteroforiju karti (brīvās telpas heteroforiju karti) un novērtēja heteroforiju piecos dažādos attālumos no 25 līdz 300 cm. Iegūtie rezultāti liecina, ka miopijas un emetropijas gadījumā nav statistiski nozīmīgu atšķirību heteroforiju lielumā un ir novērojamas līdzīgas tendences heteroforiju izmaiņās dažādos attālumos. 300 cm attālumā lielākai daļai dalībnieku heteroforijas lielums bija tuvu ortoforijai, taču heteroforijas lielums pieauga samazinoties attālumam.

Tā kā heteroforija ir novirze no ideālā redzes asu novietojuma un rada izmaiņas binokulārās sistēmas darbībā, tā var ietekmēt tuvuma darba attālumu atšķirīgiem heteroforijas veidiem. Darba attāluma atšķirīgu izvēli var skaidrot ar fiksācijas disparitātes palīdzību. Daudzi autori ir pieņēmuši, ka fiksācijas disparitāte ir stresa signāla pazīme uz vergences sistēmu (*Kommerell*, 2000). Ņemot vērā, ka skatīšanās attālums ietekmē fiksācijas disparitāti un ka fiksācijas atšķirības var izraisīt astenopiskas sūdzības, tad ir iespējams, ka cilvēks izvēlēsies tādu darba attālumu, kurā viņam ir ērtāk tuvumā strādāt, lai mazāk piepūlētu redzes sistēmu. Ir paredzams, ka tiem cilvēkiem, kam ir ekso fiksācijas disparitāte un eksoforija, izvēlētais darba attālums būs tālāks un būs mazāk sūdzību par redzes slodzi. Savukārt tiem, kam ir ezo fiksācijas disparitāte un ezoforija, ir pieņemts, ka izvēlētais tuvuma darba attālums būs mazāks. (*Jaschinski*, 1998)

#### **1.4. Akomodācijas un vergences sistēmas mijiedarbība**

Lai labāk novērtētu akomodācijas un vergences sistēmas sadarbību, klīnikā tiek novērtētas akomodatīvās konverģences izmaiņas mainoties akomodācijas stimulam par vienu vienību. Šī sakarība tiek atzīmēta kā akomodatīvā vergence/akomodācija (AK/A), un akomodatīvā konverģence tiek mērīta prizmatiskajās dioptrijās ( $\Delta$ ), savukārt akomodācijas izmaiņas tiek novērtētas dioptrijās (D). (*Amaechi & Obiora*, 2004)

Akomodatīvās konverģences atbilde uz akomodācijas stimulu ir klīniski nozīmīgs mērījums binokulārās redzes traucējumu diagnosticēšanā un ārstēšanā, taču ikdienas praksē tam reizēm netiek pievērsta pietiekama uzmanība. Akomodatīvā konverģence ir vergences sistēmas darbības izmaiņas, akomodācijai sasprindzinoties vai atslābstot. (*Majumder & Mutusamy*, 2016)

##### **1.4.1. AK/A lielums un refrakcijas veids**

Salīdzinot AK/A lielumu dažādiem refrakcijas veidiem, pastāv uzskats, ka tuvredzības gadījumā AK/A lielums ir lielāks kā emetropijas, tā arī hipermetropijas gadījumā.

*Mutti et al.* (2000) salīdzināja refrakcijas korekcijas veidu un AK/A lielumu skolēniem, vecumā 8- 15 gadiem. Darbā tika analizēti 828 skolēnu dati, kuri mācījās no pirmās līdz septītajai klasei. Bērniem vajadzēja skatīties 4x4 burtu lielu režģi un akomodācijas atbildi novērtēja ar autorefraktometru labai acij, pa to laiku kreisai acij novērtēja konverģences atbildi. Veiktajā darbā iegūtie rezultāti liecina, ka lielākā AK/A vērtība tiek iegūta bērniem ar tuvredzību, emetropijas gadījumā tās lielums ir mazāks, un mazākais AK/A lielums ir hipermetropijas gadījumā. Šajā pētījumā iegūtie rezultāti saskan ar *Gwiazda et al.* (1999) veikto pētījumu, kurā

AK/A lielums tika novērtēts 101 bērnam ar miopiju un emetropiju. Šajā darbā AK/A lielumu novērtējot ar +2,00 D un -2,00 D lēcām, iegūtie rezultāti norāda, ka bērniem ar miopiju ir samazināta akomodācijas atbilde un paaugstināta akomodatīvās konverģences atbilde, līdz ar to iegūtais AK/A lielums tuvredzīgiem bērniem ir lielāks kā emetropiem bērniem.

## 2. PĒTĪJUMA DAĻA

### 2.1. Pētījuma dalībnieki

Pētījumā piedalījās 60 dalībnieki (45 sievietes, 15 vīrieši) vecumā no 18-43 gadiem, dalībnieku vidējais vecums ir  $30 \pm 6$  gadi. Visi pētījuma dalībnieki bija ar optometriju nesaistīti cilvēki un visi ikdienā izmanto viedtālruni, izplatītākais viedtālruna lietošanas laiks 1-3 stundas dienā, viedtālruni izmanto gan zvanu veikšanai, gan ziņu rakstīšanai, interneta lietošanai.

Dalībnieku iegūtie rezultāti tika analizēti ņemot vērā dažādus faktoros. Viens no analizētajiem faktoriem ir refrakcijas veids. Pēc subjektīvās tāluma refrakcijas novērtēšanas, ņemot vērā aprēķināto sfērisko ekvivalentu, dalībnieki tika sadalīti divās grupās:

- miopijas grupa ( $n = 30$ ), ja dalībnieku refrakcijas sfēriskais ekvivalents  $\leq -0,50$  D;
- ne-miopijas grupa ( $n = 30$ ) (dalībnieki ar emetropiju un hipermetropiju līdz  $+1,00$  D).

Pētījumā tika iekļauti dalībnieki, kuru refrakcijas cilindriskā komponente nepārsniedz  $1,25$  D. Miopijas grupā bija dalībnieki ar atšķirīgas pakāpes miopiju, refrakcijas sfēriskais ekvivalents robežās no  $-0,50$  līdz  $-5,00$  D, lielākā daļa šīs grupas dalībnieku bija ar pirmās pakāpes miopiju. Ne-miopijas dalībnieku grupā lielākā daļa dalībnieku ir ar emetropiju – 21 dalībnieks, pārējiem ir jaukts astigmatisms, vienkāršs hipermetropisks astigmatisms vai pirmās pakāpes hipermetropija.

Visiem pētījuma dalībniekiem ir binokulārs redzes raksturs, nav tropiju, vertikālā heteroforija tālumā un tuvumā nepārsniedz  $1 \Delta$ . Konverģences tuvuma punkts, novērtēts ar plūstošās konverģences metodi, ir 6-9 cm, nav acu saslimšanu vai traumu, kas šobrīd tiek ārstētas, kā arī nav vispārējas saslimšanas, kas var ietekmēt redzi.

Analizējot iegūtos datus, vērā tika ņemts ne tikai iedalījums pēc refrakcijas stāvokļa, bet tika analizēts arī tuvuma heteroforijas veids. Ņemot vērā tuvuma heteroforijas veidu, dalībnieki tika iedalīti trīs grupās:

- 33 dalībniekiem jeb 55 % no visiem dalībniekiem ir eksoforija robežās no 1 līdz 12  $\Delta$ ;
- 14 dalībniekiem jeb 23 % no visiem dalībniekiem ir ortoforija;
- 13 dalībniekiem jeb 22 % no visiem dalībniekiem ir ezoforija robežās no 1 līdz 8  $\Delta$ .

## 2.2. Metode

### 2.2.1. Pētījuma gaita

Pētījums tiek veikts optometrista kabinetā ikdienas apstākļos. Visiem dalībniekiem sākotnēji tiek veikta pilna redzes pārbaude bez cikloplēģijas. Sākumā tiek noteikts dalībnieka redzes asums bez korekcijas tālumā. Subjektīvās refrakcijas noteikšana tiek veikta ar apmiglošanas metodi, kur atrastajai objektīvajai refrakcijas sfēriskajai komponentei tiek pieskaitīta +2,50 līdz +3,00 D stipra lēca. Ja nekoriģēts redzes asums ir zems, tiek piemeklēta labākā subjektīvi panesamā korekcija, lai iegūtais redzes asums gan monokulāri, gan binokulāri būtu 0,8-1,0 decimālās vienībās. Mērījumi tiek veikti ar atrasto subjektīvi labāko korekciju, ievietotu probes ietvarā. Redzes rakstura novērtēšanai tiek izmantots Vorsa tests un sarkanā stikla tests. Heteroforiju novērtēšanai gan tālumā, gan tuvumā tiek izmantots aizklāšanas un Madoksa tests 30 cm attālumā. Pēc tāluma binokulāro funkciju novērtēšanas tiek noteikts binokulārs redzes asums ar atrasto tāluma korekciju 40 cm attālumā. Tiek veikta akomodācijas funkciju – negatīvās akomodācijas rezerves (NAR), pozitīvās akomodācijas rezerves (PAR) – novērtēšana. Novērtēts tiek arī konverģences tuvuma punkts (KTP) ar plūstošās konverģences metodi, mērījumu atkārtojot trīs reizes un aprēķinot vidējo vērtību no iegūtajiem rezultātiem.

Papildus tiek novērtēts arī AK/A lielums, kas tiek aprēķināts izmantojot Gradientsa metodi. Gradientsa metodē AK/A lielums tiek iegūts, novērtējot heteroforijas izmaiņas, liekot acīm priekšā “+” vai “-” lēcas. Šīs lēcas izmaina akomodācijas atbildi, kas savukārt izraisa izmaiņu konverģencē. AK/A lielums tiek iegūts salīdzinot sākotnējo heteroforijas lielumu, lēcu inducēto heteroforijas lieluma izmaiņu un izmantotās lēcas stiprumu (*Wybar, 1974*). Šī metode kontrolē proksimālo un fuzionālo konverģenci un šī ir vienīgā metode, kura tieši nosaka konverģences apjomu, kas tiek iegūts no kontrolētas akomodācijas izmaiņas, kas arī nosaka AK/A attiecību (*Jackson & Arnoldi, 2004*).

