

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Ärikorralduse instituut

Riivo Tarkiainen

**LISAVALGUSTUSEGA ÜLEKÄIGURADADE MÕJU
LIIKLUSOHUTUSELE TALLINNA NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: professor Dago Antov

Kaasjuhendaja: MSc. Toivo Varjas

Tallinn 2017

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele,
olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Riivo Tarkiainen

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 142254

Üliõpilase e-posti aadress: riivo515@gmail.com

Juhendaja: Dago Antov (PhD)

Kaasjuhendaja: Toivo Varjas (MSc)

Töö vastab bakalaureusetööle esitatud nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)

Sisukord

ABSTRAKT	4
SISSEJUHATUS	5
1. LIIKLUSOHUTUSE MEETMED	6
1.1 Töös kasutatud mõisted	6
1.2 Liiklusohutuse olukord Euroopas ja Eestis	8
1.3 Ülekäiguradade ohutus meetmed mujal maailmas	12
1.4 Ülekäiguradade tüübid.....	15
1.5 Ülekäiguradade valgustuse lahendused Eestis	17
2. UURIMUSE METOODIKA JA EESMÄRK.....	22
2.1 Uurimuse metoodika	22
2.2 Valimi ja ülekäiguradade valimise kirjeldus	22
2.3 Liiklusõnnetuste uurimuse protsess.....	23
2.4 Valgustuse mõõtmise protsess.....	23
2.5 Praktilised valgustiheduse mõõtmised	25
3. TULEMUSED JA ANALÜÜS	26
3.1 Valgustiheduse mõõtmiste tulemused ja analüüs	26
3.2 Õnnetuste üldine analüüs.....	27
3.3 Õnnetused valgel ja pimedal ajal.....	28
3.4 Ilma lisavalgustiteta ülekäiguradade analüüs	29
3.5 Valgustite paigaldamise mõju õnnetustele ülekäigurajal	33
3.6 Järeldused ja ettepanekud	36
KOKKUVÕTE	38
SUMMARY	39
VIIDATUD ALLIKAD	41
Lisad	43
Lisa 1. Mõõtmistulemused 1. ülekäigurajal.....	43
Lisa 2. Mõõtmistulemused 2. ülekäigurajal.....	44
Lisa 3. Mõõtmistulemused 3. ülekäigurajal.....	45
Lisa 4. Mõõtmised 4. ülekäigurajal	46
Lisa 5. Kaardistatud liiklusõnnetused.....	47

ABSTRAKT

Käesoleva bakalaureusetöö pealkiri on: Lisavalgustusega ülekäiguradade mõju liiklusohutusele Tallinna näitel.

Antud töö eesmärgiks on välja selgitada, millist mõju avaldavad lisavalgustused ülekäiguraja ohutusele ja sooritada valgustehnilisi mõõtmisi uurimaks lisavalgustite vastavust uuele standardile.

Bakalaureuse töö uurimisprobleemiks oli teabe puudumine ülekäiguradade lisavalgustite mõjust liiklusohutusele, sest Tallinna linn on lisavalgusteid paigaldanud aastast 2005 ja nende mõju pole uuritud. Uurimistöö eesmärgini jõudmiseks analüüsis autor Maanteeameti, Tallinna Kommunaalameti ja ülekäiguraja lisavalgustite standardit. Andmete analüüsimisel kaardistati õnnetused ja tehti enne ja pärast analüüs ohtlikel ülekäiguradadel, lisaks uuriti lisavalgustite vastamist standardile.

Lõputöö tulemusena leiti ohtlikud ülekäigurajad pimedal ajal, sealhulgas ka ülekäigurajad, kuhu pole lisavalgusteid paigaldatud. Leiti, et lisavalgustitel ei ole otsest mõju ülekäiguraja ohutusele, aastate lõikes ei ole näha õnnetuste arvu vähenemist pimedal ajal, samas on lisavalgustite hulk iga aasta kasvanud. Enne ja pärast analüüsi tulemused olid tagasihoidlikud, sest ülekäiguradadele ei ole kogunenud palju õnnetusi. Erilisi muutusi pole toimunud peale valgustite paigaldamist. Sest valgustus on üks faktor mitmetest faktoritest, mis mõjutavad liiklusohutust. Valgustehniliste mõõtmiste tulemusena selgus, et neljast lisavalgustist üks vastab uuele standardile. Töös on välja pakutud ülekäigurajad kuhu võiks paigaldada lisavalgustid.

Lõputöö tulemustele tuginedes saab ülevaate ohtlikest pimedast ajast ülekäiguradadest, kuhu oleks Tallinna Kommunaalametil mõistlik paigaldada lisavalgustid, lisaks oleks soovitatav teha ülekäiguradadel valgustehnilisi mõõtmisi ja uurida nende vastavust uuele sätestatud standardile.

Võtmesõnad: liiklusohutus, Tallinn, pime aeg, lisavalgustid, ülekäigurajad, valgustehnilised mõõtmised, bakalaureusetööd

SISSEJUHATUS

2016. aastal toimus Eestis jalakäijatega 357 liiklusõnnetust, 352 juhul sai jalakäija vigastada ja 22 juhul jalakäija suri saadud vigastustesse, mis moodustab kogu aasta jooksul hukkunutest umbes 30%. See näitab, et tegemist on ühe haavatava liiklejaga kogu liikluses. Jalakäijate ohutuse tõstmiseks on kõige parem variant jalakäijad eraldada teistest liikluses osalejatest, enamasti mootorsõidukitest, et kokkupuude teiste liiklejatega oleks minimaalne. Selline variant nõuaks suuri investeeringuid infrastruktuuri ja süsteemi ümberehitamist.

Odavamaks variandiks on jalakäijate esile toomine liikluspildis, mis aitaks teistel liiklejalatel paremini jalakäijat märgata. Kuna enamuse jalakäijatest satuvad sõiduteele ülekäiguradadel siis tuleks nendel kohtadel rakendada meetmeid mis aitaks jalakäijat eristada. Kõige levinumaks meetmeks on helkur, mida siis jalakäija on kohustatud kandma pimedal ajal. Teiseks meetmeks on ülekäigurada valgustada spetsiaalsete valgustitega, mis aitaks autojuhil paremini jalakäijat ülekäigurajal märgata. Tallinna linn on selliseid valgusteid paigaldanud üle 10 aasta aga nende mõju liiklusohutusele ei ole uuritud.

Bakalaureusetöö põhiprobleemiks on teabe puudumine ülekäiguradade lisavalgustite mõjust liiklusohutusele.

Bakalaureusetöö uurimisküsimusteks on:

- Kuidas on muutunud liiklusohutus ülekäigurajal peale lisavalgustuse paigaldamist?
- Milles seisneb ülekäiguraja valgustuse standard ja kuidas vastab praegune valgustus standardile?

Töö eesmärgiks on uurida Tallinna ülekäiguradade lisavalgusteid, tutvustada olemasolevaid lisavalgustuste lahendusi Eestis, uurida lisavalgustite mõju inimkannatanuga liiklusõnnetustele ülekäiguradadel ning pakkuda võimalikke lahendusi, kuidas tõsta ohutust ülekäiguradadel. Eesmärgini jõudmiseks analüüsitakse Maanteeameti ja Tallinna Kommunaalameti andmeid, kasutades kvantitatiivset meetodit.

Käesoleva bakalaureusetöö koosneb kolmest osast – teoreetiline osa, meetodiline osa ning empiiriline osa. Esimeses osas selgitatakse töös kasutatavaid mõisteid, kirjeldatakse olukorda liikluses, tutvustatakse erinevaid meetmeid ülekäiguradade ohutumaks muutmiseks. Uurimuse meetodilises osas kirjeldatakse uuringu läbiviimise korda, kuidas andmeid töödeldi, ning milliseid seoseid vaadeldi. Kolmandas peatükis analüüsitakse saadud tulemusi ja esitatakse omapoolsed ettepanekud.

1. LIIKLUSOHUTUSE MEETMED

1.1 Töös kasutatud mõisted

Auto on sõitjate või veose veoks või sõidukite haakes vedamiseks või eritööde tegemiseks ettenähtud vähemalt neljarattaline mootorsõiduk, mille valmistajakiirus ületab 25 kilomeetrit tunnis. Autoks loetakse ka elektrikontaktliiniga ühendatud mitterööbassõidukit. Autoks ei loeta mopeedi, mootorratast, traktorit ega liikurmasinat. (Liiklusseadus §2)

Halb nähtavus on ilmast või muudest nähtustest (udu, vihm, lumesadu, tuisk, hämarus, suits, tolm, vee- ja poripritsmed, vastupäike) tingitud ajutine olukord, kui teel vaadeldavat objekti ei ole võimalik taustast eristada kaugemalt kui 300 meetrit;

Helkur on vahend inimese või muu objekti märgatavuse suurendamiseks pimedal ajal sellelt vahendilt valgusallika poole tagasi peegelduva valguse abil, mis on nähtav lähitulede valgusvihus vähemalt 150 meetrit ja kaugtulede valgusvihus vähemalt 300 meetrit; (Liiklusseadus §2).

Jalakäija on jalgsi või ratastoolis liikleja. Jalakäijaks loetakse ka rula, rulliske või -suuski, tõukeratast või -kelku või muid sellesarnaseid abivahendeid kasutav liikleja;

Liikleja on isik, kes osaleb liikluses jalakäija või juhina (Liiklusseadus §2).

Liiklus on jalakäija(te) või sõiduki(te) liikumine ja paiknemine teel. Liikluseks loetakse ka kariloomade ajamist ja ratsutamist. (Liiklusseadus §2)

Kõnnitee on jalakäija ja tasakaaluliikuriga liiklemiseks ettenähtud ja äärekiviga või muul viisil sõiduteest või jalgrattateest eraldatud teosa, mis võib olla tähistatud asjakohaste liiklusmärkide või teekattemärgistega

Jalgratta- ja jalgte on jalgrattaga, tasakaaluliikuri ja jalakäija liiklemiseks ettenähtud eraldi tee või teosa, mis on asjakohaste liiklusmärkidega tähistatud. Sõiduteega teede ristmikul on jalgratta- ja jalgte tee osa. (Liiklusseadus §2).

Liiklusõnnetus on juhtum, kus vähemalt ühe sõiduki teel liikumise või teelt väljasõidu tagajärjel saab inimene vigastada, surma või tekib varaline kahju

Ohutussaar on jalakäijate ohutust sõidutee ületamisel suurendav teerajatis

Pimeda aeg on ajavahemik ehist koiduni, kui loodusliku valguse vähesuse tõttu on nähtavus alla 300 meetri.(Liiklusseadus §2)

Sõidutee on sõidukite liikluseks ettenähtud teeosa. Jalgrattatee ning jalgratta- ja jalgtee ei ole sõidutee. Teel võib olla mitu eraldusribadega eraldatud sõiduteed. Samal tasandil lõikuvad sõiduteed moodustavad sõiduteede lõikumisala. Sõiduteeäärt näitab asjakohane teemärgis või selle puudumisel teepeenra, eraldus-, haljas- või muu riba äär, rentsli põhi või sõidutee äärekivi. Kui sõiduteega samal tasandil asuvad mõlemasuunalised trammiteed on sõidutee ühes servas, on mitterööbassõidukite sõidutee ääreks sõiduteepoolne trammirööbas (Liiklusseadus §2).

Ülekäigurada on jalakäijale sõidutee, jalgrattatee või trammitee ületamiseks ettenähtud asjakohaste liiklusmärkide või teekattemärgisega tähistatud sõidutee, jalgrattatee või trammitee osa, kus juht on kohustatud andma jalakäijale teed. Ülekäigurada on reguleeritav, kui liiklejate liikumise järjekorra määravad foorituled või reguleeriija märguanded. Muul juhul on ülekäigurada reguleerimata. Ülekäigurajal võib sõidutee ületada jalgrattaga või tasakaaluliikuriga sõites, kuid sel juhul ei ole reguleerimata ülekäigurajal jalgratturil ega tasakaaluliikuri juhil sõidukijuhi suhtes eesõigust, välja arvatud juhul, kui jalgrattur või tasakaaluliikuri juht ületab ülekäigurajal sõiduteed, millele sõidukijuht pöörab. Ülekäigurajal sõiduteed ületades ei tohi jalgrattur ega tasakaaluliikuri juht ohustada sõiduteed ületavat jalakäija (Liiklusseadus §2).

Liiklusõnnetus on juhtum, kus vähemalt ühe mootorsõiduki liikumise tagajärjel sai kannatada inimene või tekitati varaline kahju (Liiklusseadus §2).

