

INSENERIBÜROO STRATUM

Märgutuledega varustatud liiklusmärkide liikluskäitumusliku mõju
uuring

ARUANNE



Projektijuht: Margus Nigol

Töö on koostatud Maanteeameti liikluskorralduse arendustalituse tellimusel

Tallinn 2019

Projektijuht: Margus Nigol

Töös osalesid:

Harri Rõuk,

Imre Antso,

Dago Antov

© Maanteeamet, 2019

Töö tellija on Maanteeamet, kuid töö tulemus ei pea olema kooskõlas Maanteeameti seisukohaga ega väljenda Maanteeameti poolt heaks kiidetud arvamusi. Vastutus antud dokumendis toodud informatsiooni ja esitatud arvamuste eest lasub täies mahus töö teostajal. Tööd võib vabalt tervikuna tasuta kasutamiseks välja anda või tsiteerida allikale viidates.

SISUKORD

Märgutuledega varustatud liiklusmärkide liikluskäitumusliku mõju uuring	1
ÜLESANNE	4
VÄLISRIIKIDES LÄBI VIIDUD ANALOOGSED UURINGUD.....	5
KATSE LÄBIVIIMISE METOODIKA.....	11
Märgutuledena kasutatud seade	12
Juhi silma liikumist tuvastav seade.....	13
Uuringu läbiviimise asukohad	15
Katseisikud.....	17
Katsete läbiviimine	17
KATSE TULEMUSED	19
Kokkuvõte.....	19
Probleemid	20
KÜSITLUSE TULEMUSED	22
KOKKUVÕTE	24
KASUTATUD KIRJANDUS.....	25

ÜLESANNE

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli viia läbi uuring märgutuledega varustatud liiklusmärkide liikluskäitumusliku mõju hindamiseks. Uuringu üheks eesmärgiks oli toetada Liiklusohutusprogrammi lõppeesmärkide saavutamist, mille hulgas on programmis nimetatud ka uudsete liikluskorraldusvahendite kasutusevõtu vajaduse ja mõju väljaselgitamist.

Uuringu läbiviimiseks oli tellija poolt sätestatud ka konkreetne metoodika. Uuring tuli läbi viia enne ja pärast märgutuledega varustatud liiklusmärkide paigaldamist kahel objektil:

1. Riigiteel nr.52 Viljandi-Rõngu, 0,85 km
2. Riigiteel nr.49 Imavere-Viljandi- Karksi-Nuia, 31,6 km.

Uuringu läbiviimisel tuli vajalikud lähteandmed koguda kahel viisil:

1. *Eye Tracking*-tüüpi silmajälgimise seadmega (Tobii Eye Tracking või analoogne)
2. Katses osalenud sõidukijuhtide küsitluse tulemusel.

Tellija poolt esitatud lähteülesandes eeldati, et p.1 nimetatud silmajälgimise seadmega on võimalik jälgida inimese tähelepanu liikluses juhtides sõidukit.

Andmeid oli vajalik koguda pimedal ajal, kusjuures nende kogumisel pidi osalema vähemalt 6 erineva juhtimiskogemusega sõidukijuhti, kes sõidavad autoga igapäevaselt, kord nädalas või kord kuus.

Märgutuledega varustatud liiklusmärgid paigaldati ülalnimetatud objektile Tellija poolt, samuti oli selleks kasutatud (VMS- tüüpi) seade valitud ja paigaldatud tellija poolt.

Katsete läbiviimise täpsem kirjeldus on toodud käesolevas aruandes.

VÄLISRIIKIDES LÄBI VIIDUD ANALOOGSED UURINGUD

Mitmed välismaised uuringud, näiteks Bruneli ülikooli uuring (Young ja Mahfoun 2009) [2], on näidanud, et maanteeäärsetel reklaamid on ilmne mõju juhtimisele, näiteks sõiduki paiknemise asukohale. Tulemused näitavad, et tee-äärne reklaam võib suurendada juhtide vaimset pinget ja suunata liikleja tähelepanu liiklusest eemale. Maanteeäärse reklaami on tugevam monotoonnes liiklusolukorras, kus vaimne stress on väike võrreldes linnapiirkonnaga, kus vaimne stress on juba suhteliselt kõrge (Chattington et al 2009) [3].

Uuringud on näidanud, et suurenenud visuaalne koormus liikluskeskonnas - liiklusmärkide, reklaammärkide ja muu teabe kogus - toob kaasa selle, et juht vajab rohkem aega maanteede teabe otsimiseks (Akagi jt 1996) [4]. See kehtib eelkõige eakate sõidukijuhtide puhul, kellel on üldiselt vähem võimalusi eirata asjakohast teavet liikluses (Helmerts et al 2004) [5].

1988. aastal J. Luoma poolt läbi viidud Soome uuringus (Fabry jt 2001) [6] tõestati, et sõidukijuhid kasutavad reklaamisõnumi lugemiseks märkimisväärselt rohkem aega (2,3 sekundit) võrreldes nende poolt kulutatud ajaga, kui palju võtab aega sõnumi (0,5 sekundit) tajumine või mõistmine.

Kanada uuringud videoreklaamide kohta (Smiley 2005) [7] tõid kaasa järgmised järeldused:

- Videoreklaamid mõjutasid juhi keskendumisvõimet ja mitmel juhul oli see ohuks liiklusohutusele, kui pikivahe sõidukite vahel oli väga lühike (1 sek või vähem) suhteliselt pika vaate puhul (pilgu kestus ületab 1,5 sekundit) ja suhteliselt laia nurga kaugusel teedest.
- Kui videoreklaame vaatavad autojuhid, oli 38% pikivahedest eesmise sõidukini väiksem kui 1 sekund ja veerand pilkudest toimus sõidusuunast 20 kraadi või suurema nurga all võrreldes teega.
- Sõidukijuhid kalduvad digitaalseid videoreklaame rohkem vaatama kui tavalisi staatilisi reklaame. Nad vaatavad digireklaame mitu korda ja pilgu kestus on pikem.
- Ristmike ees, kuhu oli paigutatud nähtav videoreklaam, toimus enam järske pidurdusi. Fooride puhul leiti, et on aset leidnud tavalisest aeglasem start.

Transpordiuuringute laboris läbi viidud Briti uuringus (Chattington et al. 2009) [3] viidi läbi katse sõidusimulaatori abil, uurimaks videoreklaami ja staatilise reklaami mõju sõidukijuhi käitumisele. Põhitulemused näitasid, et:

- juhid hoiavad pilgu pikemalt ja sagedamini videoreklaamitahvlitel võrreldes staatiliste märkidega.
- Reklaamiobjektid (-tahvlid) mõjutavad juhtide võimet kontrollida sõiduki asukohta sõidurajal. Sõidurajal paiknemise asukoha varieeruvus on videoreklaamitahvlitega kohtades suurem.
- Videoreklaamitahvlitega on seotud rohkem ootamatuid pidurdusi.
- Video reklaamimärkide juurest läbi sõitmisel väheneb kiirus.
- Üldiselt on videoreklaamitahvlitel suurem mõju liiklejate käitumisele võrreldes staatilise reklaamitahvlitega.

Rootsi uuring (Dukic, T. jt 2011) [8], tõestas seda, et maanteel, kuhu oli paigutatud 4 elektroonilist reklaamimärki, suunasid reklaamid juhi visuaalset tähelepanu. Nii päevavalguses kui pimeduses täheldati reklaamitahvlite möödumisel 6–7 sekundi pikkust pilgu kestust.

Taani uuringus (Herrstedt, Greibe ja Andersson 2013) [9] leiti, et:

- Ligikaudu 25% juhtudest, kus juhi pilk liikus reklaamimärgile, toimus pikivahe oluline vähenemine ja pikivahe osutus väiksemaks kui 2 sekundit ja 20% juhtudest oli see väiksem kui 1,5 sekundit.
- Enam kui 20% juhtudest leidis aset olukord, kus juhi reklaami vaatamise ja selle pikkuse kombinatsioon oli suurem kui tavalise visuaalse käitumise puhul.
- Ühel katsel kuuest kandus juhi pilk reklaamimärgile punktini, kus seda sai pidada visuaalseks häiringuks. Selle põhjal järelitati uuringus, et suured staatilised reklaamimärgid maanteedel suunavad ja mõjutavad sõidukijuhtide visuaalset tähelepanu sellisel määral, et see mõjutab liiklusohutust.

Ameerika Ühendriikides läbi viidud uuringus, mis põhines nn "naturalistlikul sõidul" (Belyusar, Mehler, Reimer, Coughlin, 2016) [10], toimusid katsesõidud 123 katsealusega kahel suurel LED-reklaami märgiga varustatud teel RT 93 Bostoni lähedal. Sõidutee lõigu kiirusepiirang oli 65 mph (ca 105 km/h). Auto oli varustatud kaameratega, mis võimaldasid jälgida juhi silmade liikumist. Tulemused näitasid märgatavat muutust sõiduteel ja liiklusest eemal olevate pilkude arvus ja kestuses just LED-reklaamitahvlite nägemise tõttu. See visuaalne käitumine oli eriti ilmne hetkel, mil LED-reklaami märgi vorming muutus. Uuringus jõuti järeldusele, et kuna selliseid kiiresti muutuvad või liikuvad tähelepanu haaravaid objekte on juhtide poolt raske ignoreerida, siis on Ameerika Ühendriikides LED-reklaamimärkide arvu plahvatusliku kasvu tõttu suurenenud ka liiklusohutusega seondatevate probleemide arv.