Gradientsa metodē AK/A aprēķina pēc formulas:

(2.2.1)

$$AKA = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{D_1}$$

kur:

$\Delta_1$  un  $\Delta_2$  - tuvuma heteroforijas lielumi pirms un pēc papildu sfēriskās lēcas uzlikšanas prizmatiskajās dioptrijās;

$D_1$  – pieliktās sfēriskās lēcas stiprums dioptrijās (*Wybar, 1974*).

Heteroforijas lielums tuvumā tiek novērtēts 30 cm attālumā, izmantojot balto Madoksa cilindru un gaismas zīmuli. Heteroforija tiek novērtēta trīs apstākļos – ar atrasto tāluma korekciju un papildus esošai korekcijai uzliekot +2,00 D un -2,00 D stipras lēcas.

Pēc pilnās redzes pārbaudes veikšanas tiek veikts pētījuma uzdevums. Uzdevuma veikšanai dalībnieks izmantoja savu viedtālruni, ar tajā jau esošiem iestatījumiem – burtu lielumu, ekrāna spilgtumu. Uzdevums tiek veikts dalībniekam sēžot pacienta krēslā. Pirms uzdevuma veikšanas viedtālrunis tiek novietots uz galda, blakus pacienta krēslam, tā, lai to var paņemt nepieceloties no krēsla. Eksperimentā tiek novērtēts gan veicamā uzdevuma darba attālums, gan tā izpildes laiks. Šie parametri tiek salīdzināti veicot drukāta teksta lasīšanu, digitāla teksta lasīšanu un digitāla teksta rakstīšanu.

Lai samazinātu redzes slodzi veicot ilgstošu tuvuma darbu un samazinātu arvien pieaugošās akomodācijas un vergences sistēmas traucējumus, kas var veidoties pēc ilgstoša tuvuma darba, pēdējo gadu laikā kā viens no risinājumiem tiek piedāvātas brilles ar pretnoguruma lēcām, kurās lēcas lejasdaļā ir iestrādāts papildus aditīvs robežās no +0,50 līdz +1,25 D. Lai izvērtētu briļļu lēcās ievietotā aditīva ietekmi uz digitāla uzdevuma veikšanas attālumu, pēc digitālā pasīvā un aktīvā uzdevuma veikšanas, binokulāri tiek uzliktas +1,00 D stipras lēcas un digitālie uzdevumi tiek atkārtoti.

Eksperimenta secības gaita:

1. Dalībnieks tiek iepazīstināts ar eksperimenta instrukciju.
2. Dalībnieks parakstās, ka ir informēts par eksperimenta gaitu un piekrīt piedalīties.
3. Pirms eksperimenta veikšanas dalībnieks atbild uz diviem jautājumiem par viedtālruna lietošanas paradumiem.
4. Dalībniekam iedod iepriekš sagatavotu lasīšanas tekstu drukātā formātā, kas atbilst redzes asumam 0,4 decimālās vienībās 40 cm attālumā. Tiek novērtēts attālums, kādā teksts tiek lasīts un uzņemts izlasītā teksta laiks, lai vēlāk iegūtos rezultātus varētu izteikt lasīšanas ātrumā vārdi/min. Darba attālums tiek novērtēts ar mērlenti, mērījumu precizitāte līdz 0,1 cm.
5. Eksperimenta veicējs nosūta iepriekš sagatavoto īsziņu dalībniekam, dalībnieks to sev ērtā attālumā skaļi izlasa un, kad īsziņa izlasīta, dalībnieks nedrīkst kustēties. Eksperimenta veicējs novērtē īsziņas lasīšanas laiku un attālumu no viedtālruna ekrāna līdz prozes ietvaram.

6. Dalībnieks saņemto īsziņu pārraksta un nosūta atpakaļ eksperimenta veicējam. Kad īsziņa nosūtīta, dalībnieks nedrīkst kustēties, lai eksperimenta veicējs var novērtēt attālumu no proves ietvara līdz viedtālruņa ekrānam. Paralēli tiek uzņemts laiks, cik ātri tiek uzrakstīta atbildes īsziņa.
7. Papildus esošajai korekcijai uzliek +1,00 D stipru lēcu un īsziņas lasīšanas un rakstīšanas uzdevumus atkārtoti, pēc katra uzdevuma veikšanas atkārtoti nomērot viedtālruņa attālumu no proves ietvara. Veicot uzdevumus, tiek novērtēts arī tā izpildes laiks.

Eksperimenta veicējs, izmantojot lineālu un lupu, nomēra izmantotajā viedtālrunī esošo burtu lielumu un izrēķina leņķisko izmēru 40 cm attālumā un individuālajā lietotāja attālumā pasīva un aktīva uzdevuma gadījumā. Eksperimenta dalībnieku lūdz apsēsties pie galda, novietot elkoni uz galda un atbalstīt zodu plaukstā – tiek novērtēts attālums no elkoņa līdz zodam (*Harmon attālums*) (*Wang et al.*, 2013).

### 2.2.2. Pētījuma stimulsi un tā parametri

Pētījumā izmantotais teikums sastāv no 23 vārdiem, 200 simboliem ieskaitot atstarpes un pieturzīmes. Šis teikums ir veidots tā, lai pilnībā iekļautos īsziņu rakstīšanai atvēlētajos simbolos, to nepārvēršot par multizīņu. Lai korektāk varētu salīdzināt iegūtos rezultātus, visos pētījuma uzdevumos tika izmantots viens teikums:

*“Mūsdienās arvien lielāku lomu cilvēku ikdienā ieņem tādas elektroniskās saziņas un darba ierīces kā stacionārie, portatīvie datori, planšetdatori, plaukstdatori, viedtālruņi un elektroniskās grāmatas”.*

Lai teksta lasāmība būtu vienāda un precīzāk varētu novērtēt lasīšanas ātrumu, veicot abu veidu uzdevumus, teksts tika noformēts līdzīgā rindu skaitā un vārdu skaitā katrā rindā. Uzdevumā izmantotais teikums tika sadalīts piecās rindās, četrās rindās bija 4-6 vārdi, pēdējā rindā bija 2 vārdi.

Drukātā teksta lasīšanas uzdevumā izmantotais teikums tika izdrukāts un izgriezts 9x10 cm lielā formātā, un teikums tika novietots šīs lapas centrālajā daļā. Drukātā uzdevuma veikšanai teikums tika noformēts Verdana formātā, burtu lielums – 9 pt. Novērtējot mazā “e” burta augstumu, tā lielums atbilst redzes asumam 0,4 decimālās vienībās 40 cm attālumā. Savukārt viedtālrunī esošo burtu lielums bija atšķirīgs, tas bija atkarīgs no katra dalībnieka tālruņa iestatījumiem un bija lielumā no viena līdz diviem milimetriem, taču vidējais burtu lielums

atbilda redzes asumam 0,7 decimālās vienībās 40 cm attālumā. Darbā izmantotos stimulus var redzēt 2.1. attēlā un 2.2. attēlā.

Darbā izmantotā teikuma sarežģītības pakāpe tika aprēķināta, izmantojot LIX formulu:

(2.2.2.1.)

$$LIX=(lwrđ/nwrđ)*100+(nwrđ/nsnt)$$

kur

lwrđ – garo vārdu skaits;

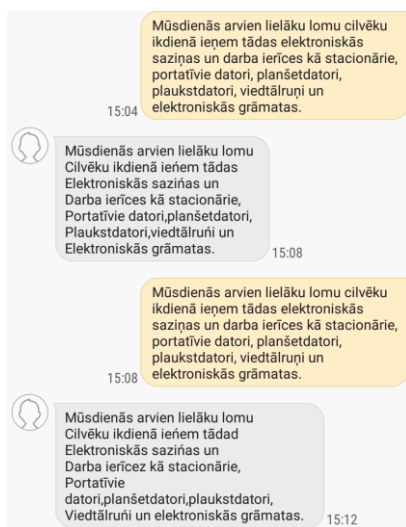
nwrđ – kopējais vārdu skaits;

nsnt- teikumu skaits.

Pēc šīs formulas aprēķinātā lasāmības pakāpe ir 79, kas, interpretējot iegūto rezultātu, norāda, ka izveidotais stimuluss ir ļoti sarežģīts.

Mūsdienās arvien lielāku lomu cilvēku ikdienā ieņem tādas elektroniskās saziņas un darba ierīces kā stacionārie, portatīvie datori, planšetdatori, plaukstdatori, viedtālruņi un elektroniskās grāmatas.

## 2.1. att. Drukāta teksta lasīšanas uzdevumā izmantotais stimuluss.



## 2.2 att. Digitālo uzdevumu veikšanā izmantotie stimuli.

## 2.3. Rezultāti un to analīze

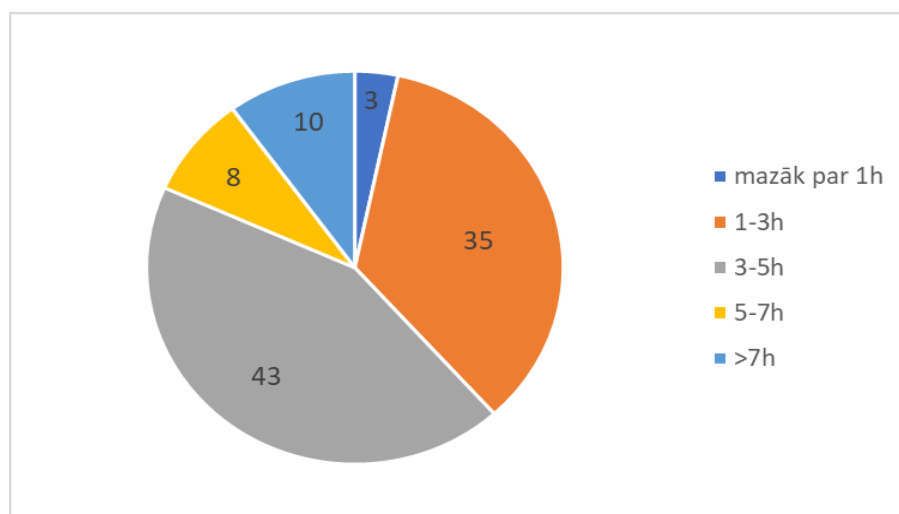
### 2.3.1. Datu statistiskā apstrāde

Lai salīdzinātu savā starpā iegūtos rezultātus atšķirīgās refrakcijas grupās, tika izmantots Manna Vitnija tests (*Mann-Whitney U test*). Šis tests tika izmantots arī, lai salīdzinātu iegūtos darba attālumus dažādās heteroforijas grupās.