Valgusti (luminaire) on seade, mis jaotab, filtreerib valgusallika valgust ja mis sisaldab peale valgusallika kõiki osi, mis on vajalikud lampide kinnitamiseks, kaitseks ning vooluahelaga ühendamiseks.(Tamm, 2008)

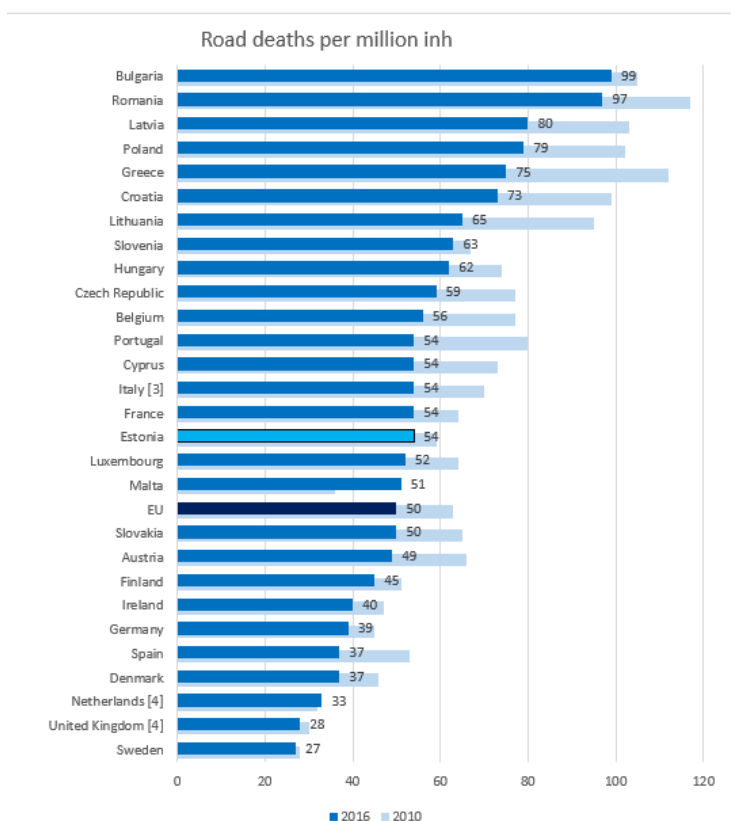
Valgustustihedus (illuminance) on pinnaelemendile langeva valgusvoo Φ ja selle elemendi pindala S jagatis.Valgustustiheduse ühikuks on luks (lx). (Tamm, 2008)

Valgustustugevus (luminous intensity) on valgusallika poolt antud suunda sisaldavasse lõpmata väiksesse ruuminurka kiiratava valgusvoo ja ruuminurga jagatis. Valgustustugevuse ühikuks on kandela (Tamm, 2008).

1.2 Liiklusohutuse olukord Euroopas ja Eestis

Liiklusõnnetused nõuavad iga aasta rohkem kui 1,2 miljoni inimese elu ning neil on suur mõju arengule ja tervisele. Need on suurimad surma põhjustajad noorte inimeste, vanuses 19 kuni 25, seas ja tekitavad riigile keskmiselt kulu 3% SKP-st.. Vaatamata majanduse ja inimeste kaole pole probleemi lahendused olnud piisavad. Viimastel aastatel on üle maailma liiklusohutus suurenenud ja see tänu sellele, et on kasutusele võetud uus kava, mille eesmärgiks on liiklusõnnetuste ja -surmade vähendamine 50% aastaks 2020. (WHO, 2015)

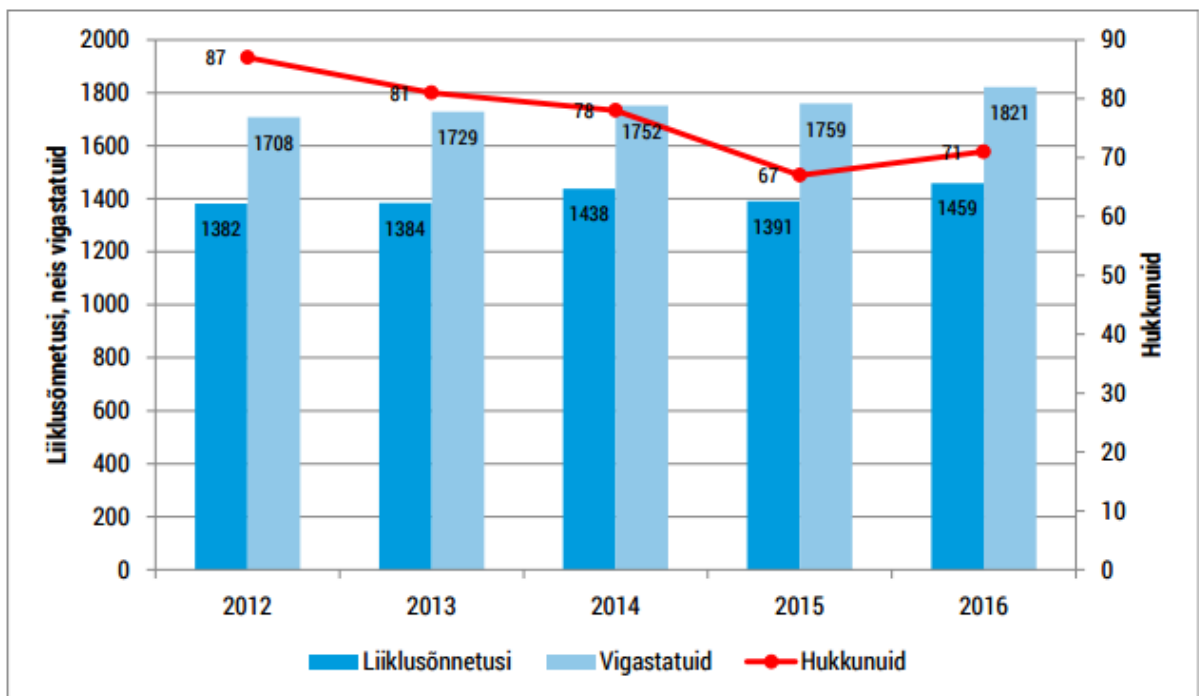
Euroopa liidu kõige turvalisema liiklusega on Rootsi, järgnevad Suurbritannia, Holland ja Taani. Eesti paikneb 13. kohal. Võrreldes Eestit teiste Balti riikidega, siis on Eestis tunduvalt ohutum liigelda kui Lätis või Leedus. Naaberriikide kiituseks võib öelda, et viimase aastaga on olukord märgatavalt paranenud. Eesti asetseb samal tasemel koos mitmete teiste riikidega, kelle hukkunute arv ühe miljoni elaniku kohta oli 54. Suurima muutuse on teinud Leedu kelle hukkunute arv langes 22% 83-lt 65-le. Euroopa liidu keskmiseks on 50 hukkunut. (Vt joonis 1)



(Joonis 1- Euroopa liidus liiklussurmad miljoni inimese kohta)

Allikas: (Maanteeamet,2016)

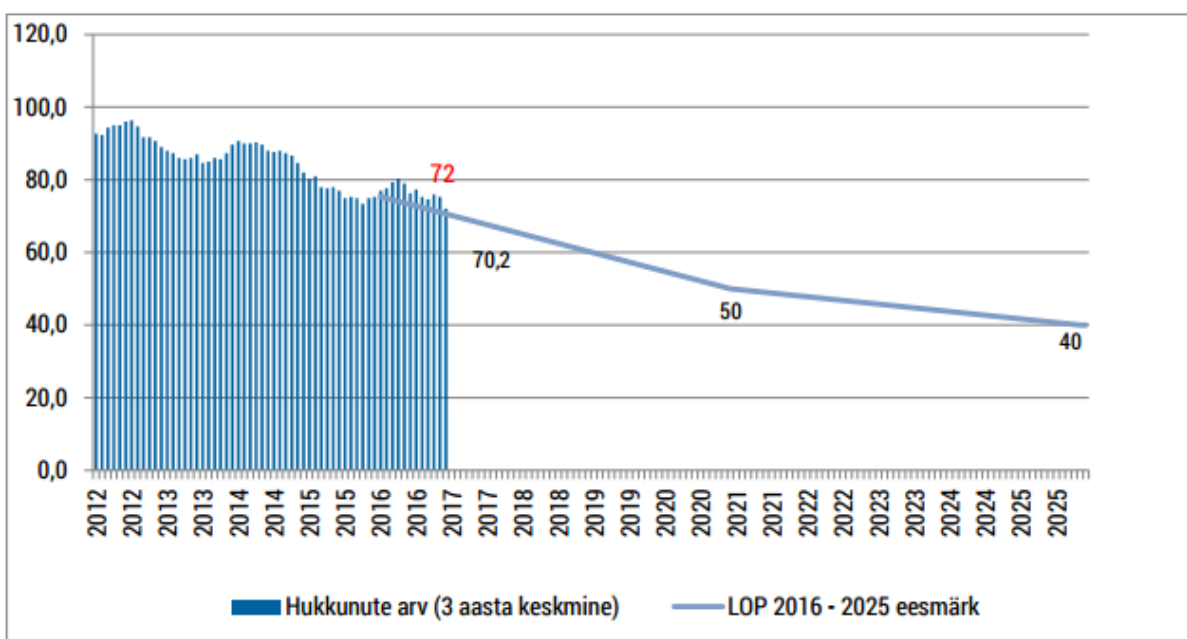
Eestis toimus aastal 2016. 1 459 inimkannatanutega liiklusõnnetust, milles hukkus 71 ja sai vigastada 1 821 inimest. Mida on eelmise aastaga võrreldes 68 rohkem liiklusõnnetusi ja 65 rohkem vigastatuid. Alates 2012. aastast kasvab kannatanutega liiklusõnnetuste arv keskmiselt 1,6% aastas. Mille põhjuseks võib tuua suurenenud sõidukite arv teedel, kui ka kergliiklejate arvu suurenemine. Vigastatute arv suurenes 5% võrreldes 2015. aastaga, kuid vaadates pikemat perioodi ei saa ka siin olulistest muutustest rääkida. Paigalseisu võib märgata ka liiklusõnnetustes hukkunute osas, kuigi 2016. aastal hukkus Eesti teedel nelja inimese võrra rohkem kui aasta varem. Positiivse asjaoluna võib välja tuua seda, et hukkunute arvu kasv oli väiksem kui seda varasemate aastate andmete alusel prognoositi. 2015 aastani kestev langev trend hukkunute vallas sai oma lõpu 2016.aastal. (Maanteeamet, 2016)



Joonis 2 – Aastatel 2012 – 2016 Eestis toimunud liiklusõnnetused, neis hukkunud ja vigastatud
Allikas: (Maanteeamet, 2016)

Vaatamata sellele, et 2016. aastal juhtus jalakäijate osalusel viie aasta jooksul kõige vähem õnnetusi ja neis hukkunute jalakäijate arv on alates 2012. aastast väiksem, ei saa süsteemsest paranemisest rääkida. 2016. aastal hukkunutest enamik olid jalakäijad (22 inimest), 21 sõiduautojuhti ja 16 sõitjat sõiduautos. Positiivsena võib välja tuua, et nii hukkunud kui ka vigastatud jalakäijaid oli 2016. aastal vähem kui 2013 – 2015 keskmisena, mis näitab, et tegemist on haavatamate liikluses osalejatega.

Liiklusohutusprogrammi 2016 – 2025, (LOP) kohaselt tuleb vähendada liiklussurmade ja raskelt vigastada saanute arvu ja saavutada 2025. aastaks olukord, mil liikluses ei hukkuks kolme aasta keskmisena enam kui 40 inimest aastas ja liiklusõnnetustes raskelt vigastatute arv ei ületaks 2023 – 2025 aastate keskmise väärtusena 330 aastas. 2020. aasta vahetasemeks on vähem kui 50 hukkunut ja 370 raskelt vigastatut (2018 – 2020 keskmisena). (Maanteeamet, 2016)



Joonis 3 – Hukkunute arvu muutus ja LOP-i vahe- ja lõppeesmärgid
(Allikas: Maanteeamet, 2016)

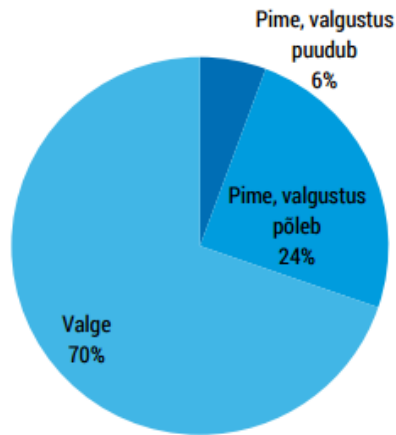
Koos LOP-iga võeti kasutusele ka null visioon, mille idee seisneb liiklusohutuse eetilises eesmärgis, et iga surm ja raske vigastus on liikluses ärahoitav. Mis tähendab, et liiklus vahendid ja infrastruktuur tuleks kavandada nii, et liikluses ei hukkuks ega saaks raskelt vigastada ükski inimene. Tihti peetakse liiklusõnnetuse põhjustajaks liiklejat, sest alati saab leida midagi, mida liikleja oleks saanud teha teisiti. Null visiooni kohaselt võtavad vastutuse endale nii liikleja kui ka süsteemi kavandajad. (Vaa, 2009).

