

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE
OPTOMETRIJAS UN REDZES ZINĀTNES NODAĻA

**ATSTAROTĀJA NOVIETOJUMA IETEKME UZ
GĀJĒJA PAMANĀMĪBU SLIKTAS REDZAMĪBAS
APSTĀKĻOS**

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Kaiva Lūse**

Stud. apl. Nr. kl 08135

Darba vadītāji: Prof. Dr. Hab. Phys. **Māris Ozoliņš**

MSc Varis Karitāns

RĪGA 2010

KOPSAVILKUMS

Maģistra darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, datorsalikumā uz 57 lapām. Tas satur 36 attēlus, 3 tabulas, 1 pielikumu un 36 atsauces uz literatūras avotiem.

Atslēgas vārdi: gājēju uztvere, gājēju atpazīšana, retroreflektīvas brīdinājuma zīmes, sniegs, slikta redzamība.

Darba mērķis: Noskaidrot atstarojošo materiālu ietekmi uz gājēju atpazīšanu sliktas redzamības apstākļos.

Dalībnieki: Eksperimentā piedalījās 17 dalībnieki vecumā no 20 – 30 gadiem. Visi dalībnieki bija emetropi vai korigēti emetropi. Eksperimentā piedalījās 3 vīrieši un 17 sievietes.

Metode: Tika izstrādāta datorprogramma darba mērķu īstenošanai.

Rezultāti un secinājumi:

1. Izdevās izveidot stimulus, datorprogrammu un iekārtu darba mērķu sasniegšanai, kā arī testēt dalībniekus un iegūt rezultātus, kas tika izmantoti tālākā apstrādē;
2. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks snigšanas laikā ir lielāks, nekā skaidras nakts laikā, taču gājēja atpazīšanas laiks atkarībā no snigšanas nemainās;
3. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks ir atšķirīgs dažādu retroreflektoru izvietojumu gadījumos;
4. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks ir mazāki vai tādi paši kā citu retroreflektoru novietojumu gadījumos, ja retroreflektora kustības amplitūda ir lielāka un augstums no zemes līdzīgāks auto lukturu augstumam no zemes. Visbiežāk visātrāk tika pamanīti un atpazīti retroreflektori novietojumos „Celis” un „Delna”;
5. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiki un gājēja atpazīšanas laiki nav atšķirīgi dalībniekiem ar un bez autovadītāja apliecības;
6. Mūsu eksperimenta apstākļos atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks visticamāk ir savstarpēji nesaistīti procesi uztverē.

ABSTRACT

Master thesis is written in Latvian, in computer typesetting on 57 pages. It contains 36 figures, 3 tables, 1 appendix. There are 36 references to literature sources.

Keywords: pedestrian perception, pedestrian recognition, retroreflective markings, snow, reduced visibility.

Aim: Locate places of retroreflective material positioning on pedestrians' body to gain best visibility and recognition.

Subjects: 17 people (age 20 – 30 years old) participated in the experiment. All of them had normal or corrected to normal vision. 3 of them were male, 14 female subjects.

Method: Computer program was created for achievement of set up aims.

Results and conclusions:

1. We managed to create a videos, computer program and equipment required in achievement of thesis goals, as well as to test participants and obtain results, that were used for further processing;
2. The noticing time interval of reflecting element during snowfalls is longer than during a clear night, but the recognition time interval of a pedestrian does not change significantly depending on snowfall;
3. The noticing time interval of retroreflecting element and the recognition time interval of a pedestrian vary in different cases of retroreflector placement;
4. The noticing time interval of retroreflecting element and the recognition time interval of a pedestrian are shorter or the same as in other cases of retroreflector placement if motion amplitude of retroreflector is larger and the height from the ground is more similar to car lights height from the ground. Most often the fastest were noticed and recognized retroreflectors at placements "Knee" and "Palm";
5. The noticing time interval of reflecting element and the recognition time interval of a pedestrian are not different for participants with and without a driver's license;
6. Considering the conditions of our experiment, the noticing time interval of reflecting element and the recognition time interval of a pedestrian are most probably unrelated processes of perception.

SATURA RĀDĪTĀJS

APZĪMĒJUMU SARAKSTS	1
IEVADS	2
1. LITERATŪRAS PĀRSKATS	4
1.1. Gaismu atstarojošie materiāli	4
1.1.1. Difūzi un spoguļ-atstarojoši materiāli	4
1.1.2. Retroreflektīvi materiāli	5
1.2. Ceļu satiksmes drošība	7
1.2.1. Ceļu satiksmes negadījumus izraisošie faktori	7
1.2.2. Samazināta apgaismojuma ietekme uz ceļu satiksmes negadījumu norisi	8
1.2.3. Līdzekļi ceļu satiksmes drošības uzlabošanai	9
1.2.4. Retroreflektoru izvietojuma ietekme uz gājēja savlaicīgu pamanīšanu	9
1.3. Bioloģiskās kustības uztvere un analīze galvas smadzenēs	14
1.3.1. Bioloģiskā kustība	14
1.3.2. Bioloģiskās kustības uztveres modeļi	15
1.3.3. Stimula pazīmju nozīmība bioloģiskās kustības uztverē	18
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	26
2.1. Eksperimentālās daļas shematisks attēlojums	26
2.2. Eksperimentu sagatavošana	27
2.2.1. Eksperimenta stimulu izveide	27
2.2.2. Eksperimenta datorprogrammas izveide	30
2.3. Eksperimenta dalībnieki, veikšanas apstākļi un norise	33
2.4.1. Datu strukturēšana	36
2.4.2. RR novietojuma ietekme uz AEPL	37
2.4.2. RR novietojuma ietekme uz GAL	41
2.4.3. AEPL un GAL savstarpējā mijiedarbība	44
2.4.4. Sniega ietekme uz AEPL un GAL	46
2.4.5. Autovadītāju un ne-autovadītāju sniegumu salīdzinājums	47
2.5. Rezultātu apkopojums un analīze	47
SECINĀJUMI	52
NOBEIGUMS	52
PATEICĪBAS	53
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	54
PIELIKUMS	57

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

- AE – atstarojošs elements;
- AM – atstarojošs materiāls;
- AEPL – atstarojošā elementa pamanīšanas laiks;
- AS – ar sniegu;
- AV – auto vadītāji;
- BK – bioloģiskā kustība;
- BS – bez sniega;
- CS – ceļu satiksme;
- GAL – gājēja atpazīšanas laiks;
- GS – galvas smadzenes;
- ES – Eiropas Savienība;
- neAV – dalībnieki bez auto vadītāja apliecības;
- RR – retroreflektors.

IEVADS

Maģistra darbā pētīta gājēju pamanāmība un atpazīstamība, izmantojot dažādās ķermeņa vietās izvietotus atstarotājus. Katru gadu ES (Eiropas Savienībā) aptuveni 30 000 cilvēku iet bojā CS (ceļu satiksmes) negadījumos, no kuriem aptuveni 15% ir gājēji (aptuveni 4500 cilvēki) [1]. Pasliktinātai redzamībai ir milzīga ietekme uz ceļu satiksmes negadījumu skaitu. Salīdzinājumam, alkohola lietošanai uz ceļu satiksmes negadījumu skaitu ir mazāka ietekme kā samazinātai redzamībai [2].

Atstarojošie materiāli būtiski uzlabo gājēju pamanīšanu nakts laikā. Gājējs, tērpiet viscaur melnās drēbēs, autovadītājam kļūst redzams 40 metru attālumā [3]. Šāds attālums nav pietiekošs, lai auto, kas pārvietojas ar 80 km/h, paspētu apstāties [4]. Atkarībā no atstarotāja izvietojuma veida uz gājēja ķermeņa, attālumu, kādā tiek pamanīts gājējs, var palielināt 2 – 5 reizes [3]. Ir noskaidrots, ka gājēji būtiski pārvērtē attālumu, kādā tiek pamanīti gan tad, kad uz to ķermeņiem ir AE (atstarojoši elementi), gan tad, kad to nav [5].

Nesen ir publicēti vairāki pētījumi par atstarotāju izvietojumu gājēju labākai pamanīšanai [6,7,8]. Taču, autoresprāt, literatūrā pietrūkst ziņu par atstarotāju izvietojuma ietekmi uz gājēju pamanīšanu lietus un sniega apstākļos.

Darba mērķis: Noskaidrot atstarojošo materiālu ietekmi uz gājēju atpazīšanu sliktas redzamības apstākļos.

Hipotēzes:

1. Gājēju pamanīšana un atpazīšana tumsā un krītoša sniega apstākļos ir sliktāka, kā skaidras nakts laikā;
2. AEPL (atstarojošo elementu pamanīšanas laiks) un GAL (gājēja atpazīšanas laiks) ir atšķirīgs dažādu retroreflektora izvietojumu gadījumos;
3. AEPL un GAL ir mazāki, ja retroreflektora kustības amplitūda ir lielāka;
4. AEPL un GAL ir atšķirīgs dalībniekiem ar un bez autovadītāja apliecības;
5. AEPL un GAL ir saistīti notikumi novērotāja uztverē.

Darba uzdevumi:

1. Izveidot video stimulus un iekārtu eksperimenta veikšanai;
2. Testēt dalībniekus;
3. Veikt aprēķinus, datu analīzi un izdarīt secinājumus.

Darba struktūra:

Maģistra darbs ir veltīts autores bakalaura darbā aizsāktā pētījuma par kustības uztveri iegūto zināšanu praktiskam pielietojumam. Darba teorētiskā analīze sastāv no literatūras pētījuma par:

- a) atstarojošiem un RR (retroreflektīviem) materiāliem;
- b) CS negadījumu veicinošajiem apstākļiem;
- c) AE izvietoējuma ietekmi uz gājēju pamanīšanu;
- d) formas un kustības informācijas ietekmi uz gājēju pamanīšanu un atpazīšanu;
- e) maģistra darbā tiek turpināts bakalaura darbā aizsāktais literatūras pētījums par BK (bioloģiskās kustības) uztveri un analīzi GS (galvas smadzenēs).

Ar literatūras pētījuma pirmo daļu iespējams iepazīties Kaivas Lūses 2008. gadā izstrādātajā bakalaura darbā „Bioloģiskās kustības uztvere optiski trokšņainā vidē”.

1. LITERATŪRAS PĀRSKATS

1.1. Gaismu atstarojošie materiāli

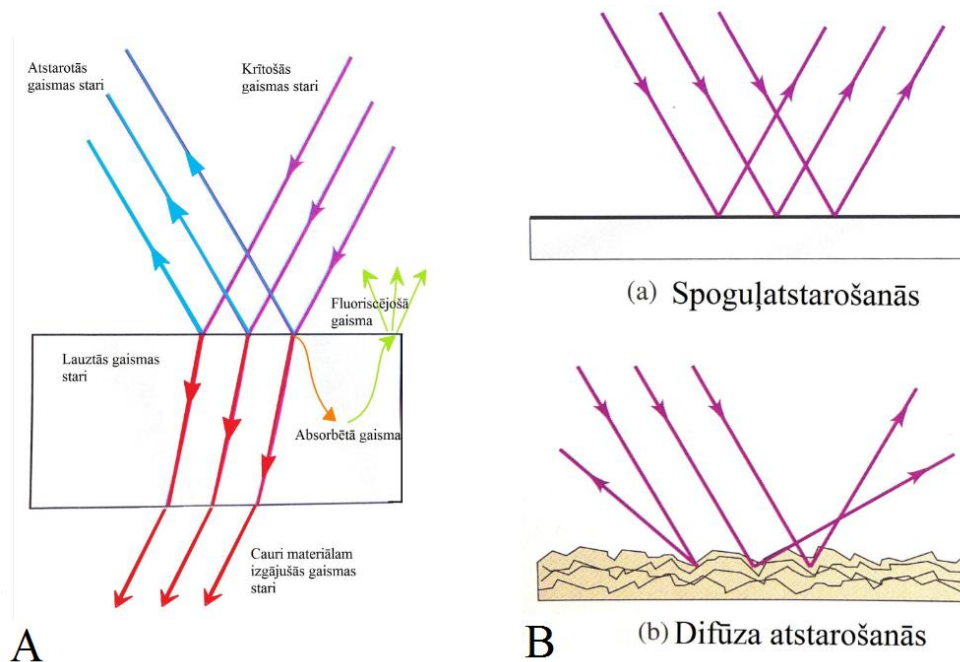
1.1.1. Difūzi un spoguļ-atstarojoši materiāli

Atstarošanās ir viļņa frontes virziena maiņa uz robežvirsmas starp divām vidēm, kad viļņa fronte atgriežas vidē, no kuras nākusi [9]. Turpmāk darbā termins „atstarošana” attiecas uz gaismas staru atstarošanu.

Uz jebkura materiāla virsmas krītošā gaisma var tikt absorbēta, atstarota, iziet cauri materiālam vai tikt pārveidota fluorescencē (skat. 1.1.att. A). Gaismas atstarošanās vērojama ikreiz, kad saskaras divas virsmas ar atšķirīgiem gaismas laušanas koeficientiem.

Gaismas atstarošanās no materiāla virsmas var notikt vairākos veidos:

- spoguļveida atstarošanās – leņķis, ko veido krītošais stars ar normāli pret virsmu ir vienāds ar atstarotā stara veidoto leņķi ar normāli;
- difūza atstarošanās – uz materiāla virsmas krītošs stars tiek atstarots visos virzienos (skat. 1.1.att. B) [9];



1.1.att. Gaismas stara gaita pēc saskares ar cita materiāla virsmu [9]

Lielākā daļa ikdienā sastopamo materiālu virsmu gaismu atstaro jauktā veidā.

1.1.2. Retroreflektīvi materiāli

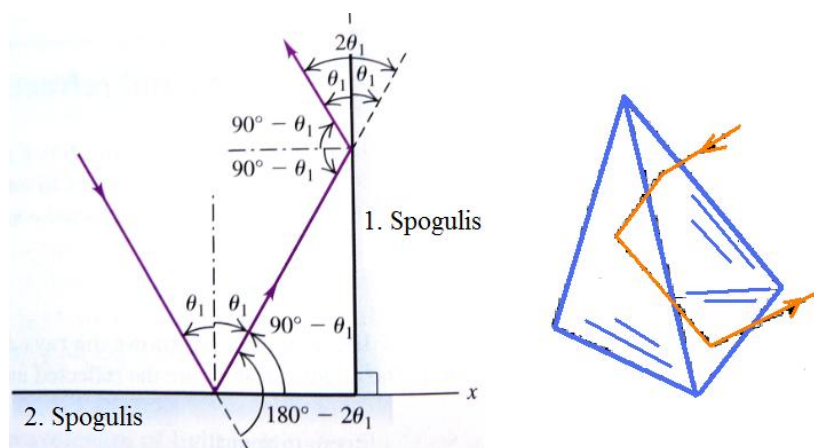
RR virsma krītošo staru nevis vienkārši atstaro, bet atstaro atpakaļ krītošam staram paralēli vai tuvu tam. Tātad visi RR materiāli ir atstarojoši, taču ne visi atstarojošie materiāli ir RR.

RR materiāli tiek plaši izmantoti CS drošības uzlabošanā (brīdinājuma apzīmējumos uz ceļa, ceļazīmēs, uz velosipēdiem, gājējiem u.c.), signāla pārvadē, digitālajās kamerās u.c.

Šo materiālu izgatavošanai tiek izmantoti divi galvenie principi.

1.1.2.1. Atstarošanās no 3 plakņu kakta

Trīsplakņu kaktu veido trīs savstarpēji perpendikulāri novietoti spoguļi. Stars, kas krīt kaktā, no kakta iziet starojuma avota virzienā. Spoguļu vietā var izmantot materiāla pilnīgo iekšējo atstarošanu pie noteikta gaismas stara krišanas leņķa (skat. 1.2.att.) [9].

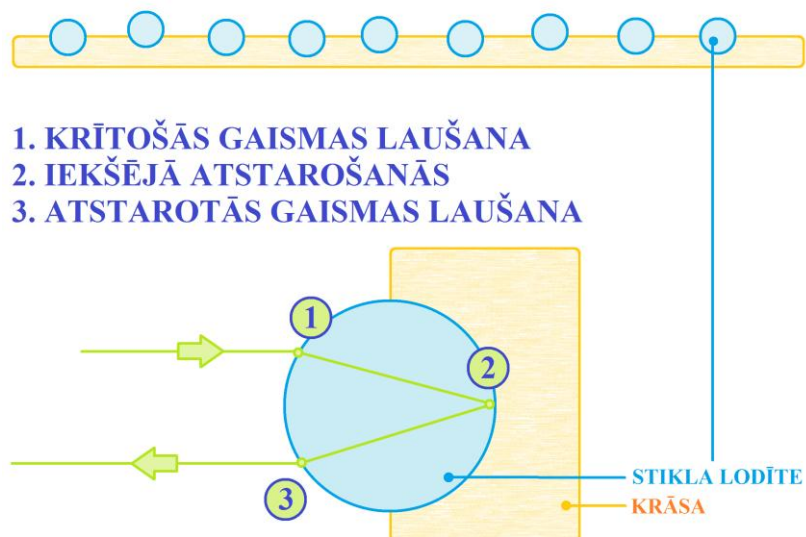


1.2.att. Gaismas stara atstarošanās no 2 un 3 plakņu kakta [9]

1.1.2.2. Atstarošanās no sfēriska ieliekta spoguļa (kaķa acs RR)

Šī RR izveidē tiek izmantota caurspīdīga sfēra, kuras mugurējā daļa ir noklāta ar spoguļojošu materiālu. Sfēras materiāla laušanas koeficients tiek izraudzīts pēc iespējas tuvāks $n = 2$, lai tajā lūstošie stari sakopotos fokusā – uz spoguļojošā materiāla (skat. 1.3.att) [10]. Šāds „kaķa acs” RR princips tiek plaši izmantots RR lentu, plēvju, CS zīmju un horizontālo apzīmējumu izveidē.

Stikla lodītes iestrādātas ceļa apzīmējuma krāsā



1.3.att. Kaķa acs RR pielietojums horizontālajos ceļu apzīmējumos

Pārējo RR izveidē tiek izmantoti iepriekš minētie RR darbības pamatprincipi. Ceļu satiksmē izmantoto RR atstarotā gaisma nav ideāli sakopota gaismas avota virzienā. Šāda situācija būtu nevēlama, jo tad visa gaisma tiktu atstarota automašīnas lukturu augstumā. RR materiālu atstarojuma sadalījums ir mazliet difūzs, lai materiālu pamanītu autovadītājs. Tomēr spilgtāk gaismu RR materiāls atstaro, to novērojot automašīnas riepu augstumā [11].

1.1.2.3. Retroreflektīvo materiālu pielietošanas standarti

Praksē tiek pielietoti dažādi ar RR materiālu izmantošanu saistīti standarti. CIE (*Commission Internationale d'Eclairage*) nolikumi Nr. 54 un 72 raksturo RR materiālu īpašību definīcijas, to kvantitatīvu noteikšanu un praktisku pielietošanu. CIE nolikumi Nr. 73, 74 un 113 raksturo ceļa apzīmējumos izmantoto RR īpašības un to nolietojumu [12].

ASTM (*American Society for Testing and Materials*) tīmekļa vietnē ir pieejams standarts ar sērijas numuru ASTM E1501 - 99(2004) "Standarta instrukcija retroreflektīvu gājēja atpazīšanas zīmju fotometriskajām īpašībām redzamības uzlabošanai naktī" [13].

Šajā nodaļā tiek izskaidrota atšķirība starp atstarojošiem un retroreflektīviem materiāliem. Tā kā darbs nav veltīts materiālu pētījumiem, vienkāršības labad turpmāk tekstā tiek lietots arī termins „atstarotājs” un „atstarojošs materiāls”, ar pēdējo apzīmējot retroreflektoru.

1.2. Ceļu satiksmes drošība

1.2.1. Ceļu satiksmes negadījumus izraisīšie faktori

Pagājušā gadsimta sešdesmitajos un septiņdesmitajos gados veiktajos pētījumos tika parādīts, ka redzes lauka izmaiņas, izmainīta krāsu redze un slikta stereoredze tieši nekorelē ar izraisīto avāriju skaitu [14]. Parasti avāriju neizraisa viens iemesls, bet gan dažādu iemeslu summēšanās. Faktoru, kas izraisa CS negadījumus, skaits mērāms simtos un pat tūkstošos, ko var saistīt ar dažādām norisēm pašā vadītājā, automašīnā vai apkārtējā vidē. Hills savā 1980.gadā veiktajā literatūras pētījumā apkopojis būtiskākos no tiem:

1. Uzmanības novēršana;
2. Skatīšanās, bet neieraudzīšana, ko var izsaukt sekojoši iemesli:
 - 2.1. Bojāta redze autovadītājam;
 - 2.2. Redzes un uztveres apgrūtinājumi normāli redzošam vadītājam:
 - 2.2.1. Ierobežojumi perifērijā;
 - 2.2.2. Ierobežojumi redzes kontrastjutībā, asumā utt.;
 - 2.2.3. Nomaskēti mērķi (šķēršļi, satiksmes dalībnieki utt.);
 - 2.2.4. Uzmanības ierobežojumi;
 - 2.2.5. Paļāvība uz citiem satiksmes dalībniekiem, negaidīti notikumi uz ceļa;
 - 2.2.6. Interpretācijas problēmas;
 - 2.3. Fizikāli redzes ierobežojumi:
 - 2.3.1. Samazināta redzamība laika apstākļu dēļ;
 - 2.3.2. Samazināta redzamība auto konstrukcijas vai pasažieru novietojuma dēļ;
 - 2.3.3. Aktīva satiksme;
 - 2.3.4. Ceļa ģeometriskās īpašības, apbūve utt;
 - 2.4. Dažādu cēloņu mijiedarbība;
3. Nepareiza ātruma novērtēšana;
4. Neatbilstoša situācijas interpretēšana [14].

1.2.2. Samazināta apgaismojuma ietekme uz ceļu satiksmes negadījumu norisi

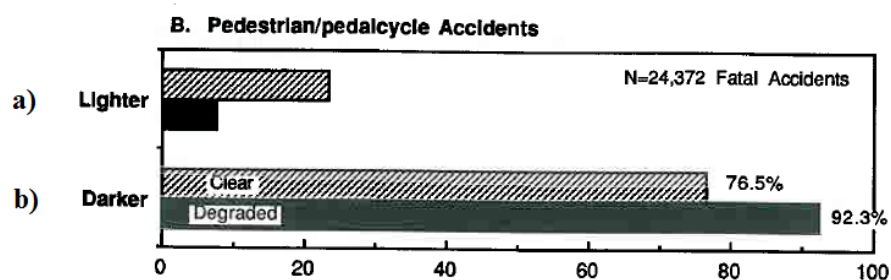
Diennakts tumšajā laikā notiekošo letālo avāriju skaits ir nozīmīgi liels, ņemot vērā to, ka nakts laikā satiksme ir ievērojami samazināta [2].