Lai salīdzinātu darba attālumu, relatīvo darba attālumu, uzdevuma izpildes laiku veicot 3 dažādus uzdevumus – drukāta teksta lasīšanu, digitāla teksta lasīšanu un digitāla teksta rakstīšanu, iegūto datu analīzei tika izmantots Vilkoksona ranga zīmju tests (*Wilcoxon Signed Rang Test*). Abi darbā izmantotie testi tika veikti vietnē [www.socstatistics.com](http://www.socstatistics.com).

### 2.3.2. Viedtālruņa lietošanas paradumi

Pirms eksperimenta uzdevumu veikšanas pētījuma dalībniekiem bija jāatbild uz diviem jautājumiem par viedtālruņa lietošanas paradumiem, kur viņiem subjektīvi vajadzēja novērtēt viedtālruņa izmantošanas laiku katru dienu un konkrētu darbību veikšanas biežumu. Iegūtās atbildes parāda, ka lielākā daļa pētījuma dalībnieku – 26 dalībnieki jeb 43 %, viedtālruni ikdienā izmanto 3-5 stundas, 35 % no visiem dalībniekiem viedtālruni izmanto 1-3 stundas dienā, savukārt tikai 2 dalībnieki jeb 10 % no visiem viedtālruni izmanto mazāk par 1 stundu. Kopējo viedtālruņa izmantošanas laiku var redzēt 2.3. attēlā.



2.3. att. Viedtālruņa izmantošanas laiks katru dienu pētījuma dalībnieku vidū (%)

Lai izanalizētu, kādas ir biežāk veiktās darbības, izmantojot viedtālruni, dalībniekiem vajadzēja subjektīvi novērtēt, cik bieži viņi veic katru uzdevumu. Anketa apskatāma 1. pielikumā. Analizējot atbildes par biežāk veiktām darbībām viedtālrunī, var secināt, ka pētījuma dalībnieki ikdienā visbiežāk viedtālruni izmanto sociālo tīklu lietošanai, īsziņu rakstīšanai un zvanu veikšanai, kā arī video un fotogrāfiju uzņemšanai, taču retāk tas tiek izmantots spēļu spēlēšanai un rakstu vai e-grāmatu lasīšanai.

### 2.3.3. Refrakcijas veids un darba attālums

Salīdzinot iegūtos rezultātus lasot drukātu tekstu, veicot digitālu pasīvu uzdevumu un veicot digitālu aktīvu uzdevumu, starp abām refrakcijas grupām netika atrasta statistiski nozīmīga atšķirība ( $U = 745,5$ ,  $p = 0,15$ ;  $U = 1072$ ,  $p = 0,48$ ;  $U = 708$ ,  $p = 0,09$ , Manna – Vitnija tests), tāpēc iegūtie rezultāti turpmāk tiks analizēti kopā. Katrā refrakcijas grupā iegūtos vidējos rezultātus  $\pm$  SD, kā arī p-vērtības, var redzēt 2.1. tabulā.

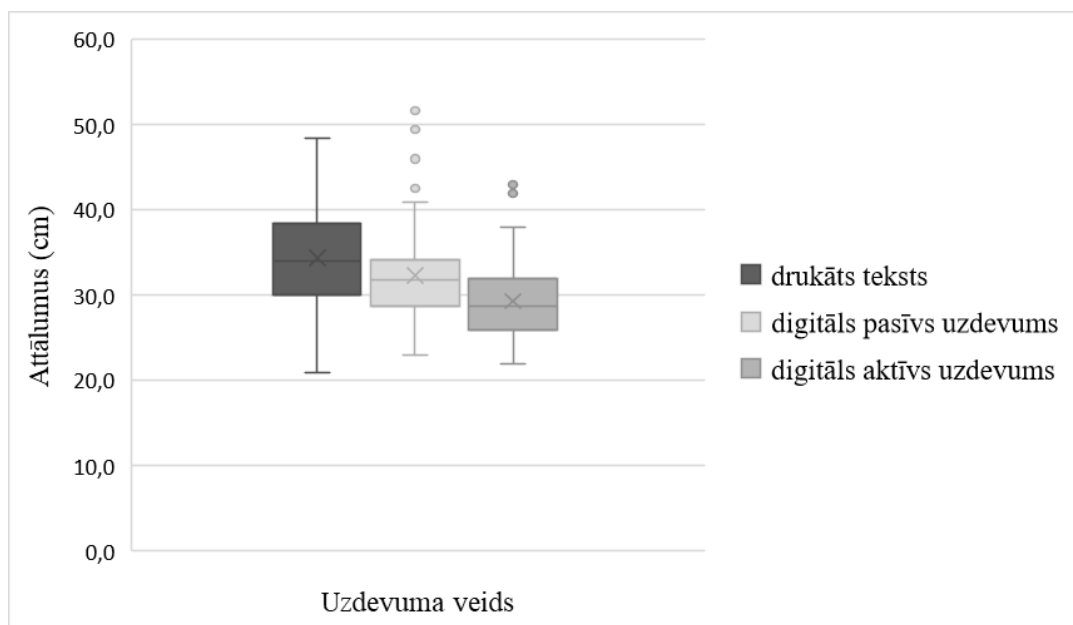
2.1. tabula

Refrakcijas veids un vidējais darba attālums 3 veidu uzdevumiem			
Refrakcijas veids un darba attālums $\pm$ SD (cm)			
	Miopija	ne-miopija	p-vērtība
drukāts teksts	32,9 $\pm$ 5,3	35,9 $\pm$ 6,2	0,15
digitāls pasīvs uzdevums	31,6 $\pm$ 4,8	33,0 $\pm$ 7,0	0,48
digitāls aktīvs uzdevums	29,1 $\pm$ 3,6	29,7 $\pm$ 5,7	0,09

### 2.3.3. Uzdevuma veids, darba attālums un lasīšanas ātrums

Analizējot darba attālumu dažādiem veiktajiem uzdevumiem, var secināt, ka tālākais tas ir lasot drukātu tekstu, (vid. attālums 34,4  $\pm$  5,9 cm), bet tuvākais – veicot digitālu aktīvu uzdevumu (vid. attālums 29,3  $\pm$  4,7 cm). Lasot drukātu tekstu, lielākā daļa iegūtie rezultāti ir robežās no 30,0 līdz 38,4 cm, bet bija dalībnieki, kas drukāto tekstu lasīja 21,0 cm un arī 48,5 cm attālumā. Savukārt lasot saņemto īsziņu viedtālrunī, vidējais darba attālums ir tuvāks, vidēji tas ir 32,3  $\pm$  6,0 cm un lielākā daļa rezultātu ir robežās no 28,8 līdz 34,2 cm, taču bija daļa dalībnieku, kuri saņemto īsziņu lasīja 23 cm un 40 cm attālumā. Veicot šo uzdevumu bija arī daži dalībnieki, kas viedtālruni turēja tālāk kā pārējie, un tālākais darba attālums, veicot šo uzdevumu, bija 51,7 cm. Vismazākais viedtālruna turēšanas attālums bija veicot digitālo aktīvo uzdevumu jeb

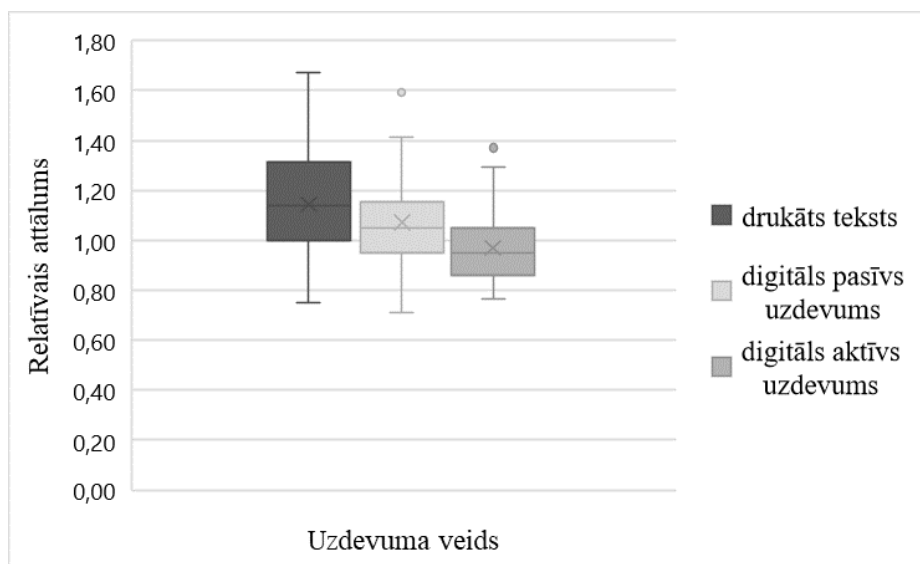
atbildes īsziņas rakstīšanu, kur iegūtais vidējais attālums ir  $29,5 \pm 5,7$  cm, veicot šo uzdevumu lielākā daļa dalībnieku viedtālruni turēja 26,0 līdz 32,0 cm attālumā, taču bija arī dalībnieki, kuru darba attālums bija mazāks – 22,0 cm, vai lielāks – 38,0 cm, kā arī bija divi dalībnieki, kas viedtālruni aktīvā uzdevuma veikšanas laikā turēja vēl tālāk – 42,0 cm attālumā. Kopējo iegūto darba attālumu veicot visus trīs uzdevumus var redzēt 2.4. attēlā. Salīdzinot atšķirīgu uzdevumu veikšanas attālumu, darba attālumā nav statistiski nozīmīgas atšķirības lasot drukātu tekstu (vid. attālums  $34,4 \pm 5,9$  cm) un veicot digitālu pasīvu uzdevumu (vid. attālums  $32,3 \pm 6,0$  cm) ( $W = 1338,5$ ,  $p > 0,05$ , Vilksoksona tests), savukārt salīdzinot drukāta teksta lasīšanu (vid. attālums  $34,4 \pm 5,9$  cm) un digitāla aktīva uzdevuma veikšanu (vid. attālums  $29,3 \pm 4,7$  cm), ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 639$ ,  $p < 0,00001$ , Vilksoksona tests), tāpat arī digitāla pasīva uzdevuma (vid. attālums  $32,3 \pm 6,0$  cm) un digitāla aktīva uzdevuma veikšanas (vid. attālums  $29,3 \pm 4,7$  cm) attālumu, ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 545,5$ ,  $p < 0,00001$ , Vilksoksona tests).