Kõndimine on üks kõige rohkem kasutatud transpordi viise ja arvestades, et see on üks ohtlikumaid, on jalakäijate ohutus üks suurimaid mure kohti transpordisüsteemis. Ligikaudu 21% kõigist liiklusõnnetuste ohvritest ELis moodustavad jalakäijad. Enamik neist on 65-aastased või vanemad inimesed. (Euroopa komisjon, 2017)

Liiklusõnnetused jalakäijatega juhtuvad, kui satutakse konflikti autodega. Mõlematele liiklejatele kehtivad erinevad reeglid liikluses, näiteks Liiklusseaduse §22 ütleb, et jalakäija peab liikuma temale ettenähtud teel või teeosal. Rula, rulluiske või -suuski, tõukeratast või -kelku või muid sellesarnaseid vahendeid kasutav jalakäija ei tohi ohustada kõnniteel ning jalgratta- ja jalgteel jala käijat või ratastoolis liikujat. Kui liiklustihedus võimaldab, tohib jalakäija liikuda ka jalgrattateel, takistamata jalgratta-, tasakaaluliikuri, mopeedi- ja pisimopeediliiklust, ning jalgratta- ja jalgteel jalgratturile ettenähtud osal, takistamata jalgrattaliiklust. Koolieelikut saatev täiskasvanu peab jälgima last ja vältima lapse ootamatut sattumist sõiduteele. Ülekäigurajad on vajalikud seal, kus on sage liiklus, sest jalakäija tohib ületada sõiduteed käigusilla või -tunneli, ülekäiguraja või ülekäigukoha kaudu (väljumata selle piirest) või ristmikul. Kui käigusillale või -tunnelisse mineku koht, ülekäigurada, ülekäigukoht või ristmik ei ole kaugemal kui 100 meetrit, peab jalakäija sõiduteed ületama ainult nende kaudu. Nimetatud kohtadest kaugemal kui 100 meetrit tohib jalakäija sõiduteed ületada ainult siis, kui sõidutee on mõlemas suunas hästi näha ja sõidutee ületamisega ei tekitata liiklusohu. (Liiklusseaduse §24)

Reeglina sagenevad surmavate tagajärgedega jalakäijaõnnetused hilissügisel ja talvel 24-st hukkunud jalakäijast 16 said 2015. aastal surma pimedal ajal, neist vaid kolm kandsid helkurit. Pimedal ajal toimus 2015. aastal kokku 142 jalakäijale otsasõitu, neist 25 kohtades, kus puudus tänavavalgustus Võrreldes varasemate aastatega siin muutusi toimunud ei ole. (Maanteeamet, 2016)

Pimedal ajal ja valgustamata teel sai surma üheksa ja vigastada kuusteist jalakäijat. Helkur oli olemas kaheksal vigastatul, hukkunutest ei kandnud helkurit keegi. 2016. aastal sai pimedal ajal ja valgustamata teel surma või vigastada kokku 21 jalakäijat, kellest vaid neli kandis helkurit. 70% jalakäijatest sai kannatada valge ajal, 24% pimedal ajal kohtades, kus tänavavalgustus põles, ja 6% valgustamata teedel pimedal ajal. (Vt. Joonis 4)



Joonis 4- 2016. aastal kannatada saanud jalakäijad liiklustingimuste lõikes
Allikas: (Maanteeamet, 2016).

1.3 Ülekäiguradade ohutus meetmed mujal maailmas

Ülekäigurajad on ühed kõige ohtlikumad kohad kergliikluse infrastruktuuris. Aastal 2013 suri sõiduteel rohkem kui 270,000 jalakäijat. Linnaoludes aga on saagenud otsasõidud jalakäijatele õuealateedel, kergliiklusteedel ja reguleerimata ristmikel ning ülekäiguradadel. Jätkuvalt registreeritakse reguleerimata ülekäiguradadel ca 40% asulasisestest jalakäijaõnnetustest. Maailma tervisehoiu organisatsioon on välja toonud ka lahendused, mida riigid peaksid järgima, et vähendada hukkunute arvu. Üheks lahenduseks on jalakäijate eristamiseks välja mõeldud ületuskohad, näiteks tõstetud, valgustatud ja märgistatud ületuskohad, et sõiduki juhil oleks võimalikult kerge eristada ülekäigurada liikluses. (WHO, 2013; Maanteeamet, 2015)

Ülekäiguradade ohutumaks muutmiseks on mitmed riigid võtnud kasutusele erinevaid meetmeid. Näiteks USA-s on kasutusel maantee sisse ehitatud tuled. Ülekäigurada koosneb kollastest tuledest, mis on paigaldatud asfaltkatte sisse. Kollased tuled asetsevad mõlemal pool ülekäigurada. Jalakäija kas aktiveerib ise tuled, vajutades vastavat nuppu või on ülekäigurajal automaat tuvastus. Tuled vilguvad kindla aja jooksul ja annavad autojuhile teada, et jalakäija ületab ülekäigurada. Aeglasemate liiklejate jaoks on olemas andurid, mis tuvastavad jalakäija ülekäigurajal ja hoiavad tuled kauem töös. (Gadiel, 2007) (vt. Joonis 6)



(Joonis 6- asfaltkatte sees olevad tuled)
Allikas: (Gadiel, 2007)

Lähinaaber Soome, kes asetseb sarnases kliimas võrreldes Eestiga, on näiteks Helsingis jalakäijate ohutuse suurendamiseks plaaninud pimedal ajal muuta linna valgustuse intensiivsemaks. Eesmärgiga muuta kogu linna tänavad piisavalt valgeks, et ülekäigurajad ei vaja lisa valgustust.

Jalakäijate suunamiseks kasutatakse mitmes riigis, kaasaarvatud Eestis piirdeid. Piirete eesmärk on suunata jalakäijaid ülekäiguradadele, et jalakäija ei ületaks sõiduteed valesst või ohtlikust kohast. On välja toodud, et jalakäijate õnnetuste arv väheneb 33%, kui piirata jalakäijaid piirata jalakäijaid piiratakse piiretega. Lisaks mõjutava piirded sõidukite kiirust, nimelt võtavad sõidukijuhid hoo maha, kui satuvad piiretega tee alale. (Vaa, 2009)

Soomes on olemas selline lahendus, kus jalakäija enne ülekäigurajale astumist vajutab nuppu või automaatne süsteem tuvastab liikleja, hakkab ülekäiguraja märgi kohal tuli vilkuma, (vt joonis 7) mis teavitab autojuhti jalakäija ületamisest. Selle süsteemiga tekkis probleem väiksemat kasvu inimeste ja lastega, kus automaatne süsteem ei tuvastanud lapsi ja tekkisid ohtlikud olukorrad. Lisaks juhtis vilkuv tuli rohkem tähelepanu enda peale, kui jalakäija, tekitades olukordi, kus autojuht nägi ülekäiguraja märki ja vilkuvat tuld, kuid ei näinud jalakäijat. (Turun Sanomat, 2011)



(Joonis 7 – Ülekäigurada koos vilkva tulega)

Allikas: (Turun Sanomat, 2011)

Samuti on Soomes kasutusele võetud esimene intelligentne liiklusmärki täielikult valgustav lahendus Välkky Sign, mis valgustab liiklusmärki eesmärgiga juhtida autojuhi tähelepanu ülekäigurajale. Välkky sign tuvastab jalakäija ja liiklusmärk hakkab vilkuma. Süsteem on välja töötatud Soomes. (Havainne, 2017)

Mitmes riigis on see kasutusel, kus pimedamal ajal valgustatakse ülekäiguraja märki, eesmärgiga tuua välja märk mida siis autojuhid peaksid paremini nägema ja vastavalt tegutsema. (vt. Joonis 8) (DTFHA, 2009)



(Joonis 8 – Valgustatud ülekäiguraja märk)

Allikas: (DTFHA, 2009)

Mitmes riigis, sealhulgas Hiinas ja Saksamaal on tähelepanu pööratud ka jalakäijate tähelepanu äratamisele. Nimelt kasutab aina rohkem inimesi kõndimise ajal telefone ja ei pööra piisavalt palju tähelepanu enda ümber toimuvale ja nii võib juhtuda, et jalakäija võib ise teadmata sattuda ülekäigurajale. Selliste juhtumite vältimiseks on Saksamaal Augsburgis kasutusele võetud jalakäijaid hoiatavad tuled, mis valgustavad vertikaalselt alt ülesse, eesmärgiga anda jalakäijale signaali, kas on ohutu ületada ülekäigurada või mitte. (Vt. Joonis 9.) (Guardian, 2016)



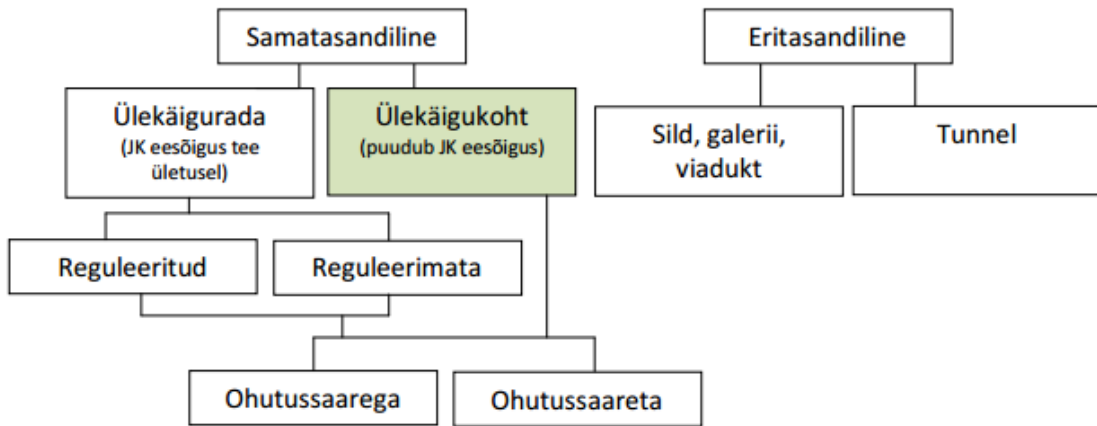
(Joonis 9 – Jalakäijaid hoiatavad tuled asfaltkatte sees)
Allikas: (Guardian, 2016)

Pinnases olevaid valgusteid on hea kasutada nendes regioonides, kus palju lund ei saja, sest talvel võivad tuled jääda lume kätte alla ja kaotada oma efektiivsuses. Lisaks võivad lumekoristus masinad valgusteid kahjustada. Eestis on ülekäiguradade ohutumaks muutmisel kasutusele võtnud erinevat tüüpi ülekäigurajad.

1.4 Ülekäiguradade tüübid

On olemas mitu lahendust, kuidas jalakäija saaks teed ületada, kõige ohutum ja kallim viis on ehitada eritasandiline ületuskoht, mis tuleks ehitada juhul, kui autoliikluse projektkiirus ≥ 100 km/h. Eestis on kõige rohkem levinud samatasandilised ületuskohad, selles töös keskendutakse samatasandilistele ülekäiguradadele. Ülekäigurajad jagunevad reguleeritud ja

reguleerimata ülekäiguks ja need omakorda jagunevad kaheks lahenduseks; ohutussaarega või ohutussaareta. (vt joonis 5). (Stratum OÜ, 2009)



(Joonis 5.- Ülekäigukohtade liigitus)
Allikas: (Stratum OÜ, 2009)

Ülekäiguraja rajamisel lähtutakse sõidutee laiusest, sõidukite kiirusest ning liiklustihedusest. Ületuskoha rajamist tuleb kaaluda siis, kui jalakäijate arv tunnis ja sõidukite arv tunnis omavahel korrutades on üle 800.

Reguleeritud ülekäigurada rajamisel lähtutakse jalakäijate ja sõidukite liiklussagedusest, liiklusohutusest ja kohalikest oludest. Liiklusohutusest lähtudes võib paigaldada ka foorid, kui see pole vajalik liiklussageduse koha pealt, näiteks kui läheduses on koolid, mänguväljakud jms.

Ohutussaarega ülekäiguradadel on ettenähtud tee keskele jalakäijate jaoks ootesaar, kus jalakäija enne teele astumist saab veenduda ühe sõiduraja ületamise ohutuses ja saare peal saab veenduda teise sõiduraja ületamise ohutuses. Ilma ohutussaareta ülekäiguraja ületamisel peab jalakäija veenduma mõlema sõidusuuna ületamise ohutuses, enne kui teele astub, mis on ohtlikum, kui ohutussaarega ülekäigurajast.

Ohutuse seisukohalt tuleks ohutussaart kasutada juhtudel, kui ülekäigurada asetseb nelja realisel teel, sest siis võivad tekkida olukorrad, kus sõidukid piiravad jalakäija vaatevälja nii, et jalakäija ei märka keskmisel rajal sõitvat sõidukit. (Stratum OÜ, 2009)

Kuna Eesti asub suhteliselt põhjas ja meil on pikad pimedad ajad talviti, siis ainult ohutussaartest võib väheseks jääda, lisa valgustus võib aidata ohutust märgatavalt. Euroopa

liidus on 28 riiki kellest kahel on olemas standardid ülekäigukoha valgustuse kohta. Üheks riigiks on Saksamaa ja teiseks riigiks Eesti.

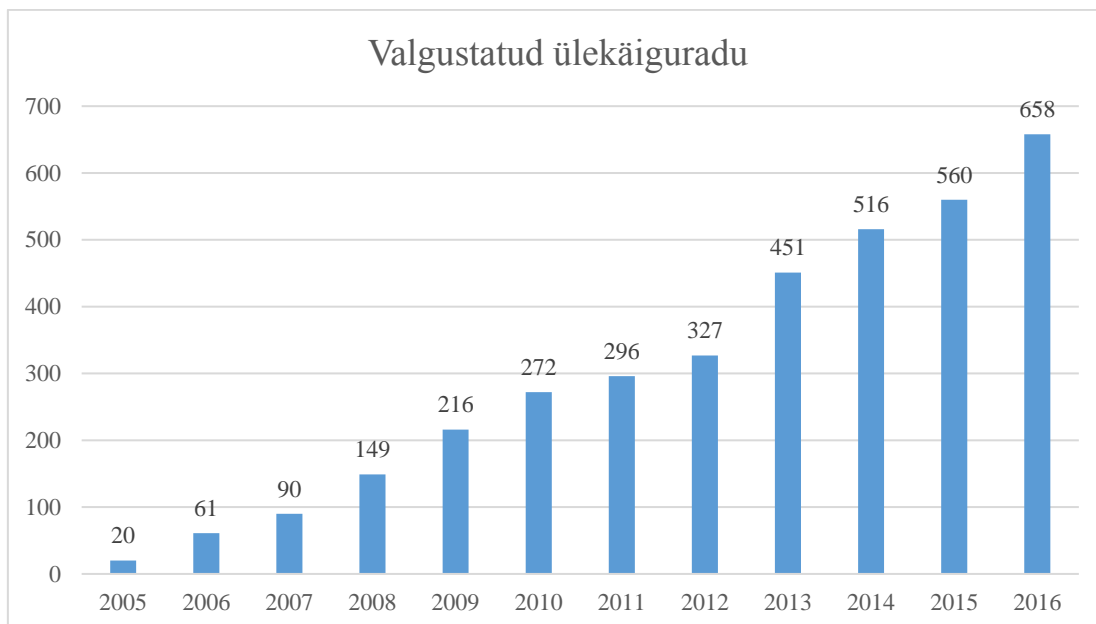
1.5 Ülekäiguradade valgustuse lahendused Eestis

Kasutusele on võetud mitmeid ulatuslike uurimusi ja innovatiivseid lahendusi, et muuta jalakäijate liiklemine teedel ohutumaks, näiteks Aastal 2016 rajati jalakäijate ohutuse paremaks tagamiseks Tallinnas kümme asfaltkattega künnisega jalakäijate ülekäigurada ning lisati lisavalgustid. Lisavalgustite paigaldamisega Tallinnas alustati aastal 2005, programmi „Turvaline ülekäigurada“ raames, mille eesmärgiks on ülekäiguradadele lisavalgustuste paigaldamine, eesmärgiga suurendada jalakäijate turvalisust. Tähendab see seda, et ülekäiguraja juurde pannakse kuuemeetrine spetsiaalne post, mille otsa paigaldatakse spetsiaalselt selleks otstarbeks valmistatud valgusti, mis peaks valgustama ülekäigurada ja seal olevat jalakäijat aga mitte pimestama autojuhti. (Tallinn, 2005) (vt joonis 10)



(Joonis 10. Lisavalgustusega ülekäigurada)
Allikas: (K-H Energia konsult, 2017)

Lisa valgustitega ülekäiguradade hulk Tallinnas on iga aasta kasvanud, aeglasemad kasvud olid aastatel 2011 ja 2012, mille võisid põhjustada halvemad finants seisud. 2016 aastaks on Tallinna linnas 658 lisa valgustiga ülekäigurada. (vt joonis 11).