2006. gadā veiktajā J.Plainis un kolēģu pētījumā tika analizēta CS negadījumu letalitāte diennakts gaišajā un tumšajā laikā, kā arī uz ceļiem ar ceļu apgaismojumu un bez tā (ar terminu „letalitāte” ir domāts, cik procentuāli daudz avāriju ir bijis letāls iznākums no visām notikušajām avārijām) [16]. Apvienotajā Karalistē no 1995. – 2004. gadam diennakts tumšajā laikā notikušo avāriju letalitāte bijusi aptuveni divas reizes lielāka kā gaišā diennakts laikā notikušo avāriju letalitāte. Nakts laikā uz apgaismotiem ceļiem notikušo negadījumu letalitāte šajā pat laika posmā bijusi vairāk kā divas reizes mazāka kā uz neapgaismotiem ceļiem notikušo avāriju letalitāte. Salīdzinājumam pētījumā izmantoti CS negadījumu dati no Grieķijas. Laika posmā no 1995. – 2001. gadam nakts laikā uz neapgaismotiem ceļiem notikušo avāriju letalitāte bijusi aptuveni 3 reizes lielāka kā uz apgaismotiem ceļiem [15].

Ovens un Sivak (*Owens, Siwak*) CS negadījumu pētījumā tika apkopoti un analizēti apstākļi, kādos ASV notikušas letālās avārijas krēslas laikā no 1980. – 1990. Gadam [2]. 1.4. attēlā parādīts letālo avāriju, kurās iesaistīti gājēji un riteņbraucēji, sadalījums:

- a) krēslas gaišākajā laikā skaidros un traucētas redzamības apstākļos;
- b) krēslas tumšākajā daļā skaidros un traucētas redzamības apstākļos.

Traucēta redzamība sevī ietvēra miglu un nokrišņus. Krēslas gaišākās daļas apstākļos avārijas notikušas attiecīgi 23,5% un 7,7% gadījumu. Krēslas tumšākās daļas apstākļos avārijas notikušas attiecīgi 76,5% un 92,3% gadījumu [2].



1.4.att. Nāvējošo CS negadījumu, kuros iesaistīti gājēji un riteņbraucēji sadalījums atkarībā no krēslas apgaismojuma un laika apstākļiem [2]

Tātad, samazinātam apgaismojumam un redzamībai ir būtiska ietekme uz CS negadījumu skaitu un gājēju letalitāti.

1.2.3. Līdzekļi ceļu satiksmes drošības uzlabošanai

Kvan (*Kwan*) un Mapstone 2004. gada publikācijā veikts pētījumu apkopojums un izvirzītas vispārīgs tēzes par gājēju un velosipēdistu drošību palielinošiem līdzekļiem:

- a) fluoriscējoši materiāli dzeltenā, sarkanā un oranžā krāsā uzlabo gājēju pamanīšanu dienas laikā;
- b) lampas, flikerējošas gaismas un RR materiāli uzlabo gājēju redzamību naktī;
- c) RR materiāli, kas izvietoti BK veidā, uzlabo gājēju un velosipēdistu pamanāmību [6].

Autori nonāca pie šādiem secinājumiem:

- a) redzamību uzlabojoši līdzekļi palielina varbūtību, ka autovadītājs pamanīs gājēju (vai velosipēdistu) ātrāk;
- b) pētījumi nedod viennozīmīgas sakarības un atbildes, kā nodrošināt gājēju un velosipēdistu drošību uz ceļa [6].

1.2.4. Retroreflektoru izvietojuma ietekme uz gājēja savlaicīgu pamanīšanu

Daudzos eksperimentos ir pierādīts, ka atstarotāju novietojumam uz ķermeņa ir nozīme gājēju savlaicīgā pamanīšanā un atpazīšanā [6].

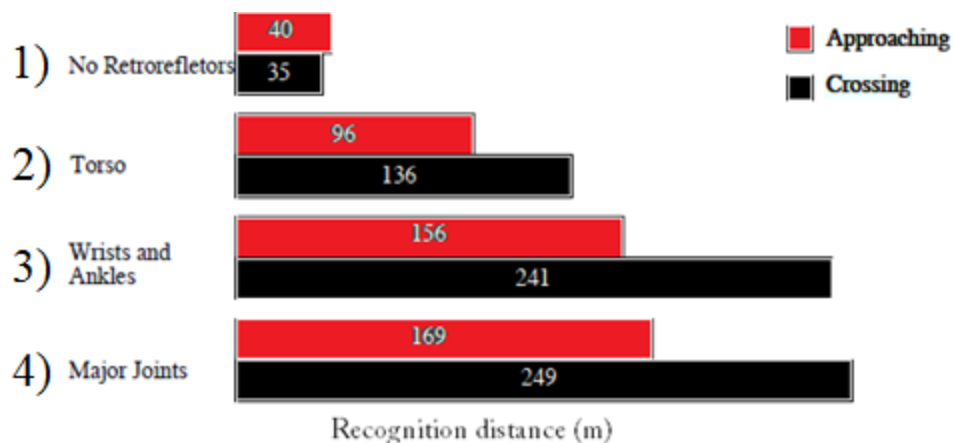
RR efektivitāti ietekmē vairāki parametri – atstarotās gaismas daudzums, kontrasts, laukums, izturība un izvietojums uz gājēja ķermeņa. Ne vienmēr uztvertais RR tiks atpazīts kā gājējam piederošs [3].

J.Luomas un kolēģu 1996. gadā publicētajā lauka eksperimentā (*field study*) [3] tika noteikta dalībnieku spēja atpazīt gājējus ar dažādi izvietotiem RR tumsā, dalībniekiem atrodoties braucošā automašīnā. Dalībniekiem bija jāspiež poga, tiklīdz tie pamanīja gājēju. Gājējiem bija viens no četrām veidu apģērbjiem:

- 1) **bez RR;**
- 2) **RR uz rumpja** (vertikāli piestiprināti 1.3 cm plati RR uz abiem pleciem un 2.6 cm plata josla ap krūtīm);
- 3) **RR ap potītēm un delnas locītavām** (sešas RR lentas, katra 2.6 cm plata, no kurām divas piestiprinātas pie delnu locītavām, pārējās četras – pie potītēm);

4) **RR ap galvenajām ķermeņa locītavām** (vienpadsmit RR lentas, no kurām katra 1 cm plata – viena ap ķermeni gurnu rajonā, četras ap katru kāju ceļa un potītes rajonā un sešas ap roku delnas, elkoņa un plecu rajonā). Turpmāk šādā veidā izvietoti RR tiek saukti par **BK** (bioloģiskās kustības) **izvietojumu**.

Pētījuma rezultāti parādīti 1.5.att. [3].



1.5. att. Attālums, kurā dalībnieki atpazīna gājēju katrā no apģērba veida gadījumiem. Sarkanā krāsā attēlots gadījums, kad gājējs kustas auto braukšanas virzienā, melnā krāsā – kad gājējs šķērso ceļu. Uz ordinātu ass atlikts atstarotāju izvietojuma veids, uz abscisu ass – attālums no gājēja, kurā notikusi tā pamanīšana. Statistiski nozīmīga atšķirība netika novērota, salīdzinot 3. (delnu un potīšu) un 4. (BK) gadījumos iegūtās datu kopas. Salīdzinot pārējos gadījumus, datu kopas bija statistiski nozīmīgi atšķirīgas [3]

Var secināt, ka, izvietojot RR uz gājēja ekstremitātēm, palielinās gājēju atpazīšanas laiks (GAL).

1.2.4.1. Autovadītāja vecuma, ceļa apgaismojuma un RR izvietojuma ietekme uz GAL

CS negadījumus visbiežāk izraisa nevis viens apstākļis, bet to summēšanās. Nozīmīgi ir noskaidrot, vai BK izcelšana ietekmē GAL dažādos apstākļos.

Vuda (*Wood*) un kolēģu 2005. gadā publicētajā pētījumā [7] tika kvantitatīvi noteikta jaunu un vecāku vadītāju spēja pamanīt gājēju ceļa malā, naktī, apžilbinājuma klātbūtnē un bez tā. Tika pētīta dažādu gājēju apģērbu un automašīnas radītā ceļa apgaismojuma ietekme uz rezultātiem.

Četri apģērbu veidi, kas tika izmantoti pētījumā bija šādi:

- 1) **melnais gadījums** (*black*) – melna jaka (2% atstarojoša), melnas bikses, melni cimdi un melnas kurpes;
- 2) **baltais gadījums** (*white*) - liela, balta kokvilnas jaka (68% atstarojoša), balti cimdi, baltas kokvilnas zeķubikses un balti apavi;
- 3) **vestes gadījums** (*vest*) - apģērbs tāds pats, kā melnajā gadījumā, tikai papildus tika izmantota veste ar firmas 3M RR elementiem (kopējā platība 525 cm²);
- 4) **BK gadījums** (*biomotion*) - apģērbs tāds pats, kā melnajā gadījumā, kuram papildus tika izmantotas baltas RR elementu strēles 2,5 cm platumā ap delnas locītavām, elkoņiem, pleciem, vidukli, ceļiem un potītēm.

10 jauni un 10 vecāki autovadītāji brauca pa ceļu un deva atbildi, tiklīdz pamanīja gājēju. Uz ceļa bija gājēji ar 4 veidu apģērbiem un ceļš tika apgaismots divos veidos - ar tuvajām un tālajām lampām [7].

1.1. tabula

Gājēja atpazīšanas gadījumi procentos [7]

	Black	White	Vest	Biomotion	Mean
Young Drivers					
Low beam	70	100	90	100	90.0
High beam	90	100	100	100	97.5
Mean	80	100	95	100	93.8
Older Drivers					
Low beam	10	70	30	100	52.5
High beam	20	90	50	100	65.0
Mean	15	80	40	100	58.8
All Drivers					
Low beam	40	85	60	100	71.3
High beam	55	95	75	100	81.3
Mean	47.5	90	67.5	100	76.3

Tika gūts apstiprinājums (skat. 1.1. tabulu) tam, ka sniegumu statistiski nozīmīgi ietekmē gan vadītāja vecums, gan gājēja apģērbs, gan ceļa apgaismojuma veids. 1.1. tabulā attēloti gājēja atpazīšanas gadījumi procentos katram no četriem apģērbiem, abām vecuma grupām un abos brauktuves apgaismojuma gadījumos, kā arī vidējās vērtības pa grupām. Vadītāji tikai 10% sarežģītāko gadījumu atpazīna gājēju (tuvās gaismas, melns apģērbs, vecāki autovadītāji), taču 100% gadījumu atpazīna gājēju pašā vēlamākajā gadījumā (BK apģērbs) [7].

Vidēji nobrauktais ceļš starp gājēja pamanīšanu un atbildes došanu bija 31,2 m jaunākiem vadītājiem un 29,0 m vecākiem vadītājiem. Pieskaitot šos rādītājus 1.2. tabulā dotajiem

rezultātiem, var gūt priekšstatu par gājēju atpazīšanas attālumiem katrā no gadījumiem. Redzams, ka vislabāk gājējus abās grupās dalībnieki pamanījuši, kad atstarotāji bija izvietoti BK veidā [7].

Var secināt, ka GAL BK izcelšanas gadījumā nozīmīgi uzlabojas arī tad, kad klātesoši vairāki CS negadījumus izraisoši riska apstākļi.

1.2. tabula

Gājēja atpazīšanas attālumi metros [7]

	Black	White	Vest	Biomotion	Mean
Young Drivers					
Low beam	11.3 (11.0)	52.3 (11.1)	59.4 (107.5)	185.4 (91.5)	77.1 (94.9)
High beam	37.0 (20.7)	134.5 (65.1)	76.4 (73.8)	220.0 (107.6)	117.0 (99.4)
Mean	24.1 (20.8)	93.4 (62.0)	67.9 (90.2)	202.7 (98.8)	97.0 (98.6)
Older Drivers					
Low beam	0 (0)	28.3 (22.9)	27.4 (50.8)	111.0 (32.4)	41.7 (52.3)
High beam	2.8 (7.2)	76.1 (37.6)	58.5 (102.0)	143.9 (98.3)	70.3 (87.0)
Mean	1.4 (5.2)	52.2 (37.6)	43.0 (80.0)	127.4 (73.2)	56.0 (72.8)
All Drivers					
Low beam	5.6 (9.5)	40.3 (21.4)	43.4 (83.5)	148.2 (76.9)	59.4 (78.2)
High beam	19.9 (23.2)	105.3 (58)	67.5 (87.1)	182.0 (107.7)	93.6 (95.7)
Mean	12.8 (18.9)	72.8 (55.2)	55.5 (87.1)	165.1 (93.9)	76.5 (88.8)

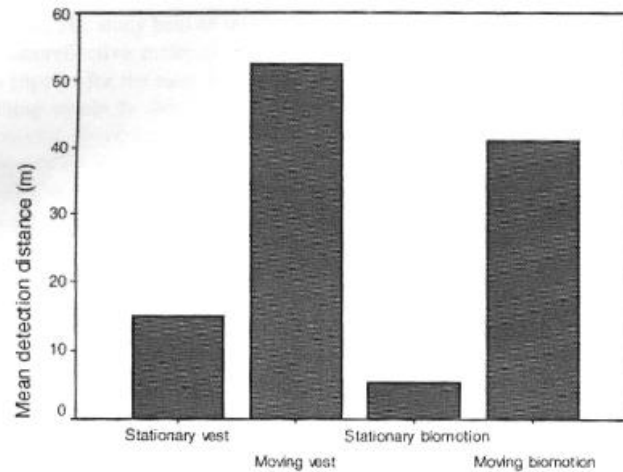
1.2.4.2. Formas / Formas – Kustības informācijas ietekme uz GAL

Moberlija un Langhama (*Moberly, Langham*) 2002. gadā publicētā pētījumā [16] tika vērtēta gājēju atpazīstamība, izmantojot četru veidu RR izvietojumus - **bioloģisku kustīgu** (BK RR izvietojums un kustīgs stimul), **bioloģisku nekustīgu** (BK RR izvietojums un nekustīgs stimul), **nebioloģisku kustīgu** (RR veste un kustīgs stimul) un **nebioloģisku nekustīgu** (RR veste un nekustīgs stimul).

Eksperiments tika veikts laboratorijā, izmantojot video ierakstus. Tika filmēti šādi apstākļi - uz vienvirziena divu joslu ceļa auto sastopas ar gājēju, kurš ir vērsts ar sānu pret vadītāju. Gājēju nenosedza nekādi apkārtēji šķēršļi. No vadītāja vietas tika filmēta auto pārvietošanās uz ceļa skaidrā naktī bez mēness. Tika izvietoti un filmēti daudzi objekti ar uz tiem izvietotiem RR, to skaitā gājēji [16].

Eksperimenta veikšanas laikā video tika projicēts uz sienas. Dalībnieki sēdēja 1,5 m attālumā no sienas, attēls aizņēma ~ 55° no redzes lauka. Dalībniekiem tika dots uzdevums nospriest pogu, kad viņi bija pārliecināti, ka redz gājēju. Mikrokontrolieris ierakstīja GAL ms. Rezultāti parādīti 1.6. att.

Autori secina, ka kustības informācija atvieglo gājēju atpazīšanu, taču BK informācija – neatvieglo [16].

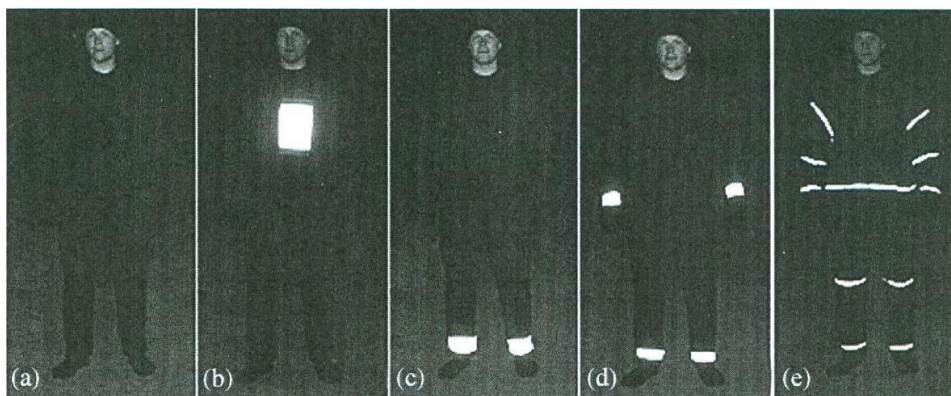


1.6. att. Moberly pētījuma rezultāti - GAL atkarībā no stimula veida. Uz abscisu ass atlikts atstarotāju izvietojuma veids, uz ordinātu ass – attālums no gājēja, kurā notikusi tā pamanīšana. Redzams, ka kustīgu stimulu dalībnieki atpazīnuši ātrāk kā nekustīgu, taču BK nav devusi priekšrocības gājēju ātrākā atpazīšanā [16]

Balka (*Balk*) un kolēģu 2008. gadā publicētajā pētījumā [8] par BK informācijas nozīmi gājēja atpazīšanā tumsā tika izvirzīti šādi mērķi:

- 1) kvantitatīvi novērtēt formas informācijas nozīmi un kombinētas – formas un kustības informācijas nozīmi, pamanot gājēju tumsā (tas tika novērtēts, eksperimentā izmantojot stāvošu un kustīgu gājēju);
- 2) novērtēt, cik lielu ieguldījumu gājēja laicīgā pamanīšanā var sniegt atstarotāju pareizs izvietojums (tas tika novērtēts, izmantojot 4 dažādus RR izvietojumus).

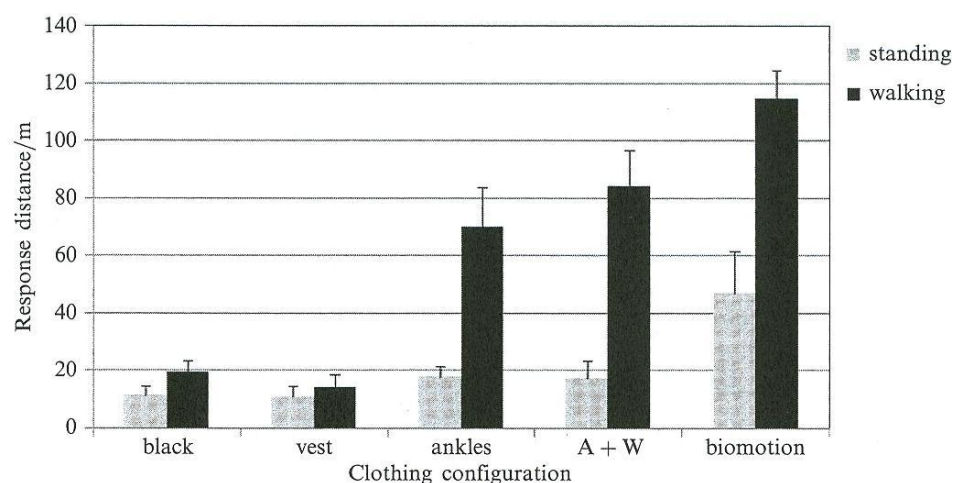
Tika izmantoti 5 dažādi apģērbi ar vai bez atstarojošajiem elementiem un katrā no gadījumiem gājējs vai nu kustējās, vai stāvēja (kopā tika pētīti 10 dažādi gadījumi) (skat. 1.7. att.) [8].



z

1.7. att. Atstarotāju izvietojums S.A.Balkas un kolēģu 2008. gada eksperimentā [8]

Šajā lauka pētījumā dalībnieka uzdevums bija nospiegt pogu, tiklīdz dalībnieks ir pārliecināts, ka redz gājēju. Rezultāti – attālums, kurā tika pamanīts gājējs, atlikts grafikā (skat. 1.8. att.). Gājēju kustība palielināja to atpazīstamību vidēji 2.9 reizes [8].



1.8. att. Balka pētījuma rezultāti. Uz abscisu ass atlikts RR izvietojuma veids, uz ordinātu ass – attālums no gājēja, kurā notikusi tā pamanīšana. Kustība (melni iekrāsotie stabiņi) un BK (*biomotion*) nozīmīgi palielina gājēja atpazīšanas laiku [8]

Abu eksperimentu rezultātos redzama izteikta kombinētas Formas - Kustības informācijas ietekme iz GAL. Atšķirības rezultātos ar kustīgu un nekustīgu vestes apģērbu varētu būt skaidrojamas ar eksperimenta veikšanas apstākļiem (Moberlija pētījums bija datorizēts, taču Balka gadījumā tas bija lauka eksperiments, kā arī Moberlija rezultātos nav atliktas kļūdu robežas).

1.3. Bioloģiskās kustības uztvere un analīze galvas smadzenēs

1.3.1. Bioloģiskā kustība

Kustības uztvere ir plaša, vairākas zinātnes aptveroša joma, kas ietver redzes zinātnes, psiholoģijas, neiroloģijas, fizioloģijas, matemātikas, datormodelēšanas, fizikas, filozofijas u.c. nozaru zināšanas [17].

BK ir dzīvu būtņu kustība. Dejojošs cilvēks vai lidojošs putns ir BK piemērs, bet krītošs akmens vai grimstošs kuģis nav BK piemēri. Šīs nodaļas mērķis ir sniegt vispārīgu pārskatu par

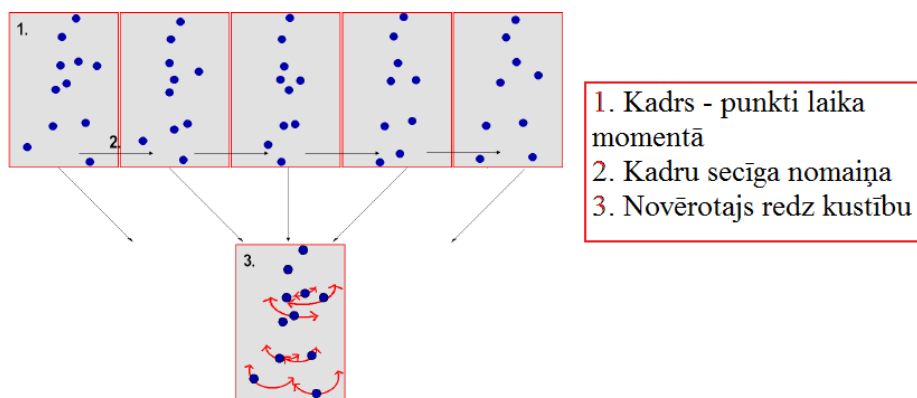
pēdējos gados veiktajiem BK pētījumiem un aptvert jomas, kas teorētiski skar darba praktisko daļu.

Mūsdienās BK parādību pirmais pētīja zviedru psihologs Gunars Johansons (*Gunnar Johansson*) 1973. gadā. Viņš pievienoja gaismas diodes cilvēka locītavām un veica cilvēka pārvietošanās tumšā telpā videoierakstu. Nepieredzējuši dalībnieki ātri noteica, ka kustīgie punkti savā starpā ir saistīti un kustīgā būtne patiesībā ir cilvēks [18]. Lielākajā daļā BK pētījumu un lielā daļā kustības pētījumu tiek izmantots G.Johansona radītais punktveida BK stimuluss kā prototips.

1.3.2. Bioloģiskās kustības uztveres modeļi

Laika gaitā ir mainījusies izpratne par BK uztveri veidojošo procesu veidojošajiem posmiem:

1. Sākotnēji tika pieņemts, ka BK uztvere ir lokāls process, kas galvenokārt sastāv no katra atsevišķā punkta kustības trajektorijas analīzes [19];
2. Vēlāk tika secināts, ka BK uztvere ir daudz sarežģītāks process – lai notiktu tās



1.9. att. Priekšnosacījumi punktveida BK uztverei

uztvere ir jāiegūst globālas formas informācija no pieejamās kustības informācijas. BK uztveres gaitā nozīme ir stimula punktu izkārtojumam un trajektorijas maiņai laikā (skat. 1.9. att.) [20];

3. Jaunākos pētījumos tiek pieņemts, ka BK uztveres fenomens drīzāk ir salikts un notiek daudzos redzes analizatora līmeņos. Noteiktu devumu dod 1. mehānisms, kas analizē lokālo kustību no katra gājēja punkta. Kā arī 2. mehānisms, kas kustības informāciju

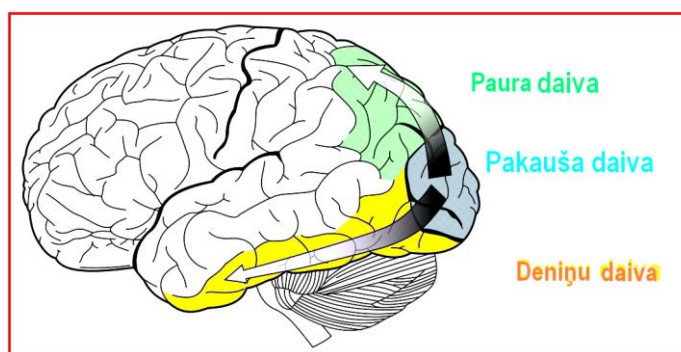
izmanto, lai aizvietotu trūkstošo un atjaunotu globālo, laikā mainīgo BK ķermeņa formu [21]. Globālas un lokālas formas un kustības pazīmes tiks izskaidrotas tālāk tekstā.

1.3.2.1. Šablonu piekārtošana redzes sistēmā

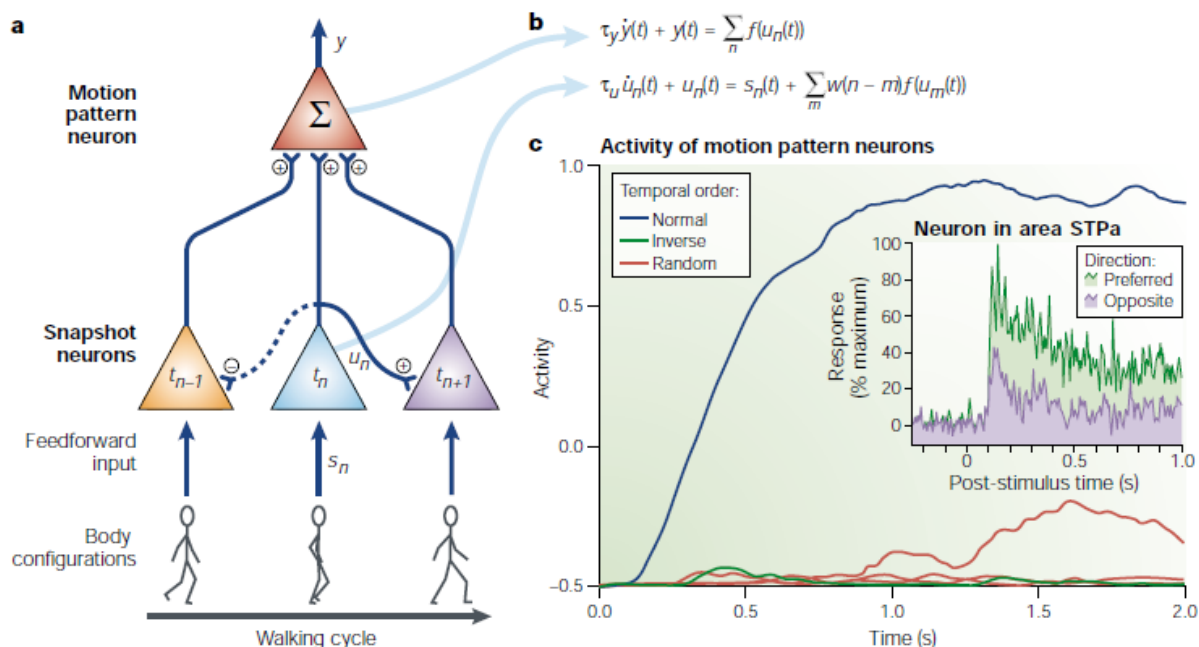
Šablonu piemeklēšanas teorijā tiek pieņemts, ka redzes sistēma satur šablonu kopu ar dažādām, piemēram, cilvēka ķermeņa kustībām, un vizuālā stimula apstrādes laikā redzes sistēma piemeklē atbilstošāko šablonu no pieejamajiem. Ar vienu kadru ir par maz, lai piemeklētu šablonu, bet vairāki secīgi kadri šablona piemeklēšanai var būt pietiekoši. Ja, piemēram, 3 kadri satur vienas darbības 3 pozas, tās ir viena šablona sastāvdaļas [22].

Īpaši nozīmīga loma tālākā BK uztveres pētīšanā bija un joprojām ir Giese un Poggio 2003. gadā publicētajam BK uztveres skaitļošanas modelim. Tā pamatā ir stimula formas analīzes un kustības analīzes ceļi redzes analizatorā un to mijiedarbība. Giese un Poggio izstrādātais modelis analizē stimulu pēc augšupkāpjošā analīzes principa, kas paralēli norisinās dorsālajā (kustības analīzes) un ventrālajā (formas analīzes) ceļā (skat. 1.10. att.) [23].

Šajā modelī cilvēka kustība GS tiek atpazīta, pieredzes ceļā iegūtu cilvēka formas un optiskās plūsmas kadru secību (formas un kustības šablonu) dēļ. Tikai tad, ja stimulā laikā mainās atbilstoši tam, kā kadru secības (kas sastāv gan no formas informācijas, gan optiskās plūsmas informācijas) ir saglabātas neironu sistēmās, tiek aktivēti atbilstošie šabloni (skat. 1.11. att.). Pretējā gadījumā tie tiek inhibēti [23,24].



1.10. att. Dorsālais ceļš (zaļā krāsā) un ventrālais ceļš (dzeltenā krāsā) [25]



1.11. att. Neirālie mehānismi šablona kadru secību izvēlē GS atbilstoši Giese un Poggio neirālajam modelim.

a – Modeļa shēma, kurā attēloti kadru (*snapshot*) neironi un kustības raksta (*pattern*) neironi, kas nosaka secības selektivitāti. Katram kadra neironam ir asimetriski laterāli savienojumi, kas sagatavo aktivācijai tos kadru neironus, kas kodē sekojošas stimula ķermeņa aprises. Pārējie kadru neironi ir nomākti (inhibēti). Izejas signāls no visu kadru neironu aktivācijas summas, kas ir iesaistīti vienas un tās pašas kustības raksta kodēšanā, tiek summēti kustības raksta neironā. Tāda pati shēma tiek pielietota dorsālajā ceļā. Tur tiek izmantoti optiskās plūsmas neironi kardu neironu vietā. Shēmā simbols „+” atbilst aktivēšanai, „-” nomākšanai;

b - Diferenciālvienādojumi, kas apraksta kadru neironu un kustības rakstu neironu darbības dinamiku (vairāk informācijas Giese un Poggio 2003.gada publikācijā);

c – Mazajā grafikā attēlota neirona atbilde STPa (*anterior superior temporal polysensory area*) apgabalā (dati iegūti no primātu STPa neironu atbildes). Zaļie un violette apgabali atbilst neirālajai atbildei laikā, ja tiek rādīts neironam atbilstošs stimuls attiecīgi vēlamajā un vēlamajam pretējā iešanas virzienā. Lielajā grafikā parādīta izveidotā modeļa kustības raksta neirona atbilde laikā, ja stimula kadri tiek rādīti pareizā laika secībā (zilā līnija), apgrieztā laika secībā (zaļā līnija) un nejauši izvēlētā secībā (sarkanās līnijas) Aktivitāte nozīmīgi krīt, ja kadri netiek rādīti pareizajā secībā [23]

1.3.2.3. Formas un kustības informācijas apvienošana

Lai noteiktu, kādas neirālās sistēmas (smadzeņu apgabali) ir iesaistītas **formas un kustības informācijas savienošanā**, Sarkheil un kolēģu 2008. gada pētījumā tika pielietota fMRI adaptācijas paradigmas metode, rādot atkārtotus formas un kustības stimulus [26].

Augsta līmeņa formas (3D objektu) un kustības (piem., rotācijas virziena noteikšanas gadījumā) informācija tiek integrēta objekta atpazīšanas laikā. Lai tas varētu notikt, ir jābūt integrētai zemāka līmeņa formas (piem., krāsa, kontūras, ēnojums utt.) informācijai un kustības (piem., optiskā plūsma, kontūru izmaiņas laikā) [26].

Rezultāti parādīja, ka formas un kustības informācija par trīsdimensionālu objektu tiek integrēta priekšējos pakauša-deniņu garozas apgabalos (literatūrā atrodams kā LOC – laterālais occipitālais komplekss) [26]. Šī pētījuma rezultāti varētu sniegt apstiprināšanu atbildi uz jautājumu, vai eksistē kāds noteikts neironu tīkls GS, kurā formas un kustības informācija tiek apvienota.

1.3.2.4. Tīklenes perifērijas nozīme BK uztverē

Joprojām ir neskaidrs, vai perifērajai redzei ir pieeja specializētām neirālām sistēmām, kas nodrošina BK uztveri. Klātesot kustības informācijai, ir sagaidāms, ka perifērija ir augstā līmenī spējīga precīzi uztvert BK [27]. Savā 2001. gada publikācijā Tompsons apstiprināja, ka perifērijā ir apgrūtināta signāla – trokšņa izšķiršana, taču neapgrūtināta signāla uztvere bez trokšņa [27].

Secinājumi no iegūtajiem rezultātiem:

- a) punktveida BK iespējams vienlīdz precīzi uztvert kā centrālajā daļā, tā perifērijā bez maskas punktiem (pat, ja iztrūkst norādes par punktu savstarpēju izvietojumu);
- b) uztvere perifērijā ir salīdzinoši lēnāka kā centrālajā daļā;
- c) perifērija ir daudz jutīgāka uz punktveida BK uztveri maskas punktu blīvuma palielināšanās gadījumā.

Kāda varētu būt novēroto sakarību izcelsme, autori neskaidro [27].

1.3.3. Stimula pazīmju nozīmība bioloģiskās kustības uztverē

Punktveida BK pazīmes, kas atvieglo tās uztveri, var grupēt pēc vairākiem kritērijiem:

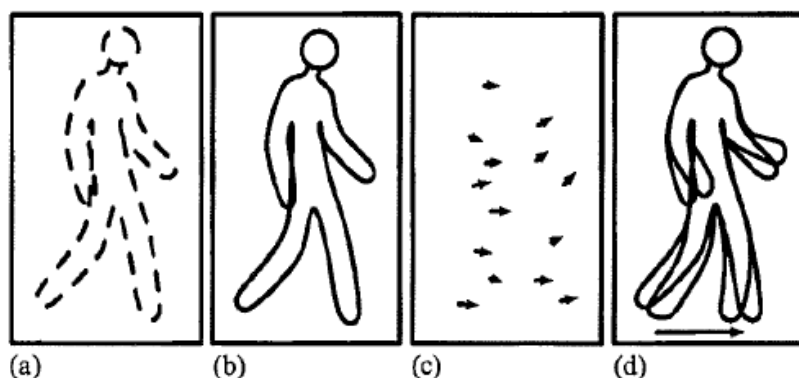
- a) **Anatomiskajām struktūrām** cilvēka ķermenī, kas atbilst noteiktam kustīgam punktam (piemēram, punkti, kas pieder ekstremitātēm vai rumpim).

Piemēram, ir noskaidrots, ka punktveida BK punkti, kas atbilst plaukstu locītavām un potītēm, ir izšķiroši, nosakot stimula iešanas virzienu [19], toties ceļiem, elkoņiem un torsam atbilstošie punkti ir izšķirīgi BK stimula izšķiršanā no optiskā trokšņa [28];

- b) **Individuālu punktu īpašībām** (piemēram, punktu savstarpējas trajektorijas pretkustības nozīmes analīzē, individuālu punktu trajektorijas, relatīvais katra punkta ātrums, punktu savstarpējais ātrumu sadalījums utt.);
- c) Īpaši lielu nozīmi mūsdienu BK izpētē ieņem **formas un kustības** (vai **formas pret formas+kustības**) informācijas nozīmei BK uztverē un analīzē.

Daudzos pētījumos tiek apvienoti kādi no iepriekš minētajiem kritērijiem.

1.3.3.1. *Formas un Kustības informācijas nozīme BK uztverē*



1.12. att. Vietēju un visaptverošu pazīmju shematisks attēlojums cilvēka figūrai. (a) Forma no vietējiem stimuliem; (b) Visaptveroša forma; (c) Kustība no vietējiem stimuliem; (d) Visaptveroša kustība [22]

Vietējas (*local*) pazīmes (kustība un forma) tiek uztvertas zemākos redzes analizatora līmeņos, visaptverošas (*global*) – augstākos (skat. 1.12. att.). BK pētījumos parasti tiek izmantoti stimuli, kas sastāv no kustīgiem punktiem, kas nenodrošina vietējus formas norādījumus stimula apstrādē un atpazīšanā. Punktveida BK stimuli nesatur vietēju formas informāciju (1.12. att. a)), taču satur vietējas un visaptverošas kustības informāciju (1.12. att. c), d)), kā arī visaptverošu formas informāciju (1.12. att. b)) [22].

Kuhlmann, Lappe 2006.gada pētījumā tika izmantoti filmēti video, kas tika apmigloti astoņās pakāpēs ar mērķi samazināt vietējas kustības un vietējas formas informācijas klātesamību, lai analizētu globālas formas un kustības informācijas nozīmi BK uztverē.

Autori secina, ka video dod daudz vairāk informācijas par veikto darbību un tās veicējiem nekā atsevišķs kadrs. Video gadījumā tiek parādīta formas maiņa laikā, kas ļauj izdalīt stimulu no fona [22].

Tālāk autori izvirzīja divas hipotēzes par kustības informācijas nozīmi stimula atpazīšanā:

1. Globālas kustības informācija palīdz piekārtot noteiktam kustības veidam raksturīgu atpazīšanas šablonu redzes analizatorā;

2. Kustība palīdz identificēt ķermeņa formu, nevis piekārtojot to noteiktam šablonam, bet segmentācijas procesa laikā izdalot kustīgo ķermeni no fona. Otrajā gadījumā kustības informācija būtu vajadzīga kustīgo daļu atpazīšanai.

Rezultāti apstiprina pieņēmumu, ka segmentācijas informācija tiek izmantota darbību atpazīšanā un ka tā varētu būt šablonu piemeklēšanas sastāvdaļa – pirmais posms. Šablonu piemeklēšanas procesā nozīme ir arī objekta izdalīšanai no fona, kur tiek izmantota vietējas kustības informācija [22].

Eksperimentā, kurā tika izmantoti īsi video, iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka visaptverošas kustības informācijas klātesamībai ir liela nozīme atpazīšanas uzlabošanā (īpaši liela nozīme tai ir lielāka apmieglojuma apstākļos vajadzīgā šablona piemeklēšanā) [22].

Iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka visaptverošai formas un īpaši kustības informācijai ir milzīga nozīme darbību atpazīšanā.

Ja tiek pieņemts, ka redzes uztverē atpazīšana notiek pateicoties šablonu piemeklēšanai, tad var secināt, ka šabloni satur vispārīgu formas un vispārīgu kustības informāciju [22].

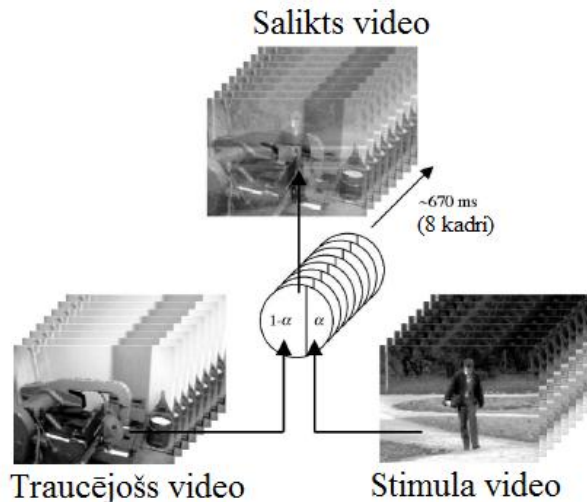
2006. gadā publicētajā Vuong pētījumā tika vērtēta novērotāju spēja izmantot kustības informāciju dabiskā vidē, lai atvieglotu mērķa objektu noteikšanu (piem., draugu pūlī) [29].

Tika prognozēts, ka redzes sistēma iespējams, kustības informāciju analizē vienā no diviem veidiem:

- 1) kustība varētu pievienot troksni ieejošajai redzes informācijai (piem., izpludinot objekta kontūras vai aizklājot objekta daļas), un tas varētu pasliktināt sniegumu;
- 2) Vai vismaz divu iemeslu dēļ kustības informācija varētu uzlabot sniegumu:
 - a) pirmkārt, kustība varētu tikt izmantota objekta atdalīšanai no fona trokšņa;
 - b) otrkārt, novērotāji varētu atpazīt noteikta veida kustību (piekārtot šablonu), pat ja ievades redzes informācija ir degradēta (trokšņaina, zemas kvalitātes, tušēta u.c.).

Eksperimentāli tika salīdzināts sniegums cilvēku atpazīšanā dabisku bilžu secībās (īsfilmās) un dabiskās bildēs. Stimula video (kustīgam vai statiskam cilvēkam) tika uzklāti pa virsu

traucējošie video (tehniska objekta kustība, vai kustīgi dzīvnieki) (skat. 1.13. att.). Dalībnieku uzdevums bija ziņot, vai cilvēks stimulā ir klātesošs vai nav [29].



1.13. att. Stimula (salikta video) izveides shēma – stimula video (stāvošs vai ejošs cilvēks) tika savienots ar traucējošo video (mašīnkustība vai dzīvnieki) tā, ka katra ievades video īpatsvars tika regulēts [29]

Secinājumi no Young 2006. gada publikācijas:

- dinamiskās (kustības) pazīmes ir nozīmīgākas BK atpazīšanā kā statiskās (formas) pazīmes, jo sarežģītā (dabiskā) vidē vieglāk ir uztvert stimulu, kas kustas, salīdzinot ar stāvošu vai sastingušu stimulu;
- atpazīšana ir atkarīga arī no izmantotajiem traucējošajiem stimuliem;
- balstoties uz 4 eksperimentu sērijā iegūtajiem datiem, autori izvirza ideju par sarežģītāku mehānismu iesaisti stimulu atpazīšanā dabiskos apstākļos;
- tā kā STS (*superior temporal sulcus*) zona GS ir iesaistīta vizuālas kustības interpretēšanā (sejas kustību interpretēšanā, BK atpazīšanā) autori ierosina, ka, būtu vajadzīgi sīkāki šīs zonas darbības pētījumi, izmantojot līdzīgus kombinētos video;
- dalībnieki bija jutīgi uz traucējošo stimulu veidu, kas tika izmantots. Tātad, veicot šādu uzdevumu, ir vajadzīga augsta līmeņa analīze par objektiem attēlā (vai novēroti tiek cilvēki, tehnika vai dzīvnieki), un iespējams vajadzīgas priekšzināšanas par kustības veidiem, kas katram stimulam ir raksturīgi [29].

Thurman un Grossman 2008. gada pētījumā par BK uztveri noteicošajām pazīmēm pielāgoja „Bubbles” tehniku, ko plaši izmanto seju un objektu atpazīšanas pētīšanā, lai noteiktu kuras īpašības vai apgabali stimulā ir paši vajadzīgākie, lai, piemēram, atpazītu sejas [30].

Pirmajā un otrajā eksperimentā autori novērtēja punktveida BK soļa cikla daļas, kas sniedz labāku vai sliktāku BK atpazīšanu optiskajā troksnī. Ja mēs skatāmies uz ejošu cilvēku no sāna, veicot 2 soļus (vienu gaitas ciklu), dažādos laikos ķermenis izskatās dažādi [30].

Pirmajā eksperimenta daļā tika novērots, ka atpazīšana nav vienāda visās gaitas cikla vietās un pakļaujas sadalījumam (pareizi doto atbilžu procentuālais sadalījums laikā mainās sinusoidāli). Novērotāji ir jutīgāki (ātrāk atpazīst kustīgu punktveida gājēju) gaitas ciklā divās vietās – kad kājas un rokas šķērso ķermeņa viduslīniju un ķermenis ir ieņēmis visstāvāko formu (kad kājas un rokas kustas ar vislielāko ātrumu). Šo gadījumu autori nodēvēja par noteicošo (*diagnostic*). Savukārt, vissliktākā ir gājēja atpazīšana divās vietās gaitas ciklā – kad kājas un rokas ir visatstatāk no ķermeņa un, kad to kustības ātrums ir vismazākais. Šo gadījumu autori nodēvēja par nenoteicošo (*non-diagnostic*) [30].

Rezultāti ir pārsteidzoši, jo nozīmē to, ka kustīga punktveida gājēja gadījumā, vislabāk atpazīstams gājējs ir tad, kad tā forma ir vissliktāk atpazīstama [30].

Trešajā eksperimenta daļā tika salīdzināta atsevišķu punktveida BK kadru uztvere nekustīgā nejaušu punktu optiskajā troksnī. Šajā eksperimentā tika iegūti pilnīgi pretēji rezultāti – vislabāk atpazīstams gājējs bija tad, kad kājas un rokas tam bija visvairāk izvērstas, un vissliktāk atpazīstams, kad rokas un kājas bija vistuvāk krustošanās vietai.

No pirmajiem trīs eksperimentiem autori secināja, ka ir maz ticams, ka gājēja poza būtiski ietekmē atpazīšanu BK animācijas laikā [30].

Ceturtajā un piektajā eksperimenta daļā autori vēlējās noskaidrot, kura pazīme ir būtiskākā BK uztverē – kustības ātrums vai ekstremitātēm atbilstošo punktu pretkustība. Rezultātā autori apgalvo, ka kāju un roku pretkustība ir galvenā pazīme BK atpazīšanā [30].

Secinājumi no Thurman un Grossman 2008.gada publikācijas:

- a) punktveida gājēja atpazīstamība, veicot kustību, laikā mainās;
- b) punktveida gājēja atpazīstamību nosaka dažādas pazīmes. No kustības un formas informācijas svarīgāka ir kustības informācija. Arī kustības pazīmes var iedalīt sīkāk, no kurām svarīgākā ir roku un kāju pretkustība;
- c) Tā kā tika parādīts, ka formas informācija kustīga stimula gadījumā ir mazāk svarīga kā kustības informācija, ir iemesls apšaubīt līdz šim pieņemto par bioloģiskās kustības uztveri izmantojot šablonu piekārtošanu redzes analizatorā;

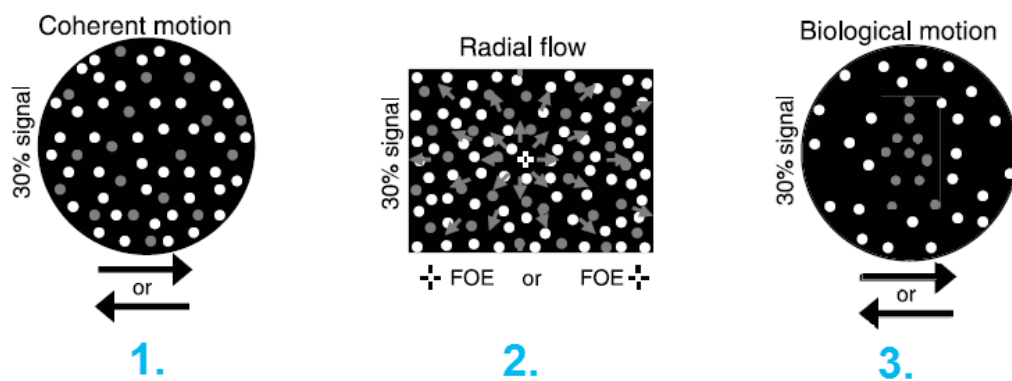
- d) uztveres stratēģijas kustīga un stāvoša stimula uztveres gadījumā atšķiras, jo galvenās pazīmes, ko redzes sistēma izmanto vienā gadījumā būtiski atšķiras no galvenajām pazīmēm, ko izmanto otrā gadījumā;
- e) Autori ierosina veikt padziļinātu izpēti, vai izšķirīgā analīze par stimula kustības veidu notiek apgabalos, kas ir vispārīgi kustības – jutīgi (MT un MST), vai bioloģiski selektīvajos apgabalos (STS) [30].

Tātad, jaunākajos pētījumos dominē rezultāti, kuros tiek uzsvērtā kustības izšķirīgā nozīme BK uztverē, taču eksistē arī pretēji rezultāti. Thirkettle ar kolēģiem 2009. gada pētījumā uzsver formas informācijas izšķirošo nozīmi BK informācijas apstrādē [31]. Pēc savā pētījumā iegūtajiem rezultātiem autori secina, ka formas informācijas apstrādi papildina nevis aizvieto integratīvi kustības signāli, kuri raksturo savstarpējās sakarības starp punktveida BK punktiem [31].

Var secināt, ka kopš Giese un Poggio 2003. gadā piedāvāja savu skaitļošanas modeli BK uztveršanai, precīzāki modeļi piedāvāti nav, taču eksistē daudzi pētījumi, kas analizē dažādus efektus, kas minētajā modelī nav iekļauti. Pateicoties šo pētījumu rezultātiem, nākotnē būs iespējams veidot precīzākus redzes uztveres modeļus un iegūtos rezultātus pielietot medicīnā, robotikā utt.

1.3.3.2. BK uztvere samazināta apgaismojuma apstākļos

Zinātniskajā literatūrā nav daudz pētījumu par kustības uztveri samazināta apgaismojuma apstākļos. Billino un kolēģu 2008. gadā publicētajā pētījumā tika izmeklēta dažādu apgaismojuma apstākļu ietekme uz koherentas kustības uztveri, radiālas optiskās plūsmas uztveri un punktveida BK uztveri [32]. Tika noteikti trīs veidu kustību uztveres sliekšņi fotopiskos ($98,5 \text{ cd/m}^2$), mezopiskos ($0,285 \text{ cd/m}^2$) un skotopiskos ($0,018 \text{ cd/m}^2$) apstākļos. Tika izvēlēti tādi apgaismojuma līmeņi, lai provocētu dažādu vāļišu un nūjiņu kombināciju aktivēšanos. Stimuli parādīti 1.14. attēlā.

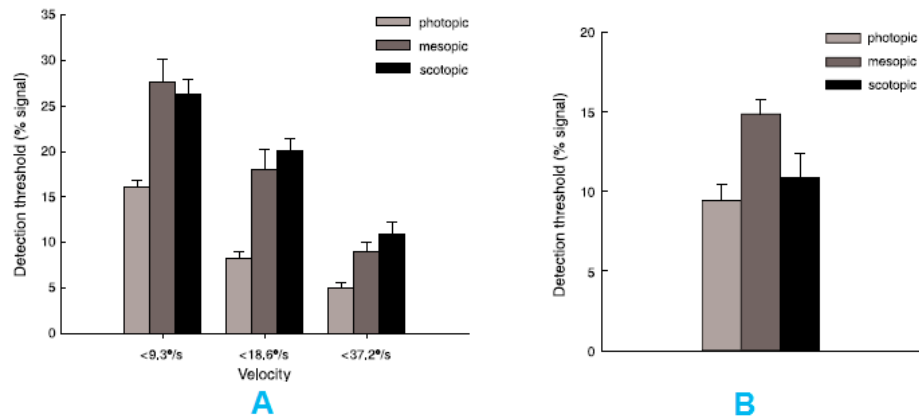


1.14. att. Billino et. al. pētījumā izmantotie stimuli. 1. zīmējums – Koherenta kustība, 2. zīmējums – radiāla optiskā plūsma un 3. zīmējums – BK stimulus [32]

Koherentās un punktveida BK gadījumā dalībniekiem tika rādīti divi attēli, kas atradās $7,5^\circ$ ekscentriski no fiksācijas punkta (viens saturēja stimulu, otrs nē). Dalībniekiem bija jānosaka, kurš no attēliem satur stimulu. Radiālās plūsmas gadījumā dalībniekiem tika rādīts viens attēls, un tajā radiālās plūsmas sākumpunkts varēja būt nobīdīts pa labi vai pa kreisi no centra, par ko dalībniekiem vajadzēja dot atbildi. Tika izmantotas 7 dažāda blīvuma maskas, kā arī tika novērtēta uztveres atkarība no stimula punktu kustības ātruma [32].

Koherentās kustības gadījumā tika iegūti prognozētie rezultāti – pie lēnas stimula kustības ($3,3^\circ/s$) koherentas kustības uztveres sliekšnis dažādos apgaismojumos nemainījās. Taču vidēju ($6,6^\circ/s$) un lielu ($13,2^\circ/s$) stimula kustības ātrumu gadījumos strauji palielinājās kustības uztveres sliekšnis skotopiskos apstākļos un mezopiskos apstākļos [32].

1.15. att. attēloti iegūtie rezultāti radiālās plūsmas un BK uztveres gadījumos. Izšķiršanas sliekšnis tika iegūts sekojoši. Tika iegūts un uz abscisu ass atlikts stimula punktu skaits/ maskas punktu skaits procentos (*signal-to-noise ratio*(%)), uz ordinātu ass atlikts pareizo atbilžu skaits (%). No uzzīmētajām psihofizikālajām līknēm ieguva nolasījumu vietā, kur pareizo atbilžu skaits atbilda 75%. Sliekšņa vērtību salīdzinājums atkarībā no eksperimenta veikšanas apstākļiem un stimula parametriem atlikts grafikā [32].



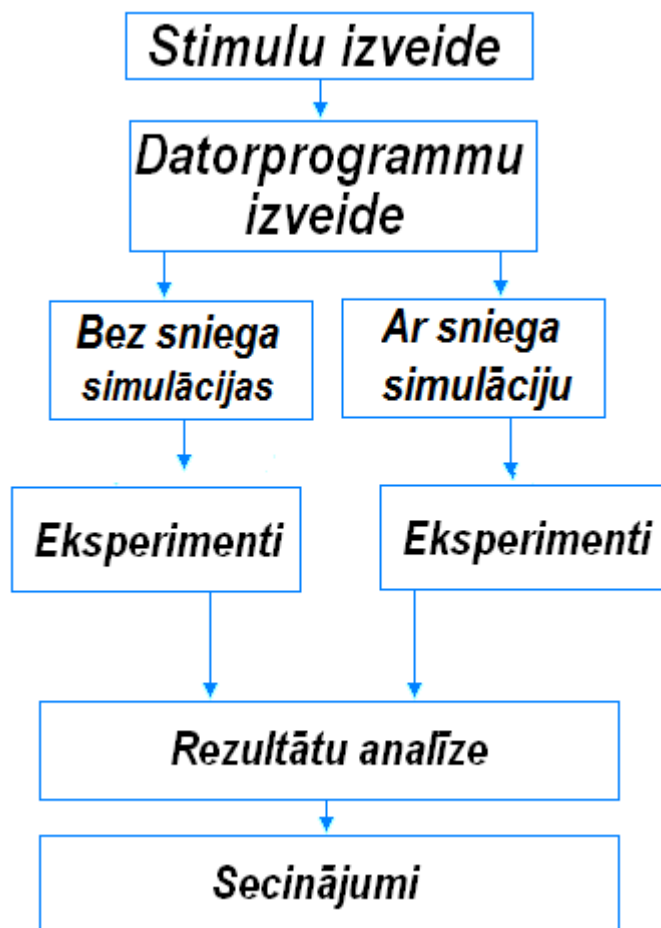
1.15. att. Billino eksperimenta rezultāti. A grafikā parādīts uztveres sliekšnis radiālās plūsmas gadījumā. Redzams, ka pie dažādiem stimula ātrumiem fotopiskos apstākļos sliekšnis ir nozīmīgi zemāks, taču skotopiskos un mezopiskos apstākļos tie kļūdu robežas pārklājas. B grafikā parādīts uztveres sliekšnis BK stimula gadījumā. Fotopiskos un skotopiskos apstākļos uztvere nozīmīgi neatšķiras, taču mezopiskos apstākļos novērojams būtisks pasliktinājums (sliekšnis ir augstāks) [32]

Skaidrojot savus iegūtos rezultātus autori ierosina, ka radiālās optiskās plūsmas gadījumā nozīme varētu būt stimula īpašībām. Radiālā optiskā plūsma satur saliktu informāciju par kustības ātrumiem un vektoriem dažādās redzes lauka vietās. Apstākļos, kuros dominē nūjiņu darbība, signāla apstrādes procesā zūd kustības ātruma analīzes kvalitāte.

BK stimula gadījumā rezultāti nozīmīgi atšķirās no pārējo stimulu gadījumos iegūtajiem. Autori ierosina, ka novērotā sakarība varētu būt saistīta ar lēni un mainīgā ātrumā kustīgu punktu informācijas apstrādi apstākļos, kuros darbojas gan vālītes, gan nūjiņas [32].

2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

2.1. Eksperimentālās daļas shematiskais attēlojums



2.2. Eksperimentu sagatavošana

Lai varētu īstenot maģistra darbā izvirzītos mērķus, tika izvirzīti un veikti sekojoši uzdevumi:

1. stimulu (video ierakstu) izveide, kas satur gājēju ar dažādās ķermeņa vietās novietotu RR sliktas redzamības apstākļos (naktī gan „Ar sniegu”, gan „Bez sniega”);
2. datorprogrammas izveide, ar kuras palīdzību tiek nejaušā secībā ģenerēti video ieraksti dalībnieku testēšanai;
3. eksperimenta dalībnieku atlase;
4. rezultātu ieguve;
5. rezultātu analīze un secinājumu ieguve.

Signālu uztveres teorijas pamatā ir signāls – konkrēta viļņu fronte vai to kopa, kam var būt pievienots fons, ko sauc par troksni [33]. Troksnis atkarībā no darbības mērķiem var būt nevēlams vai vēlams. Darba mērķu sasniegšanai tika izveidoti video ar pāri videoierakstam pārklātu sniega masku un bez tās. Šajā gadījumā signāls ir videoieraksts, kam var būt uzklāts vēlamais troksnis – sniega maska. Video izveides, apstrādes un pārraides gaitā var rasties dažādi nevēlami papildus efekti – izmainītas krāsas, kontrasts, kopumā tas izraisa video ieraksta kvalitātes zudumu un var tikt uzskatīts par nevēlamu papildus optisko troksni.

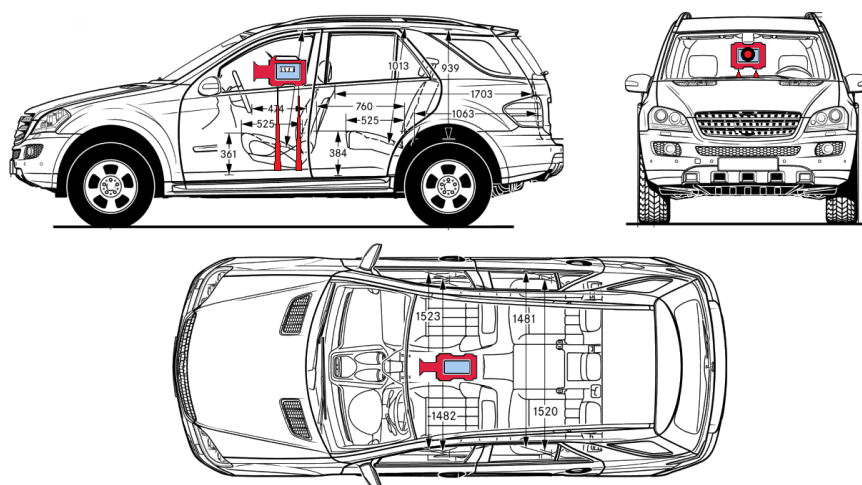
Rezultāti, kas iegūti datorizētos eksperimentos, jāanalizē piesardzīgi. Ir jāņem vērā tas, ka iegūtie rezultāti nevar tikt tieši pielīdzināti tiem, kas varētu tikt iegūti, ja eksperiments norisinātos dabā [34]. Tā kā literatūrā ir pieejami pētījumi par gadījumiem, kad RR novietojuma ietekme uz gājēju pamanīšanu ir noteikta ar datorizētu pētījumu palīdzību [16], autore uzskata, ka šāda pieeja ir pieļaujama.

2.2.1. Eksperimenta stimulu izveide

2.2.1.1. Filmēšana

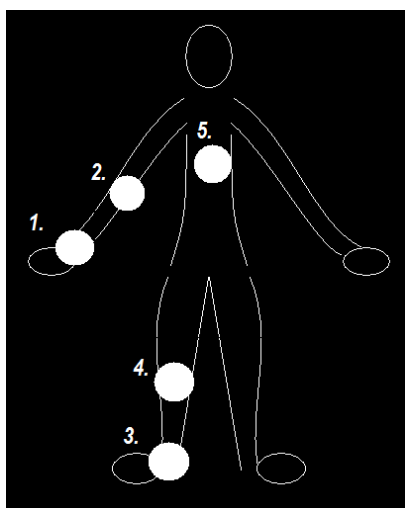
Automašīnas veiktais ceļš tika filmēts autovadītāja acu augstumā 3 km garā ceļa P89 (Rīga - Baldone un Baldone - Rīga) posmā. Videokamera bija nostiprināta ar statīva palīdzību kā shematiski parādīts 2.1. att. Filmēšanai tika izraudzīta skaidra nakts, kad automašīnu kustība ir vismazākā. Automašīna pārvietojās ar ātrumu 80 km/h (viendabīgs ātrums tika iestatīts ar

vienmērīgas braukšanas vadības sistēmu (*cruis control*)). Automašīnai bija ieslēgtas tālās gaismas. Video tika filmēti ar Panasonic VDR-D220 videokameru.



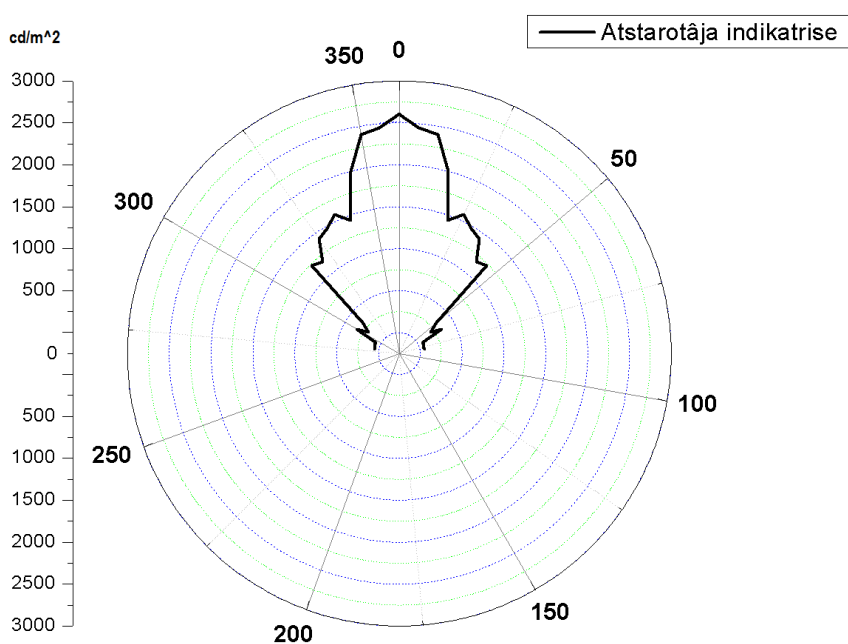
2.1. att. Videokameras novietojums eksperimenta video tapšanas laikā

Gājējs tika filmēts no mugurpuses, tam pārvietojoties automašīnas braukšanas virzienā. Gājējs tika filmēts labajā ceļa pusē. Sākotnēji tika plānots gājēju filmēt ejot arī kreisajā ceļa pusē, taču tādā gadījumā būtiski izmainās no RR atpakaļ atnākušās gaismas sadalījums un automašīnas tālo gaismu apgaismojuma daudzums, kas nonāk līdz pretējai ceļa pusei un gājējam. Uz tā ķermeņa kādā no sešiem veidiem bija izvietots brīdinošs materiāls (RR vai sarkanā krasā mirgojoša velosipēda lampa) (skat. 2.2. att.). Lai samazinātu eksperimenta dalībnieku atmiņas ietekmi uz rezultātiem, tika izveidoti vairāki video katram no brīdinošā materiāla novietojuma gadījumiem (braucot garām gājējam abos virzienos - Rīga – Baldone un Baldone – Rīga). Tika izveidoti un eksperimentā iekļauti video bez gājēja, lai novērtētu iegūto rezultātu ticamību un eksperimenta dalībnieku izpratni par veicamo uzdevumu.



2.2. att. RR novietojuma veidi uz gājēja ķermeņa. 1.- delna, 2. – elkonis, 3. – potīte, 4. – celis, 5. – mugura. 6. gadījumā uz muguras ieraksta laikā bija novietota sarkanā lampiņa (tās novietojums bija tāds pats, kā 5. gadījumā). Attēlā ar baltu krāsu apzīmēts RR. 1., 2., 3. un 4. RR bija novietoti uz attiecīgi kreisās rokas un kreisās kājas (ceļa pusē)

Ekspērimētā tika izmantots apaļš, balts RR (diametrs - 4,8 cm). RR gaismu atstarojošās īpašības tika mērītas šādi: uz rotējoša motorizēta galdiņa, kam ir graduēta skala ar iedaļu 2 grādi, tika novietots pētāmais atstarotājs. Ar hromometru Conica-Minolta CS-100A tika nomērīts RR stimula spožums atskaites pozīcijā, kad stari uz atstarotāju krita normāli, t.i., perpendikulāri virsmai, kā arī pēc pagriešanas ik pa 2 grādiem. Maksimālais pagrieziens bija 70 grādi. Spožums tika izmērīts, atstarotāju griežot gan pa labi, gan pa kreisi. Atstarotāja apgaismošanai tika izmantots gaismas prožektors. Apgaismošana un mērīšana tika veikta no 5 metru attāluma. Grafiks ir attēlots polārajā koordinātu sistēmā, kur leņķis ir atstarotāja pagriešana, bet rādiusvektors - spožums kandelās uz kvadrātmetru (cd/m^2) (skat. 2.3. attēlu).

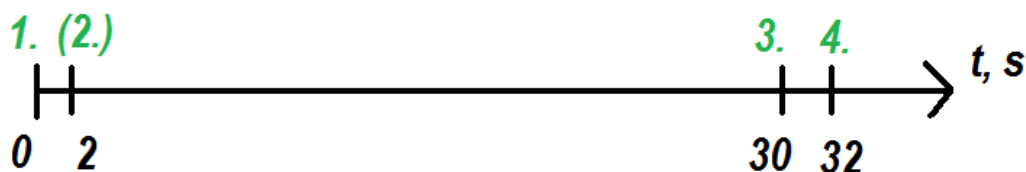


2.3. att. Ekspērimētā izmantotā RR atstarojuma indikatrixe.

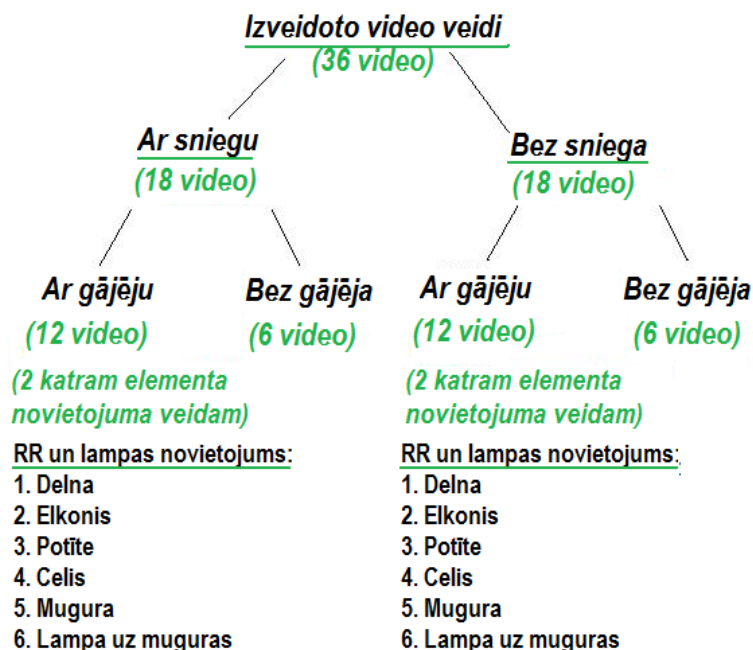
2.2.1.2. Video apstrāde

Uzņemtie video tika apstrādāti ar programmas *Corel VideoStudio* palīdzību. Tīmekļa vietnē www.pond5.com tika iegādāts radiālas plūsmas veidā krītoša sniega video 298813: *Snowfall Element 03 w/ Alpha (24fps)*. Tā ilgums ir 30 sekundes. Krītoša sniega stimulu gadījumā pāri katram filmētajam video ar datorprogrammas palīdzību tika pārklāts iegādātais video, sniega apstākļu simulācijai.

Tika izveidoti 36 video, no kuriem katrs bija 32 sekundes ilgs. Video izveides shēma attēlota 2.4. att. Izveidoto video veidi attēloti 2.5. att.



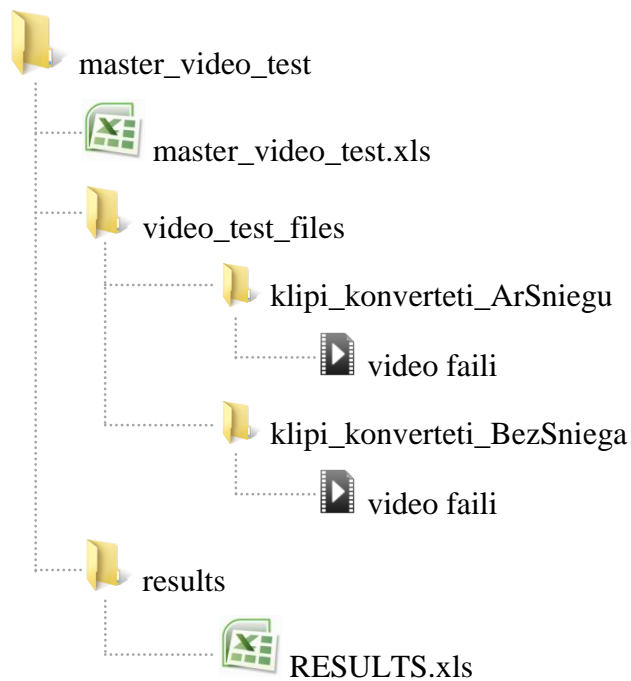
2.4. att. Video izveides shēma. 1. – video sākums; 2. – video ar sniegu divas sekundes pēc video sākuma parādās sniegš; 3. – auto pabrauc garām gājējam (vai viltus stimulam – video bez gājēja); 4. – video beidzas (katrs video ir 32 sekundes ilgs)



2.5. att. Eksperimentam izveidoto video veidi

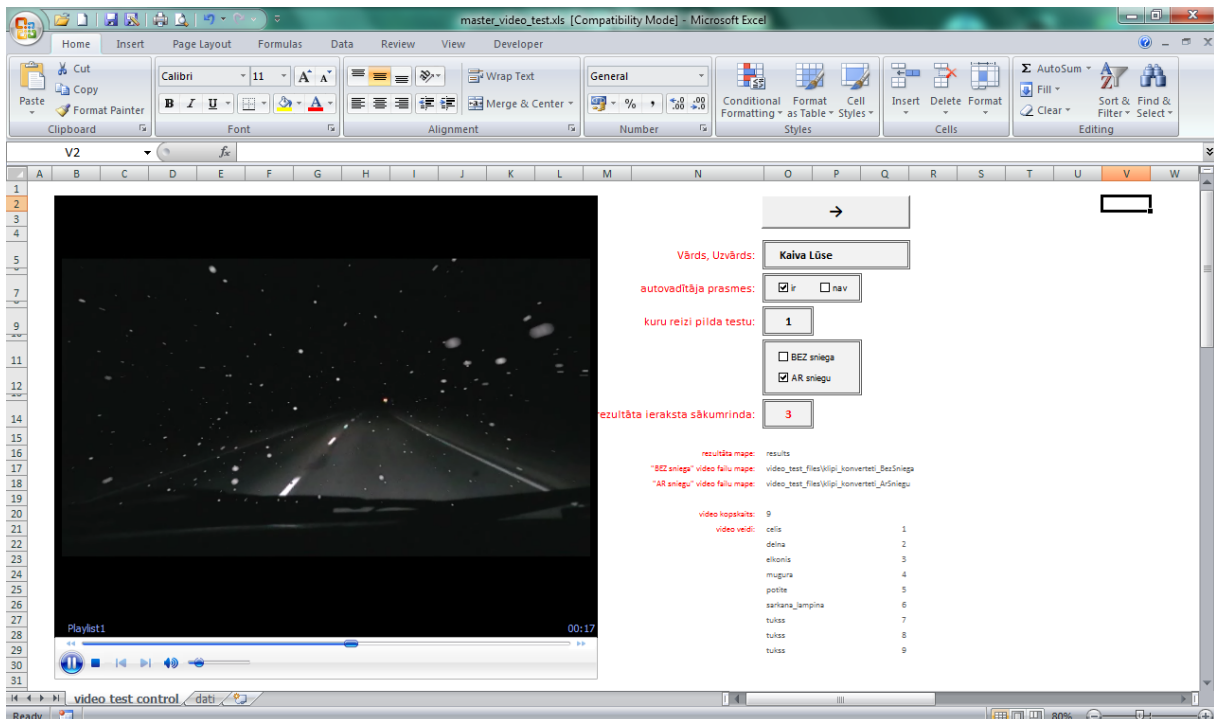
2.2.2. Eksperimenta datorprogrammas izveide

Eksperimenta veikšanai vajadzīgā programma tika izveidota *Microsoft Excel Visual Basic for Applications (MS Excel VBA)* vidē. Programmas darbu varēja uzsākt, atverot *MS Excel* failu „master_video_test.xls”, kas atrodās programmas darba mapē „master_video_test”, kurā turklāt atrodās arī mapes „video_test_files” (saturēja visus testā izmantojamus video ierakstus) un „results” (saturēja *MS Excel* rezultātu apkopojuma failu). Programmas darba mapes „master_video_test” struktūra (sīkāka struktūra attēlota 1.pielikumā):



Lai ievadītu sākumdatu un vizualizētu programmas koda izpildi, tika izveidota *MS Excel* lapa „video test control”. Lapā „video test control” atradās:

- *Windows Media Player* objekts video failu atskaņošanai;
- Lauki sākumdatu ievadei;
- Programmas koda uzsākšanas poga.



2.6. att. Programmas sākumlapas „video test control” izskats

Programmas sākulapā „video test control” (skat. 2.6. att.) pirms video testu uzsākšanas tika ievadīti tālākai rezultātu apstrādei vajadzīgie dati par katra video testa dalībnieku:

- vārds, uzvārds;
- „ir” vai „nav” autovadītāja apliecība;
- kuru reizi dalībnieks izpilda video testus;
- „ar sniegu” un/vai „bez sniega” veida video testu izvēle.

Papildus pirms testa sākšanas tika ievadīti tieši programmas darbam vajadzīgie parametri:

- mapes, kurā tiks saglabāti video testu rezultāti, nosaukums;
- mapju, kurās atrodas testam vajadzīgie video faili, nosaukumi un adreses;
- testa video veidu kopskaits;
- testa video failu veidu saraksts.

Sākot programmas „video_test” koda izpildi, vispirms tika definēti visi programmā izmantotie mainīgie, un notika mainīgo sākumvērtību piešķiršana no lapas „video test control”:

- video testa ievaddatu pārbaude;
- piešķirtas programmas darba sākumvērtības saskaņā ar lietotāja ievaddatiem no lapas „video test control”;
- programmas darba mapju nosaukumu formēšana.

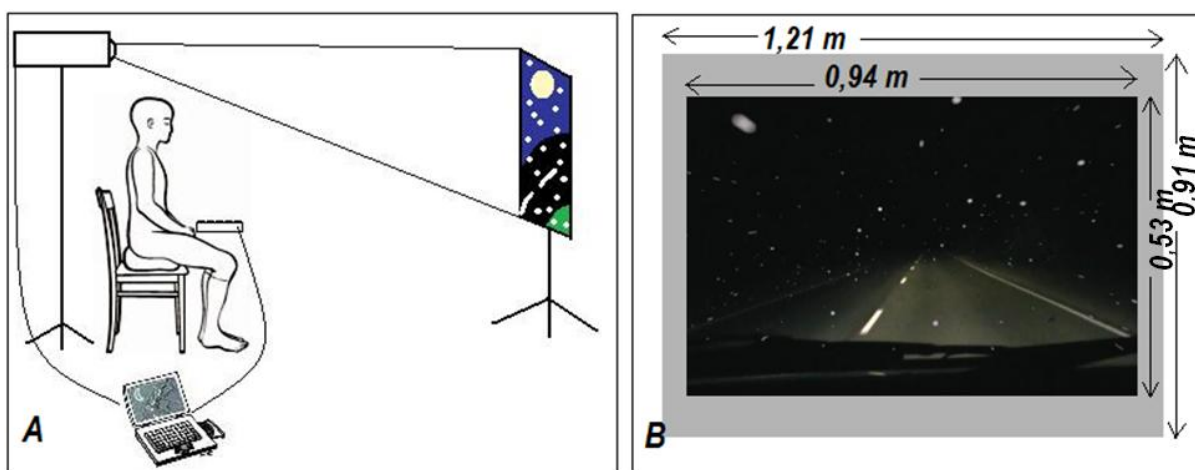
Atkarībā no izvēlētajiem ievaddatiem tika uzsākta atskaņojamo video saraksta izveide. Sarakstā iekļaujamo video nosaukumi tika izveidoti no nemainīgās daļas (video veids) un mainīgās daļas (nejaušas izvēles – *random* – kārtas numurs). Kad atskaņojamo video saraksts bija sagatavots, tika ieslēgta video atskaņošana (ar *Windows Media Player*) uz pilna datora ekrāna. Katram atskaņotajam video tika fiksēti atskaņošanas sākuma un beigu laiki, kā arī tika fiksēti eksperimenta dalībnieka atbildes reakcijas (datora taustiņu piespiešanas) laiki, video ierakstu skatīšanās laikā. Pēc visu izvēlēto video failu noskatīšanās programmā tika uzsākta visu piefiksēto datu apkopošana, pirmapstrāde un saglabāšana eksperimenta vadītājam viegli uztveramā formātā, atsevišķā iepriekš noteiktā rezultātu dokumentā „RESULTS.xls”. Pilns programmas kods ir ievietots tīmeklī (atrodams: <http://www.cfī.lu.lv/optometry/interes/rr.html>). Detalizēta eksperimenta norise izklāstīta tālāk tekstā.

2.3. Eksperimenta dalībnieki, veikšanas apstākļi un norise

Eksperimentā piedalījās 17 cilvēki vecumā no 20 – 30 gadiem. Visi dalībnieki bija emetropi vai koriģēti emetropi. Pirms eksperimenta veikšanas dalībniekiem bija jāatbild uz jautājumu, vai tiem ir derīga autovadītāja apliecība. Dalībnieki tika sadalīti tajos, kam ir derīga auto vadītāja apliecība, un tajos, kam tādas nav. Vēlāk tika veikta abu grupu rezultātu statistiskā analīze.

Apgaismojums telpā, tika mērīts ar luksometru. Mērot ekrāna luminanci ieslēgta projektorā gadījumā dalībnieka acu augstumā, tā bija $0,4 \pm 0,25 \text{ cd/m}^2$.

Stimuli tika projicēti uz balta ekrāna. Dalībnieki sēdēja krēslā, kura attālums līdz ekrānam $1,60 \pm 0,05 \text{ m}$. Dalībnieks klēpī turēja tastatūru. Stimula izmēri uz ekrāna un eksperimenta veikšanas apstākļi attēloti 2.7. att. Ekrānu skatītājs redzēja $\sim 20,5^\circ$ leņķī.



2.7. att. A – eksperimenta veikšanas apstākļi. B – ekrāna izmērs (ārējais taisnstūris) un projicētā video izmērs (iekšējais taisnstūris). Eksperimentā tika izmantots *Canon LV-7320E* projektors

Eksperiments sastāvēja no 2 daļām – „ar sniegu” un „bez sniega”.

Katra video skatīšanās laikā dalībniekiem tika doti uzdevumi:

- vispirms nospieš pogu un tad teikt „**pamanīju**” katru reizi, kad tie pamanīja objektu, kas varētu būt gājēja RR;
- vispirms nospieš pogu un tad teikt „**atpazīnu**”, kad dalībnieks bija pārliecināts, ka redz gājēju (tika ierakstīts gājēja atpazīšanas laiks GAL).

Video tika atskaņoti nejaušā secībā, līdz bija parādītas divas video grupas („Ar sniegu” un „Bez sniega”), katra grupa saturēja 9 video:

- a) 6 RR veidu video un 3 video bez gājēja, visi video ar sniega simulāciju;
- b) 6 RR veidu video un 3 video bez gājēja, visi video bez sniega simulācijas.

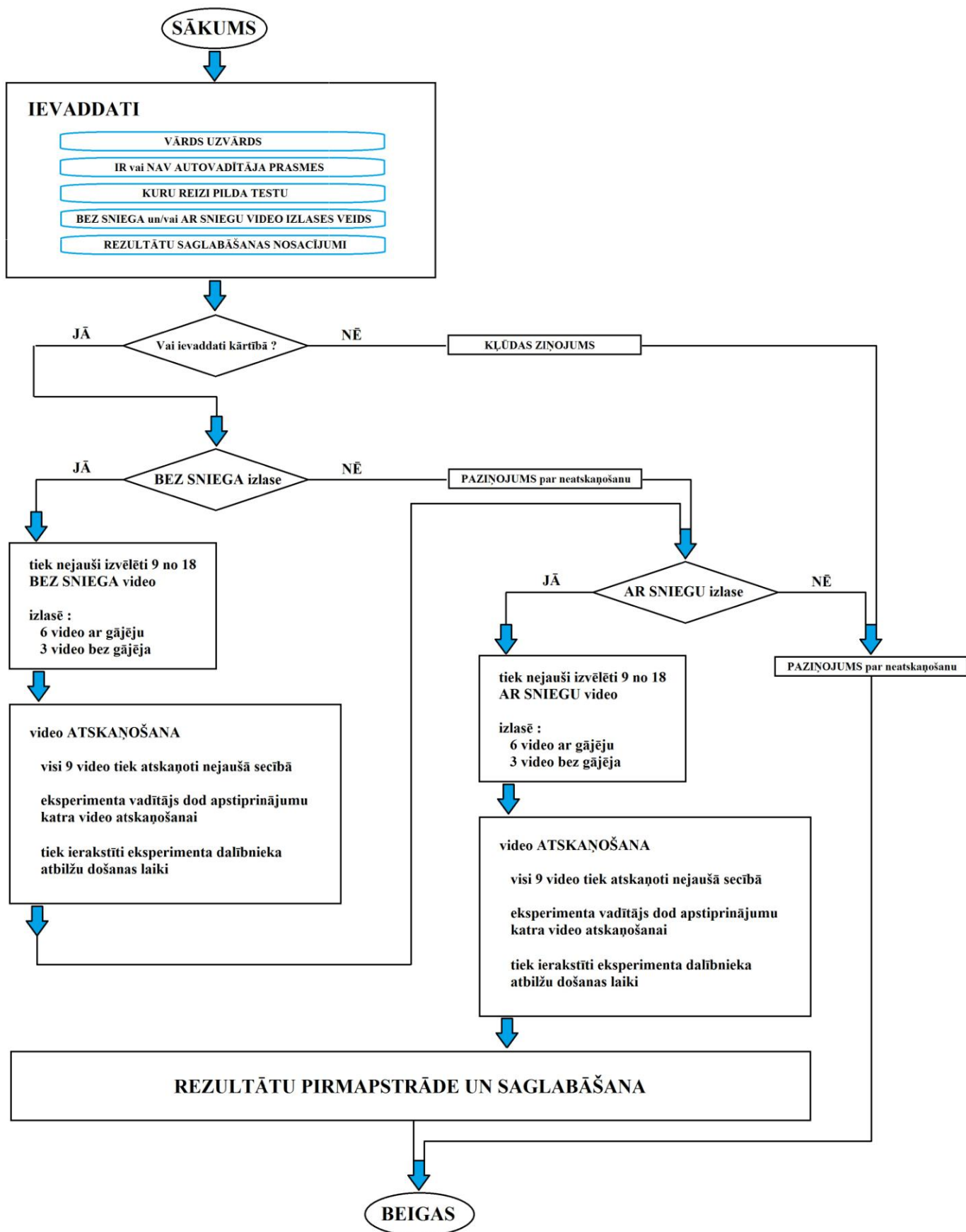
Tātad eksperimenta video izlase sešos gadījumos no deviņiem saturēja un trīs gadījumos no deviņiem nesaturēja gājēju. Video bez gājēja tika iekļauti, lai paaugstinātu dalībnieku uzmanīgumu un izvairītos no viltus trauksmes (*false alarm*) atbildēm (81% no visiem video, kas nesaturēja gājēju, dalībnieks nedeva „viltus trauksmes atbildes”). Katru reizi, kad video bija redzams RR objekts un dalībnieks nospieda pogu, tika ierakstīti pogas nospiešanas laiki, taču tālākā apstrādē tika izmantoti tikai gājēja AEPL un GAL. Gan video ar gājēju, gan video bez gājēja bija iekļauti maldinoši RR objekti, lai pārbaudītu dalībnieku sniegtās atbildes un uzdevuma izpratnes līmeni (piemērus skatīt 2.8. att.). Katrā video bija saskatāmi vairāki RR objekti.



2.8. att. RR objektu piemēri eksperimenta video. A - ceļa malā novietotas smagās automašīnas brīdinošie RR; B,C – ceļa zīmes; D – velosipēda RR

Visi dalībnieki pirms eksperimenta sākuma tika iepazīstināti ar eksperimenta norisi, ļaujot izmēģināt atbildes došanu, un dodot iespēju uzdot neskaidros jautājumus. Apmācības lakā iegūtie rezultāti netika ieskaitīti un tālāk analizēti. Katrs dalībnieks vienu reizi pildīja eksperimenta daļu „bez sniega” un divas reizes pildīja eksperimenta daļu „ar sniegu”.

Vienkāršota eksperimenta norises shēma dota 2.9. attēlā.



2.9.att. Vienkāršota eksperimenta norises shēma

2.4. Rezultāti

Iegūtie dati no eksperimentālās daļas:

- a) **AEPL** – laiks no eksperimenta video sākuma līdz gājēja RR pamanīšanas reģistrēšanai sekundēs;
- b) **GAL** – laiks no eksperimenta video sākuma līdz gājēja atpazīšanas reģistrēšanai sekundēs.

Iegūto datu izlašu vidējo vērtību un dispersiju statistiskai salīdzināšanai tika izmantoti programmas *OriginPro 8* rīki:

- a) *Two – Sample t-Test* (izlašu vidējo vērtību salīdzināšanai);
- b) *Two – Sample Test for Variance* (izlašu dispersiju salīdzināšanai).

2.4.1. Datu strukturēšana

Pirms uzsākt datu apstrādi, bija jāizvēlas datu apstrādes algoritms. Gan AEPL, gan GAL dati apstrādei tika strukturēti pēc pamatgrupām un apakšgrupām.

Pamatgrupas:

1. Dati no eksperimenta daļas AS („Ar sniegu”), dalībnieki AV (auto vadītāji) – grupas saīsinājums „**AS, AV**”;
2. Dati no eksperimenta sērijas AS, dalībnieki neAV (dalībnieki, kuriem nav auto vadītāja apliecības) – „**AS, neAV**”;
3. Dati no eksperimenta daļas BS („Bez sniega”), dalībnieki AV – „**BS, AV**”;
4. Dati no eksperimenta daļas BS, dalībnieki neAV – „**BS, neAV**”.

Apakšgrupas:

Katrai no pamatgrupām tika izdalītas apakšgrupas ar visiem RR novietojuma veidiem, piemēram:

1. AS, AV:

- a) RR novietojums „Celis”;
- b) RR novietojums „Delna”;
- c) RR novietojums „Elkonis”;
- d) RR novietojums „Mugura”;
- e) RR novietojums „Potīte”;
- f) Kontroles gadījums „Lampiņa”.

<u>AEPL</u>				
	AS, AV	AS, neAV	BS, AV	BS, neAV
CELIS	Datu kopa 1			
DELNA	Datu kopa 2			
ELKONIS	...			
MUGURA				
POTĪTE				
S.LAMPIŅA				Datu kopa 24

2.10.att. Iegūto AEPL datu strukturēšana pirms datu apstrādes.

Pēc līdzīga principa tika strukturēti GAL dati

Tātad, iegūtie dati tika strukturēti kā parādīts 2.10. attēlā.

2.4.2. RR novietojuma ietekme uz AEPL

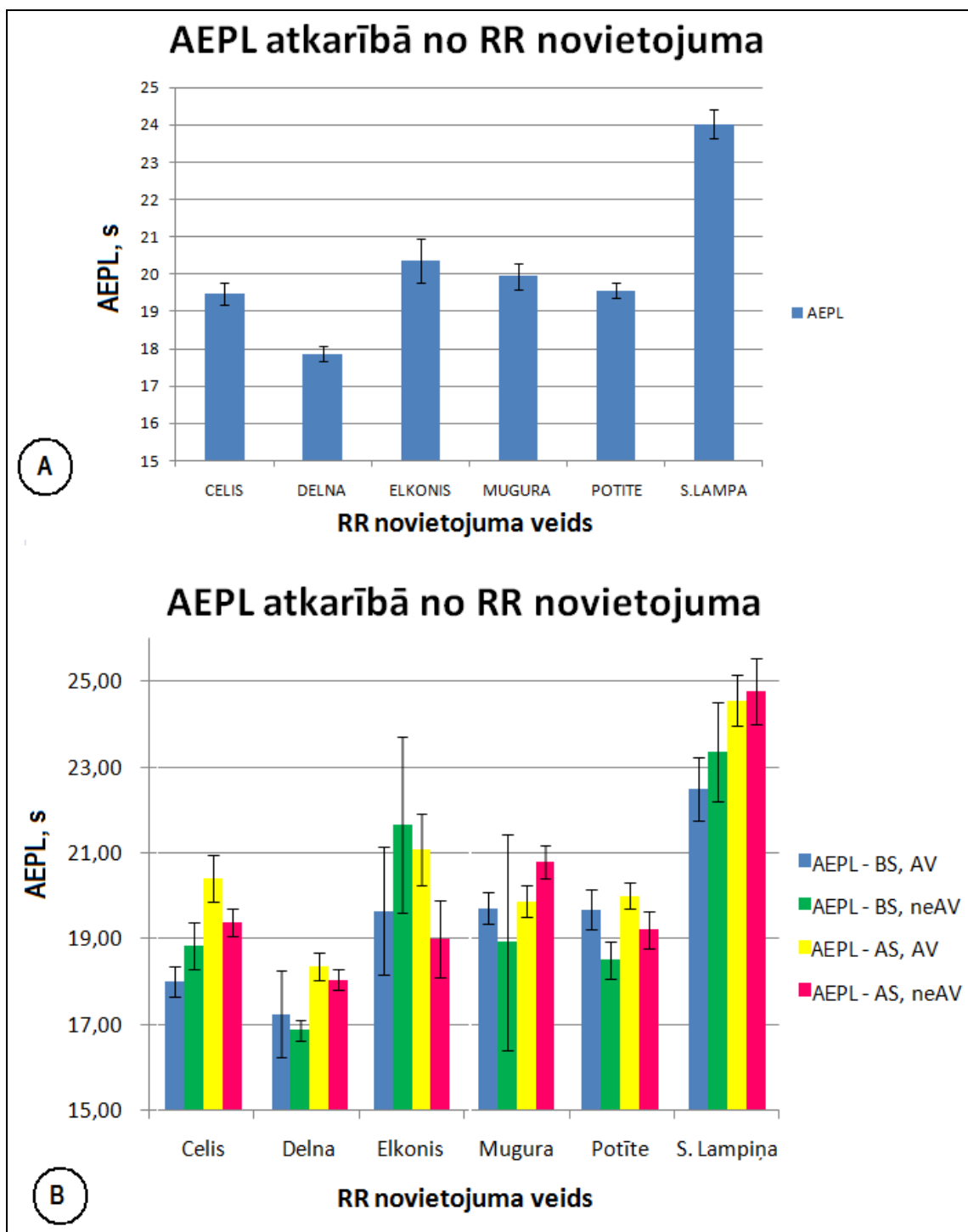
Lai novērtētu, kā RR novietojums ietekmē AEPL, tika salīdzinātas AEPL vidējās vērtības katram no RR novietojumiem. 2.11. attēlā A) un B) daļās attiecīgi parādīts:

- A) kā savstarpēji atšķiras vidējie AEPL, rēķinot vidējās vērtības pa visu 4 grupu iegūtajiem AEPL katram no RR novietojuma gadījumiem (neņemot vērā, vai dati bija no AS vai BS klases un vai dalībnieki bija vai nebija AV;
- B) kā savstarpēji atšķiras vidējie AEPL, rēķinot vidējās vērtības katrai no 4 grupām un 6 apakšgrupām.

2.11. att. A) ir redzams, ka visātrāk bijis pamanāms RR pozīcijā „Delna”, taču vislēnāk pamanīšana notikusi, kad gājējam bija piestiprināta „S. Lampa”. 2.11.att. B) redzams, ka vairākas vidējās vērtības vienam RR novietojuma veidam katrai no 4 grupām kļūdu robežās nepārklājas, tāpēc ir vajadzīgs sīkāks un precīzāks dažādu faktoru ietekmes uz datiem izvērtējums.

Veicot datu analīzi, ir jāņem vērā vairāki faktori:

- a) **katra dalībnieka individuālā reakcija** – katram indivīdam var atšķirties lēmuma pieņemšanas laiks no lēmuma izdarīšanas līdz, piemēram, pogas nospiešanai.



2.11. att. AEPL atkarībā no: A) – RR novietojuma; B) – RR novietojuma un eksperimenta veikšanas apstākļiem un vai dalībnieki ir AV vai neAV. Šeit un turpmāk vidējām vērtībām atlikta standartklūda (*st.error*). Datu statistiskā analīze veikta A) grafika datiem. Statistiski nozīmīgi ātrāk bijis pamanāms RR „delnas” pozīcijā kā RR pārējās 5 pozīcijas, kā arī statistiski nozīmīgi lēnāk tika pamanīta „S.Lampiņa” kā RR pārējās 5 pozīcijas. „Ceļa”, „Elkoņa”, „Muguras” un „Potītes” dati savā starpā būtiski neatšķirās (varbūtība $p=0,95$)

Cilvēka individuālo reakciju var ietekmēt tā nogurums, noskaņojums, neirālā darbība u.c. faktori;

b) izvērtējot, vai AEPL (un GAL) dažādiem RR novietojumiem ir savstarpēji statistiski nozīmīgi atšķirīgi, nozīme ir laika **atskaites punkta izvēlei** – video sākotnēji var tikt izveidoti dažāda ilguma (autores gadījumā tie visi bija 32 sekundes ilgi, taču tie varēja būt, piemēram, 50 vai 60 s ilgi). Video ilgums var ietekmēt iegūto laika atšķirību dažādos apstākļos, un rezultātā analīze var uzrādīt, ka statistiski nozīmīgas atšķirības starp datu kopām nav, kaut arī faktiski tās ir pierādāmas un otrādi.

Tātad, analizējot izmaiņas, ko gājēja pamanīšanā un atpazīšanā ienes atšķirīgs RR novietojums, pēc iespējas jāizslēdz **citu faktoru ienestā ietekme** uz datu kopas vidējo vērtību un dispersiju. Lai izslēgtu katra eksperimenta dalībnieka individuālās reakcijas īpatnības un video izvēlētajā ilguma ienesto ietekmi uz AEPL un GAL, katrā no RR novietojuma gadījumiem, tika veikta **datu normalizēšana** katram dalībniekam.

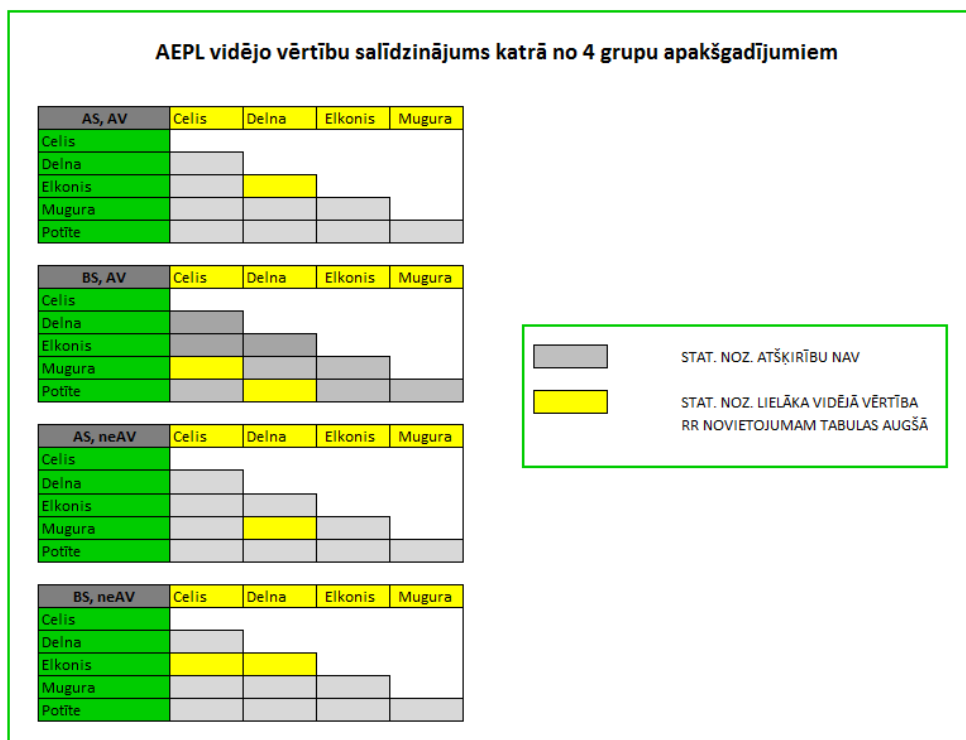
Par atskaites laiku tika izvēlēti katra dalībnieka dati (AEPL un GAL) gadījumā „S.Lampiņa”. Video ar „S.Lampiņu” sākotnēji tika izveidots salīdzināšanas nolūkiem un iepriekš tekstā jau tika novērtēts, ka „S.Lampiņas” PL (pamanīšanas laiks), salīdzinot ar citiem RR novietojumiem, bija statistiski nozīmīgi ilgāks (tātad, tā ir sliktāk pamanāma). No katra dalībnieka AEPL gadījumā „S.Lampiņa” tika atņemts AEPL katrā no pārējiem gadījumiem ($AEPL_{S.Lampiņa} - AEPL_{RR} = \Delta t_1$). Aprēķinot šādas Δt_1 datu kopas vidējās vērtības un tās statistiski salīdzinot, ir iespējams veikt ticamāku RR novietojuma ietekmes salīdzināšanu pa grupām. Tātad, ja konkrētam cilvēkam, no „S.Lampiņa” AEPL atņemot „Delna” AEPL, tiek iegūts pozitīvs skaitlis, RR pozīcijā „Delna” ir ātrāk pamanīts kā pozīcijā „S.Lampiņa”.

GAL datu analīzē tika pielietots līdzīgs princips ($GAL_{S.Lampiņa} - GAL_{RR} = \Delta t_2$).

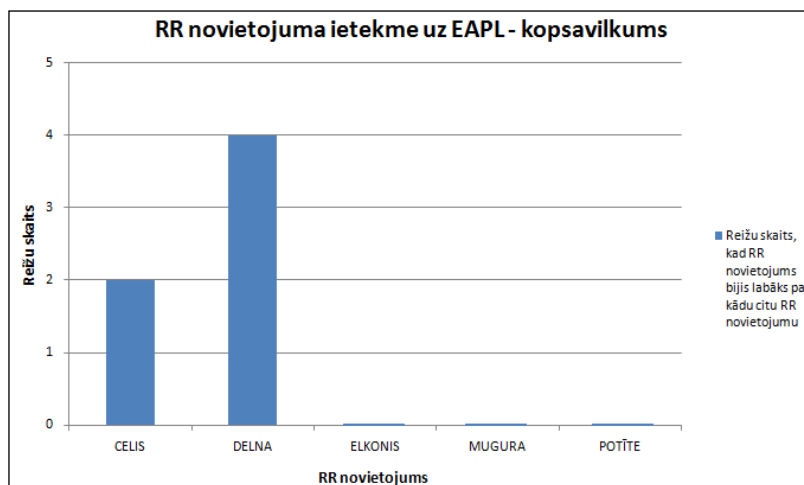
Aprēķinot Δt_1 , tika iegūtas 20 datu kopas katram no 4 gadījumu pieciem apakšgadījumiem (skat. 2.10.attēlu). Tālāk netika analizēts novietojums „S.Lampiņa”, jo tā gadījumā nevarēja iegūt Δt_1 .

Tālāk katrā no 4 galvenajām grupām (1. „AS,AV”; 2. „AS,neAV”; 3. „BS,AV”; 4. „BS/neAV”), savstarpēji tika analizētas apakšgrupu (RR novietojumu) Δt_1 vidējās vērtības. 2.12. attēlā tabulu veidā ir parādīts, kuras datu kopas savstarpēji salīdzinot, tika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība starp dažādu RR novietojumu Δt_1 vidējām vērtībām. 2.13. attēlā parādīts kopsavilkums – kuri RR novietojumi, summējot pa visām 4 grupām, bijuši statistiski nozīmīgi

visātrāk pamanāmi. Redzams, ka tie bija attiecīgi novietoti pozīcijās „Delna” (4 gadījumos) un „Celis” (2 gadījumos) novietojumi. Iegūto rezultātu skaidrojums sniegts sadaļā „Rezultātu analīze”.



2.12. att. Tabulu veidā parādīts, kuru RR novietojumu Δt_1 vid. vērtības katrā no četrām grupām savā starpā statistiski nozīmīgi atšķiras. Pelēkā krāsā iekrāsoti kvadrāti, kuriem atbilstošo RR Δt_1 kopas vidējās vērtības statistiski būtiski neatšķirās. Dzeltenā krāsā iekrāsoti tie gadījumi, kad tabulas augšējā rindā minētie RR bijuši stat. noz. ātrāk pamanāmi kā tabulas kreisajā kolonnā minētie RR ($p = 0,95$)



2.13. att. 2.12.attēlā sniegto rezultātu apkopojums. Statistiski nozīmīgi ātrāk bijis pamanāms RR pozīcijā „Delna” (4 reizes) un pozīcijā „Celis” (2 reizes)

2.4.2. RR novietojuma ietekme uz GAL

Lai novērtētu, kā RR novietojums ietekmē GAL, tika salīdzinātas GAL vidējās vērtības katram no RR novietojumiem. 2.14. attēlā A) un B) attiecīgi parādīts:

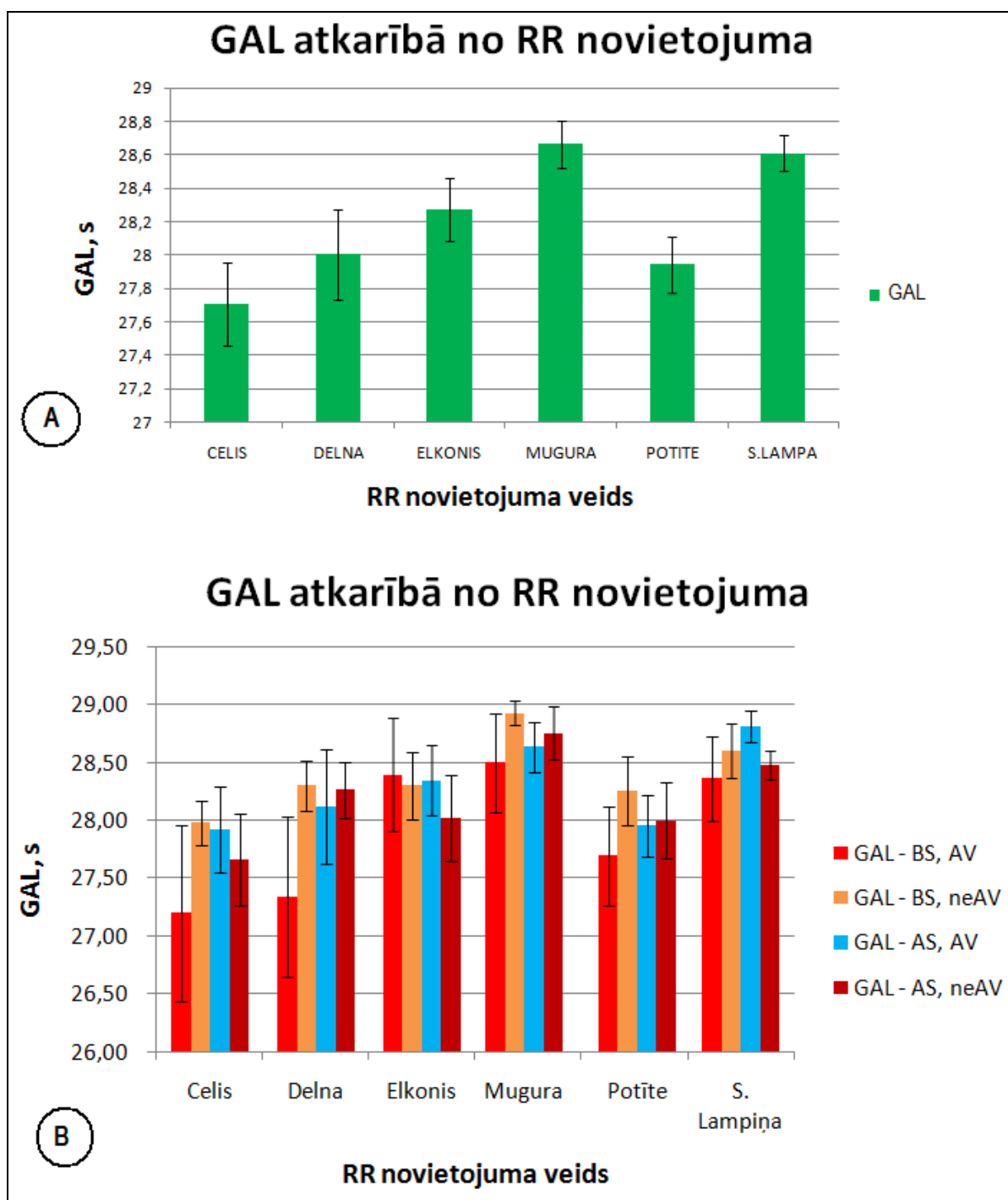
- A) kā savstarpēji atšķiras vidējie GAL, rēķinot vidējās vērtības pa visu 4 grupu iegūtajiem GAL katram no RR novietojuma gadījumiem (neņemot vērā, vai dati bija no AS vai BS klases un vai dalībnieki bija vai nebija AV;
- B) kā savstarpēji atšķiras vidējie GAL, rēķinot vidējās vērtības katrai no 4 grupām un 6 apakšgrupām.

2.14. att. A) ir redzams, ka visātrāk bijis atpazīstams gājējs ar RR pozīcijās „Celis”, „Potīte” un „Delna”, salīdzinot ar pozīcijām „Mugura” un „S.Lampiņa”. 2.14. att. B) redzams, ka vairākas vidējās vērtības vienam RR novietojuma veidam katrai no 4 grupām kļūdu robežās nepārklājas, tāpēc ir vajadzīgs sīkāks un precīzāks dažādu faktoru ietekmes uz datiem izvērtējums.

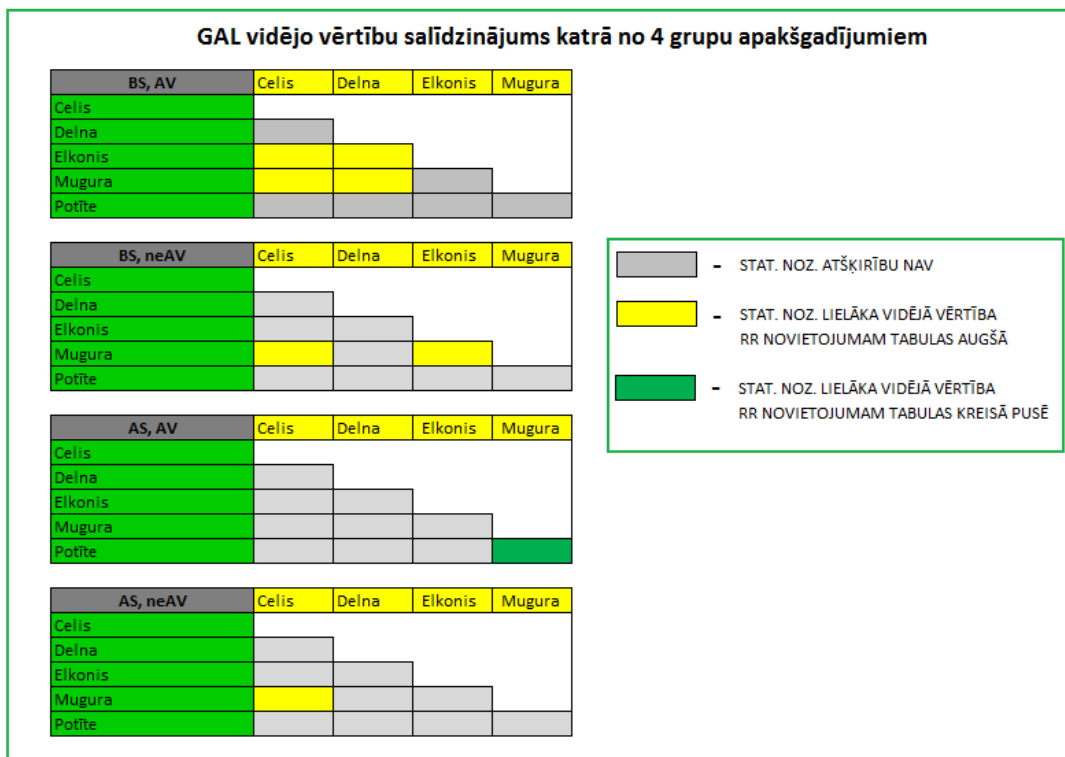
Līdzīgi kā analizējot AEPL, arī GAL tālākā analizē bija vajadzīga iegūto datu normalizēšana. Tā tika veikta pēc līdzīga principa, pieņemot, ka $GAL_{S.Lampiņa} - GAL_{RR} = \Delta t_2$.

Aprēķinot Δt_2 , tika iegūtas 20 datu kopas katram no 4 gadījumu pieciem apakšgadījumiem (skat. 2.10.attēlu). Tālāk netika analizēts „S.Lampiņas” novietojums, jo tā gadījumā nevarēja iegūt Δt_2 .

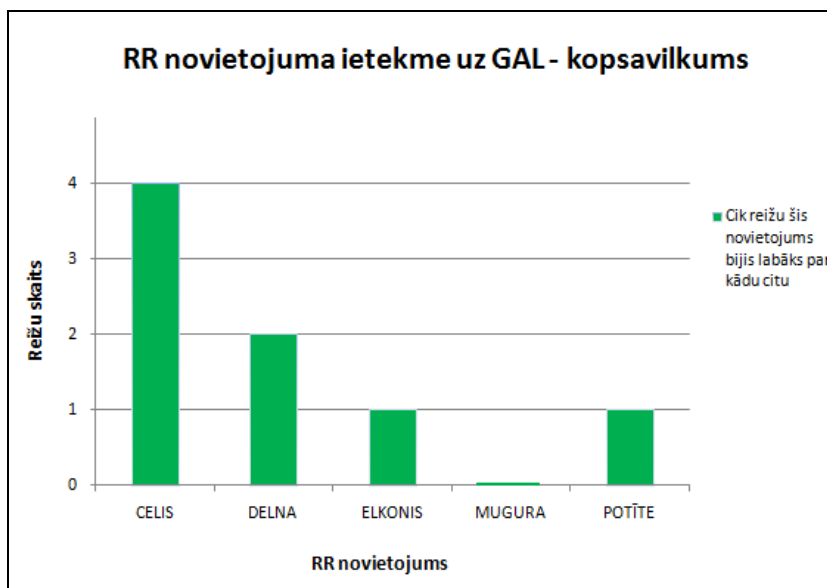
Tālāk katrā no 4 galvenajām grupām (1. „AS,AV”; 2. „AS,neAV”; 3. „BS,AV”; 4. „BS/neAV”), savstarpēji tika analizētas apakšgrupu (RR novietojumu) Δt_2 vidējās vērtības. 2.15. attēlā tabulu veidā ir parādīts, kuras datu kopas savstarpēji salīdzinot, tika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība starp dažādu RR novietojumu Δt_2 vidējām vērtībām. 2.16. attēlā parādīts kopsavilkums – kuru RR novietojumu gadījumos, summējot pa visām 4 grupām, gājējs bijis statistiski nozīmīgi visātrāk atpazīstams. Redzams, ka tie bija attiecīgi novietojumi „Celis” (4 gadījumos) un „Delna” (2 gadījumos). Novietojumi „Elkonis” un „Potīte” bijuši ātrāk atpazīstami par kādu citu novietojumu katrs 1 reizi. Iegūto rezultātu skaidrojums sniegts sadaļā „Rezultātu analīze”.



2.14. att. GAL atkarībā no: A) – RR novietojuma; B) – RR novietojuma un eksperimenta veikšanas apstākļiem, kā arī, vai dalībnieki ir AV vai neAV. Datu statistiskā analīze veikta A) grafika datiem. Statistiski nozīmīgi ātrāk bijis atpazīstams gājējs ar RR „celis”, „delna” un „potīte” novietojumiem kā „mugura” novietojuma gadījumā. „Celis”, „delna” un „potīte” pozīcijā gājēja atpazīšana bijusi ātrāka kā „S.Lampiņa” novietojumā. Pārējo pozīciju GAL savā starpā stat. noz. neatšķirās ($p=0,95$)



2.15. att. Tabulu veidā parādīts, kuru RR novietojumu Δt_2 vid. vērtības katrā no četrām grupām savā starpā statistiski nozīmīgi atšķiras. Pelēkā krāsā iekrāsoti kvadrāti, kuriem atbilstošo RR Δt_2 kopas vidējās vērtības statistiski būtiski neatšķirās. Dzeltenā krāsā iekrāsoti tie gadījumi, kad tabulas augšējā rindā minēto RR Δt_2 vid. vērtības bijušas stat. noz. mazākas, kā tabulas kreisajā kolonā minēto (zaļās krāsas gadījumā – otrādi) ($p = 0,95$)

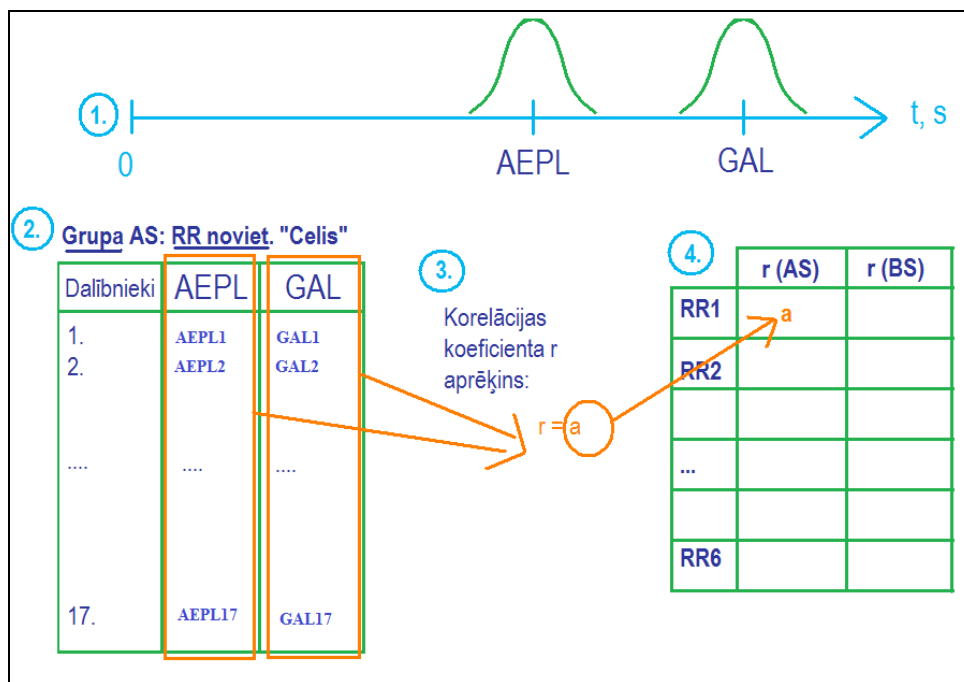


2.16.att. 2.15.att. sniegto rezultātu apkopojums. Statistiski nozīmīgi ātrāk bijis pamanāms RR pozīcijā „Celis” (4 reizes) un „Delna” (2 reizes). Pozīcijas „Elkonis” un „Potīte” bijušas labākas katra 1 reizi

2.4.3. AEPL un GAL savstarpējā mijiedarbība

Pastāv iespēja, ka divi notikumi (gājēja atstarotāja pamanīšana un gājēja atpazīšana) novērotājam ir savstarpēji saistīti uztverē. Piemēram, jo ātrāk pie kāda RR novietojuma gājējs tiek pamanīts, jo ātrāk tas tiktu atpazīts. Šajā gadījumā RR, to pamanot, būtu jāsniedz kāda papildus informācija, lai auto vadītājs kļūtu uzmanīgāks, un atpazīšana notiktu savlaicīgāk. Uztverē varētu darboties arī pretējs process – AEPL pie noteikta RR novietojuma ir ātrāks, taču GAL – lēnāks, jo atpazīšanai traucē, piemēram, RR spožums noteiktajā pozīcijā.

Lai novērtētu, vai AEPL ietekmē GAL dažādiem RR novietojumiem, tika veikts datu kopu savstarpējās korelācijas aprēķins. Kā tika veikta datu kopu salīdzināšana, paskaidrots 2.17. attēlā. Iegūtie rezultāti attēloti 2.1. tabulā. Rezultātu savstarpējā korelācija atsevišķos gadījumos ir vāja, vai tās nav vispār vairumā gadījumu. Tātad, nav apstiprinājies pieņēmums, ka, jo ātrāk notiek RR pamanīšana, jo ātrāk notiks gājēja atpazīšana. „Elkoņa” RR novietojuma gadījumā korelācija starp AEPL un GAL bijusi vislielākā (attiecīgi 0,29 „Ar sniegu” un 0,27 „Bez sniega”). „Elkoņa” RR gadījumā datiem bija vērojama vislielākā izkliede no visiem RR novietojumu gadījumiem.



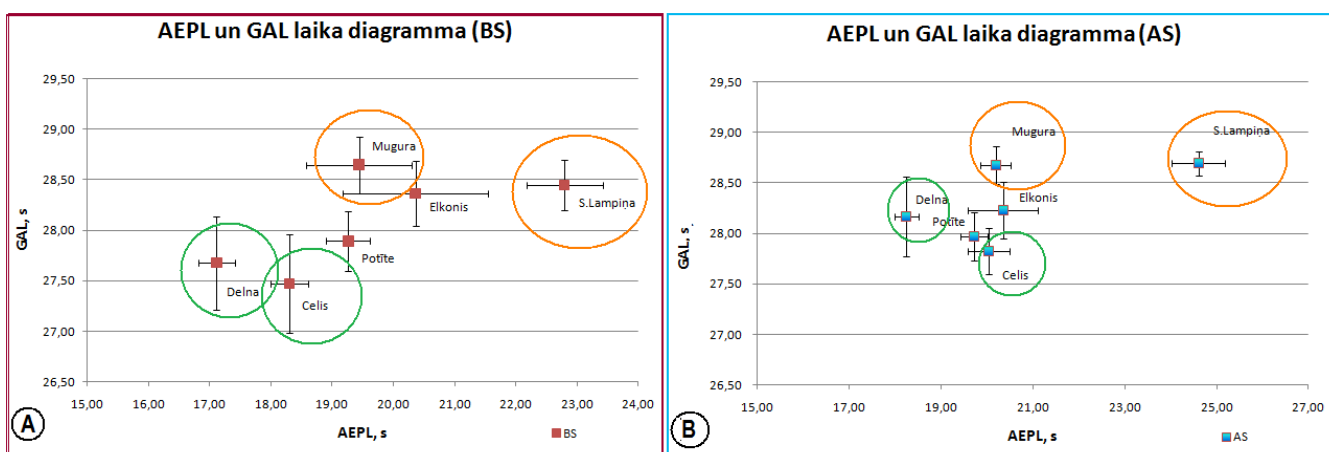
2.17.att.1. - attēlotas AEPL un GAL datu kopas. Katram no RR novietojumam ir būtiski noskaidrot, vai AEPL ietekmē GAL un kāda rakstura ietekme ir novērojama? 2. un 3. – parādīts, kā iegūts katrs korelācijas koeficients; 4. - veids kā tas attēlots 2.1. tabulā. Korelācijas aprēķināšanai tika izmantota MS Excel „Correl” funkcija

AEPL un GAL savstarpējie korelācijas koeficienti katram no apakšgadījumiem

	r (AS)	r (BS)
Celis	0,22	0,06
Delna	0,19	- 0,18
Elkonis	0,29	0,27
Mugura	- 0,05	0,03
Potīte	0,06	- 0,07
S.Lampiņa	0,25	0,05

Dotajos eksperimenta apstākļos neapstiprinājās tas, ka AEPL un GAL ir uztverē savstarpēji saistīti procesi.

2.18. attēlā grafiski parādītas AEPL un GAL vidējo vērtību laika diagramma katrā no RR novietojuma gadījumiem. Ja kādam no RR būtu izteikti tuvāks novietojums abu asu sākumpunktam („0” punktam), varētu apgalvot, ka tas ir gan ātrāk pamanāms, gan dod lielāku ieguldījumu gājēja ātrākā atpazīšanā. 2.18. attēlā redzams, ka labāk pamanāmi un atpazīstami varētu būt iepriekš izceltie novietojumi „Delna” un „Celis”, kā arī sliktāk pamanāmie un atpazīstamie novietojumi: „S.Lampiņa” un iespējams arī „Mugura”. Minētā sakarība saglabājas gan „Ar sniegu”, gan „Bez sniega” apstākļos. Tas atbilst iepriekš paustajam, ka novietojumi „Celis”, „Delna” (un „Elkonis”) ir labāk pamanāmi un/vai atpazīstami kā novietojumi „S.Lampiņa” un „Mugura”.



2.18.att. A, B – uz abscisu ass – AEPL, uz ordinātu ass – GAL. A – RR izvietojumu atšķirības „Bez sniega” apstākļos; B - RR izvietojumu atšķirības „Ar sniegu” apstākļos

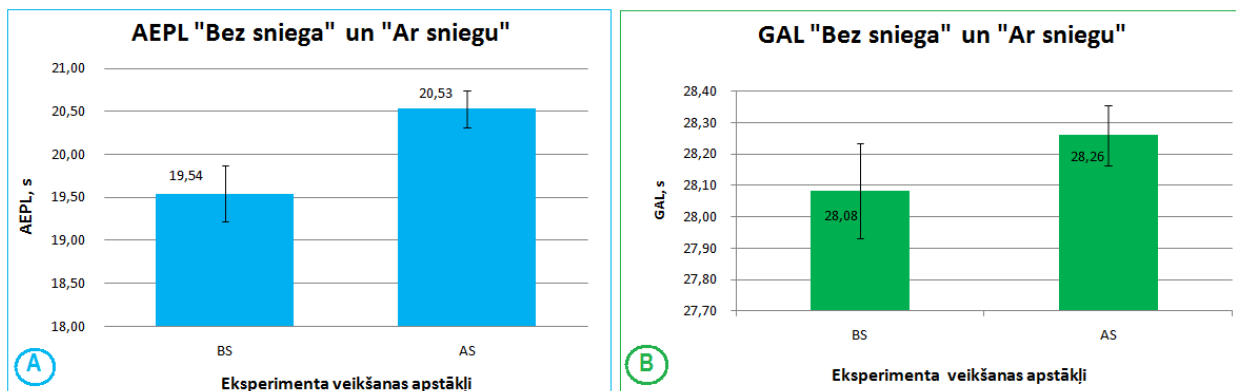
2.4.4. Sniega ietekme uz AEPL un GAL

2.4.4.1. Sniega ietekme uz AEPL

Salīdzinot iegūtos **AEPL** datu kopām „Ar sniegu” un „Bez sniega”, tika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība – sniegā gājēja RR bijis aptuveni par sekundi vēlāk pamanāms (2.19. att. A) ($p=0,95$). Ja auto brauc ar ātrumu 80 km/h, sekundes laikā tas veic 22,2m, taču jāpiebilst, ka datorizētos eksperimentos iegūti dati nevar tikt tieši pielīdzināti reālā vidē iegūstamajiem. Var pieņemt, ka tendences un savstarpējās sakarības laboratorijas pētījumos un reālajā vidē saglabāsies.

2.4.4.2. Sniega ietekme uz GAL

Salīdzinot iegūtos **GAL** datu kopām „Ar sniegu” un „Bez sniega”, netika iegūta statistiski nozīmīga atšķirība – sniegā gājēja RR bijis aptuveni par 1/5 sekundes daļu vēlāk pamanāms (2.19. att. B) ($p=0,95$). Iespējams, ka iegūto rezultātu varētu būt ietekmējusi sniega simulācijas veida izvēle un dati varētu atšķirties atkarībā no snigšanas stipruma un eksperimenta norises izvēles vietas (dabā, kontrolētos apstākļos laboratorijā vai datorizētos eksperimentos).



2.19.att. A – AEPL sniegā bijis statistiski nozīmīgi sliktāks kā bez sniega simulācijas. Pamanīšana sniegā notikusi par sekundi vēlāk kā bez sniega. B – GAL netika novērota statistiski nozīmīga atšķirība ($p=0,95$)

2.4.5. Autovadītāju un ne-autovadītāju sniegumu salīdzinājums

Lai noskaidrotu, vai sniedzot atbildi par AEPL un GAL ir kāda nozīme tam, vai eksperimenta dalībniekam ir autovadītāja apliecība, vai tādas nav, tika veikti šādi datu salīdzinājumi:

- a) Iegūtie **AEPL** dati tika salīdzināti grupām:
 - „BS, AV” un „BS, NeAV”. Stat. noz. atšķirības netika iegūtas ($p=0,95$);
 - „AS, AV” un „AS, NeAV”. Stat. noz. atšķirības netika iegūtas ($p=0,95$).
- b) Iegūtie **GAL** dati tika salīdzināti grupām:
 - „BS, AV” un „BS, NeAV”. Stat. noz. atšķirības netika iegūtas ($p=0,95$);
 - „AS, AV” un „AS, NeAV”. Stat. noz. atšķirības netika iegūtas ($p=0,95$).

Tātad, netika gūti pierādījumi tam, ka autovadītāju spēja pamanīt signālu (RR) troksnī (sniegā) un atpazīt signālu (gājēju) troksnī (sniegā) ir labāk attīstīta kā auto nevadītājiem. Iespējams, ka, lai precīzāk izvērtētu autovadītāju un auto nevadītāju uztveres īpatnības un iespējamās atšķirības, eksperimentā būtu jāiekļauj vairāk dalībnieku ar dažādu auto vadīšanas pieredzes līmeni, to skaitā profesionālus auto vadītājus (piem., tālbraucējus šoferus).

2.5. Rezultātu apkopojums un analīze

Lai atbildētu uz padziļinātiem jautājumiem, kas var rasties, iepazīstoties ar pētījumu, kā, piemēram:

- a) „kādi uztveres mehānismi darbojas sniega un bez sniega apstākļos?”;
- b) „vai tie ir atšķirīgi, un kā tie atšķiras?”,

ir vajadzīgi padziļināti pētījumi, izmantojot tehniku un eksperimenta veikšanas apstākļus, kas nodrošina augstāku datu ticamību par šajā darbā izmantoto tehniku.

Runājot par RR pamanīšanu un gājēja atpazīšanu, var izdalīt:

- a) **uztveri augšējos redzes informācijas analīzes līmeņos:**
 - Sākotnēji tika pieņemts, ka iespējams RR pamanīšanas notikums ir cieši saistīts ar atpazīšanas notikumu, taču korelācija starp šiem notikumiem netika novērota vai tika novērota vāja. No šī pētījuma datiem izriet, ka šie notikumi nav saistīti;

- Nozīmīgu ietekmi uz rezultātiem var atstāt nogurums, uzmanības vai koncentrēšanās trūkums.

b) **uztveri zemākos redzes informācijas analīzes līmeņos:**

- Dažādu fizikālo parametru ietekmi uz rezultātiem (RR atstarošana, lielums, novietojuma augstums utt.).

Darba mērķu īstenošanai izdevās izstrādāt programmu, kas nejaušā secībā ģenerēja video un ierakstīja atbildes došanas laikus.

Tālāk šajā sadaļā autore apkopo iemeslus un piedāvā skaidrojumus, kā redzes sistēmai gājēja pamanīšanā un atpazīšanā varētu palīdzēt dažādi RR izvietojumi.

2.4.2.; 2.4.3 un 2.4.4. sadaļās aprakstītie rezultāti ļauj secināt, ka atsevišķi RR novietojumi palīdz gājēju pamanīt un atpazīt ātrāk. Visbiežāk labāk **pamanāms** gājējs bija ar RR „Delnas” un „Ceļa” novietojumos, un visbiežāk vislabāk **atpazīstams** gājējs bija attiecīgi ar RR „Ceļa” un „Delnas” novietojumos.

Autore ierosina, ka šāds efekts varētu rasties automašīnas luktura un šo abu RR („Ceļa” un „Delnas”) līdzīgo augstumu no zemes dēļ. Automašīnai, ar kuru braucot, tika filmēti video, vidējais lukturu augstums bija 0,80 m. RR izvietojumu augstumi eksperimenta video esošajam gājējam stāvēt, bija šādi:

- „Delna” – 0,75 m;
- „Celis” – 0,55 m;
- „Elkonis” – 1,08 m;
- „Mugura” (un „S.Lampiņa”) – 1,25 m;
- „Potīte” – 0,11 m.

Tātad, jo līdzīgāks RR augstums auto lukturu augstumam, jo ātrāk pamanāms un atpazīstams gājējs. Būtu vajadzīgi sīkāki pētījumi, lai pārliecinoši pierādītu šo pieņēmumu. Nākotnē eksperimentā vajadzētu iekļaut arī bērnus, kuriem ir savādākas auguma proporcijas kā pieaugušajiem, un noskaidrot, kur RR labāk piestiprināt gājējiem ar mazu augumu.

Video netika filmēts kontrolētos apstākļos, bet gan uz īsta ceļa. Tas izraisīja daudzu faktoru ietekmi uz video tapšanu un, iespējams, arī rezultātiem. 2.20. attēlā „Video laika diagramma” apkopota daļa no mainīgajiem faktoriem uz ceļa, kas var būt nozīmīgi uztveres procesā.

AEPL vidēji notika no 17. – 25. sekundeī. Atbilstoši 2.20. attēlā paustajam, tajā laikā notika šādas izmaiņas video:

- Kļūst redzams RR;

- RR laukums sāk pieaugt;
- Dažiem RR novietojumiem novērojama „flikerēšana”.

„Flikerēšanu” izraisīja apgērba, citu ķermeņa daļu radītā RR aizsegšana, un ķermeņa daļu kustība prom no gaismas avota (auto lukturim) gājēja gaitas laikā. „Flikerēja” RR uz „Delnas”, „Ceļa”, „Potītes” un „S.Lampiņas” novietojumā. „Delnas” un „Ceļa” novietojumi sniedz priekšrocības gājēja savlaicīgā pamanīšanā (vai vismaz nav sliktāki par pārējiem izmantotajiem novietojumiem), savukārt „S.Lampiņas” novietojums vairākkārt analizē uzrādīja vissliktākos rezultātus. „S.Lampiņas” vājais sniegums varētu būt skaidrojams ar nepilnībām video izveidē (sliktas krāsu atveides un kontrasta zudumu dēļ videoierakstā).

GAL vidēji notika no 27. – 29. sekunde, tas ir tad, kad gājēja kontūra video ierakstā jau bija saskatāma. Sākotnēji autore uzskatīja, ka atpazīšanā ietekmi var sniegt RR kustības amplitūdas pieaugšana, ko rada ekstremitāšu kustības un pastiprina auto tuvošanās gājējam. Šis faktors izdalīts un sīkāk analizēts 2.21. attēlā. Redzams, ka RR novietojuma uz ekstremitātēm gadījumos, tiešām ir novērojamas lielākas RR amplitūdas izmaiņas. Tas, ka RR novietojumiem ar lielāku svārstības amplitūdu ir pozitīva ietekme uz GAL, apstiprinājās sākotnējā analizē (2.14.att. A). Statistiski labāk atpazīstams gājējs bija, kad RR bija novietojumos „Delna”, „Ceis” un „Potīte” salīdzinājumā ar novietojumiem „Mugura” un „S.Lampiņa”.

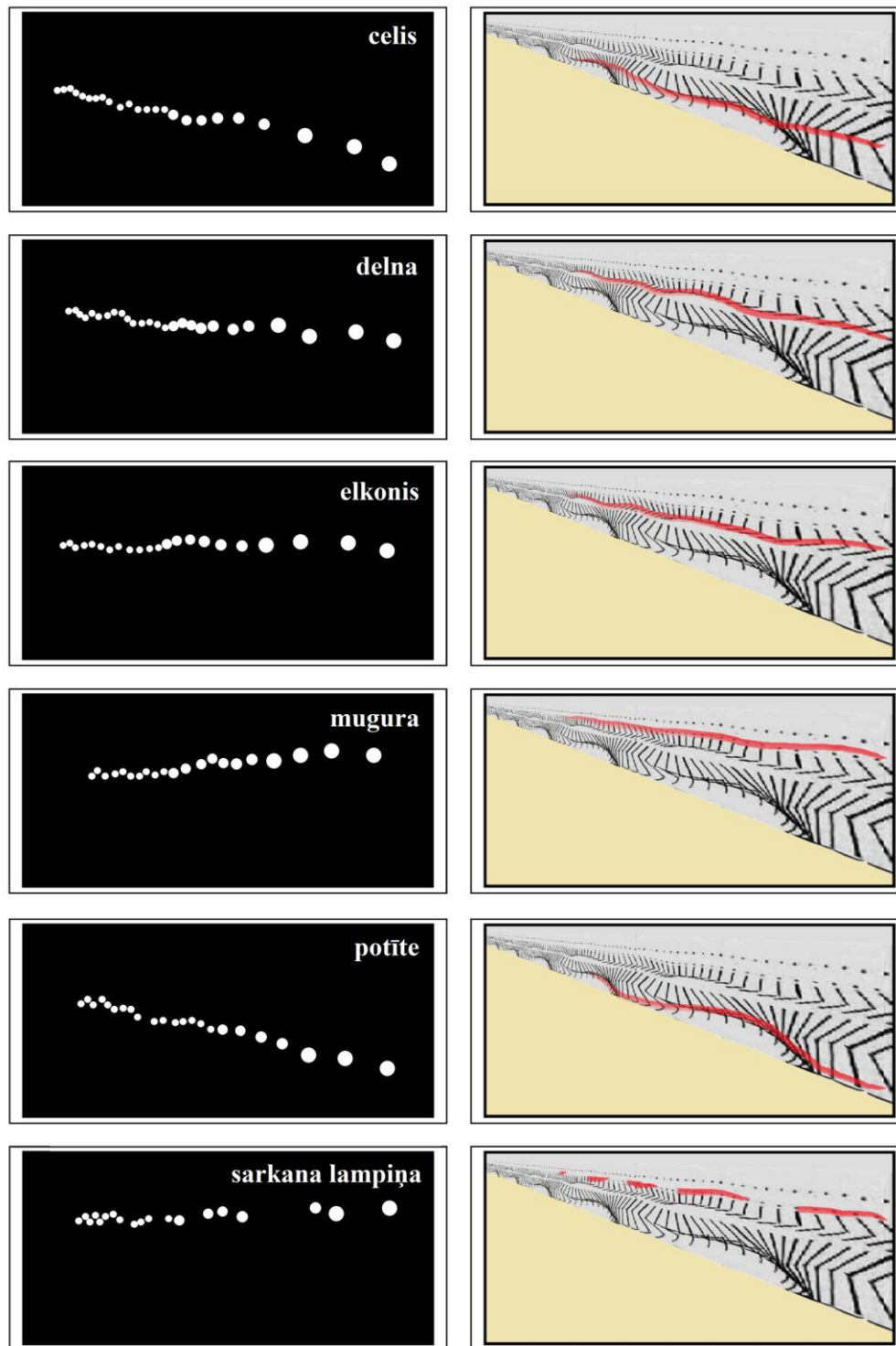
Profits (*Proffitt*) ar kolēģiem savā publikācijā raksta, ka gaismas punktu aizklāšana, ko izraisa apgērbs vai ķermeņa daļas, dod nozīmīgu informāciju, palīdzot veikt gaitas novērtējumu, kā arī var nodrošināt informāciju par ķermeņa aprisēm [35]. Tas atbilst autores rezultātiem – gājējs ar „flikerējošiem” RR (izņemot „S.Lampiņu”) vairākos gadījumos bija labāk pamanāms.

Var secināt, ka RR novietojumam ir ietekme uz GAL – ja RR ir lielāka kustības amplitūda, tas tiks pamanīts vismaz tikpat labi kā RR pārējos novietojumos vai labāk. Arī RR „flikerēšana” var palīdzēt gājēja savlaicīgā atpazīšanā. Nozīmīga informācija par BK veicēju var tikt iegūta pat no ļoti degradētiem punktveida BK stimuliem.

Kozlovskis (*Kozlowski*) ar kolēģiem savā 1977. gada publikācijā ziņo, ka nepazīstamu gājēju dzimums tiek pareizi noteikts pat tad, kad punktveida BK punktu skaits ir samazināts līdz diviem punktiem, kas atbilst potīšu atrašanās vietām [36]. No autores iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka pat viena punkta īpašības var sniegt papildus informāciju, kas palīdz savlaicīgi pamanīt un atpazīt gājēju



2.20.att. Video laika diagramma. Laiks pieaug virzienā no augšas uz leju. Tie lielumi, kas laikā pieaug, apzīmēti ar dzeltenu bultu



2.21.att. Laik-telpas diagrammas katra RR video gadījumā. Attēli pa kreisi iegūti no katra video veida kadriem no 15. – 30. video sekunde (diagrammas izveidei tika izmantots vidēji katrs piektais kadrs minētajā laika intervālā). „Poīte”, „Celis”, „Delna” novietojumos RR pārsteidzošā kārtā „flikerēja” (tas nav parādīts diagrammās). Attēlos pa labi parādīts iegūtais RR trajektorijas skaidrojums, izmantojot esoša cilvēka laik-telpas diagrammas

SECINĀJUMI

1. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks snigšanas laikā ir lielāks, nekā skaidras nakts laikā, taču gājēja atpazīšanas laiks atkarībā no snigšanas nemainās;
2. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks ir atšķirīgs dažādu retroreflektoru izvietojumu gadījumos;
3. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks ir mazāki vai tādi paši kā citu retroreflektoru novietojumu gadījumos, ja retroreflektora kustības amplitūda ir lielāka un augstums no zemes līdzīgāks auto lukturu augstumam no zemes. Visbiežāk visātrāk tika pamanīti un atpazīti retroreflektori „Ceļa” un „Delnas” novietojumos;
4. Atstarojošā elementa pamanīšanas laiki un gājēja atpazīšanas laiki nav atšķirīgi dalībniekiem ar un bez autovadītāja apliecības;
5. Mūsu eksperimenta apstākļos atstarojošā elementa pamanīšanas laiks un gājēja atpazīšanas laiks visticamāk ir savstarpēji nesaistīti procesi uztverē.

NOBEIGUMS

Atstarojošie materiāli būtiski uzlabo gājēju pamanīšanu nakts laikā. Literatūrā ir maz ziņu par atstarotāju izvietojuma ietekmi uz gājēju pamanīšanu lietūs un sniega apstākļos, kā arī pētījumu par viena atstarotāja novietojuma ietekmi uz gājēja pamanīšanu un atpazīšanu. Maģistra darbā tika pētīta gājēju pamanāmība un atpazīstamība, izmantojot dažādās ķermeņa vietās izvietotu atstarotāju. Veicot rezultātu analīzi, tika noskaidrots, ka atstarotāja novietojumam ir būtisks devums savlaicīgā gājēja pamanīšanā un atpazīšanā. Tika ierosināts, ka ātrāku pamanīšanu un atpazīšanu izsauc kāds no tālāk minētajiem iemesliem vai to kombinācija (kas varētu tikt pētīts nākotnē):

- **Atstarotāja augstums no zemes.** Jo tas līdzīgāks auto lukturu augstumam, jo vairāk gaismas tas atstaro atpakaļ - atstarotāja spožums palielinās un ir lielāka iespēja to pamanīt;
- **Gājēja gaitas radītā atstarotāja kustības amplitūda.** Ja atstarotājs kustas, tas iespējams sniedz papildus informāciju, kas palīdz novērotājam ieraudzīto atstarotāju piekārtot bioloģiskas izcelsmes objektam (gājējam);

- **Gājēja gaitas radītā atstarotāja „flikerēšana”**. Ja atstarotājs brīžiem „pazūd”, iespējams, tas palīdz novērotājam pievērst redzētajam papildus uzmanību un ieraudzīto piekārtot bioloģiskas izcelsmes objektam (gājējam);

Autore secina, ka šāda veida pētījumi ir jāveic vai nu telpās, kur iespējami kontrolēti apstākļi (piemēram, laboratorijās, kur iespējams radīt īstu sniegu, lietu vai miglu), vai arī dabā. Ir salīdzinoši sarežģīti izveidot ticamu sniega simulāciju, kā arī izveidot augstas izšķirtspējas video, kas uzņemti braucošā auto, nakts laikā. Šādus pētījumus labāk veikt dabā, jo iegūtie rezultāti (piemēram, vidējie AEPL un GAL) autores pētījumā nav tieši pielīdzināmi reālajai situācijai uz ceļa. Pētījumos par gājēju pamanīšanu un atpazīšanu bieži tiek izmantoti un salīdzināti nevis laika lielumi (sekundes), bet gan attāluma lielumi (piemēram, attālums metros līdz gājējam, kur notikusi tā pamanīšana vai atpazīšana). Tas ļauj vieglāk saprast, vai auto bremzēšanas ceļš līdz gājējam ir vai nav pietiekams. Vissliktāk izdevās video ar t.s. „S.Lampiņu”, jo lampiņa video bija daudz blāvāka un sliktāk saskatāma kā dabā. Arī video ar atstarotāju uz elkoņa bija salīdzinoši slikti izveidots, kas arī ienesa rezultātos vislielāko datu izkliedi. Neizdevās veikt detalizētu atstarotāja novietojuma ietekmes analīzi uz rezultātiem „Ar sniegu” un „Bez sniega” pārāk mazo datu kopu dēļ. Autore sākotnēji bija domājusi, ka eksperimentā iegūtie rezultāti būs pārlicinošāki un vairāk pielīdzināmi reālajai dzīvei, taču kopumā iespēju robežās tika izdarīts iespējama darba mērķa sasniegšanai.

Nobeigumā, ja ir jāatbild uz jautājumu, kur labāk novietot atstarotāju, lai būtu lielāka varbūtība, ka auto vadītājs gājēju pamanīs un atpazīs, autore no eksperimenta rezultātiem secina, ka tie jānovieto uz ekstremitāšu locītavām (vislabāk ceļa vai delnas).

PATEICĪBAS

Vēlos izteikt pateicību Latvijas Universitātei, kas īsteno projektu „Atbalsts maģistra studiju programmu īstenošanai Latvijas Universitātē” par piešķirtajiem līdzekļiem.

Paldies Optometrijas un Redzes zinātnes nodaļas personālam par sniegtajām zināšanām. Īpaši vēlos pateikties **V.Karītānam** un prof. **M.Ozoliņam**, **G.Lūsim**, **G.Ikauniekam**, **S.Fominam** par sniegtajiem padomiem darba tapšanas laikā. Liels paldies visiem tiem, kas piedalījās eksperimentos un visiem, kas jebkādā veidā palīdzējuši darba tapšanā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

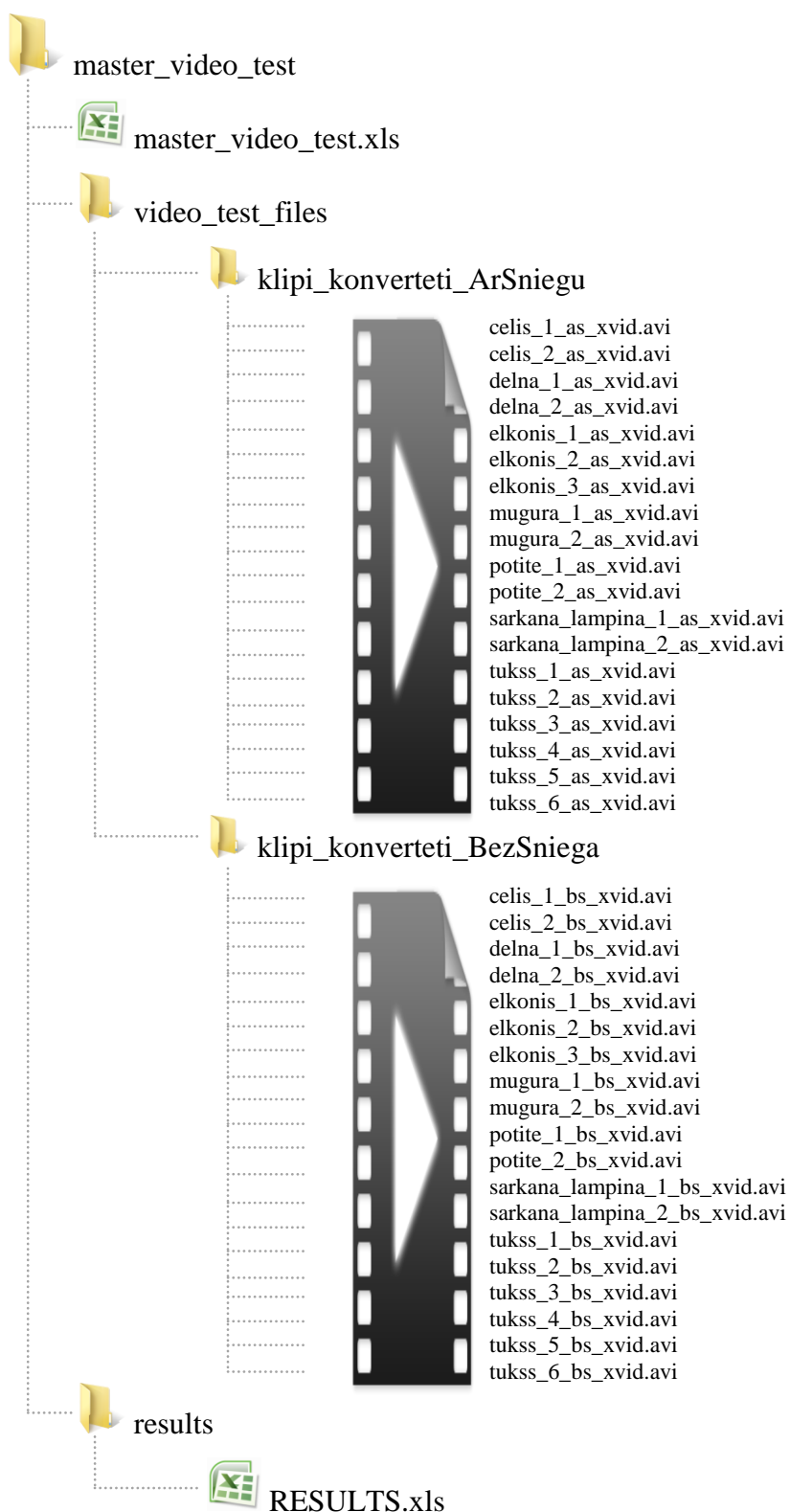
1. Eiropas ceļu statistika 2008. - [atsauce 19.04.2010.]. Pieejams:
http://www.erscharter.eu/sites/default/files/9_ERF_European_Road_Statistics_2008.pdf
2. **D.A. Owens, M. Sivak**, "The role of reduced visibility in nighttime road fatalities". University of Michigan, Report No. UMTRI-93-33, 1993, 42 p. - [atsauce 19.04.2010.].
Pieejams: <http://hdl.handle.net/2027.42/49541>
3. **J. Luoma, J. Schumann, E.C. Traube**, "Effects of retroreflector positioning on nighttime recognition of pedestrians," *Accident Analysis & Prevention*, 1996, 28(3): 377-383
4. **G. Johansson, K. Rumar**, "Visibility distances and safe approach speeds for night driving," *Ergonomics*, 1968, 11: 275-283
5. **R.A. Tyrrella, J.M. Wood**, T.P. Carberry, "On-road measures of pedestrians estimates of their own nighttime conspicuity," *Journal of Safety Research*, 2004, 35: 483– 490
6. **I. Kwan, J. Mapstone**, "Visibility aids for pedestrians and cyclists: a systematic review of randomised controlled trials," *Accident Analysis & Prevention*, 2004, 36(3): 305-312
7. **J.M. Wood, R.A. Tyrrell, T.P. Carberry**, "Limitations in Drivers' Ability to Recognize Pedestrians at Night," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2005, 47(3): 644-653
8. **S.A. Balk, R.A. Tyrrell, J.O. Brooks, T.L. Carpenter**, "Highlighting human form and motion information enhances conspicuity of pedestrians at night," *Perception*, 2008, 37: 1276 - 1284
9. **H.D. Young, R.A. Freedman**, *Sears and Zemansky's university physics: with modern physics. -11th ed.*, Pearson Education, 2004, p. 1250 – 1256
10. **Y. Morikawa**, *Light Reflecting Device*, US patent 4,293,189, Patent and Trademark office, 1981
11. **R.L. Austin, R.J. Schultz**, *Guide to retroreflection safety principles and retrorreflective [sic] measurements*, San Diego, CA. : Gamma Scientific, 2001, p. 4

12. CIE tīmekļa vietne. Pieejams: <http://www.cie.co.at/> (sadaļā “Publications”)
13. ASTM tīmekļa vietne. Pieejams: <http://www.astm.org/> (sadaļā “Standards”)
14. **B.L. Hills**, “Vision, visibility, and perception in driving,” *Perception*, 1980, 9: 183 – 216
15. **S. Plainis, I.J. Murray, I.G. Pallikaris**, “Road traffic casualties: understanding the night-time death toll,” *Inj.Prev.*, 2006, 12(2): 125–128
16. **N.J. Moberly, M.P. Langham**, “Pedestrian Conspicuity at night: Failure to Observe a Biological Motion Advantage in a High – clutter Environment,” *Applied Cognitive Psychology*, 2002, 16: 477 – 485
17. **Y. Itan, Prof. A. Johnston, Dr. P. McOvan**, Human Motion Mechanism(s): A Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) Experiment Applying Computational, Psychophysical and Physical Methods, CoMPLEX, University College London, London UK. 2007. (1. – 9. lpp)
18. **S.E. Palmer**, *Vision Science Photons to Phenomenology*, Cambridge, Massachusetts, London, England: A Bradford book, The MIT press, 1999, 810 p. (155.; 469. - 518. lpp.)
19. **G. Mather, K. Radford, S. West**, „Low-level visual processing of biological motion,” *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 1992, 249, 149–155
20. **S.H. Chatterjee, J.J. Freyd, M. Shiffrar**, „Configural processing in the perception of apparent biological motion,” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1996, 22, 916–929
21. **D.H.F. Chang, N.F. Troje**, „Characterizing global and local mechanisms in biological motion perception,” *Journal of Vision*, 2009, 9(5):8, p. 1–10
22. **S. Kuhlmann, M. Lappe**, „Recognition of biological motion from blurred natural scenes,” *Perception*, 2006, 35(11), p. 1495 – 1506
23. **M.A. Giese, T. Poggio**, „Neural mechanisms for the recognition of biological movements,” *Nat. Rev. Neurosci.*, 2003, 4, p. 179–192
24. **R. Blake, M. Shiffrar**, „Perception of Human Motion,” *Annu. Rev. Psychol.*, 2007, 58, p. 47–73

25. Internets: http://en.wikipedia.org/wiki/Dorsal_stream
26. **P. Sarkheil, Q.C. Vuong, H.H. Bülthoff, U. Noppeney**, „The integration of higher order form and motion by the human brain,” *Neuroimage*, 2008, 42, p. 1529 - 1536
27. **B. Thompson, B.C. Hansen, R.F. Hess et al.**, „Peripheral vision: Good for biological motion, bad for signal noise segregation?,” *Journal of Vision*, 2007, 7(10):12, p. 1–7
28. **J. Pinto, M. Shiffrar**, „Subconfigurations of the human form in the perception of biological motion displays,” *Acta Psychol.* 1999, 102, p. 293–318
29. **Q.C. Vuong, A.F. Hof, H.H. Bülthoff, I.M. Thornton**, „An advantage for detecting dynamic targets in natural scenes,” *Journal of Vision*, 2006, 6, p. 87–96
30. **S.M. Thurman, E.D. Grossman**, „Temporal „Bubbles” reveal key features for point-light biological motion perception,” *Journal of Vision*, 2008, 8(3) article nr.8
31. **M. Thirkettle, C.P. Benton, N.E. Scott-Samuel**, „Contributions of form, motion and task to biological motion perception,” *Journal of Vision*, 2009, 9(3), p. 1–11
32. **J. Billino, F. Bremmer, K.R. Gegenfurtner**, „Motion processing at low light levels: Differential effects on the perception of specific motion types,” *Journal of Vision*, 2008, 8(14), p.1-10
33. **D.M. Green, J.A. Swets**, *Signal Detection Theory and Psychophysics*. Los Altos, California: Peninsula Publishing, 1988. 505 p. (7. lpp.)
34. **P.K. Hughes, B.L. Cole**, “Can the conspicuity of objects be predicted from laboratory experiments?” *Ergonomics*, 1986, 29: 1097–1111
35. **D.R. Proffitt, B.I. Bertenthal, R.J. Roberts Jr.**, „The role of occlusion in reducing multistability in moving point-light displays,” *Perception & Psychophysics*, 1984, 36(4), p. 315-323
36. **L.T. Kozlowski, J.E. Cutting**, „Recognizing the sex of a walker from a dynamic point-light display,” *Perception & Psychophysics*, 1977, 21(6), p. 575-580

PIELIKUMS

Programmas darba mapes "master_video_test" struktūra



Maģistra darbs „Atstarotāja novietojuma ietekme uz gājēju pamanāmību sliktas redzamības apstākļos” izstrādāts Latvijas Universitātes Fizikas un Matemātikas fakultātes Optometrijas un Redzes zinātnes nodaļā.

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

Autore:

Fizikas un matemātikas fakultātes studente
(stud.apl.nr. kl 08135)

Kaiva Lūse

2010. gada

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Darba vadītājs:

prof. Māris Ozoliņš
MSc Varis Karitāns

2010. gada

Recenzents:

prof. Ivars Lācis

Darbs iesniegts Optometrijas un redzes zinātnes nodaļā 2010. gada

Metodiķe:

Darbs aizstāvēts Optometrijas Maģistra pārbaudījumu komisijas sēdē

2010. gadaprot. Nr ar atzīmi

Komisijas sekretārs: