

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE  
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**AUTOVADĪTĀJU REDZES KVALITĀTES  
NOVĒRTĒJUMS**

MAGISTRA DARBS

Autors: **Krista Mieze**

Studenta apliecības Nr.: km18053

Darba vadītājs: docente, Dr.phys. Aiga Švede

RĪGA 2020

## **ANOTĀCIJA**

Darbs ir uzrakstīts latviešu valodā uz 40 lappusēm. Tajā ir ietverti 14 attēli, 2 tabulas un 31 literatūras avoti.

Darba mērķis ir izvērtēt autovadītāju redzes kvalitāti.

Tika apkopoti Norvēģijas publikā ievākti autovadītāju redzes dati 100 dalībniekiem vecumā no 16 līdz 94 gadiem, liekot uzsvaru uz redzes asuma un redzes lauka datiem.

Rezultātā tika noskaidrots, ka lielākajai daļai autovadītāju ir atbilstošs redzes asums un redzes lauks, izvērtējot tos pēc EK direktīvas noteiktajiem standartiem. Tika noskaidrots, ka būtu ieteicams pēc 65 gadu vecuma pārbaudīt visiem autovadītājiem redzes lauku, lai nodrošinātu pēc iespējas drošākus braukšanas apstākļus.

Atslēgvārdi: autovadītāji, redzes asums, redzes lauks, redzes prasības

## **ABSTRACT**

The Master's thesis is written in Latvian on 40 pages. It contains 14 images, 2 tables, and 31 references.

Purpose was to evaluate the drivers vision quality.

We collected vision data from Norwegian public drivers for 100 participants aged 16 to 94, with an emphasis on visual acuity and visual field assessment.

As a result, we found that most drivers have normal visual acuity and visual field according to the EC directives. It was found that it would be advisable to examine visual field of all drivers after the age of 65 years in order to ensure the safest possible driving conditions.

Keywords: drivers, visual acuity, visual field, visual requirements

## SATURS

IEVADS .....	5
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS .....	6
1.1. Autovadītāju redzes prasības .....	6
1.2. Autovadītāju redzes asums .....	13
1.3. Autovadīšana un redzes lauks .....	16
1.4. Autovadīšana un kontrastredze .....	17
1.5. Autovadīšana un gaismas izkliede acī.....	20
2. PĒTĪJUMA DAĻA .....	25
2.1. Pētījuma dalībnieki.....	25
2.2. Metode.....	26
2.2.1. Pētījuma metodika .....	26
2.2.2. Datu analīze.....	28
2.3. Rezultāti un to analīze .....	31
2.3.1. Redzes asums .....	31
2.3.2. Redzes lauks .....	33
2.3.3. Redzes funkcijas .....	35
2.4. Diskusija .....	36
SECINĀJUMI .....	39
NOBEIGUMS .....	40
PATEICĪBA .....	41
IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....	42

## IEVADS

Liela daļa cilvēku ir mehāniskā transportlīdzekļa vadīšanas tiesībs. Tādēļ, lai tiktu nodrošināti pēc iespējas drošāki braukšanas apstākļi, ir noteiktas redzes funkciju normas. Eiropas komisijas direktīvā (Directive 2006/126/EC of the European Parliament and of the Council, 2006), kurā 2009. gadā veikti labojumi (Commission Directive 2009/113/EC, 2009), ir noteiktas redzes funkcijas, kas būtu jāizvērtē, lai iegūtu autovadītāja apliecību. Starp dažādām valstīm atšķiras funkcijas, ko novērtē redzes pārbaudē, kā arī atšķiras persona, kas veic redzes funkciju novērtēšanu. Lai gan EK Direktīvā ir noteikts, kādas funkcijas būtu ieteicams mērīt, problemātika ir tāda, ka šīm normām nav konkrēti pamatojumi, kāpēc tās būtu jāmēra, piemēram, attiecībā uz kontrastredzi, žilbšanu un krēslas redzi. Galvenais iemesls šim ir tāds, ka nav pietiekami daudz literatūrā veikti mērījumi, uz ko būtu iespējams balstīt normu atbilstību autovadītāju redzes funkcijām. Lai arī labāk izprotama ir redzes asuma un redzes lauka novērtēšana, arī šo mērījumu normas atšķiras dažādu valstu starpā. Šajā pētījumā tiks apkopota informācija no dažādiem literatūras avotiem par vairāku redzes funkciju izmaiņām un to ietekmi uz autovadīšanu, un apkopota Norvēģijas autovadītāju redzes funkciju atbilstība Latvijas un Norvēģijas likumdošanas noteiktajām normām.

Darba mērķis: izvērtēt autovadītāju redzes kvalitāti.

Hipotēze: Optometristiem būtu ieteicams vērtēt redzes lauku visiem autovadītājiem pēc 65 gadu vecuma.

Darba uzdevumi:

1. Izvērtēt redzes asuma atbilstību normatīvajiem aktiem autovadītājiem.
2. Izvērtēt redzes lauka atbilstību normatīvajiem aktiem autovadītājiem.
3. Izvērtēt, vai neprecīzs likuma tulkojums ietekmē redzes lauka rezultātus.

# 1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

## 1.1. Autovadītāju redzes prasības

Aptuveni 60 % no visiem iedzīvotājiem Eiropā ir autovadītāja apliecība, kas ir vairāk nekā puse no visiem iedzīvotājiem Eiropā (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017). Lai tiktu nodrošināti iespējami drošāki braukšanas apstākļi, pēc autovadītāja apliecības iegūšanas ir regulāri jāveic obligātās veselības pārbaudes, kas sastāv no aptaujas izpildes, psiholoģiskās pārbaudes, dzirdes un redzes pārbaudēm. Mehānisko transportlīdzekļu vadītāju redzes pārbaudē pamatā ietilpst redzes asuma un redzes lauka novērtējums (Directive 2006/126/EC of the European Parliament and of the Council, 2006), kā arī krēslas redzes un progresējošu acu slimību novērtēšana. Taču 2009. gadā Eiropas Komisijas atjaunotajā direktīvā (Commission Directive 2009/113/EC, 2009) tika pievienoti ieteikumi novērtēt arī kontrastredzi un žilbšanu, kā arī diplopijas (dubultošanās) esamību (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017).

Autovadītāju apliecības var iedalīt divās grupās:

1. grupa: A, A1, A2, AM, B, B1, BE kategorijas;
2. grupa: C, CE, C1, C1E, D, DE, D1, D1E kategorijas.

Atbilstoši tam, kurai grupai pieder autovadītāja apliecība, izmainās arī redzes prasības (Commission Directive 2009/113/EC, 2009).

Pirmās grupas standarts nosaka, ka:

- pretendentiem uz transportlīdzekļa vadītāja apliecību vai uz šādas apliecības atjaunošanu ir jābūt binokulārās redzes asumam, vajadzības gadījumā lietojot koriģējošās lēcas, vismaz 0,5, skatoties ar abām acīm kopā;
- turklāt horizontālajam redzes laukam jābūt vismaz 120°, bet tā plašumam vismaz 50° pa labi un pa kreisi un 20° uz augšu un uz leju; nedrīkst būt redzes lauka traucējumi centrālo 20° rādiusā;
- ja ir konstatēta vai atzīta progresējoša acu slimība, transportlīdzekļa vadītāja apliecības var izdot vai atjaunot, ja pretendents regulāri iziet kompetentas medicīnas iestādes pārbaudes;
- pretendentiem uz transportlīdzekļa vadītāja apliecību vai uz tās atjaunošanu, kuriem ir pilnīgs vienas acs funkcionāls redzes zudums vai kuri lieto tikai vienu aci (piemēram, diplopijas gadījumā), redzes asumam ir jābūt vismaz 0,5 – ar koriģējošām lēcām, ja tas nepieciešams. Kompetentai medicīnas iestādei ir jāapstiprina, ka šis monokulārās redzes stāvoklis ir pastāvējis pietiekami ilgi, lai

būtu notikusi pielāgošanās, un, ka šīs acs redzes lauks atbilst noteiktajām prasībām;

- ja nesēn konstatēta diplopija vai vienas acs redzes zudums, jāparedz pietiekams pielāgošanās laikposms (piemēram, seši mēneši), kad vadīt transportlīdzekli nav atļauts. Pēc minētā laikposma beigām saņemt atļauju vadīt transportlīdzekli var tikai pēc redzes un satiksmes speciālistu labvēlīga atzinuma saņemšanas.

Otrās grupas standarts nosaka, ka:

- pretendentiem uz transportlīdzekļa vadītāja apliecību vai uz tās atjaunošanu redzes asumam labāk redzošajai acij jābūt vismaz 0,8 un sliktāk redzošajai acij vismaz 0,1 – ar koriģējošām lēcām, ja tas nepieciešams. Ja redzes asuma 0,8 un 0,1 sasniegšanai tiek lietotas koriģējošās lēcas, minimālais redzes asums (0,8 un 0,1) ir jāpanāk, to koriģējot vai nu ar brillēm, kuru stiprums nepārsniedz plus astoņas dioptrijas, vai ar kontaktlēcām. Korekcijai jābūt viegli panesamai.;
- Turklāt abu acu horizontālajam redzes laukam jābūt vismaz 160°, bet tā plašumam vismaz 70° pa kreisi un pa labi un 30° uz augšu un apakšu. Nedrīkst būt redzes traucējumi centrālo 30° rādiusā;
- transportlīdzekļa vadītāja apliecības neizdod un neatjauno pretendentiem vai vadītājiem, kuriem konstatēti kontrastjutības traucējumi vai diplopija.
- ja ir būtisks vienas acs redzes zudums, jāparedz pietiekams pielāgošanās laikposms (piemēram, seši mēneši), kad vadīt transportlīdzekli nav atļauts. Pēc minētā laikposma beigām saņemt atļauju vadīt transportlīdzekli var tikai pēc redzes un satiksmes speciālistu labvēlīga atzinuma saņemšanas.

Latvijā ir ņemtas vērā un prasības autovadītājiem ir pieskaņotas Eiropas Savienības izdotajām direktīvām, ko nosaka Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 940 (pieņemts 06.12.2011.) (LM kabineta noteikumi Nr. 940, 2011):

Pirmās grupas transportlīdzekļu vadītājiem apliecības neizdod un neatjauno, ja:

- “binokulārās redzes asums zemāks par 0,5 (arī ar redzi koriģējošām lēcām), skatoties ar abām acīm vienlaikus;
- redzes horizontālais lauks mazāks par 120 grādiem, tā plašums mazāks par 50 grādiem laterāli un 20 grādiem mediāli, redzes traucējumi 20 centrālo grādu rādiusā;
- vienīgajā redzīgajā acī redzes asums zemāks par 0,5 (arī ar redzi koriģējošām lēcām). Kompetentai medicīnas iestādei jāapstiprina, ka šis monokulārās redzes stāvoklis ir pastāvējis pietiekami ilgi, lai būtu notikusi pielāgošanās, un ka šīs acs redzes lauks atbilst minētajām prasībām.

Piezīmes:

- a) ja ir konstatēta vai atzīta progresējoša acu slimība, atļauts vadīt transportlīdzekli, ja persona regulāri veic pārbaudes kompetentā medicīnas iestādē;
- b) ja nesēn konstatēta diplopija vai vienas acs redzes zudums, transportlīdzekli aizliegts vadīt sešus mēnešus. Pēc minētā laikposma beigām saņemt atļauju vadīt transportlīdzekli var tikai pēc oftalmologa labvēlīga atzinuma saņemšanas”.

Otrās grupas transportlīdzekļu vadītājiem apliecības neizdod un neatjauno, ja:

- redzes asums labāk redzošajai acij zemāks par 0,8 un sliktāk redzošajai acij – zemāks par 0,1 (arī ar redzi koriģējošām lēcām);
- abu acu horizontālais redzes lauks mazāks par 160 grādiem, tā plašums mazāks par 70 grādiem laterāli un 30 grādiem mediāli, redzes traucējumi 30 centrālo grādu rādiusā;
- konstatēti kontrastjutības traucējumi vai diplopija.

Piezīmes:

a) ja šā pielikuma minētā redzes asuma (0,8 un 0,1) sasniegšanai tiek lietotas redzi koriģējošās lēcas, tas ir jāpanāk, to koriģējot ar brillēm, kuru stiprums nepārsniedz plus astoņas dioptrijas, vai ar kontaktlēcām. Korekcijai jābūt viegli panesamai;

b) ja ir būtisks vienas acs redzes zudums, transportlīdzekli aizliegts vadīt sešus mēnešus. Pēc minētā laikposma beigām saņemt atļauju vadīt transportlīdzekli var tikai pēc oftalmologa labvēlīga atzinuma saņemšanas. Apskatot Eiropas Komisijas direktīvas norādes un Latvijas Republikas adaptētās, redzams, ka ir ņemta vērā tikai Eiropas Komisijas tulkotā versija<sup>1</sup>, kur ir kļūdaini pārtulkotas redzes lauka prasības, proti, latviešu versijā zūd minimālās redzes lauka platuma prasības un vispār netiek prasīts novērtēt redzes lauku vertikālā virzienā.

Redzes pārbaudes veikšanas biežums pirmajā grupā, kur ietilpst AM, A1, A, B1, B un BE kategorijas, kā arī traktortehnikas un citu pašgājēju transportlīdzekļu vadītāji, jāveic ik pēc 10 gadiem. Personām pēc 60 gadu vecuma ir jāveic ik pēc 3 gadiem, izņemot traktortehnikas un pašgājēju transportlīdzekļu vadītāji, kuriem pēc 60 gadiem redzes pārbaude jāveic ik pēc 5 gadiem, savukārt pēc 65 gadu vecuma tā jāveic ik pēc 3 gadiem (LR Ceļu satiksmes likums, 1997). Otrās grupas redzes pārbaudes biežums, kur

---

<sup>1</sup><https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0113&from=EN>

ietilpst C1, C, D1, D, C1E, CE, D1E un DE, kā arī trolejbusu un tramvaju vadītāji, ir ik pēc 5 gadiem, pēc 60 gadu vecuma ik pēc 3 gadiem (LR Ceļu satiksmes likums, 1997).

EK Direktīvai ir tikai ieteikuma raksturs. Līdz ar to valstis var tās ieviest pilnībā vai daļēji. Galvenā funkcija, kas tiek novērtēta visās valstīs, ir redzes asums, taču šie mērījumi ir subjektīvas dabas, līdz ar to var būt mainīgi. Savukārt redzes lauka mērījumi netiek vienmēr veikti pirmās grupas autovadītājiem, bieži vien pietiek ar attiecīgā cilvēka apstiprinājumu par “normālu” redzes lauku un šos testus neveic, ja vien nav medicīniskas indikācijas, kādēļ tas būtu jāpārbauda. Braucot naktī, ir apgrūtināta spēja ievērot nepieciešamos zema kontrasta objektus un ir būtiski ietekmēts acu adaptācijas stāvoklis, ja netiek pietiekami izgaismots ceļa posms, ko galvenokārt nodrošina attiecīgā mehāniskā transportlīdzekļa lukturi. Ieteicamie ceļa gaismas līmeņi ir diapazonā no 0,5 līdz 2 cd/m<sup>2</sup>. Reālie ceļa spilgtuma līmeņi ir diapazonā no 0,74 līdz 0,013 cd/m<sup>2</sup> (van den Berg, et al., 2009). Tādēļ EK Direktīvā ir noteikts, ka būtu vēlams novērtēt arī kontrastredzi, žilbšanu un krēslas redzi, bet nav noteikts, kas skaitās šo parametru norma. Ir vairāki iemesli, kāpēc nav noteikta norma šiem parametriem, bet galvenais no iemesliem ir informācijas trūkums literatūrā, uz ko varētu pamatoties, lai noteiktu konkrētas normas (Little, Tromans, Blackmore, & O’Brien, 2017). Kamēr nav noteiktas precīzas normas, ir grūtības saprast, kā ieviest vērtēšanu kontrastredzei, krēslas redzei un žilbšanai. Tāpēc vairākas valstis neprasa šo funkciju novērtēšanu, bet savukārt citas valstis to ir ieviesušas (Little, Tromans, Blackmore, & O’Brien, 2017).