**2.4. att.** Uzdevuma veids un darba attālums (cm).

Iepriekš analizētie dati parāda reālo darba attālumu (centimetros) veicot visus trīs uzdevumus. Taču, analizējot datus, jāņem vērā, ka lasīšanas attālumu ietekmē arī cilvēka fizioloģiskie parametri, piemēram, roku garums, un tāpēc, lai korektāk salīdzinātu datus, iegūtie rezultāti tika izteikti relatīvā attālumā, kurš tika iegūts ņemot vērā attālumu no katra dalībnieka

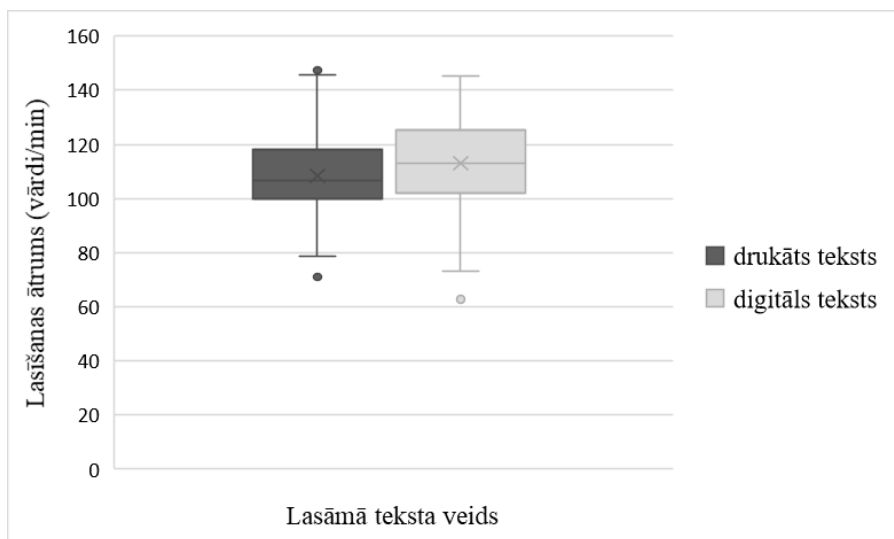
elkoņa līdz plaukstas pamatnei (*Harmon* attālums) un nomērīto darba attālumu. Pēc iegūtajiem relatīvā attāluma mērījumiem var redzēt, ka tālākais darba attālums ir lasot drukātu tekstu, kas izteikts relatīvās vienībās ir vidēji  $1,19 \pm 0,22$ , tuvāks attālums ( $1,09 \pm 0,21$ ) ir veicot digitālu pasīvu uzdevumu, un vistuvākais attālums ir veicot digitālu aktīvu uzdevumu, kas vidēji ir  $0,97 \pm 0,16$ . Salīdzinot iegūtos datus, var redzēt, ka lasot drukātu tekstu, relatīvais darba attālums ir izklidētāks salīdzinot ar digitālu uzdevumu veikšanas relatīvo attālumu, kā arī 2.5. attēlā var redzēt, ka lasot drukātu tekstu, iegūtie rezultāti ir asimetriski, kas parāda, ka lielākai daļai dalībnieku drukāta teksta lasīšanas relatīvais attālums ir tālāks kā vidējais relatīvais attālums. Salīdzinot uzdevumu veikšanas relatīvā attāluma atšķirību dažādiem uzdevuma veidiem, starp drukāta teksta ( $1,19 \pm 0,22$ ) un digitāla pasīva uzdevuma ( $1,09 \pm 0,21$ ) veikšanas relatīviem attālumiem ir statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 726,5$ ,  $p < 0,05$ , Vilkoksona tests), bet starp drukātu tekstu ( $1,19 \pm 0,22$ ) un digitālu aktīvu uzdevumu ( $0,97 \pm 0,16$ ) nav statistiski nozīmīgas atšķirības ( $W = 1388$ ,  $p > 0,05$ , Vilkoksona tests), kā arī starp digitālu pasīvu ( $1,09 \pm 0,21$ ) un digitālu aktīvu uzdevumu ( $0,97 \pm 0,16$ ) nav statistiski nozīmīgas atšķirības ( $W = 1116,5$ ,  $p > 0,05$ , Vilkoksona tests).



2.5. att. uzdevuma veida un relatīvā attāluma salīdzinājums.

Dalībniekiem veicot gan drukāta teksta lasīšanu, gan digitālu pasīvu un digitālu aktīvu uzdevumu, tika novērtēts ne tikai darba attālums, bet tika salīdzināts arī uzdevuma izpildes laiks. Tā kā starp abām refrakcijas grupām nebija statistiski nozīmīgas atšķirības ne lasot drukātu tekstu ( $U = 448$ ,  $p = 0,49$ , Manna-Vitnija tests), ne veicot digitālu pasīvu uzdevumu ( $U = 404,5$ ,

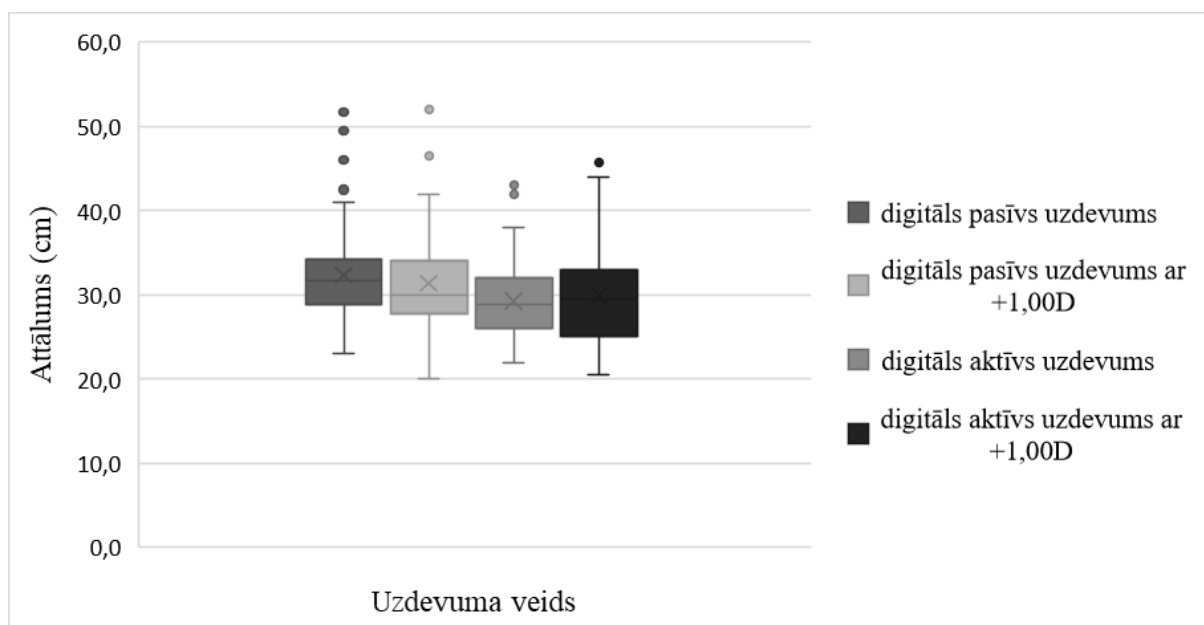
$p = 0,25$ , Manna-Vitnija tests), ne arī veicot digitālu aktīvu uzdevumu ( $U = 324,5$ ,  $p = 0,06$ , Manna- Vitnija tests), arī uzdevuma izpildes laika iegūtie rezultāti turpmāk tiks analizēti kopā. Tā kā rakstīšanas process ir atšķirīgs no lasīšanas, tie savā starpā nav salīdzināmi, un 2.6. attēlā redzami iegūtie lasīšanas ātrumi, salīdzinot drukāta un digitāla teksta lasīšanu. Analizējot iegūtos rezultātus drukāta teksta un digitāla pasīva uzdevuma veikšanā iegūtie dati bija plašā diapazonā, lēnākais lasīšanas ātrums lasot drukātu tekstu, bija 71 vārds minūtē, bet ātrākais bija 146 vārdi minūtē, un veicot digitālu pasīvu uzdevumu lēnākajam dalībniekam lasīšanas ātrums bija 63 vārdi minūtē, bet ātrākais rezultāts bija 145 vārdi minūtē. Analizējot katra uzdevuma veikšanas ātrumu, var redzēt, ka drukāta teksta vidējais lasīšanas ātrums ir  $108 \pm 18$  vārdi minūtē, bet digitāla pasīva uzdevuma veikšanas ātrums ir  $114 \pm 18$  vārdi minūtē. Salīdzinot drukāta teksta un digitāla teksta lasīšanas ātrumu, ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 468$ ,  $p = 0,001$ , Vilkoksona tests). Savukārt digitāla aktīva uzdevuma veikšanas ātrums ir krietni lēnāks kā veicot lasīšanas uzdevumu, tas ir  $12 \pm 4$  vārdi minūtē. Iegūtais rezultāts, veicot digitālu aktīvu uzdevumu, ir skaidrojams ar stimula sarežģītības pakāpi un to, ka rakstīšanas uzdevums ir atšķirīgs no lasīšanas uzdevuma. Salīdzinot lasīšanas ātrumu drukātam un digitālam pasīvam tekstam, var redzēt, ka drukāta teksta lasīšanā iegūtie rezultāti ir sadalīti nesimetriskāk kā veicot digitālu pasīvu uzdevumu. Nelielās atšķirības drukāta teksta un digitāla pasīva uzdevuma veikšanā var būt skaidrojamas ar to, ka lasot drukātu tekstu, dalībnieks to redzēja pirmo reizi, taču lasot digitālu tekstu, dalībnieks vienreiz jau tekstu bija lasījis.



**2.6. att.** Drukāta un digitāla teksta lasīšanas ātrums (vārdi/min).

#### 2.3.4. Digitālu uzdevumu veikšana bez un ar papildus +1,00 D lēcām

Viens no darba uzdevumiem bija novērtēt, vai mainās digitālu uzdevumu veikšanas darba attālums, ja papildus esošajai korekcijai binokulāri tiek uzliktas +1,00 D stipras lēcas. Ņemot vērā, ka nav statistiski nozīmīgas atšķirības abās refrakcijās grupās veicot digitālu pasīvu uzdevumu gan bez papildus lēcām ( $U = 1072$ ,  $p = 0,48$ ), gan ar papildus +1,00 D lēcām ( $U = 996$ ,  $p = 0,38$ ), kā arī veicot digitālu aktīvu uzdevumu gan bez papildus lēcām ( $U = 708$ ,  $p = 0,09$ ), gan ar papildus +1,00 D lēcām ( $U = 896,5$ ,  $p = 0,41$ , Manna-Vitnija tests) iegūtie rezultāti tiks analizēti kopā. Iegūtie rezultāti ir redzami 2.7. attēlā, un šajā attēlā var redzēt, ka veicot digitālos uzdevumus ar atrasto korekciju un veicot šos pašus uzdevumus ar papildus pieliktu +1,00 D lēcu, darba attālums praktiski nemainās. Salīdzinot darba attālumu veicot pasīvo uzdevumu, vidējais lasīšanas attālums ar tāluma korekciju ir  $32,3 \pm 6,0$  cm, savukārt ar papildus +1,00 D lēcām tas ir  $31,4 \pm 6,4$  cm. Iegūtie rezultāti bez papildus lēcām ir robežās no 23 līdz 41 cm, savukārt lasot ar papildus lēcu, iegūtie dati ir nedaudz plašākā diapazonā – robežās no 20 līdz 42 cm. Arī salīdzinot digitāla aktīva uzdevuma veikšanas attālumu ar tāluma korekciju un papildus pieliktām lēcām, nenovēro veiktā uzdevuma attāluma maiņu – ar tāluma korekciju vidējais darba attālums ir  $29,3 \pm 4,7$  cm, un ar papildus +1,00 D lēcām vidējais darba attālums ir  $29,9 \pm 5,4$  cm. Arī salīdzinot šī uzdevuma veikšanas darba attāluma diapazonu, var novērot tādu pašu tendenci kā veicot pasīvu uzdevumu – ar atrasto tāluma korekciju iegūtie rezultāti ir robežās no 22 līdz 38 cm, ar dažiem rezultātiem, kas ir tālāki, bet ar pieliktu papildus +1,00 D lēcu - iegūtie rezultāti kļūst mazliet izkliedētāki un ir robežās no 22,5 līdz 44 cm. Salīdzinot digitāla pasīva uzdevuma veikšanas attālumu ar atrasto tāluma korekciju un papildus binokulāri pieliktām +1,00 D lēcām, ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 1393,5$ ,  $p = 0,02$ , Vilksona tests), savukārt salīdzinot aktīva uzdevuma veikšanas attālumus dažādos apstākļos – nav statistiski nozīmīgas atšķirības ( $W = 1128,5$ ,  $p = 0,19$ , Vilksona tests).

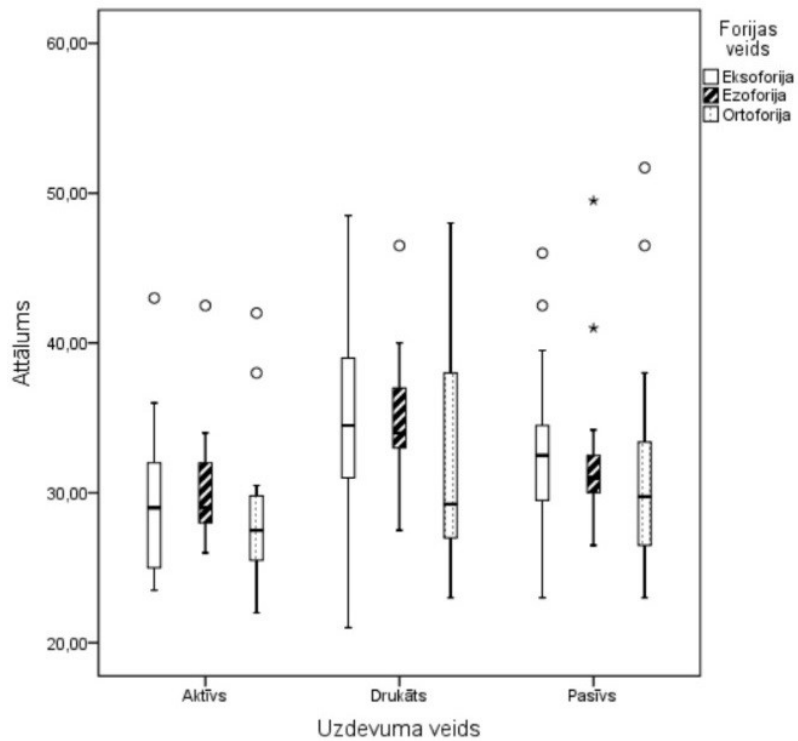


**2.7. att.** Darba attāluma salīdzinājums veicot digitālu pasīvu un digitālu aktīvu uzdevumu ar atrasto tāluma korekciju un papildus binokulāri pieliktām +1,00 D stiprām lēcām.

Analizējot vidējo lasīšanas ātrumu, veicot digitālu pasīvu digitālu uzdevumu, iegūtais lasīšanas ātrums  $\pm$  SD ar atrasto tāluma korekciju ir  $113 \pm 17$  vārdi/min, savukārt ar tāluma korekcijai papildus binokulāri uzliktām +1,00 D lēcām, iegūtais vidējais lasīšanas ātrums  $\pm$  SD ir  $118 \pm 15$  vārdi/minūtē. Salīdzinot iegūtos pasīva digitāla uzdevuma lasīšanas ātrumus gan bez papildus, gan ar papildus “+” lēcām, ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 436$ ,  $p = 0,00035$ , Vilksoksona tests). Darbā tika novērtēts ne tikai digitāla pasīva uzdevuma veikšanas ātrums, lasot saņemto īsziņu, bet arī aktīva uzdevuma veikšanas ātrums, rakstot atbildes īsziņu. Iegūtie rezultāti parāda, ka aktīva uzdevuma veikšanas ātrums  $\pm$  SD ar atrasto tāluma korekciju ir  $12 \pm 4$  vārdi/minūtē, savukārt ar papildus pieliktām +1,00 D lēcām vidējais uzdevuma izpildes laiks  $\pm$  SD ir  $13 \pm 4$  vārdi/minūtē. Salīdzinot veiktā uzdevuma izpildes laiku dažādos apstākļos, ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $W = 94,5$ ,  $p = 0,002$ , Vilksoksona tests).

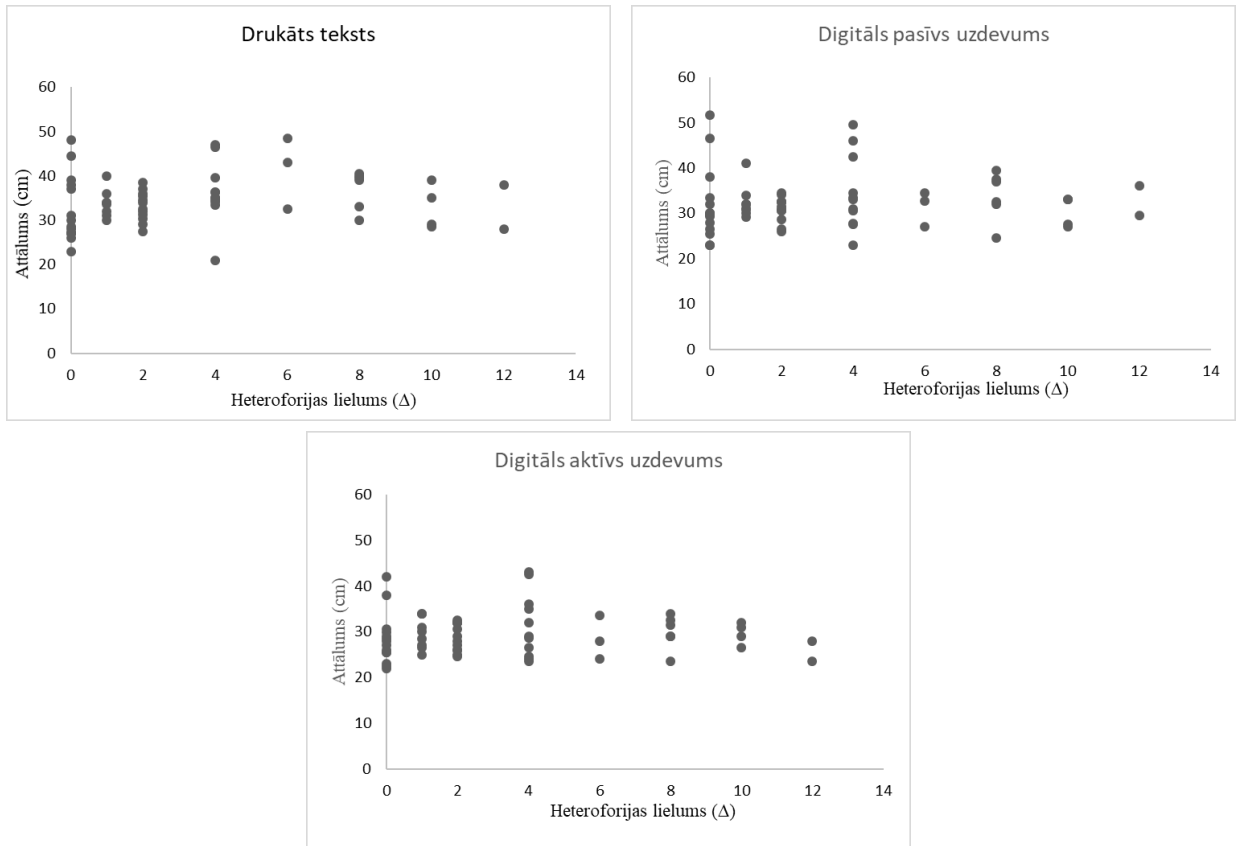
### 2.3.5. Heteroforijas veids un darba attālums

2.8. attēlā var redzēt salīdzinājumu starp heteroforijas veidu un visu trīs veikto uzdevuma vidējo darba attālumu. No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka vistuvākais vidējais darba attālums un vislielākā SD, veicot gan drukāta teksta lasīšanu, gan abus digitālos uzdevumus, ir ortoforijas grupā. Savukārt eksoforijas un ezoforijas grupās iegūtie vidējie darba attālumi ir praktiski vienādi.