Joonis 11 - Tallinna valgustatud ülekäigurajad aastate lõikes.

Allikas: Autori koostatud

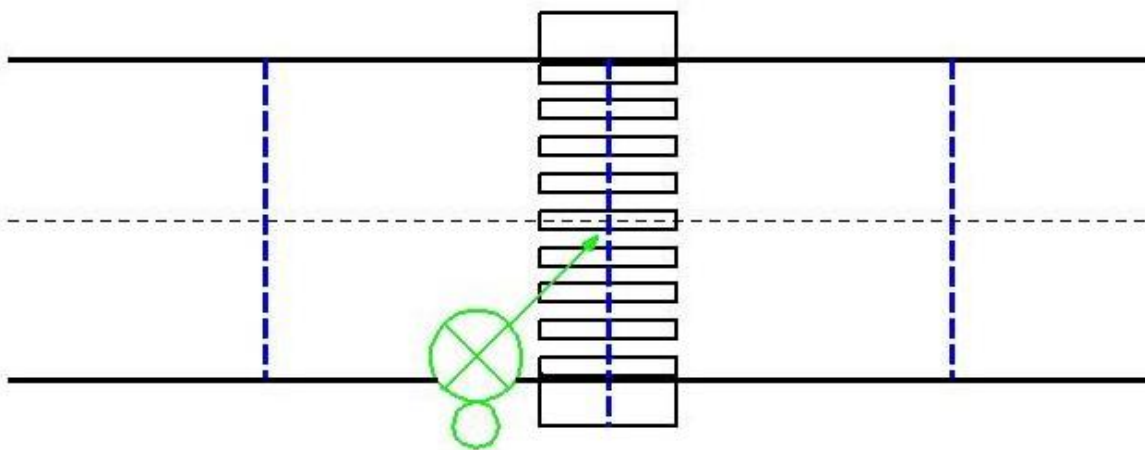
Jalakäijate ülekäiguradade paigaldamise ja tehnilise kujundamise eeltingimusi reguleerib ehitusseadustik ja selle alamaktid ning liiklusseadus koos selle juurde kuuluvate määrustega. (EVS 935-1:2017)

Pimeda ajal tuleb jalakäijate ülekäiguradade liiklustehnilist ülesannet toetada valgustehniliste meetmete abil. Jalakäijate ülekäiguradade tehisvalgustuse eesmärk on liiklustehniliselt eesõigustada jalakäija selge ja õigeaegne eristamine muudest liikluses osalejatest. Valgustehniliselt kuuluvad jalakäijate ülekäiguraja juurde piirnevate kõnniteede ja ohutussaare vähemalt 1 m laiused ootepinnad; ootepindade hulka ei loeta sõiduteega rööbitsi jalgrattateid ega parkimisalasid. (EVS 935-1:2017)

Jalakäijat saab tuvastada, kui ta tumedal taustal heledana (positiivse kontrastina) või heledal taustal tumedana (negatiivse kontrastina) eristub. Kuna piisavalt tugevat negatiivkontrasti saab realiseerida üksnes erijuhtumel ning üksnes suurte kuludega. (EVS 935-1:2017)

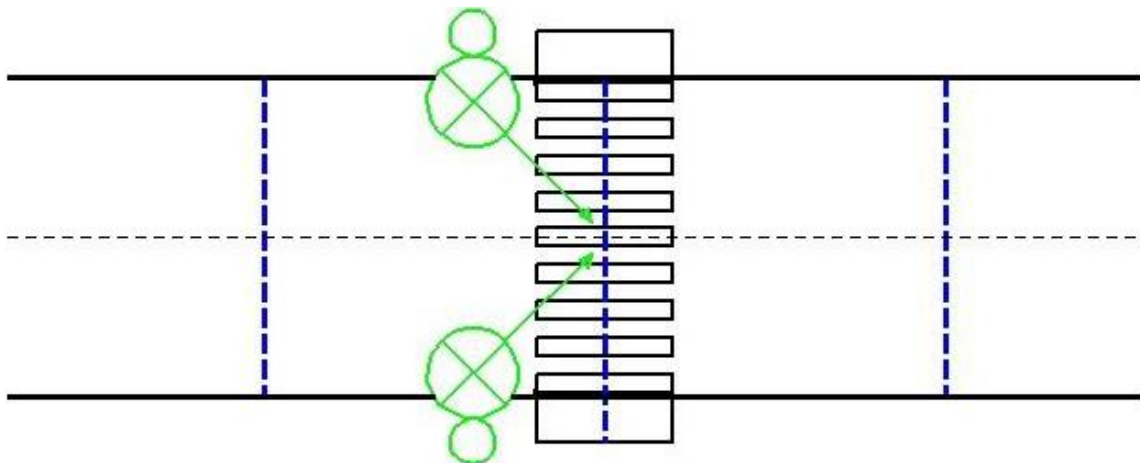
Jalakäija piisavaks positiivkontrastiks vajalik heledus saavutatakse, kui keskmise püsttasandilise valgustustiheduse hooldeväärtus 1 m kõrgusel jalakäijate ülekäiguraja keskel on sõidusuunast vaadates vähemalt 30 lx. Peale selle ei tohi püsttasandilise valgustiheduse hooldeväärtus üheski jalakäijate ülekäiguraja arvutuspunktis 1 m kõrgusel olla alla 4 lx. (EVS 935-1:2017)

Ühesuunalisel teel lähenevad autod ühest suunast ehk on vaja ainult ühelt poolt valgustada (vt joonis 13), kuna suurem osa ühesuunaliseid teid on ühe või kahe realised, siis piisab ühest valgustist.



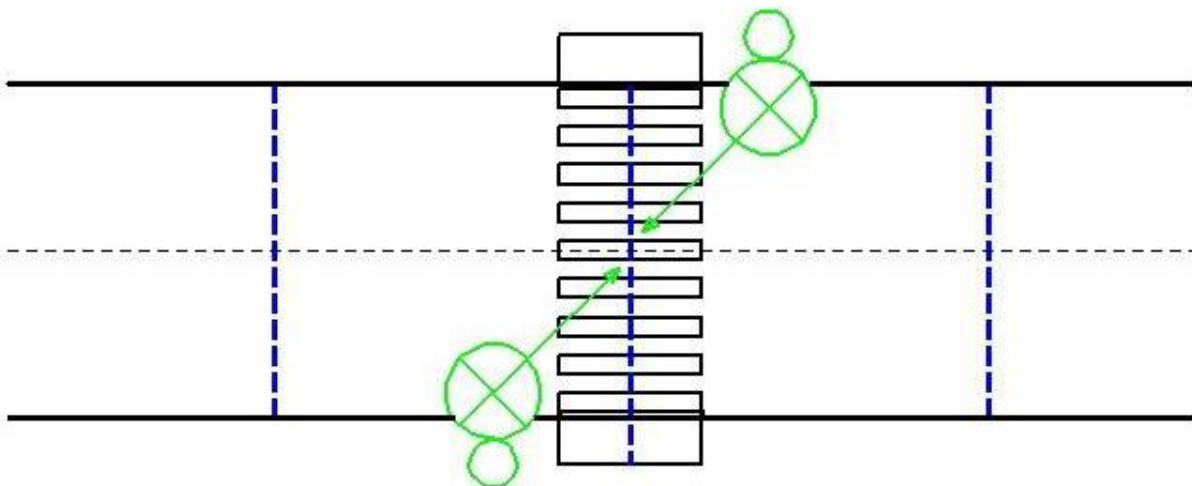
(Joonis 13 – ühesuunaline tee vasakult paremale)
Allikas: (Tallinna Linnavalitsuse määrus 62, 2008)

Laiemate teede puhul läheb vaja rohkem kui ühte valgustit, sest muidu jääb mingi osa teed pimedaks, mis võib liiklusohutuse koha pealt olla ohtlik jalakäija ja autojuhi jaoks (vt joonis 14)



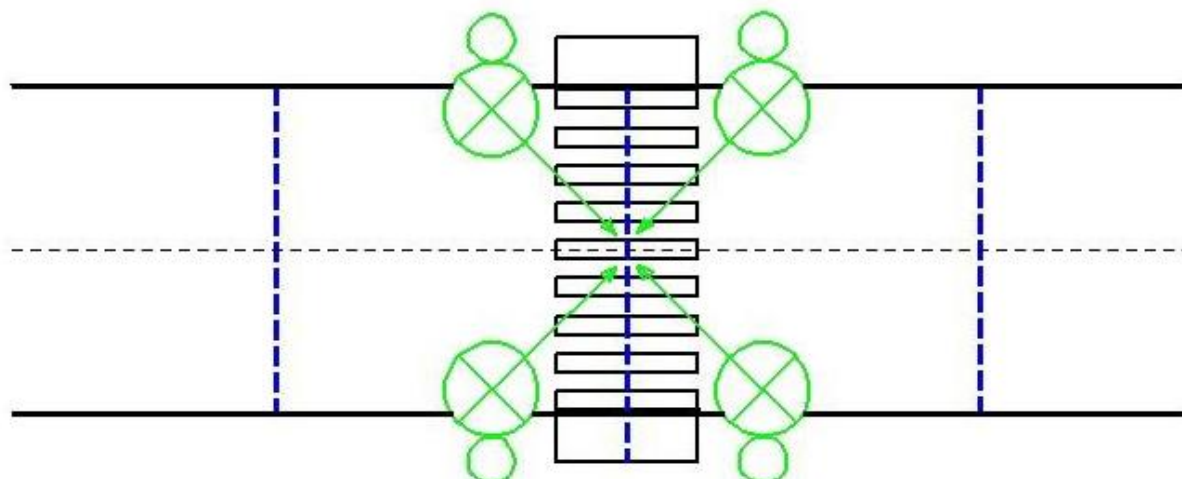
(Joonis 14 – ühesuunaline tee vasakult paremale)
 Allikas: (Tallinna Linnavalitsuse määrus 62, 2008)

Kahesuunalisel teel peab jalakäija olema nähtav mõlemast suunast, mis tähendab, et valgustatud peab olema kaks kuni neli sõidurida. Kõige levinum on kahe valgustiga lahendus, kus valgustid asuvad enne ülekäigurada (vt joonis 15), sealt poolt kus sõidusuund on, ehk valgustatakse ala ka enne ülekäigurada, et tekiks positiivne kontrast. Tallinnas on kõige levinum lahendus kahe lisavalgustiga ülekäigurajad.



(Joonis 15 – kahesuunaline tee, variant 1)
 Allikas: (Tallinna Linnavalitsuse määrus 62, 2008)

Teiseks lahenduseks kahe suunalisel teel on nelja valgustiga lahendus (vt joonis 16), mille eeliseks on intensiivne valgus, mis tekitab parema positiivse kontrasti. Nelja valgustiga lahendus on kõige efektiivsem, kuid samas ka kõige kallim variant.



(Joonis 16 – kahe suunaline tee, variant 2)

Allikas: (Tallinna Linnavalitsuse määrus 62, 2008)

Liiklusohutusprogrammi kohaselt tuleb senisest enam liiklusruumi kujundamisel arvestada elukeskkonnast tulenevate väärtustega, tagades ligipääsetavuse ning luues ohutuid ja mugavaid viise jalgsi liikumiseks. Senisest enam tuleb jalakäija ja mootorsõiduki vahelisi konflikte välistavaid lahendusi ette näha uutes planeeringutes.

Pimeda ajal on õnnetusse sattumise tõenäosus seotud jalakäija märkamise kaugusega. Jalakäija helkuri nõuetekohane kandmine pimedal ajal suurendab oluliselt jalakäija märgatavust asulavälisel teel ja aitab vähendada jalakäijate osalusel toimuvate liiklusõnnetuste toimumist. Lisaks puudub süsteemne tegevus jalakäijate liikluses hästi eristada võimaldavate valgustuste rajamises (LOP, 2017)

Lisaks on liiklusohutus programmi elluviimiskavas kirjas, et jalakäijat liikluses hästi eristada võimaldava valgustuse rajamises puudub süsteemne tegevus. Helkurile lisaks aitab jalakäijat märgata ülekäigurajal lisavalgustus, mida Tallinna linn on paigaldanud 11 aastat, kuid mille mõju liiklusohutusele ei ole uuritud.

2. UURIMUSE METOODIKA JA EESMÄRK

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada kuidas on lisavalgustuse paigaldamine ülekäigurajale mõjutanud ülekäigurajal toimunud inimkannatanuga liiklusõnnetuste hulka ja kas hetkel olemasolev valgustus lahendus vastab standardile.

2.1 Uurimuse metoodika

Antud uurimus põhineb andmetel, mis kajastavad aastal 2010 kuni 2016 toimunud liiklusõnnetusi ülekäiguradadel Tallinna linnas. Täpsemalt uuriti andmeid, mis sisaldasid inimkannatanuga toimunud liiklusõnnetusi pimedal ajal. 7 aasta jooksul on registreeritud 215 õnnetust, mis toimusid pimedal ajal valgustatud ülekäiguradadel.

Andmed väljastas Maanteeamet, lisaks hukkunutele sisaldasid andmed ka täpsustavaid detaile, näiteks tee- ja ilmastikuolud, ristmiku kirjeldused, tee tingimused, ilmastiku olud ja koordinaadid, kus liiklusõnnetus aset leidis.

Lisaks Maanteeameti andmetele oli uurimuse läbi viimiseks vajalik saada andmeid Tallinna ülekäiguradade valgustite kohta. Vastavad andmed saadi Tallinna Kommunaalametist. Andmed sisaldasid ristmikke, tänavaid ja objekte kuhu valgustid olid paigaldatud aastate lõikes. Lisaks olid välja toodud valgustite tüübid ja valgustite energia kulud.

Ülal toodud andmete põhjal tehakse enne ja pärast analüüs, kus võrreldakse õnnetusi ülekäigurajal enne lisavalgustuse paigaldamist ja pärast lisavalgustuse paigaldamist, et leida mõju ohutusele.

Valgustite uurimisel toetutakse standardile EVS 935-1:2017. Ülekäigurajad, kus valgustuse mõõtmised läbi viidi asusid Pääsküla raudteejaama läheduses Suvila ja Pärnu maantee ringristmikul. Valiti lähtuvalt sellest, et antud ristmikul oli lähestikku neli ülekäigurada lisavalgustitega.

2.2 Valimi ja ülekäiguradade valimise kirjeldus

Käesoleva uurimuse valimisse on võetud Tallinnas viimase seitsme aasta jooksul toimunud liiklusõnnetused pimedal ajal. Selle aja jooksul toimus Tallinnas 403 õnnetust ja vigastada sai 397 inimest. Ülekäigurajad, kus teostada valgustehnilisi mõõtmisi valiti vastavalt sellele, et antud ristmikul oli neli ülekäigurada, kus kasutati erinevaid valgusteid, lisaks asus

antud ristmikul erinevat tüüpi ülekäigurajad. Ristmikul asus kolm ohutussaarega ülekäigurada, millest ühel ei olnud ohutussaar sõiduteest kõrgemal. Üks ülekäigurada oli ilma ohutussaareta. Ristmikul oli kasutatud ka piirdeid.

2.3 Liiklusõnnetuste uurimuse protsess

Uurimuse läbiviimiseks oli vajalik saada andmeid nii pimedal ajal juhtunud liiklusõnnetuste kui ka valgustite paigaldamis aegade kohta. Liiklusõnnetuste andmete saamiseks pöördusin juhendaja poole, kellel olid vastavad andmed saadud Maanteeametist. Valgustite andmete puhul pöördusin Tallinna Kommunaalameti poole, kus oldi nõus andmeid jagama.

Maanteeametist saadud andmetest tuli välja sorteerida kõik õnnetused, mis ei toimunud Tallinnas, valgel ajal, kus ei olnud inimkannatanut ja õnnetused, mis ei toimunud ülekäiguradadel. Iga liiklusõnnetuse toimumispaik antud x ja y koordinaatidega. X ja Y koordinaatide kaardistamisel oli vajalik tasulise programmi *ArcGIS* kasutusõigust. Õnnetuste kaardistamiseks pöördusin Maanteeameti liiklusohutuse spetsialisti poole, kes vastavad andmed kaardistas ja saatis õnnetuste andmed *Google Maps* kaardikeskkonnas (Lisa 5.)

Kaardistamise eesmärgiks oli leida ohtlikud ülekäigurajad pimedal ajal Tallinna linnas. Ülekäiguradade määratlemisel uurisin õnnetusi mis toimusid vähemalt 50 meetri kaugusel ülekäigurajast, sest koordinaatidel võivad väikesed vead sees olla ja ei pruugi täpselt ülekäiguraja kohal asuda. Liiklusõnnetuse punktid sisaldasid infot ilma-ja teolude kohta, lisaks ka kellaeg

Ülekäiguradadel, kus märgati rohkem kui kolm õnnetust 50 meetri raadiuses, uuriti ülekäiguraja lisavalgustuse olemasolu ja paigaldamis aega, mille põhjal tehti järeldused.

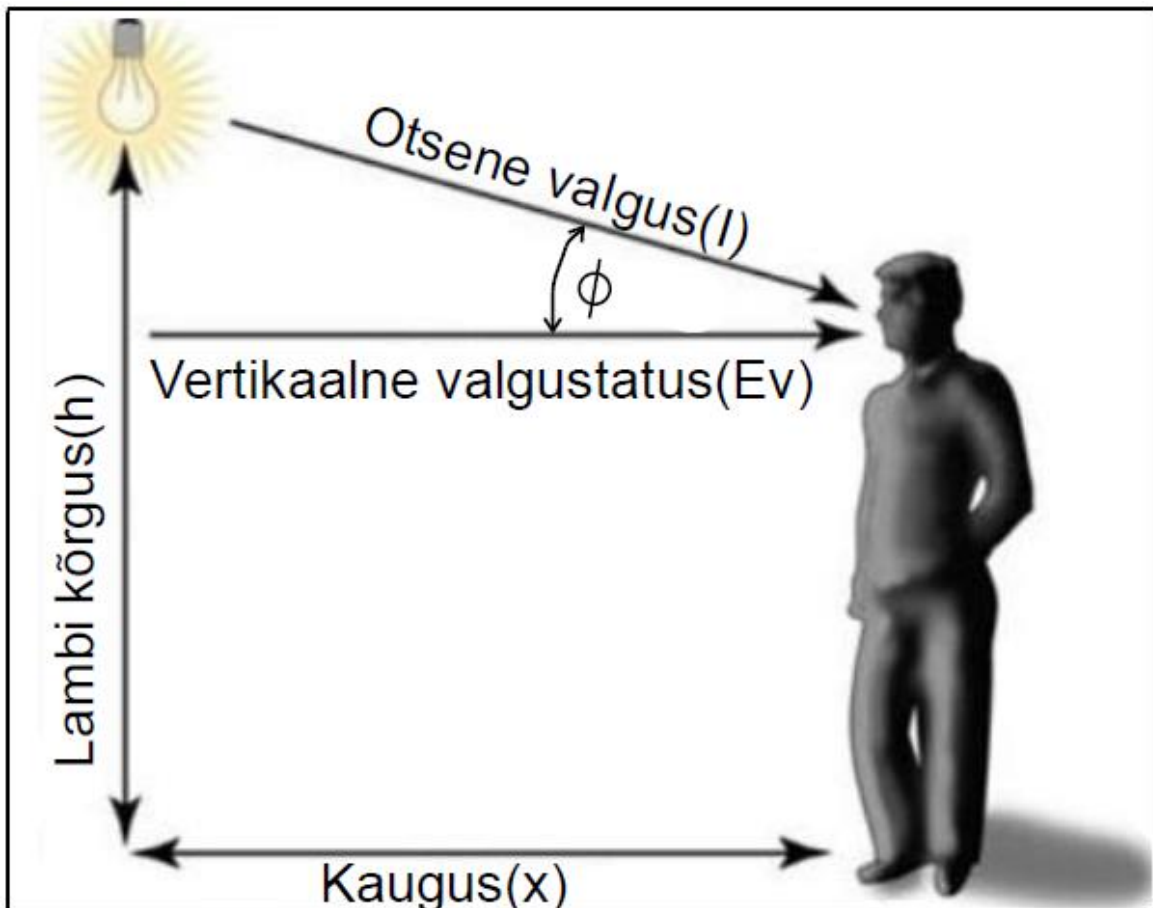
Andmete analüüsimiseks kasutati programmi *Microsoft Excel*. Analüüsi tulemused esitatakse järgmises peatükis.

2.4 Valgustuse mõõtmise protsess

Valgustuse mõõtmised teostati vastavalt Eestis sätestatud standardile EVS 935-2:2017, kus on kirjas mis viisil tuleb arvutada ja mõõta standardis EVS 935-1:2017 esitatud

kvantitatiivselt käsitatavaid valgustehnilisi kvaliteedinäitajaid. Sätestused on vajalikud, et arvutusi võrreldavalt ja mõõtmisi ühetaoliselt sooritada saaks.

Ülekäiguradadel on tähtis inimese nähtavuse seisukohalt vertikaalne valgustihedus, mis näitab valgustihedust, mis langeb jalakäijale küljelt. (vt joonis 17) (Särg, 2014)



(joonis 17 - Vertikaalne valgustihedus)

Allikas: (Särg, 2014)

Vertikaalse valgustiheduse leidmiseks on vaja paigutada luksmeeter vertikaalselt 1,5 meetri kõrgusele, mis tähendab et mõõtmistel kasutatakse statiivi ning mõõtmisi teostatakse küljelt, kus luksmeetri andur suunatakse sõidutee suunas vastu sõidukite liikumise suunas. Mõõtmisi tehakse ülekäigurajal mõlemast servast, ootealal ja keskel.

2.5 Praktilised valgustiheduse mõõtmised

Valgustiheduse mõõtmised ülekäiguradadel teostati, et uurida, kas hetkel olevate valgustite valgustihedused vastavad standarditele. Mõõtmised viidi läbi 04.05.2017 ajavahemikus 22.00 kuni 24.00. Uuritavateks objektideks oli neli ülekäigurada, millel asusid erinevad lisavalgustid. Mõõtmise ajaks kustutati tava tänavavalgustid. Igal ülekäigurajal oli tüüplahendusena kaks lisavalgustit (vt joonis 15). Mõõtmiseks kasutati Gigahertz-optik bts256-e. Mõõdeti iga 1m tagant ülekäiguraja pikkuses. Ilm oli mõõtmiste tegemise ajal kuiv. Mõõtetulemused märgiti paberile (vt lisa 1-4), kus oli olemas ülekäiguraja kujutis ja hiljem sisestati andmed arvutisse. Andmete töötlemiseks kasutati programmi *Microsoft Excel*'it. Mõõtmistulemusi käsitletakse järgmises peatükis.



Joonis 18. Gigahertz-optik bts256-e.

Allikas: (Särg, 2014)



Joonis 19. Mõõtmiskohad ringristmikul.

Allikas: (Maa-amet, 2017)

1. TULEMUSED JA ANALÜÜS

3.1 Valgustiheduse mõõtmiste tulemused ja analüüs

Valgustiheduse mõõtetulemused on toodud järgnevas tabelis, andmete arvu erinevus tuleneb ülekäigurade erinevatest pikkustest, mida pikem ülekäigurada, seda rohkem mõõtmis punkte.

Tabel 1. Vertikaalse valgustiheduse mõõtmis tulemused

	Ülekäigurada			
	1	2	3	4
Valgustihedus, lx	29,60	37,61	11,22	48,56
	37,91	41,45	37,94	42,64
	46,03	32,71	23,14	56,50
	40,72	27,16	15,54	66,09
	37,65	21,16	11,00	64,96
	40,98	19,63	3,07	66,06
	15,73	18,64	9,08	73,16
	14,53	15,96	20,11	55,40
	15,76	23,94	38,42	77,70
	18,86	23,22	47,66	90,91
	21,73	29,94	37,37	78,54
	25,71	33,07	2,08	60,40
	65,56	36,59	30,04	34,00
	11,27	32,53	5,93	66,70
	9,03	14,74	24,62	31,39
	25,80	52,14		7,07
	6,71	7,84		4,10
	62,38	6,64		9,69
		6,99		7,40
		52,69		48,40

Allikas: Autori koostatud

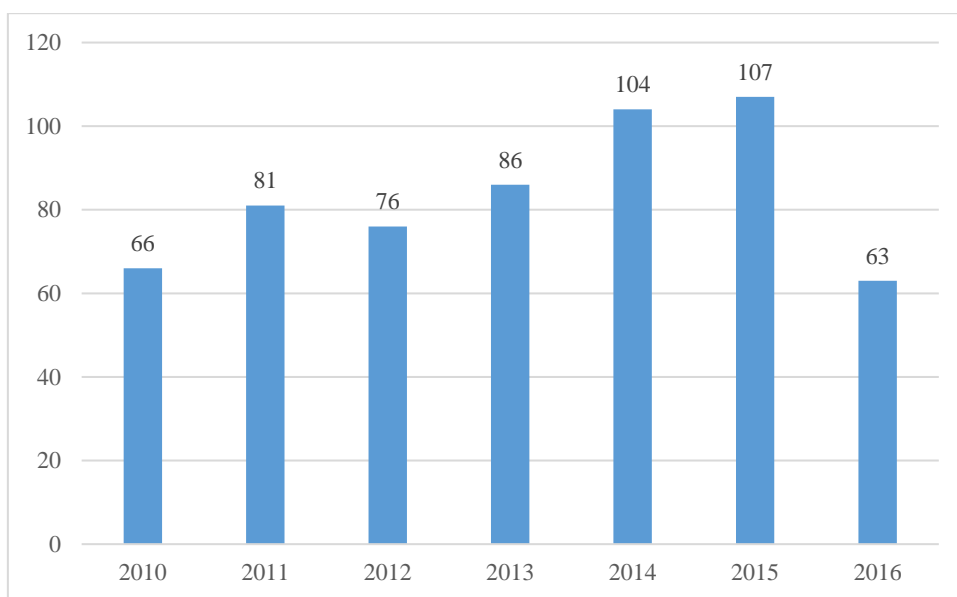
Ülekäiguraja nr. 1 keskmiseks valgustiheduseks mõõdeti 29,22 lx, 2. ülekäiguraja keskmiseks on 26,73 lx. 3. ülekäigurajal puudus ohutussaar ja oli kõige lühem, seal mõõdeti keskmiseks väärtuseks 21,14 lx. Ülekäiguraja nr. 4 keskmiseks tulemuseks oli 49,48 lx. Standard ütleb, et jalakäija positiivseks kontrastiks peab vertikaalne valgustihedus olema vähemalt 30 lx. Vaadates tulemusi, siis on näha, et ainult 4-ndal ülekäigurajal oli valgustihedus

suurem kui 30 lx. 1. ülekäigurajal on napilt all 30 lx. Standardis on kirjas, et üheski mõõtmispunktis ei tohiks valgustiheduse väärtus olla alla 4 lx. Mõõtmistulemustest selgub, et kahes punktis oli valgustihedus väiksem kui 4 lx ja mõlemad punktid asusid ülekäigurajal nr. 3, mis oli ka üldises arvestuses kõige halvema valgustusega ülekäigurada.