Taani uuring

Selleks, et uurida, kuidas LED-reklaami märgid (LED) mõjutavad autojuhtide tähelepanu võrreldes staatiliste märkide ja muude teedel paiknevate häirivate teguritega, on Taanis läbi viidud uus empiiriline uuring, kasutades selleks kaameraga varustatud spetsiaalselt varustatud katseautot koos süsteemiga silma liikumise jälgimiseks. Kiiruskäitumine registreeriti GPS-i kasutamisega ning lisaks kasutati sõidukite kauguste mõõtmiseks laserskannerit. Kokku sõitis 16 erinevat testimisseadme juhti läbi marsruudi, kus paiknes 228 erinevat LED-reklaamimärki. Katsealust ei teavitatud peamisest eesmärgist enne katset. Silmajälgede andmed kinnitasid, kas juht vaatas LED-reklaamitahvlile (pilgud, pilgu kestus ja pilgunurgad). Kasutati erinevaid algoritme juhi tähelepanu kõrvalejuhtimise tuvastamiseks. Kriitilised situatsioonid tuvastati ja neid analüüsiti üksikasjalikult, et avastada häirivate tegurite identiteeti. Päevasel ajal sõitmist võrreldi pimeduses sõitmisega. Tulemused näitasid, et sõidukijuhi visuaalne tähelepanu suunati LED-reklaamide abil. Rohkem kui iga kümnennda sõidu ajal ilmnes visuaalne tähelepanu kõrvale, nt. kumulatiivsed pilgud rohkem kui 2 sekundit. 6 sekundi jooksul. ajal, mil juht vaatas LED-reklaami. 4% ajami ajast oli nähtav tähelepanu kõrvalejuhtimine toimunud koos „turvapuhvriga” vähem kui 0 sekundit. Ohutuspuhver peegeldab aega, et reageerida ootamatule kriitilisele sündmusele, mis nõuab õnnetuse vältimiseks viivitamatut tegutsemist.

2015. aastal otsustas põhjamaade vastav erialakomitee (Nordic Committee for Visual Conditions in Road Traffic - NMF) käivitada uurimisprojekti, mille eesmärk on uurida, kas ja mil määral mõjutavad maanteedel olevad LED-märgistusmärgid juhtide visuaalset käitumist. Uurimistööd on läbi viinud Trafiteci uurimisrühm Taanis [1]. Seda uuringut saab mõned mõttes pidada käesoleva uuringu kõige tugevemaks analoogiks, kuigi uuringu objektiks ei olnud mitte niivõrd teemärgised, vaid siis elektroonilised (LED- tehnoloogial põhinevad) reklaamtahvlid.

Taanis läbi viidud uuringu eesmärk oli viia läbi empiirilisi uuringuid, mis võiksid olla abiks järgmistele küsimustele vastamiseks:

1. Mil määral mõjutavad teedel olevad LED-reklaamtahvlid juhi visuaalset tähelepanu?
2. Kas juhi visuaalne tähelepanu LED-reklaamtahvlitele mõjutatakse sel määral, et see mõjutab liiklusohutust?
3. Võrreldes teiste häiringutega, kui suures ulatuses on LED-reklaamtahvlid visuaalset tähelepanu pööranud?
4. Kas juhi visuaalne tähelepanu LED-reklaamtahvlitele erineb päevavalguses ja pimeduses?
5. Kas tee keskkond, LED-märkide suurus ja (parem / vasak) paigutus mõjutavad juhi tähelepanu.

Taani uuringu meetod

Uuring viidi läbi katsejuhtidega LED-reklaamtahvlitega varustatud marsruudil sõitvates sõidukites (nn naturalistlik sõidukatse).

Kõigil katses osalenud juhtidel pidi olema kehtiv Taani juhiluba, ta pidi olema regulaarselt sõidukirootis viibiv juht, katsealune pidi olema vähemalt 25-aastane ja sõitmisel mitte kandma prille. Viimane nõue oli vajalik selleks, et tagada silmade jälgimise süsteemis andmete kvaliteetsus. Katses osalenud juhte ei teavitatud katse peamisest eesmärgist enne katset. Katse marsruut esitati kaardil ja juhti teavitati marsruudi pikkusest ja sõidu oodatavast kestusest (umbes 1 tund). Neil paluti järgida kiirusepiiranguid ja sõita tavapärasel viisil, ilma tarbetu vestluseta tagaistmel istuva vaatlejaga. Katse ajal juhendas vaatleja testjuhti, millal paremale või vasakule pöörata. Katsejuhid olid kõik marsruudiga tuttavad ehk sellel ka varem sõitnud.

Katseauto sisaldas SMART EYE 3-kaamerasüsteemi juhi silmade liikumise jälgimiseks, videokaamerat liiklusolukorra tuvastamiseks, kiiruse registreerimiseks GPS-i ja laserskannerit (Ibeo Lux), mis oli paigutatud auto esiosale, et määrata pikivahe eessõitva sõidukiga. Autosse paigaldati lisaks veel üks videokaamera, mille eesmärk oli jälgida juhi pea liikumist. Kogutud andmed võimaldasid kontrollida, kas juht vaatab LED-reklaamtahvlit ja mitu korda ta seda teeb (pilkude arv). Samuti mõõdeti pilgu püsimise kestust reklaamtahvilil ja pilgu nurka. Need mõõtmised seoti sõidukiiruse ja pikivahe suurusega ning seeläbi tuvastati kriitilised olukorrad.

Küsimusele nr.2 vastamiseks arvutati nn „ohutuspuhver”. Ohutuspuhver on maksimaalne aeg, mille jooksul juht peab nägema, tõlgendama ja reageerima äkilisele sündmusele liikluses, kui juht on vaadanud reklaamtahvlit ja seejärel ja pööranud pilgu tagasi teele. „Ohutuspuhver” arvutatakse järgmiselt:

$$T(s) = l(s) - t(s)$$

kus T = kaitsepuhver (sek)

l = pikivahe (sek)

t = reklaamtahvlile heidetud pilgu kestus (sek)

Kui pikivahe eessõitjaga oli näiteks 1,09 sekundit ja pilk peatus reklaamimärgil 0,75 sekundit, siis nn ohutuspuhver $T = 1,09 \text{ sek} - 0,75 \text{ sek} = 0,34 \text{ sekundit}$.

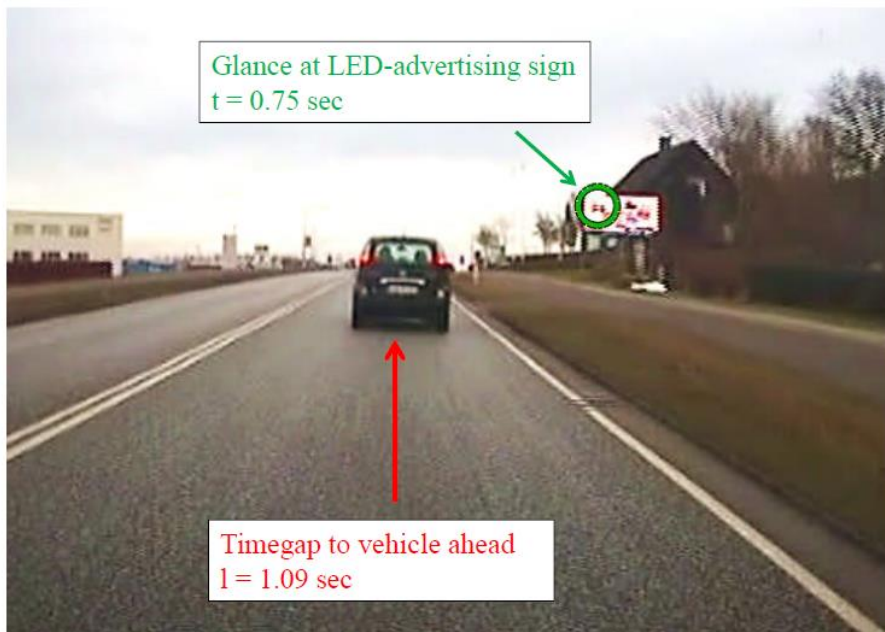


Figure 1. Example of LED-advertising glancing (glance duration = 0.75 sec.) in combination with a vehicle ahead (time gap 1.09 sec.)