**2.8. att.** Heteroforijas veids un uzdevumu veikšanas vidējais attālums (cm).

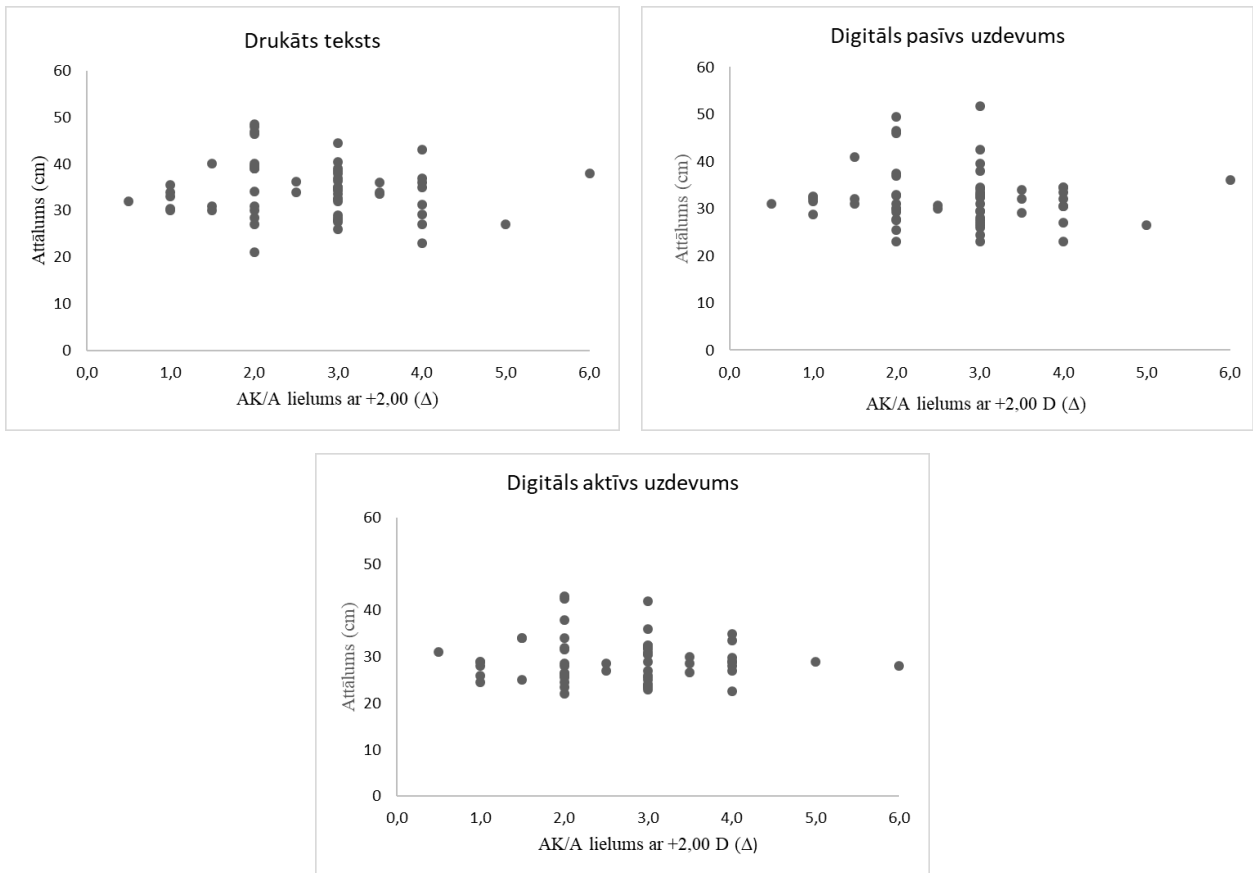
Pētījuma laikā tika salīdzināts arī heteroforijas lielums, novērtēts prizmatiskajās dioptrijās ( $\Delta$ ), un katra veiktā uzdevuma darba attālums. Iegūtie rezultāti (2.9. att.) parāda, ka starp heteroforijas lielumu un darba attālumu nevienā no veiktajiem uzdevumiem nav novērojama saistība.



2.9. att. Heteroforijas lielums un veikto uzdevumu darba attālums.

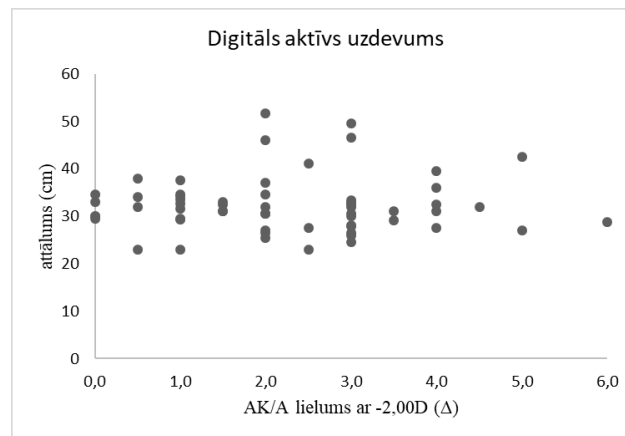
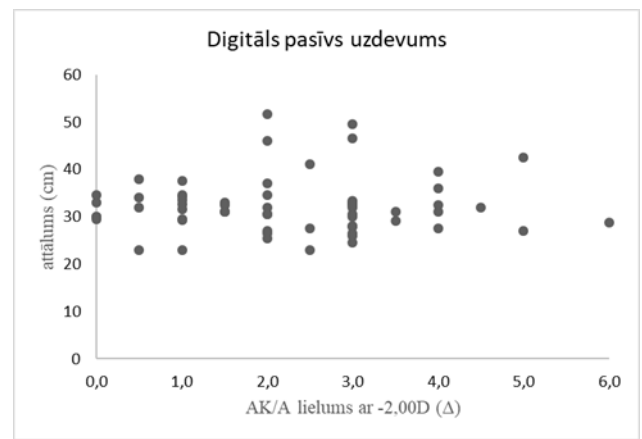
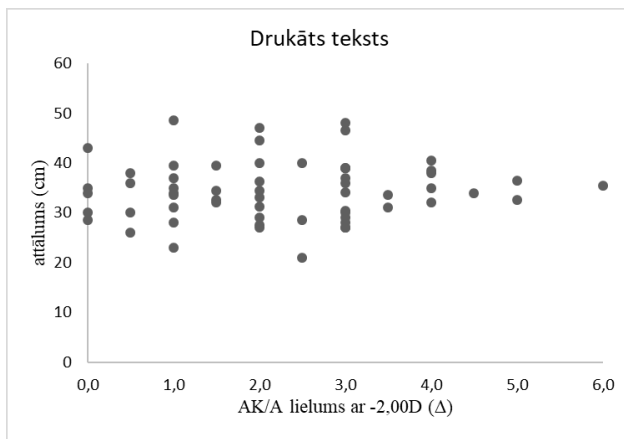
### 2.3.6. AK/A lielums un darba attālums

Akomodatīvās vergences un akomodācijas sadarbības (AK/A) lielums tika aprēķināts ar Gradianta metodi un iegūtie rezultāti parāda, ka ar +2,00 D lēcām vidējais AK/A lielums visu dalībnieku vidū ir  $2,7 \pm 1,0 \Delta$ , savukārt novērtējot AK/A lielumu ar -2,00 D lēcām, vidējais lielums ir  $1,95 \pm 1,8 \Delta$ . Novērtējot AK/A lieluma ietekmi uz veiktā uzdevuma attālumu, ar +2,00 lēcām korelācija netiek novērota. Iegūto AK/A lieluma un darba attāluma saistību var redzēt 2.10. attēlā.



**2.10. att.** AK/A lielums novērtēts ar +2,00 D lēcām un veikto uzdevumu darba attālums.

Tāpat tika novērtēta arī AK/A lieluma ietekme uz darba attālumu, ja AK/A tiek novērtēta ar papildus -2,00 D lēcām. Arī šajā gadījumā saistība starp AK/A lielumu un darba attālumu netika novērtēta. Iegūtos rezultātus var redzēt 2.11. attēlā.



**2.11. att.** AK/A lielums novērtēts ar +2,00 D lēcām un veikto uzdevumu darba attālums.

## DISKUSIJA

Mana darba galvenais uzdevums bija novērtēt viedtālruņa lietošanas attālumu veicot digitālus uzdevumus – gan pasīvu, kas šoreiz bija saņemtas īsziņas lasīšana, gan aktīvu, kas bija atbildes īsziņas uzrakstīšana. Šajā darbā iegūtie rezultāti parāda, ka digitāla pasīva uzdevuma veikšanas vidējais darba attālums bija  $33,0 \pm 7,0$  cm (darbā attālums novērtēts ar precizitāti līdz 0,1 cm), un lielākā daļa rezultātu bija robežās no 28,8 līdz 34,2 cm. Savukārt digitāla aktīva uzdevuma veikšanas darba attālums ir tuvāks, vidēji tas ir  $29,5 \pm 5,7$  cm, un lielākā daļa rezultātu bija robežās no 26 līdz 32 cm.

Salīdzinot manā darbā iegūtos rezultātus ar iepriekš veiktiem pētījumiem, iegūtie dati ir ļoti līdzīgi. Ir vairāki autori, kas savos pētījumos ir salīdzinājuši viedtālruņa lietošanas attālumu veicot pasīvu uzdevumu. Piemēram, *Bababekova et al.* (2011) veiktajā pētījumā, novērtējot viedtālruņa lietošanas darba attālumu, kad pētījuma dalībnieki turēja viedtālruni tādā attālumā, kā ikdienā lasītu īsziņu, iegūtais vidējais darba attālums bija  $36,2 \pm 7,1$  cm, un 75% rezultātu bija robežās no 26 līdz 30 cm. Arī *Lan et al.* (2018) Ķīnā veiktajā tāda paša dizaina pētījumā iegūtais vidējais pasīva uzdevuma veikšanas attālums viedtālrunī ir  $34,0 \pm 5,9$  cm. Salīdzinot šo autoru darbos iegūtos rezultātus ar sava darba rezultātiem, vidējais īsziņas lasīšanas darba attālums manā darbā ir tuvāks kā *Bababekova et al.* (2011) darbā, taču praktiski vienāds ar *Lan et al.* (2018) darbā iegūto vidējo attālumu. Šos iegūtos rezultātus var skaidrot ar veiktā uzdevuma dizainu, jo abu augstākminēto autoru veiktajos pētījumos dalībniekiem tika dots uzdevums turēt viedtālruni tā, it kā viņi lasītu īsziņu, nevis viņiem tiešām ziņa bija jāizlasa. Kā arī aprakstītajos darbos nebija precīzi norādīti uzdevuma veikšanas apstākļi. Tāpat atšķirības var radīt arī dažāda dalībnieku skaits katrā pētījumā. Arī *Yoshimura et al.* (2017) savā pētījumā ir novērtējuši viedtālruņa lietošanas attālumu, dalībniekiem atrodoties sēdus pozīcijā, sēžot taisnu muguru, neizmantojot par balstu galdu un lietojot viedtālruni tā kā ikdienā. Šo autoru darbā iegūtie rezultāti parāda, ka vidējais tālruņa lietošanas attālums ir  $20,3 \pm 4,7$  cm, un mērījumi bija robežās no 13,3 līdz 32,9 cm, kas ir tuvāki kā iepriekš apskatītajos pētījumos un arī tuvāks par manā darbā iegūto attālumu.

Šajā darbā tika novērtēts ne tikai digitālu uzdevumu veikšanas attālums, bet arī drukāta teksta lasīšanas attālums. Iegūtie rezultāti parāda, ka vidējais drukāta teksta lasīšanas attālums ir  $34,4 \pm 5,9$  cm, un lielākā daļa rezultātu ir robežās no 30 līdz 38,4 cm. Salīdzinot šajā pētījumā iegūtos rezultātus ar ieteicamo drukāta teksta lasīšanas attālumu, kas ir 40 cm, šajā darbā iegūtie rezultāti ir tuvāki, kā ieteiktais drukāta teksta lasīšanas attālums. Iegūto tuvāko vidējo attālumu

var skaidrot ar to, ka pirms eksperimenta veikšanas pētījuma dalībniekiem tika dota instrukcija, lasīt tekstu tā, kā viņi ikdienā to dara, bet tā kā drukātā teksta lasīšanai stimulš tika noformēts tāpat kā digitālam uzdevumam, teksta lielums bija mazāks un dalībnieki automātiski turēja šo lapu tuvāk.

Salīdzinot pētījumā iegūtos rezultātus, var secināt, ka lasot tekstu viedtālrunī darba attālums ir tuvāks, kā lasot drukātu tekstu. Šajā darbā iegūtie rezultāti sakrīt arī ar *Bababekova et al.* (2011) iegūtajiem rezultātiem, kur arī digitāla teksta lasīšanas attālums bija tuvāks par 40 cm. Lai gan manā darbā iegūtais drukāta teksta attālums ir mazāks par 40 cm, tomēr salīdzinot iegūtos rezultātus veicot abus uzdevumus, var novērot tendenci, ka strādājot ar viedtālruni, tas tiek turēts tuvāk, kā lasot drukātu tekstu.

Veicot gan drukāta teksta, gan digitāla teksta lasīšanu, papildus katra uzdevuma veikšanas attālumam tika novērtēts arī uzdevuma izpildes laiks, lai varētu salīdzināt, vai ir atšķirība starp drukāta un digitāla teksta lasīšanu. Novērtējot drukāta teksta lasīšanas ātrumu, iegūtie rezultāti parāda, ka vidējais lasīšanas ātrums ir  $108 \pm 18$  vārdi minūtē, bet lasot digitālu tekstu, vidējais lasīšanas ātrums ir  $114 \pm 18$  vārdi minūtē. Iegūto rezultātu analīze uzrāda statistiski nozīmīgu atšķirību, taču novērtējot lasīšanas ātrumu skaitliski, šobrīd var secināt, ka nav būtiskas atšķirības drukāta teksta un digitāla teksta lasīšanā. Iespējamais iemesls rezultātu atšķirībai var būt tas, ka lasot digitālu tekstu, pētījuma dalībnieki šo tekstu jau bija vienreiz lasījuši, līdz ar to, lasīšanas ātruma atšķirību varēja radīt pieredze, ka teksts jau ir redzēts. Lai labāk varētu izvērtēt lasīšanas attāluma atšķirību, uzdevumu vajadzētu atkārtot kā pētījuma stimulu izmantojot dažādus vienādas sarežģītības stimulus.

Pētījumā tika salīdzināti arī digitālu uzdevumu veikšanas attālumi ar atrasto korekciju un papildus uzliekot +1,00 D lēcu. Iegūtie rezultāti parāda, ka papildus uzlikts aditīvs viedtālruna lietošanas darba attālumu nepalielina. Salīdzinot katra dalībnieka rezultātus, visbiežāk darba attālums bija pat tuvāks, kā veicot uzdevumu ar atrasto tāluma korekciju. Informatīvi tika novērtēts arī uzdevuma izpildes laiks, kurš ar papildus uzliktu +1,00 D lēcām bija ātrāks un bija novērojama statistiski nozīmīga atšķirība uzdevuma izpildes ātrumā, taču rezultātu varēja ietekmēt tas, ka visu uzdevumu veikšanai tika izmantots viens stimulš un atkārtoti lasot tekstu, bija iespēja tekstu atcerēties un iemācīties. Lai labāk varētu izvērtēt aditīva efektivitāti pretnoguruma lēcās, kādā pētījumā vajadzētu salīdzināt lasīšanas attālumu darbojoties ilgstoši ar viedtālruni gan ar atrasto tāluma korekciju, gan ar papildus aditīva stiprumu, kā arī uzdevumu veikt lielākā dalībnieku grupā.

Viens no pētījuma uzdevumiem bija novērtēt arī heteroforijas veida un lieluma ietekmi uz viedtālruņa lietošanas darba attālumu. Iegūtie rezultāti var nebūt pilnīgi korekti izanalizēti, jo katrā heteroforijas grupā bija atšķirīgs dalībnieku skaits, lielākais tas bija eksoforijas grupā (33 dalībnieki), mazāks ortoforijas grupā (14 dalībnieki) un mazākais tas bija ezoforijas grupā (13 dalībnieki). Šajā pētījumā iegūtais dalībnieku iedalījums pēc heteroforijas veida saskan ar citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem, ka eksoforija ir izplatītākais tuvuma heteroforijas veids (*Leone, 2009*) (*Razavi, 2010*). Pētījumā iegūtie rezultāti neuzrādīja saistību starp heteroforijas veidu un viedtālruņa lietošanas attālumu, tas iespējams pārāk mazā dalībnieku skaita un heteroforijas lieluma dēļ. Lai labāk novērtētu, vai ir kāda saistība starp tuvuma heteroforijas veidu un darba attālumu, būtu nepieciešams lielāks pētījuma dalībnieku skaits, kā arī heteroforijas lielums plašākā diapazonā.

Lai labāk varētu izprast akomodācijas - verģences sistēmas ietekmi uz viedtālruņa lietošanas darba attālumu, pētījumā būtu nepieciešami vairāk dalībnieku, jo, iespējams esošais izlases skaits bija par mazu, lai kvalitatīvi novērtētu šo saistību.

## SECINĀJUMI

1. Viedtālrūņa lietošanas attālumu būtiski ietekmē veiktā uzdevuma veids. Veicot digitālu pasīvu uzdevumu, attālums ir lielāks un tas nozīmīgi atšķiras no attāluma, kādā veikts digitāli aktīvs uzdevums ( $p < 0,00001$ , Vilkoksona tests).
2. Drukāta teksta lasīšanas attālumam (vid. attāl.  $\pm$  SD  $34,4 \pm 5,9$  cm) ir tendence būt tālākam par digitāla teksta lasīšanas attālumu (vid. attāl.  $32,3 \pm 6,0$  cm) viedtālrūnī, taču šī atšķirība nav statistiski nozīmīga ( $p > 0,05$ , Vilkoksona tests).
3. Refrakcijas veids būtiski neietekmē viedtālrūņa lietošanas attālumu veicot pasīvu ( $p = 0,48$ , Manna-Vitnija tests) un aktīvu ( $p = 0,09$ , Manna- Vitnija tests) uzdevumu.
4. Papildus binokulāri pieliktas  $+1,00$  D lēcas nepalielina viedtālrūņa lietošanas darba attālumu veicot aktīvu uzdevumu. Starp darba attālumiem nav statistiski nozīmīgas atšķirības ( $p = 0,09$ , Vilkoksona tests). Veicot pasīvu uzdevumu, starp iegūtajiem darba attālumiem ir novērojama statistiski nozīmīga atšķirība ( $p = 0,02$ , Vilkoksona tests).
5. Tuvuma heteroforijas veids un lielums būtiski neietekmē viedtālrūņa lietošanas attālumu. Novērtējot heteroforijas lieluma un darba attāluma saistību, tā netiek novērota.
6. AK/A lielums būtiski neietekmē viedtālrūņa lietošanas attālumu veicot pasīvu un aktīvu uzdevumu. Novērtējot AK/A lieluma un darba attāluma saistību, tā netiek novērota.
7. Lasīšanas ātrums, lasot drukātu tekstu un lasot digitālu tekstu ir nozīmīgi atšķirīgs ( $p = 0,001$ , Vilkoksona tests).

## NOBEIGUMS

Šajā maģistra darbā tika apskatīta šobrīd aktuāla tēma – viedtālruņa lietošanas attālums veicot dažāda veida digitālus uzdevumus. Darbā tika novērtēts, vai ir atšķirība digitālu uzdevumu veikšanas attālumā ņemot vērā gan refrakcijas veidu, gan heteroforijas un AK/A lieluma veidu, kā arī darba gaitā tika salīdzināti drukāta teksta un digitāla teksta lasīšanas paradumi, tika novērtēts, ka šobrīd starp drukāta un digitāla teksta lasīšanu nav būtiskas atšķirības. Šajā darbā atlasītajā dalībnieku grupā tika novērota statistiski nozīmīga atšķirība darba attālumā veicot digitālus uzdevumus, taču netika atrasta saistība starp veiktā uzdevuma darba attālumu un refrakcijas veidu, heteroforijas lielumu, AK/A lielumu. Lai varētu precīzāk izvērtēt šo parametru ietekmi uz darba attālumu, vajadzētu pētījumu veikt lielākai izlasei, kurā būtu dalībnieki ar plašāku refrakcijas, heteroforijas un AK/A lielumu diapazonu.