3.2 Õnnetuste üldine analüüs

Aastatel 2010 kuni 2016 toimus Eestis 9910 registreeritud liiklusõnnetust, milles hukkus 564 ja sai vigastada 10590 inimest. Samal perioodil toimus Tallinna linnas kokku 4097 liiklusõnnetust, milles hukkus 133 ja vigastada sai 4832 inimest.

Ülekäiguradadel toimus kuue aasta jooksul 583 õnnetust, kus hukkus 20 ja kannatada sai 592 inimest. Õnnetuste arv ülekäiguradadel Tallinnas aastate lõikes on toodud joonisel 20.



Joonis 20. Õnnetused ülekäiguradadel Tallinnas

Allikas: (Autori koostatud)

Nagu jooniselt ilmneb, oli aastani 2015 õnnetuste arvus tõusev trend. 63 õnnetust, mida on kõige vähem seitsme aasta jooksul, toimus aastal 2016. Kõige rohkem inimkannatanuga liiklusõnnetusi ülekäiguradadel toimus aastal 2015, kui toimus 107 õnnetust. Üle saja õnnetuse oli ka aastal 2014, kui toimus 104 õnnetust. Seitsme aasta keskmiseks kujunes 83 õnnetust aastas. Hukkunud ja vigastatud aastate lõikes on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Hukkunud ja vigastatud aastate lõikes.

Aasta	Hukkunuid	Vigastatud
2010	0	67
2011	2	86
2012	6	76
2013	3	88
2014	1	106
2015	7	104
2016	1	65

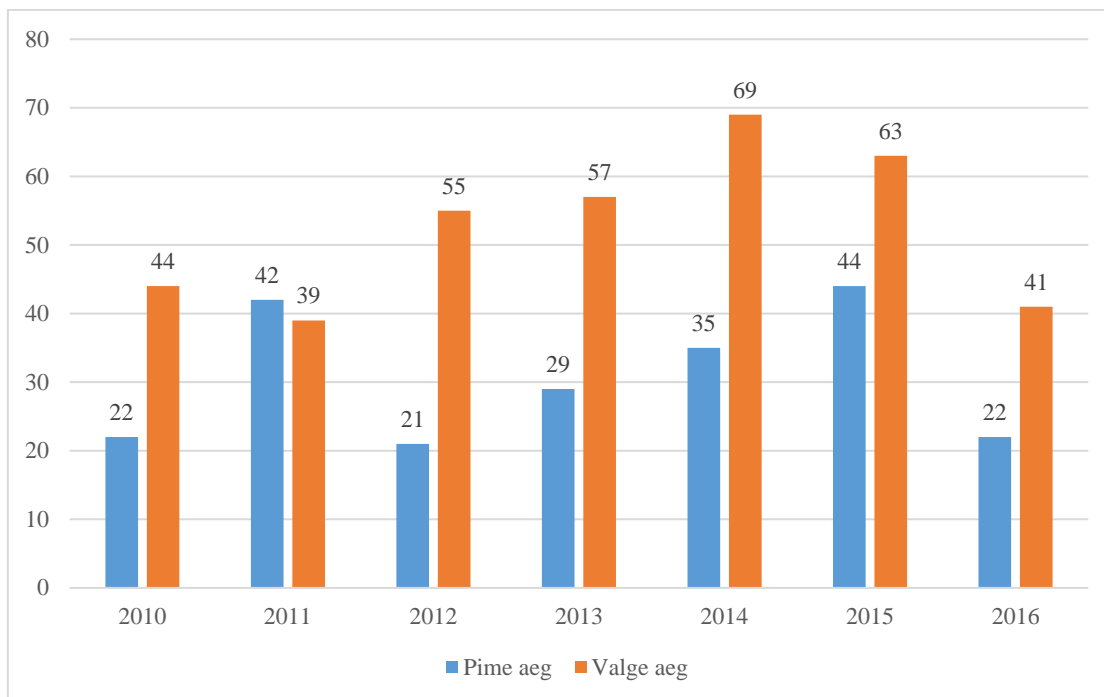
Allikas: Autori koostatud

Seoses sellega, et aastatel 2014 ja 2015 oli kõige rohkem õnnetusi, oli ka vigastatuid kõige rohkem antud aastatel. Kõige vähem hukkunuid (0) oli aastal 2010 ja kõige rohkem hukkunuid (7) oli aastal 2015. Palju hukkunuid (6) oli aastal 2012. Suur langus toimus aastal 2016, kui hukkus 1 inimene ja vigastada sai 65 inimest. Aasta 2016 oli ka kõige õnnetuste vaesem aasta. Andmetes on kajastatud õnnetusi mis juhtusid Tallinna ülekäiguradadel jalakäijatega

3.3 Õnnetused valgel ja pimedal ajal

Aastatel 2010 – 2016 toimus valgel ajal kokku 368 õnnetust ja pimedal ajal 215 õnnetust. Kõige rohkem õnnetusi (44) pimedal ajal juhtus aastal 2015 ja kõige vähem (21) aastal 2012. Valgel ajal juhtus kõige rohkem õnnetusi (69) aastal 2014 ja kõige vähem (39) aastal 2011. 2011 oli ka aasta kui pimedal ajal toimus rohkem õnnetusi, kui valgel ajal. Keskmiselt toimus pimedal ajal 30 õnnetust aastas ja valgel ajal 52 õnnetust aastas.

37% juhtudest toimus õnnetus pimedal ajal ja 63% juhtudest toimus õnnetus valgel ajal. Viimaste aastate jooksul toimunud pimedal ja valgel aja õnnetuste statistika aastate lõikes on toodud välja joonisel 21.



Joonis 21. Valgel ja pimedal ajal juhtunud õnnetused 7 aasta jooksul Tallinnas
Allikas: Autori koostatud

Uurimusest selgus, et rohkem kui kolmandikul juhtudel toimuvad õnnetused pimedal ajal. Ühel aastal toimus pimedal ajal rohkem õnnetusi kui valgel ajal. Kuigi pimedal ajal on liiklussagedus väiksem, toimub sellel ajal palju õnnetusi arvestades, et liikluses osaleb rohkem kui poole vähem liiklejaid.

3.4 Ilma lisavalgustiteta ülekäiguradade analüüs

Uurimuse käigus leiti neli ohtlikku kohta, kuhu pole ülekäiguradadele lisavalgustust paigaldatud, nendes kohtades on seitsme aasta jooksul juhtunud rohkem, kui kolm õnnetust.

Esimeseks ülekäigurajaks on Endla tänaval asuv ülekäigurada, mis asub Kristiine keskuse ees ja kus on toimunud kaheksa õnnetust, millest ühel juhul on jalakäija hukkunud. Viiel juhul toimusid õnnetused kella kahe ja viie vahel hommikul ja ülejäänud õnnetused on toimunu peale kella 21-te. Ülekäigurada on reguleeritud, kuid öösel lülitatakse valgusfoorid välja ja ülekäigurada muutub reguleerimata ülekäigurajaks. Ülekäigurajal asub ka ohutussaar,

mis jagab ülekäiguraja kaheks osaks. Ühel pool on neli sõidurida, teisel pool kolm sõidurida, ehk tegemist on pika ülekäigurajaga. (vt joonis 22)



(Joonis 22. Endla tänava ülekäigurada)

Allikas: (Maa-amet, 2017)

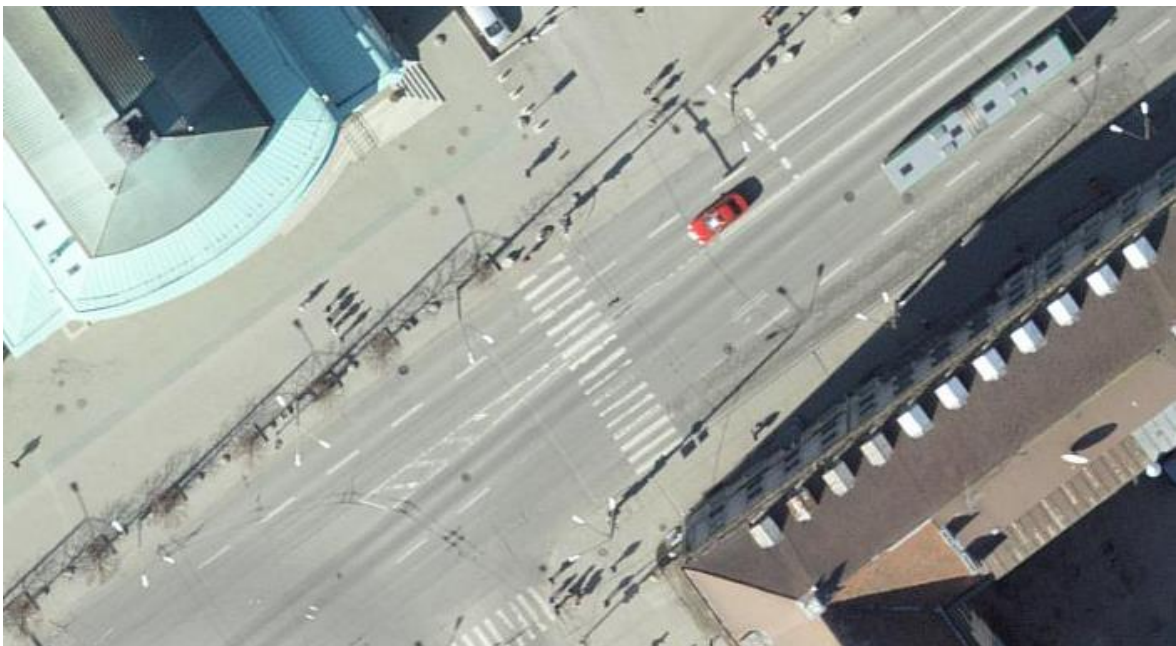
Teiseks on ülekäigurajad, mis asuvad Ahtri tänaval, nimelt on sellel tänaval seitsme aasta jooksul toimunud kokku seitse õnnetust neljal lähestikku asuval ülekäigurajal. Kõikides õnnetustes sai jalakäija vigastada. Ühelgi ülekäigurajal ei ole lisavalgustust ja kõik õnnetused on juhtunud novembri, detsembri ja jaanuari kuus kella 17 – 20 vahel. Tegemist on laidade sõiduteedega, mõlemas suunas kolm sõidurida, mis muudab jalakäija nägemise veelgi raskemaks.(vt joonis 23)



Joonis 23. üks neljast ülekäigurajast Ahtri tänaval

Allikas: (Google Maps, 2017)

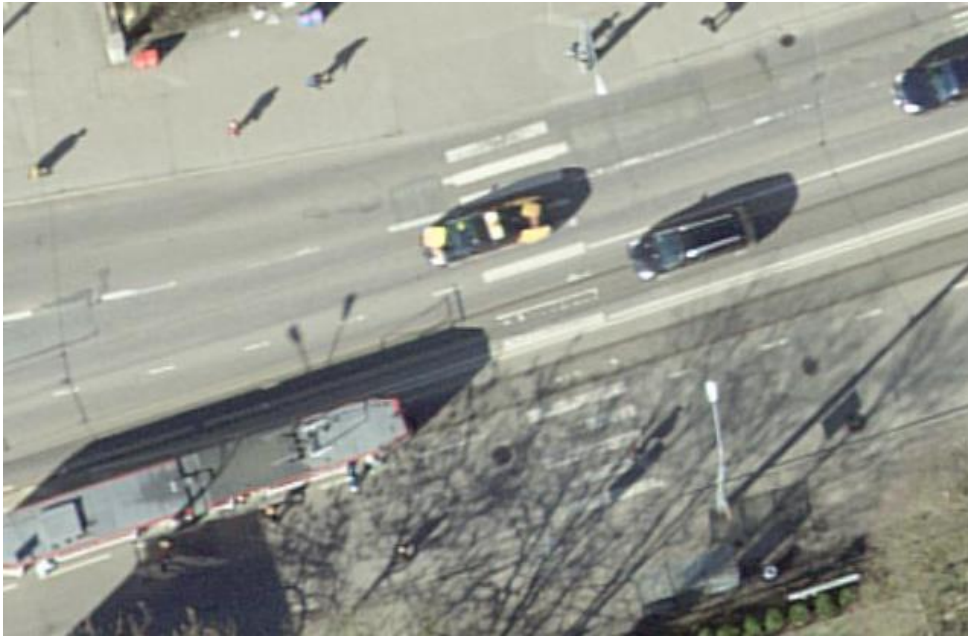
Kolmandaks ohtlikuks kohaks, kus on keskmisest rohkem õnnetusi, asub Estonia puiesteel, Estonia teatri ja Eesti kunstiakadeemia vahelisel ülekäigurajal. Kus on toimunud neli õnnetust, kõikides õnnetustes sai jalakäija vigastada. Õnnetused on toimunud ajavahemikus õhtul kella 18 ja kella 1 vahel. Üks õnnetus on toimunud oktoobris, teised jaanuaris ja detsembris. Tegemist on reguleeritud ülekäigurajaga, mis muutub reguleerimata ülekäigurajaks öösel. Seekord on ka tegemist laiema ülekäigurajaga, sest mõlemas suunas on kaks sõidurada ja sõiduradade vahel puudub ohutussaar. (vt joonis 24)



Joonis 24. Ülekäigurada Estonia puiesteel

Allikas: (Maa-amet, 2017)

Neljas ohtlik koht asub Narva maanteel, Tallinna Ülikooli ees asuval ülekäigurajal, kus on samuti toimunud neli liiklusõnnetust, kus kolmel juhul sai jalakäija vigastada ja ühel juhul jalakäija hukkus. Õnnetused leidsid aset novembris, detsembris ja jaanuaris. Õnnetuste toimumiste ajad jäid kella 17 ja 24 vahele. Antud ülekäigurada asub viie realisel sõiduteel ja puudub ohutussaar. Lisaks asub ülekäigurajal trammitee.(vt joonis 25)



Joonis 25. Ülekäigurada Narva maanteel TLÜ ees
Allikas: (Maa-amet, 2017)

Kõiki eelmainitud ülekäiguradu iseloomustab:

- Pikk ülekäigurada
- Puudub lisavalgustus
- Valgustab tänavavalgustus
- Kolmel juhul puudub ohutussaar.