Joonis 1. Näide LED-reklaamile heidetud pilgu parameetritest (pilgu kestus = 0,75 sek.) ja pikivahe eelseisva sõidukiga (1,09 sekundit). [1]

Visuaalne tähelepanu kõrvalejuhtimine

Teine põhiparameeter, on avastatud visuaalsete häirete olukordade arv. Visuaalset tähelepanu kõrvalejuhtimist võib määratleda järgmiselt: juhi visuaalse tähelepanu kõrvalekaldumine sõidutee ja liikluse suunalt konkureeriva tegevuse/objekti suunas, mis ei ole sõiduki juhtimise jaoks otseselt vajalik [13], [14]. Rahvusvahelises uurimistöös on toodud erinevad algoritmid juhi tähelepanu kõrvalejuhtimise avastamiseks ning juhi tähelepanu kõrvalejuhtimise avastamise ja hindamise operatiivseks kasutamiseks on kasutatud erinevaid algoritmide valikuid (Kircher ja Ahlström, 2013) [11]. Klauer jt (2006) [12] läbiviidud uuringus analüüsiti videosalvestisi, et teha kindlaks, millal juht vaatas teelt eemale. Visuaalset häiret hinnati 6-sekundilise libiseva aknana kumulatiivse pilgu viibimisel teest eemal ja juhti peeti häirituks, kui häiring ületas 2 sekundit. See lävi andis tulemusi, mis olid otseselt seotud kokkupõrke / kokkupõrke toimumise tõenäosusega: kui juhi pilk viibib eemal sõiduteest muude häiringute tõttu vähemalt 2 sekundi jooksul 6-sekundilise ajavahemiku jooksul, siis on konfliktiolukorra tõenäosus peaaegu kahekordistunud. Taani uuringus [1] on kasutatud seda algoritmi häiringute tuvastamiseks.

Katse taustandmed

Katsena käsitleti sõitu marsruudil, mille ääres paiknesid erinevad LED-reklaamitahvlid. Kahel erineval marsruudil viidi läbi 6 katset päevalguses ja 4 pimedas. Seega koguti kokku 20 katsetulemust mõlema marsruudi kohta, sealhulgas 12 katsetsükli päevalguses ja 8 pimedas. Katses osalesid 16 erinevat katsealust juhti. Mõned ebaõnnestunud katsesõidud (katseseadmete häiringute korral) jäeti tulemustest välja. Seega koguti kokku 228 katsesõidu tulemused, millest 145 viidi läbi päevalguses ja 83 pimeduses. Kõik katsesõidud toimusid väljaspool tipptundi, nt. päevalguses kella 10–15 ja pimeduses kell 18.00 ja kell 9.00.

Tulemused

Uuringu tulemused on esitatud järgnevalt.

1. Mil määral mõjutavad teedel olevad LED-reklaamitahvlid juhi visuaalset tähelepanu?
2. Kui tihti toimus pilguheit LED-reklaami märgile?

Keskmine LED-reklaamitahvlile heidetud pilkude arv sõidu on 1,7, kusjuures LED-pilkude arv ühe sõidu kohta ulatub 0-st kuni 14-ni. 61% kõigist sõitudest peatus testjuhil pilk vähemalt üks kord LED-reklaamitahvilil, sh. päeval 63% ja pimeduses 58%.

41% kõikidest sõidutest nägi juht LED-reklaamitahvilil kaht või enamat kujutist, sh. päeval oli see 42% ja pimeduses 39%.

3. Kui kaua peatub juhi pilk LED-reklaamitahvilil?

Keskmiselt peatus juhi pilk reklaamtahvilil 0,91 sekundit. 11% kõigist LED-reklaamtahvlile heidetud pilkudest kestis kauem kui 1 sekund. Pikim mõõdetud pilk LED-reklaamitahvlile toimus kestusega üle 7 sekundi ja paljudel juhtudel 3-4 sekundit.

Tabel 1. LED-reklaamtahvlike heidetud pilgu kestvus, sek (*LED glance duration*) valge (*Daylight*) ja pimedas (*Darkness*) ajal

LED glance duration (sec.)	Daylight		Darkness		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
0.00-0.50 sec.	166	65%	106	72%	272	68%
0.51-1.00 sec.	51	20%	33	23%	84	21%
1.01-1.50 sec.	19	8%	4	3%	23	6%
1.51-2.00 sec.	3	1%	0	0%	3	1%
2.01-2.50 sec.	4	2%	1	1%	5	1%
2.51-3.00 sec.	4	2%	0	0%	4	1%
> 3.00 sec.	5	2%	1	1%	6	2%
Total	252	100%	145	100%	397	100%

4. Kas juhi visuaalne tähelepanu LED-reklaamitahvlile mõjutab liiklusohutust?

Kui juhi pilgu kestus LED-reklaamidel on 2 sekundit või pikem järjestikuse 6 sekundi jooksul, fikseeriti selline olukord visuaalse tähelepanu häiringuna. Olukorras, kus visuaalne tähelepanu on häiritud, on õnnetusjuhtumi või kriitilise olukorra oht peaaegu kahekordistunud. Kokku tuvastati 26 visuaalset häiringut, mis moodustab 11% kõigist sõidukatsetest. Visuaalne tähelepanu kõrvalejuhtimine toimub sagedamini, kui LED-reklaamitahvel on paigutatud keskkonda, millel on väike visuaalne mõju ja seal puuduvad muud tähelepanu köitvad objektid.

5. Turvaline pikivahe.

Olukordadele, kus juht on märganud LED-reklaamitahvlit, samal ajal kui pikivahe teise sõidukiga on 3-sekundit või vähem, on arvatud nn „ohutuspuhver“. See leidis aset 142-l korral 397-st. Ohutuspuhver väheneb, kui juht vaatab teest eemale, et vaadata LED-reklaamitahvlit. 59-l korral (15%)

osutus ohutuspuhvri suurus ≤ 1 sekund. Tulemused näitavad ka, et 10-l korral (3% koguarvust) oli ohutuspuhver negatiivne (<0 s).

Enamasti märkab juht sõidu ajal sõiduga seotud objekte, kuid LED-reklaamitahvlid võivad hõivata märkimisväärse osa juhi tähelepanust. Tulemused näitavad, et LED-märkidele heidetud keskmine pilgu pikkus on võrreldes teist tüüpi objektidele heidetud pilgu pikkusega, pikem. LED-reklaamitahvlile heidetud üldine pilgu kestvus moodustab umbes 7% ajast, mil LED on nähtav. See vastab üldjoontes liiklusmärkide või fooride vaatamise kestvusele.

6. Kokkuvõte

LED-reklaamitahvlid hõivasid umbes 50% ajast, mil juhi pilk ei olnud seotud sõiduga. Miski ei viidanud sellele, et LED-reklaami märgid hõivaksid pimedas rohkem tähelepanu kui päevavalguses. Päevavalguses toimunud katsesõidud viidi mõistagi läbi veidi erinevates liiklusoludes, kui pimedas toimunud sõidud. On oluline märkida, et kõigil analüüsis sisaldunud teelõikudel oli olemas tänavavalgustus, mis tähendab, et LED-reklaami märgid ei ilmu öösel täiesti pimedas keskkonnas. Need tegurid võivad mõjutada juhi tähelepanu.

Väheste ja suure visuaalse keerukusega keskkondadesse paigutatud LED-reklaamtahvlite puhul ei olnud võimalik tuvastada olulist erinevust juhi pilgu hõivatuses, olulist erinevust ei leitud. Uuringus järelitati, et LED-reklaam on vaid üks paljudest häiritud teguritest uuritud kõrge keerukusega kohtades, mis ei vähenda LED-reklaamtahvlite häiringu mõju.

Väikese ja keskmise suurusega LED-reklaamtahvlid hõivavad juhtide aega märkimisväärselt rohkem. Samuti on tee paremal küljel või ohutussaarel asuvate LED-reklaamimärkide puhul neile heidetud pilgud märkimisväärselt sagedamad kui pilgud teekonna vasakul küljel asuvatel LED-märkidel.

Uuringus järelitati ka seda, et kõik tee või tee äärde paigutatud LED-märgid (sõltumata nende otstarbest- reklaamtahvlid või liikluskorraldusvahendid) on enam-vähem võrdse mõju.

Üks LED-ekraanide liikluse mõju uuring on teostatud ka Eestis Teede Tehnokeskuse poolt 2017.aastal [16]. Selle mahus viidi läbi nii kirjanduse analüüs, enne-ja-pärast vaatlusuuring kui ka liiklejate ankeetküsitlus. Uuring keskendus Tallinna kesklinna ja selle lähiümbruse liiklustingimustele. Uuringu tulemused olid kokku võtvalt järgmised:

„1.Kirjanduse analüüs sisaldab teistes riikides läbi viidud välisekraanide mõju hindamisega seotud uurimistööde tulemuste analüüsi. See näitas, et LED-ekraanide ohtlikkust liiklejatele pole maailmas tõestatud.

2.Küsitluse eesmärk oli selgitada välja, kui tihti põhjustab väliste LED-ekraanide vaatamine liiklusõnnetusi ning liiklusohtlikke olukordi. Tulemused näitasid, et Tallinna kesklinnas ja selle lähiümbruses ei sattunud keegi respondentidest liiklusõnnetusse; ohtlikku olukorda sattunud respondentide arv on marginaalne ning asub vea piirides.

3.Enne-ja-pärast uuringute abil hinnati, kas välsed LED-ekraanid mõjutavad liiklejate käitumist valgusfooride nõuete eiramise osas. Tulemused näitasid, et uuritud ristmikel ei ole sisse- ja väljalülitatud LED-ekraanide korral keelava fooritule nõuete eirajate osakaaludel statistiliselt olulist erinevust.

Lõppjärelendus. Tuginedes töö raames läbiviidud uuringute tulemustele pole alust väita, et Tallinna kesklinnas ja selle lähiümbruses asuvad LED-ekraanid avaldavad negatiivset mõju liiklejate ohutusele.“ [16, lk.22]

KATSE LÄBIVIIMISE METOODIKA

Käesoleva töö mahus viidi läbi katsed, vastavalt lähteülesandele, mis määras katse läbiviimise üsna detailselt.

Parandamaks liiklusmärkide märgatavust on kasutusele võetud erinevaid tähelepanu äratavaid vahendeid. Üheks selliseks on ka märgutuledega liiklusmärgid.

Töös testiti liiklusmärkide toimivust ning nende võimalikku efektiivsust, paigaldades tee keskel paiknevale ohutusaarele liiklusmärgi 421 *Ümberpöike suund* ja varustades selle katse teises faasis ka märgutuledega.



Joonis 2 Märgutuledega liiklusmärk 421 - ümberpöike suund

Liiklusmärk vastas standardile, mis määrab liiklusmärkide kasutamise Eestis „Liiklusmärgid ja nende kasutamine“, viimane versioon tähisega EVS 613:2001/A2:2016.

Standardi kohaselt on liiklusmärgi 421 kasutamise eesmärk näiteks ohutusaarele läheneva sõidukijuhi tähelepanu juhtimine visuaalsel meetodil. Märk kohustab ohutusaarest või muust takistusest ümber pöikama märgil osutatud suunas. Märgid pannakse vahetult takistuse ette, külge või peale.

Suunavad LED-märgid

Kuigi GPS võib olla väga hea navigatsioonivahend, on sellele vaatamata mõistlik kasutada vilkuvaid suunamärke, et aidata autojuhtidel teada saada täpsest sõidutrajektoorigi. (<https://www.dornbossign.com/solar-flashing-led-traffic-signs/>)

Märgutuledena kasutatud seade

Märgutulede rakendamiseks kasutati järgmist seadet: SWARCO Futurit roadside VMS sign, seadme tüüp: VMS-L-DM-700_KO-LCD-L3*-B3

Seega on tehniliste tingimuste põhjal tegemist nn. VMS-seadmega (*Variable message sign* ehk muutinfoga liiklusmärk, lühendatult edaspidi: VMS)

Paigutus tootjatehase instruktsioonide alusel.

Seade peaks olema paigutatud teele järgides järgmisi nõudeid:

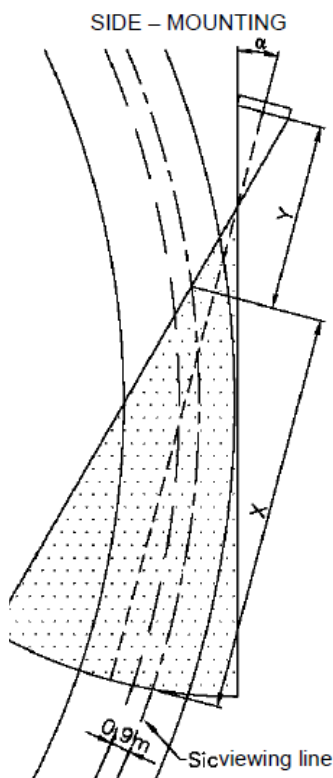
VMS on ette nähtud paigutamiseks kas tee kohale või tee kõrvale. Seadme paigutus peab arvestama kohalikke tingimusi, näiteks tee horisontaalraadiust, seadme loetavuse pikkust, liiklusvoo maksimaalset kiirust ja märgi kasutamise otstarvet ja tüüpi. VMS tuleb paigutada nii, et see oleks juhile nähtav ja loetav piisaval kaugusel liikudes märgi mõjuala (vt.järgmine joonis).

Tähised joonisel on järgmised:

Lähimõjuala kaugus Y- VMS lähimõjuala, kus VMS on üldjuhul loetav, kuid mitte juhul, kui juht paikneb väljaspool mõjuala piire. Samal ajal on see ka minimaalne loetavuskaugus.

Loetavusala X- on ala, kus VMS on nähtav ja loetav juhile. Selle ala järgi määratakse ka VMS sümbolite loetavust määravad parameetrid, nagu teksti või sümboli mõõtmed, valgustuse intensiivsus, kontrastsus, jne. Sellest alast kaugemal võivad VMS sümbolid olla nähtavad, kuid mitte loetavad.

X+Y on VMS tervikmõjuala.



Joonis 3 Liiklusmärgi mõjuala määrang

Tabel 2 Liiklusemärgi lähimõjuala parameetrid

Installation height Active display width Optic	Reading distance Y	Speed Appropriate letter height Diameter of circle	Reading distance X+Y
Side mounting h= 2m Display width till 3,5m Using optic B3	Ca. 10m	till 50 km/h Letter height = 100mm d = 500mm	Ca. 60m
Side mounting h= 2m Display width till 5m Using optic B5	Ca. 10m	till 50 km/h Letter height = 100mm d = 500	Ca. 60m
Side mounting h= 2m Display width till 1,6m Using optic B4	Ca. 5m	Till 80 km/h Letter height = 160mm d = 650 mm	Ca. 90m
Side mounting h= 2m Display width till 2,5m Using optic B6	Ca. 5m	Till 80 km/h Letter height = 160mm d = 650 mm	Ca. 90m
Side mounting h= 2m Display width till 2,5m Using optic B7	Ca. 2m	Till 80 km/h Letter height = 160mm d = 650 mm	Ca. 90m

Juhi silma liikumist tuvastav seade

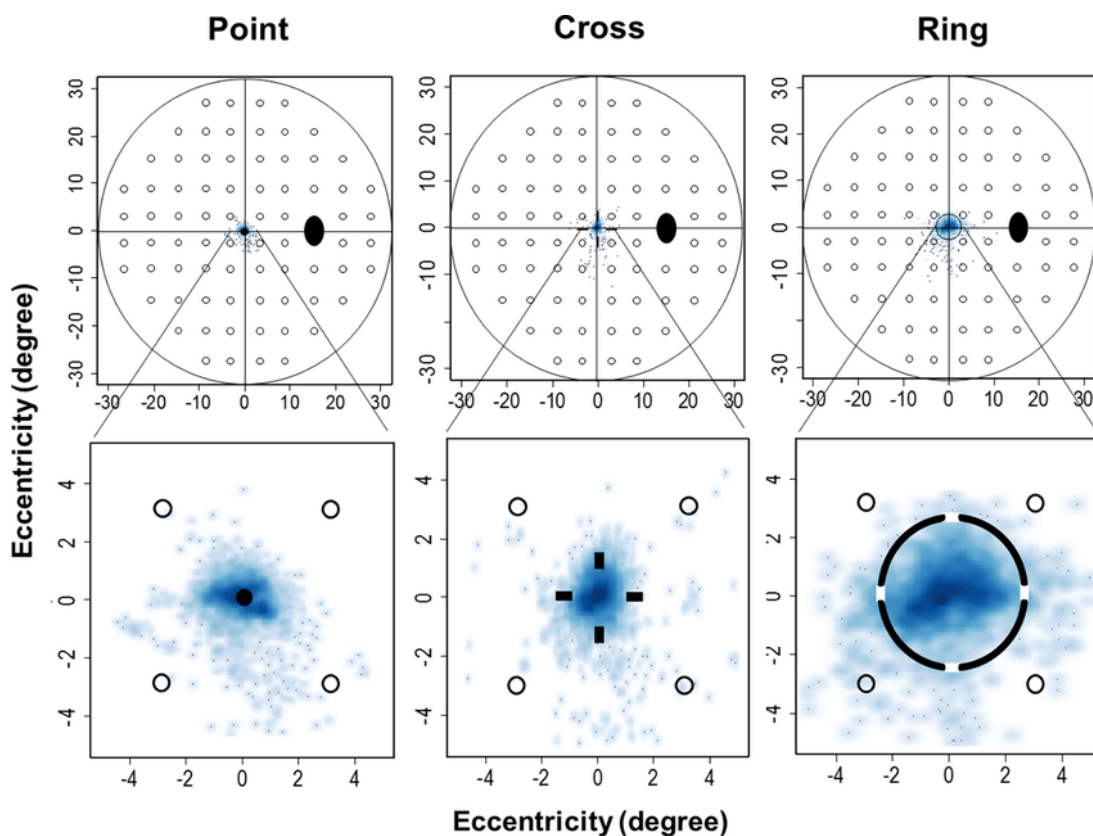
Katse käigus fikseeriti juhi silmade liikumine , kasutades kantavaid silmapupilli jälgimise seadet (Tobii Glasses II; Tobii Technology). Silmade jälgimise prillid koosnevad vaatlusolukorda salvestavast kaamerast, mille eraldusvõime on 640 × 480 pikslit ja silmapupilli liikumist tuvastamise kaamerast, mille sagedus on 30 Hz. Kalibreerimine viidi läbi vastavalt 9-punktilise võrguga (3 × 3 punkti) vastavalt kasutusjuhendile. Silmade jälgimise prillid registreerivad seadme ehituse tõttu ainult parema silma mõõtmised. Salvestatud andmed eksporditi x- ja y-telgede piksliandmetena, mida kasutati edasises analüüsis.



Joonis 4 Uuringus kasutatud katseseade Tobii Eye Tracking

Silma jälgija on seade silmade asendite ja silmade liikumise mõõtmiseks. Silmade jälgijaid kasutatakse visuaalsete süsteemide, psühholoogia, psühholingvistika, turunduse, inimene-arvuti suhtluse ja tootekujunduse uurimisel. Silma liikumise mõõtmiseks on mitmeid meetodeid.

Käesolevas töös fikseeriti sõidukijuhi pilgu liikumist seadmega, mis võimaldab silma liikumist jälgida tänu VGA kaamerale ja silmapupilli liikumist tuvastavale kaamerale.



Joonis 5 Tüüpiline näide kolmel viisil fikseeritud käitumisest. (Ülal) Visuaalse pinna fikseeriv käitumine 30 ° ja (alumisel) vahe laieneb 5 ° piires

Uuringu läbiviimise asukohad

Uuringuobjektid – märgutuledega varustatud VMS liiklusmärgid, olid paigutatud järgmistesse asukohtadesse



Joonis 6 Tee 49 km 31,6



Joonis 7 Tee 52 km 0,85

Katsed viidi läbi testsõitadena kahel erineval marsruudil, millest kummalgi paiknes üks konkreetne objekt.

Testsõidu marsruut valiti selliselt, et testjuht ei keskenduks ainult ühele konkreetsele liiklusobjektile, mille kohta katseisikul eelnev informatsioon puudus sootuks. Uuritav objekt asus mõlemal objektil ligikaudu testlõigu keskel ning sõitude eel ei antud juhiseid, millele sõidul tähelepanu pöörata.

Testsõitude marsruudid olid järgmised:



Joonis 8 Tee 49 km 31,6



Joonis 9 Tee 52 km 0,85

Katseisikud

Katsetes osales kokku kuus inimest, kes vastavalt lähteülesandele valiti välja eesmärgiga kaasata võimalikult erineva tausta ning kogemustega isikud. Eelkõige aitab lai valim selgitada, kas ja millisel määral liikluskorralduse muudatused erinevate omadustega liiklejate seas mõju avaldavad.

Uuringus osalejatest olid kaks naist ning neli mehed. Kolm osalenut olid vanuses 21-22-aastat, kaks osalejat 29-aastased ning üks oli 51-aastane. Samuti varieerus osalejate liiklemise kogemus ning auto kasutamise sagedus.

Varasemad uuringud on välja toonud tähelepanu hajumise liiklejate harjumuspärasest keskkonnast, mistõttu ei pruugi juhid kõike liikluses toimuvat ning teeäärseid objekte märgata. Juhtidele, kellele sõidetav tee ei ole varasemast tuttav, on tõenäolisemalt ettevaatlikumad, seda eriti pimedal ajal, mil käesolev uuring läbi viidi.

Tabel 3 Uuringus osalenute taust

Sugu	Vanus	Elukoht	Juhiloa aastast	Sõidukogemus
M	22	Keila linn	2016	1 kord nädalas
M	29	Viljandi linn	2008	igapäevane
M	21	Tartu linn	2015	2-3 korda kuus
N	21	Keila linn	2015	1-2 korda nädalas
N	29	Viljandi linn	2006	igapäevane
M	51	Tabasalu	1986	igapäevane

Katsete läbiviimine

Katsed viidi läbi enne ja pärast ülalnimetatud kahe objekti varustamist märgutuledega liiklusmärgiga. Esimene katsesõitude periood oli 11.10.2018.a. ja teine katsesõit 03.12.2018 ning 05.12.2018.a. Katsed osalesid samad katseisikud nii esimesel kui teisel etapil.

Katse viidi läbi vastavalt lähteülesandele pimedal ajal, esimesel perioodil toimusid katsesõidud ajavahemikul kell 19 – 23.30 ja teisel perioodil ajavahemikul 17 – 20. Teise katsefaasi esimestel katsesõitudel (03.12.2018) oli sõidutee lumine selgelt tajutavate sõidujälgedega.

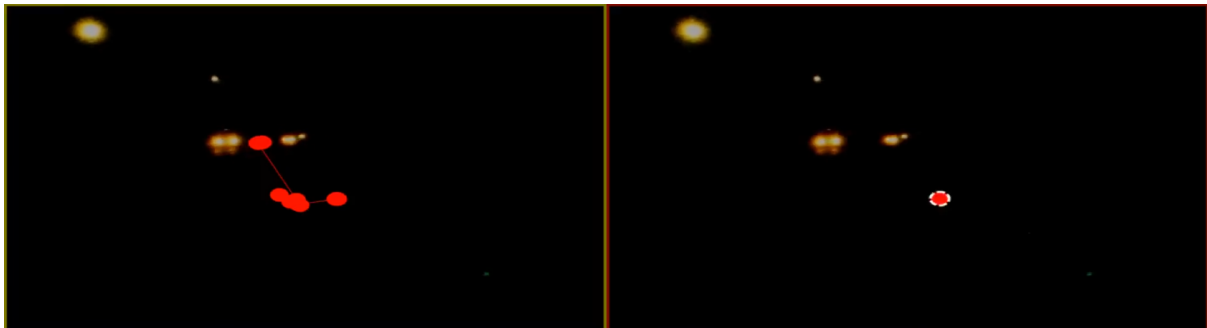
Katse käigus kasutati sõidukina sõiduauto Citroen Grand Picasso, mis oli varustatud videokaamera ja GPS-seadmega sõiduki asukoha hilisemaks tuvastamiseks. Sama sõiduk oli kasutusel kõikidel testsõitudel. Katsealustele pandi sõidu ajaks ette ülalkirjeldatud prillid, mis võimaldasid fikseerida silma liikumist sõidu käigus.

Peale mõlemat katsefaasi viidi katsealustega läbi ankeetküsitlus erinevate küsimustega. Ankeedi vorm on toodud käesoleva aruande lisas.

Märgutuledega varustatud liiklusmärkide liikluskäitumisele ja liiklusohutusele avaldava mõju selgitamiseks viidi läbi sõidukijuhtide käitumise uuring enne ja pärast märgutuledega varustatud liiklusmärkide paigaldamist.

Uuringu käigus sõitis iga uuringus osaleja kaameraga varustatud autoga Tobii Eye Tracking prille kasutades uuritavast objektist mõlemas sõidusuunas lähenedes kolm korda mööda enne ning pärast märgutuledega varustatud liiklusemärgi paigaldamist. Kaameraga salvestati teel toimuv ning registreeriti iga sekundi tagant auto asukoha koordinaadid. Tobii Eye Tracking prillid määratlesid juhi poolt jälgitava. Salvestite töötamise tulemusena seoti omavahel prillide poolt salvestatud kaamera pildi, GPS andmestiku ning Teeregistri andmestikuga. Uuring viidi läbi pimedal ajal erineva juhtimiskogemusega juhtide seas.

Tobii prillid registreerivad silma liikumise ning vaatesuuna. Seade salvestab 30 korda sekundis silma asendi ja sellest tulenevalt jälgitavad objektid. Silma paiknemist mõjutavad nii füüsilised kui välised mõjutajad. Visualiseeritud väljavõttes on näha silma liikumise trajektoori ning üldistatud paiknemine viimase sekundi jooksul. Prillid registreerivad konkreetselt jälgitava punkti. Samas on nähtavusolul oluliselt laiem. Inimene suudab märgata lisaks konkreetselt fookuseeritud asukohale ka sellest eemale jäävaid objekte. Samuti võib tulemusi mõjutada vaade kaugusesse, mille puhul konkreetselt ei jälgita konkreetset objekti, vaid vaadatakse liikumise suunas.



Joonis 10 Tobii Eye Tracking prillide visualiseeritud tulemused (silma liikumise trajektoori vs üldistatud tulemus)

Vaatlustulemuste analüüsi käigus määratleti märgi tuvastamise asukoht ning sellest tulenevalt kaugus märgist. Asukoht fikseeriti juhul, kui silmaga jälgitav punkt kattus märgi asukohaga videopildil. Välistamaks võimalikke seadme tulenevaid mõõtevigu silma asukoha määramisel registreeriti tuvastamisena ka otsese kattuvuse puudumisel märgi silma poolt vaadeldava ala sattumist liiklusemärgi vahetusse lähedusse.

KATSE TULEMUSED

Riigitee nr 49

Andmestiku analüüsi käigus selgus, et riigiteel nr 49 (märgi asukoht 31,6 kilomeetril) suunaga Imavere poole oli keskmine liiklusmärgi tuvastamise kaugus enne märgutuledega liiklusmärkide paigaldamist 95 meetrit märgist. Seejuures nende liiklejate puhul, kes märki vaatasid oli minimaalne tuvastamise kaugus 31 meetrit ning maksimaalsel juhul 208 meetrit. Ühe inimese puhul ei suudetud märgi vaatamist tuvastada. Vastupidisel suunal, lähenedes vaadeldavale objektile Viljandi poole liikudes, oli minimaalne märgi tuvastamise kaugus 17 meetrit, keskmine 74 meetrit ning kõige kaugemalt vaadati märki 311 meetri kauguselt.

Pärast märgutuledega liiklusmärgi paigaldamist oli liikudes Imavere suunas keskmine märgi vaatamise kaugus 53 meetrit. Vastupidises suunas, kuhu paigutati uus märgutuledega liiklusmärk, oli keskmine märgi vaatamise kaugus 79 meetrit, mis on pea sama võrreldes enne märgutuledega märgi paigaldamist.

Riigitee nr 52

Riigiteel nr 52 oli märk paigutatud tee 0,85 kilomeetrile. Liikudes Rõngu poole oli enne märgutuledega liiklusmärkide paigaldamist minimaalne märgi vaatamise kaugus 23 meetrit, keskmine 88 meetrit ning maksimaalne kaugus 185 meetrit. Liikudes Viljandi suunas vaadati kõige lähemalt märki 26 meetri kauguselt, keskmiselt 92 meetri kauguselt ning kõige kaugemal juhul 156 meetri kauguselt.

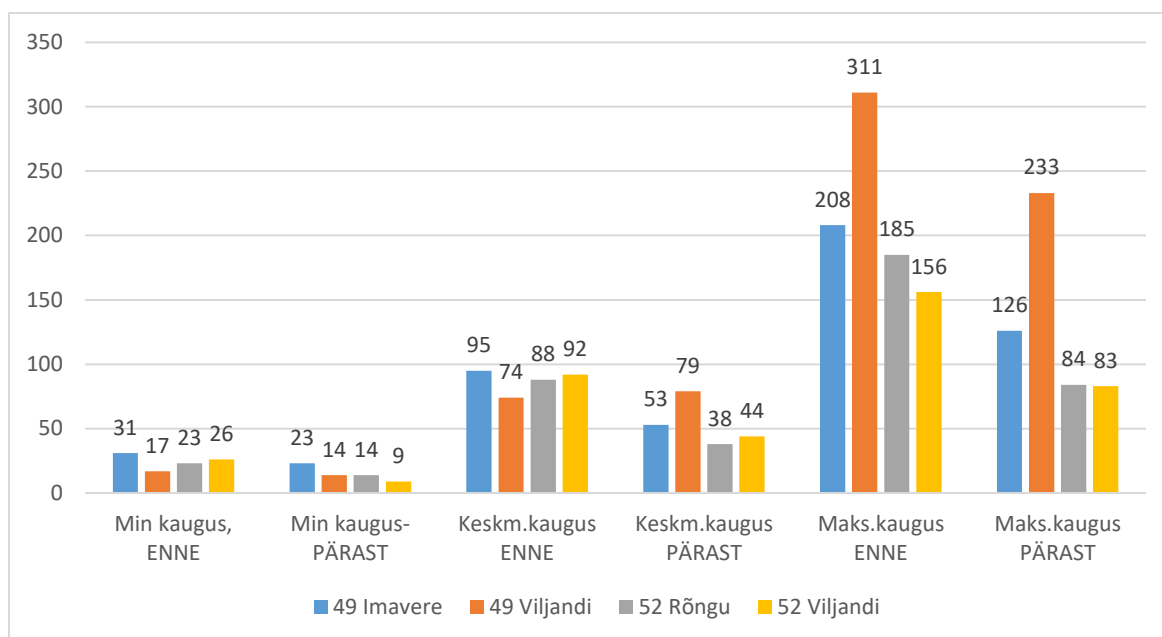
Riigiteel nr 52 tuvastati Rõngu suunal liikudes pärast märgutuledega märgi paigaldamist keskmine märgi vaatamise kaugus 38 meetrit ning vastupidises suunas liikudes, kuhu paigaldati märgutuledega liiklusmärk, oli keskmine märgi vaatamise kaugus 44 meetrit, mis on oluliselt lähemal kui 1. sõidu puhul.

Kokkuvõte

Vaatlustulemused toovad välja erinevate sõitude puhul märgi vaatamise kauguse suure varieeruvuse, mis on eelkõige seotud katse läbiviimise meetodiliste probleemidega ega suuda seetõttu anda selget ja ühest vastust märgutuledega liiklusmärgi märgatavuse ning tajutavuse kohta.

Tabel 4. Märgi tuvastamise kaugus (meetrit)

Riigi tee nr.	Objekti asukoht (km)	Suund	1. katsefaas- enne märgi paigaldamist			2. katsefaas- pärast märgi paigaldamist		
			Minimaalne kaugus (m)	Keskmine kaugus (m)	Maksimaalne kaugus (m)	Minimaalne kaugus (m)	Keskmine kaugus (m)	Maksimaalne kaugus (m)
49	31,6	Imavere	31	95	208	23	53	126
		Viljandi	17	74	311	14	79	233
52	0,85	Rõngu	23	88	185	14	38	84
		Viljandi	26	92	156	9	44	83



Joonis 10 Märgi tuvastamise kaugus (meetrit)

Probleemid

Metoodilised probleemid olid seotud mitmete asjaoludega. Vaatama katsealuste kinnitusele (vt. ankeedi tulemused), et uuringu käigus kasutatud prillid ei mõjutanud oluliselt nende liikluskäitumist, oli osadel juhtudel täheldatav, et uuringus osaleja jälgis püüdlilikult kõiki objekte marsruudil. Teise sõidu puhul -pärast märgutuledega liiklusmärkide paigaldamist - samal määral püüdlikkust enam märgata ei olnud, mistõttu sõideti loomulikumalt. See võib olla seotud ka sellega, et esimese katsefaasi ajal oli prillidega sõitmine uus kogemus juhile, teises katsefaasis oli juba prillidega sõitmisel teatud kogemus juba tekkinud.

Üks peamisi käesolevas metoodikas kasutatud silma fookuseerimise tuvastamise probleeme, kasutades Tobii prille, on seotud sellega, et juhi nägemisala on reaalselt laiem fookuseerimispunktist, mistõttu inimene märkab tõenäoliselt ka objekte, millele ta otseselt silma ei fookuseeri.

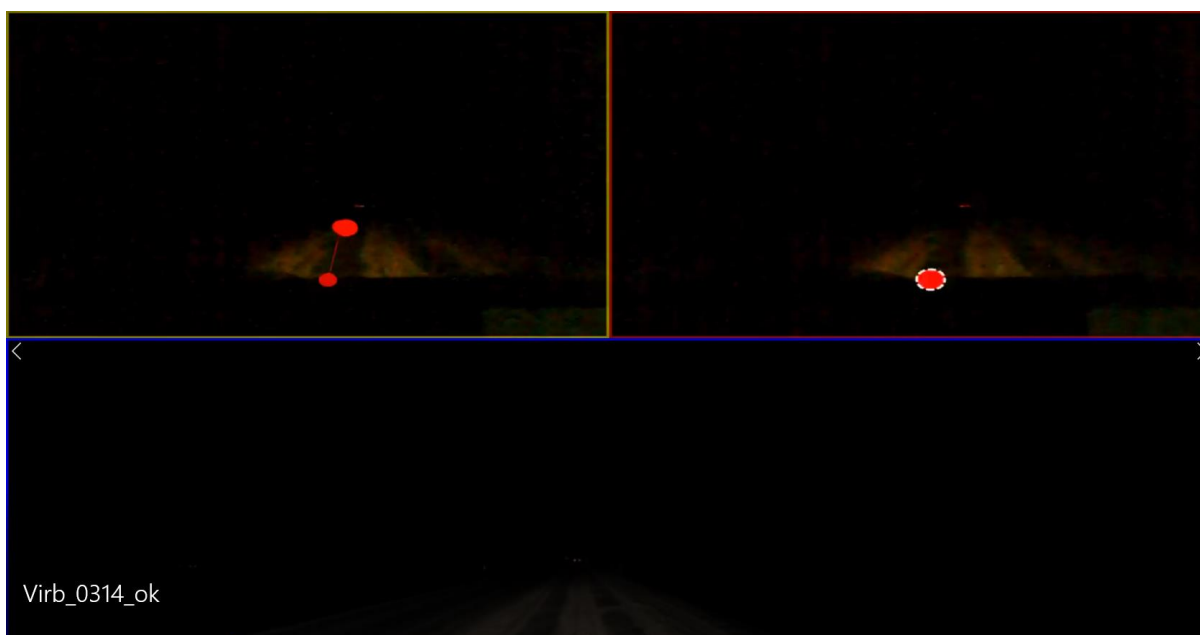
Liiklusmärkide konkreetset vaatamist mõjutasid ka mitmed välised tegurid. Salvestisi analüüsides ilmnes selgelt vastusõitva auto mõju vaadeldavale alale auto ees. Vastassuunas liikuva auto puhul vaadati pigem enda ette või tee paremasse äärde hoidumaks võimaliku pimestamise eest. Sellisel juhul võisid liiklusmärgid jääda konkreetse tähelepanuta. Samas ei tähenda tähelepanu osutamine märgile selle tajumist ning märgatavust. Vastutulev sõiduk mõjutab ka sõidutulede kasutamist. Juhul, kui puuduvad vastu sõitvad autod, on võimalik kasutada kaugtulesid, mis omakorda võimaldab märgata liiklusmärki ka kaugema vahemaa tagant.

Mitmel puhul piirasid nähtavust ees sõitvad sõidukid, mis varjasid märki ning seetõttu puudus autojuhil võimalus keskenduda märgile või vaatas ta märki tavapärasest hiljem.



Joonis 11 Tuvastuspunkt sündmuskaamera kaadril (eessõitev sõiduk varjab märki) j

Juhi poolt vaadeldavat ala mõjutasid olulisel määral ilmastikuolud ning teekatte olukord. Eelkõige ilmnes erinevus lumise tee puhul, kui juht jälgis valdavalt sõidujälge ning pööras muule võrreldes paremate liiklemistingimustega vähem tähelepanu. Selle tulemusena pöörati liikluskorraldusvahenditele tähelepanu tavapärasest lähemal. Paremate teeolude puhul liikus pilk rohkem ringi ning vaadeldi kaugemale. Tee oli lumine teise katsefaasi esimese sõidu puhul pärast märgutuledega liiklusmärgi paigaldamist. Lumiste teeolude korral olid ka märgid määrdunud, mistõttu oli halvendatud nende helkimisvõimeks ning märgid olid nähtavad lähemalt.



Joonis 12 Tuvastuspunkt sündmuskaamera kaadril (lumise sõidutee korral on juhi pilk fokusseeritud puhtale sõidujäljele)

Mõõtetulemustele avaldas mõju auto asukoha määratlemine iga sekundi tagant. Liikudes lubatud sõidukiirusega 90 km/h salvestas seade sõiduki asukoha seega iga 25 meetri tagant, mistõttu järgmise fikseerimishetke asukoha määramise täpsus on keskmiselt ca 12 meetrit.

KÜSITLUSE TULEMUSED

Uuringu käigus esitati osalenutele vastamiseks kahel korral ankeetküsitlus, mis lisaks taustandmete välja toomisele sisaldas esimese sõidu järel küsimusi:

1. Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata?
2. Kas uuringus kasutatud prillidega sõitsite erinevalt tavapärasest sõidustiilist.
3. Tähelepanekud

Teise testsõidu järel esitatud ankeet sisaldas küsimusi:

1. Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata?
2. Kas märgutuledega liiklusmärk oli paremini nähtav (kaugemalt)?
3. Kas märgutuledega liiklusmärk võtab liiga palju tähelepanu endale?
4. Kas märgutuledega liiklusmärk tõstab ohutust? Kui jah, siis kuidas juht seda tunnetab?
5. Kas märgutuledega liiklusmärk sunnib juhti muutma sõidu kiirust või- trajektoori?

Küsitluse vorm on esitatud käesoleva uuringu aruande lisas.

Uuringus osalenud töid pimedusega kaasneva ohuna eelkõige välja jalakäijate ning metsloomade märkamise tõenäosuse vähenemise. Kokku mainiti seejuures nelja erinevat näitajat, mille märkamist pimedus mõjutab. Neist jalakäijaid ja loomi mainis neli osalenut. Jalakäijate ning loomade kõrval toodi probleemidena välja ka jalgratturite ning määrdund liikluskorraldusvahenditega kaasnevat ohtu. Kaks vastanut töid välja, et määrdund teekattemärgistus ja liiklusmärgid jäävad pimedas tähelepanuta avaldades seeläbi mõju liiklusohutusele.

Esitades teise sõidu järel sama küsimuse, mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata, toodi võrreldes varasema korraga rohkem erinevaid variante välja. Tee ääres jalgsi või jalgratastel liikuvad inimesed ning metsloomad olid endiselt kõige suurem oht. Seejuures mainisid kõik vastanud, et helkurita jalakäijaid on keeruline märgata ning viis vastanut kuuest tõi välja ohu seoses loomadega. Samas märgiti võrreldes varasemaga enam ohtu seoses määrdund liikluskorraldusvahenditega ning kolm inimest tõi välja ohu seoses ohutussaare märkamisega, mida esimesel korral ei mainitud kordagi. Tõenäoliselt avaldas vastustele mõju uuringu eesmärgi teadvustamine ja asendatud liiklusmärgi parem nähtavus.

Uuringu teostamine ning silma asendit jälgivate prillide kasutamine uuringus osalejaid nende endi hinnangul olulisel määral ei häirinud ning liikluskäitumist ei mõjutanud. Kaks vastanut tunnistasid, et prillid veidi segasid, kuid käitumist ei mõjutanud. Kohalikud elanikud tunnistasid, et liigeldes tuttavalt teel nad tõenäoliselt kõigele süvendatult tähelepanu ei osutanud.

Kõik uuringus osalenud tunnistasid üksmeelselt, et märgutuledega liiklusmärki oli näha kaugemalt. Arvestades märgutuledega märgi paigaldamist vahetult enne uuringut, oli see kõigile sõitjatele uus objekt ning sellele pöörati ka tõenäoliselt suuremat tähelepanu. Uuringu teostamise viis ei võimalda hinnata, kas uus liiklusmärk pälvis samaväärset tähelepanu ka pikema perioodi ulatuses.

Osalenud avaldasid arvamusi, et märgutuledega varustatud liiklusmärk avaldab positiivset mõju liiklusohutusele ning autojuhid märkavad ohussaart varakult. Eelkõige pidasid osalenud juhid seda oluliseks halbade ilmaolude ning pimeduse korral. Ohuna toodi välja tähelepanu koondumise märgile, mistõttu võivad muud objektid ning olukorrad jääda tähelepanuta. Üks osalenutest avaldas muret ka

olukorra pärast, mis võib juhtuda seadme rikke korral, kui liiklejal on harjumusest tulenev ootus märki märgata juba kaugelt.

Märgutuledega märk avaldab osalenute hinnangul mõju ka sõidukiirusele, kuid liikumise trajektoorile avalduv mõju on pigem vähene. Uuringus osalenud leidsid, et tõenäoliselt alandavad liiklejad ohutussaarele lähenedes sõidukiirust. Eelkõige avaldab see mõju esmakordselt või harva antud lõiku läbivate liiklejate kiirusvalikule. Igapäevaste liiklejate sõidukiirusele avaldab märgutuledega märgi kasutuselevõtt osalenute hinnangul vähem mõju.

Küsitluse vastused on toodud Lisas 2

KOKKUVÕTE

Antud töö tulemusi analüüsid jõi tõdemuseni, et silmatuvastusega prillide abil saadud andmed näitasid ootustele vastupidiseid resultate. Juhtide pilk kinnistus märgutuledega liiklusemärgile hiljem kui ilma märgutuledega liiklusemärgi korral. Samas vastasid enamus juhte, et nad märkasid vilkuvat objekti juba kaugelt. Järeldada saab, et nii liikluskeskond (teisel katsesõidul oli sõidutee lumine) kui ka juhi kogemus (antud kontekstis harjumus prillidega ja testsõidul osalemisega) mängivad suuremat rolli pilgu kinnistumisel kui märgutuledega liiklusemärk. Samuti peab arvestama, et silmatuvastusprillid näitavad juhi pilgu kinnistumist objektile, kuid märgutuledega liiklusemärgi korral märkab juht seda ka pilku sellele viimata.

Tehnilisest küljest oli prillide sündmuskohakaamera pimedas keskkonnas jaoks liiga väikese tundlikkusega. Samuti tõdeti, et pikkade vahemaade korral jääb täpsusklass väikeseks, kuna vähimgi nurgaviga mõjutab 100-200 meetri kauguselt tulemusi väga palju (näiteks juba 1 kraadine viga annab 100 m kauguselt erinevuseks ~2 meetrit).

Pigem ei soovita kasutada märgutuledega liiklusemärke igal pool, vaid ainult kohtades, kus sõidutrajektoori olulise kõrvalekalde korral on suurem tõenäosus ohutussaarele otsasõiduks. Samuti peab arvestama, et sel juhul tuleb tagada ka märkide tõrgeteta töö, vastasel juhul võib olukord ohtlikumaks kujuneda. Arvestama peab ka märgutuledega liiklusemärgi häiriva mõjuga sarnaselt LED reklaami mõjule (ülalkirjeldatud Taani uuring).

Igati tervitatav on uuringute tegemine hindamaks erinevate uute liikluskorraldusmeetmete tõhusust. Tulemuste tõepärasuse ja usaldusväärsuse tõstmiseks võiks tulevikus enne mõjuhindamise metoodika kinnitamist viia läbi väiksemahuline pilootuuring, kus kontrollida metoodika sobivust antud eesmärkide saavutamiseks ja aitaks täpsustada suurema uuringu lähteülesannet.

Tallinnas, 11.01.2019

Imre Antso

Harri Rõuk

Dago Antov

Margus Nigol

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Herrstedt, L., Greibe, P., Andersson, P., Lund, B.: Visuel distraktion fra lysreklamer langs veje. Nordisk Komite for visuelle forhold i vejtrafik (NMF). Trafitec, märts 2017.
- [2] Young, M.S. et al.: Conflicts of interest: The implications of road side advertising for driver attention. Brunel University, United Kingdom. Transportation Research Part F 12 381-388. 2009
- [3] Chattington, M, Reed, N., Basacik, D., Flint, A., Parkes, A.: Investigating driver distraction: the effects of video and static advertising. TRL PPR409.2009.
- [4] Akagi, Y., Seo, T., Motada, Y.: Influence of Visual Environments on Visibility of Traffic Signs. Transportation Research Record 1553. Washington D.C. 1996.
- [5] Helmers, G., Henriksson, P. Hakamiis-Blomquist, L.: Trafikmiljö för äldre bilförere. VTI Report 493. Väg- och Transportforskningsinstitutet. Linköping. Sverige. 2004
- [6] Farbry, J. et al: Research review of potential safety effects of electronic billboards on driver attention and distraction. Office of Safety Research and Development. Federal Highway Administration. Washington D.C. 2001
- [7] Smiley, A.. Traffic Safety Evaluation of video Advertising Signs. Transportation Research Records. No 1937. pp. 105-112. Washington D.C., 2005
- [8] Dukic, T. et al: Inverkan av elektroniska reklameskyltar på trafiksäkerhet. En studie på E4 i Stockholm. VTI rapport 725. 2011
- [9] Herrstedt, L., Greibe, P., Andersson, P.: Roadside advertising affects driver attention and road safety. Proceedings of the 3rd International Conference on Driver Distraction and Inattention. Gothenburg, Sweden. September 2013.
- [10] Belyusar, D., Reimer, B., Mehler, B., Coughlin, J.F.: A field study on the effects of digital billboards on glance behaviour during highway driving. New England University Transportation Center, USA. Accident Analysis and Prevention 88 (2016) p88-p96.
- [11] Kircher, K. and Ahlström, C.: The Driver Distraction Detection Algorithm Attend, Chapter 19 in the book "Driver Distraction and Inattention - Volumen I", Edited by Regan, Lee and Victor, 2013
- [12] Klauer et al, The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash risk: An analysis Using the 100 Car Naturalistic Driving Study Data. Virginia Tech Transportation Institute and National Highway Traffic Safety Administration. Technical report No. DOT HS 810 594. April 2006.
- [13] Regan et al.: Driver distraction and driver inattention: definition, relationship and taxonomy. Accident Analysis and Prevention 43, 1771-1781. 2011
- [14] Regan, Lee and Victor: Driver Distraction and Inattention. Advances in research and countermeasures. Volumen I. 2013
- [15] Hirasawa K, Okano K, Smaller Fixation Target Size Is Associated with More Stable Fixation and Less Variance in Threshold Sensitivity (https://www.researchgate.net/figure/Typical-Example-of-Fixation-Behavior-among-the-Three-Fixation-Targets-Top-Fixation_fig7_309875907)
- [16]. Teede Tehnokeskus. Väliste LED-ekraanide võimaliku mõju hindamine liiklejate ohutusele. Projektijuht: Juri Ess. Tallinn, 2017.

Lisa 1.

Küsimustik uuringus "Märgutuledega liiklusmärkide mõju hindamine" osalejatele

Enne esimest testsõitu (enne märgutuledega varustatud marsruudi läbimist)

- | | |
|---|--|
| 1. Sugu | |
| 2. Vanus | |
| 3. Elukoht | maakond, KOV |
| 4. Juhistaaž (juhilubade omamine), aastat | |
| 5. Sõidukogemus | 1. igapäevane,
2. kord nädalas,
3. kord kuus,
4. harvem |

Peale esimest testsõitu

- | | |
|---|--|
| 6. Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata? | 1. teemärgised,
2. liiklusmärgid,
3. teised sõidukid,
4. jalakäijad,
5. jalgratturid,
6. ohutussaad, 7. loomad teel
8. muu, mis? |
| 7. Kas uuringus kasutatud prillidega sõitsite erinevalt tavapärasest sõidustiilist. | |

Peale teist testsõitu

- | | |
|---|--|
| 6. Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata? | 1. teemärgised,
2. liiklusmärgid,
3. teised sõidukid,
4. jalakäijad,
5. jalgratturid,
6. ohutussaad, 7. loomad teel
8. muu, mis? |
|---|--|

- Kas märgutuledega liiklusmärk oli paremini
7. nähtav (kaugemalt)?
- Kas märgutuledega liiklusmärk võtab liiga palju
8. tähelepanu endale?
- Kas märgutuledega liiklusmärk tõstab ohutust?
9. Kui jah, siis kuidas juht seda tunnetab?
- Kas märgutuledega liiklusmärk sunnib juhti
10. muutma sõidu kiirust või- trajektoori?

LISA 2 Testsõitjate vastused

Elukoht	Juhiloa aastast	Sõitja profiil	ENNE: Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata?	PÄRAST: Mida on pimedal ajal liikluses kõige raskem märgata?	Kas uuringus kasutatud prillidega sõitsite erinevalt tavapärasest sõidustiilist?	Tähelepanekud	Kas märgutuledega liikluse märk oli paremini nähtav (kaugemalt)?	Kas märgutuledega liikluse märk võtab liiga palju tähelepanu endale?	Kas märgutuledega liikluse märk tõstab ohutust? Kui jah, siis kuidas juht seda tunnetab?	Kas märgutuledega liikluse märk sunnib juhti muutma sõidu kiirust või- trajektoori?
Keila linn	2016	1 kord nädalas	Loomi	teemärgised, liiklusemärgid, teised sõidukid, jalakäijad, jalgratturid, ohutussaad, loomad teel	Sõitsin tavapäraselt	Prilli raamid võiksid olla suuremad, et pilku ei segaks raami ääred.	Märgutuledega liiklusemärgi oli näha väga kaugelt ja arusaadavalt.	Minu arvates ei võta, kuid eks inimesed pööravad ka tähelepanu erinevatele asjadele.	Kindlasti tõstab! Märgutuledega liiklusemärgi on kaugelt näha ning teatakse ohutussaad tulekust. Kui seda ei ole võib mõni autojuht teha äkilisemanöövri, mis libedaga on eriti ohtlik.	Tegelikult trajektoori ei, kuna autojuhil peaks olema sama sõidu trajektoori isegi kui seda märki ei oleks. Kiirust võib ta muuta, kuna inimene tajub ohutussaad olemasolu, ning võtab kiiruse maha kuna seal arvatavasti mõni ristuv tee.
Viljandi linn	2008	igapäevane	Pimedal ajal on liikluses kõige raskem märgata, ei näe nii kaugelt kui valgus ajal nt. teedäärtest ei saa piisavalt ülevaadet ja ettenägemat kaugust ei ole võimalik suurendada, et ees olevat kurvist korralikku ülevaadet saada.	Liiklejaid tee ääres ning metsloomi	Ei	Tuttavas piirkonnas ei pööranud liiklusemärgidele erilist tähelepanu.	Jah oli	Esmakordselt küll, aga edaspidi mitte	Usun küll seda	Tundmatul teel ilmselt küll
Tartu linn	2015	2-3 korda kuus	Helkurita jalakäijad, metsloomad, määratud liiklusemärgid	helkurita jalakäijad, metsloomad, määratud liiklusemärgid (ka lumised)	Prillid mõnevõrra segasid vaadet, aga mitte väga häirivalt.	Pimedal ajal segavad päris palju ka vastusõitvate autode tuled.	Jah, palju kaugemalt	Ei võta	Jah, sest juht näeb märki ja ohutussaad varem	Jah, vähendab kiirust ja oled tähelepanelikum.
Keila linn	2015	1-2 korda nädalas	Inimesi ja loomi tee ääres	loomad teel, ohutussaad, helkurita jalakäijad	Mingil määral kindlasti, sest prillid olid veidi harjumatud, aga peamiselt jäi sõidustiil samaks.		Jah	ei võta	Arvan, et tõstab ohutust, sest seda on kaugemalt näha ja juht saab varakult sellega arvestada.	Jah
Viljandi linn	2006	igapäevane	Loomi, helkurita jalakäijad	Helkurita ja tumedates riietes jalakäijad, jalgratturid ning metsloomad teel	Sõidustiil oli sõites sama, mis igapäevaselt.	Kuna testiõigud olid minu jaoks tuttavad, siis ma ilmselt väga liiklusemärgidele ei keskendunud. Pigem olin valmis ootamatusteks tee ääres jalakäijate või loomade näol.	Jah oli küll	Hetkeks kindlasti, edaspidi ilmselt enam mitte nii palju. Kehva ilmaga lihtsalt parem arvestada, kus liiklusemärk teel asub.	Märk on paremini nähtav ja halbades teeoludes/ilmaoludes on parem/lihtsam sellest ohutussaadest ohutult mööda sõita.	Võimalik, et tõstsin jala gaasipedaalilt, et kiirust pisut vähendada. Võõral teelõigul vähendaksin kiirust ja oleksin tähelepanelikum.
Tabasalu	1986	igapäevane	Tumedates riietes jalakäijad ja rattureid, porisel ajal ka teemärgistust	Tumedates riietes jalakäijad, liiklusemärgi- teekattemärgistust (oli lumine) ja ohutussaad	Ei		Märki oli näha oluliselt kaugemalt	Mingil hetkel võib nii juhtuda. Näiteks, kui samal hetkel, kui märkad vilkuvat tuld, satub teele jalakäija vms	Hoiatab eesolevast ohust. Kuid, kui selle peale lootma jääda tulevikus, siis märki mitte töötamisel suureneb oht ohutussaadale otsasõiduks.	Võõras olukorras on juht ettevaatlikum ja tõenäoliselt vähendaks kiirust, kuid märgiga harjudes pigem enam mitte