Veicot šo darbu, bija iespēja novērtēt, cik dažādi ir mūsu ikdienas viedtālruņa lietošanas paradumi, darba attālumi, kā attālums mainās veicot dažādus digitālus uzdevumus. Tāpat bija interesanti redzēt, kā mainās aktīvā uzdevuma izpildes laiks atkarībā no tā, cik daudz ikdienā tiek lietots viedtālrunis. Manuprāt, šajā pētījumā iegūtie rezultāti varētu būt interesanti ikvienam, kas ikdienā lieto viedtālruni, kā arī redzes speciālistiem, kam jāveic redzes korekcija cilvēkiem, kas ikdienā daudz lieto viedtālruni.

Šajā maģistra darbā iesākto pētījumu varētu turpināt palielinot pētījuma dalībnieku izlases apjomu, pievēršot lielāku uzmanību gan dažādām refrakcijas grupām, gan refraktīvā defekta lielumam. Tāpat, lai labāk novērtētu, kā redze ietekmē viedtālruņa lietošanas attālumu, lielākā izlasē padziļinātāk vajadzētu analizēt, kā heteroforijas veids un lielums lielākā diapazonā ietekmē darba attālumu.

## **PATEICĪBAS**

Vēlos izteikt lielu pateicību savai darba vadītājai, prof. mag., Karolai Pankei par palīdzību un atbalstu darba tapšanas laikā.

Vēlos izteikt pateicību savai darba vietai “Optic guru” par iespēju veikt pētījuma praktisko daļu darba vietā. Liels paldies arī brīvprātīgajiem, kas piekrita piedalīties pētījumā.

Liels paldies manai ģimenei par atbalstu un uzmuntrinājumu darba tapšanas laikā.

Pētījumu atbalstīja Latvijas Universitāte un SIA „Mikrotīkls” ziedojums projektam Nr. 2184 „Redzes ergonomikas pētījumu vides attīstība”, ko administrē Latvijas Universitātes fonds.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Amaechi, O. U., & Obiora, I. (2004). A comparative study of the gradient accommodative convergence/accommodation ratios obtained through +1.00ds and -1.00ds in primary school children. *JNOA*, 11, 8-11.
- Antona, B., Barrio, A. R., Gascó, A., Pinar, A., González-Pérez, M., & Puell, M.C. (2018). Symptoms associated with reading from a smartphone in conditions of light and dark. *Applied Ergonomics*, 68 (2018), 12-17.
- Bababekova, Y., Rosenfield, M., Hue, J., & Huang, R.R. (2011). Font size and viewing distance of handheld smart phones. *Optometry and Vision Science*, 88(7), 2011, 795-797.
- Brown, G. J. (2001). Beyond print: reading digitally. *Library Hi Tech*, 2001, 19(4), 390-399.
- Chen, A. H., & Dom, A. A. M. (2003). Heterophoria in young adults with emmetropia and myopia. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 10(1), 90-94.
- Chu, C., Rosenfield, M., Portello, J. K., Benzoni, J. A, & Collier, J. D. (2011). A comparison of symptoms after viewing text on a computer screen and hardcopy. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 31, 2011, 29-32.
- Chung, K. M., & Chong, E. (2000). Near esophoria is associated with high myopia. *Clinical and Experimental Optometry*, 2000, 83(2), 71-75.
- Connoly, K. G. (1998). Legibility and readability of small print: effects on font, observer age and spatial vision (Master of Science). The Univeristy of Calgary.
- Dillon, A. (1992) Reading from paper versus screens: a critical review of the empirical literature. *Ergonomics*, 1992, 35(10), 1297-1326-
- Holden, B., A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankaridurg, P., Wong, T. Y., Naduvilath, T. J., & Resnikoff, S. (2016). Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016, 1-7.
- Gwiazda, J., Grice, K., & Thorn, F. (1999). Response AC/A ratios are elevated in myopic children. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 1999, 19(2), 173-179.
- Ip, J. M., Saw, S.-M., Rose, K. A., Morgan, I. G. Kifley, A., Wang, J. J., & Mitchell, P. (2008). Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2008, 49(7), 2903-2910.
- Jackson, J. H., & Arnoldi, K. (2004). The gradient AC/A ratio: What's really normal? *American Orthoptic Journal*, 54, 2004, 125-132.

- Jang, J. U., Park, I. J., & Jang, J. Y. (2016). The distribution of near point of convergence, near horizontal heterophoria, and near vergence among myopic children in South Korea, *Taiwan Journal of Ophthalmology*, 6, 2016, 187-192.
- Jaschinski, W. (1998). Fixation disparity at different viewing distances and the preferred viewing distance in a laboratory near-vision task. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 18(1), 1998, 30-39.
- Kochurova, O., Portello, J. K., & Rosenfield, M. (2015). Is the 3x reading rule appropriate for computer users? *Displays*, 38 (2015), 38-43.
- Kommerell, G., Gerling, J., Ball, M., Paz., H., & Bach, M. (2000). Heterophoria and fixation disparity: a review. *Strabismus*, 8(2), 2000, 127-134.
- Kong, Y., Seo, Y. S., & Zhai, L. (2018). Comparison of reading performance on screen and on paper: A meta-analysis. *Computers & Education*, 123, 2018, 138-149.
- Ko, P., Mohapatra, A., Bailey, I. L., Sheedy, J., & Rempel, D. M. (2014). Effect of font size and glare on computer tasks in young and older adults. *Optometry and Vision Science*, 91(6), 2014, 682-689.
- Lan, M., Rosenfield, M., & Liu, L. (2018). Cell phone viewing distance and age in a chinese population. *Optometry and Visual Performance*, 6(5), 2018, 203-205.
- Legge, G. E., & Bigelow, C. A. (2011). Does print size matter for reading? A review of findings from vision science and typography. *Journal of Vision*, (2011), 5(8), 1-22.
- Leone, J. F., Cornell, E., Morgan, I. G., Michell, P., Kifley, A., Wang, J. J., & Rose, K. A. (2009). Prevalence of heterophoria and associations with refractive error, heterotropia and ethnicity in Australian school children. *British Journal of Ophthalmology*, 2010, 94, 542-546.
- Li-Ju, L., Wei-Hsiu H., Chien-Neng, K., Hong, R. M., & Chen, M. Y. (2104). The relationship between myopia and ocular alignment among rural adolescents, *Open Journal of Preventive Medicine*, 4, 834-843.
- Liu, Z. (2005). Reading behavior in the digital environment. *Journal of Documentation*, 61(6), 2015, 700-712.
- Long, J., Cheung, R., Duong, S., Paynter, R., & Asper, L. (2017). Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones, *Clinical and Experimental Optometry*, 2017, 100, 133-137.

- Makgaba, NT. (2006). A retrospective analysis of heterophoria values in a clinical population aged 18-30 years. *The South African Optometrist*, 2006, 65(4), 150-156.
- Majumder, C., & Mutusamy, R. (2017). Variation in AC/A ratio while using the gradient method with plus or minus lenses. *Optometry & Visual Performance*, 2016, 4(4), 152-155.
- Miranda, A. M., Nunes-Pereira, E. J., Baskaran, K., & Macedo, A. F. (2018). Eye movements, convergence distance and pupil-size when reading from smartphone, computer, print and tablet. *Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science*, 2018, 11(1), 1-5.
- Mutti, D. O., Jones, L. A., Moeschberger, M. L., & Zadnik, K. (2000). AC/A ratio, age, and refractive error in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 41, 2469-2478.
- Noyes, J. M., & Garland, K. J. (2003). VDT versus paper-based text: reply to Mayes, Sims and Koonce. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31 (2003), 411-423.
- Noyes, J. M., & Garland, K. J. (2008). Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? *Ergonomics*, 2018, 51 (9), 1352-1375.
- Osborne, D. J., & Holton, D. (1988). Reading from screen versus paper: there is no difference. *International Journal of Man-Machine Studies*, (1988) 28, 1-9.
- Pölonen, M., Järvenpää, T., & Häkkinen, J. (2012). Reading e-books on a near-to-eye display: Comparison between a small-sized multimedia display and a hard copy. *Displays*, (2012) 33, 157-167.
- Razavi, M. E., Poor, S. S. H. & Daneshyar, A. (2010). Normative Values for the Fusional Amplitudes and the Prevalence of Heterophoria in Adults. *Iranian Journal of Ophthalmology*, 22(3), 41-46.
- Saw, S. M., Nieto, F. J., Katz, J., & Chew, S. J. (1999). Distance, Lighting and parental beliefs: Understanding near work in epidemiologic studies on Myopia. *Optometry and vision science*, 76(6), 355-362.
- Wajuihian, S. O. (2018). Prevalence of heterophoria and its association with near fusional vergence ranges and refractive errors. *African Vision and Eye Health*, 77(1), 1-9.
- Wang, Y., Bao, J., Ou, Lirong, Thorn, F., & Lu, F. (2013). Reading behaviour of emmetropic schoolchildren in China. *Vision research*, 86 (2013), 43-51.
- Wybar, K. (1974). Relevance of the AC/A ratio. *British Journal of Ophthalmology*, 1974, 58, 248-254.

Yoshimura, M., Kitazawa, M., Maeda, Y., Tsubota, K. & Kishimoto, T. (2017). Smartphone viewing distance and sleep: an experimental study utilizing motion capture technology. *Nature and Science of Sleep*. (2017) 9, 59-65.

# 1. PIELIKUMS

Viedtālruņa lietošanas paradumu anketa.

1. Novērtējiet, cik ilgi Jūs izmantojat viedtālruni katru dienu:

- Mazāk par 1 stundu
- 1-3 stundas
- 3-5 stundas
- 5-7 stundas
- >7 stundas

2. Kam jūs visbiežāk izmantojat savu viedtālruni?

Darbība	Nekad	Ļoti reti	reti	Vidēji bieži	bieži	Ļoti bieži
Zvanu veikšana						
Īsziņu rakstīšana						
Rakstu vai e-grāmatu lasīšana						
E-pastu apskate						
Sociālo tīklu lietošana						
Spēļu spēlēšana						
Video skatīšanās						
Video vai fotogrāfiju uzņemšana						

Maģistra darbs „Viedtālruņa lietošanas darba attālums aktīvu un pasīvu uzdevumu veikšanai” izstrādāts LU Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Līva Jākobsone

Stud.apl.Nr. lj08012

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja: zin.asistente, Prof.mag. Karola Panke

Recenzents: profesore, Dr.phys. Gunta Krūmiņa

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā \_\_\_\_\_

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Dzintra Holsta

Darbs aizstāvēts Valsts pārbaudījuma komisijas sēdē

\_\_\_\_\_. Protokola Nr. \_\_\_\_\_

Komisijas sekretārs: \_\_\_\_\_