Valstu redzes prasības var apskatīt 1.1. tabulā. Vairākās valstīs ir izteiktas atšķirības, piemēram, Bulgārijā redzes asumam jābūt binokulāri 0,8 un tiek veikti mērījumi redzes asumam, redzes laukam un iespējami vēl papildu mērījumi, taču Kiprā redzes asumam binokulāri jābūt 0,5 un tiek veikts tikai numurzīmju tests.

## 1.1. tabula

Pirmās grupas autovadītāju redzes prasības dažādās Eiropas valstīs (*Little et al.*, 2017).

Valsts	Redzes prasības (1. grupa)	Redzes sistēmas novērtēšanas testi			
		Redzes asums, redzes lauks, papildus mērījumi	Redzes asums un redzes lauks	Redzes asums	Automašīnu numurzīmju tests
Austrija	0,5 BIN	X			
Beļģija	0,5 BIN	X + krēslas redze			
Bulgārija	0,8 BIN	X + krāsu redze			
Horvātija	0,5 BIN		X		
Kipra	0,5 BIN				X
Čehijas Republika	0,7 BIN 1,0 MON	X			
Dānija	0,5 BIN		X		
Igaunija	0,5 BIN		X		
Somija	0,5 BIN		X		
Francija	0,5 BIN				X
Vācija	0,5 BIN 0,7 MON			X	
Grieķija	Summa RA katrā acī $\geq 1,0$			X	
Ungārija	0,5 BIN	X		X	
Īrija	0,5 BIN	X			
Itālija	1,0 BIN (MON MIN 0,2)	X		X	
Latvija	0,5 BIN		X		
Malta	0,5 BIN			X	
Nīderlande	0,5 BIN				X
Norvēģija*	0,5 BIN				X
Polija	0,5 BIN		X		
Portugāle	0,5 BIN	X			
Serbija*	0,5 BIN	X			
Slovākija	0,5 BIN		X		
Slovēnija	0,5 BIN			X	
Spānija	0,5 BIN	X			
Zviedrija	0,5 BIN		X		
Šveice	0,63 BIN		X		
Turcija	1,0 BIN MON ne mazāk kā 0,1	X			
Lielbritānija	0,5 BIN				X

\* Valstis, kas neietilpst Eiropas Savienībā.

Uz Eiropas valstīm, kuras neietilpst Eiropas Savienībā, tieši neattiecas noteiktās EK Direktīvas. Taču dažas valstis ārpus Eiropas Savienības, kā piemēram, Norvēģija, arī ir ieviesušas šīs EK Direktīvā definētās normas. Līdz ar to ir pretruna starp *Little* un kolēģu (2017) veiktajā pētījumā minētajām Norvēģijas prasībām un likumdošanā norādītajām (skat. 1.2. tab.).

## 1.2. tabula

### Norvēģijas likumdošanas redzes prasības(tulkojums)

(Autovadītāju apliecības regulas, redze 4. paragrāfs 9. punkts, 2004).

	1.grupa (AM, S, T, A1, A2, A, B, BE)	2.grupa (C1, C1E, C, CE) un 3.grupa (D1, D1E, D, DE)
Redzes asums	Mīnīmālais redzes asums binokulāri 0,5, vai 0,5 vienai acij	Vismaz redzes asums 0,8 vienai acij un 0,1 otrai acij
Redzes lauks	a) Vismaz 120° horizontālajā plaknē – 50° uz sāniem no 20° rādiusa centrālā redzes lauka un b) nav redzes lauka defekti 20° rādiusa RL pie skata taisni	a) Vismaz 160° horizontālajā plaknē – 70° uz sāniem no 30° rādiusa centrālā redzes lauka un b) nav redzes lauka defekti 30° rādiusā RL pie skata taisni
Dubultošanās	Atbilstība tiek sasniegta 3 mēnešu laikā, ja optometrists* vai oftalmologs konstatē, ka dubultošanās tiek kompensēta atkārtotā redzes pārbaudē.	Neatbilst.
Nesena nozīmīga redzes pasliktināšanās vienā acī	Atbilstība tiek sasniegta, ja optometrists atzinis redzes funkcijas par atbilstošām atkārtotā redzes pārbaudē.	Atbilstība tiek sasniegta 6 mēnešu laikā, ja oftalmologs atzinis redzes funkcijas par atbilstošām atkārtotā redzes pārbaudē.
Redzes zudums vienā acī	Atbilstība tiek sasniegta 6 mēnešu laikā, ja optometrists vai oftalmologs atzinis redzes funkcijas par atbilstošām atkārtotā redzes pārbaudē.	Neatbilst.

\* Norvēģijā autovadītāju redzes pārbaudi veic optometrists.

Autovadītāju redzes funkciju novērtēšanai EK Direktīvas nosaka, ka personai, kas pārbauda redzes funkcijas, ir jābūt “kompetentai medicīnas personai”, kas mēdz atšķirties starp valstīm, kur ar kompetentu medicīnas personu tiek definēti medicīnas ārsti, acu speciālisti, kā arī valdības darbinieki, kas ir saistīti ar braukšanas atļauju apstiprināšanu. Dažās valstīs redzes pārbaude tiek veikta, kad tiek iegūta autovadītāja apliecība, bet citās valstīs, kā Lielbritānijā, pats autovadītājs ir atbildīgs par redzes problēmu vai vispārēju medicīnisku problēmu ziņošanu (Little, Tromans, Blackmore, & O’Brien, 2017). Sevis novērtēšana ir diezgan problemātiska, ņemot vērā, ka bieži pats cilvēks nevēlēsies ziņot par to, ka viņš redz slikti, ja ir iespēja, ka viņš vairs nevarēs vadīt mehānisko transportlīdzekli. Savukārt citi cilvēki mēdz neizjust to, ka redz slikti, it īpaši, ja neveic regulāras redzes pārbaudes un var pat nenojaust, ka apdraud drošību ceļu satiksmē.

Lai gan auto vadīšana ir tieši saistīta ar redzes sistēmu, ir diezgan maz pierādījumi korelācijai starp samazinātu redzes kvalitāti un auto vadīšanas drošību (Owsley &

McGwin Jr, 2010). Nav ieteicams veikt sasaisti starp redzes kvalitāti un avāriju daudzumu, jo ceļu satiksmes negadījumiem parasti ir vairāki faktori un sarežģīti izdalīt konkrētus avāriju cēloņus (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017). Dalībnieki, kuriem tika simulētas redzes problēmas, brauca lēnāk nekā bez simulētām redzes problēmām: ar inducētu kataraktu – par 36 % lēnāk, bet ar samazināto redzes asumu – tikai par 7 % lēnāk. Ņemot vērā, ka ar inducētām redzes kondīcijām dalībnieki brauca lēnāk, tas nekompensēja samazinātās atpazīšanas un ievērošanas spējas (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010). Tas norāda, ka pacienti, kuriem ir saistītas redzes problēmas, iespējams, brauc lēnāk un uzmanīgāk, bet tas nespēj kompensēt braukšanas spēju samazinājumu, ko izraisa pasliktinātas redzes spējas. Autovadītāju drošība un autovadītāju braukšanas sniegums netiek uzskatīti kā sinonīmi, jo tādā veidā pēta dažādus aspektus. Autovadītāju drošība tiek saistīta ar nelabvēlīgiem braukšanas notikumiem, ko parasti saista ar mehānisko transportlīdzekļu sadursmēm. Drošības mērījumi parasti tiek aprakstīti kā sadursmes pret nobraukto ceļa daudzumu vai braukšanas gadu pieredzi. To var ietekmēt smaguma pakāpe (īpašuma bojājums pret bojāgājušajiem) un iesaiste negadījumā (visas sadursmes pret vainīgajām). Nav ieteicams paļauties uz autovadītāju sniegtajām atbildēm, ja tas ir saistīts ar autoavāriju daudzumu, kurā tie ir iesaistīti. Braucēji, kuri pēdējo piecu gadu laikā nav bijuši iesaistīti autoavārijās, visdrīzāk atbildēs patiesi par autoavāriju skaitu, taču braucēji, kuri bijuši iesaistīti avārijās, it īpaši, ja autoavāriju skaits pārsniedz vairāk kā vienu, visdrīzāk atbildēs nepatiesi par autoavāriju daudzumu. Iemesli tam var būt saistīti ar problēmām atcerēties vai kauna sajūtu, kas nāk, daloties ar šāda veida informāciju. Avārijas, kurās ir iesaistīta policija, attaisno nopietnākas avārijas, kurās iesaistīts mantas bojājums un/vai ievainota persona uz publiskiem ceļiem. No publiskās veselības un drošības viedokļa tās ir visatbilstošākās avārijas, ko jāizvērtē (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Redzes speciālisti vēlas, lai cilvēki ir informēti un saprot nozīmīgumu labai redzes kvalitātei, bet arī maksimizēt redzes funkcijas, lai autovadītāji varētu turpināt piedalīties ceļu satiksmē. Šīs divas sakarības ir grūti balansēt, ņemot vērā to, ka automašīnas vadīšana ir nozīmīga daļa neatkarīga (patstāvīga) cilvēka dzīvei un šīs daļas atņemšana vecākiem cilvēkiem var rezultēties ar palielinātu risku depresijai (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017). Likumdošana atļauj valstīm ieviest autovadītāja tiesības ar ierobežojumiem, kas atļauj braucējiem izmantot tās konkrētos apstākļos, ko var pielietot, ja cilvēkam ir dažādas redzes kvalitāti samazinošas acu saslimšanas, kas var ietekmēt braukšanu (piemēram, katarakta, makulas deģenerācija). Šajos ierobežojumos ietilpst – braukšana tikai dienas laikā; braukšana 10 kilometru attālumā no savas mājvietas.

Ierobežotās autovadītāja tiesības ir pierādījis kā labs risinājums, lai uzlabotu braukšanas drošību un tajā pašā laikā nepamatoti neietekmējot braucēju pārvietošanos (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017).

Lai gan ir pierādīts, ka, palielinoties braucēju vecumam, palielinās risks redzes problēmām, nav konkrētas prasības 2009. gada EK Direktīvā par redzes kvalitātes novērtēšanu atjaunojot tiesības. Kopumā ir vairākas valstis, kas nepārbauda atkārtoti redzi, bet uzticas, ka braucēji paši ziņos par redzes kvalitātes samazinājumu. Pašiem braucējiem bieži vien ir grūti novērtēt savu redzes kvalitāti, jo vairākas redzes problēmas norit bez simptomiem un redzes asums pazeminās pakāpeniski. Lielbritānijā veiktā pētījumā 2014. gadā, tika novērots, ka lielākai daļai (87 %) autovadītāju būtu jānorāda atskaite par nesen veiktu redzes pārbaudi, lai atjaunotu autovadītāja tiesības (Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017).

Lai tiktu nodrošināti pēc iespējas drošāki ceļu satiksmes apstākļi ne tikai Latvijā, bet arī visā Eiropas Savienībā, būtu nepieciešams ieviest līdzīgas nepieciešamās normas, kas jānovērtē. Savukārt, lai noteiktu, ko nepieciešams novērtēt un kādas normas ir atbilstošas autovadītāju redzes prasībām, ir jābūt veiktiem pietiekamiem pētījumiem un pamatojumam, kāds iemesls ir konkrētām normām.

## **1.2. Autovadītāju redzes asums**

Spēja izšķirt smalkas detaļas jeb redzes asums ir viena no primārajām lietām, kas nosaka vai autovadītāja redzes sistēma atbilst noteiktajām prasībām nepieciešamās kategorijas tiesībām. Vairākās valstīs šī ir vienīgā obligātā prasība, kuru nepieciešams noteikt, veicot redzes pārbaudi, lai tiktu iegūta autovadītāja apliecība.

Optometristiem vai oftalmologiem, kas veic redzes sistēmas novērtēšanu, redzes asums ir primārā redzes funkcija, kas tiek novērtēta. Amerikas Savienotajās Valstīs ceļa zīmes tiek uzstādītas pēc standarta, ka autovadītājiem binokulārais redzes asums ir vismaz 20/30 (jeb 0,67 decimālās vienībās). Ja autovadītājam ir zemāks redzes asums par noteikto normu, tad ir lielāka iespējamība, ka būs grūtāk ieraudzīt un noteikt ceļa zīmes (piemēram, ātrumu ierobežojošās zīmes, apstāšanās zīmes). Tādā veidā redzes asuma mērījumu normu ievērošana palielina iespējamību, ka braucēji var noteikt ceļa zīmes laicīgi, lai var veikt nepieciešamos lēmumus un izpildīt nepieciešamās motorās darbības (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Tomēr Amerikas Savienotajās Valstīs redzes asuma prasības nav noteiktas vienādas visos štatos un variē starp štatiem. Piemēram, Floridā noteiktā norma ir 20/70 monokulāri ar vai bez redzi koriģējošajām lēcām, savukārt Konektikutā nepieciešams 20/40 redzes

asums labāk redzošajā acī ar vai bez redzi koriģējošajām lēcām. Braucēji Aijovas štatā, kuru redzes asums ir sliktāks par 20/50, bet nav sliktāks par 20/70, ir ierobežoti braukšanai dienas apstākļos un to braukšanas ātrums nedrīkst pārsniegt 35 jūdzes stundā. Dažos štatos tiek izsniegta braukšanas atļauja, pat, ja netiek sasniegti nepieciešamās redzes asuma normas, tiek izvērtēta lieta un medicīnisko pārstāvju grupa izlemj, vai ir potenciāls drošai braukšanai, ko pēc tam braukšanas speciālists novērtē, vai cilvēks ir piemērots braukšanai, veicot detalizētus braukšanas mērījumus uz ceļa (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Redzes sistēmā vienas no būtiskākajām izmaiņām notiek ar vecumu, piemēram, samazinās akomodācijas daudzums, samazinās optisko vižu caurspīdīgums, un tādā veidā tiek izraisīta redzes kvalitātes samazināšanās (Kimlin, Black, & Wood, 2017). Optiskās un neironu deģeneratīvās izmaiņas redzes sistēmā ietekmē redzes asuma izmaiņas ap 40 gadu vecumu. Ar vecumu cilvēka redzes sistēma kļūst neskaidrāka, lielus objektus ir iespējams redzēt skaidrus, bet problēmas rada smalkas detaļas. Rodas vecuma radīta mioze, acs lēca kļūst mazāk dzidra, samazinās akomodācijas un konverģences rezerves. Visas šīs izmaiņas samazina gaismas daudzumu, kas nokļūst uz tīklenes. Kontrastjutība samazinās ar vecumu, kas ir saistīts ar vecuma radītajām izmaiņām acs optiskajā sistēmā (Liutkevičienē, Čebatorienē, Liutkevičienē, Jašinskas, & Žaliūnienē, 2013). Ir autori, kuri uzskata, ka kontrastjutība sāk samazināties ap 20 gadu vecumu. *Snellen* uzskata, ka redzes asums tiek izteikts telpiskajās frekvencēs, savukārt augstākās telpiskās frekvences tiek novērtētas ar standarta redzes asuma tabulu, maksimāla kontrasta apstākļos (redzes asumam 1,0 atbilst 30 cikli/grādu, ja kontrasts ir 100%), tādā veidā kontrastredze tiek daļēji novērtēta. Tāpēc optotipi ir redzami arī ar samazinātu kontrastjutību. Standarta redzes asuma tabula novērtē cilvēka redzi ar melniem burtiem uz balta fona konkrētā attālumā, nenosakot kopējo redzes kvalitāti mainīgos apstākļos (Liutkevičienē, Čebatorienē, Liutkevičienē, Jašinskas, & Žaliūnienē, 2013).