Kaardilt ilmnes paar ohtlikku kohta, kuhu hiljuti on paigaldatud lisa valgustus. Üheks näiteks võib tuua Puhangu tänaval asuva ülekäiguraja Sõle tänava juures. Antud kohal on toimunud seitsme aasta jooksul neli õnnetust pimedal ajal. Kaks õnnetust aastal 2015, üks õnnetus aastal 2011 ja üks õnnetus aastal 2016. Tegemist on probleemse kohaga ja linn on paigaldanud aastal 2016 sinna kohtvalgustuse.

3.5 Valgustite paigaldamise mõju õnnetustele ülekäigurajal

Uurimuse käigus leiti kolm ülekäigurada kuhu olid õnnetused kontsentreerunud ja kuhu oli paigaldatud lisavalgustid, andmed on toodud järgnevas tabelis. Ühel ülekäigurajal ei tehtud enne ja pärast analüüsi.

Tabel 3. Liiklusõnnetused ja valgustuse paigaldamised aastate lõikes

Ülekäigurada	Valgustus paigaldatud	Inimkannatanuga liiklusõnnetusi						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Raadiku tn. 8	2011		2		1			
Sõle tn Pelgulinna Selveri juures	2007		1	1	1		1	
Linnamäe tee 57	2015			1			1	1
Smuuli tee 9 (Maxima kpl)	2014			1		1	1	

Allikas: Autori koostatud

Vaadates tabelit, siis ei saa suurtest muutustest rääkida peale valgustuse paigaldamist. Kuna võimalik on kaardistada liiklusõnnetusi, mis juhtusid alates aastast 2010, siis ei saa paljudel ülekäiguradadel järeldusi teha, sest puuduvad õnnetused.

Raadiku tänava ülekäigurajal toimus aastal 2011 kaks inimkannatanuga liiklusõnnetust ja ka samal aastal paigaldati sinna lisavalgustus ja peale valgustuse paigaldamist on toimunud üks õnnetus aastal 2013 ja kolmel viimasel aastal pole õnnetusi juhtunud, mis on positiivne ja millest võib järeldada, et olukord ei ole halvemaks läinud. Lisaks asub ülekäigurajal ohutussaar, mis on paigaldatud peale aastat 2011.



Joonis 27. Raadiku tänava ülekäigurada

Allikas: (Maa-amet, 2017)

Teise kohana tooks välja ülekäiguraja, mis asub Sõle tänaval Pelgulinna Selveri ees. Nimelt ei saa selles kohas teha enne ja pärast analüüsi, kuid tasub mainimist, et sinna on paigutatud lisavalgustid aastast 2007. Aastast 2010 on ülekäigurajal toimunud neli õnnetust pimedal ajal, mida on keskmisest rohkem võrreldes teiste ülekäiguradadega. Ülekäigurada ületab kahte sõidusuunda, mõlemast suunast kahte sõidurida ja ohutussaar on ka olemas (vt joonis 28). Siinkohal oleks mõistlik ülekäigurajal sooritada valgustiheduse mõõtmised ja uurida, kas ülekäiguraja valgustus vastab uuele standardile.



Joonis 28. Sõle tänava ülekäigurada
Allikas: (Maa-amet, 2017)

Kolmandaks ohtlikuks kohaks on Linnamäe teel asuv ülekäigurada, täpsemalt Linnamäe tee 57. Antud ülekäigurajale paigaldati lisavalgustus aastal 2015, enne valgustite paigaldamist toimus üks inimkannatanuga liiklusõnnetus (2012) ja üks õnnetus peale valgusti paigaldamist (2016). Nagu Raadiku tänaval, ei saa antud kohal öelda, et lisavalgusti oleks kuidagi liiklusohutust parandanud, vaadates õnnetuste arvu. Samuti asub ülekäigurada kahesuunalisel sõiduteel ja ületab kahte sõidurida. Lisaks on olemas ka ohutussaar.



Joonis 29. Linnamäe tee 57 ülekäigurada
Allikas: (Maa-amet, 2017)

Neljandaks ohtlikuks kohaks on Smuuli teel asuv ülekäigurada, mis asub Maxima kaupluse juures. Tegemist on ülekäigurajaga, kus vahepeal on pikk ohutussaar ja ületab kokku nelja sõidurida. Antud ülekäigurajale on lisavalgustus paigaldatud aastal 2014. Õnnetused on toimunud aastatel 2011, 2014 ja 2015, kõikidel juhtudel sai jalakäija vigastada. Õnnetusi ja valgustuse paigaldamist võrrelda, siis selgub, et enne ja peale paigaldamist on toimunud üks õnnetus ja paigaldamise aastal on toimunud samuti üks õnnetus. Nende andmete põhjal ei saa väita, et valgustusel oleks otsene mõju liiklusohutusele antud ülekäigurajal

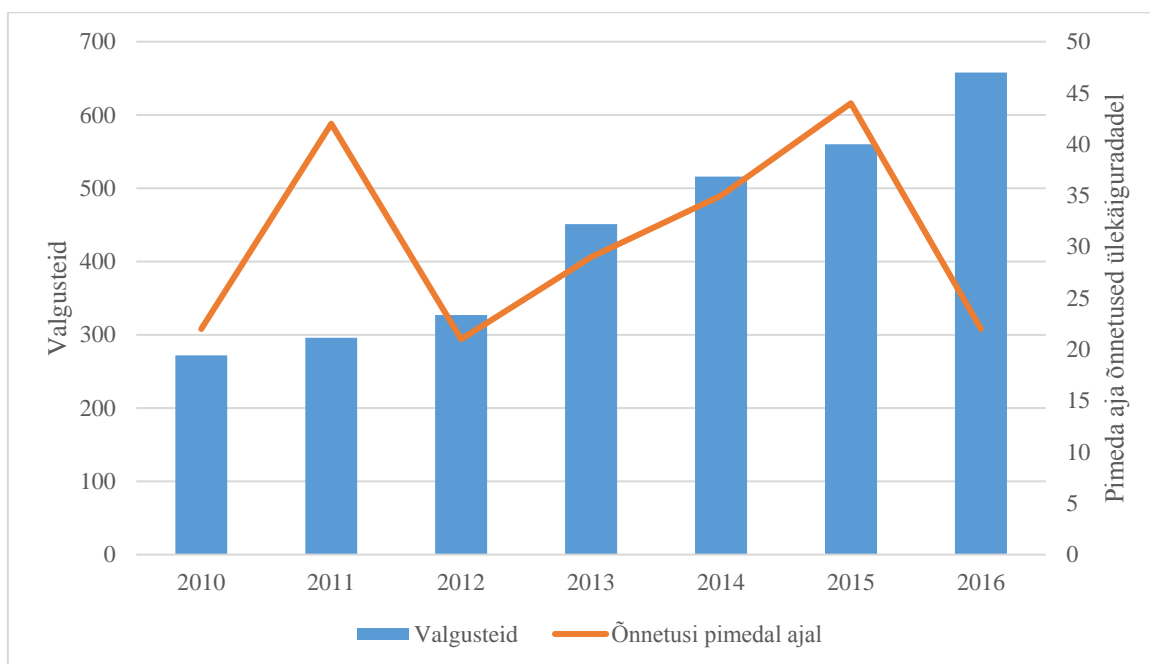


Joonis 30. Smuuli tee ülekäigurajad
Allikas: (Maa-amet, 2017)

3.6 Järeldused ja ettepanekud

Valgustehnilistele mõõtmistele toetudes võib väita, et vastavalt teevalgustuse standardile (EVS 935-1:2017) neljast ülekäigurajast üks vastab standardile, üks ülekäigurada jääb napilt standardile alla. Tuleb mainida, et valgustitel on suured erinevused. Liiklusohutuse kohapealt tuleks enne ja pärast valgustuse paigaldamist teha vastavad valgustehnilised mõõtmised. Ettepanekuna soovib autor kontrollida Tallinna linna ülekäiguradade lisavalgusteid ja teha kindlaks kas praegused valgustus lahendused vastavad standardile.

Jalakäijatega toimunud liiklusõnnetusi pimedal ajal on koondunud ülekäiguradadele vähe, et sooritada paremat enne ja pärast analüüsi, tüüpiliselt oli ülekäigurajal kas üks või kaks õnnetust. Vaadates saadud tulemusi, oli läbivaks tulemuseks sama olukord, mis enne valgustuse paigaldamist. Siinkohal ei saa rääkida süsteemsest liiklusohutuse paranemisest. Vaadates järgnevat koondtabelit, siis on üldine pilt selgem.



Joonis 26. Õnnetuste arv võrreldes valgustite arvuga, õnnetuste all kirjeldatakse inimkannatanuga õnnetust ülekäigurajal
Allikas: Autori koostatud

Nagu jooniselt ilmneb, siis valgustite paigaldamisega ei pruugi õnnetuste arv väheneda, kolmel aastal on õnnetuste arv jäänud 20 piiresse, kuid kahel aastal 40 juurde ja kogu seitsme aasta jooksul on valgustite hulk kasvand, kuid õnnetuste arv ei ole aastate lõikes kahanenud, tähendab, et ei saa väita, et valgustite paigaldamine otseselt mõjutaks õnnetuste arvu. Autor toob välja ka paar põhjust, miks valgustite arvu suurenemisel õnnetuste arv ei vähenenud. Põhjused miks lisavalgustused ei mõjuta otseselt õnnetuste arvu:

- Autojuhist tulenevad põhjused (purjus, narkojoobes, jne.)
- Ilmastikust tulenevad põhjused (libe, halb nähtavus jne.)
- Valesti paigaldatud valgustid või valgustid ei vasta standardile
- Halb liikluslahendus.

Ettepanekuna soovitab autor lisavalgustite paigaldamise jätkamist. Kuigi statistiliselt ei ole liiklusohutus paranenud on tegemist hea meetodiga jalakäijat rohkem silmatorkavamaks muuta ja heaks indikaatoriks autojuhile, et tegemist on ülekäigurajaga. Valgustite paigaldamine pole tõstnud õnnetuste arvu, mis tähendab, et valgustid ei ole ebaefektiivsed. Raske on leida, mitu õnnetust tänu valgustitele on mitte toimunud. Lisa valgustus on alati positiivne, kuid tuleks uurida ja vaadata ka ülekäiguraja kogu lahendust ja otsida valgustusest mitte tulenevaid põhjuseid

KOKKUVÕTE

Liiklussurmade puhul on tegemist väga suure sotsiaalmajandusliku kahjuga riigi jaoks, mis tähendab, et riik peaks suhtuma väga tõsiselt liiklusohutusse. Euroopa komisjoni eesmärk liiklusohutuse valdkonnas on vähendada liiklussurmad 2050. aastaks nulli. Eesti on võtnud endale eesmärgiks vähendada liikluses hukkunute arvu pool võrra aastaks 2020 võrreldes aastaga 2010.

Suuremat tähelepanu peaks pöörama õnnetustele, mis toimuvad pimedal ajal, sest kolmandik õnnetustest toimuvad pimedas keskkonnas ja nende õnnetuste ära hoidmiseks on vajalik omavalitsuste poolset sekkumist. Vajalik on pimedal ajal ülekäiguradadel toimuvate liiklusõnnetuste jälgimine ning pöörata suuremat tähelepanu ülekäiguraja lisavalgustitele kehtestatud standartitele, sest viimase seitsme aasta jooksul on 20 inimest hukkunud pimedal ajal ülekäigurajal.

Käesoleva bakalaureuse töö eesmärgiks oli leida, kuidas mõjutavad lisavalgustid ülekäiguraja ohutust, võrreldes õnnetuste arvu enne ja pärast valgustite paigaldamist. Uurida ülekäiguraja lisavalgustitele kehtestatud uut standardit ja vastavalt standardile teha valgustehnilisi mõõtmisi.

Analüüsisides Tallinna Kommunaalameti ja Maanteeameti poolt saadud andmeid, kaardistasin kõik õnnetused mis on juhtunud pimedal ajal Tallinnas jalakäijatega. Leides ülekäigurajad, kus on toimunud kolm või rohkem õnnetust, uurisin millal on antud kohale paigaldatud lisavalgustid. Analüüsisin õnnetusi mis juhtusid enne ja pärast valgusti paigaldamist. Kokku uuriti nelja ülekäigurada, kolme ülekäiguraja põhjal tehti enne ja pärast analüüs. Uurimuse käigus selgusid ka ohtlikud ülekäigurajad, kuhu pole valgusteid paigaldatud ja analüüsiti ka neid ülekäiguradu.

Lisaks tehti praktilisi valgustehnilisi mõõtmisi neljal ülekäigurajal uurimaks nende vertikaal valgustiheduse vastamist uuele standardile.

Käesoleva bakalaureuse töö käigus on toodud välja, millist mõju avaldavad lisavalgustid ülekäiguradade ohutusele, analüüsitud pimedat aja ohtlikku ülekäiguradu, tehtud valgustehnilised mõõtmised ülekäiguradadel ja toodud autori poolset järeldused ja ettepanekud.

SUMMARY

PEDESTRIAN CROSSINGS WITH ADDITIONAL LIGHTING'S IMPACT ON ROAD SAFETY IN TALLINN

Riivo Tarkiainen

Traffic deaths are very high socio-economic loss for the country, which means that state should take road safety very seriously. European commission goals in the road safety area is to reduce traffic deaths to zero by the year 2050. Estonia has set the goal to reduce traffic deaths by half for the year 2020 compared to year 2010.

Greater attention should be turned on the accidents that occur during night, because one third of accidents occur in dark environments and to reduce this kind of accidents it needs local government's intervention. More attention and monitoring should be focused on accidents that happen on pedestrian crossings during night when it's dark outside and on pedestrian crossings additional light's standards, because during past seven years there has been 20 fatal accidents on pedestrian crossings during night.

Current bachelor paper's purpose was to find out how the additional lighting on pedestrian crosswalk impacts the road safety on the pedestrian crossing. Find out standard for crosswalk additional lighting's and what it states and do technical lighting measurements on pedestrian crosswalks according to standard.

By analyzing data given by Road Administration (Maanteeamet) and Department of Public Works (Tallinna Kommunaalamet), I mapped the accidents that occurred during dark time on pedestrian crossing with human victims in Tallinn. When pedestrian crossing with three or more accidents were found I looked up when the additional lighting was installed and analyzed the accidents that occurred before the additional lighting was installed and accidents that happened after. Four pedestrian crossings were analyzed in total, on three crossings before and after analyze was done. The study revealed some dangerous pedestrian crossings without additional lighting and these crossings were analyzed also.

In addition, technical lighting measurements were made on four pedestrian crossings to find out if vertical luminance complies with new standard.

In the course of the present thesis it has been brought out, what impact extra lighting has on pedestrian crossings, dangerous night time crossings has been analyzed and technical lighting measurements on pedestrian crossings has been done. Author has made his conclusions and propositions.

VIIDATUD ALLIKAD

AUTO JA LIIKENNE Turun Sanomat 4.4.2011

(ts.fi/teemat/autot+ja+liikenne/210166/vilkkuvat+valot+viestivat+suojaatiesta)

Eesti Standardid (EVS 935-1:2017), 2017

Elvik, R., Vaa, T. (2009) The Handbook of Road Safety Measures. Holland: Elsevier

Erinevate teeületusvõimaluste rakendamine, StratumOÜ. 2009.

https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/erinevate_tee_letusv_imaluste_rakendamine_juhend.pdf

Euroopa komisjoni liikuvuse ja transpordi peadirektooraat

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/users/pedestrians_et

George Gadiel (2007), An Analysis Of The Safety Effects Of Crosswalks With In-pavement Warning Lights. Masters Theses 1911 - February 2014. Paper 8.

Google Maps, 2017, (maps.google.com)

WHO 2015, Global status report on road safety 2015

Jaan Särg, Ülekäiguradade valgustuslahendused, 2014

Jalakäijate ülekäiguradade valgustuse tüüplahendused, Vastu võetud 24.09.2008 nr 62 jõustumine 29.09.2008 (<https://www.riigiteataja.ee/akt/427062013039>)

K-H Energia konsult, Ülekäiguradade valgustus (<http://www.energia-konsult.ee/et/valisvalgustus/uлекаiguradade-valgustus/>), 2017

Käivitati pilootprojekt „Turvaline ülekäigurada“, 2005

(<http://www.tallinn.ee/est/uudised?id=9619>)

Liiklusaasta 2016, Maanteeamet ja Politsei- ja piirivalveamet, 2016

Liiklusaasta 2015, Maanteeamet, Politsei- ja Piirivalveamet, 2015

Liiklusohutusprogramm 2016–2025, 2017, viide mnt ametile

Liiklusseadus. Vastu võetud 17.06.2010, RT I 2010, 44, 261

Maa-amet, 2017, (<https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis>)

The Guardian, Always practise safe text: the German traffic light for smartphone zombies, 2016 (<https://www.theguardian.com/cities/2016/apr/29/always-practise-safe-text-the-german-traffic-light-for-smartphone-zombies#img-2>)

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2009 (https://safety.fhwa.dot.gov/intersection/conventional/unsignalized/tech_sum/fhwas09006/)

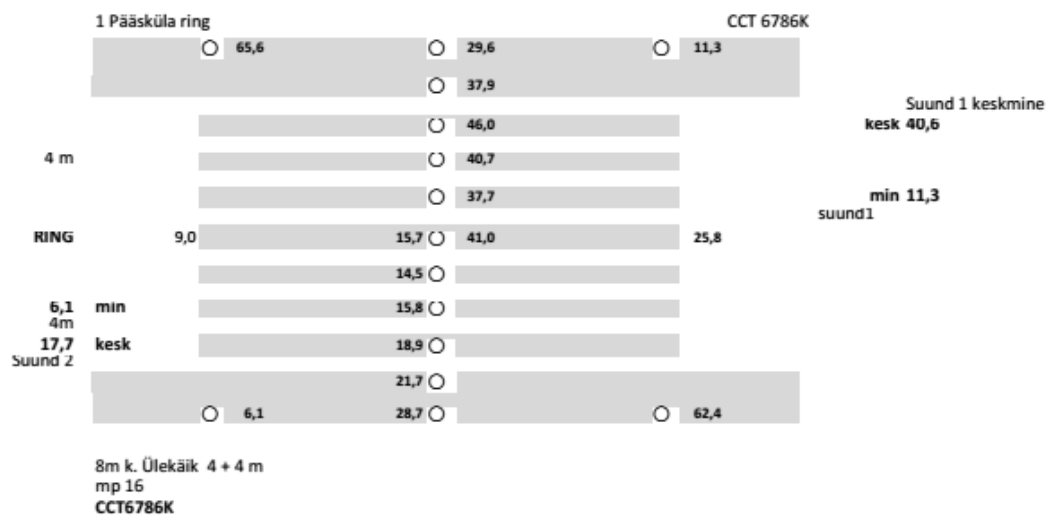
Tiiu Tamm, Valgustehnika 1, 2008

Välkky Sign – an intelligent traffic sign. Havainne. Vaadatud 13.05.2017, <http://www.havainne.com/sign-valkky-en/>

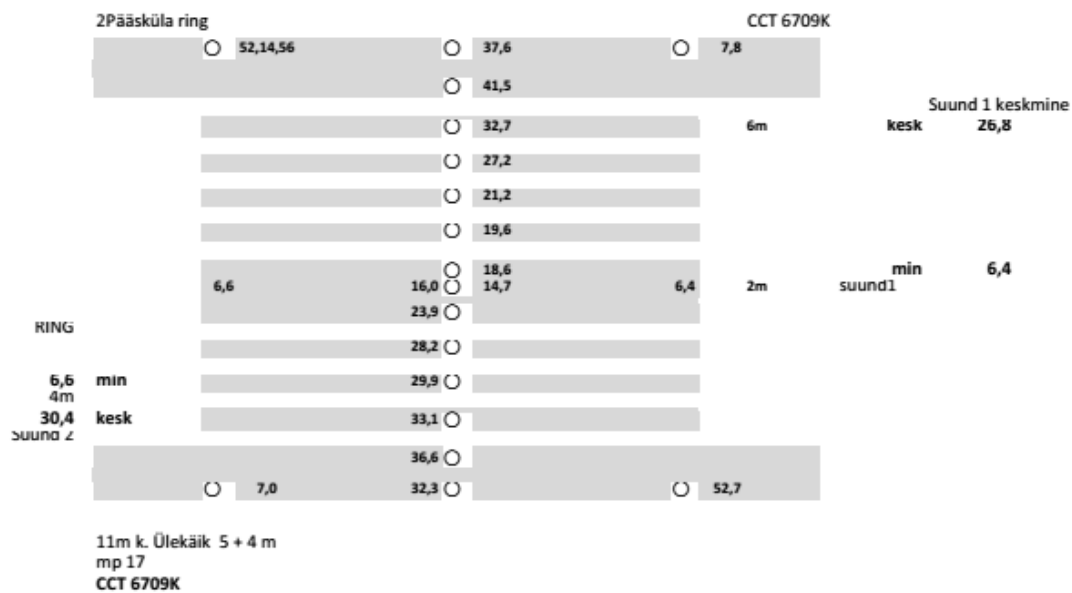
WHO, 2013, (http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/make_walking_safe_20130502/en/)

Lisad

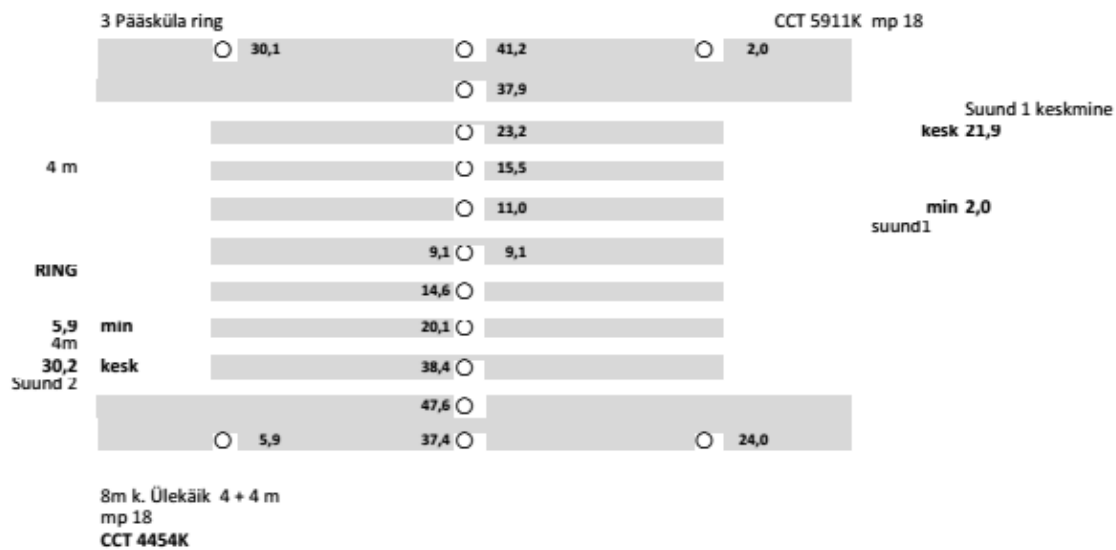
Lisa 1. Mõõtmistulemused 1. ülekäigurajal



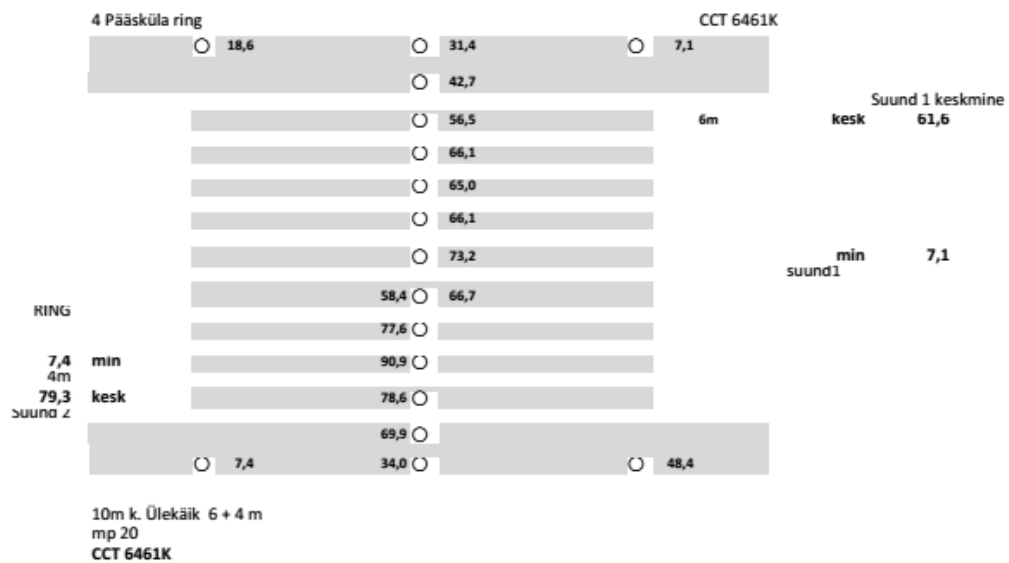
Lisa 2. Mõõtmistulemused 2. ülekäigurajal



Lisa 3. Mõõtmistulemused 3. ülekäigurajal



Lisa 4. Mõõtmised 4. ülekäigurajal



Lisa 5. Kaardistatud liiklusõnnetused