*Kimlin* un kolēģi (2017) veica eksperimentu, izmantojot inducētu optisko apmiglojumu, lai iegūtu redzes asuma pazeminājumu. Viņi ieguva, ka zīmju atpazīšana un izvairīšanās no bīstamiem objektiem uz ceļa tika ietekmēta, bet spēja vadīt automašīnu ceļa robežās netika ietekmēta. Līdzīgus rezultātus ieguva arī *Wood* un kolēģi (2010), izvērtējot simulēta redzes traucējuma ietekmi uz braukšanu naktī. Viņi novēroja, ka turēšanās joslās netika nozīmīgi ietekmēta, kad bija inducētas redzes problēmas. Tas norāda, ka redzes uzdevumi, kas balstās uz redzi fovejas apgabalā kā šķēršļu un zīmju ievērošana un atpazīšana, ir apgrūtināta palielināta optiskā apmiglojuma un samazināta apgaismojuma dēļ. Savukārt tie uzdevumi, kas balstās uz apkārtējo jeb perifēro redzi,

ieskaitot joslu ievērošanu, virzienu un ātrumu, paliek relatīvi neskarti saistībā ar optisko apmieglojumu un samazinātu apgaismojumu (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010).

Līdz ar to redzes asumu ietekmējošās braukšanās spējas, kā zīmju atpazīšana, iespējams nav tik ietekmējošs faktors ceļa negadījumos, bet vairāk saistīts ar noteikumu ievērošanu un ceļa plānošanu, bet ne izvairīšanos no ceļa satiksmes negadījumiem (Owsley & McGwin Jr, 2010). Tomēr, ja ceļš ir labāk apgaismots, tad neatkarīgi no vecuma, zīmes var ievērot un atpazīt no lielāka attāluma, kas palīdz savlaicīgai lēmumu pieņemšanai un sniedz vairāk laiku, lai autovadītāji var veikt drošus braukšanas manevrus (Easa, Reed, Russo, Dabbour, Mehmood, & Curtis, 2010). Mehāniskā transportlīdzekļa vadīšana ceļu robežās un cauri krustojumiem ietver gan centrālās, gan perifērās redzes iesaistīšanos, kur nepieciešama primāro un sekundāro uzdevumu novērtēšana, kad notiek kritiski notikumi ar nelielu vai neesošu brīdinājumu. Redzes asuma testi lielākoties neiekļauj šādus stimulus un parasti mēģina minimizēt stimulus, kas var novērst uzmanību un sekundārus uzdevumus. Redzes asums parasti tiek novērots augsta kontrasta un spilgtuma apstākļos, savukārt braukšanas apstākļos kontrasts un spilgtums ir mainīgs. Vēl ietekmējošs faktors ir tas, ka redzes asuma stimulsi ir nekustīgi objekti, tāpēc tas nevar pārstāvēt kustīgus objektus, kas ir redzami, vadot mehānisko transportlīdzekli. Pētījumos, kuros tiek iekļauts gan nekustīgs, gan kustīgs objekts redzes asuma novērtēšanā, ir atrasta stingrāka saistība starp dinamisko redzes asumu nekā statisko redzes asumu (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Miglainās lēcas ietekmē vairākus aspektus nakts braukšanai, kas varētu būt saistīts ar tumsas miopiju jeb stāvokli, kad zema apgaismojuma apstākļos braucēji ar normālu redzi kļūst tuvredzīgi. Tas saistīts ar toniskās sistēmas darbību (toniskā akomodācija), jo trūkst akomodācijas darbību ierosinošo stimulu. Lai gan ir gadījumi, kad tumsas miopija palielina ceļu satiksmes negadījumus naktīs, tumsas miopija ir nozīmīga, kad gaismas līmenis ir zem  $0,03 \text{ cd/m}^2$ , kas ir daudz zemāks apgaismojums nekā tas, ar ko parasti nakts braukšanas apstākļos sastopas autovadītāji (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010).

*Rubin* un kolēģu (2007) pētījumā piedalījās 1801 dalībnieki un *Cross* un kolēģu (2009) veiktajā pētījumā piedalījās 3158 dalībnieki, kur abos pētījumos netika atrasta nozīmīga saistība starp redzes asumu un mehānisko transportlīdzekļu ceļu negadījumu daudzumu. Šiem mērījumiem tomēr ir pierādīts pretarguments, ka braucējiem ar redzes problēmām ir tendence braukt mazāk un braukt pazīstamās vietās, lai izvairītos no negaidītām situācijām. Tādā veidā šis risks, ko rada redzes samazinājums, tiek samazināts, iesaistot braukšanas paradumus (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Lai gan redzes asuma novērtēšana ir obligāta, lai iegūtu mehāniskā transportlīdzekļa apliecību, vairākās valstīs šī ir vienīgā funkcija, kas tiek novērtēta. Lai precīzāk saprastu redzes sistēmas saistību ar autovadītāju drošību uz ceļu nepietiek tikai ar redzes asuma mērījumiem, vairāku mērījumu novērtēšana sniedz skaidrāku ieskatu, tāpēc būtu ieteicams veikt vairākus mērījumus kopā, ne tikai redzes asuma novērtēšanu. Būtu vēlams ar redzes asumu kopā vērtēt arī kontrastredzi, kā arī žilbšanu, lai nodrošinātu pēc iespējas drošākus ceļu satiksmes apstākļus, bet, lai tas tiktu izdarīts pēc iespējas kvalitatīvāk ir jānoskaidro mērījumu normas. Redzes skrīningi, kuros tiek aplūkotas vairākas redzes funkcijas, ir precīzāki, lai atšķirtu zema riska un augsta riska autovadītājus, nekā tie, kuros tiek aplūkots tikai redzes asums. *Decina* un kolēģi (1993) veiktajā pētījumā dalībnieki, kuru redzes funkcijas (redzes lauks, redzes asums, kontrastjutība) neatbilda prasībām, bija augstāks mehānisko transportlīdzekļu avāriju daudzums. Savukārt, ja dalībnieki tiktu vērtēti tikai pēc redzes asuma mērījumiem, tad tie nebija noteicošie (Owsley & McGwin Jr, 2010).

### **1.3. Autovadīšana un redzes lauks**

Redzes lauka noteikšana netiek veikta visās valstīs un vietās, kur tiek veikts redzes lauka novērtējums, noteiktās normas ir atšķirīgas un bieži vien pamatojums normām nav skaidri noteikts. *Wood* un kolēģu (1993, 1992, 1995) vairākos veiktajos pētījumos tika iegūti rezultāti ar inducētu redzes lauka samazinātāju, kur noskaidroja, ka samazināts redzes lauks ietekmēja konkrētas braukšanas spējas (ceļa zīmju identificēšanu, izvairīšanos no šķēršļiem, reakcijas laiku), bet ne visas (ātruma novērtēšana, apstāšanās distance). Tomēr iegūto rezultātu korelācija ar reāliem braukšanas apstākļiem cilvēkiem ar redzes lauka izmaiņām nav skaidra. Ir iespējams, ka mākslīgs, pēkšņs redzes lauka sašaurinājums atšķiras no tā, kas tiek iegūts dabiski no acu saslimšanām, jo ir iespējamība, ka ar laiku persona iegūst kompensējošus mehānismus, kas palīdz tikt galā ar sašaurinātu redzes lauku. Redzes lauka sašaurināšanās ietekme uz braukšanas prasmēm ir individuāla un atšķiras starp personām (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Veicot braukšanas pētījumus, ir jāievēro, ka viena problēmām ar šiem pētījumiem ir tā, ka braukšanas simulators atšķiras no reāliem braukšanas apstākļiem, kas ir prasīgāki un sarežģītāki. Lai atrisinātu šo problēmu, pagaidām atbilde nav atrasta. Šī nav vienīgā problēma, kas rodas, apskatot literatūru saistībā ar redzes lauka novērtēšanu. Viena no problēmām ir tā, ka tiek izmantoti tikai ekstrēmi redzes lauka sašaurinājumi, kas nedod daudz informāciju par dažādas smaguma pakāpes redzes lauka traucējumiem (piemēram, skotomas, centrālā redzes lauka defekti). Vēl viena problēma ir tā, ka netiek ņemti vērā

adaptācijas un kompensējošie mehānismi. Braucēji ar redzes lauka traucējumiem var iemācīties tos uzlabot ar galvas un acu kustībām vai ierobežotu braukšanu (Owsley & McGwin Jr, 2010). *Kasneci* un kolēģi (2014) pierādīja hipotēzi, ka redzes lauka apjoms nevar paredzēt cilvēka spēju vadīt transportlīdzekli, jo pacienti dažādi adaptējas redzes lauka defektiem un var redzes lauka zudumu kompensēt ar skenēšanas tehniku. Tika novērota būtiska atšķirība vairākos mērījumos pacientiem, kuri nokārtoja braukšanas novērtējumu un kuri to nenokārtoja, kā ieturēšanās joslās, brīvās vietas novērtēšana un, pats galvenais, acu, galvas un plecu kustības. Pacienti, kuri nokārtoja braukšanas pārbaudi, salīdzinot ar tiem, kuri nenokārtoja, bija izveidojuši citādāku mehānismu braukšanai, jo viņi vērta skatienu uz sava redzes lauka defekta pusi un vairāk koncentrējās uz redzes lauka centrālo zonu, kā arī demonstrēja plašākas galvas un plecu kustības. Galvas kustībām bija lielāka ietekme nekā plecu un acu kustībām eksāmena rezultātu paredzēšanā (*Kasneci, et al., 2014*). Kopumā tas, ka ir grūtības novērtēt redzes lauka defektu ietekmi un novērtējot netiek ņemti vairāki nozīmīgi apstākļi, ir pamatojums samazinātai saistībai redzes laukam ar braukšanu (*Owsley & McGwin Jr, 2010*).

#### **1.4. Autovadīšana un kontrastredze**

Viena no galvenajām ar vecumu saistītām redzes problēmām ir katarakta, kas tās agrīnajā stadijā, samazina kontrastjutību, pirms vēl ir ietekmēts redzes asums (*Wood, Tyrrell, Chaparro, Marszalek, Carberry, & Chu, 2012*). Katarakta ietekmē acī nokļīdušās gaismas daudzumu, kas samazina uz tīklenes veidotā attēla kontrastu un negatīvi ietekmē kontrastjutību, kas tiek ietekmēta vairāk nekā redzes asums (*Shandiz, et al., 2011*). Kataraktas ietekme uz redzes asumu un kontrastjutību ir atkarīga no kataraktas pakāpes. Katarakta vidējā un agrīnā pakāpē redzes asumu ietekmē nelielā daudzumā, kas ļautu nokārtot redzes pārbaudi autovadītājiem un atļautu braukšanu dienā, kā arī naktī. Vēl aizvien tiek apstrīdēts, cik droša braukšana ir iespējama, ja pacientam ir katarakta (*Hwang, Tuccar-Burak, Goldstein, & Peli, 2018*). Tika noteikts, ka kontrastjutības samazināšanās gadījumā tiek ietekmēta braukšanas kvalitāte un neliela līdz vidēja kataraktas pakāpe ietekmēja briesmu novērtēšanu un braukšanas spēju. Cilvēki ar kataraktu bieži vien izvairīsies no braukšanas naktī redzes kvalitātes samazinājuma dēļ, kas samazina to iesaisti negadījumos (*Little, Tromans, Blackmore, & O'Brien, 2017*). *Owsley* un kolēģu (2002) veiktajā epidemioloģijas pētījumā tika noteikts, ka satiksmes negadījumi bija biežāk vecākiem cilvēkiem ar kataraktu nekā līdzīga vecuma cilvēkiem bez kataraktas (*Owsley, McGwin, Sloane, Wells, Stalvey, & Gauthreaux, 2002*).

Kontrastjutības izmaiņām ir lielāka ietekme uz personas vēlmi pārstāt vadīt mehānisko transportlīdzekli nekā redzes asuma izmaiņām (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Kontrastredzes novērtēšanas pamatā ir spēja atšķirt pelēkus simbolus uz balta fona, kas atbilst mehāniskā transportlīdzekļa vadīšanai nakts laikā, kad redzamiem objektiem ir līdzīgāks kontrasts apkārtējai videi nekā tas ir dienas laikā (van Rijn, 2005). Wood un kolēģi (2006) secināja, ka katarakta iespaidoja zīmju ievērošanu un atpazīšanu, šķēršļu ievērošanu un attāluma uztveri, kas netika ietekmēta pacientiem bez kataraktas. Pacientiem pēc kataraktas operācijas rezultāti atjaunojās normas robežās (Wood & Carberry, 2006).

Liutkevičiene un kolēģu (2013) veiktajā pētījumā vēlējās noskaidrot ar vecumu saistītas izmaiņas redzes funkcijās (redzes asums un kontrastredze) un salīdzināt iegūtos rezultātus starp vecumu grupām. Pētījumā piedalījās 231 dalībnieks, kuri tika sadalīti 5 vecuma grupās: 1. grupa 30-39 gadi (10 dalībnieki), 2. grupa 40-49 gadi (40 dalībnieki), 3. grupa 50-59 gadi (77 dalībnieki), 4. grupa 60-70 gadi (71 dalībnieks), 5. grupa 71-85 gadi (33 dalībnieki). Tika izmantota Snellena tabula, lai noskaidrotu redzes asumu bez korekcijas un ar labāko redzes korekciju, savukārt kontrastredze tika novērtēta ar "GinsburgBox". Nekoriģētais redzes asums tika iegūts labāks otrajā grupā nekā trešajā. Nekoriģētais un labākais koriģētais redzes asums bija labāks ceturtajā grupā nekā piektajā grupā. Kontrastjutība naktī bez žilbšanas avota bija sliktāka otrajā grupā nekā pirmajā grupā. Lielākā atšķirība kontrastredzes rezultātos tika iegūta starp ceturto un piekto grupu, kas bija vairāk kā divas reizes labāka ceturtajā grupā nekā piektajā. Kopumā tika novērota ievērojama atšķirība kontrastredzes kvalitātē dienā vai naktī ar vai bez žilbšanas avota, kā arī sliktākā kontrastjutība tika novērota vecāko cilvēku grupā un rezultātu pasliktināšanos varēja novērot jau 40-49 gadu vecumā. Kontrastjutības rezultāti bija līdzīgi 40-49 gadu un 50-59 gadu vecumā (Liutkevičienē, Čebatorienē, Liutkevičienē, Jašinskas, & Žaliūnienē, 2013). Līdzīgu tendenci novēroja arī Owsley (2011); kontrastjutības atšķirība divdesmit gadu vecumā un 70 gadu vecumā ir aptuveni 8 cikli/grādu no 0,2 līdz 0,57 logaritmiskās vienības.

Wood un kolēģi (2010) noskaidroja, ka braukšanas kvalitāte naktī labāk tika noteikta pēc kontrastredzes mērījumiem nekā pēc redzes asuma mērījumiem. Pētījumā tika izmantota viena grupa ar inducētām kataraktas brillēm un otra grupa ar redzes asumu miglojošām brillēm. Inducētā kataraktas grupa iebrauca divreiz vairāk šķēršļos (ceļu satiksmes konusus) nekā inducētā redzes asuma samazinājuma grupa, kura salīdzinot ar pacientiem bez redzes traucējumiem iebrauca divreiz vairāk šķēršļos. Taču šajā pētījumā šķēršļi netika novietoti tieši pie gaismas avota, tāpēc netiek veidota saistība ar pretī

braucošo automašīnu lukturu izraisīto žilbšanu (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010). Eksperimenta rezultātā tika iegūts, ka reālos braukšanas apstākļos naktī inducēta katarakta, kura stipri samazināja kontrastjutību, bet redzes asumu samazināja minimāli, nozīmīgi pasliktināja braukšanas spējas. Savukārt relatīvi mazs optisks miglainums, kas samazināja redzes asumu tikpat daudz kā inducētā katarakta, arī ietekmēja braukšanas spējas naktī, bet mazākās robežās nekā tas bija ar inducētu kataraktu (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010).

Saistība starp kontrastredzi un autovadītāju braukšanas manierei ir izteikta, ņemot vērā, ka kataraktas ietekmē var būt samazinātas redzes sistēmas radītās norādes, piemēram, relatīvi zema kontrasta kā ceļa seguma maiņa, bedres, guļošie policisti u.c.. Šīs redzes sistēmas norādes ir svarīgas, kas vadītājam liecina par nepieciešamajām izmaiņām braukšanas parametros, lai savlaicīgi būtu iespējams izvairīties no sadursmes, bet, ja tas netiek novērots, tad netiek ņemti vērā nekādi piesardzības pasākumi (Wood, Chaparro, Carberry, & Chu, 2010).

Amerikas Savienotajās Valstīs, iegūstot autovadītāja apliecību, netiek pārbaudīta kontrastredze. Samazinājums kontrastjutībā ir izplatīts vecākiem autovadītājiem ar kataraktu. *Owsley* un kolēģi (2002) atklāja, ka vecākiem autovadītājiem ar kataraktu tika noteikta sakarība starp kontrastjutības pasliktināšanos un nesenām autoavārijām. Šī sakarība bija divtik spēcīga, ja abām acīm bija katarakta, salīdzinot, kad tikai vienā acī bija katarakta. Tika noteikts, ka kataraktas operācijas ar intraokulārās lēcas ievietošanu samazināja nākotnes mehānisko transportlīdzekļu avāriju risku par 50 % salīdzinot ar tiem gadījumiem, kuriem netika veikta kataraktas operācija (Owsley, McGwin, Sloane, Wells, Stalvey, & Gauthreaux, 2002).

Viena no biežāk sastopamām sūdzībām gados vecākiem pieaugušajiem arī ar labu acu veselību, ir grūtības redzēt sliktā apgaismojumā vai naktī. Sūdzas par lasīšanas problēmām tumšā apgaismojumā un mainot paradumus, lai izvairītos no braukšanas naktī. Novērota sakarība starp sliktu redzamību zema apgaismojuma apstākļos un naktī vecākiem cilvēkiem un iekļūšanu mehānisko transportlīdzekļu sadursmēs. Vecāki pieaugušie, kuri sūdzas par grūtībām zema apgaismojuma apstākļos, ir arī tie, kuriem ir lielāka iespējamība, ka būs skotopiskās jutības traucējumi, nosakot tos psihofiziski. Gados vecākiem pieaugušajiem tiek vairāk akcentēts telpiskās kontrastjutības zudums zema apgaismojuma apstākļos (mezopiskos un skotopiskos) salīdzinot fotopiskos apstākļos. Jauniem un vecākiem pieaugušajiem dienas apstākļos ir vienāda jutība 0,5 cikli/grādu, savukārt skotopiskos apstākļos vecākiem pieaugušajiem nepieciešams trīs

reizes lielāks kontrasts, lai saredzētu mērķi salīdzinot ar jaunākiem pieaugušajiem (Owsley, 2011).

Veicot autovadītājiem kontrastredzes mērījumus var iegūt nozīmīgu informāciju par autovadītāju spēju novērtēt dažādus zema kontrasta bīstamības avotus, lai varētu izvairīties no iespējamām sadursmēm.

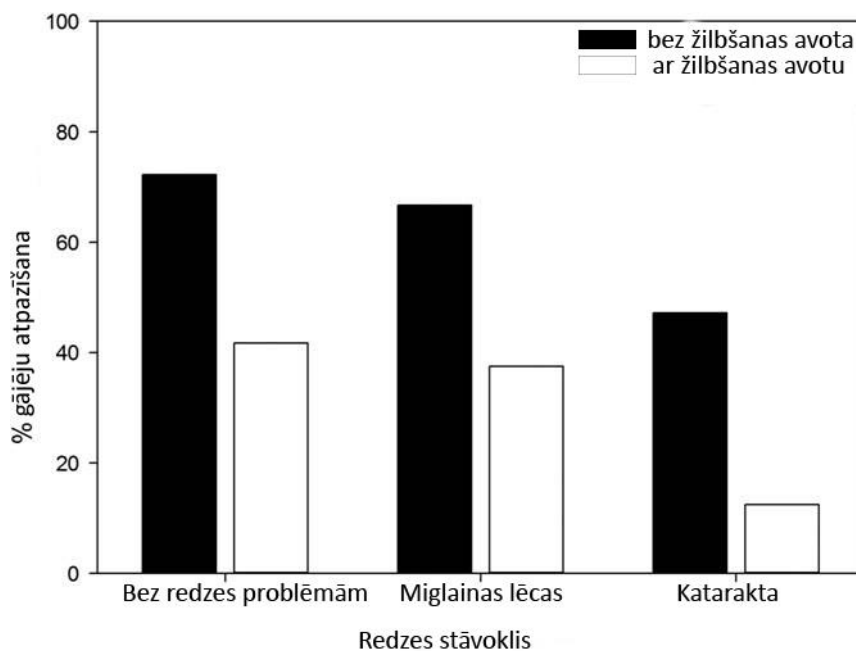
## **1.5. Autovadīšana un gaismas izkliede acī**

Viens no ieteicamajiem mērījumiem, kas iekļauts EK Direktīvā, ir acī noklīdušās gaismas mērījumi, bet tie nav obligāti un trūkst konkrēti pamatojumi, kāpēc būtu nepieciešams to mērīt un kādi iegūtie rezultāti liecinātu par bīstamības robežu, kad autovadītāja apliecības izmantošana tiktu vai nu ierobežota, vai netiktu atļauta. Žilbšana lielākoties rodas, kad gaisma tiek izkļiedēta acs struktūrās, rezultējoties uz tīklenes kā acī noklīdusī gaisma. Nozīmīgi ārējie žilbšanas avoti ir vējstikli, brilles, bet pētījumi galvenokārt fokusējas uz acī noklīdušo gaismu, kas rodas acu struktūru ietekmē. Acī ir četri pamata avoti, kas veido kopējo acī noklīdušās gaismas daudzumu, kur ietilpst radzene, varavīksnene, sklēra, lēca, tīklene. Cik katra no struktūrām veido acī noklīdušās gaismas daudzumu var mainīties ar vecumu, pigmentācijas daudzumu, izmaiņām acu struktūrās (refraktīvā ķirurģija) u.c. (van den Berg, Franssen, & Coppens, 2010).

Žilbšana tiek iedalīta diskomforta un redzes funkciju pasliktinošā žilbšanā. Diskomforta žilbšana saistīta ar diskomforta sajūtām, ko rada spoži gaismas avoti, kamēr redzes funkciju pasliktinoša žilbšana tiek asociēta ar samazinātu redzes kvalitāti, kas rodas gaismas izkļiedes rezultātā no gaismas avota. Pētījumos vairāk balstās uz redzes funkciju pasliktinošo žilbšanu (van den Berg, et al., 2009).

Pašlaik, veicot redzes pārbaudi, nav norādīta prasība žilbšanas mērījumiem, kas ir trūkums, ņemot vērā, ka palielināts acī noklīdušās gaismas daudzums var būt saistīts ar braukšanas grūtībām. Žilbšanas radītie efekti tiek pastiprināti, kad autovadītājam ir jāredz zema kontrasta objekti, kā neizgaismoti šķēršļi vai gājēji. Par žilbšanu jo īpaši sūdzas gados vecāki cilvēki, kuriem tiek ietekmēts gaismas daudzums, kas nonāk uz tīklenes (zīlītes mioze, lēcas blīvuma izmaiņas), palielinot acī noklīdušās gaismas daudzumu un aberācijas (Owsley, 2011), galvenokārt acs lēcas stāvokļa dēļ. Tomēr, ja zīlītes izmērs ir no 2 līdz 7 mm, tad ir diezgan vāja sakarība starp acī noklīdušās gaismas daudzumu un zīlītes izmēru (Franssen, Taberner, Coppens, & van den Berg, 2007). Vienas no pirmajām sūdzībām vecākai populācijai ir bieži saistītas ar braukšanu naktī un situācijām, kad ir pretēji spīdošs gaismas avots (van den Berg, et al., 2009). Amerikas Savienotajās Valstīs veiktā pētījumā par kataraktas izveidošanos populācijā tika iegūti dati, ka pēc 55

gadu vecuma 25% ir izveidojusies katarakta, savukārt pēc 65 gadu vecuma tā ir izveidojusies 50% cilvēku (Hwang, Tuccar-Burak, Goldstein, & Peli, 2018).



**1.1. att.** Gājēju atpazīšana (procentos) dažādos redzes stāvokļos ar vai bez žilbšanas avota (Wood, Tyrrell, Chaparro, Marszalek, Carberry, & Chu, 2012).

Kā katarakta ar vecumu attīstās lielā daļā populācijas, tad ir svarīgi novērtēt kā kataraktas esamība spēj ietekmēt mehāniskā transportlīdzekļa vadīšanu. Apskatot 1.1. attēlu, var novērot, ka visiem dalībniekiem, arī tiem, kuriem nav redzes problēmas, žilbšana pasliktina gājēju ievērošanu. Savukārt ar kataraktu, procentuālais gājēju skaits, ko novēro ir zemāks arī bez žilbšanas avota, bet ar žilbšanas avotu šī ietekme ir ievērojami pasliktinājusies (Wood, Tyrrell, Chaparro, Marszalek, Carberry, & Chu, 2012).

Lai arī pacientiem ar kataraktu bieži mēdz būt sūdzības par žilbšanu, palielināta acī noklīdusī gaisma netiek saistīta ar samazinātu redzes asumu. Līdz ar to pacientam var būt palielināts acī noklīdušās gaismas daudzums, bet labs redzes asums (Shandiz, et al., 2011). Šīs izmaiņas visvairāk ietekmē spējas saskatīt zema kontrasta objektus un redzi mezopiskos apstākļos. Līdz ar to palielinās risks automašīnu sadursmēm naktī, kuru iespējamība ir divas līdz četras reizes lielāka nekā dienas laikā. Vecākiem pieaugušajiem ir samazināta gaismas jutība tumsā. Ap 60 un 70 gadiem nūjiņu fotoreceptoru blīvums peri-makulāri samazinās. Skotopiskas jutības zudums varētu būt saistīts ar rodopsīna reģenerācijas izmaiņām, kas notiek ar vecumu. Ap 70 gadu vecumu laiks, lai atgūtu pilnīgu gaismas jutību ir 10 minūtes ilgāks nekā ap 20 gadu vecumu (Owsley, 2011). Vidēji viena trešdaļa visu vecāko braucēju ziņo par grūtībām braukt naktī, vēl lielāks

daudzums ziņo par nakts braukšanas problēmām, ja ir acu saslimšanas. Ja netiek veikti ieteikumi no acu speciālista puses, tad braucēji visdrīzāk paši izvēlēšies, vai spēj braukt naktī, kas ir problemātiski ņemot vērā, ka braucēji nepietiekami novērtē savas spējas braukt naktī un izvēles braukt saistībā ar pārliecību nevis savām braukšanas spējām (Kimlin, Black, & Wood, 2017).

Braukšanu var ietekmēt braucošo mašīnu lukturu radītā žilbšana, kas var būt saistīta divos veidos. Pirmkārt, spožās LED gaismas rada izkliedi autovadītājam, kas samazina tīklenē veidojošā attēla kontrastu un kopēji samazinot redzamību. Šādā veidā tiek samazināta braukšanas drošība attiecībā uz gājēju, dzīvnieku vai citu uz ceļa atrodošos objektu ievērošanu, kā arī braukšanas joslu robežu ievērošanu. Otrkārt, uzmanību var novērst fotofobija (gaismas jutīgums), ko izraisa pretim braucošas mašīnas lukturi, kas tādā veidā izraisa diskomforta žilbšanu. Šo cilvēks var mēģināt kompensēt novirzot skatienu no ceļa, grozot galvu vai stūri (Hwang, Tuccar-Burak, Goldstein, & Peli, 2018), kas ietekmē pārredzamību, jo mainās ekscentricitāte (Bronstad, Bowers, Albu, Goldstein, & Peli, 2013). *Hwang* un kolēģu (2018) pētījumā tika noteikts, ka vecākiem dalībniekiem viens no galvenajiem uztraukumiem saistībā ar braukšanu naktī ir pretimnākošo lukturu radītā žilbšana. Ņemot vērā to, ka žilbšana ir saistīta ar gaismas izkliedi acī un kataraktas gadījumā šī izkliede palielinās, sagaidāms, ka pacientiem ar kataraktu būs vairāk iespaidota braukšanas bīstamība nakts periodos, jo būs apgrūtināta šķēršļu ievērošana un atbildes reakcija (Hwang, Tuccar-Burak, Goldstein, & Peli, 2018). Palielināta acī noklīdusī gaisma, it īpaši vecākiem autovadītājiem ir nopietns drošības risks, bet pētījumi nav pierādījuši šīs problēmas nopietnību. Problēma rast asociāciju starp acī noklīdušo gaismu un ceļu drošību ir tajā, ka nav konkrēta acī noklīdušās gaismas definīcija un iegūto mērījumu normas, kā arī vāja sapratne par to, ko cilvēki uzskata par žilbšanu (Owsley & McGwin Jr, 2010).

Izolēta ceļa posma pētījumos ir pierādīts, ka automašīnu lukturu radīta žilbšana iespējams var būt saistīta ar gājēju negadījumiem, kur braucošo mehānisko transportlīdzekļu luktururadītā žilbšana pasliktina gājēju redzamību un samazina atpazīšanas attālumu (Kimlin, Black, & Wood, 2017). Acs lēcas radītā gaismas izkliede no žilbšanas avota var ietekmēt gājēju ievērošanu līdz braucējs atrodas tuvu, pat, ja acs lēca ir bez ietekmīgiem apduļķojumiem (Manda, Castle, Hwang, & Peli, 2019). Avāriju datu bāzes analīzē iegūts, ka slikta redzamība naktī ir viens no galvenajiem iemesliem palielinātai gājēju nobraukšanai naktī, kas ir septiņas reizes vairāk nekā dienas laikā, salīdzinot ar nogurumu un alkoholu (Kimlin, Black, & Wood, 2017). *Hwang* un kolēģu (2018) pētījuma mērķis bija noskaidrot ietekmi pretimnākošo mašīnu lukturu radītai

žilbšanai un gājēju ievērošanai. Tika izmantots automašīnu radītās žilbšanas simulator kopā ar automašīnas simulatoru, kas rada pēc iespējas ticamākus rezultātus reālajiem braukšanas apstākļiem. Dalībnieku binokulārā redze un braukšanas izpildījums tika nomērīts braukšanas simulatorā tumšā telpā ar dinamisko automašīnu lukturu izraisītās žilbšanas simulatoru ieslēgtu un izslēgtu. Piedalījās pieci dalībnieki ar normālu redzi, kuru mērījumi tika veikti trīs veidos: ar ierasto korekcijas klipu, ar inducētu kataraktas klipu un optiski miglainu klipu. Piedalījās arī pieci dalībnieki ar kataraktu, kuriem drīzumā paredzēta kataraktas operācija. Ar ieslēgtu automašīnu izraisīto žilbšanas simulatoru, dalībnieki ar normālu redzi tikai vienā gadījumā neievēroja gājēju, savukārt šī pati grupa ar simulētu kataraktu palaida garām divpadsmit gājējus. Ar izslēgtu automašīnu radīto žilbšanas simulatoru, dalībnieki ar normālu redzi ievēroja visus gājējus un ar inducētu kataraktu neievēroja tikai vienu gājēju. Savukārt pacienti ar īstu kataraktu ar ieslēgtu automašīnas radīto žilbšanas simulatoru neievēroja 15 % gadījumu un 6 % gadījumu ar izslēgtu automašīnas radīto žilbšanu. Netika novērota sakarība starp mašīnu lukturu radīto žilbšanu un redzes asumu. Kopumā radītā žilbšana palielina pacientu reakcijas laiku līdz tam, ka bieži vien gājējs tika pamanīts par vēlu, lai izvairītos no sadursmes un citos gadījumos gājēji netika vispār ievēroti. Lukturu radītā žilbšana vairāk ietekmēja braukšanas kvalitāti ar inducētu kataraktu nekā ar optiski miglainu lēcu. Iegūtie dati pierāda, ka lukturu radītā žilbšana negatīvi ietekmē visas grupas, bet lielāka ietekme ir uz pacientiem ar kataraktu. Pētījums arī parāda, ka klīniski novērtējot redzes asumu un kontrastredzi, netiks iegūti pietiekami objektīvi dati saistībā ar žilbšanu un gaismas izkliedi acī (Hwang, Tuccar-Burak, Goldstein, & Peli, 2018).

*Kimlin* un kolēģu (2017) veiktajā pētījumā darba mērķis bija novērtēt saistību braukšanai naktī vecākiem autovadītājiem, fotopiskos, mezopiskos un žilbšanas radītos testos un to ietekmi uz redzes funkcijām. Piedalījās 26 dalībnieki (vidējais vecums  $71,8 \pm 6,3$  gadi) ar minimālām vai bez jebkādam acu saslimšanām, bet kuriem bija grūtības vadīt mehānisko transportlīdzekli naktī. Tika veikti mērījumi uz slēgta ceļa posma, kur tika iekļauts mainīgs žilbšanas avots. Rezultātā ieguva kopējo braukšanas veikumu, kurā ietilpa zīmju ievērošana, cilvēku pamanīšana, iekļaušanās ceļu robežās un izvairīšanās no zema kontrasta bīstamiem objektiem. Piedevām, tika veikti arī žilbšanas mērījumi un mezopisku apstākļu kustības jutība. Autori izmantoja regresijas analīzi, lai izpētītu sakarību starp redzes mērījumiem un nakts braukšanas veikumu. Rezultātā tika iegūts, ka kopējie braukšanas rezultāti pasliktinājās, kad tuvumā atradās mainīgs žilbšanas avots, gājēju redzamība pasliktinājās par 38 %. Kopumā žilbšana samazina vairākus nakts braukšanas aspektus, kas liecina par nepieciešamību veikt nestandarta redzes pārbaudes

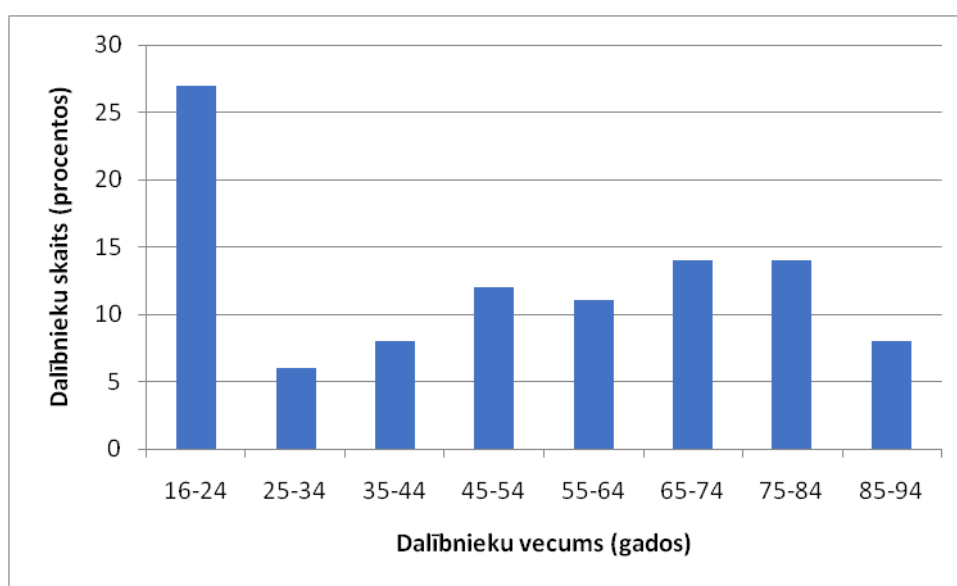
mērījumus vecākiem autovadītājiem, lai noteiktu to spēju braukt nakts apstākļos (Kimlin, Black, & Wood, 2017).

Viena no lielākajām problēmām acī noklīdušās gaismas mērījumos ir tā, ka tā nav pietiekoši daudz pētīta un veids kā pētījumos tiek aprakstīta metode nav pietiekami smalks (van Rijn, 2005). Acī noklīdušās gaismas mērījumiem ir liela nozīme braukšanas kvalitātē it īpaši, kad šie mērījumi ir ārpus normām, bet, lai noskaidrotu, kad acī noklīdušās gaismas daudzums var negatīvi ietekmēt vai apdraudēt ceļu drošību ir nepieciešams veikt papildu mērījumus un noteikt normas.

## 2. PĒTĪJUMA DAĻA

### 2.1. Pētījuma dalībnieki

Pētījumā tika apkopoti 100 dalībnieki no Norvēģijas optometristes prakses, Åndalsnes pilsēta, Møre og Romsdal reģions, kur tiek veikta redzes funkciju novērtēšana autovadītāja apliecības iegūšanai vai atjaunošanai. Pētījumā tika izvēlēti autovadītāji vecumā no 16 gadiem līdz 94 gadiem. No visiem dalībniekiem 65 % dalībnieki bija virs 40 gadu vecuma un 35 % bija jaunāki par 40 gadiem (skat. 2.1. att.). 36 % dalībnieku bija sievietes un 64 % – vīriešu.



2.1. att. Kopējais dalībnieku skaita sadalījums (procentos) pa vecuma grupām pētījuma daļā.

Norvēģijā autovadītāju apliecību kategorijas iedalās trīs grupās: pirmā grupa sakrīt ar Latvijas sadalījumu, bet otrā un trešā grupa iekrīt Latvijas kategoriju sadalījuma otrajā grupā (skat. 1.2. tab.). Lielākajai daļai dalībnieku jeb 74 % bija pirmās grupas autovadītāju apliecība, pirmās un otrās grupas kombinācija bija 4 % autovadītāju, visu grupu (pirmās, otrās un trešās grupas) apliecība bija 9 % autovadītāju, tikai ar otro grupu bija 2 %, bet ar otrās un trešās grupas kombināciju bija 10 % autovadītāji, savukārt vienam dalībniekam netika norādīta autovadīšanas grupa (tādēļ turpmākai analīzei šis dalībnieks tika pieskaitīts pie pirmās grupas). Tā kā otrās vai trešās grupas autovadītāju apliecības prasības ir noteicošās, ja tās kombinējas ar pirmās grupas autovadītāju apliecības redzes prasībām, tad var izdalīt, ka 75 % dalībnieku tika piemērotas pirmās grupas redzes prasības, bet 25 % dalībnieku – otrās un trešās grupas redzes prasības (ja

skatās Norvēģijas likumdošanu) vai otrās grupas prasības (ja skatās Latvijas likumdošanas prasības).

## 2.2. Metode

### 2.2.1. Pētījuma metodika

Pētījuma dalībniekiem tika analizēti pacientu kartīšu dati, kur izvērtēja informāciju par redzes asumu bez korekcijas (monokulāri un binokulāri), redzes asumu ar korekciju (monokulāri un binokulāri), redzes lauku, redzes raksturu un stereoredzi, krāsu redzi, kontrastredzi, zīlīšu reakciju, intraokulārā spiediena mērījumu un acu struktūru novērtējumu. Visus dalībniekus izvērtēja un analizēja viena opometriste, kas nav maģistra darba autore.

Mērījumu gaita autovadītāju redzes novērtēšanai Norvēģijā iedalās divās daļās:

1. Ja nav pacienta dati prakses datu bāzē, tiek veikta pilna redzes pārbaude:
  - autorefrakto-keratometrija;
  - tono-pahimetrija;
  - *fundus* fotogrāfija;
  - subjektīva refrakcija;
  - binokulāro funkciju novērtēšana;
  - biomikroskopija;
  - *fundusoftalmoskopija* (vai nu oftalmoskops vai biomikrooftalmoskopija);
  - papildus: redzes lauka novērtējums.
2. Ja pacienta dati ir prakses datu bāzē, tiek veikta:
  - redzes asuma pārbaude bez korekcijas;
  - labākā koriģētā redzes asuma noteikšana;
  - ja nepieciešams, subjektīvās korekcijas pielāgošana;
  - biomikroskopija;
  - *fundusoftalmoskopija* (vai nu oftalmoskops vai biomikrooftalmoskopija);
  - papildu: redzes lauka novērtējums.

Redzes asumstika novērtēts, izmantojot LCD ekrānu ar pilnu redzes funkciju novērtēšanas programmu, izmantojot Snellena skalu un burtus kā optotipus. Redzes asums tika ieskaitīts, nosaucot visu rindiņu, ja redzes asums 0,5, ja augstāks, tad ar – un + tika atzīmēts cik optotipus no rindiņas redzēja vai neredzēja. Subjektīvā korekcija tika veikta ar foropteru, proves ietvaru un proves lēcas izmantojot tikai korekcijas

precizēšanai. Redzes raksturs tika izvērtēts tālumā ar LCD ekrānu, izmantojot Vorsa testu. Tuvumā tika noteikts redzes asums ar foropteru un tuvuma tabulu. Stereoredze tika novērtēta tikai tuvumā, izmantojot TNO testu. Krāsu redze tika pārbaudīta ar Ishihara 24 krāsu platēm. Redzes pārbaudē tika novērtēta tiešā un netiešā zīlīšu reakcija ar gaismas zīmuli (RAPD un PERRLA tests). Kontrastredzes mērījumi tika veikti ar LCD telpiskās frekvences kontrastredzes tests (*Topcon CC-100*).

Autovadītājiem Norvēģijā redzes lauku var novērtēt ģimenes ārsts vai optometrists izmantojot Dondera metodi – novērtējot binokulāri. Tā ir konfrontācijas redzes lauka noteikšanas metode, kur optometrists salīdzina savas redzes lauka robežas ar pacienta redzes lauku 8 dažādos meridiānos. Ja ir aizdomas par redzes lauka defektiem, tad redzes lauks jānovērtē optometristam ar atbilstošu aprīkojumu, kā arī, ja anamnēzē norādīts, ka nepieciešams redzes lauka izmeklējums ar datorizēto perimetriju, lai noskaidrotu redzes lauka atbilstību. Tad lieto *Esterman* programmu jeb *Binocular Drivers Test*. *Esterman* programma ir virssliekšņa tests, kurš sastāv no 120 testa punktiem (10dB stimuli, Goldman III izoptera izmēru un ekspozīcijas laiks 400 – 500 ms). Testu veic binokulāri, obligāti ir jālieto redzes korekcija (brilles vai kontaktlēcas), ja tā ir nepieciešama auto vadīšanai.

Lai iegūtu ticami izvērtējamus datus, tika izvēlēti tikai tie dalībnieki, kuru redzes lauks tika noteikts ar datorizēto perimetru *Medmont M700* (skat. 2.2. att.). Ja dalībniekam bija nepieciešama korekcija autovadīšanai, tad vispirms tika nodrošināts korekcijas līdzeklis un redzes lauks tika pārbaudīts pēc tam atsevišķā vizītē, jo redzes lauks tiek pārbaudīts ar korekciju.



**2.2. att.** Datorizētais perimetrs *Medmont M700*.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>MEDMONT AUTOMATED PERIMETER.

Pieejams: [www.medmont.com.au/files/ms6/manuals/M700.pdf](http://www.medmont.com.au/files/ms6/manuals/M700.pdf)

Optometristam vai oftalmologam, kas veic redzes lauka izmeklējumus, jāpārliecinās, ka redzes lauka testa rezultāti ir ticami (jāveic aprakstošā statistika), kur viltus pozitīvās atbildes nedrīkst pārsniegt 20 %. Viltus pozitīvās atbildes var rasties, ja pacients ir nospiedis atbildes pogu, kad netiek demonstrēts stimuls. Iespējams, ka pacients neizprot testu, ko var atrisināt, vēlreiz sniedzot testa instrukcijas un veicot atkārtotus redzes lauka mērījumus, vai arī var mainīt testa ātrumu no “ātra” (*fast*) uz “lēnu” (*slow*). Viltus pozitīvās atbildes var rasties arī no tā, ka iespējams pacients baidās, ka tests nebūs pozitīvs un neatbild korekti. Šādā gadījumā, ja 3 reizes netiek sasniegti ticami rezultāti, tiek uzskatīts, ka redzes lauks neatbilst prasībām, pacientam jāizsniedz neatbilstības sertifikāts un jānosūta testa rezultāti. Norvēģijā testa rezultātus nosūta pēc vajadzības:

- ģimenes ārstam, ja ir aizdomas par vispārējām organisma saslimšanām,
- oftalmologam, ja tiek konstatētas atradnes biomikroskopijā vai fundusoftalmoskopijā.

Ja redzes lauks vai redzes asums neatbilda prasībām, pacients tika nosūtīts pie oftalmologa, ja tika konstatētas acu saslimšanas, vai ģimenes ārsta, ja cēlonis bija vispārējās organisma saslimšanas un nav acu saslimšanas. Speciālos gadījumos ģimenes ārsts vai oftalmologs var izlemt par autovadītāja apliecības pagarināšanu vai atjaunošanu, bet lēmums tiek saskaņots ar reģionālo galveno ārstu, kam pieder gala vārds lēmuma pieņemšanā.

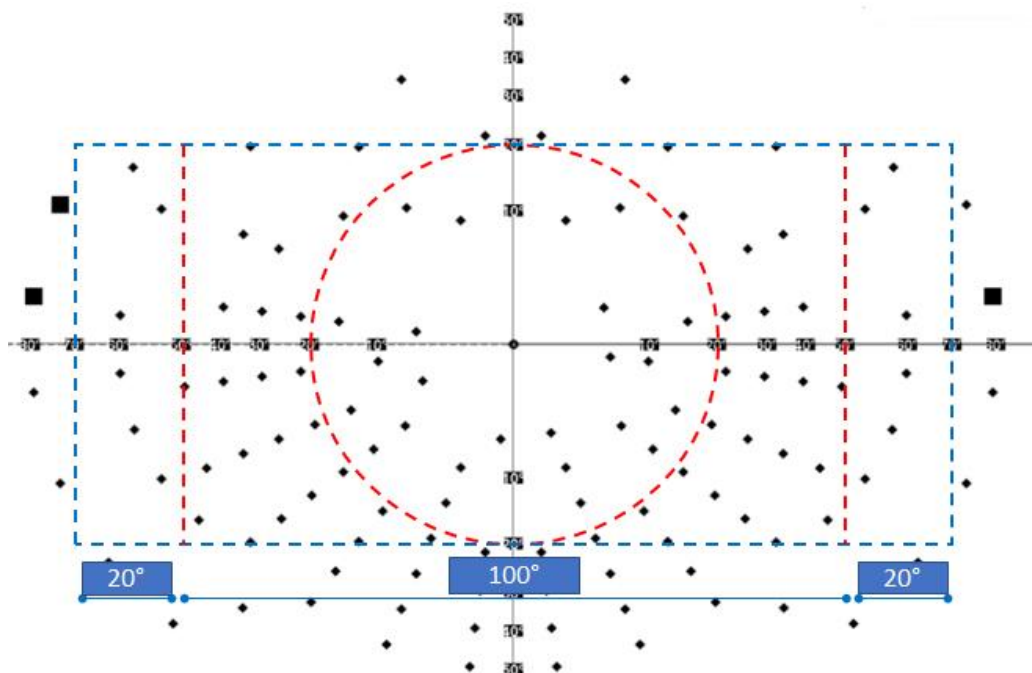
### 2.2.2. Datu analīze

Datu analīzei tika izmantots MS Excel, veicot procentālo kļūdu sadalījums, aprēķinot standartkļūdu un veicot datu analīzi. Lai veiktu statistisko analīzi, tika izmantots *Fisher Exact* tests neatkarīgiem mainīgiem ar nozīmīgumu  $p < 0,05$ .

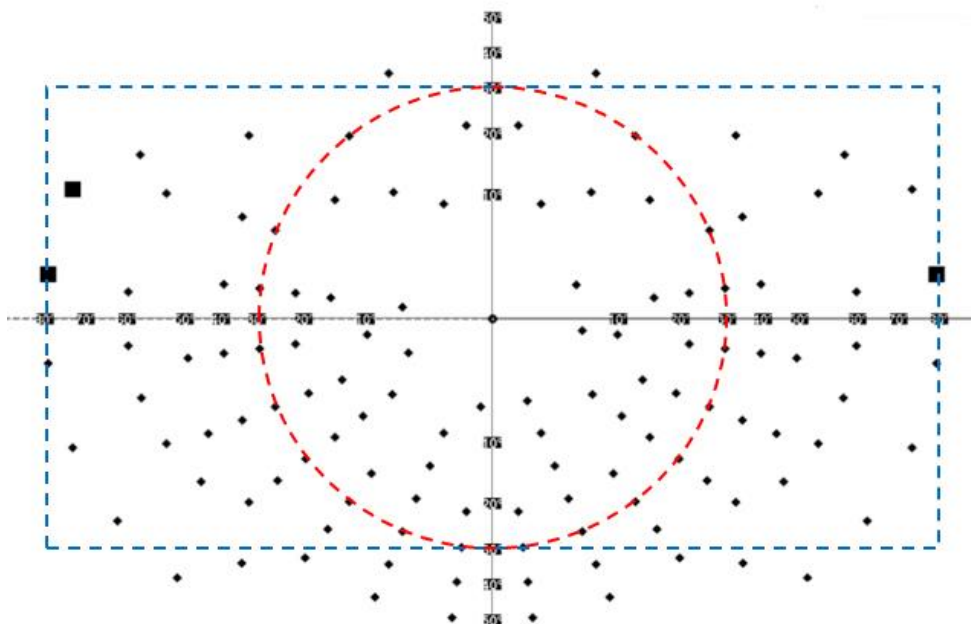
Redzes lauka novērtēšanai jāņem vērā vairāki aspekti, lai rezultāti tiktu novērtēti kā esoši normas robežās. Jāpievērš uzmanība *False Positive* jeb viltus pozitīvo atbilžu rezultātam, kuri nedrīkst pārsniegt 20 % robežu.

Pirmajai grupai redzes lauks jāizvērtē  $120^\circ \times 40^\circ$  rādiusā ( $50^\circ$  pa labi un pa kreisi +  $20^\circ$  uz sāniem;  $20^\circ$  uz augšu un uz leju). Redzes lauka novērtēšana (skat. 2.3. att.) ar sarkanu raustītas līnijas apli iezīmēts  $20^\circ$  centrāls redzes lauks, kurā nedrīkst būt neviena skotoma – redzes lauka izkritums (izņēmums ir gadījums, ja ir tikai 1 acs, tad 1 skotoma drīkst būt atbilstoši aklā punkta novietojumam). Savukārt ar raustītas līnijas taisnstūri

iezīmēts  $50^\circ$  perifērijas redzes lauks, kurā drīkst būt 3 skotomas. Ar rombu tiek apzīmēti punkti, kurus pacients ir redzējis, bet ar kvadrātu – punkti, ko pacients nav redzējis.



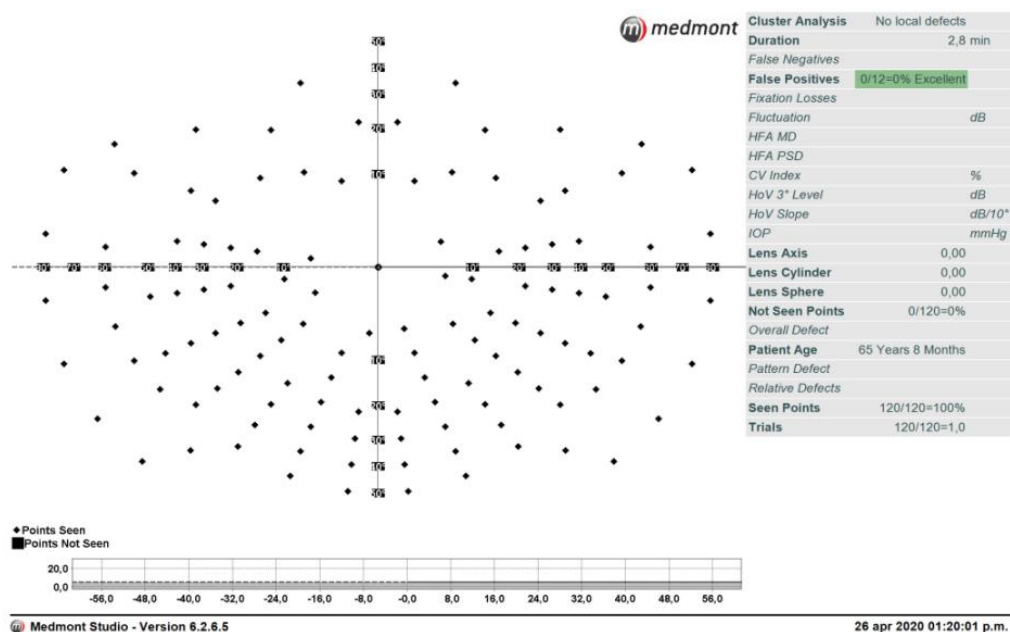
**2.3. att.** Pirmās grupas standarts redzes laukam. Vietā, kur redzes lauks izkrīt, redzams melns kvadrāts.



**2.4. att.** Otrās un trešās grupas standarts redzes laukam. Vietā, kur redzes lauks izkrīt, redzams melns kvadrāts.

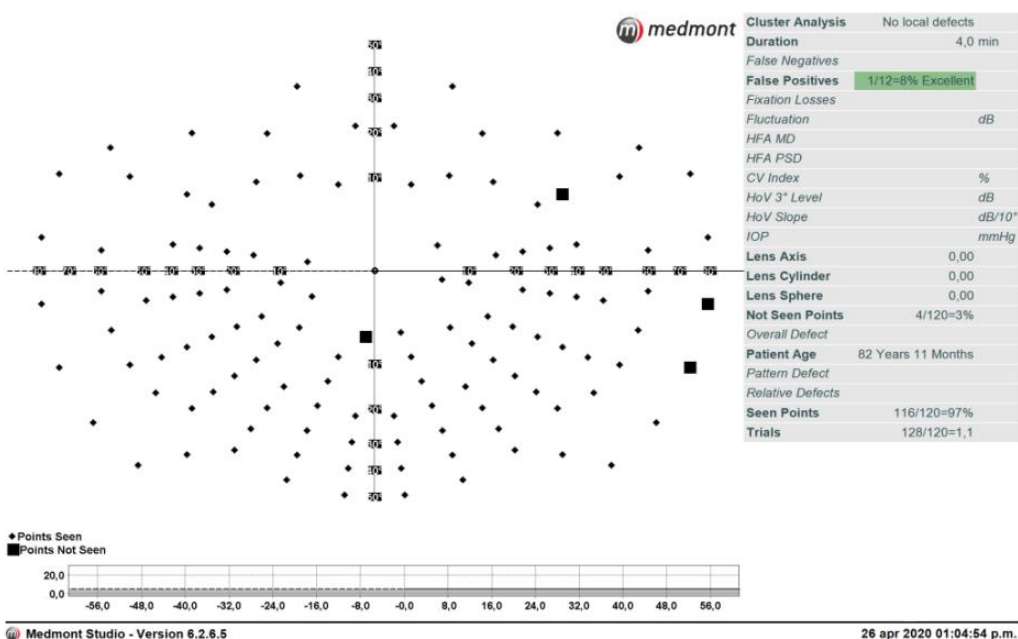
Otrai un trešai grupai jāizvērtē redzes lauks  $160^\circ \times 60^\circ$  rādiusā ( $80^\circ$  pa labi un pa kreisi;  $30^\circ$  uz augšu un uz leju). Redzes lauka izvērtēšanai (skat. 2.4. att.) ar sarkanu

raustītu līnijas apli iezīmēts 30° centrālais redzes lauks, kurā nedrīkst būt neviena skotoma. Ar raustītas līnijas taisnstūri iezīmēts 50° redzes lauks perifērijā, aiz centrālā redzes lauka drīkst būt 3 skotomas.



2.5. att. Piemērs pacientam ar redzes lauka datiem normas robežās.

Redzes lauks normas robežās redzams 2.5. attēlā. Šajā gadījumā netiek novērota neviena viltus pozitīvā atbilde (netiek pārsniegti 20 % viltus pozitīvas atbildes), kā arī pacients ir redzējis visus punktus. Novērotais redzes lauks ir atbilstošs standartam, līdz ar to tiek novērtēts pozitīvi.



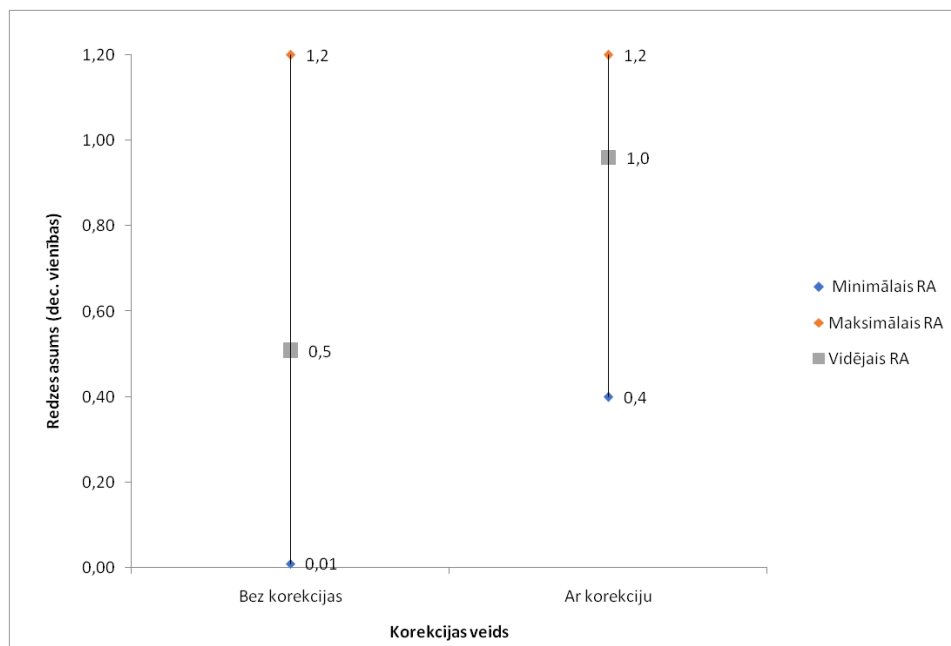
2.6. att. Piemērs pacientam ar redzes lauka datiem ārpus normas robežām.

Dalībniekam 2.6. attēlā var novērot, ka izvērtējamā redzes lauka apgabalā ir četri kvadrāti. Tātad pacients nav redzējis četrus punktus un viens no tiem ir bijis centrālajā redzes laukā (20° rādiusā). Šim pacientam ir centrāla skotoma, kas pēc noteiktajiem standartiem nevar būt ne pirmās grupas standartam (20° centrālā redzes laukā), nedz arī otrai/trešai grupai (30° centrālā redzes laukā), līdz ar to pacientam redzes lauks netiek ieskaitīts kā atbilstošs.

## 2.3. Rezultāti un to analīze

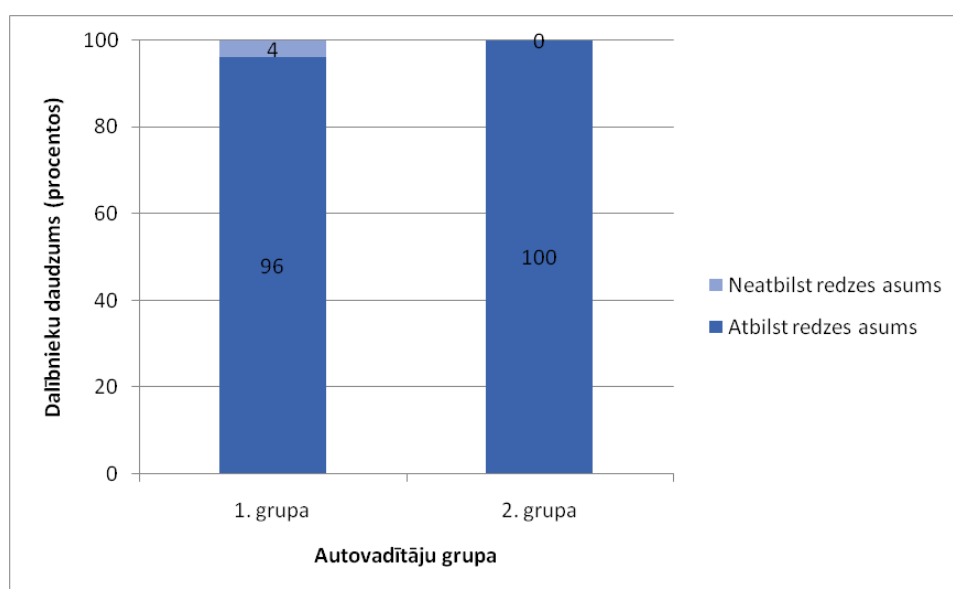
### 2.3.1. Redzes asums

Iegūtie rezultāti tiek apskatīti un analizēti gan kopējie, gan sadalīti divās daļās – pirmā grupa (1. kategorija) un otrā grupa (2. un 3. kategorija). Tiek apskatīts, vai atbilst dalībnieku redzes asums un redzes lauks atbilstoši noteiktajiem EK Direktīvas standartiem. No 100 dalībniekiem 97±2 % redzes asums ir atbilstošs noteiktajām prasībām, bet 3±2 % tas neatbilst. No 97 dalībniekiem, kuru redzes asums bija atbilstošs, 65±5 % dalībnieku tas tika sasniegts ar redzes korekcijas palīdzību un 35±5 % tas tika sasniegts bez redzes korekcijas. Vidējais redzes asums bez korekcijas bija 0,5±0,03 un ar korekciju 1,0±0,02 (decimālās vienībās) (skat.2.7. att.).



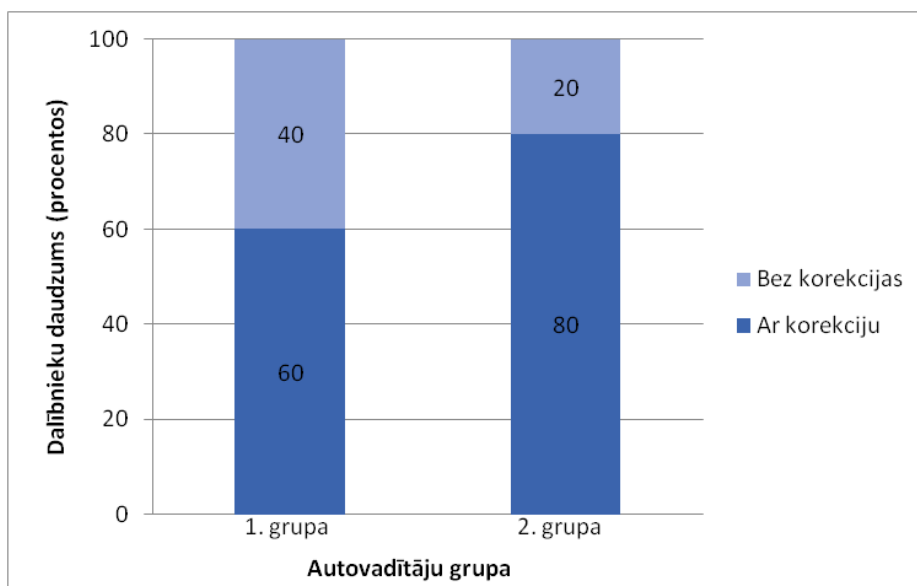
2.7. att. Redzes asuma (dec. vienības) vidējās, minimālās un maksimālās vienības visiem dalībniekiem attēlotas grafiski bez un ar redzes korekciju.

2.7. attēlā var apskatīt, ka gan bez redzes korekcijas, gan ar redzes korekciju, maksimālais redzes asums tika iegūts 1,2 (decimālās vienībās), taču minimālais redzes asums bez korekcijas bija 0,01 (decimālās vienībās) un ar korekciju 0,4 (decimālās vienībās), kas nav atbilstošs, lai tiktu iegūta autovadītāja apliecība. Līdz ar to, dalībniekiem, kuru redzes asumu nevarēja uzlabot ar redzes korekcijas palīdzību, tika nosūtīti tālākai izvērtēšanai pie attiecīgiem speciālistiem (oftalmologa vai ģimenes ārsta). Vidējais redzes asums ievērojami uzlabojās ar korekciju (skat. 2.7. att.). Tāpēc pacientiem, kuru redzes asums ir uz robežas vai nepietiekams, būtu ieteicams lietot redzes korekciju vadot transportlīdzekli, tādā veidā palielinot iespējamību, ka mehāniskā transportlīdzekļa vadītāji laicīgi braucot varētu noteikt ceļa zīmes, lai veiktu nepieciešamos lēmumus un darbības (Owsley & McGwin Jr, 2010).



2.8. att. Redzes asuma atbilstība EK direktīvas standartam starp autovadītāju grupām.

Salīdzinājumu starp autovadītāju grupām var apskatīt 2.8. attēlā, kur redzams, ka procentuāli lielākajai daļai braucēju tika iegūts atbilstošs redzes asums nepieciešamajai braukšanas kategorijai. Starp autovadītāju kategorijām un redzes asuma atbilstību standartam, netika atrasta statistiski nozīmīga atšķirība ( $p=0,57$ ). Abām grupām novērota līdzīga redzes asuma atbilstība EK Direktīvas standartam.

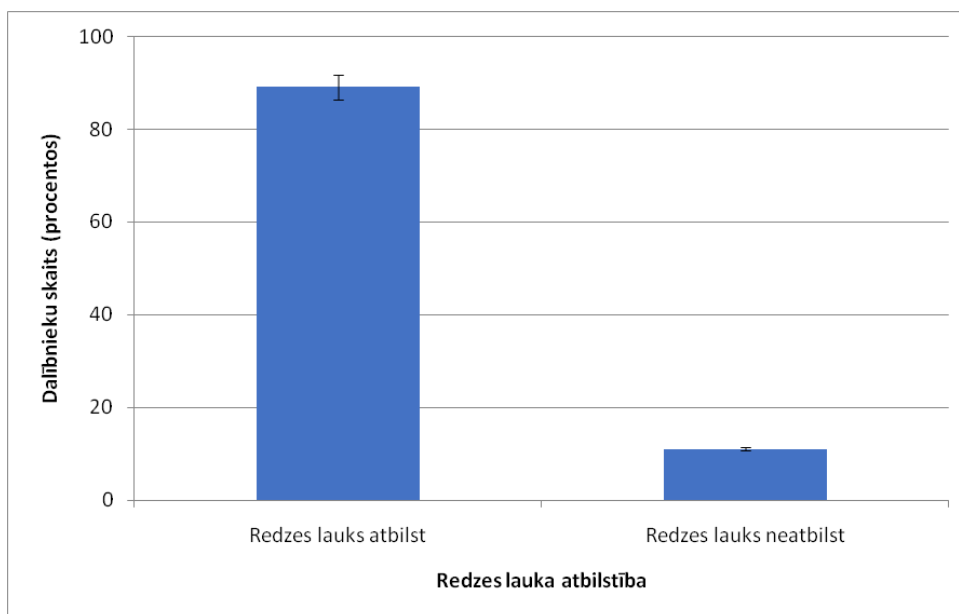


**2.9. att.** Redzes asuma atbilstība EK direktīvas standartam starp autovadītāju grupām atkarībā no korekcijas veida.

2.9. attēlā var novērot, ka lielākajai daļai braucēju gan pirmajā grupā, gan otrajā grupā, nepieciešamais redzes standarts tika iegūts ar korekciju un salīdzinoši maz – bez korekcijas. Starp grupām, ar korekciju vai bez korekcijas, netika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība ( $p=0,089$ ). Savukārt pirmajai grupai tika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība starp dalībniekiem bez korekcijas un ar korekciju ( $p=0,0098$ ), kas nozīmē, ka lielākajai daļai dalībnieku atbilstošu redzes asumu varēja iegūt ar korekcijas palīdzību.

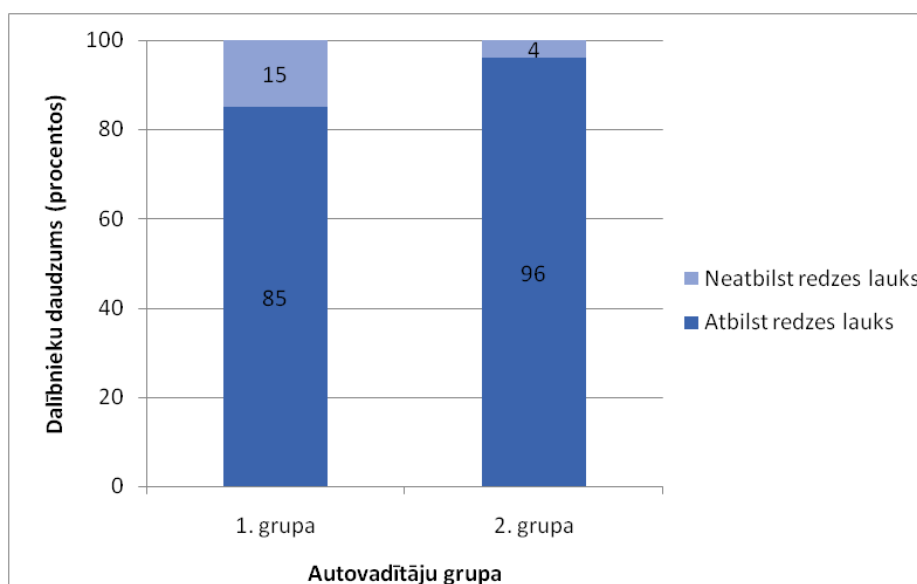
### 2.3.2. Redzes lauks

Kopumā no 100 dalībniekiem redzes lauks netika novērtēts vienam cilvēkam, kuram netika iegūts atbilstošs redzes asums saistībā ar kataraktas esamību, līdz ar to netika apskatīts redzes lauks pirms netiek atrisināta radusies problēma saistībā ar redzes asumu. No 99 dalībniekiem, kuriem tika veikts redzes lauka novērtējums,  $88\pm 3$  % dalībnieku redzes lauks bija atbilstošs Latvijas un Norvēģijas likumdošanas prasībām un  $12\pm 3$  % tas nebija atbilstošs (skat. 2.10.att.).



**2.10. att.** Procentuāls dalībnieku skaita salīdzinājums ar redzes lauka prasību atbilstību±standartklūda.

Lai gan Latvijas likumdošanas tulkojumā nav precīzi iztulkots par vertikālā redzes lauka novērtēšanu, šajā gadījumā pacientiem tika novērota līdzīga atbilstība gan pēc Latvijas, gan Norvēģijas likumdošanas. Taču ieteicams būtu pareizs tulkojums redzes lauka prasībām, lai nepalaistu garām arī defektus vertikālajā redzes laukā. Rezultāti varētu arī atšķirties atkarībā no pielietotā testa vai iekārtas.



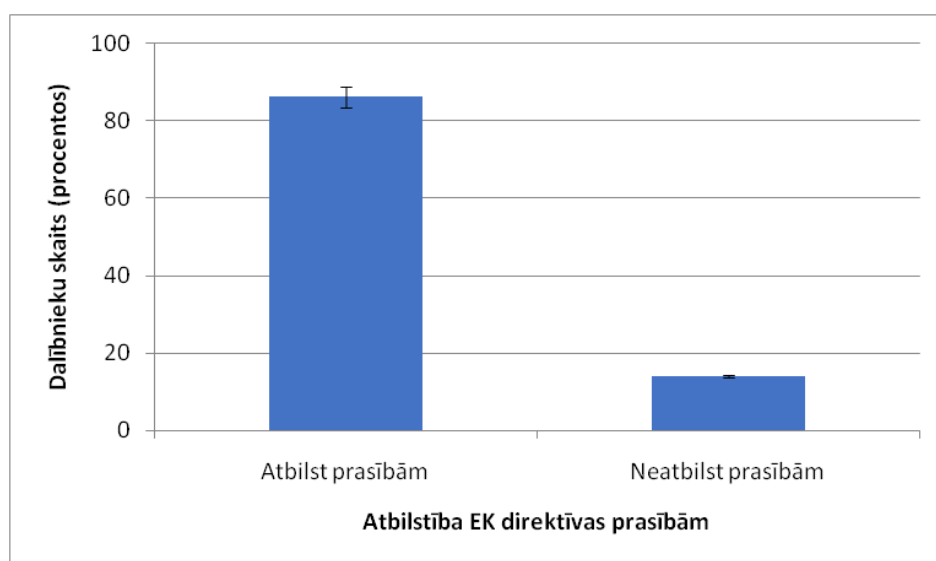
**2.11. att.** Redzes lauka atbilstība starp autovadītāju grupām.

Tika novērots, ka lielākajai daļai mehānisko transportlīdzekļu vadītājiem gan pirmajā, gan otrajā grupā bija atbilstošs redzes lauks EK direktīvas standartam (skat.

2.11. att.). Starp autovadītāju kategorijām un redzes lauka atbilstību noteiktajām prasībām netika atrasta statistiski nozīmīga atšķirība ( $p=0,29$ ).

### 2.3.3. Redzes funkcijas

No visiem 100 dalībniekiem, kopumā  $86\pm 3\%$  redzes funkcijas bija atbilstošas Norvēģijas un Latvijas likumdošanai un  $14\pm 3\%$  tās nebija atbilstošas (skat. 2.12. att.). No visiem dalībniekiem, kuru redzes funkcijas neatbilda standartam, 3 dalībniekiem nebija atbilstošs redzes asums un 12 dalībniekiem nebija atbilstošs redzes lauks, kā arī vienam no dalībniekiem nebija atbilstošs gan redzes asums, gan redzes lauks.



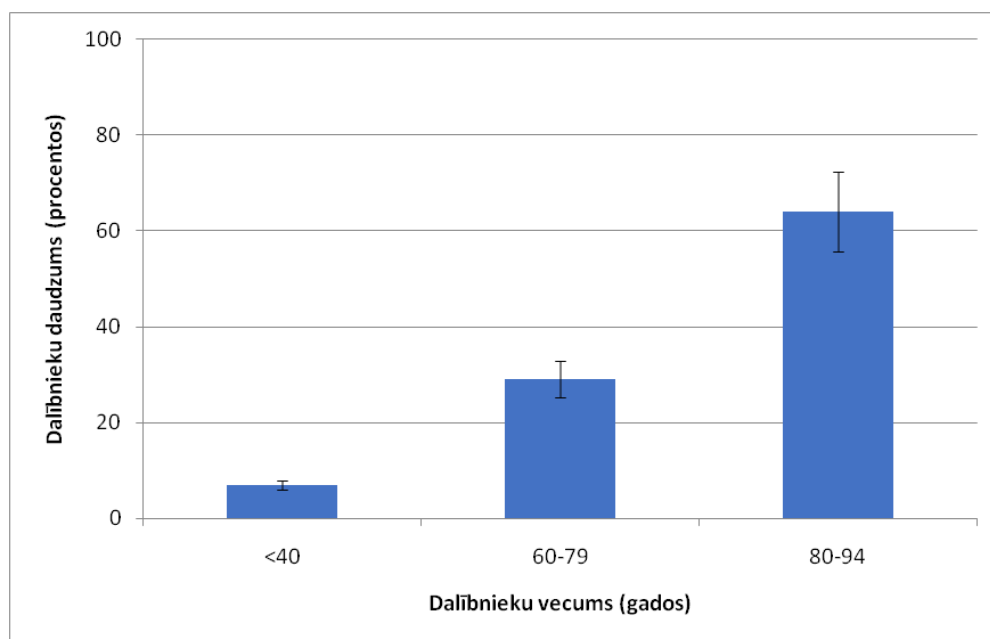
**2.12.att.** Dalībnieku skaita procentuāls sadalījums pēc redzes prasību atbilstības standartklūda.

Redzes raksturs otrās un trešās grupas kategorijai, kur bija iekļauti 25 dalībnieki, 88 % dalībnieku bija binokulāra redze, 8 % – monokulāra redze un vienam dalībniekam netika minēti redzes rakstura mērījumi. Pirmās grupas dalībniekiem 73 % bija binokulāra redze, 11 % bija monokulāra redze, 9 % nebija atbilstošas atbildes un pieciem dalībniekiem netika minēti redzes rakstura mērījumi. Tiem dalībniekiem, kuriem varēja noteikt redzes raksturu (87 dalībnieki), kopumā 89 % bija binokulāra redze un 11 % bija monokulāra redze. Pēc Latvijas un Norvēģijas likumdošanas prasībām nedrīkst būt diplomija otrās un trešās kategorijas transportlīdzekļu vadītājiem, kas šajā gadījumā arī netika atklāts. Kontrastredzes mērījumi dalībniekiem bija normas robežās, vienam dalībniekiem ar redzes korekciju tika iegūta labāka kontrastredze. Vienam dalībniekam bija samazināta kontrastredze, bet arī redzes asums bija uz robežas un redzes lauks nebija atbilstošs, līdz ar to netika atjaunota autovadītāja apliecība.

## 2.4. Diskusija

Ņemot vērā iegūtos datus un ievākto informāciju, tika novērots, ka lielākajai daļai dalībnieku ( $97\pm 2\%$ ), kuri vēlējas iegūt vai atjaunot autovadītāja apliecību, tika iegūts nepieciešamais redzes asums ar vai bez redzes korekcijas.

Izvērtējot iegūtos datus no kopējā dalībnieku skaita  $14\pm 3\%$  redzes funkcijas nebija atbilstošas EK direktīvas standartam. Izvērtējot dalībniekus, kuriem nebija atbilstošas redzes funkcijas, tikai vienam no dalībniekiem vecums bija mazāks par 40 gadiem. No kopējā dalībnieku skaita, kuru redzes funkcijas nebija atbilstošas, 13 dalībnieki bija virs 40 gadu vecuma un no šī skaita 4 bija vecumā no 60 līdz 79 gadiem un lielākā daļa jeb 9 dalībnieki bija vecumā no 80 līdz 94 gadiem.



**2.13. att.** Procentuāls sadalījums dalībniekiem pēc vecuma±standartklūda, kuru redzes funkcijas nebija atbilstošas pēc EK direktīvas standarta.

Zem 40 gadu vecuma redzes funkcijas nebija atbilstošas  $7\pm 7\%$  dalībnieku, vecumā no 60 līdz 79 gadiem  $29\pm 12\%$  dalībnieku un vecumā no 80 līdz 94 gadiem  $64\pm 13\%$  dalībnieku (skat. 2.13. att.).

No kopējā skaita, 3 dalībniekiem netika iegūts atbilstošs redzes asums ar redzi koriģējošām lēcām. Šo dalībnieku vecums ir no 82 līdz 84 gadiem, visi dalībnieki nosūtīti tālāk uz slimnīcu saistībā ar kataraktas iespējamu operāciju. Šo var sasaistīt ar to, ka ar vecumu saistītās redzes problēmas pieaug un viena no visbiežākajām problēmām, kas ietekmē arī braukšanas redzes kvalitāti ir katarakta. Atsaucoties uz *Hwang* un kolēģu

(2018) veikto pētījumu, kur tika noteikts, ka pēc 65 gadu vecuma 50 % dalībnieku bija izveidojusies katarakta. Tas liecina par lielu iespējamību, ka pēc konkrēta vecuma var būt izveidojusies katarakta, kas ietekmē vairākas redzes funkcijas.

Kataraktai ir ietekme arī uz kontrastjutību (Wood, Tyrrell, Chaparro, Marszalek, Carberry, & Chu, 2012). No dalībniekiem ar kataraktu vienam tika novērots kontrastjutības samazinājums, kas var ietekmēt spēju saskatīt uz ceļa bīstamus zema kontrasta šķēršļus. Manda un kolēģu (2019) veiktajā pētījumā par lukturu radīto žilbšanu, noskaidroja, ka vienpusējai kataraktai ir ietekmējošs efekts uz acī noklīdušās gaismas daudzumu un gājēju ievērošanu. Bet, piemēram, Amerikā apdrošināšana sedz vienas acs kataraktas operāciju un, lai tiktu operēta otra acs, ir jābūt pierādāmiem simptomiem, ko nevar uzlabot ar brillu korekciju, it īpaši, ja redzes asums ir normas robežās (Manda, Castle, Hwang, & Peli, 2019). Tāpat Anglijā apskatot kritērijus, kas norāda uz kataraktas operāciju, primāri tiek ņemts vērā redzes asums un reti tiek izmantots kāds acī noklīdušās gaismas daudzuma noteikšanas tests. Bet redzes asumam nav stipra saistība ar acī noklīdušās gaismas daudzumu, tāpēc būtu ieteicams apskatīt piemērotākus testēšanas veidus (Smith, 2002). Tas nozīmē, ka neoperēta katarakta, kas vēl atbilst minimālajām redzes asuma prasībām, var ietekmēt braukšanas drošību, it īpaši nakts braukšanas apstākļos. Tāpēc nozīmīgi būtu attīstīt un apskatīt papildus testus autovadītāju apliecības atjaunošanai kā acī noklīdušās gaismas daudzuma noteikšanas testi, lai nodrošinātu pēc iespējas drošākus braukšanas apstākļus.

Atlikušajiem 12 dalībniekiem tika novērotas redzes lauka izmaiņas, 3 dalībniekiem tika novērotas izmaiņas makulā. Vienam dalībniekam neatbilda gan redzes lauka, gan redzes asuma prasības. No šo dalībnieku skaita 11 dalībniekiem bija pirmās kategorijas autovadītāja apliecība un tikai 1 dalībniekam bija 2. un 3. kategorijas autovadītāja apliecība. Kopumā dalībniekiem ar vecumu radītās izmaiņas var būt ne tikai saistītas ar acu saslimšanām, kas var ietekmēt redzes kvalitāti, bet arī var būt vispārējās organisma saslimšanas, kas arī var ietekmēt redzes kvalitāti. Vienam no dalībniekiem tika novērota centrāla skotoma, kas nevar būt gan pēc Latvijas, gan Norvēģijas likumdošanas. Skotomu lielumam ir korelācija ar lēnāku atpazīšanas ātrumu un novēlotu reakciju gājēju ievērošanā (Bronstad, Bowers, Albu, Goldstein, & Peli, 2013). Tāpēc ir svarīgi veikt redzes lauka izmeklējumus, it īpaši pēc konkrēta vecuma.

Lai gan dalībnieku daudzums, kuriem redzes funkcijas nebija atbilstošas standartam nav liels, tomēr lielākajai daļai no dalībniekiem, kuriem neatbilda redzes funkcijas, tika novērotas tieši redzes lauka izmaiņas. Vienam no dalībniekiem tika novēroti trūkstoši punkti redzes lauka perifērijā, kas pēc standarta neatbilst redzes lauka normām, bet šādos

gadījumos, atkarībā pēc redzes lauka defekta, pacients tiek nosūtīts tālāk pie oftalmologa, kas lemj, vai šāds redzes lauka defekts ietekmētu satiksmes drošību. Citreiz pacientiem tiek iedota atļauja braukt nelielā apgabalā, kur nav intensīva satiksme (piemēram, līdz veikalam, aptiekai), lai būtu iespējams iegādāties pārtiku, it īpaši, ja nav citu veidu kā pārvietoties un ilgstoši ir pārvietojies ar mašīnu. Tāpēc primāri ir ievērot kādas izmaiņas redzes funkcijās, kas var būt iespējams ceļu satiksmes drošības risks, lai tas tiktu izvērtēts padziļināti, ja ir iespējams, arī atrisināts.

Kopumā būtu jāievieš vienota sistēma redzes sistēmas novērtēšanai Eiropā autovadītāja apliecības iegūšanai, bet tam ir nepieciešams pamatojums, kāpēc būtu jāvērtē vairākas funkcijas. Lai iegūtu plašāku sapratni par iespējamu korelāciju ar vecumu radītām redzes problēmām, būtu nepieciešams vēl plašāks pētījums, jo esošajā pētījumā no 100 dalībniekiem tikai 14 dalībniekiem tika atklātas redzes problēmas, kuru ietekmē nevarēja iegūt atbilstoši standartam. No šī skaita, 13 dalībniekiem redzes problēmas bija pēc 60 gadu vecuma, izteiktāk pēc 75 gadu vecuma. Ir vairākas ar vecumu saistītas redzes izmaiņas, kā: ar vecumu saistīta makulas deģenerācija, kas visbiežāk sastopama pēc 65 gadu vecuma (Chader & Taylor, 2013) un ir viens no neatgriezeniskiem redzes zuduma iemesliem pēc 65 gadu vecuma (Srilatha, 2011); kataraktas izplatība palielinās ar vecumu, visaugstākais izplatības līmenis ap 75 gadu vecumu un vecākiem (Klein & Klein, 2013); pacientiem ar cukura diabētu kataraktas izplatība ir divreiz lielāka pēc 65 gadu vecuma (Kiziltoprak, Tekin, Inanc, & Goker, 2019); katarakta, vecuma makulas deģenerācija, atvērta kakta glaukoma, diabētiskā retinopātija un redzes pasliktināšanās izplatība ir izteikti augsta pēc 75 gadu vecuma (Klein & Klein, 2013). Vecums, kurā attīstās ar vecumu saistītas redzes problēmas ir mainīgs dažādos literatūras avotos, bet vairākos avotos pierādīts, ka pēc 65 gadu vecuma ir parādījušās vairākas redzes problēmas un tās ir vēl izteiktākas pēc 75 gadu vecuma. Lai laicīgi spētu novērot acu izmaiņas, tad būtu ieteicams skatīties tādas funkcijas kā redzes lauks, kontrastredze pēc 65 gadu vecuma.

Primāri, apskatot redzes asumu, tiek iegūta informācija par iespēju saskatīt objektus, bet redzes funkcijas ir viena ar otru sasaistītas, līdz ar to dažādas organiskas saslimšanas var izmainīt kontrastredzi, acī nokļīdušās gaismas daudzumu, redzes lauku un citas funkcijas, kas būtu jāievieš mehānisko transportlīdzekļu redzes pārbaudes standartā, vismaz pēc 65 gadu vecuma.

## SECINĀJUMI

1. Lielākajai daļai ( $97\pm 2$  %) no pētāmajiem dalībniekiem redzes asums bija atbilstošs Norvēģijas un Latvijas likumdošanas prasībām.
2. Lielākajai daļai ( $88\pm 3$  %) no pētāmajiem dalībniekiem redzes lauks bija atbilstošs Norvēģijas un Latvijas likumdošanas prasībām.
3. Pēc 65 gadu vecuma būtu ieteicams veikt redzes lauka novērtēšanu pacientiem, lai nepalaistu garām iespējamās izmaiņas redzes funkcijās (piemēram, makulas deģenerācija, katarakta), kas var ietekmēt ceļu satiksmes drošību.
4. Latvijas likuma tulkojums būtu jāprecizē pēc EK direktīvas prasībām iekļaujot arī vertikālo redzes lauku.

## **NOBEIGUMS**

Tā kā lielam daudzumam populācijas ikdienas neatņemama sastāvdaļa ir auto vadīšana, tad jautājums par redzes kvalitātes ietekmi uz mehāniskā transportlīdzekļa vadīšanu būs vēl aktuāls ilgu laiku. Lai gan veiktajā darbā tika izvērtēti vairāki pētījumi par dažādām redzes funkcijām un to ietekmi uz auto vadīšanu, kā arī tika apskatītas dalībnieku redzes funkcijas un to atbilstību mehāniskā transportlīdzekļa vadīšanai, ir vairākas funkcijas, ko vēl būtu lietderīgi izvērtēt. Šajā pētījumā tika novērtēts, ka redzes funkcijas atbilst EK direktīvas noteiktajam standartam lielākajai daļai dalībnieku, gan attiecībā uz redzes asumu, gan redzes lauku.

Šo pētījuma virzienu tālāk var turpināt, izvērtējot dažādas citas funkcijas, piemēram, acī noklīdušās gaismas daudzumu. Tādā veidā novērtējot, kā tās palielināts daudzums ietekmē autovadītāju braukšanu un, vai tas rosina kādas bažas par braukšanu naktī, vai pasliktina redzēšanu līdz bīstamības līmenim. Ir jāsaprot, cik liela ietekme uz braukšanas kvalitāti un drošību ir dažādām redzes funkcijām, un to savstarpējai saistībai, lai veidotos līdzīga redzes kvalitātes procedūra Eiropas Savienībā.

## **PATEICĪBA**

Pateicība maģistra darba vadītājai docentei, dr.phys. Aigai Švedei par palīdzību darba izstrādē.

Pateicība optometristei Inesei Petrovičai par datu ievākšanu un palīdzību jautājumu gadījumā.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Autovadītāju apliecības regulas, redze 4. paragrāfs 9. punkts.* (2004, February 10). Retrieved May 25, 2020, from Helsedirektoratet: [www.helsedirektoratet.no/veiledere/forerkortveilederen/syn-9-13-helsekrav-til-forerkort](http://www.helsedirektoratet.no/veiledere/forerkortveilederen/syn-9-13-helsekrav-til-forerkort)
- Bronstad, P. M., Bowers, A. R., Albu, A., Goldstein, R., & Peli, E. (2013). Driving with Central Field Loss I: Effect of Central Scotomas on Responses to Hazards. *JAMA Ophthalmology* , 303-309.
- Chader, G. J., & Taylor, A. (2013). Preface: The Aging Eye: Normal Changes, Age-Related Diseases, and Sight-Saving Approaches. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 1-4.
- Commission Directive 2009/113/EC.* (2009, August 25). Retrieved May 20, 2020, from Official Journal of the European Union: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/113/oj>
- Cross, J. M., McGwin, G. J., Rubin, G. S., Ball, K. K., West, S. K., Roenker, D. L., et al. (2009). Visual and Medical Risk Factors for Motor Vehicle Collision Involvement Among Older Drivers. *The British Journal of Ophthalmology* , 400-404.
- Directive 2006/126/EC of the European Parliament and of the Council.* (2006, December 20). Retrieved May 20, 2020, from Official Journal of the European Union: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/126/oj>
- Easa, S. M., Reed, M. J., Russo, F., Dabbour, E., Mehmood, A., & Curtis, K. (2010). Effect of Increasing Road Light Luminance on Night Driving Performance of Older Adults. *International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 201-208.
- Franssen, L., Taberner, J., Coppens, J. E., & van den Berg, T. J. (2007). Pupil Size and Retinal Straylight in the Normal Eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 2375-2382.
- Hwang, A. D., Tuccar-Burak, M., Goldstein, R., & Peli, E. (2018). Impact of Oncoming Headlight Glare With Cataracts: A Pilot Study. *Frontiers in Psychology* , 1-14.
- Kasneci, E., Sippe, K., Aehling, K., Heister, M., Rosenstiel, W., Schiefer, U., et al. (2014). Driving with Binocular Visual Field Loss? A Study on a Supervised on-road Parcours with Simultaneous Eye and Head Tracking. *PLoS One* , 1-13.
- Kimlin, J. A., Black, A. A., & Wood, J. M. (2017). Nighttime Driving in Older Adults: Effects of Glare and Association With Mesopic Visual Function. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 2796-2803.
- Kiziltoprak, H., Tekin, K., Inanc, M., & Goker, Y. S. (2019). Cataract in Diabetes Mellitus. *World Journal of Diabetes* , 140-153.

Klein, R., & Klein, B. E. (2013). The Prevalence of Age-Related Eye Diseases and Visual Impairment in Aging: Current Estimates. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 1-9.

Little, J.-A., Tromans, C., Blackmore, A., & O'Brien, M. (2017). *Visual Standards for Driving in Europe*. European Council of Optometry and Optics.

Liutkevičienė, R., Čebatorienė, D., Liutkevičienė, G., Jašinskas, V., & Žaliūnienė, D. (2013). Associations Between Contrast Sensitivity and Aging. *Medicina* , 273-277.

*LM kabineta noteikumi Nr. 940*. (2011, December 6). Retrieved January 2, 2020, from Likumi: <https://likumi.lv/doc.php?id=241587>

*LR Ceļu satiksmes likums*. (1997, October 21). Retrieved May 25, 2020, from Latvijas Vēstnesis 274/276: [www.vestnesis.lv/ta/id/45467-celu-satiksmes-likums](http://www.vestnesis.lv/ta/id/45467-celu-satiksmes-likums)

Manda, S., Castle, R., Hwang, A. D., & Peli, E. (2019). Impact of Headlight Glare on Pedestrian Detection with Unilateral Cataract. *Proceedings of the International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design* , 36-42.

Owsley, C. (2011). Aging and Vision. *Vision Research* , 1610-1622.

Owsley, C., & McGwin Jr, G. (2010). Vision and Driving. *Vision Research* , 2348-2361.

Owsley, C., McGwin, G. J., Sloane, M., Wells, J., Stalvey, B. T., & Gauthreaux, S. (2002). Impact of Cataract Surgery on Motor Vehicle Crash Involvement by Older Adults. *JAMA* , 841-849.

Rubin, G. S., Ng, E. S., Bandeen-Roche, K., Keyl, P. M., Freeman, E. E., & West, S. K. (2007). A Prospective, Population-Based Study of the Role of Visual Impairment in Motor Vehicle Crashes among Older Drivers: The SEE Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 1483-1491.

Shandiz, J. H., Derakhshan, A., Daneshyar, A., Azimi, A., Moghaddam, H. O., Yekta, A. A., et al. (2011). Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *Journal of Ophthalmic & Vision Research* , 26-31.

Smith, G. (2002). Disability Glare and its Clinical Significance. *Optometry Today* , 34-37.

Srilatha, B. (2011). A Review on Age Related Eye Diseases and their Preventive Measures. *Journal of Clinical & Experimental Ophthalmology* , 1-5.

van den Berg, T. J., Franssen, L., & Coppens, J. E. (2010). Ocular Media Clarity and Straylight. In D. A. Dartt, J. C. Besharse, & R. Dana, *Encyclopedia of the Eye* (Vol. deel 3, pp. 173-183). Elsevier.

van den Berg, T. J., van Rijn, L. R., Kaper-Bongers, R., Vonhoff, D., Völker-Dieben, H., Grabner, G., et al. (2009). Disability Glare in the Aging Eye. Assessment and Impact on Driving. *Journal of Optometry* , 112-118.

van Rijn, L. (2005). *New Standards for the Visual Functions of Drivers*. Brussels: The Eyesight Working Group.

Wood, J. M., & Carberry, T. P. (2006). Bilateral Cataract Surgery and Driving Performance. *The British Journal of Ophthalmology* , 1277-1280.

Wood, J. M., Tyrrell, R. A., Chaparro, A., Marszalek, R. P., Carberry, T. P., & Chu, B. S. (2012). Even Moderate Visual Impairments Degrade Drivers' Ability to See Pedestrians at Night. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* , 2586-2592.

Wood, J., Chaparro, A., Carberry, T., & Chu, B. (2010). Effect of Simulated Visual Impairment on Nighttime Driving Performance. *Optometry and Vision Science* , 379-386.

Maģistra darbs „Autovadītāju redzes kvalitātes novērtējums” izstrādāts LU Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā noslēguma darba elektroniskā versija parakstīta ar drošu elektronisko parakstu.

Autors: \_\_\_\_\_ Krista Mize  
(studenta paraksts)

Rekomendēju/nerekomendēju maģistra darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: docente, Dr.Phys. Aiga Švede \_\_\_\_\_ 27.05.2020.  
(vadītāja paraksts) (datums)

Recenzents: docents, Dr.Phys. Pēteris Cikmačs

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā 27.05.2020.

Dekāna pilnvarotā persona: metodiķe Lāsma Štāle \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts)

Darbs aizstāvēts Valsts pārbaudījuma komisijas sēdē

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.2020. protokola Nr. \_\_\_\_\_

Komisijas sekretārs: lektore Anete Petrova \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts)