

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geograafia osakond

Magistritöö geoinformaatikas

Liiklusõnnetuste dünaamika ja muutuste tulipunktid Tallinnas ja naabervaldades aastatel 2012-2017

Brita Vibo

Juhendaja: Evelyn Uemaa, PhD

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja: /allkiri, kuupäev/

Osakonna juhataja: /allkiri, kuupäev/

Tartu 2018

Liiklusõnnetuste dünaamika ja muutuste tulipunktid Tallinnas ja naabervaldades aastatel 2012-2017

Lühikokkuvõte:

Käesoleva magistritöö eesmärk on kaardistada Tallinnas ja Tallinna lähivaldades kohad, kus liiklusõnnetuste arv on märgatavalt muutunud (suurenenud või vähenenud) 2012.-2017. aastal, tuues välja ka nende muutuste võimalikud põhjused. Töös kasutati Eesti Liikluskindlustusfondi geokodeeritud liiklusõnnetuste andmeid. Tallinna ja Tallinna naabervaldade ulatuses genereeriti 50-meetrise küljepikkusega ruudustik, millele omistati liiklusõnnetuste arvud iga uuritava aasta kohta ja leiti igas ruudus toimunud muutused.

Tulemused näitavad, et uurimisperioodil on Tallinna lähialadel liiklusõnnetuste arv märgatavalt suurenenud (ca 45%), kuid õnnetused jagunevad suure territooriumi peale ning konkreetseid liiklusohutlikke ristmikke ega teelõike ei tuvastatud. Tallinna-sisestes tulemustes sai kinnitust liikluskorralduslike muudatuste mõju liiklusõnnetuste arvule. Maakasutuse muutuste mõju liiklusõnnetuste arvule ei tuvastatud.

Märksõnad: liiklusõnnetused, tulipunktid, valglinnastumine, liikluskorraldus, liiklussagedus, maakasutuse muutused

CERCS: S240 Linna ja maa planeerimine, P175 Informaatika, süsteemiteooria

Dynamics and Hot Spots of Traffic Accidents in Tallinn and Neighbouring Areas from 2012 to 2017

Abstract:

The aim of this paper is to map places in Tallinn and its neighbouring municipalities, where the number of traffic accidents has noticeably changed (increased or decreased) during the period of 2012 to 2017. This paper also tries to find possible causes for these changes. A uniform grid of 50-meter cells was generated of Tallinn and its neighbouring municipalities. Traffic accident dataset of Estonian Traffic Insurance Fund was used and every cell of the grid being attributed with the number of accidents in it of every year over the study period. The change in the number of traffic accidents was calculated.

The results show an increase of traffic accidents in the Tallinn-outskirts (about 45%), but the accidents are distributed over large territory and therefore specific dangerous places could not be identified. In-Tallinn results showed the effect of traffic management changes on the number of traffic accidents. The effect of the land use changes could not be identified.

Keywords: traffic accidents, hot spots, suburbanisation, road management, traffic volume, changes in land use

CERCS: S240 Town and country planning, P175 Informatics, systems theory

Sisukord

Sissejuhatus	5
1. Liiklusõnnetuste toimumise põhjused	7
1.1. Liikluskeskkond	7
1.2. Liikleja ja sõiduki roll	15
2. Liiklusõnnetuste ennetamine	17
2.1. Nullvisioon	17
2.2. Liiklusohutuse auditeerimine	20
3. Liiklusolukord Eestis	22
4. Liiklusõnnetuste ruumiline analüüs	26
5. Andmed	31
5.1. Liiklusõnnetused	31
5.2. Liiklussagedus	33
5.3. Maakasutuse muutused	33
5.4. Liikluskorraldusmuudatused	34
6. Metoodika	35
6.1. Kuumpunktide leidmise meetod	35
6.2. Punktutihedus kernelis	37
6.3. Ruudustikul põhinev liiklusõnnetuste analüüsimise meetod	38
7. Tulemused ja arutelu	40
7.1. Liiklusõnnetuste arvu muutus Tallinna lähivaldades	40
7.2. Suurima muutuste koguarvuga kohad Tallinnas	42
7.2.1. Suurima liiklusõnnetuste arvu kasvuga kohad	43
7.2.2. Suurima liiklusõnnetuste arvu langusega kohad	50
7.2.3. Parklates toimunud liiklusõnnetuste arvu muutused	59
7.2.4. Kõikuva aastatevaheliste liiklusõnnetuste arvu muutustega kohad	60

8. Järeldused.....	63
8.1. Metoodika ja andmestiku sobivus	63
8.1.1. Liikluskindlustuse registri andmed	63
8.1.2. Liiklussageduse, maakasutuse ja liikluskorraldusmuudatuste andmed	64
8.1.3. Ruudustikul põhinev meetod.....	65
8.2. Tuvastatud muutuste põhjused	66
Kokkuvõte	71
Dynamics and Hot Spots of Traffic Accidents in Tallinn and Neighbouring Areas from 2012 to 2017.....	73
Tänuavaldused.....	75
Kasutatud kirjandus.....	76

Sissejuhatus

Liiklusõnnetustes hukkumine on tänapäeva maailmas üks levinumaid surma põhjuseid (WHO, 2017). Eestis hukkub liiklusõnnetustes aastas keskmiselt alla 10 inimese 100 000 inimese kohta (WHO, 2016), mis jääb samale tasemele paljude teiste läänemaailma riikidega. Samal ajal autode arv liikluses kasvab, mistõttu kasvab ka liiklussagedus ja üha enam tähelepanu nõuab liiklusohutus.

Liiklusohutust ei saa kunagi käsitleda eraldi. Tegu on laiahaardelise valdkonnaga, mis sõltub ühtlasi ruumiplaneerimisest, inimeste vajadustest, nende käitumisest ruumis ja liikluses, ühiskonna heaolustasemest. Liiklusohutuse valdkond hõlmab endas mitte ainult asfaldile veetud jooni ja liiklusmärke, vaid seda mõjutavad otseselt juba enne esimese liiklusohutust kahtluse alla seadva avarii juhtumist kinnitatud arengukavad, planeerimis- ja projekteerimisdokumendid. Nendes dokumentides seatakse piirkonna arendamise suunad ja eesmärgid.

Liiklusohutuse tõstmiseks on vaja teada, miks liiklusõnnetused toimuvad. Kuna liiklusõnnetuse tagajärgedega võib psühholoogilisel tasandil olla keeruline toime tulla, proovitakse rasketest hetkedest üle saada süüdlaste leidmise teel, kelleks tavaliselt määratakse üks õnnetuses osalenud autojuhtidest. Tihti aga ei ole liiklusõnnetuse põhjuseks pelgalt liiklejate tehtud vead ega loomade tee eksimine, vaid hoopis kehvasti läbimõeldud liiklussüsteem, mis on liiklejate jaoks ebaloogiline ja keeruline.

Liikluses on alati kolm osapoolt: liikleja, sõiduk ja keskkond. Konfliktiolukordade vältimiseks liikluses peab liikleja tundma ja täitma liiklusreegleid, aga tunnetama ka sõiduki omapärast või keskkonnatingimustest tulenevaid ohtusid. Sõidukid muutuvad erinevate juhiabisüsteemide abil aina turvalisemaks, osates juhti ka ohtlike momentide eest hoiatada. Keskkond peab olema projekteeritud ja ehitatud selliselt, et kui õnnetused ka toimuvad, ei oleks neil raskeid ega surmavaid tagajärgi.

Euroopa Liidu eesmärk on 2020. aastaks liiklussurmade arvu vähendada poole võrra 2010. aastaga võrreldes (Euroopa Komisjon, 2010). Eelmisel perioodil Eestis seatud eesmärk (vähendada liiklussurmade arvu 100-ni) tundus sajandi algul ambitsioonikas, kuid sai täidetud suuremalt – liiklussurmade arv vähenes 1990. aastate kuni 360-lt hukkunult 2010. aasta 79-le ning pärast seda ei ole 100-ni enam küündinud.

Teadusmaailmas on liiklusõnnetuste toimumist uuritud maakasutuse, liiklussageduse, rahvastikutiheduse, sotsiaal-majanduslike, teede kurvilisuse jm näitajatega seoses

(Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007; Štšeglakov, 2014; Yang ja Loo, 2016). Käesolev magistritöö püüab anda panuse Eesti, eelkõige pealinna ja selle lähialade kontekstis toimunud liiklusõnnetuste muutuste uurimisel, kasutades geoinformaatika võimalusi ruumianalüüsiks. Ülevaade on antud erinevatest võimalikest meetoditest liiklusõnnetuste ruumianalüüsi teostamiseks ja nende sobivusest muutuste leidmiseks. Liiklusõnnetuste andmed, mida käesolevas töös kasutatakse, pärinevad Eesti liikluskindlustusregistrist, kus alates 2012. aastast on kõik liikluskindlustusjuhtumid geokodeeritud. Andmed sisaldavad nii kergemate (plekimõlkimised) kui raskemate tagajärgedega liiklusõnnetusi (hukkunute ja vigastatutega) ning katavad perioodi 2012 kuni 2017.

Käesoleva magistritöö eesmärk on kaardistada Tallinnas ja Tallinna lähivaldades kohad (50 meetri täpsusega), kus liiklusõnnetuste arv on märgatavalt muutunud (vähenenud või suurenenud) perioodil 2012 kuni 2017, tuues välja ka nende muutuste võimalikud põhjused. Lisaks on püstitatud järgnevad hüpoteesid:

1. Autostumise kasv ja Tallinna laienemine linna lähialadele on toonud kaasa suurema liiklussageduse ja seeläbi ka rohkem liiklusõnnetusi.
2. Muutused teeäärses maakasutuses mõjutavad liiklusõnnetuste toimumise arvu.
3. Muutused liikluskorralduses mõjutavad liiklusõnnetuste arvu.

1. Liiklusõnnetuste toimumise põhjused

Liiklusõnnetuste toimumisel on oma roll liikluskeskkonnal, liiklejal, aga ka tehnoloogia arengul sõidukites. Ühelt poolt võib liikluskeskkonnana mõista liikluskorraldust ja reaalselt liiklusolukorda, kuid keskkonnas mängib veel rolli näiteks ruumiplaneerimine.

1.1. Liikluskeskkond

Linnakeskkonnas on teatud piirides võimalik kujundada inimeste liikumisharjumusi ja liikumistrajektoore ning nende valikut transpordivahendite osas. Suurt rolli mängib inimesele vajalike teenuste kättesaadavus (asukohad, kaugus), aga ka korraldatud ühistransport. Maakasutuse planeerimisel on oluline roll liiklusele, selles ollakse teadusuuringutes ühte meelt, kuid kuidas maakasutus täpselt liiklust mõjutab, ei ole teada (Elvik ja Vaa, 2004; Hickman ja Banister, 2005; Pojani ja Stead, 2015). 20. sajandi lõpukümnenditel avalikustatud teadusuuringute alusel tõdevad Elvik ja Vaa (2004), et pole teada, milline maakasutustüüp tekitab kõige vähem liiklust, lisades, et on tõestatud keeruline leida seoseid liiklussageduse ja maakasutusmuustrite vahel. Samale järeldusele on jõudnud ka Hickman ja Banister (2005): katse leida statistiliselt olulisi seoseid maakasutuse ja transpordi vahel on mingil määral nagu tee mitte kusagile. Nimelt on arvukad keerukad püüded transpordi ja maakasutuse vaheliste seoste leidmiseks viinud väga erinevate järeldusteni, hoolimata sellest, et üldjoontes ollakse nõus: maakasutus mõjutab transporti. Vähe on aga teadmisi selle kohta, kuidas, miks ja millises ulatuses (Hickman ja Banister, 2005).

Kui liikluse ja maakasutustüüpide seoseid on keeruline uurida, siis rahvastikutiheduse ja liiklussageduse vahel on linnades leitud, et kui linnaala tihendatakse kaks korda (ühe elaniku kohta langeb linnaala näiteks 600m²-lt 300m²-le), langeb ühe elaniku koguteekondade pikkus erinevate uuringute andmetel umbes 33% (Naess, 1996, *cit.* Elvik ja Vaa, 2004) või 38% (Cervero ja Murakami, 2010).

Maakasutuse ja liikluskorralduse planeerimine

Eestis peab maakasutuse hetkeolukord ja planeeritavad muudatused olema elanikkonnale arusaadaval kujul kirja pandud ja kaardile kantud üld- ja detailplaneeringute vormis. Üldplaneeringu eesmärk on kehtiva (2018. aasta maikuu seisuga) Planeerimisseaduse §74

lõige 1 kohaselt „kogu valla või linna territooriumi või selle osa ruumilise arengu põhimõtete ja suundumuste määratlemine“. Üldplaneering on projekteerimistingimuste alus, kui puudub kohustus eriplaneeringu ja/või detailplaneeringu koostamiseks (PlanS §74 lõige 5). Üldplaneering koos arengu- ja tegevuskavadega on olulisemaid dokumente piirkonna jätkusuutlikuks arenguks, mida tuleb iga viie aasta tagant üle vaadata ja vajadusel kohandada (PlanS §92 lõige 1).

Üldplaneeringu koostamisel tuleb ühtlasi läbi mõelda ka piirkonna liiklusskeem, eriti arenevates piirkondades, kus üha enam uuselamu- ja tööstusrajoone rajatakse. Elvik ja Vaa (2004) toovad välja, et suurte maa-alade arendamisel on väga oluline pöörata tähelepanu pikaajalisele maakasutusele, sest muutused võivad oluliselt mõjutada liiklussagedust piirkonnas ja seeläbi ka liiklusvariide toimumise tõenäosust. Näiteks uue elamupiirkonna ja tervisekeskuse rajamine või kontorihoone ehitamine suurendab liikluskoormust lähinaabruses (Hickman ja Banister, 2005). Maakasutuse muutused võivad liiklussagedust ja transpordivahendivalikut oluliselt mõjutada hoolimata maakasutuse muutuste realiseerumisele kuluvale ajale. Hickman ja Banister (2005) hinnangul esineb maakasutuse muutuseid 1-2% aastas. Samas võib oluline mõju liiklusvoole tuleneda maakasutuse muutuste asemel ka maakasutuse tihendamisest (Liu *et al.*, 2012). Teisalt on pikaajalisi planeeringuid tehes võimalik vältida loogikavigu ja keerukaid liiklusskeeme, mis omakorda annavad võimaluse liiklusohutuse tõstmiseks (Elvik ja Vaa, 2004).

Hollandlased on *Sustainable Safety* lähenemises sõnastanud teedevõrgu hierarhilisuse printsiibi, millekohaselt jagatakse teed suures osas kolmeks: transiit-, jaotus- ja juurdepääsuteedeks (SWOV, 2006). Juurdepääsuteed (ingl k *access road*) annavad ligipääsu konkreetsele maakasutusele, jaotusteed (ingl k *distributor road*) transiitteedelt (läbisõiduteed, ingl k *through road*) juurdepääsuteedele. Liiklussagedust juurdepääsuteedel saab vähendada, kui ehitada neid selliselt, et läbisõituseid ei tehtaks – ehitades lühikesi ja madalaid sõidukiiruseid võimaldavaid juurdepääsuteid (Elvik ja Vaa, 2004). Elvik ja Vaa (2004) märgivad neli eesmärki, mida maakasutust planeerides liiklusohutuse valdkonnas silmas peaks pidama:

1. Teed, elamupiirkonnad, töökohad ja tööstused tuleb paigutada nii, et läbitavate teekondade pikkused oleksid minimaalsed.
2. Teedevõrk tuleb planeerida selliselt, et piirkonda läbivad ehk transiitsõidud oleksid eraldatud juurdepääsuteedest. Ühtlasi tuleb hoida liiklussagedust juurdepääsuteedel võimalikult väiksena.

3. Iga üksik tee tuleb projekteerida ja kavandada selliselt, et õnnetuste arv sellel oleks võimalikult väike (vt ptk 2).
4. Kogu liiklussüsteem peab olema lihtne ja loogiline kõikide tee kasutajate jaoks.

Mida suuremale maa-alale on aga inimesele vajalikud teenused (kauplused, haridusasutused, töökohad jm) paigutatud, seda suurema tõenäosusega ületavad kaugused nendeni jalutus- ja jalgrattasõidudistantsse ning seda suurema tõenäosusega vajab inimene isiklikku autot (Curtis, 2005). Potoglou ja Kanaroglou (2006) pakuvad mõistlikuks jalutusdistantsiks 500 meetrit. Selle distantsi ületamine, mis erinevate inimeste puhul ja erinevates keskkondades võib suuresti erineda, viib omakorda üleüldise autokasutuse kasvuni. Mida rohkem autosid kogu „võrgustikus“, seda suuremad on liiklusohutuse murekohad mitteautokasutajatele. Niimoodi ongi loodud nn surnud ring, sest mida rohkem inimesi sõidab autoga, seda vähem jalutab ja sõidab jalgrattaga (Curtis, 2005). Seega mõjutab maakasutuse planeerimine (Elvik ja Vaa, 2004):

- liiklussagedust ja -mahtu piirkonnas;
- liikluse jagunemist teedevõrgu eri tüüpi teedel (juurdepääsu-, jaotus-, transiittee);
- inimeste transpordivahendi valikut;
- liiklusavariide toimumise määra¹ (ingl k *accident rate*; liiklusõnnetuste arvu ja liiklussageduse suhe), eriti elamupiirkondades;
- liiklusvoogu planeeritavatesse tehastesse. Planeerida tuleks nii, et sinna ja sealt ära pääsemiseks kasutataks ühistransporti või neid teedevõrgu teid, millel on kõige väiksem liiklusavariide toimumise määr.

Lihtsustatult võib öelda, et mida enam vahemaad pikenevad, seda enam eelistatakse autot ning selle tulemusena kasvab ka liiklussagedus teedel. See kõik omakorda annab suurema võimaluse liiklusõnnetuste toimumiseks (joonis 1). Ühtlasi on autokasutuse kasvuga seotud nn spiraaliefekt – liiklusummikud tekitavad nõudlust rohkemate ja laiemate teede jaoks, ühtlasi ka igasuguste „takistuste“ nagu jalakäijate, ülekäiguradade, foorreguleeritud ristmike, jalgratturite, trammide jmt eemaldamiseks teelt. Nende takistuste eemaldamine teeb autoga sõitmise nauditavamaks ja eelistatumaks teiste transpordivahendite ees, nii et tulemuseks on suuremad liiklusmahud, reostatud ning vähemkaitstud liiklejatega vähem arvestav linnakeskkond (Deshmukh, 2010:273).

¹ Liiklusavariide toimumise määr on liiklusavariide arvu ja liiklussageduse suhe.



Joonis 1. Maakasutuse planeerimise ja liiklusõnnetuste vaheline võimalik seos (Elvik ja Vaa, 2004 järgi).

Et maakasutusel on oluline roll tänapäeva ühiskonna mobiilsusele, toob Litman (2018:11) näiteid maakasutuse planeerimise strateegiatest liikluse kontekstis:

- Ligipääsetavuse parandamise lähenemine: poodide koondamine ostukeskusteks suurendab oluliselt piirkonna külastatavust, võrrelduna olukorraga, kus poed asuvad maanteed ääres üksikuna.
- Uue urbanismi lähenemine: elamute, poodide ja kontorite lähestikku asetsemine, et parandada kohalike ja töötajate juurdepääsu neile.
- Transpordile orienteeritud areng: mitmete elamu- ja äritegevushoonete paigutamine ühistranspordikeskuste (ingl k *transport hub*, *transit center*) lähedusse aitab vähendada isikliku auto omamise ja kasutamise vajadust.
- Nutika kasvu lähenemine (ingl k *Smart Growth*): elamute ja töökohtade tihendamine olemasolevatel linnaaladel tõstab transpordisüsteemi efektiivsust.

Paljud neist strateegiatest on seotud liiklussageduse ning üleüldiselt isiklikust autost sõltumise vähendamise. See on ka enamike transpordipoliitikate visiooniks, eriti kus isikliku auto kasutust on võimalik asendada ühistranspordi või jalgsi käimisega. Paljud meetmed, mis proovivad meelitada autokasutajaid ühistranspordi võimalusi kasutama (näiteks pargi ja reisi, tasuline parkimine keskuses, teemaksud, paindlik tööaeg), on sobilikud, et efektiivselt kindlate linnatranspordiprobleemidega tegeleda, kuid on vähetõenäoline, et nende meetmetega saab peatada inimeste kasvavat autost sõltumist (Taniguchi ja Ikeda, 2005). Banisteri (2002) hinnangul on transpordiplaneerimise põhitõeks, et inimestele ei meeldi tegelikult pikemaid sõite ette võtta, aga nad teevad seda sellepärast, et sihtkohas saadav kasu (näiteks töökoht, haridusasutus) ületab oluliselt kohale saamise kulusid (aeg ja raha). Aga mida lühemad on distantsid, mida inimene peab läbima, seda tõenäolisem on, et inimene kasutab „rohelist“ transpordiviise (jalutamine, jalgrattasõit) või ühistransporti. Mida pikemaks teekond kujuneb, seda suurema tõenäosusega valitakse transpordivahendiks auto. Ühtlasi on leitud, et inimesed, kes on sunnitud või eelistavad mitte kasutada või omada isiklikku autot, elavad pigem tihedamalt

asustatud aladel (Litman, 2018). Teine kaasnev asjaolu on, et lahendus ei seisne mitte transpordis (näiteks liiklusvahendites ja -korralduses), vaid maakasutuses ja arendusküsimustes (Banister, 2002). Kui otsustatakse rajada uut elamu-, kaubandus-, büroo-, vaba aja veetmise või muid arendusi üksteise lähedusse, muutuvad ka teekonnad lühemaks, sest inimestel on võimalik teenuseid kasutada kohapeal. Samas ei tähenda see tingimata, et inimesed ka kasutavad neid kohalikke teenuseid. Näiteks võivad nad otsustada sõita kaugemale supermarketisse, mitte külastada kohalikku poodi (Banister, 2002).

Teekondade lühendamiseks soovitataksegi linnaalasid arukalt „tihendada“ ja kompaktsemaks kujundada (Giuliano, 1999; Taniguchi ja Ikeda, 2005). Sellel ideel on aga vähe toetajaid, sest eeldab hetkel vabade maa-alade, mis võivad olla ka vaba aja veetmise kohad nagu pargid, jõeäärsed puhkealad jm, hõivamist elamutega, ning seda on poliitiliselt keeruline ellu viia. Lisaks on valglinnastumise ja jõukuse kasvu trendid liiga tugevad, et linnade tihendamist pikemas perspektiivis saaks üldse rakendada (Giuliano, 1999). Oluliseks murekohaks on ka parkimisalad, mis tihedas linnaruumis võtavad enda alla suuri maa-alasid, kuid mida võiks kasutada teistsugusteks arendusteks (Deshmukh, 2010). Kui linn on aga hästi planeeritud ja paigutatud, on ka ühiskond jätkusuutlikum (Taniguchi ja Ikeda, 2005), sest linnakeskkonna „tihedus“ võib oluliselt mõjutada liiklussagedust, mis omakorda mõjutab äritegevust ja õhusaastet (Deshmukh, 2010). Näiteks leiab Litman (2018), et tihedamal linnaalal on rohkem inimesi, seega rohkem ka liiklejate omavahelist suhtlust, mis aitab langetada sõidukiirusi, ja tihedamal maa-alal on ka kinnisvara- ja maahinnad kõrgemad, mistõttu on vähem parkimiskohti ja seeläbi kõrgemad parkimistasud. Need kõik tõstavad autokasutusele kuluvat aega ja raha, mis võiks omakorda vähendada autokasutust üleüldisemalt. Ühtlasi leiab Litman (2018), et linnaruumi tihendamine tõstab ka kõnniteede rajamise, ühistranspordi jmt nn kasumlikkust, andes võimaluse rohkemateks ja kvaliteetsemateks transpordivalikuteks. Kui aga mingil põhjusel linnaruumi tihendamine ei tule kõne alla (näiteks juba niigi tihedalt asustatud kesklinnaaladel), võiks poliitiliselt kaasa aidata transpordisõlmpunktide ja -koridoride suunalisele asustustiheduse intensiivistumisele, et tõsta transpordiühendustele ligipääsetavate inimeste arvu (Pojani ja Stead, 2015).

Kuigi maakasutuse planeerimine annab võimaluse ruumilist arengut suunata, on turumajanduses lõppsõna siiski ettevõtetal, kes hoolimata omavalitsuse püüdlustest linnakeskkonda tihendada oma kontori asukoha näiteks odavama üürihinna tõttu äärelinna kolib. Ettevõtte kolimisel keskusest äärelinna või äärelinnast keskusesse on aga oluline

mõju inimeste autokasutusele ja autost sõltumisele. Esimesel juhul on Elvik ja Vaa (2004) välja toonud mitmete uuringute näiteid, mille puhul on autokasutajate hulk kasvanud ühistranspordiga, jalgsi ja jalgrattaga liikujate arvelt (vt ka Veiler, 2013). Litman (2018) aga leiab, et töökohtade viimine ääre- või eeslinnaaladele võib ka lühendada kodu- ja töökoha vahelisi vahemaasid, kuid kipub tõstma muid autoga ette võetavate käikude vahemaid. Suure tõenäosusega on need järeldused tehtud väga erinevatel linnaaladel ja erinevates kontekstides. Samas, ettevõtete paiknemine kesklinnas aitab oluliselt kaasa tööle sõitudeks ühistranspordi eelistamisele isikliku auto kasutamise asemel (Elvik ja Vaa, 2004). Enamasti koonduvad ka ühistranspordiliinide trajektoorid äärelinnaaladelt kesklinna, andes kaugemal elavatele võimaluse saabuda tööle ühistranspordiga. Samas töökohtade viimine linna piiri lähedale võib tihti kaasa tuua tööle ja koju sõiduks läbitava teekonna pikendamise inimese kohta. Inimese elukohast (mis tihti asub äärelinnas) ühistranspordiga äärelinnas asuvasse töökohta jõudmiseks on suure tõenäosusega vajalik ka ümber istumine, mida äärelinnast kesklinna sõit enamasti kaasa ei too.

Ettevõtete kolimisel keskusest kaugemale soovitatakse neil ka soodustada töötajate kodustöötamist (Cohen-Blankshtain ja Rotem-Mindali, 2013; Pojani ja Stead, 2018). Selle tulemusena võib väheneda inimeste tehtavate reiside arv, kuid samal ajal võivad kasvada koguteekondade pikkus, sest osaliselt kodus töötavad inimesed võivad otsustada elada kaugemal oma töökohast (Cohen-Blankshtain ja Rotem-Mindali, 2013).

Linnalise ala laienemine linna lähialadele

Valglinnastumise nähtusele on tõuke andnud odavamad krundid üle linnapiiri, kust vahemaa keskusesse on sarnane äärelinnaga, samas on keskkond rahulikum, rohkem on puhtamat loodust ning on võimalus rajada kodu koos suure aiaga. Linna piires kõiki eelnimetatud aspekte korraga täita on keeruline ja kulukas. Samas meelitab odavam hind üle linnapiiri ka tööstuseid, sest ligipääs teedevõrgustikule ja klientidele on hea. Kuigi ühte kindlat jätkusuutliku linna mudelit ei ole tänastele teadmistele tuginedes olemas, ei ole kontrollimatu hõreasustuse laienemine üle linna piiri kindlasti parim võimalikest (Pojani ja Stead, 2015).

Nii ongi linna lähialadele elamualade rajamine positiivne nähtus vaid siis, kui inimene ei pea sealsest kodust lahkuma. Kui on aga tarvis minna tööle, kooli või poodi, tekib transpordiprobleem, sest hõredalt asustatud maa-alale ühistranspordi korraldamine on

kallis ning inimesed sõltuvad üha enam isiklikust sõiduvahendist. See aga suurendab liiklussagedust nii linnas kui linnalähialadel (Metspalu, 2005:65). Isegi kui ühistranspordiühendused on loodud ja toimivad, on isiklikul autol ajaline eelis, sest valglinnastumise tagajärjel pikenevad teekonnad, mida inimesed peavad teenuste tarbimiseks läbima (Elvik ja Vaa, 2004; Litman, 2018) ja seega pikeneb ka teenuste tarbimiseks vajaminev aeg, millele lisanduks veel ka ühistranspordi ooteaeg. Lisaks iseloomustavad tükati välja arendatud kinnisvarakülasid ka kurvilised teed ja tupikud, mis tähendab, et iga sõit kodust välja tähendab lisaliiklust suure liiklussagedusega nn kogujamaanteedel (Duany ja Plater-Zyberk, 2000, *cit.* Deshmukh, 2010; Litman, 2018).

Eelmisel kümnendil haripunkti jõudnud kinnisvarabuümiga kaasnes Eestis palju kinnisvaraarendusi linna lähialadel. 2000. aastate algul, kui kinnisvaraturg juba tõusis, puudus peaaegu pooltel Harjumaa omavalitsustel kehtiv üldplaneering (Metspalu, 2005). Kogu arendustegevus toimus sel perioodil läbi detailplaneeringute kehtestamise, millest võib järeldada, et omavalitsusjuhtidel puudus ülevaade ja ka strateegiline visioon oma territooriumi arengu kohta (Metspalu, 2005). Toimunut võib nimetada ka „üleplaneerimiseks“, sest kehtestatud ja realselt ellu viidud detailplaneeringute arvu erinevus oli väga suur (Lilienthal, 2015:38; Lind, 2014:50; Metspalu, 2005). Taoliste tükati väljaarendatud maatükkidele peamiselt elamute rajamine on kaasa toonud suuri probleeme erinevate infrastruktuuride rajamisel. Metspalu (2005:61) viis oma magistritöös läbi Harjumaa uuselamualade uuringu ja leidis, et „elamualade kavandamisel puudub terviklik lähenemine, arendatakse kitsalt piiritletud maa-alasid naaberaladest sõltumatult“. Erinevatel põhjustel ei suudeta alati rajada ka nõuetele vastavaid tehnovõrke nagu ühisveevärk ja -kanalisatsioon, tänavavalgustus ja juurdepääsuteed (Metspalu, 2005). Hoolimata sellest nimetavad kinnisvaraarendajad planeeritud elamupiirkondi küladeks, linnadeks ja naabruskondadeks, mis on Duany ja Plater-Zyberki (2000, *cit.* Deshmukh, 2010) arvates eksitavad, sest need nimetused viitavad kohtadele, mis ei ole mõeldud ainult elamiseks.

Sarnaselt valglinnastumisele tõstab liiklussagedust ja isiklikust autost sõltumist osaliselt ka riiklik poliitika, millekohaselt suletakse perifeerias väikese nõudluse tõttu nii riigiasutusi kui kauplusi, teisalt kaugenevad inimesed ise teenustest ja töökohtadest, mistõttu peavad sõitma järjest kaugemale keskustesse teenuseid tarbima, tõstes seeläbi liiklussagedust ka keskuste tänavatel (Banister, 2002:109).

Banister (2002) on välja pakkunud võimaliku lahendusvariandi, kuidas uute piirkondade arendamisel panna arendaja vastutama selle eest, millised saavad olema liiklusmahud tulevikus selles piirkonnas ja sellest väljaspool. Ta nimetab seda meetodit sotsiaalseks auditiks (ingl k *social audit*), mis uue arenduse puhul hindaks saadavat kasu nii kohalikule majandusele kui uue arenduse kasutajatele, aga ka lisakulutusi, võttes arvesse läbitavate teekondade pikkusi ja mõju kesklinnale. Sotsiaalse auditi raames peab arendaja aru andma, kui palju inimesi hakkab arendatavalt maa-alalt tööle ja teenuseid tarbimas käima jalgsi, jalgrattaga, autoga, ühistranspordiga jm viisil. Arendaja peaks tagama, et võttes arvesse kõiki tulevikus tehtavaid reise, mis on seotud selle piirkonnaga, jääks eri transpordivahendite ja liikumisviiside kasutus määratud proportsioonidesse. Kuidas seda saavutada, jääks arendaja otsustada, kuid ebaõnnestumise korral tooks see kaasa trahvid. Eestis tähendaks sellise meetodi rakendamine näiteks ühistranspordi korralduses olulist survet ka omavalitsustele ja ühistranspordi rahastamisele üldiselt. Kas Banisteri (2002) pakutud sotsiaalset auditit on ka reaalselt rakendatud, ei õnnestunud käesoleva töö autoril tuvastada.

Liikluskorraldus

Lisaks ruumiplaneerimisele omab liikluse sujuvusele ja inimeste otsustele mõju liikluskorraldus. Liikluskorralduse võimalused on piiratud, alustades liiklusmärkide ja asfaldile joonte vedamisest kuni kogu liikluskeskkonna kujundamiseni selliselt, et märke ja jooni asfaldil ei ole vaja (vt Hamilton-Baillie, 2010). Kogu liikluskorralduse valdkonna keerukust käesoleva töö maht selgitada ei võimalda, kuid inimeste marsruudivalikute põhjuseid mõneti küll.

Näiteks lubatud sõidukiirused linnasisestel teedel võivad erineda 30 kuni 70 kilomeetrini tunnis ning sellel on oma eesmärk ja ka mõju autojuhtide marsruudivalikutele. Just aja säästmine on olnud ajalooliselt põhiargumendiks, miks on lubatud sõidukiiruseid tõstetud (Whitelegg, 1993; Banister, 2002). Hoolimata sellest, et inimesel võivad kodu lähedal kõik vajalikud teenused olemas olla, võib ta otsustada neid mitte kasutada ja külastada hoopis mõnda kaugemal asuvat kaubanduskeskust. Banister (2002) pakub sellele lahenduseks lubatud sõidukiiruste alandamise, et võetaks ette lühemaid teekondi ja kasutataks rohkem kohapeal olevaid teenuseid. Ühtlasi võiks sellega kaasneda ka osade teede ja tänavate sulgemine kindlatel aegadel (mõneks tunniks päevas, suveperioodiks) mootorsõidukitele, et anda need tagasi inimestele (Banister, 2002). Taolisi ühepäevaseid liikluseks suletud

tänavate kasutamisi on toimunud üle maailma juba aastaid, korraldades neil suurejoonelisemaid pidusid (nt Kuressaare tänavapiknik või peotänavad Bangkokis, mis päeval on avatud liiklusele ning öösel pidutsemiseks), kogukonna sotsialiseerumisüritusi või luues lastele oma kodu juures võimalusi tänavatel ja tänavate ääres mängimiseks (nt *Street Play Project* Londonis, vt www.londonplay.org.uk).

Etteaimatav ja etteaimamatu liikluskeskkond ja liiklusolud

Ilmastikunähtused nagu vihm, udu, libe tee ja päevavalgus või selle puudumine lisavad liiklusõnnetuste toimumisele omapoolse panuse. Nautsi (2016) saadud tulemustest võib järeldada, et inimene riskib liikluses vähem, kui liiklusolud on etteaimamatud. Selle tulemuseks ongi vähem liiklusõnnetusi. Näiteks kui udu ega sademeid ei esine, tundub autojuhile keskkond etteaimatav ning ta julgeb rohkem riskida, kuid näiteks jäite esinemise peale ei pruugi ta mõelda. Etteaimamatust ja etteaimatavust on käsitlenud ka Hamilton-Baillie (2010)². Ta kirjeldab, et tänapäeval proovitakse luua liiklemiseks keskkonda, mis oleks etteaimatav ja üheselt mõistetav. Hamilton-Baillie (2010) järgi „on turvalisem aga liigelda keskkonnas, mis on etteaimamatu ja ebamäärane, sest keskkond, kus on palju muutujaid, teeb ettevaatlikuks ja tähelepanelikuks“. „Seda kinnitab ka Eestis toimunud liiklusõnnetuste statistika – kõige rohkem toimub õnnetusi just selge või pilvise ilmaga, mil nähtavus on kõige parem ja autojuhid tunnevad end kõige kindlamalt“ (vt Vibo, 2018; ERR, 2018).

1.2. Liikleja ja sõiduki roll

Et liiklust ja liikluskultuuri loob ja kujundab inimene, peetakse kõige levinumaks liiklusohutuse tõstmise vahendiks inimese kui liikleja koolitamist (Euroopa Komisjon, 2010), et ta tunneks liiklusmärke, tunnetaks ohte ja oskaks vastavalt neile tegutseda. Kehtiva seadusandluse järgi ongi alati inimene see, kes liiklusõnnetuse põhjustab – leitakse süüdlane ja võetakse ta vastutusele (Tingvall ja Haworth, 1999).

Üha enam on sõidukites kasutusel erinevaid juhiabisüsteeme, mis oluliselt liiklusohutust teedel tõstavad. Osalt annab see ka autojuhile võimaluse end roolis vabamalt tunda, sest

² Käesoleva uurimistöo autor on Hamilton-Baillie'i (2010) kirjutisest teinud varasemalt kirjaliku kokkuvõtte, mida käesolevas töös refereeritakse ja tsiteeritakse (vt Vibo, 2018)

teab, et vähemalt osa liikluse jälgimisest suudab ära teha auto: hoiab sobivat piirkiirust ja pikivahet eesoleva sõidukiga, aitab juhil jälgida sõidurada, vahetab pimedal ajal lähi- ja kaugtulesid jpm. Areneva tehnoloogiaga sammu pidades võib end autos tunda turvaliselt, kuid vahel ehk ka liiga mugavalt. Liikluses sooritatud manöövrite eest on vastutavaks siiski liikleja ehk autojuht, kes hoolimata sõiduki aina targemaks saamisest peab valmis olema vajadusel sekkuma. Kuigi täielikult isesõitvad autod on juba mõnel pool maailmas igapäevane nähtus, ei ole kehtivad seadused, õigusruum ega ka ühiskond selleks veel valmis (vt Hevelke ja Nida-Rümelin, 2014; Yamane *et al.*, 2017).

2. Liiklusõnnetuste ennetamine

Liiklusõnnetusi on võimalik ära hoida nii ruumilist arengut suunavate planeeringute koostamise ajal liiklusohutusele tähelepanu pöörates kui ka pärast esimeste liiklusõnnetuste toimumist vastavaid liiklusohutusmeetmeid kasutusele võttes. Odavam ja mõistlikum on loomulikult ennetada.

2.1. Nullvisioon

Rootsis võeti 1997. aastal liiklusohutuse valdkonnas kasutusele nullvisiooni lähenemine (Trafikverket, 2014), mis seab eesmärgiks liiklusõnnetustes hukkumise ja raskete vigastuste saamise vähendamise. Täpsemalt on nullvisioon sõnastatud nõnda (Tingvall ja Haworth, 1999):

On vastuvõetamatu, et inimesed saavad liikluses surma või tõsiselt viga.

See tähendab, et nullvisiooni eesmärgiks on vähendada liikluses hukkunute ja tõsiselt vigastada saanud inimeste arvu olematuks või sellele võimalikult lähedale. Muutus peab toimuma rõhuasetuses raskete tagajärgedega liiklusõnnetusi põhjustavate teguritega tegelemises (Tingvall ja Haworth, 1999). Kui 1995. aastal ideed Rootsi avalikkusele tutvustati, oli ühiskond selle suhtes pigem skeptiline, kuid mida aeg edasi, seda rohkem toetajaid idee leidis – inimesed hakkasid aru saama, et ainus mõeldav liiklusvisioon saabki olla nulltolerants liiklussurmade osas (Trafikverket, 2014). Ühtlasi muutis nullvisiooni rakendamine liiklusohutusest mõtlemist – eesmärgiks pole mitte liiklusõnnetuste ärahoidmine, vaid selliste õnnetuste ärahoidmine, mille tagajärjel saadakse raskelt viga või hukkutakse (Trafikverket, 2017).

Nullvisiooni rakendamine muudab liiklussüsteemi vastutusahelat. Enne nullvisiooni või sellesarnase lähenemisviisi kasutuselevõttu on liikluses peaaegu alati vastutavaks liikleja ehk inimene peab tegema kõik endast oleneva täitmaks liikluses kehtivaid reegleid, et liiklusõnnetusi ei juhtuks (Tingvall ja Haworth, 1999). Kui liiklusõnnetus ka juhtub, siis vähemalt üks liikleja peab olema rikkunud liiklusreegleid ja on seetõttu vastutusele võetav (Tingvall ja Haworth, 1999).

Vastupidiselt nullvisiooni lähenemisele kehtib üldjoontes endiselt liikluse korraldamises ja keskkonna planeerimises põhimõte, et liiklusmärgid keelavad ja lubavad. Ometi on palju juhuseid, mil liikleja neid mingil põhjusel ei järgi ehk sellele põhimõttele liikluses vesi

peale tõmmatakse (vt Rüütelmaa, 2016). Liikluse korraldajate poolt on sellisel juhul tegu omamoodi ükskõiksusega, sest ükski märk ei pane autojuhti peatuma, kui teda ümbritsev keskkond seda just ei nõua (näiteks sundides autojuhti tee kitsenemisega hoogu maha võtma). Nullvisiooni rakendamisel on aga olulisel kohal arusaam, et inimene on ekslik ega suuda kunagi kõiki vigu vältida ja kõiki reegleid järgida, mistõttu on vastutus jagatud teedeprojekterija, planeerija, liikluse korraldaja ja liikleja vahel (Tingvall ja Haworth, 1999):

1. Teedeprojekterijad, planeerijad ja liikluse korraldajad vastutavad alati täielikult transpordisüsteemi kujunduse, toimimise ja selle kasutamise eest ning seeläbi vastutavad ka kogu transpordisüsteemi ohutuse eest.
2. Liiklejad ehk tee kasutajad vastutavad teedeprojekterijate, planeerijate ja liikluse korraldajate seatud reeglite täitmise eest transpordisüsteemis.
3. Kui tee kasutajatel ehk liiklejatel ei õnnestu järgida neid reegleid teadmatusel, vastuvõetamatuse või võimekuse tõttu, või kui juhtuvad õnnetused, on süsteemi projekterijad ja kujundajad kohustatud rakendama vajalikke meetmeid, et takistada inimeste hukkumist ja tõsisemate vigastuste saamist liiklusõnnetustes sattumisel.

Nullvisioon formuleerib, et inimelu ja tervise kaotamine on vastuvõetamatu ja seetõttu peab liiklussüsteem olema projekteeritud ja kujundatud nii, et taolisi tagajärgesid ei esine. Ühtlasi tähendab see, et liiklussüsteemis peab olema esikohal ohutus, mitte näiteks liikuvus (Tingvall ja Haworth, 1999).

Nullvisiooni kriitikud leiavad, et visioon ei ole tõsiseltvõetav, sest tegu ei ole tüüpilise eesmärgiga, mida tuleks saavutada kindlaks kuupäevaks (Rosencrantz *et al.*, 2007). Seetõttu peetakse seda ebareaalseks visiooniks selle peamiselt inspireeriva ja motiveeriva olemuse tõttu. Leitakse ka, et 2007. aastaks seatud vahe-eesmärk vähendada Rootsis liiklussurmade arvu 50% võrra oleks ilma nullvisioonita juba varem saavutatud, kui vaid liiklejad kasutaksid turvavööd ja ühiskonnas mõistetakse purjuspäi sõitmise probleemi tõsidust (Rosencrantz *et al.*, 2007). Rosencrantz *et al.* (2007) hinnangul on kogu nullvisiooni kriitika ebatäpne, sest keegi ei viita, milline on ratsionaalne eesmärgipüstitus. Filosoofilis-psühholoogilisest vaatevinklist on inimese loomuses määrata tagantjärele süüdlane. Fahlquist (2006) eristab ette- ja tagasivaatavat süüd: tavapäraselt on liikleja see, keda tagantjärele süüdistatakse (näiteks purjuspäi avariid põhjustanud ning selle käigus väikest last tõsiselt vigastanud autojuht on alati see, kes vastutusele võetakse); nullvisiooni

järgi peavad planeerijad ja teedeprojekterijad tegema juba ettevaatavalt kõik endast oleneva, et välistada raskete tagajärgedega liiklusõnnetuste toimumine tulevikus. Samas saab ettevaatavalt liiklusõnnetuste põhjustamises süüdistada ka liiklejat, sest liiklusõnnetus toimub just liikleja viimaste otsuste tõttu. Fahlquist (2006) arutleb Mats Ekelundi mõtete toel, et see ongi moraalselt kõige vastuvõetavam lähenemine liiklusohutusele, sest liiga palju ohutust ja liiga palju rõhku liiklussüsteemi kujundajate vastutusel võib lõppeda liiklejate lohakama käitumisega. Lõppude lõpuks on igal indiviidil vabadus otsustada ise oma elu üle ja milliseid riske on mõtet võtta. Ekelundi refereerides toob Fahlquist (2006) veel välja, et kui liiklejatelt ka see viimane vastutus ära võtta, peavad need, kes vastutavad enda tehtud töö eest, hakkama vastutama ka nende inimeste tegude eest, kes ise ei vastuta. Ekelund peab seda nullvisiooni idee kõige suuremaks murekohaks. Samas ei ole nullvisiooni ideega kunagi silmas peetud, et liikleja ei vastuta oma tegude eest. Liikleja peab järgima liiklusreegleid ning ta on samamoodi vastutusele võetav nagu liiklussüsteemi kujundajad (Fahlquist, 2006).

Eesti kehtivasse liiklusohutusprogrammi (aastateks 2016-2025) (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) on kaasatud nullvisiooni lähenemine, kuid nullvisiooni põhjalikumalt kasutusse võtta plaanis ei ole, nagu ilmneb ka sellest, et suletud on 2017. aasta esimeses pooles veel avalik olnud nullvisiooniteemaline eestikeelne veebileht (www.nullvisioon.ee), mis nüüd suunab Maanteeameti kodulehele. Nullvisiooni mainitakse ka seni Eesti ainsa omavalitsuse koostatud liiklusohutusprogrammis (vt Tartu linnavalitsus, 2017).

Euroopa Liidus on antud juhiseid mõlemast suunast. Ühelt poolt kehtib Euroopa Komisjoni (2008) vastu võetud liiklusohutusdirektiiv 2008/96/EÜ, mis seab liiklusohutusauditeerimise (teeprojekti audit, mida viiakse läbi projekteerimise ja objekti valmimise eri etappides kuni kasutuselevõtuni välja) olulisele kohale liiklusohutuse tõstmisel. Teisalt antakse poliitilisi suuniseid tegelemaks esmajoones liiklejate koolitusega, sest just liikleja on „kõige esimene lüli liiklusohutuse ahelas“ (Euroopa Komisjon, 2010:4). Eesti liiklusohutusprogrammis aastateks 2016-2025 on samuti kõige suurem tähelepanu vastutustundlikul ja ohte tajuval liiklejal, rakendades vähemkaitstud liiklejate ohutusele, liiklejate haridusele, järelevalvele jm üheksa erinevat meetet (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017). Meetmete eesmärkideks on hukkunute vähendamine, liiklejate riskide tajumise oskuse arendamine jpm.

2.2. Liiklusohutuse auditeerimine

Liiklusohutuse auditeerimine on võimalus liiklusohutlike olukordade tekkimise vältimiseks juba varases, teede planeerimise ja projekteerimise staadiumis. Alates 2015. aasta keskpaigast kehtib Eestis majandus- ja taristuministri määrus „Liiklusohutuse auditeerimise tingimused ja nõuded auditi tegemisele“, mis seab liiklusohutuse auditeerimise kohustuse „Eestis asuvatele üleeuroopalisse teedevõrku kuuluvatele teedele, kui kavandatakse uue tee ehitamist või olemasoleva teedevõrgu muutmist, millega kaasneb oluline mõju liiklusvoole“ (RT I, 03.07.2015, 32). Seega on Eestis kehtiva määruse alusel üleeuroopalisse teedevõrku mittekuuluvate teede liiklusohutuse auditeerimine vabatahtlik, kuigi Euroopa Liidus kehtiv liiklusohutuse direktiiv 2008/96/EÜ paneb kohustuse auditeerida kõikide uute teede rajamist (Euroopa Komisjon, 2008; Vibo, 2016). Määruse puudustena on välja toodud ka auditeerimise etapid, kust on puudu planeeringuetapp – etapp, milles luuakse tingimused ruumiliseks arenguks, mis võivad oluliselt mõjutada liiklusmahtu, liikumisviise ja -suundi (Vibo, 2016). Kehtiv määrus seab liiklusohutusaudiitorile piirangu, millekohaselt ei tule auditeerimise käigus käsitleda muid kui ainult teest tulenevaid liiklusohutuse probleeme. Vibo (2016) leiab, et „väär on kasutada ainult neid ohte, mis tulenevad teest“, sest „konfliktid tekivad tõmbest, mida põhjustab maakasutus“. Inimeste liikumissuundi, -mahtusid, -viise ja -vajadusi tuleks arvestada juba planeeringute koostamise etapis, sest just selles etapis need luuakse. Küll aga pole see planeeringute koostamisel alati päevakorras ning seetõttu leiabki Vibo (2016), et vaja oleks audiitor kaasata juba selles, kõige varasemas etapis. Kehtivas liiklusohutusprogrammis nähakse samuti vajadust käsitleda liiklusohutust planeerimise ja projekteerimise varastes etappides, näiteks teeprojekti liiklusohutuse auditeerimise abil (Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2017:22).

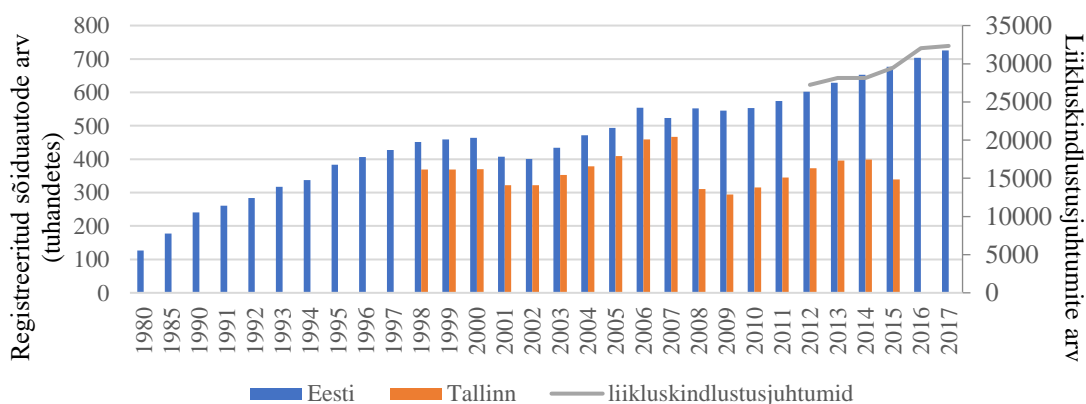
Eesti liiklusohutusprogrammis aastateks 2016-2025 on kirjutatud (Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2017:14): „Kõik osapooled, nii liiklejad kui ka süsteemi kujundajad, vastutavad liiklusohutuse eest ühiselt. Süsteemi ohutuks kujundamine eeldab muutuseid. (...) Liiklusohutuse tagamine kui sotsiaalne probleem ei tohi olla sõltuvusse seatud kellegi poliitilistest ja ärihuvidest.“ Sellega viidatakse planeeringute koostamisega kaasas käivale korruptsiooniohule (Kaitsepolitsei, 2013:35), mis võib saada liiklusohutuse tõstmise eesmärgist võitu ning sõltumatu auditeerimine aitaks ka neist tulenevaid potentsiaalseid konflikte vältida.

2015. aasta juulikuus jõustunud majandus- ja taristuministri määrus „Liiklusohutusele avalduva mõju hindamise tingimused ja nõuded mõju hindamisele“ seab mõjuhindamise kohustuse sarnaselt auditeerimise määrusega üleeuroopalisse teedevõrku kuuluvatele teedele (RT I, 22.05.2015, 2). Mõju hindamine juba planeeringu koostamise etapis aitaks kaasa läbimõelduma maakasutuse ja ohutuma teedevõrgu planeerimisele (Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2017:21).

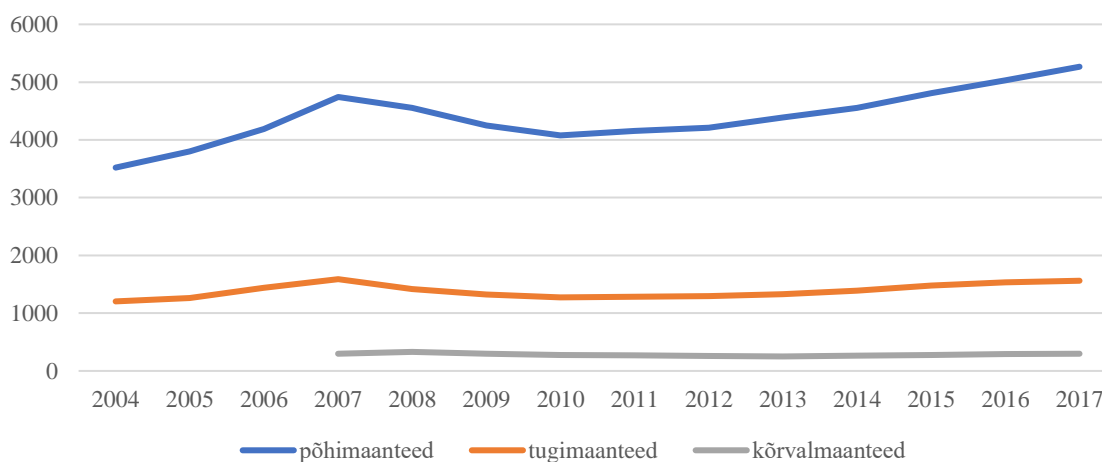
3. Liiklusolukord Eestis

Registreeritud sõiduautode arv Eestis on alates 1980. aastast pidevalt kasvanud. Käesoleva töö uurimisperiodil (2012-2017) on registreeritud sõiduautode arv kasvanud 20,5% (joonis 2). Statistikaameti andmebaaside korrigeerimise tulemusena on mõningatel aastatel registreeritud autode arv eelnevatest väiksem, sest andmetest on eemaldatud kehtiva tehnöülevaatuseta vm bürokratlilike vajakajäämistega sõidukid. Koos sõiduautode arvu kasvuga on kasvanud ka liiklussagedus Eesti teedel. Selgelt eristub viimase majanduskriisi mõju liiklussagedusele Eesti riigimaanteedel (joonis 3), kuid üldjoontes on aastatel 2004-2017 liiklussagedus põhimaanteedel kasvanud 33% ning tugimaanteedel 23%.

Koos registreeritud sõiduautode arvu ja liiklussageduse kasvuga on kasvanud ka liiklusõnnetuste arv. Liiklusõnnetusi registreerivad Eestis häirekeskus, Politsei- ja Piirivalveamet (PPA) ning Eesti Liikluskindlustusfond (LKF). PPA registreerib reeglina raskemaid, hukkunute ja vigastatutega liiklusõnnetusi ning õnnetusi, mille osapooled ei jõua kahjude hüvitamise osas kokkuleppele (Liiklusseaduse §164 lõige 4 järgi pole vaja politseid teavitada liiklusõnnetuste toimumisest, kui raskemaid vigastusi pole saadud ning asjaosalised kahjude hüvitamises ise kokkuleppele jõuavad). Seevastu LKFi andmebaasis on kõik liiklusõnnetused, mille puhul on kulude hüvitamiseks ühendust võetud kindlustusandjaga (sh ka hukkunute ja vigastatutega liiklusõnnetused). LKFi liikluskindlustuse registri andmetest moodustavad PPA andmetega kattuvad õnnetused ca 5% (joonis 2). 2012. ja 2017. aasta võrdluses on liiklusõnnetuste arv LKFi andmetel kasvanud 18,7%.



Joonis 2. Registreeritud sõiduautode arv Eestis ja Tallinnas 1980.-2017. aastal ning võrdluseks liikluskindlustusjuhtumite koguarvud 2012.-2017. aastal. Andmed: Statistikaamet, 2018b ja Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 3. Kaalutud keskmine ööpäevane liiklussagedus Eesti põhi-, tugi- ja kõrvalmaanteedel. Andmed: AS Teede Tehnokeskuse aruanded, 2005-2018.

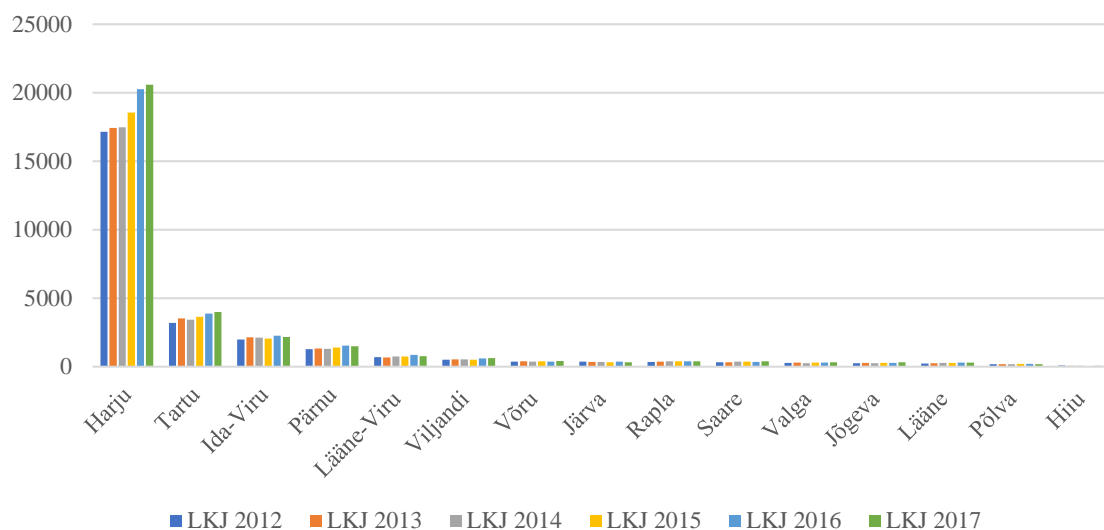
Liiklusõnnetustes hukkunute arv on pärast Eesti taasiseseisvumist vähenenud mitu korda: perioodil 1992 kuni 2003 hukkus igal aastal Eesti liikluses 200-364 inimest (Statistikaamet, 2013) ning perioodil 2010-2017 igal aastal vähem kui 100 inimest (tabel 1). Kuigi hukkunute arv on vähenenud, on aastatel 2010-2014 liikluses hukkunud jalakäijate arv hoopis 85% kasvanud (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017). Kõige rohkem satub liiklusõnnetustesse 15-24-aastaseid noori (aastatel 2012-2014; Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017), hoolimata nende arvu 28% vähenemisest aastatel 2010-2017 (Statistikaamet, 2018a). Selles vanuserühmas on ka kõige enam vigastatuid ja hukkunuid (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017).

Tabel 1. Liiklusõnnetuste üldarv, hukkunute ja vigastatutega liiklusõnnetused PPA andmebaasis. Andmed: Maanteeamet.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hukkunuid	73	99	95	81	78	67	71	48
Vigastatuid	1628	1790	1759	1680	1712	1725	1846	1725
Kokku õnnetusi (PPA)	1308	1450	1441	1364	1413	1376	1468	1406

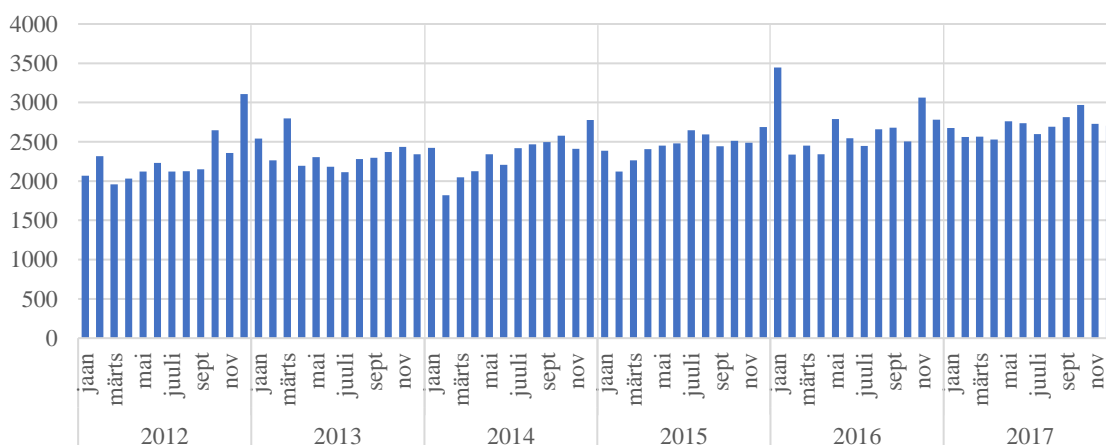
Sõidukijuhi või kaasreisijate hukkumine liiklusõnnetustes on vähenenud osalt ka sõidukites erinevate ohutusmeetmete kasutuselevõtule, näiteks turvapatjadega varustatud autode arvu kasv liikluses, sõiduki kere kergemale deformeerumisele kokkupõrkel, erinevad juhiabisüsteemid nagu pikivahe- ja sõidurajahoidmissüsteem, püsikiirushoidjad jmt aitavad juhtidel märgata ja liiklusolukorra muutustele kiiremini reageerida. Samal ajal on ka meditsiinil oma roll hukkunute vähenemises, kuid on juhtumeid, kus liiklusõnnetuse tagajärjel saadud vigastustest täieliku tervenemise asemel jäävad inimesed eluaegseteks invaliidideks, mille kohta statistika puudub.

Liikluskindlustusjuhtumite arve aastate lõikes analüüsid selgub, et kõige enam liiklusõnnetusi toimub Harjumaal (joonis 4), eeskätt aga Tallinna linnas (2017. aastal 53,9% kõigist juhtumitest). Tallinna linnas on liiklusõnnetuste arv 2012. ja 2017. aasta võrdluses kasvanud sarnaselt tervele Eestile 17,8% (14 786 juhtumilt 17 411 juhtumile).



Joonis 4. Liiklusõnnetuste arv maakonniti. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

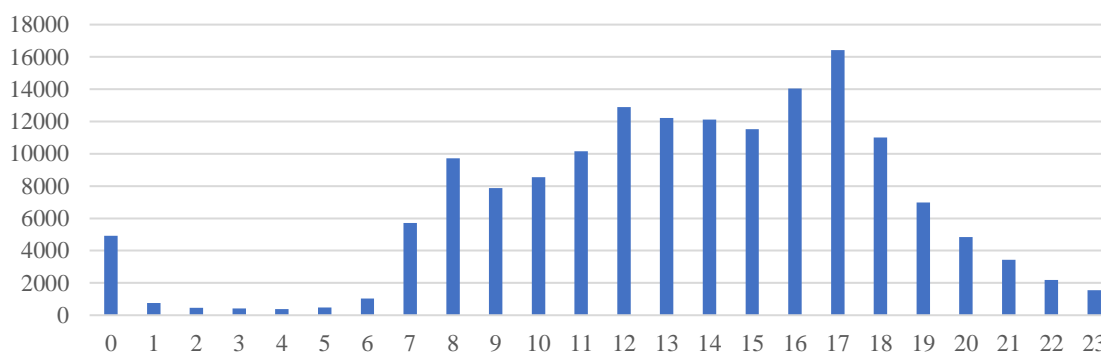
Liiklusõnnetuste sesoonne jaotus 2012.-2017. aastal on toodud joonisel 5. Jooniselt eristuvad kalendriaastate alguse väiksemad liiklusõnnetuste arvud, mis aasta edenedes kasvama hakkavad. Õnnetuste tippaeg jääb üldiselt hilissügisese ja detsembrisse, kuid mõnel aastal on märgata ka ilma soojenemise mõju liiklusõnnetuste arvu märkimisväärsele kasvule, näiteks on näha suuremat õnnetuste arvu juunis ja juulis. Peaaegu kõikidel aastatel on kõige vähem liiklusõnnetusi toimunud veebruaris, mis võib olla tingitud külmematest ilmadest ja seetõttu vähenenud liiklussagedusest.



Joonis 5. Liiklusõnnetused Eestis aastatel 2012-2017. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Liiklussageduse andmeid liiklusõnnetuste andmetega kõrvutades selgub, et esimese lume maha sadades liiklussagedus Tallinna teedel langeb (Metsvahi, 2013), kuid samal ajal liiklusõnnetuste arv kasvab. Näiteks nii 2012. kui 2017. aastal sadas sügisel ootamatult esimene lumi maha 26. oktoobril, mis põhjustas liiklusõnnetuste arvu kasvu (toimus vastavalt 399 ja 212 õnnetust, võrrelduna keskmise 98 õnnetusega päevas (Mei, 2018)). Talvekuude üksikuid liiklusõnnetuste arvu kõrghetki võibki seostada järsult kehvenenud talviste ilmaoludega näiteks lumetuisu ja -tormiga detsembris 2012. aastal ja jaanuaris 2016. aastal.

Kellaajaliselt jaotuvad liiklusõnnetused suuremas osas tööajale (vahemikus kl 8-18), kuid selgelt eristuvad liiklusõnnetuste toimumise tippajad: kell 8 hommikul, lõuna-aeg ja õhtune tipp-tund (joonis 6). 9,9% kõigist õnnetustest on toimumise aeg määramata ning need juhtumid ei ole joonisel kajastatud. Keskööl toimunud õnnetuste arv on andmetes sisalduva tehnilise vea tõttu tegelikkuses umbes kolm korda väiksem joonisel näidatust, sest kahe kindlustusseltsi andmetes on määramata kellaajaga juhtumitel kellaajaks 00:00 (Reimets, 2018).



Joonis 6. Liiklusõnnetuste toimumise kellaajaline jaotus. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

4. Liiklusõnnetuste ruumiline analüüs

Liiklusõnnetuste ruumianalüüsi abil on leitud õnnetuste tulipunkte, nende lähimaid maakasutusi, kas õnnetused toimuvad pigem sirgel või kurvilisel teelõigul, selge või uduse ilmaga, aga ka õnnetuste tulipunktidega seostuvaid sotsiaal-demograafilisi aspekte. Selleks on uurimustesse võrdlevate andmetena kaasatud näiteks maakasutuse, rahvastiku, ühistranspordipeatuste ja selle kasutatavuse, sotsiaalmeedia kasutatavuse, taksoreiside algus- ja sihtkohti, liiklusloenduste, jalg- ja jalgrattateede andmeid ja palju teisi erinevaid andmestikke.

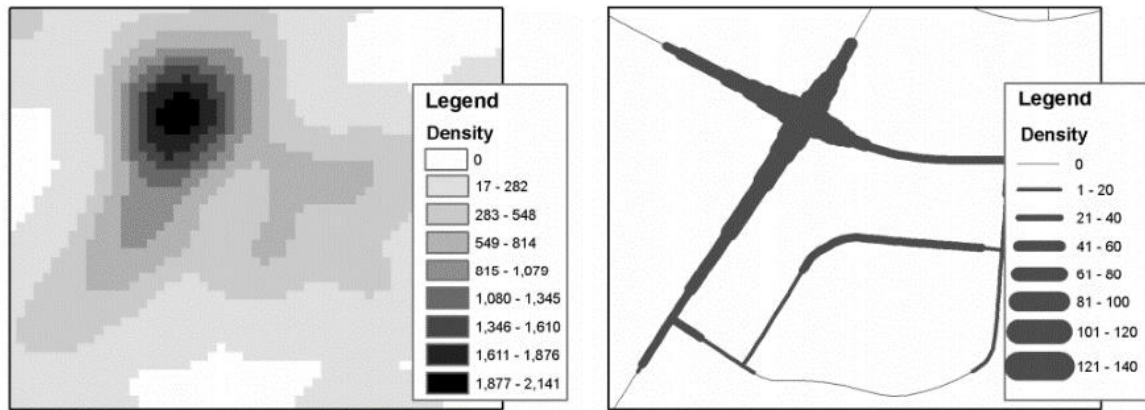
Enamike uurimuste läbiviimisel on üldistamise eesmärgil liiklusõnnetuste punktandmed seotud joon- või enamasti pigem pindobjektidega, et neid oleks lihtsam analüüsida. Analüüsiruumiühikuid on kasutatud erinevaid: postiindeksite alad, rahvaloendustel põhinevad Thiesseni polügoonid, maakonnad, liiklustsoonid (ingl k *traffic analysis zone*), kvartalid, linnaosad, ruudustik jm (Xie *et al.*, 2017:1461; Shariat-Mohaymany ja Shahri, 2017:567). Xie *et al.* (2017) hinnangul võetakse traditsiooniliselt taolise uurimuse läbiviimiseks analüüsiühikuteks hoopis ristmikud ja teelõigud, mis tähendab eelnevat teedevõrgustiku jaotamist teelõikudeks ja ristmikeks ning iga õnnetuse sidumist ühega neist. See on aga keeruline protsess ning tegelikkuses ei pruugi liiklusõnnetus olla üldse seotud ristmiku ega teelõiguga, vaid hoopis näiteks maakasutusega, mida ei ole väga mugav sellisesse mudelisse kaasata (Xie *et al.*, 2017). Samas jällegi on ristmikud kohad, kus suurem arv sõidukeid peab jagama ruumi teiste sõidukite ja jalakäijatega, mistõttu on nende eraldi uurimine huvipakkuv (Shariat-Mohaymany ja Shahri, 2017).

Levinuim viis liiklusõnnetuste toimumise ja võrdlevate andmete vahel seoste leidmiseks on regressioonanalüüsi tehnikate kasutamine (Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007, Yang ja Loo, 2016; Dereli ja Erdogan, 2017; Shariat-Mohaymany ja Shahri, 2017), sealjuures kõige levinumaks on lihtsustatud lineaarmudeli kasutamine (nt Poissoni mudel või negatiivne binominaalmudel) (Shariat-Mohaymany ja Shahri, 2017). Asukohaspetsiifilist liiklusõnnetuste andmestikku kasutades tuleb regressioonanalüüsi läbi viies arvestada sellega, et liiklusõnnetuste andmeid ei saa lugeda sõltumatuteks muutujateks, vastupidi, nad sõltuvad ümbritsevast ruumist ja asukohast. Kõige olulisem probleem on Shariat-Mohaymany ja Shahri (2017) arvates aeg-ruumiline mõju ümberkaudsete liiklusvariide poolt. Liiklusõnnetused kipuvad toimuma konkreetsetes asukohtades, kus eksisteerivad kindlad keskkonnatingimused, ning ühe õnnetusjuhtumi esinemine ühes kohas võib tõsta

teiste õnnetuste toimumise tõenäosust samas asukohas (Shariat-Mohaymany ja Shahri, 2017).

Lisaks regressioonanalüüsile on palju kasutatud ka kerneli punktiheduse arvutamise ja ruumilise autokorrelatsiooni meetodeid tulipunktide tuvastamiseks (Xie ja Yan, 2008; Prasannakumar *et al.*, 2011; Štšeglakov, 2016; Xie *et al.*, 2017). Viimane neist leiab sarnasusi ühe vaatluse ja selle naabervaatluse vahel, et mõõta õnnetuse kontsentratsiooni. Kerneli punktiheduse arvutamise meetod jaotab iga õnnetuse toimumise riski naaberladele eeldusel, et õnnetuste esinemine on seotud ruumis paiknevate „naabrite“ vastastikmõjul. Xie *et al.* (2017) kasutasid kerneli tihedusfunktsiooni selleks, et iga õnnetuse maksumust jaotada naaberruutudele. Samas toob Štšeglakov (2016) oma magistritöös välja, et ESRI tarkvaras ArcMap kasutusel olevad optimeeritud tulipunktide analüüsi ja kerneli punktiheduse meetod leiavad koondumiskohti sinna, kus neid tegelikult ei ole, näiteks kahe õnnetuste koondumiskoha vahele, kuigi nende kohtade vaheliseks vahemaaks võib olla näiteks 3-kilomeetrine teelõik. Štšeglakov (2016) võrdles eelmainitud meetodeid ka hierarhilise lähima naabri analüüsiga, katsetades neid maanteedel toimunud liiklusõnnetuste koondumiskohtade leidmisel, ning leidis, et „päris ideaalseid tulemusi ei andnud neist ükski“ (Štšeglakov, 2016:68).

Xie ja Yan (2008) mõistsid tasandilise (ingl k *planar*) kerneli punktihedusmeetodi piiranguid ja arendasid meetodi teedevõrgustikule (ingl k *network space*) sobivaks, et näidata teedel toimunud liiklusõnnetuste ruumilisi mustreid. Nad võtsid analüüsiühikuks liksli (liksel ehk lineaarne piksel, ingl k *lixel*), mis ühtib teelõikudega. Kõigepealt leiti igale geokodeeritud õnnetusjuhtumile lähim liksel ja seejärel kerneli tihedusfunktsiooni kasutades igale liksli keskpunktile kerneli tihedusmeetodist tuletatud tiheduse väärtus vastavalt otsinguraadiusele. Xie ja Yan (2008) katsetasid edukalt enda muudetud kerneli tihedusfunktsioonil põhinevat meetodit reaalse andmete peal ja järeldasid, et tasandiline kerneli tihedusfunktsioon katab ruumis palju suurema ala, minnes teedevõrgust väga kaugemale, ning ülehindab tihedusväärtusi, mistõttu võrgustikule sobivamaks arendatud kerneli tihedusmeetod annab usaldusväärsemaid tulemusi (joonis 7).



Joonis 7. Vasakul tasandilise kerneli tihedusfunktsiooniga leitud liiklusõnnetuste tihedusväärtused ja paremal Xie ja Yan (2008) arendatud teedevõrgustikule sobilikum, mugandatud kerneli tihedusfunktsiooni tulemus. Allikas: Xie ja Yan, 2008.

Yang ja Loo (2016) uurisid maakasutustüüpide ja liiklusohutuse seost Hong Kongis ning katsetasid kolme meetodit ohtlike teelõikude tuvastamiseks: õnnetuste arv teelõigul, lineaarsel regressioonimudelil põhinev ennustus liiklussageduse ja liiklusõnnetuste andmete järgi (ingl k *excess collision count*, lüh EX) ning Bayes'i empiiriline (EB) meetod. EX meetod põhineb tegelikul (õnnetuste andmebaas) ja eeldataval (arvutatud liiklussageduse andmete alusel) õnnetuste arvul. EX meetod toob välja teelõigud, kus õnnetuste arv on kõrge, kuid teelõiku ei loeta sellest hoolimata ohtlikuks, sest liiklussagedus on suur ja sellest tulenevalt ongi rohkem võimalusi liiklusõnnetuste toimumiseks. Kuumpunktianalüüsis leiti, et Bayes'i empiirilise meetodi tulemused on stabiilsemad teiste kasutatud meetoditega võrreldes. Nii tulipunkte kui tulitsoone ehk pikemaid ohtlikke teelõike (ingl k *hot spots* ja *hot zones*) otsides leidsid nad, et kõige sobivam viis tulipunktide leidmiseks on kasutada lihtsalt õnnetuste arvu ning tulitsoonide/-alade leidmiseks Bayes'i empiirilist meetodit (Yang ja Loo, 2016).

Gladhill (2011) soovib kuumpunktide leidmiseks kasutada hoopis ruudustikku, sest see aitab vältida õnnetuste koondumist analüüsiühiku äärtele. Näiteks linnaosade kaupa liiklusõnnetusi analüüsides selgub, et liiklusõnnetused koonduvad linnaosa äärtele, sest need piirnevad sõiduteedega. Selle tulemusena on osa õnnetusi ühes linnaosas ja osa teises, mida ruudustiku kasutamine aitab vältida. Xie *et al.* (2017:1461-2) hinnangul annab ruudustiku kasutamine võimaluse kaasuvaid nähtuseid täpsemalt analüüsida ja pakub ka kõrgema resolutsioonivõimaluse kuumpunktide tuvastamiseks. Ruudustik annab võimaluse kasutada rohkemaid andmestikke, omistades nende väärtused ja omadusi ruudustiku ruutudele (Xie *et al.*, 2017).

Jalakäijate sattumist liiklusõnnetustesse on palju uuritud, sest jalakäijad on rohkem haavatavad kui sõidukijuhid ja kaasreisijad, keda mingil määral kaitseb ümbritsev metallkest. Jalakäijate suremus on liiklusõnnetustes kümme korda suurem ja jalgratturite suremus neli korda suurem kui ainult sõidukitevahelistes liiklusõnnetustes (Gladhill, 2011).

Suurandmete abil Manhattani New Yorgis jalakäijatega toimunud liiklusõnnetuste asjaolusid analüüsinud Xie *et al.* (2017) said kinnitust palju uuritud rahvaarvu seosele jalakäijate liiklusõnnetustesse sattumisega: mida rohkem elab piirkonnas inimesi, seda enam satub seal ka jalakäijaid liiklusõnnetustesse. Lisaks leidsid nad, et õnnetuse tagajärgede rahaline maksumus kasvab iga piirkonda lisanduva 1000 elaniku kohta 45 dollari võrra (Xie *et al.*, 2017). Twitteri säutsude asukohaandmeid liiklusõnnetuste tagajärgede maksumustega võrreldes leiti väga oluline seos, mis viitab autorite hinnangul sellele, et säutsude arv Twitteris võib aidata jalakäijate suhtelise arvu leidmisel kindlas piirkonnas (Xie *et al.*, 2017).

Sotsiaal-majanduslikust ja -demograafilisest vaatenurgast asuvad enamuse kõrge jalakäijatega seotud liiklusõnnetuste arvuga ristmikke kõrge vaesuse määraga ja vähemusrahvuste (eriti madalama sissetulekuga latiinode) elamispiirkondades (Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007). Nendes piirkondades on vähematel inimestel isiklik auto ning seetõttu inimesed pigem jalutavad ja kasutavad ühistransporti. Samas Xie *et al.* (2017) hinnangul kasvab liiklusõnnetuste tagajärgede maksumus 17 dollari võrra, kui metrood kasutavate inimeste arv tõuseb 1000 võrra. See ei tähenda, et ühistransport tekitab raskemaid liiklusõnnetusi, vaid seda, et piirkonnas on lihtsalt rohkem jalakäijaid, kes kasutavad ühistransporti ja nende inimeste arvu saab seostada kõrgema jalakäijatega seotud õnnetuste tagajärgede maksumusega. Lisaks leidsid nad, et jalakäijaid satub rohkem õnnetustesse piirkondades, kus elavad peamiselt üle 65-aastased inimesed (Xie *et al.*, 2017). Selle põhjuseks on vanemaealiste halvem nägemine ja kuulmine ning ka aeglasem reageerimine.

Liiklusõnnetusi maakasutusega kõrvutanud uurimustes selgub ühine joon: kõige rohkem liiklusõnnetusi toimub äri- ja elamumaade läheduses, sest need põhjustavad ka kõige rohkem liiklust (Xie *et al.*, 2017). Liiklusõnnetuse tagajärgede maksumus on aga kõige suurem ärimaa läheduse puhul (Xie *et al.*, 2017). Selle põhjuseks oletavad autorid olevat ärimaa atraktiivsuse: mida rohkem tekitavad ärimaad (näiteks kaubanduspinnad, büroohooned) liiklust, seda suurem risk on ka jalakäijatel liiklusõnnetustesse sattumiseks. Samale järeldusele jõudis ka Loukaitoi-Sideris *et al.* (2007): äri- ja jaekaubandusmaa ja

tihedalt asustatud elamualad on Los Angeleses jalakäijatele ohtlikumad, samas tööstuspiirkondade ja kasutuseta maa-alade lähedal toimus õnnetusi vähem, mis viitab piirkonna liiklust (mitte)tekitavatele aspektidele. Kõige ohtlikumad maakasutustüübid kõigi teiste maakasutustüüpidega võrreldes, mida lähestikku ühele maa-alale paigutada, on Yang ja Loo (2016) uurimise tulemusena äri- ja elamumaa.

Tihe- ja hõreasustusega elamupiirkondade võrdluses on tiheasustusega elamualadel liiklusohutus madalam (Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007; Yang ja Loo, 2016). Sotsiaalmaa (valitsuse, institutsioonide või kogukondade tegevusega seonduv ühiskondlik maa-ala) on ainsa maakasutustüübina pigem ohutu, kuid kombineerituna ärimaa, elamualade või kommunaalteenustega seotud maakasutusega muutub sotsiaalmaa pigem ohtlikuks teeäärseks maakasutuseks (Yang ja Loo, 2016). Samas ei ole segakasutusega maa-ala alati kindlapeale ei ohutum ega ohtlikum kui ühe või kahe maakasutustüübiga ala.

Paljudele uuringutele viidates leiavad Xie *et al.* (2017) ja Ossenbruggen *et al.* (2001), et olulist mõju jalakäijate ohutusele omavad muuhulgas ka liikluskorraldus- ja disainielemendid. Näiteks on liiklusõnnetuse toimumise tõenäosus kaks korda tõenäolisem teedel, mille ääres puuduvad kõnniteed. Maakasutuse aktiivsus, jalakäijasõbralikkus ja infrastruktuur on palju edukamad liiklusohutuse tõstmisel kui liikluskorraldus või piirkiirust tähistavad liiklusmärgid (Ossenbruggen *et al.*, 2001). Lisaks on leitud, et enamik ohtlikke teelõike (kohad, kus toimub rohkem liiklusõnnetusi) asuvad eeslinnaaladel suuremate teede ristmikel, aga linnasisestel teedel jäävad kuumpunktid jaotusteedele (Marks, 1957, *cit.* Gladhill, 2011; Yang ja Loo, 2016) või peatänavatele (Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007). Rohkem liiklusõnnetusi toimub kõrgema liiklussageduse ja kõrgema tänavapinna osakaaluga kohtades (Loukaitoi-Sideris *et al.*, 2007). Eestis on Štšeglakov (2014) uurinud liiklusõnnetuste seost tee kurvilisusega, leides, et liiklusõnnetused toimuvad pigem sirgetel teelõikudel kui kurvides.

5. Andmed

5.1. Liiklusõnnetused

Eestis registreerivad liiklusõnnetusi Politsei- ja Piirivalveamet ning Eesti Liikluskindlustusfond. Käesolevas uurimistöös kasutatakse Eesti liikluskindlustuse registrisse kantud liikluskindlustusjuhtumite andmeid (edaspidi liiklusõnnetused). Liikluskindlustuse registri liiklusõnnetuste andmestik on mahukam, sisaldades ajaperioodi 2012-2017 kohta 177 344 juhtumit. Politsei- ja Piirivalveameti registreeritud liiklusõnnetuste andmebaas, mida korrastab ja väljastab Maanteeamet, sisaldab sama perioodi kohta 7638 juhtumit. Kahe andmestiku suuruse erinevus tuleneb liiklusõnnetuste raskusastmest, aga ka liiklejate vahelistest kokkulepetest: kui saavutatakse sündmuskohal mõlemaid pooli rahuldav kokkulepe, ei ole politseid tarvis kaasata (vt RT I, 29.12.2011, 176, § 2 lõige 1) ja seega juhtum Politsei- ja Piirivalveameti andmebaasis ei kajastu. Liikluskindlustuse registrisse kantakse aga kõik kindlustuspakkujate hüvitatud kahjuga juhtumid, sh ka hukkunute ja vigastatutega.

Liikluskindlustuse registris olevaid liiklusõnnetusi on geokodeeritud alates 2009. aastast. 2009. ja 2010. aasta juhtumitest on ~35% ja 2011. aasta juhtumitest ~15% koordinaadid määramata (Reimets, 2018). Alates 2012. aastast on kõik registris olevad liiklusõnnetused geokodeeritud. Õnnetuste asukohad on määratud „nii täpselt kui õnnetuses osalejad on selle kahjukäsitlejale edastanud ja kui täpselt on asukoht kaardil suudetud tuvastada“ (Reimets, 2018). Asukohad ei ole alati määratud meetri täpsusega, sest paljude juhtumite korral „teatakse, mis ristmikul, parklas või teelõigul õnnetus juhtus, kuid millises tee servas või rajal või parkimiskohal täpselt, ei ole alati tagantjärgi õigesti tuvastatav“ (Reimets, 2018).

Politsei- ja Piirivalveameti andmebaasi jõuavad liiklusõnnetuste toimumise asukoha koordinaadid läbi mitme etapi: politseinik leiab GPS seadme abil koordinaadid (kuna seade paikneb autos, määratakse tihtipeale mitte konkreetse õnnetuspaiga, vaid politseiauto koordinaadid), kirjutab need paberile ning hiljem kantakse need andmebaasi (Ernits, 2018). Töö käigus läheb infot kaduma (näiteks ümmardatakse koordinaadid tuhandeteni või lähevad x- ja y-koordinaadid vahetusse) ning Maanteeamet korrastab andmebaasi juhtum juhtumi haaval, kontrollides üles märgitud liiklusõnnetuse toimumispaiga aadressi ja koordinaatide vastavust (Ernits, 2018). Kuna sellist tööd ei olnud võimalik käesoleva magistriltöö raames sellele kuluva aja tõttu ette võtta, otsustati Politsei- ja Piirivalveameti andmestikku mitte kasutada.

Käesolevas uurimistöös kasutatavad liiklusõnnetuste punktandmed 2012.-2017. aasta kohta pärinevad Eesti liikluskindlustuse registrist seisuga 11.02.2018. Kuna registri andmed täienevad pidevalt, ei pruugi erineva ajahetke väljavõtted kattuda.

Andmestikus on eristatud juhtumi:

1. number
2. kuupäev
3. kellaeg
4. situatsiooni kirjeldus (õnnetus parkimisel, pöördel vm)
5. kahju liik (asjakahju, inimkahju)
6. hüvitatud kahju suurus
7. x- ja y-koordinaat

Andmestikus on pärast 2012. aastat tehtud situatsiooni kirjelduste rühmitamisel olulisi muudatusi, mis mõnevõrra mõjutavad ka käesolevas uurimistöös kajastatavaid tulemusi. Näiteks on 2012. aastal oluliselt vähem „parkimisega seotud õnnetusi“ võrrelduna järgnevate aastatega (joonis 8). Ühtlasi on andmebaasis olevate juhtumite arv aasta-aastalt kasvanud, mis tuleneb otseselt registreeritud sõidukite arvu (vt ptk 3) ja seeläbi ka liiklussageduse kasvust.



Joonis 8. Eesti Liikluskindlustusfondi andmebaasis olevate parkimisega seotud õnnetuste ja liiklusõnnetuste koguarv aastatel 2012-2017. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Liikluskindlustuse registri liiklusõnnetuste andmestik ei sisalda vabatahtliku sõidukikindlustuse (kaskokindlustuse) juhtumeid.

5.2. Liiklussagedus

Tallinna linna liiklussagedusuuringuid on tehtud igal aastal, koostajaks Tallinna Tehnikaülikooli teedeehituse ja geodeesia uurimisrühma projekti spetsialist Tiit Metsvahi. Käesolevas uurimuses on kasutatud liiklussagedusuuringut 2016. aasta IV kvartali kohta, milles on võrreldud 2016. aasta koondandmeid ka eelnevate aastate andmetega (vt Metsvahi, 2017), Inseneribüroo Stratum läbi viidud uuringut Ülemiste liiklussõlme avamise mõjust (vt Stratum, 2013) ning Inseneribüroo Stratum transpordimudelitest väljavõtet Viru ringi liiklussagedusmuudatuste kohta (Nigol, 2018).

Uuringutes on kasutatud nii käsiloenduspunktides kui videoandurite kogutud andmeid. Kogutud andmete kvaliteeti on TTÜ spetsialist Tiit Metsvahi korduvalt uuringutes käsitletud (vt Metsvahi, 2013; Metsvahi, 2017), tuues välja näiteks andurite paiknemise ja sõidukite automaatse liigitamisega seonduvad probleemid, aga ka mõne anduri kogutud andmetes hooti esinevad ebausutavalt suured liiklussagedused, mis mõjutavad ka uuringute tulemusi.

Tallinna lähialadel tellib liiklussagedusuuringuid Maanteeamet ning perioodil 2003-2017 on uuringud teostanud AS Teede Tehnokeskus (AS Teede Tehnokeskus, 2004 kuni AS Teede Tehnokeskus, 2018).

Lisaks vaadati ka Haabersti ringristmiku ümberehituse projekteerimisele eelnenud liiklusuuringut (K-Projekt, 2016), kuid selles erinevate aastate andmeid ei võrreldud ning kajastati ainult 2015. aasta liiklusloenduse tulemusi.

Andmed ei ole käesolevas uurimuses kasutusel ruumiandmetena, vaid kõik liiklussagedust kirjeldavad numbrid on pärit eelviidatud uuringute tekstidest ja tabelitest. Kui ei ole öeldud teisiti, on mõiste „liiklussagedus“ all mõeldud nädala keskmist ööpäevast liiklussagedust.

5.3. Maakasutuse muutused

Maakasutuse muutuseid tuvastati visuaalse vaatluse tulemusena Maaameti ortofotodelt (peamiselt 2012. ja 2017. aastast) ja Google Street View võimalusi kasutades, aga ka töö autori isiklikele kogemustele ja meediaväljaannete artiklitele tuginedes. Lisaks kasutati kehtivaid linnaosade üldplaneeringuid planeeritavate muudatuste tuvastamiseks: Mustamäe (kehtestatud 2006. aastal), Haabersti (2017), Lasnamäe elamualade (2010) ja Lasnamäe tööstusalade (2014) üldplaneeringud.

5.4. Liikluskorraldusmuudatused

Liikluskorraldusmuudatuste kohta saadi informatsiooni Maaameti ortofotodelt ja Google Street View erinevate aastate panoraamfotodelt, aga ka töö autori isiklikele kogemustele ja meediaväljaannete artiklitele tuginedes. Lisaks suheldi otse Tallinna Transpordiameti spetsialisti Kirsika Läätsuga, kellelt saadi vastuseid konkreetsete ristmikuga seotud liikluskorraldusmuudatustega.

6. Metoodika

Käesoleva töö eesmärk eeldab mitme aasta andmete omavahelist võrdlemist. Selleks katsetati erinevaid meetodeid ja töövahendeid tarkvaras ArcGIS 10.3, millest on järgnevalt antud ülevaade.

6.1. Kuumpunktide leidmise meetod

Esmalt prooviti ArcGISi töövahendeid kuumpunktide (ingl k *hot spots*) leidmiseks. Neid töövahendeid on kaks: optimeeritud kuumpunktide analüüs (*Optimized Hot Spot Analysis*) ja kuumpunktide analüüs (*Hot Spot Analysis (Getis-Ord GI)*). Kuna viimane neist leiab kuumpunktid kaalumeetodil, mis antud uurimistöökontekstis pole oluline, sai rohkem katsetusi tehtud esimese, optimeeritud kuumpunktide analüüsi töövahendiga.

Optimeeritud kuumpunktide analüüsi töövahend vajab sisendiks punktipilve ning tagastab z -skoori, p -väärtuse ja Gi_Bin usaldusnivooga väärtustatud ruutpolügonid. Gi_Bin väärtus näitab statistiliselt olulised kuum- ja külmkohad, mida on korrigeeritud mitme testimise ja ruumilise sõltuvuse jaoks, kasutades *False Discovery Rate* (FDR) korrigeerimise meetodit. Gi_Bin väärtus jääb vahemikku -3 kuni $+3$. -3 ja $+3$ väärtusega kohad on 99-protsendilise usaldusnivooga, -2 ja $+2$ väärtusega 95-protsendilise usaldusnivooga ning -1 ja $+1$ väärtusega 90-protsendilise usaldusnivooga. Kohad Gi_Bin väärtusega 0 ei ole statistiliselt olulised (ArcGIS, 2016b; joonis 9).

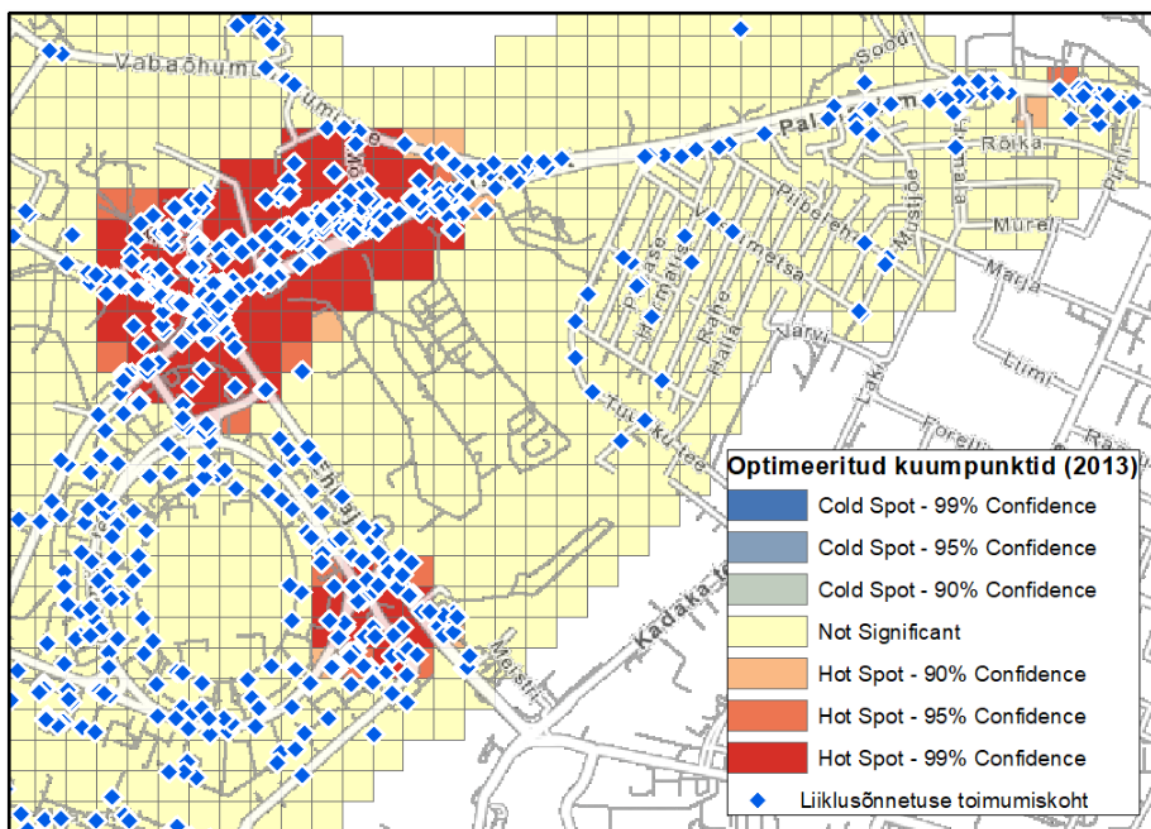
Töövahendi kasuks räägib selle lihtsus, kuid mitmed probleemkohad said otsustavaks selle töövahendi mitte kasutamiseks. Nimelt leiab töövahend kogu punktipilve kohta keskmise hajuvuse ruumis, mille järgi otsustab kuum- ja külmkohtade asukohad. Esiteks, kui mingis ruumpunktis on väga suur punktide arv, siis võib see kogu ülejäänud tulemuse ära varjutada. Terves Eestis ulatuses aset leidnud liiklusõnnetuste punktipilvega töövahendit kasutades selgub, et ainult Tallinn lähialadega ja Tartu on statistiliselt olulised liiklusõnnetuste toimumise asukohad. Teiseks, mida suurem on punktipilve ruumiline ulatus, seda suurem on üldistus. Tekitatud ruutpolügoni suurus sõltub punktipilve ruumiulatuses – mida suuremale alale punktid jaotuvad, seda suurema ala võtavad enda alla ka väljundi ruutpolügonid (terve Eesti andmestikuga jooksumata ruutpolügoni küljepikkuseks ca 3 km). Kuna käesolevas uurimistöös on oluline just konkreetne asukoht

(ristmik, teelõik, kindla objekti vahetu lähedus jms) ja selles toimuvad muutused, tuli kasutada üpris väikseid ruutpolügone.

Optimeeritud kuumpunktide analüüsi töövahendit sai katsetatud ka väiksemate punktipilvedega, eraldades üle-eestilisest punktipilvest vaid asustusüksuse jagu punkte. Tallinna linnaosade puhul jäi väljundi ruutpolügon oluliselt väiksem kui üle-eestilise väljundi puhul – 50- kuni 100-meetrise küljepikkusega.

Kuigi ArcGIS annab võimaluse *Environments* valikus ka ise väljundi ruutpolügonide suurst määrata, ei andnud see soovitud tulemusi, mistõttu genereeriti eraldi töövahendiga (*Grid Index Features*) kindlat ala hõlmav ruutpolügonide võrk ning anti see optimeeritud kuumpunktide analüüsi töövahendile sisendiks, mille põhjal kuumpunkte leida.

Muutuste leidmiseks on vaja, et iga töövahendile etteantud aasta kohta tuleks tulemus omavahel võrreldav, kuid optimeeritud kuumpunktide leidmise töövahendi oluliseks puudujäägiks sellise analüüsi läbiviimisel on selle etteaimamatus. Töövahend leiab kuumpunkte kohtadesse, kus õnnetusi pole toimunud, aga ei leia neid kohtadesse, kus neid on toimunud (joonis 9) (vt ka Štšeglakov, 2016).

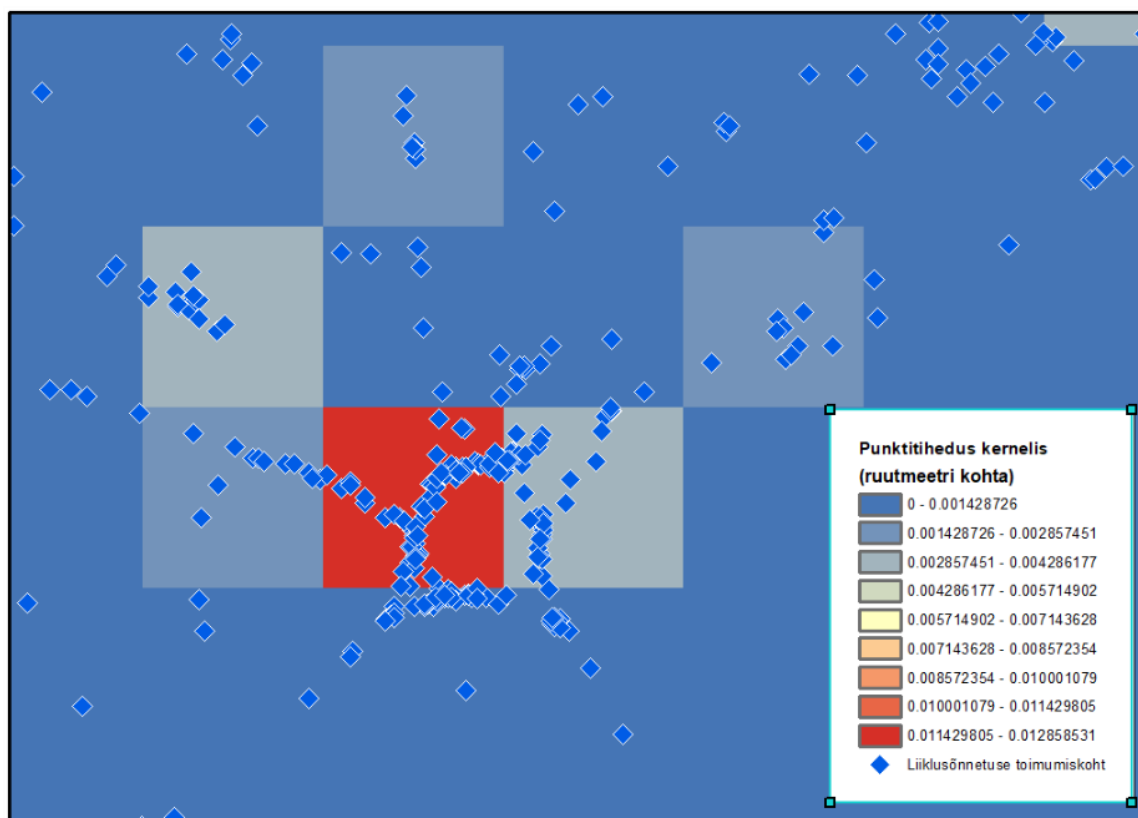


Joonis 9. Näide optimeeritud kuumpunktide analüüsi töövahendi väljundist Haabersti linnaosa kaguosa näitel (2013. aasta liiklusõnnetused).

6.2. Punktihedus kernelis

Punktihedus kernelis (*Kernel Density* või ka *Kernel Density Estimation* ehk KDE) töövahend ArcGIS ver 10.3 ei osutunud valituks, sest selle väljund ei ole üheselt arusaadav. Töövahend leiab punktide tiheduse etteantud suurusega väljundi ruutpolügonides, mis ei ole otseselt seotud sellesse ruutu jäävate punktide arvuga. Mida suurem on otsinguraadius (*Search radius*), seda üldistatum tuleb tihedusraster; mida väiksem otsinguraadius, seda detailsem on tulemus. Kui otsinguraadiust ise mitte määrata, leiab töövahend selle automaatselt, kasutades punktipilve punktide asukohti ja nende arvu nii, et leiab ka teistest eraldiseisvad punktid ega lase neil otsinguraadiust liiga suureks paisutada. Kui kindlasse ruutu või selle naabrusesse ei jää ühtegi punkti, antakse sellele ruudule väärtuseks *NoData* (ArcGIS, 2016a).

Joonisel 10 on näide töövahendi väljundist, mille puhul on väljundi ruutpolügoni suuruseks võetud 100x100 meetrit ning otsinguraadiuseks (*Search radius*) valitud 50 meetrit. Millegipärast leiab töövahend joonisel oleva kõige tihedamas ruudus (Haabersti ringristmik) punktide tiheduseks 128,6, kuigi ruutpolügoni sisse jääb vaid 86 punkti. Sellise etteaimamatu meetodiga ei ole eri aastate tulemeid võimalik võrrelda.



Joonis 10. Kerneli punktiheduse leidmise töövahendi väljund Haabersti ringristmiku näitel (2013. aasta liiklusõnnetused).

6.3. Ruudustikul põhinev liiklusõnnetuste analüüsimise meetod

Valituks osutus lõpuks kõige primitiivsem meetod, mis kujutab endast alustuseks 50-meetrise küljepikkusega ruutudest koosneva ruudustiku genereerimist töövahendiga *Grid Index Features* nii, et ruudustik hõlmaks täielikult Harju maakonda (joonis 11). Liiklusõnnetuste arvu leidmiseks igas ruudus ühendati loodud võrgustikule liiklusõnnetuste andmed asukoha alusel (*Join data from another layer based on spatial location*), valides atribuutide tabelite liitmise viisiks nende summeerimise. Asukoha alusel tabelite ühendamise loob automaatselt loodavale kihile muuhulgas veeru „Count“, kuhu salvestab iga ruudu sisse jäävate punktobjektide arvu.



Joonis 11. 50-meetrise küljepikkusega ruudustik. Aluskaart: Maaamet.

Kuna vektorkihtide omavahel võrdlemine nõuab arvutilt oluliselt rohkem arvutusvõimekust, tuli liiklusõnnetuse andmetega varustatud vektorruudustik teisendada rastroiks (töövahendiga *Polygon to Raster*). Hilisema aasta rasterkihist lahutati *Raster Calculatori* abiga varasema aasta rasterkiht ning tulemuseks on liiklusõnnetuste arvu muutust igas 50-meetrise küljepikkusega pikslis kajastav andmestik (kokku võrreldi aastaid kahekaupa viis korda: 2017 vs 2016, 2016 vs 2015, 2015 vs 2014, 2014 vs 2013, 2013 vs 2012).

Lõpptulemuse kajastamiseks ühe andmetabelina otsustati kõik muutuseid kajastavad rasterkihid omavahel liita üheks kihiks (töövahendiga *Raster Calculator*). See tähendab, et muutus, mida käesolevas töös analüüsitakse, on saadud kõikide viie kahe aasta kaupa leitud muutuste summeerimisel (tabel 2). Kui summeeritud muutus on positiivne arv, on

liiklusõnnetuste arv suurenenud; kui negatiivne, on õnnetuste arv vähenenud. Lisaks võrreldi saadud tulemusi muutuste absoluutväärtuste summadega, et selguksid ruudud, milles on muutused olnud kõikuvad ehk ajaperioodil 2012-2017 on aastatevahelistes võrdlustes toimunud nii liiklusõnnetuste arvu suurenemine kui vähenemine.

Tulemuste lihtsamaks edasiseks analüüsimiseks konverteeriti summeeritud muutusi kajastav rasterkiht taas vektoriks (töövahendiga *Raster to Polygon*, väljundit mitte lihtsustades) ruumipäringute tegemiseks. Andmekadu selle tööprotsessiga ei kaasnud, sest alati oli ruudu ja piksli suurus sama ning täielikult kattuv. Tööprotsessi automatiseerimiseks kasutati ArcMapis Model Builderit.

Tabel 2. Muutuste summeerimise näide.

2013 vs 2012	2014 vs 2013	2015 vs 2014	2016 vs 2015	2017 vs 2016	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa
10	13	-13	6	5	21	34

7. Tulemused ja arutelu

7.1. Liiklusõnnetuste arvu muutus Tallinna lähivaldades

Tallinna lähivaldades on valglinnastumise protsess ka pärast kinnisvarabuumi lõppu endiselt käimas, andes oma panuse liiklussageduse kasvule pealinna lähivaldade ja pealinnasisestele teedele. Mida suurem liiklussagedus, seda rohkem juhtub ka õnnetusi (Elvik ja Vaa, 2004). 2012. ja 2017. aasta võrdluses on Tallinna lähivaldades toimunud liiklusõnnetuste arv keskmiselt 44,8% kasvanud, sealjuures kõige rohkem Rae vallas ning kõige vähem Saku vallas (tabel 3).

Tabel 3. Tallinna lähivaldades toimunud liiklusõnnetuste arvu muutused 2012. ja 2017. aasta võrdluses. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Tallinna naabervald	Liiklusõnnetuste arv		Muutus
	2012	2017	
Harku vald	222	307	38,3%
Jõelähtme vald	117	176	50,4%
Kiili vald	62	79	27,4%
Rae vald	361	639	77,0%
Saku vald	217	239	10,1%
Saue vald	331	428	29,3%
Viimsi vald	243	380	56,4%
Keskmine	221,9	321,1	44,8%

Suured erinevused liiklusõnnetuste arvu kasvus võivad tuleneda näiteks erinevustest planeerimisstrateegias ja geograafilises asukohas. Saku vallas on kehtiva arengukava järgi uute ühepere- ja korterelamute rajamine olulisemal kohal kui tootmisvõimaluste laiendamine (Saku vallavolikogu, 2015). Seevastu Rae vallas on viimase 10-15 aastal olnud aktuaalsem riigimaanteed ääres olevate tootmiskaade väljaarendamine, millest tulenevate väljakutsetega vald ka silmitsi seisab (Rae vallavolikogu, 2016). Liiklussagedust mõjutavad mõlemad – nii elamu- kui tootmispiirkondade väljaarendamine. Saku valda läbiva Tallinn-Rapla-Türi tugimaantee ääres on mõned tootmiskaad väljaarendatud, kuid planeeritud rohkem neid maantee äärde ei ole (Saku vallavolikogu, 2009), samas Rae vallas on valda läbiva Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa põhimaantee äärsed alad Tallinna linna ja Jüri aleviku vahelisel alal üldplaneeringu kehtestamise ajal juba kas tootmis- või ärimaaks väljaarendatud või veel planeeritavas faasis (Rae vallavolikogu, 2013).

Saku vald on seega traditsiooniline valglinnastunud elamupiirkond, Rae valda on üle pealinna piiri valgunud aga toomis- ja laohooned. Elamupiirkondades toimub liikumine

peamiselt kindlatel kellaaegadel: hommikul tööle (paljuski Tallinnasse) ja õhtul koju. Tootmispiirkondade eripäraks on ööpäevaringne liiklus: kaupa ööpäevaringselt vedavad raskeveokid, väljapoolt piirkonda saabuv tööjõud (näiteks vahetustega ja võib-olla ka ööpäevaringselt), oma valla elanike tööle- ja kojusõidud jpm. Rae vallas annavad olulise panuse liiklussagedusse ka riigimaanteed: Tallinn-Tartu 5,5-8,7-kilomeetrise maanteelõigul on 2012. ja 2017. aasta võrdluses liiklussagedus kasvanud 38,4% (autori arvutus AS Teede Tehnokeskus, 2013 ja AS Teede Tehnokeskus, 2018 järgi). 2012. ja 2017. aasta võrdluses on liiklussagedus kasvanud ka teistel Tallinna lähivaldasil läbivatel maanteedel, kuid väga erinevates mahtudes³: Tallinn-Narva maanteel 14,7%, Tallinn-Pärnu maanteel 0,6% ja Tallinn-Paldiski maanteel 27,4%. Tallinna ringteel jääb erinevates lõikudes liiklussageduse kasv vahemikku 13,4 kuni 77,2%. Lisaks on uurimisperiodil valminud uus ringteelõik, mis ühendab ringtee Laagri ja Harkuga, juhtides liiklust pealinna sisenemise asemel ümber selle ning seeläbi suurendades liiklussagedust ringteel.

Kuigi nii liiklussagedus kui liiklusõnnetuste arv on Tallinna lähivaldades oluliselt kasvanud, ei õnnestunud käesoleva magistritöö raames tuvastada suuri summeeritud muutuseid konkreetsetel ristmikel või teelõikudel. Pikema aja taha ulatuva andmerea puhul oleks kinnisvarabuumi tipueelse liiklusõnnetuste arvu seisuga (näiteks 2005. aastani) võrreldes suurema tõenäosusega õnnestunud suuremaid muutusi leida. Olemasolevate andmete puhul selgusid küll mõningad maakasutuse muutustest (näiteks tee äärde uue kaupluse ehitamine uurimisperiodil) tulenevad liiklusõnnetuste arvu kasvuga kohad, kuid need ruudud jäid suuremas osas parklatesse (tabel 4) ning muutused neis on absoluutväärtustelt pigem väikesed (eriti õnnetuste arvu langusega kohtades), võrrelduna edaspidi kajastatud tulemustega.

Suurim ristmikuga seotud muutus (õnnetuste arvu kasv) oli Jüri alevikus Konsumi kauplusele ligipääsu võimaldaval ristmikul, kus ei ole liikluskorraldust nähtavalt muudetud, kuid on võimalik, et õnnetuste arvu põhjuseks on liiklussageduse kasv piirkonnas, sest üks ruut liiklusõnnetuste arvu kasvuga (summeeritud muutusega 9) asub ka sama Konsumi parklas. Suurim liiklusõnnetuste arvu vähenemine toimus Jüri lähedal Tallinna ringtee ja Tartu mnt ühinemiskohas oleval ringristmikul (tabel 4), mis uurimisperiodi jooksul on ümber ehitatud, nagu ka suurem osa ülejäänud Tallinna ringteest.

³ Liiklussageduste andmed on toodud esimese loendusloigu kohta Tallinna piirist alates.

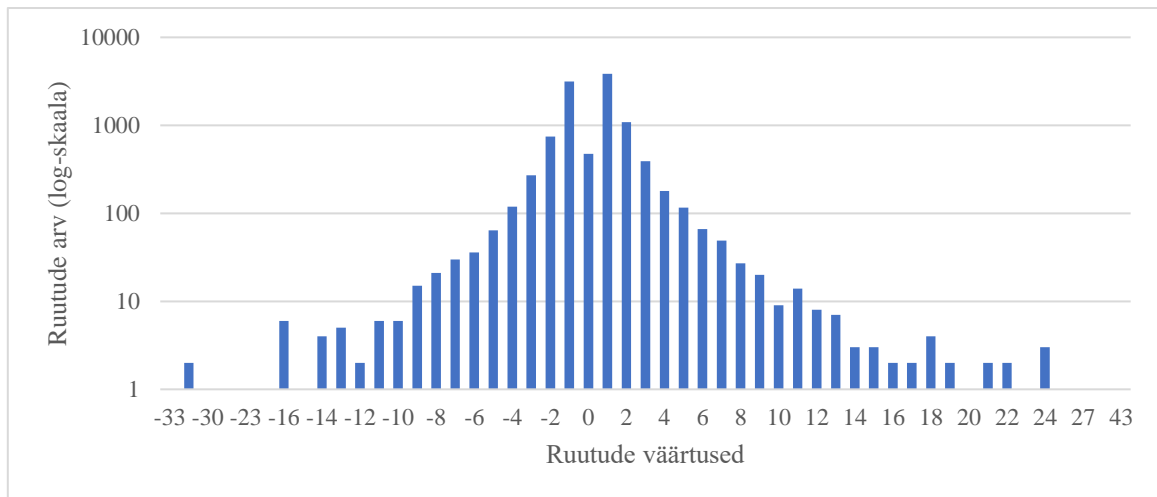
Tabel 4. Tallinna lähialadel toimunud suurimate summeeritud muutusega ruutude asukohad ja väärtused.

Õnnetuste arvu kasv			Õnnetuste arvu langus		
Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa	Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa
Viimsi Selver	20	20	Endise Kauperi, nüüdse Rimi Hypermarketi parkla Viimsis	-7	11
Peetri Selver (2 ruutu)	16 ja 16	16 ja 22	Jüri lähedal Tallinna ringtee suurel ringristmikul Tallinna suunalt rambilt ringristmikule sisenemiskoht	-7	13
Laagri Maksimarket	11	23			

Kuigi Tallinna lähialadel on muutusi võimalik tuvastada konkreetsetel ristmikel ja teelõikudel, on nende muutuste väärtused ülejäänud Tallinna linnas leitud tulemustega võrreldes tagasihoidlikumad. Ühelt poolt võib see viidata mõnel juhul väiksemale liiklussagedusele, aga teisalt on Tallinna lähialadel muutuste toimumine ehk aeglasem protsess ning valglinnastumise tagajärjel toimunud muutused on suuremalt jaolt toimunud ära enne käesoleva magistritöö uurimisperioodi algusaega. Seetõttu ei kajastu paljude valglinnastumisega seotud maakasutuse ja liikluskorralduse muudatuste mõju käesoleva magistritöö tulemustes.

7.2. Suurima muutuste koguarvuga kohad Tallinnas

Kõikide ruudustiku ruutude summeeritud muutuste väärtuste jaotus on toodud joonisel 12. Tulemustes kajastatakse kümne suurima ja kümne väikseima summeeritud muutuse väärtusega ruutu, neist väikseima liiklusõnnetuste arvu summaarse muutusega oli 23 ning suurima muutusega 36 ruutu, neist ristmikel ja teelõikudel vastavalt 18 ja 14 ruutu (78% ja 39%). Ülejäänud ruudud hõlmasid peamiselt parklaid või parkimishooneid.



Joonis 12. Summaarsete muutuste jaotumine.

Peatükkides 7.2.1 ja 7.2.2 ei ole käsitletud parklates asuvaid ruute. Parklates asunud ruutudest on ülevaade antud peatükis 7.2.3.

7.2.1. Suurima liiklusõnnetuste arvu kasvuga kohad

Suurima summeeritud muutusega kohad on Tallinnas enamjaolt kas ristmikel või ristmike lähedal asuvates ruutudes. Tabelis 5 on ülevaade kümne suurima summeeritud muutuse väärtusega ruutudest ja nende asukohtadest. Tabelist 5 esimese kolme ruudu muutused on järgnevalt ka lahti seletatud.

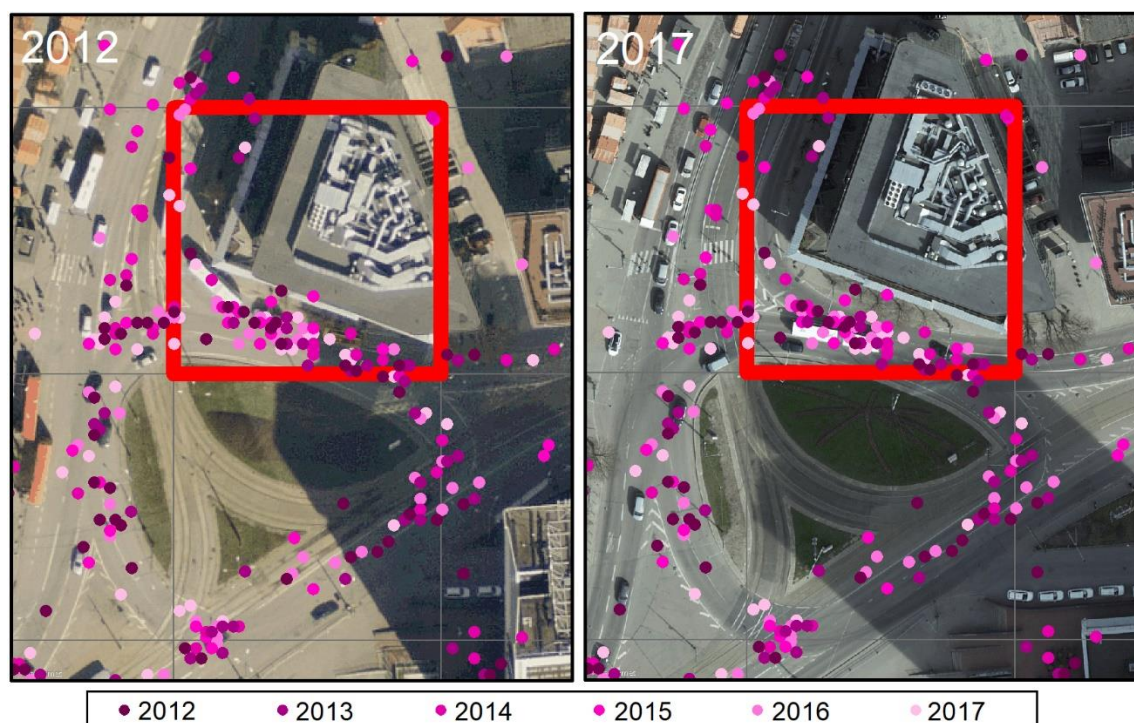
Tabel 5. Kümne suurima summeeritud muutusega ruutude asukohad.

Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa
Viru ringi kirdeosa	43	49
Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmik (kaguosa)	24	50
Pärnu mnt viadukt üle Tammsaare tee	23	23
Peterburi tee ja Vespe tn ristmik	22	30
Nõmme tee, Retke tee ja Tammsaare tee ristmik	21	47
Ehitajate tee, Akadeemia tee ja Sõpruse pst ristmik	19	21
Järvevana tee Tartu mnt poolne ots	18	24
Narva mnt ja Turba tn ristmik		18
Sõle tn Nisu bussipeatus	16	18
Kolde pst ja Sõle tn ristmik	14	14
Pärnu mnt ja Tõnismäe tn ristmik (Kosmose juures)		24
Kivimurru tee ja Peterburi tee ristmik	13	21

Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmik (Sõpruse pst kesklinnasuund)	25
Kadaka tee ja Akadeemia tee ristmik	31

Viru ring – Mere pst, Narva mnt ja Pärnu mnt ristmik

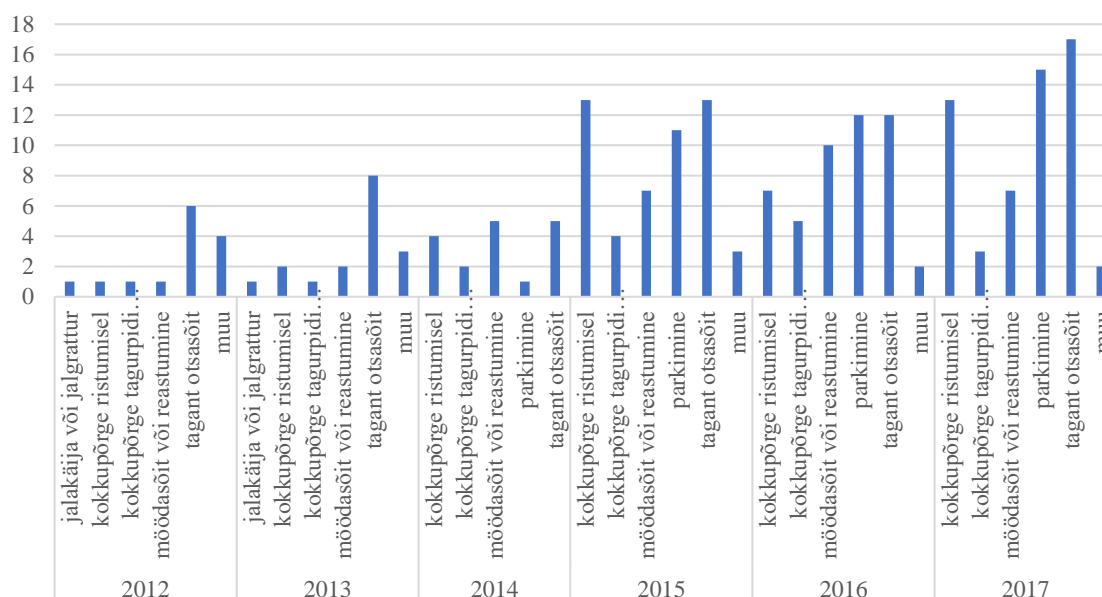
Viru ringil Tallinnas on summeeritud muutus kõige suurem (tabel 5; joonis 13). Tegu on Tallinna kesklinna ühe sõlmpunktiga, mis ühendab Pirita ja Järve linnaosade suunalist ning kesklinna ja sadamapiirkonna ja Kopli suunalist liiklust. Ristmiku vahetuses asuvad büroohooned, hotellid, vaba aja veetmise võimalused, Tallinna vanalinn, ostukeskused, kino jpm. Ristmikul liigeldakse palju ka jalgsi.



Joonis 13. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Tallinnas Viru ringil. Punane ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud suurimat summaarset liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Joonisel 13 on kõrvuti 2012. ja 2017. aasta ortofotod ning punane ruut viitab alale ristmikul, milles summeeritud muutuse väärtus on uurimisperiodil kõige suurem (43). Liiklusõnnetuste arv on selles ruudus suurenenud 2012. ja 2017. aasta võrdluses 307% (14 õnnetuselt 57-le), kuid suurem muutus õnnetuste arvus toimus 2015. aastal, kui eelneva aastaga võrreldes õnnetuste arv suurenes hüppeliselt 200% (17 õnnetuselt 51-le) ja kuni uurimisperiodi lõpuni on jäänud samale tasemele. Kõige levinum õnnetussituatsioon on tagant otsasõit, mis on sarnaselt liiklusõnnetuste koguarvule peaaegu kolmekordistunud

(joonis 14). Kasvanud on ka parkimisega seonduvate õnnetusjuhtumite arv, kuid andmetes võib olla ebatäpsusi – suurem osa parkimisega seotud õnnetusi on märgitud tee keskele ning tee ääres parkimisvõimalusi ei ole, mis viitab ebapiisavale informatsioonile, mille alusel asukoht on määratud (vt ptk 5).



Joonis 14. Viru ringil 2012.-2017. aastal toimunud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Liikluskorraldus on uurimisperioodil korduvalt muutunud. Hüppelisele liiklusõnnetuste arvu kasvule 2015. aastal on suure tõenäosusega mõju avaldanud just liikluskorraldusmuudatused. 2014. aasta augustis paigaldati foor Narva maanteelt parempöördele Mere puiesteele, mis reguleerib jalakäijate ülekäigurada (Tallinna Postimees, 2014). Foori lisamise põhjendus on Jalakäijate Ühingu esindaja Tauri Tuvikese hinnangul vigane (ERR, 2014): kuigi Tallinna transpordiamet leiab, et tegu on liiklejatele „ühe ohtlikuma ülekäiguga kesklinnas“ (Delfi, 2014), olevat seal politsei andmetel toimunud viimasel kümnel aastal (enne 2014. aastat) kõigest neli jalakäijatega seotud õnnetust (ERR, 2014). Jooniselt 14 ilmneb, et jalakäijate ja jalgratturitega on uurimisperioodil toimunud kaks õnnetust, neist mõlemad enne foori paigaldamist ristmikule. Tallinna transpordiameti sõnul kiirendab foor liiklust Mere puiesteel (Pealinn, 2014b). Alates 2016. aasta suve lõpust on parempööre Narva mnt-lt Mere pst-le lubatud vaid ühelt sõidurajalt senise kahe asemel, sest Mere pst-le ehitati ohutussaared trammipeatuste tarbeks. Kuigi liiklus oli peaaegu kolm suvekuud Mere puiesteel häiritud, ei olnud sellel erilist mõju liiklusõnnetuste arvule.

Liiklussagedus on Viru ringil Stratumi transpordimudeli väljavõtete järgi õhtusel tiptunnil (kell 17-18) ajavahemikus 2012-2016 kasvanud 15,5% (Nigol, 2018). Aasta keskmised ööpäevased liiklussagedused on teistel lähematel ristmikel muutunud vähem: Gonsiori-Laikmaa ristmikul (Narva mnt paralleeltänavas asuv ristmik) on perioodil 2012-2016 suurenenud 2,3% ning Narva mnt, Pronksi tn ja Jõe tn ristmikul (ca 600 m kaugusel Viru ringist) vähenenud 5,9% (Metsvahi, 2017:37).

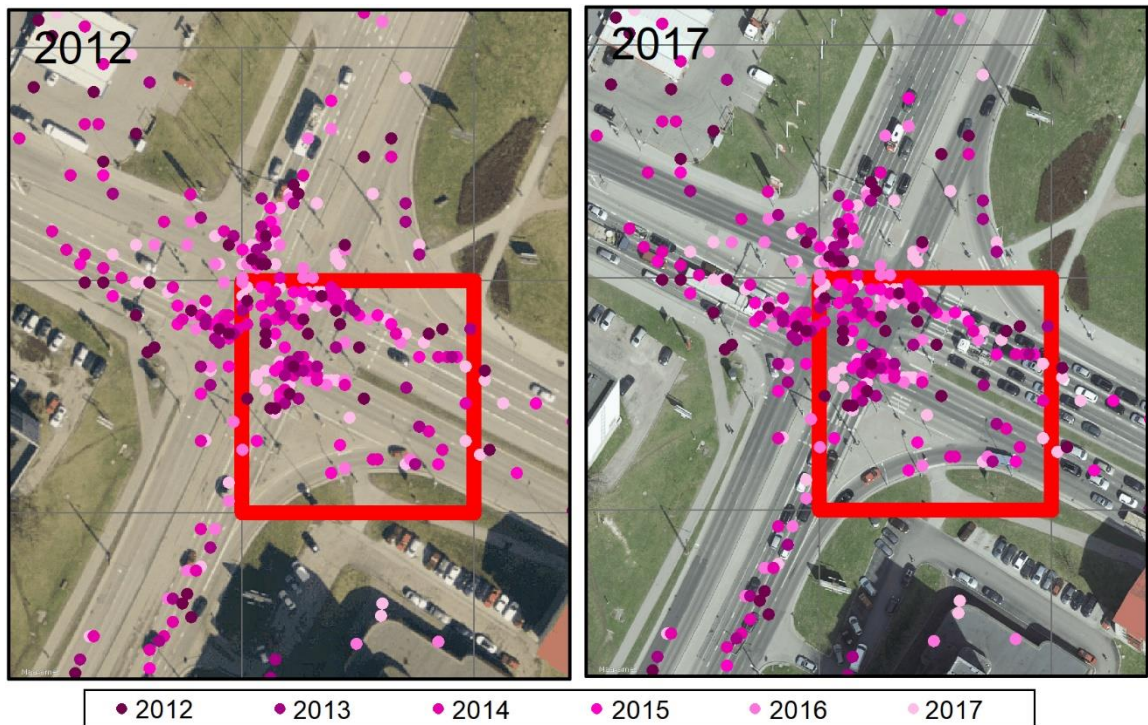
Maakasutuse muutuseid Viru ringi lähistel antud ajaperioodil autor ei täheldanud.

Ümberkorraldustest hoolimata on liiklusõnnetuste arv Viru ringil suurenenud. Samas ei hõlma joonisel 13 kujutatud ruut tervet Viru ringi ristmikku, kirjeldades ainult selle kirdeosale märgitud liiklusõnnetustest tulenevaid muutusi. Konkreetsetes ruudus õnnetuste arvu kasvu põhjuseks võib olla eelnimetatud foori lisamine Narva maanteelt parempöördele Mere puisteele, mis ilmub sõidukijuhi vaatevälja hilja, või ka ristumine Mere pst-lt ringristmikule sisenevate autodega, sest neil võib olla raske eristada ringristmikul neile lähenevaid autosid Mere puisteele parempöört sooritavatest autodest. Lisaks on autojuhte segavaks faktoriks veel ka trammide liikumine samal ristmikul. Milline on ohutussaarte mõju liiklusõnnetuste arvule Viru ringil, seda käesolevad tulemused veel ei pruugi kajastada.

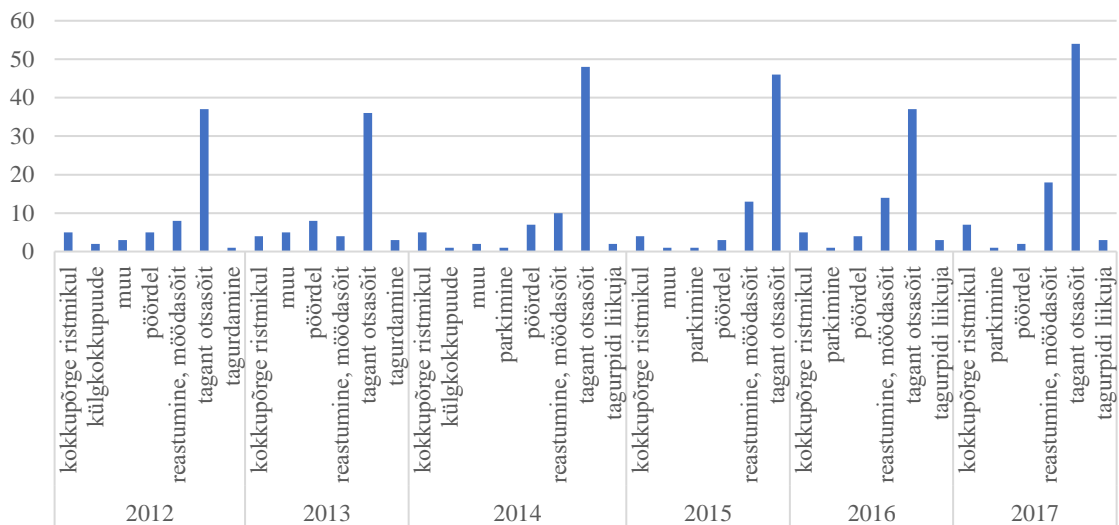
Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmik

Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmik on oluline sõlmpunkt Ülemistelt Haabersti suunas ning Mustamäelt ja Nõmmelt kesklinna suunas liiklejatele (joonis 15). Ristmiku vahetus läheduses asuvad tankla, kiirtoidurestoran, korterelamud ja roheala. Veidi eemal asuvad mitmed haridusasutused, bussi- ja trollipeatused ning Magistrali, Mustamäe ja Mustika keskuse nimelised ostukeskused ja mitmed teised kauplused.

Liiklusõnnetuste arv on joonisel 15 kujutatud ruudus olnud 2012.-2017. aastal muutlik, jäädes igal aastal 60 ja 85 õnnetuse vahele. Üldjoontes on õnnetuste arv olnud kasvav (summeeritud muutuse väärtus on 24): 2012. ja 2017. aasta võrdluses 39,3%. Kõige levinum liiklusõnnetussituatsioon on tagant otsasõit, kuid ajavahemikus 2012-2017 on kasvanud ka reastumise ja möödasõitudega seotud õnnetuste arv (joonis 16).



Joonis 15. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Tallinnas Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikul. Punane ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud suuruselt teise suurimasse liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 16. Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikul 2012.-2017. aastal toimunud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Õnnetuste arvu pea 40-protsendiliseks kasvuks on tõenäoliselt enim põhjust andnud liiklussageduse kasv ristmikul. 2013. aasta oktoobris avati uuenenud Ülemiste liiklussõlm, mis Järvevana teed pidi on ühendatud Tammsaare teega. 2012. ja 2013. aasta võrdluses liiklussagedus Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikul (võib-olla seoses Ülemiste liiklussõlme (sh Järvevana tee) rekonstrueerimisega) langes 6,2%, kuid pärast Ülemiste

liiklussõlme avamist kasvas 2014. ja 2015. aasta võrdluses liiklussagedus 13,4% ning 2016. aastaks 17,9% (Metsvahi, 2017:15). Ka Stratumi (2013:42) läbi viidud Ülemiste ristmiku avamise liiklusmõju analüüsist selgub, et vahetult pärast liiklussõlme avamist 2013. aasta hilissügisel kasvas ööpäevane liiklussagedus Tammsaare tee suunalistes loenduspunktides 6-10%. Samas 2012. ja 2016. aasta võrdluses on Järvevana teelt Mustamäe suunas liiklussagedus kasvanud 45% (Metsvahi, 2017:35). Samuti on suurenenud liiklussagedus Tammsaare tee ja Ehitajate tee ristmikul 28% (ca 2,1km kaugusel Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikust; Metsvahi, 2017:37).

Ühelt poolt võib liiklussageduse kasvu põhjustada Ülemiste liiklussõlme, Järvevana tee ja Tammsaare tee kasutamine Tallinna kesklinna läbimise vältimisel kodu ja töö vahelt liikudes, teisalt on tegu areneva piirkonnaga, kus toimub elav kaubandus- ja äritegevus, mis omakorda liiklema meelitab.

Liikluskorraldusmuudatused. Pärast Ülemiste liiklussõlme avamist 2013. aasta oktoobris muudeti Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikul fooriprogrammi, millega anti Tammsaare teel suunaga Tondilt Mustamäele sõitvatele radadele juurde ca 3 sekundit, et ühtlustada ooteaegasid (Lääts, 2018).

Maakasutuse muutuseid ortofotodelt uurides selgub, et 2012. aastaga võrreldes on 2017. aastaks valminud ristmiku vahetus läheduses vähemalt üks uus kortermaja ning eemal, Tammsaare tee ja Mustamäe tee ristis (ca 1 km kaugusel) avati 2016. aastal garaažide asemele Mustamäe ostukeskus koos vaba aja veetmise võimalustega (kino, spordiklubi, söögikohad). 2012. aastal avas ukсед ka laienenud Magistrali keskus Sõpruse pst-l. Mustamäe linnaosa üldplaneeringu järgi on Tammsaare tee äärsete garaažide kohale broneeritud Tammsaare tee laienduseks sobiv maa-ala.

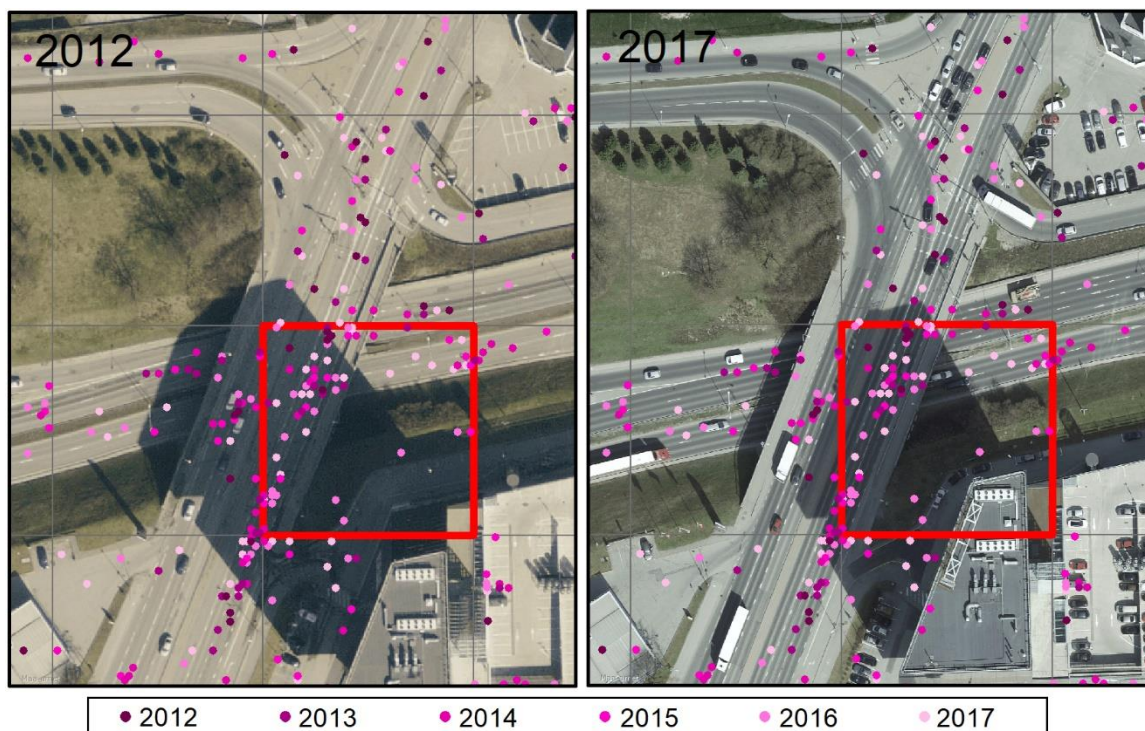
Liiklussageduse ja ühtlasi ka liiklusõnnetuste arvu kasvu tingimustes on sobiv hetk Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmikul liikluskorralduse ülevaatamiseks ja auditeerimiseks, et vähendada konfliktiolukordade võimalikkust. Majandus- ja heaolukasvu tingimustes lähiajal liiklussageduse (seeläbi ka liiklusõnnetuste) vähenemisele suure tõenäosusega loota ei saa.

Pärnu mnt viadukt üle Tammsaare tee

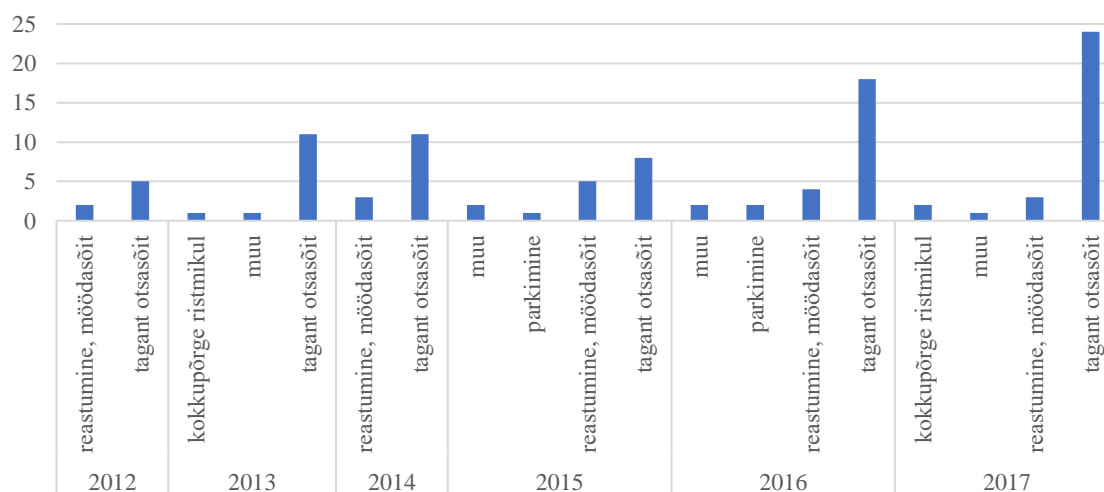
Üle Tammsaare tee kulgeva Pärnu mnt viadukti liigeldakse Nõmmelt kesklinna. Viadukti alt minev (Järvevana tee jätk) Tammsaare tee on Ülemiste (Lasnamäe) ja Mustamäe

(Haabersti) ühendustee osa (joonis 17). Viadukti läheduses asuvad mitmed ärihooned, tanklad, Tallinna Ehituskool ning ka ühepereelamute rajoon.

Liiklusõnnetuste arv on joonisel 17 olevas ruudus 2012. ja 2017. aasta võrdluses suurenenud enam kui neli korda. Kõige enam on suurenenud tagant otsasõitude arv – peaaegu viis korda (joonis 18).



Joonis 17. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Tallinnas Pärnu mnt viaduktil üle Tammsaare tee. Punane ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud suuruselt kolmandat suurimat summaarset liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 18. Pärnu mnt viaduktil toimunud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Pärnu mnt, Järvevana tee ja Tammsaare tee ristumisel on 2012. ja 2016. aasta võrdluses nädala keskmine ööpäevane liiklussagedus kasvanud 16,9% (Metsvahi, 2017:15) (aasta keskmise ööpäevane liiklussagedus on kasvanud 25,8% (Metsvahi, 2017:37)), samas nii kesklinna suunas kui kesklinnast väljuval suunal on 2012. ja 2016. aasta võrdluses liiklussagedus langenud vastavalt 9,8% ja 0,8% (Metsvahi, 2017:24). Järvevana teelt Mustamäe (Tammsaare tee) suunas on liiklussagedus kasvanud 2012. ja 2016. aasta võrdluses 45% (Metsvahi, 2017:34).

Ristmikul on liiklussagedus Tammsaare teel kasvanud, samas kesklinnast väljuval ja kesklinna siseneval suunal langenud, mistõttu võib oletada, et liiklusvoog, mis enne Ülemiste sõlme rekonstrueerimist pigem kesklinna läbis, on jagunenud Ülemiste sõlme, Järvevana tee ja ühtlasi Tammsaare tee vahel. Samas liiklusõnnetuste paiknemist kaardil (joonis 17) analüüsides võib väita, et rohkem on õnnetusi toimunud Tammsaare teed ületaval viaduktil kesklinna siseneval suunal vahetult enne valgusfoori, mitte kasvanud liiklussagedusega Tammsaare teel.

Maakasutuse muutused. Lähedal asunud AS Tere tootmishoone on 2012. ja 2017. aasta Maaameti ortofotode võrdluses lammutatud ning asemele on kerkinud ärihooned, mis tekitavad teistsugust nõudlust liiklemise järele kui tootmishooned. Juurdeehituse on saanud Tallinna Ehituskool.

Liikluskorraldusmuudatusi autorile teadaolevalt uurimisperiodil rakendatud ei ole.

7.2.2. Suurima liiklusõnnetuste arvu langusega kohad

Väikseima summeeritud muutusega ruudud Tallinnas paiknevad samuti ristmikel või ringristmikel. Tabelis 6 on toodud kümne väikseima summeeritud muutuse väärtusega ruudud ja nende asukohad. Tabelis 6 esimeses kolmes asukohas toimunud muutused on järgnevalt ka lahti seletatud.

Tabel 6. Kümne väikseima summeeritud muutuse väärtusega ruudud.

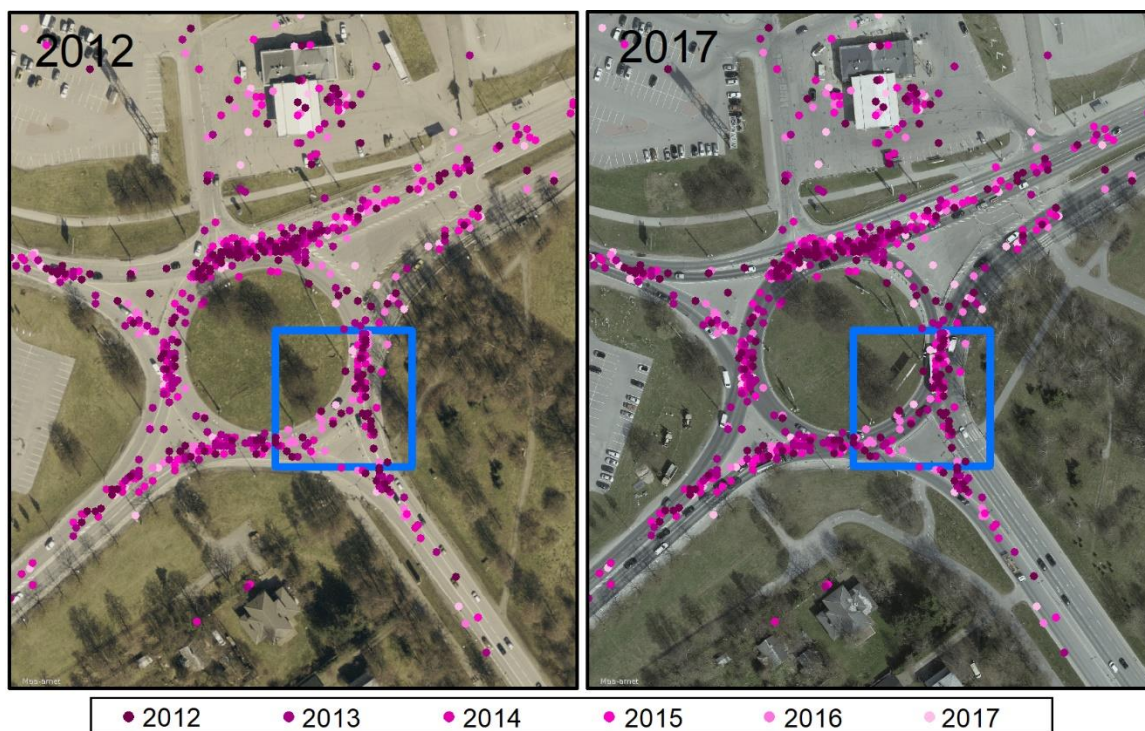
Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa
Haabersti ringristmik (Ehitajate tee suund)		57
Järvevana, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmik	-31	57
Haabersti ringristmik (tankla ja Rannamõisa tee suund)	-30	30
Pärnu mnt ja Liivalaia ristmik	-27	29

Haabersti ringristmik (Paldiski suund)	-23	105
Tartu mnt, K. Türnpu ja Odra tn ristmik	-18	46
Pronksi, Liivalaia tn ja Tartu mnt ristmik, trammitee		42
Peterburi ja Smuuli tee ristmik	-16	36
Ülemiste liiklussõlm		30
Keemia, Mehaanika ja Krookuse tn ristmik	-15	19
Ristiku ja Kopli tn ristmik		46
Pärnu mnt ja G. Otsa tn ristmik (Draamateater)	-14	22
Haabersti ringristmik (kesklinna suund)		44
Pirita Selveri ja tankla vaheline ala, väljasõidu suund		15
Estonia pst, A. Laikmaa ja Gonsiori tn ristmik		31
Toompuiestee lõik Kaarli kiriku ees	-13	15
Järvevana tee ristumine juurdepääsuteega (tagasipöörde võimalustest Tartu mnt suunas)		17
Valdeku tn ja Vabaduse pst ristmik		37

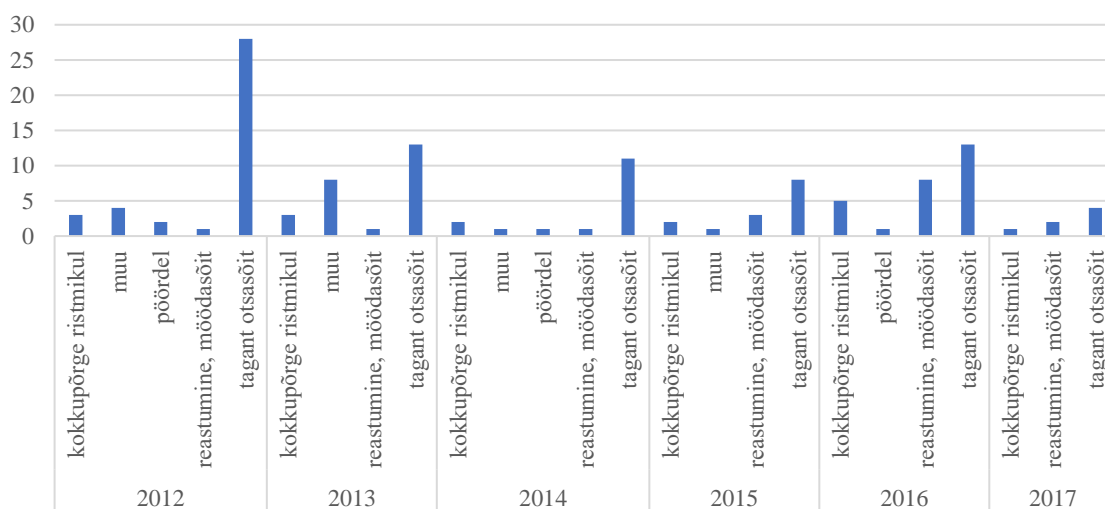
Haabersti ringristmik – Ehitajate tee suund

Haabersti ringristmiku läheduses paiknevad suured ostukeskused ja kauplused (Rocca al Mare keskus, Rimi Hypermarket, Bauhaus, Maxima, K-Rauta jm), korterelamud, loomaaed, automargi esindus, ärihooned, Saku Suurhall, spordiklubi hoone jne. Ringristmiku Ehitajate tee suunda kasutatakse Mustamäe suunalt teisel pool ringristmikku asuvate kaubanduskeskustele ja Rannamõisa teed pidi elamupiirkondadele ligipääsemiseks ning Rannamõisa teelt Mustamäe ja Ülemiste suunas tööle liikumiseks.

Joonisel 19 kujutatud ruudus on liiklusõnnetuste arv 2012. ja 2017. aasta võrdluses vähenenud 81,6%. 2016. aastal liiklusõnnetuste arv aga kasvas peaaegu kaks korda 2015. aastaga võrreldes. Kõige levinum õnnetussituatsioon on tagant otsasõit, mille arv on 2012.-2016. aastal vähenenud 53,6% (joonis 20).



Joonis 19. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Haabersti ringristmikul. Sinine ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud väikseimat summaarset liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 20. Haabersti ringristmiku Ehitajate tee poolsel osal toimunud õnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Kõige uuem ja käesoleva töö autorile teadaolevalt ainus ainult Haabersti ringristmikku hõlmav liiklussagedusuring on läbi viidud 2015. aastal teostatud liiklusloenduste põhjal (K-Projekt AS, 2016) ning aastatevahelisi tervet ristmikku hõlmavat muutuste analüüsi ei ole tehtud. Küll aga on Rannamõisa teel 2012. ja 2017. aastal teostatud liiklusloenduste põhjal (Tallinnast väljaspool) liiklussagedus kasvanud 5,2% (autori arvutus AS Teede

Tehnokeskus, 2013 ja AS Teede Tehnokeskus, 2018 põhjal). Paldiski maanteel 11.-12. kilomeetril on aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus kasvanud 27,4% (autori arvutus AS Teede Tehnokeskus, 2013 ja AS Teede Tehnokeskus, 2018 põhjal), samas teise uuringu järgi on Harkus asuva ilmajaama lähistel (Paldiski mnt pidi 4 km kaugusel Haabersti ringristmikust) liiklussagedus 2012. ja 2016. aasta võrdluses suurenenud vaid 7,1% (Metsvahi, 2017:15). Tammsaare tee ja Ehitajate tee ristmikul on aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus kasvanud perioodil 2012-2016 28% (Metsvahi, 2017:37). Paldiski mnt, Sõle tn ja Tulika tn ristmikul on liiklussagedus 2012.-2016. aastal kasvanud 8,3% (Metsvahi, 2017:15). Endla tn, Paldiski mnt ja Mustamäe tee ristmikul on liiklussagedus 2012.-2016. aastal kasvanud 5,1% (Metsvahi, 2017:15).

2013. aasta sügisel rakendati Haabersti ringristmikul olulisi liikluskorraldusmuudatusi, mis puudutavad ka Ehitajate tee poolset osa ringristmikust (Delfi, 2013). Ehitajate teelt ringristmikule siseneb sellest ajast alates vaid üks sõidurada endise kahe asemel ning parempoolselt sõidurajalt saab sooritada ainult parempöört Paldiski maanteele (kesklinna suunas). 2014. aastal rekonstrueeriti Ehitajate tee Haabersti ringristmikust 900 meetri ulatuses, mis tähendas teelõigul liikluse piiramist ehitustegevuse ajaks senise kolme sõiduraja asemel kahele ning pärast ümberehituse lõppu avati neljarajaline ohutussaarte ja valgusfooriga varustatud tee. Valgusfoor Ehitajate tee ja Õismäe tee ristmikul peaks Tallinna kommunaalameti ehituse- ja järelevalveosakonna juhataja Reio Vesialliku sõnul (Pealinn, 2014a) aitama fooritsüklite ajastamise abil vältida ringristmikul seni olnud ummikuid. 2016. aastal suleti remondi tõttu liiklusele Paldiski mnt Harku järve äärne lõik, mistõttu suurenes vastavalt Tallinna transpordiameti liikluskorralduse osakonna ümbersõidu soovitusel Ehitajate teelt Haabersti ringristmikule sisenevate autode arv (Tallinna Postimees, 2016). 2017. aastal algasid ehitustööd Haabersti ringristmiku ümberehituseks mitmetasandiliseks ristmikuks, millega kaasnevad ka liikluskorraldusmuudatused, millel on mõju liiklusvoole, -mahule, lubatud ja reaalsele sõidukiirustele jpm.

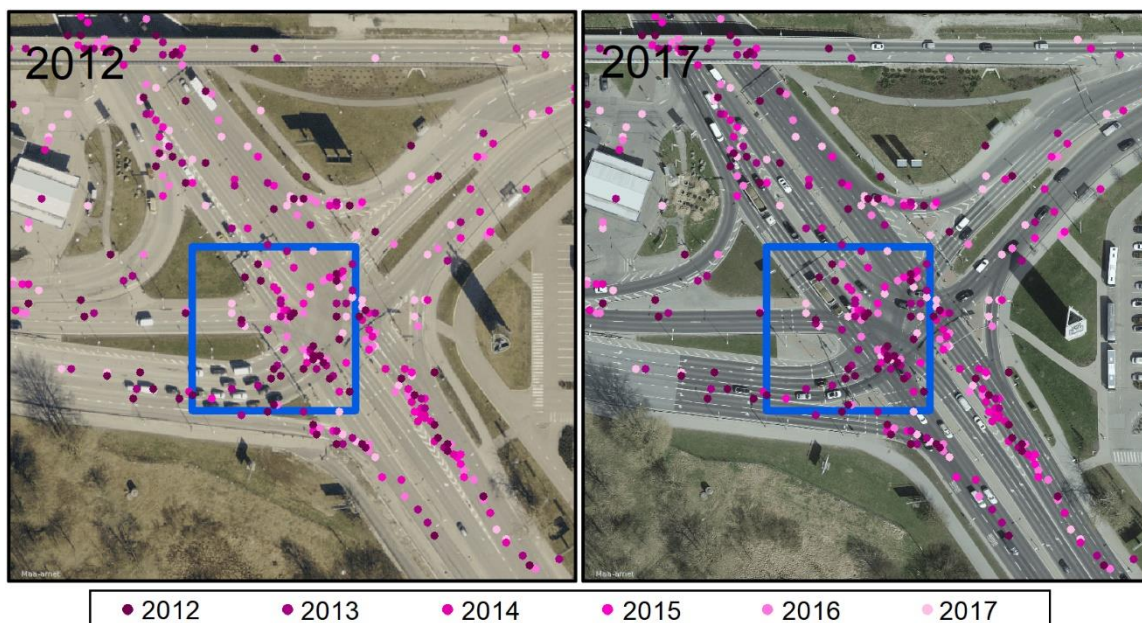
Maakasutuse muutused. Ristmiku lähedal, Ehitajate tee lõpus (ca 270 meetrit enne Haabersti ringristmikku) avati 2017. aasta jõulude eel uus Maxima kauplus (Äripäev, 2017). Kauplusele võimaldati ligipääs otse Ehitajate teelt: parklasse sissesõiduks tuleb kasutada aeglustusrada, parklast väljumiseks kiirendusrada puudub. Jalakäijatele on loodud võimalused Ehitajate tee ja parkla juurdepääsutee ületamiseks. Kergliiklusteed on Ehitajate tee mõlemas ääres.

Maxima kaupluse avamise ajastuse tõttu on selle mõju käesolevas töös kasutatavale andmestikule minimaalne ning paljude teehitustööde tõttu ei saa kindlalt väita, et ümberkaudsete ristmike liiklussageduse kasv on sarnaselt mõju avaldanud ka Haabersti ringristmikule. Küll aga võib oletada, et teeremontide tõttu on liiklussagedus Haabersti ringristmikul jäänud kas samaks või langenud, sest väga mitmetel aastatel uurimisperioodi jooksul on liiklejad olnud sunnitud teisteks marsruudivalikuteks. Samas on uurimisperioodil rajatud linnapiiri lähedale uusi elamupiirkondi (Rannamõisa tee äärsed alad), mis liiklussagedust hoopis tõsta on võinud. Peamiselt liikluskorraldusmuudatustest tulenevatel põhjustel on ristmiku Ehitajate tee poolses osas liiklusõnnetuste arvu muutust keeruline analüüsida, sest peaaegu igal aastal on ringristmikuga olnud seotud erinevad ümberehitused ja remonttööd, mis mõjutavad nii liikluskorraldust kui ka liikluskäitumist ning eri aastate andmed ei ole seetõttu alati võrdselt võrreldavad.

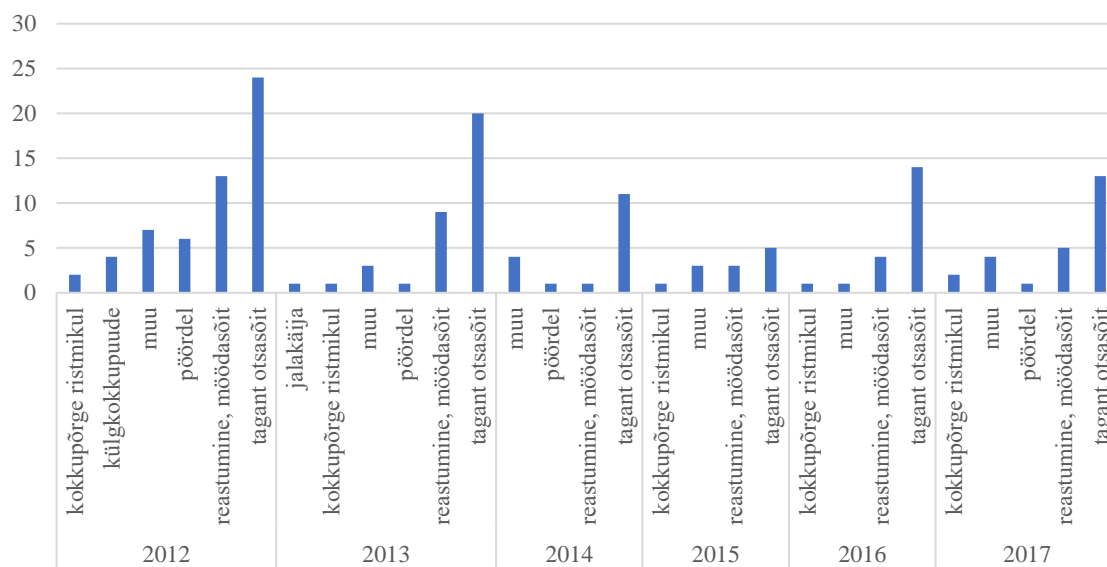
Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmik

Selle ristmiku ümbruses on suures osas transpordimaa – Ülemiste liiklussõlm ja Järvevana tee, raudtee (joonis 21). Läheduses asuvad veel ka lennujaam, Ülemiste ja Sikupilli ostukeskused, büroohooned, tanklad. Ristmik on peamine sõlmpunkt Tartu maanteed pidi Tallinnasse sisenemisel, kuid seda läbib ka liiklus, mida tekitavad lennujaam, Ülemiste ostukeskus, Ülemiste City's asuvad büroohooned ning mõningal määral ka Lagedilt ja Lasnamäelt Mustamäe ja Haabersti suunas töökoha ja kodu vahet liikumine.

Liiklusõnnetuste arv on joonisel 21 kujutatud ruudus 2012. ja 2017. aasta võrdluses vähenenud 55,4%. Õnnetuste arv oli väikseim aga 2015. aastal (78,6% vähem õnnetusi kui 2012. aastal). Kuigi õnnetuste koguarv on uurimisperioodil vähenenud, on situatsioonikirjelduste osakaal õnnetuste arvust jäänud enamvähem samale tasemele (joonis 22).



Joonis 21. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Tallinnas Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmikul. Sinine ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud absoluutväärtuselt suuruselt teist väikseimat summaarset liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 22. Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmikul toimunud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Liiklussagedus. Konkreetselt sellel ristmikul ega ka ristmikust Tallinna kesklinna suunda jäävatel Tartu mnt ristmikel liiklussagedusuuringuid käesoleva magistritöö autori teadmise kohaselt läbi viidud ei ole. Küll aga on Tartu maantee 5,5-8,7-kilomeetrisel lõigul liiklussagedus 2012. ja 2017. aasta võrdluses kasvanud 38% (autori arvutus AS Teede Tehnokeskus, 2013 ja AS Teede Tehnokeskus, 2018 järgi).

Samaaegselt Ülemiste liiklussõlme ehitusega (valmis oktoobris 2013. aastal) muudeti liikluskorraldust ka antud ristmikul. Tallinna kesklinnast Tartu suunal on enne foorini jõudmist ehitatud ohutussaar, mis takistab viimasel hetkel enne ristmikule sõitmist vasakpöörde või otsesõitmise kasuks ümber mõtlemist. Järvevana teelt saab varasema ühe sõiduraja asemel teha parempööret Tartu maanteele kahelt sõidurajalt ning varasema kolme vasakpööret lubava sõiduraja asemel saab kesklinna suunda liikuda vaid ühelt sõidurajalt. Suur-Sõjamäe teelt ja Tartu maanteelt (kesklinna suunal) ei ole enne ristmiku ületamist eelnevatega sarnaseid liikluskorraldusmuudatusi tehtud. 2014. aasta novembris muudeti fooriprogrammi, lisades õhtusel tiptunnil 3 sekundit rohelist tuld juurde Tartu maantee suunal linnast välja liiklejatele Järvevana tee Tartu mnt-le suubuva suuna arvelt (Lääts, 2018). Vahepealset õnnetuste madalseisu 2015. aastal saab seletada Suur-Sõjamäe ja J. Smuuli tee remondiga 2014. aasta septembrist kuni 2015. aasta juunini (Tallinn, 2014).

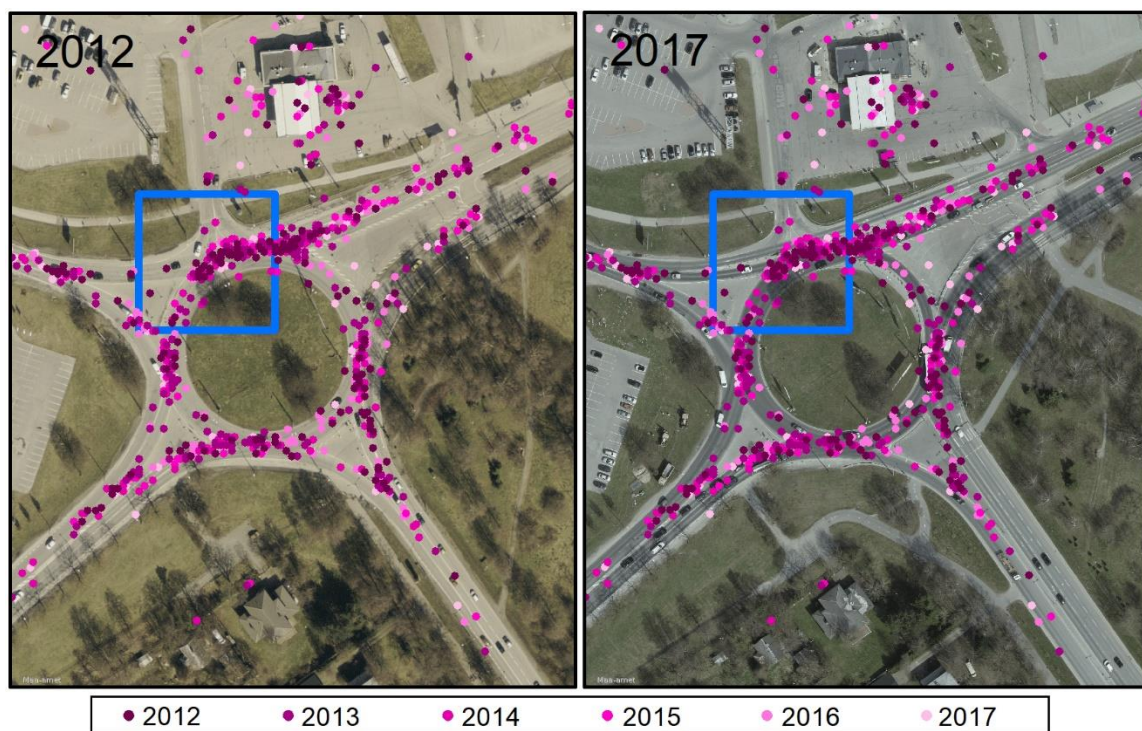
Maakasutuse muutuseid on toimunud Ülemiste City peamiselt büroohoonetest koosnevas linnaosas: juurde on ehitatud mitmeid büroooneid ning mõnede vanemate lammutatud hoonete asemele on rajatud parklaid. Ülemiste ostukeskus laienes ning avati suuremas mahus külastajatele 2014. aastal. Paralleelselt Tartu mnt-ga mööda Keevise tn liigub Suur-Sõjamäe tänava alt läbi nn lennujaama tramm. Ristmiku lähedale, küll aga teisele poole raudteed, rajatakse uut ostukeskust koos vaaterattaga, millest võiks arendajate sõnul saada turistide sihtpunkt selle katusele rajatava vaateratta tõttu.

Ühelt poolt on tegu kiiresti areneva piirkonnaga, kus maakasutus pidevalt muutub. Laieneb kaubanduse ja ärihoonetega seotud maa-ala, samas on piirkonnas palju maad ka teede ja raudteega hõivatud ning ristmikku läbib väga erineva iseloomuga liiklus – Tartu suunalt Tallinnasse sisenev, aga ka ostlemisega seotud ning kodu ja töö vaheline liiklus. Teisalt on liiklusõnnetuste arv ristmikul uurimisperioodil vähenenud hoolimata liiklussageduse kasvust. Võib öelda, et ristmikul rakendatud liikluskorraldusmuudatused on avaldanud mõju liiklusohutusele ja seeläbi on suudetud liiklusõnnetuste arvu ristmikul vähendada.

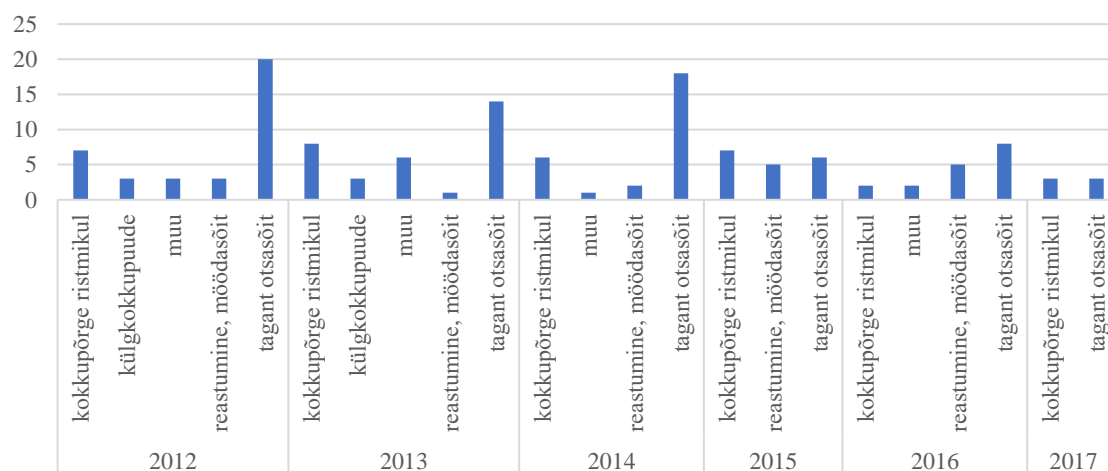
Haabersti ringristmik – Haabersti tn ja Rannamõisa tee suund

Haabersti ringristmiku Haabersti tn suunda kasutatakse peamiselt tanklale ja ostukeskustele ligi pääsemiseks. Rannamõisa tee suunda kasutatakse kodu ja töökoha vahel liikumiseks, sest seda teed pidi pääseb ligi Kakumäele, Tiskrele ja Tabasalule, kus asuvad suures osas elamupiirkonnad.

Liiklusõnnetuste arv on joonisel 23 kujutatud ruudus 2012. aastast 2016. aastaks vähenenud 52,8% ning 2017. aastaks 83,3%. Joonisel 24 toodud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldustest on enim vähenenud tagant otsasõitude arv, samas on tagant otsasõitude osakaal jäänud enamvähem samaks (2012. aastal 55,6% ja 2016. aastal 47,1%).



Joonis 23. Liiklusõnnetused aastatel 2012-2017 Tallinnas Haabersti ringristmiku tankla ja Rannamõisa tee poolses osas. Sinine ruut tähistab ruudustikul põhineva muutuste analüüsil tuvastatud absoluutväärtuselt suuruselt teist väikseimat summaarset liiklusõnnetuste muutuste arvuga ruutu. Iga punkt kaardil tähistab ühte liiklusõnnetust. Aluskaardid 2012. ja 2017. aastast (Maaamet). Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.



Joonis 24. Haabersti ristmiku tankla ja Rannamõisa tee poolses osas toimunud liiklusõnnetuste situatsioonikirjeldused. Andmed: Eesti Liikluskindlustusfond.

Konkreetselt Haabersti ringristmikul käesoleva töö autori teadmise kohaselt eri aastate liiklusloenduste tulemusi võrdlevaid liiklussagedusuuringuid teostatud ei ole (2015. aasta kohta teostatud liiklusuuringu on läbi viinud K-Projekt AS, vt K-Projekt, 2016), kuid kättesaadavad on andmed teiste Paldiski mnt ristmikuga seotud liiklussageduste kohta. Paldiski mnt, Sõle tn ja Tulika tn ristmikul (ca 4 km kaugusel) on aasta keskmine ööpäevane ristmiku liiklussagedus perioodil 2012-2016 kasvanud 8,3% (Metsvahi, 2017:37). Samal perioodil on Endla tn, Paldiski mnt ja Mustamäe tee ristmikul (ca 3,4 km kaugusel) aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus kasvanud 5,1% ning Paldiski maanteel Harku ilmajaama lähistel (ca 4 km kaugusel) 7,1% (Metsvahi, 2017:37). Linnapiiridest väljas, Maanteeameti tellitud liiklusloenduste tulemusena, on Paldiski maantee 11.-12. kilomeetril liiklussagedus kasvanud 27,4% (autori arvutus AS Teede Tehnokeskus, 2013 ja AS Teede Tehnokeskus, 2018 põhjal).

2013. aasta sügisel muudeti liikluskorraldust Haabersti tänavale ligipääsu osas: ringristmikult ei ole pärast seda muudatust enam võimalik otse keerata Haabersti tänavale, millelt on ligipääs ka tanklale (Delfi, 2013). Lisaks vähendati ringristmikult Rannamõisa tee poole keeramist lubavate sõiduradade arvu kahelt ühele. 2017. aasta kevadel alustati terve ringristmiku ümberehitusega, mis ka käesolevas uurimistöös kasutatavaid liiklusõnnetuste andmeid mõjutab. Liikluskorraldust muudeti aasta jooksul korduvalt, kasutusel on olnud hoiatavad liiklusmärgid, piirded, valgusfoorid jne, mis kõik panevad autojuhte muutavas keskkonnas olema tähelepanelikumad, varuma aega ja kannatust ning liiklema vastavalt liiklusolukorrale ka rahulikumalt. Uurimisperioodi jooksul on Haabersti ringristmikuga seotud teedel (Paldiski mnt, Ehitajate tee) toimunud mitmeid ehitustöid, mis on suure tõenäosusega samuti mõjutanud ristmikul liiklussagedust ja sellega kaasnevat.

Maakasutuse muutused. 2017. aasta kevadel avas Bauhofi ehituskaupluste kett Rannamõisa tee ääres paikneva Rimi kõrvale suure poe (Äripäev, 2016). Rannamõisa tee äärde on kerkinud või alles kerkimas kokku ligi 20 korterelamut, igas 19 korterit (ca 1,6 km kaugusele; Bonava, 2018), mis tähendab elamispinna vähemalt 700-800 inimesele (eeldusel, et igas korteris elab keskmiselt kaks inimest). Haabersti linnaosa üldplaneeringust selgub, et Merimetsa piirkond Paldiski mnt ja Rannamõisa tee vahel on perspektiivne uus tõmbekeskus, millele ligi pääseb ainult Rannamõisa teed pidi, seega olles suure tõenäosusega liiklussageduse potentsiaalse kasvu allikas Haabersti ringristmikul.

Haabersti, eriti aga Haabersti ringristmiku ümbrus ja sellest põhja suunas jäävad alad, on kiiresti arenev piirkond, kus on aktiivne kaubandustegevus ning ristmikust kaugemale

jäävad ka peamiselt elamupiirkonnad (Õismäe, Kakumäe, Tiskre, Tabasalu jne). Elamupiirkondade ja kaubandustegevuse laienemised annavad oma panuse kindlasti liiklussageduse kasvule, kuid paljude ehitustööde tulemusena Haabersti ringristmikul ja selle ümbruses on liiklejad pidevalt sunnitud leidma uusi liiklemistrajekte, et pääseda kodu ja töö vahel liikuma. Nii ongi märgata liikluskorraldusmuutuste mõju liiklusõnnetuste arvule: 2013. aastal tehtud muudatuste mõju jõuab hilinemisega ka liiklusõnnetuste statistikkasse ning 2015. aastal toimus käsitletud ruudus juba poole vähem õnnetusi kui 2012. aastal. Jällegi tuleb aga arvesse võtta asjaolu, et uurimisperioodi jooksul on ringristmikuga olnud seotud mitmed tee-ehitused, mis liikluskorraldust ja -sagedust kindlasti mingil määral on mõjutanud, ning selle tulemusena pole tegelikkuses erinevate aastate liiklusõnnetuste andmed alati võrreldavad.

7.2.3. Parklates toimunud liiklusõnnetuste arvu muutused

Eelnevates peatükkides ei käsitletud parklates asuvates ruutudes toimunud muutusi, sest need ei ole seotud üldise liiklussüsteemi, -korralduse ja -sagedusega, kuigi nende arv võib aga sõltuda parklas kindla aja jooksul parkivate autode arvu ja selle muutusega. Küll aga võib maakasutuse muutuste tulemusena parklates toimuvate liiklusõnnetuste arv järsult tõusta (näiteks uue ostukeskuse ja parkla ehitamise tulemusena), mis aga jällegi pole käesoleva magistritöökontekstis oluline, sest parklas toimuvatest õnnetustest olulisem on üleüldine liiklusvoogude juhtimine.

Kuna aga parkimisega seotud õnnetuste osakaal kõikidest liiklusõnnetustest, mis käesolevasse magistritöösse on kaasatud, on väga suur (vt joonis 8), on vajalik põgus ülevaade parklates aset leidnud õnnetuste muutustest. Samas ei leia kõik parkimisega seotud õnnetused ilmtingimata aset parklas, mis tähendab, et käesolevas alapeatükis nimetatud asukohtades toimunud muutustesse ei ole kaasatud kõik parkimisega seotud liiklusõnnetused, ning tulenevalt andmete klassifitseerimises tehtud muudatustest on üleüldine parkimisega seonduvate õnnetuste arv uurimisperioodi jooksul suurenenud, mis omakorda mõjutab kajastatavaid muutusi. Tabelis 7 on toodud kõik parklates asunud ruutude kirjeldused ja muutuste väärtused, mis jäid peatükkides 7.3.1 ja 7.3.2 kajastatud suurimate ja väikseimate väärtuste vahele, kuid neid seal ei kajastatud.

Tabel 7. Parklates asuvates ruutudes toimunud liiklusõnnetuste summeeritud muutused.

Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa
Rocca al Mare	-16	26
Tallinna lennujaam	-16	24
Järve keskus	-16	20
Kristiine keskus tanklapoolne parkla	-14	58
Tallinna lennujaam	13	25
Kadaka Selver	13	21
Tondi Selver	13	21
Järve keskuse tagune	13	13
Parkla Ida-Tallinna keskhaigla taga	14	20
Mustamäe teel ärimaja esine	15	21
Kristiine keskus	15	17
Rocca al Mare keskuse tagune	15	15
Tartu mnt ääres Tallinna piiril Peetri Selver (2 ruutu)	16 ja 16	16 ja 22
Tammsaare ärimaja	17	21
Eesti Meedia maja Liivalaia tänaval	17	21
D-terminali sadamakai	18	26
Viimsi Selver	20	20
Sikupilli keskus	21	37
Mustamäe keskus	22	34
Järve keskus	24	32
Kristiine keskus	24	42
Magistrali keskus Mustamäel	26	48
Ülemiste tagune	27	45
Järve keskus	28	28

Enamikes parklates asuvates ruutudes on liiklusõnnetuste arv uurimisperiodil kasvanud. Suurem osa ruutudest on seotud ostukeskustega (17 ruutu 24st), mille puhul võib oletada, et seoses võimaliku ostukeskuste külastatavuse suurenemisega on kasvanud ka nende parklates toimunud liiklusõnnetuste arv. Samas võib õnnetuste arvu muutust olla mõjutanud veel ehitustööd ja liikluskorraldus(muudatused) parklas. Aga mitte kõik parklates toimunud suuremad muutused ei ole seotud ostukeskustega, vaid mõned ka sadama, büroohoonete ja lennujaamaga.

7.2.4. Kõikva aastatevaheliste liiklusõnnetuste arvu muutustega kohad

Kuigi peatükkides 7.2.1 kuni 7.2.3 kirjeldatud summaarse liiklusõnnetuste arvu muutustega kohtades olid muutused enamjaolt ühesuunalised, esines ka ruute, milles

summeeritud muutuse absoluutväärtus erineb oluliselt muutuste absoluutväärtuste summast. See tähendab, et sellistes ruutudes on aastatevahelised liiklusõnnetuste arvude muutused olnud erinevad – kord on õnnetuste arv vähenenud, kord suurenenud. Tabelis 8 on toodud ruutude asukohad, kus muutuste absoluutväärtuste summa ja summeeritud muutuse absoluutväärtuse vahe on suurem kui 10 (k.a).

Tabel 8. Suurima liiklusõnnetuste arvu muutuse kõikumisega ruutude asukohad. P-ga tähistatud kohad on seotud parklatega seotud liiklusõnnetustega.

Ruudu asukoht	Summeeritud muutus	Muutuste absoluutväärtuste summa	Erinevus
1. Haabersti ringristmik (Paldiski suund)	-23	105	82
2. Tartu mnt, K. Türnpu tn ja Odra tn ristmik	-18	46	28
3. Sõpruse pst ja Tammsaare tee ristmik	24	50	26
4. Nõmme tee, Retke tee ja Tammsaare tee ristmik	21	47	26
5. Haabersti ringristmik (Ehitajate tee suund)	-31	57	26
6. Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmik	-31	57	26
7. Pronksi tn, Liivalaia tn, trammitee ja Tartu mnt ristmik	-16	42	26
8. Magistrali keskus Mustamäel (P)	26	48	22
9. Tartu mnt ääres Peetri Selver (P)	16	38	22
10. Sõle tn Olerexi tankla (kütusetankuri vigastamine)	-33	55	22
11. Peterburi mnt ja Smuuli tee ristmik	-16	36	20
12. Ülemiste keskuse tagune (P)	27	45	18
13. Kristiine keskuse (P)	24	42	18
14. Sikupilli keskus (P)	21	37	16
15. Ülemiste lii klussõlme keskpunkt (Peterburi mnt ja Tartu mnt ristmik)	-16	30	14
16. Rocca al Mare keskus (P)	-16	26	10

Liiklusõnnetuste arvu muutuste erinevus aastate lõikes võib paljudes kohas olla seotud remont- ja ümberehitustöödega, mille käigus liiklust piiratakse, ümber suunatakse ja teisiti korraldatakse (ruudud 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 15). Lisaks võib oma mõju olla fooritsüklite muutmisel (autorile teadaolevalt ruutudes 2, 3, 6, kuid tõenäoliselt mujalgi).

Mõningates parklates on õnnetuste arvu kõikumine uurimisperiodil seotud (ümbere)hitustöödega (8, 9). Mõnel juhul võib õnnetusjuhtumite arvu olla mõjutanud ostukeskuse laienemine (näiteks 8, 12), mis külastajatele ebamugavusi põhjustamise tõttu ka nende arvu võib ajutiselt vähendada ja seeläbi ka parkimisega seotud õnnetuste arv võib olla ajutiselt vähenenud.

Üllatuslikult on Sõle tänaval asuva tankla (10) juurde märgitud liiklusõnnetuste puhul vähenenud mitte liiklemise ega parkimisega seotud õnnetuste arv, vaid hoopis kütusetankuri vigastamiste arv 82,5%. Mujal taolist fenomeni õnnetuste arvu muutuste võrdlemises ei tuvastatud. Kütusetankuri vigastamiste arv aastatevahelises võrdluses aga on olnud kõikuv.

Ülejäänud ristmikel kõikumiste põhjuseid ei tuvastatud ning tegu võib olla suuremate ristmike puhul lihtsalt juhuste kokkulangevusega. Uurimisperiod on ka piisavalt lühike, mistõttu suuri kõikumisi pikaajalistest muutustest eristada ei saa.

8. Järeldused

8.1. Metoodika ja andmestiku sobivus

8.1.1. Liikluskindlustuse registri andmed

Eestis registreerivad liiklusõnnetusi Eesti Liikluskindlustusfond ja Politsei- ja Piirivalveamet, mõlemal on ka geokodeeritud andmestik. Politsei- ja Piirivalveamet (PPA) registreeritud õnnetuste asukohaks määratakse aga tihti mitte õnnetuspaik, vaid selle lähedale pargitud politseiauto asukoht. Koordinaadid kirjutab politseinik GPS seadmest paberile ning hiljem sisestatakse need andmebaasi. Sellisel viisil andmebaasi jõudnud koordinaadid ei vasta tihti tegelikkusele, sest esineb vigu (näiteks koordinaadid vahetuses) või ka liiga agarat ümardamist (näiteks ümardatud tuhandeteni). Lisaks koordinaatidele on andmebaasis olemas õnnetuse asukohta kirjeldav aadress, kuid ka selle järgi võib olla suhteliselt keeruline selgeks teha õnnetuse toimumise täpset asukohta. Kuna PPA andmestik vajab analüüsimiseks suuremahulist andmete eeltöötlust (koordinaatide ja aadresside võrdlemist) ning mahult on PPA andmestik oluliselt väiksem kui liikluskindlustusregistri andmestik, loobuti nende kasutamisest.

Käesolevas magistritöös kasutati Eesti Liikluskindlustusfondi liikluskindlustusregistri geokodeeritud liiklusõnnetuste andmeid aastatest 2012-2017. Enne 2012. aastat ei ole juhtumite andmed täies mahus geokodeeritud. Õnnetuste asukohad on määratud kahjusaajalt kindlustusandjale antud asukohainformatsiooni põhjal nii täpselt kui võimalik, kuid meetri täpsust andmestikust samuti ei saa eeldada. Tihti on õnnetuse toimumise asukohaks osapooled märkinud vaid ristmiku, parkla või teelõigu, mis annab liiklusõnnetuse asukoha määramisel geoandmebaasis andmesisestajale „vabad käed“ punkti paigutamisel. See tähendab, et näiteks hõredalt asustatud aladel, kus puuduvad asukohaga seotud pidepunktid (teenindusasutused, vaatamisväärsused, aadressid, majanumbrid jmt), on õnnetuse asukohta asjaosalistel keeruline kirjeldada ning õnnetuse toimumiskohaks määrataksegi maanteelõik kahe ristmiku vahel.

Ainsaks puuduseks käesoleva töö raames võibki liikluskindlustusregistri liiklusõnnetuste andmete puhul lugeda nende teadmata asukohatäpsus. Andmete kvaliteedi tõstmiseks võiks kaaluda võimalust, et kahjusaajad ise õnnetuse täpse asukoha kaardil määraks või teeksid seda koos kindlustusandja abiga.

8.1.2. Liiklussageduse, maakasutuse ja liikluskorraldusmuudatuste andmed

Liiklussageduse andmed, mida käesolevas töös kasutati, on kättesaadavad teksti ja tabelitena, mis oluliselt raskendavad andmekorjet uurimuste teostajate jaoks, sest piltlikult öeldes tuleb nõelu heinakuhjast otsida. Andmetel on mitmeid puudusi (vt Metsvahi, 2013; Metsvahi, 2017), kuid käesoleva töö raames on kõige olulisemaks mõningate suuremate ristmike liiklusloendusandmete puudumine. Näiteks ei ole aastatevaheliste muutuste võrdlemiseks teostatud liiklusloendusi Haabersti ringristmikul ning selle ümberehituse projekteerimisele eelnenud liiklusuuring (vt K-Projekt AS, 2016) kätkeb endas vaid 2015. aasta mõningate päevade loendustulemusi. Lisaks loendatakse tavapäraselt liiklussagedusuuringutes ainult mootorsõidukeid, kuid jalakäijaid ja jalgrattureid mitte. Seetõttu ei ole liiklussagedusandmed täielikud, sest ei kajasta vähemkaitstud liiklejate olukorda ja võimalusi liigelda.

Maakasutuse muutuseid tuvastati visuaalselt Maaameti ortofotodelt ja Google Street View panoraamfotodelt. Pole võimatu, et mõni muutus jäi autoril märkamata. Kuigi maakasutuse (reaalsete) muutuste tuvastamiseks võiks kasutada hoopis Ehitisregistrit, on andmed selles kõikuva kvaliteediga nii ajalises kui faktilises mõttes.

Lisaks vaadati üldplaneeringuid Tallinna linna, Mustamäe, Lasnamäe ja Haabersti linnaosade ja pealinna lähialadelt (Saku ja Rae vallad). Tervet Tallinna linna hõlmav üldplaneering on kehtestatud 2001. aastal ning hiljem on lisandunud linnaosade üldplaneeringud (kesklinna linnaosal täna kehtivat üldplaneeringut ei ole). Linnaosade üldplaneeringud tuginevad terve Tallinna üldplaneeringul, mis aga vajaks ülevaatamist ja muudatusi. Linnaosade üldplaneeringutes küll kajastatakse ülelinnalise üldplaneeringuga seatud eesmärged ja suundumusi, kuid nende mahajäämusest tulenevalt on linnaosade üldplaneeringutes tehtud muudatusi linnaosade vajadustest lähtuvalt. See võib tegelike (ehk hetkel kehtiva üldplaneeringu ülevaatamisel selguda võivate) ülelinnaliste suundumuste ja eesmärkidega aga vastuollu minna, sest võrdlusmaterjali pole. Seadusega kooskõlas praegune olukord ei ole, sest iga viie aasta tagant Tallinna üldplaneeringut üle pole vaadatud, rääkimata kõikide linnaosade oma kehtivast üldplaneeringust.

Liikluskorraldusmuudatuste andmed saadi suures osas Maaameti ortofotodelt ja Google Street View panoraamfotodelt eri aegadest, kuid osa täpsustavaid küsimusi sai vastuse Tallinna Transpordiameti spetsialistidelt. Rakendatud liikluskorraldusmuudatusi

salvestatakse erinevates andmebaasides (näiteks liiklusmärkide register, operatiivinfo andmebaas) ning vajaliku info otsimine on spetsialistidele aeganõudev, aga võimalik.

8.1.3. Ruudustikul põhinev meetod

Käesoleva magistritöö eesmärgist lähtuvalt võib öelda, et ruudustiku kasutamine liiklusõnnetuste analüüsimiseks on lihtsaim ja sobivaim meetod. Igale ruudule on võimalik omistada lõpmatult palju erinevaid väärtuseid, mille abil analüüsi läbi viia, olgu selleks õnnetuste arv, elanike arv, sotsiaalmeediakasutusega seotud asukohaandmed, andmed ruudu sisse jääva maakasutuse osakaalu, teelõikude kogupikkuse vmt kohta (vt Xie *et al.*, 2017). Kõiki neid andmeid koos analüüsides on võimalik läbi viia keerukas ja kompleksne analüüs liiklusolukorrast, -õnnetustest ja ruumikasutusest üldisemalt.

Ruudustiku kasutamise oluliseks puuduseks võib lugeda, et üks 50-meetrise küljepikkusega ruut ei hõlma (eriti suuremate ristmike korral) tervet ristmikku, mistõttu võib nn kuumkohana selguda vaid üks ristmiku osa. Samas on ka ruudustiku meetodit mitte kasutades (või teiste meetoditega kombineerides) keeruline määratleda ühe ristmiku ulatust. Eredaks näiteks võib siinkohal tuua näiteks Tartu maantee, Järvevana tee ja Suur-Sõjamäe tee ristmiku Tallinnas, millele piiride tõmbamisega jääks käesoleva töö autor hätta. Samas suurema küljepikkusega ruudu valimisel oleks käesoleva töö raames jäänud ruudu sisse liiga palju teega mitteseotud õnnetusjuhtumeid (näiteks teeäärsed parklad), mis oluliselt tulemust oleksid mõjutanud.

Kui Xie *et al.* (2017) valisid ruudustiku ruudu küljepikkuseks 300 jalga (91,44 m), sest tavaliselt on Manhattanil New Yorgis kvartali laiuseks 300 jalga ja pikkuseks 900 jalga (jagub 300-ga), siis Eesti kontekstis on sellist üldistust keeruline teha, sest kindla mustri (või isegi ruudustiku järgi) planeeritud piirkondi on vähe või üldse mitte (kui üldse, siis näiteks mõningates uusarendustes). Ruudu küljepikkus peab olema sobiv uurimuse eesmärgi saavutamiseks. Kui eesmärgiks on kaasata ruutu ka teed ümbritseva maakasutuse andmeid, peaks ruut olema suurem; kui eesmärk on analüüsida liiklusõnnetuste andmeid vaid teedel ja ristmikel, tuleks ruudu küljepikkus valida vastavalt uurimisala teede iseloomule.

Käesolevas uurimuses ruutudele omistatud liiklusõnnetuste arvude abil muutuste ja seejärel summaarse muutuse kasutamine õnnetuste arvu suurimate ja väikseimate muutuste tuvastamiseks on piisavalt hea meetod muutuste tulipunktide leidmiseks. Suurte

liiklusõnnetuste arvu kõikumistega ruudud selgusid summaarseid muutuseid muutuste absoluutväärtuste summadega võrreldes. Käesoleva töö alusel võib öelda, et ruudustikul põhinev meetod on tänu lihtsusele kiire võimalus punktandmetega seotud muutuste analüüsimiseks. Erinevate perioodide punktandmete võrdlemisel on oluline, et analüüsiühik (ruut) jääb alati samaks (suuruse ja asukoha poolest) ning seda ruudustik ka võimaldab. Käesolevas töös kasutatud andmete ja meetodiga saadud tulemusi võiks tulevikus võrrelda mõne teise meetodiga saadud tulemustega.

8.2. Tuvastatud muutuste põhjused

Ruudustikul põhineval meetodil läbi viidud analüüsi tulemusena leiti absoluutväärtuselt suurima liiklusõnnetuste arvu muutusega kohad (ruudud) Tallinnas ja Tallinna lähialadel. Kõige suuremad muutused leidsid aset Tallinna linnas. Tallinna lähialadel leitud muutused on tagasihoidlikumad ning absoluutarvuliselt suuremad muutused pole enamjaolt seotud ristmike ega teelõikudega, vaid hoopis parklatega (näiteks uurimisperioodi jooksul ehitatud suurte kaupluste parklad). Samas ei ole valglinnastumise protsess Tallinna lähialadel veel lõppenud, kuid käesoleva magistr töö uurimisperioodi (2012-2017) sisse selle kõrgaeg (2006.-2008. aastad) ei jäänud ning sellel võib olla oma mõju saadud tulemustele.

Liiklusõnnetuste arvu muutusi Tallinna naabervaldade lõikes analüüsides selgus, et liiklusõnnetuste arv on neis kasvanud keskmiselt 44,8%. Konkreetsetes omavalitsustes on liiklusõnnetuste arvu kasv väga erinev, jäädes 10,1-77,0% vahele. Muutuste suurele erinevusele võib põhjuseid otsida rahvaarvust, liiklussagedusest, asustustihedusest, geograafilisest asukohast või ka planeerimisstrateegiatest. Hõredama asustusega aladele on ühistranspordi korraldamine kulukas, mistõttu inimesed peavad „põllule kolides“ enam isiklikku autot kasutama. Mida rohkem autosid, seda rohkem liiklust ja seda enam toimub ka liiklusõnnetusi (Elvik ja Vaa, 2004). Seejuures tulemus, millekohaselt konkreetsetel ristmikel ega teelõikudel suuremaid muutusi ei tuvastatud, on üllatav, kuid ka ala, millele liiklusõnnetused jaotuvad, on suurem kui Tallinn.

Kõige väiksem õnnetuste arvu kasv (10,1%) oli uurimisperioodil Saku vallas ning kõige suurem (77,0%) Rae vallas. Need vallad erinevad nii rahvaarvu, tömbekeskuste kui planeerimisstrateegia poolest. Kui Saku vallas on põhirõhk elamupiirkondade rajamisel, siis Rae vallas pigem tootmisvõimaluste arendamisel. Kuigi Saku vald on näide elamispiirkonna valgumisest pealinna piiri taha, siis Rae valda on üle linnapiiri Tallinn-

Tartu maantee äärde valgunud tööstus- ja laohooned. Viimaseid otsustatakse rajada pealinna piiri taha samadel põhjustel nagu elamupiirkondi: kinnisvarahinnad on madalamad kui pealinnas, kuid linn, kliendid ja teedevõrk on lähedal.

Varasematest liiklusõnnetuste ja maakasutuse võrdlevatest uurimustest on selgunud, et hõredalt asustatud aladel toimub vähem liiklusõnnetusi (Loukaitoi-Sideris et al., 2007; Yang ja Loo, 2016), kuid nad on koondunud ristmikule (Marks, 1957, *cit.* Gladhill, 2011). Tallinna lähialadel toimunud muutustest väärrib mainimist vaid Tallinna ringteel asuv ringristmik, millelt on ligipääs Jüri alevikule ja Tallinn-Tartu maanteele. Tallinna poolt ringristmikule sisenemise kohas on liiklusõnnetuste arv vähenenud ning osalt mängib selles rolli kindlasti ringristmiku ümberehitus ja sellega kaasnenud liikluskorralduslikud muudatused. Küll aga on ka selles kohas toimunud muutus pigem väike Tallinna-siseste muutustega võrreldes. Tõenäoliselt on osaliselt ka põhjuseks see, et antud töös uurimise all olnud ajavahemik ei kattu peamise valglinnastumise perioodiga. Pikema aja taha ulatuva andmerea puhul oleks ehk ka pealinna lähialadel olevatel ning valglinnastumise protsessi tõttu aja jooksul suurenenud liiklussagedusega teedel ja ristmikel muutuseid tuvastatud. Paraku ei ole enne 2012. aastat liikluskindlustuse registri liikluskindlustusjuhtumite andmeid täielikult geokodeeritud.

Tallinna linnas toimunud muutustest kajastati kümne suurima ja väikseima summeeritud muutusega ruute, mille asukohaks olid kas ristmikud või teelõigud. Neist suurima muutusega 14 ja väikseima muutusega 18 ruutu. Mõlemast rühmast kolme absoluutväärtuselt suurimat muutust kirjeldati detailsemalt ning selgus, et:

- a. Liiklussageduse kasv võib omada mõju liiklusõnnetuste arvu suurenemisel, kuid puuduvad (aastatevahelised võrreldavad) liiklussagedusandmed mõnede suuremate ristmikute (näiteks Haabersti ringristmik ning Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmik) kohta, mis annaksid võimaluse täpsemaks analüüsiks (käesolevas uurimuses kaasati võimalusel andmeid lähimate ristmikute ja teelõikude kohta);
- b. Liikluskorraldusmuudatused võivad soodustada nii liiklusõnnetuste arvu suurenemist kui vähenemist, kusjuures käesolevas uurimuses kirjeldatud näidete puhul ajutised muudatused vähenemist ning alalised muudatused nii suurenemist kui vähenemist;
- c. Maakasutuse muutuste mõju liiklusõnnetuste arvule on keeruline hinnata, kuivõrd kirjeldatud näidetes ristmikute vahetus läheduses esinenud maakasutuse muutuseid

oli vaid mõned üksikud ning pigem võis liiklemist (liiklussageduse kasvu ja seeläbi liiklusõnnetuste arvu suurenemist) soodustada ristmikust kaugemale ehitatud uued kaubanduskeskused, kontorihooned ja elamispinnad.

Liiklussagedus on uuritavaal perioodil enamikes detailsemalt kirjeldatud liikluskeskkondades (ptk 7.2.1 ja 7.2.2) kasvanud, kasvanud on ka Eestis registreeritud autode arv koos liiklusõnnetustega (ptk 3). Kõik kuus detailsemalt kirjeldatud muutuste tulipunkti (nii õnnetuste arvu kasvu kui kahanemisega) asusid magistraal- ehk suurima liiklussagedusega tänavatel, nendeks olid: Viru ring, Tammsaare tee ja Sõpruse pst ristmik, Tammsaare tee ja Pärnu mnt ristmik, Haabersti ringristmik ning Järvevana tee, Suur-Sõjamäe tee ja Tartu mnt ristmik.

Liikluskorraldusmuudatuste mõju näiteks Haabersti ringristmikul on olnud selgelt liiklusõnnetuste arvu vähenemisele, sest peaaegu igal aastal uurimisperioodi jooksul on sellel ristmikul või ristmikuga seotud teedel toimunud ehitustööd, mis mõjutavad liiklussagedust, aga panevad autojuhid pidevalt etteaimamatutesse olukordadesse, mis on ka üks võimalus liiklusõnnetuste arvu teadlikuks vähendamiseks – luua keskkond, mis ei ole etteaimatav (vt Hamilton-Baillie, 2010). Samas pärast liikluskorralduse muutmist Viru ringil on liiklusõnnetuste arv hüppeliselt kasvanud (200% 2014. ja 2015. aasta võrdluses).

Maakasutusmuutusi detailsemalt kirjeldatud ristmike vahetus läheduses esines vähe, kuid pisut kaugemal toimunud muutused võivad siiski olla mõjutanud liiklussagedust ja -mustreid nendel ristmikel. Näiteks mõne kilomeetri kaugusele ristmikust ehitatud kaubanduskeskused, kauplused, büroohooned või elamupiirkonnad on võimalikud liikluse mõjutajad. Samas ühe või mitme maakasutusmuutuse ja ristmiku vahel põhjuslikku seost leida on keeruline, kui pole tegu ainsa võimaliku sõlmpunkti läbimisega läheduses. Linnaosade üldplaneeringutega tutvudes leiti üks võimalik liiklussagedust indutseeriv uue tõmbekeskuse loomise mõte, mis suurendab kindlasti liiklussagedust Haabersti ringristmikul.

Kõik liiklusõnnetused aga ei toimu ainult ristmikel ja teelõikudel, vaid ka parklates. Parkimisega seotud õnnetuste osakaal kõigist õnnetustest on käesolevas magistritöös kasutatud andmetes aasta-aastalt pidevalt kasvanud (0,001%-lt 37,2%-le). Selle põhjuseks pole mitte inimeste parkimisoskuste kehvenemine, vaid suure tõenäosusega on juhtumite arvu kasvu põhjuseks andmete klassifitseerimisega seotud muudatused, sest 2012. aasta andmetes on situatsioonikirjeldus määramata oluliselt rohkematel õnnetusjuhtumitel kui 2017. aasta andmetes. Tulemustes kajastatud parklates asunud suurimate ja väikseimate

summaarsete muutustega ruute oli kokku 24, neist enamus kaubanduskeskuste (17), aga ka lennujaama (2), büroohonete parklates (3), sadama (1) ja haiglataguses parklas (1). Võib arvata, et kaubanduskeskuste roll pealinna igapäevaelus on märkimisväärne ja pigem kasvava olulisusega, mistõttu on kasvanud ka nende parklates toimuvate liiklusõnnetuste arv.

Käesolevas uurimistöös ei võetud arvesse liiklusõnnetuse tagajärgede kulu kindlustusandjatele, kuid järgnevates analüüsides võiks ka seda arvestada, sest võib olla kohti, kus on vähenenud raskemate tagajärgedega liiklusõnnetuste arv, kuid kergemate tagajärgedega õnnetuste arv on suurenenud. Näiteks saaks välja arvutada, kui palju on maksma läinud Viru ringi liikluskorralduse muudatus, kus leitud muutus oli käesoleva uurimistöös suurim.

Hüpotees 1 leidis kinnitust: *Autostumise kasv ja Tallinna laienemine linna lähialadele on toonud kaasa suurema liiklussageduse ja seeläbi ka rohkem liiklusõnnetusi.* Selgus, et liiklussagedus on Tallinna lähialadel kasvanud: nii linnast väljuvatel maanteedel kui Tallinna ringtee erinevatel lõikudel on kasv väga erinev (vastavalt vahemikus 0,6-38,4% ja 13,4-77,2%). Liiklusõnnetuste arv on lähialadel kasvanud keskmiselt 44,8%. Liiklussageduse kasvule on aluse pannud autostumine, mis omakorda on saanud hoogu heaolukasvust ja inimeste kolimisest linnast kaugemale.

Hüpotees 2 ei leidnud kinnitust: *Muutused teeäärses maakasutuses mõjutavad liiklusõnnetuste toimumise arvu.* Maakasutuse muutuste ja liiklusõnnetuste vahelist seost on keeruline uurida, sest see eeldab väga detailse andmestiku olemasolu maa sihtotstarvete ja tegelike kasutusotstarvete muutumise kohta. Lisaks tuleb maakasutuse muutuse mõju liiklusele paremini esile alles pikema andmerea ja suuremate muutuste puhul.

Hüpotees 3 leidis kinnitust: *Muutused liikluskorralduses mõjutavad liiklusõnnetuste arvu.* Nii mõneski näites selgus, et liikluskorraldusel võib olla mõju nii liiklusõnnetuste arvu vähenemisele kui suurenemisele. Et liikluskorraldusmuudatuste eesmärk on liiklusohutustaseme tõstmine, tuleks liiklusõnnetuste arvu vähendamiseks tulevikus rakendatavad liikluskorraldusmuudatused paremini läbi mõelda ja kaaluda ka liiklusohutuse auditeerimist neisse protsessidesse.

Tulevikus võiks liiklusõnnetuste andmeid kasutades vaadata suuremate ümberehituste mõju liiklusõnnetuste arvule ja kulule, kuid oluline on, et ümberehitus jääks võimalikult uurimisperioodi keskele. Näiteks võiks sellise objektina huvi pakkuda Tallinna ringtee,

mille terves ulatuses on viimastel aastatel tehtud palju muudatusi. Käesoleva uurimistöö jätkuna võiks tulevikus uurida ka teisi Eesti linnasid ja nende lähialadel toimunud muutusi liiklusohutuse aspektist lähtuvalt.

Kokkuvõte

Liiklussageduse kasvu soodustavaid tingimusi on teadusmaailmas palju uuritud ning suuresti peitub autokasutuse kasvu taga inimeste heaolu, sealhulgas soov elada rahulikus keskkonnas, omada oma maja ja aeda. Selliseid tingimusi on võimalik täies mahus täita vaid väljaspool linnasid. Nii on ka Tallinna linn aastakümnete jooksul laienenud üle piiri lähivaldadesse, kus on rahulikum elukeskkond, kuid vähem töökohti ja keerulisem korraldada ühistransporti. Inimeste liikumised kodu, töö ja haridusasutuste vahet nõuavad hõredalt asustatud aladel isikliku auto olemasolu, tõstes seeläbi liiklussagedust nii linnalähedastel kui linnasisestel teedel.

Tulenevalt Elviku ja Vaa (2004) väitest, millekohaselt pikenevad vahemaad tekitavad rohkem liiklust, sest eelistatakse rohkem isiklikku autot ning seeläbi kasvab liiklussageduse suurenedes ka liiklusõnnetuste arv, oli käesoleva magistritöö eesmärk kaardistada Tallinnas ja lähivaldades kohad, kus liiklusõnnetuste arv on märgatavalt muutunud (suurenenud või vähenenud) 2012.-2017. aastal, tuues välja ka nende muutuste võimalikud põhjused. Lisaks püstitati valglinnastumise protsessist ajendatuna järgmised hüpoteesid:

1. Autostumise kasv ja Tallinna laienemine linna lähialadele on toonud kaasa suurema liiklussageduse ja seeläbi ka rohkem liiklusõnnetusi.
2. Muutused teeäärses maakasutuses mõjutavad liiklusõnnetuste toimumise arvu.
3. Muutused liikluskorralduses mõjutavad liiklusõnnetuste arvu.

Hüpoteeside kontrollimiseks analüüsiti Harjumaal asuvaid liiklusohtlikke kohti 50x50-meetrise ruudustiku täpsusega. Igale ruudule omistati selle sisse jäävate Eesti Liikluskindlustusfondi andmestikus olevate liiklusõnnetuste arv iga aasta kohta perioodil 2012-2017. Edasi leiti aastatevahelised muutused igas ruudus ning leiti summaarne muutus, mille positiivne väärtus viitab liiklusõnnetuste arvu kasvamise tendentsile ja negatiivne väärtus kahanemisele.

Tulemustes kajastati eraldi Tallinna-siseseid ja Tallinna lähivaldades paiknenud muutuste ruute. Tallinna-sisestest ruutudest kajastati peamiste tulemustena ainult teedel ja ristmikel paiknevaid ruute ja neis toimunud muudatusi. Kolmes suurimas liiklusõnnetuste arvu vähenemise ja suurenemisega ruudus toimunud muutusi kirjeldati detailsemalt ning ülevaade anti ka uurimisperioodi jooksul kõikunud liiklusõnnetuste arvuga ruutudest.

Tallinna lähivaldades olid muutused tagasihoidlikumad kui Tallinna linnas ning ruudud asusid peamiselt parklates.

Hüpoteesidest said kinnitust Tallinna lähivaldade liiklussageduse ja liiklusõnnetuste arvu kasvu ja liikluskorraldusega seotud liiklusõnnetuste arvu puudutavad hüpoteesid. Maakasutuse muutuste mõju käesolevas magistritöös liiklusõnnetuste arvule hinnata ei õnnestunud, mistõttu hüpotees kinnitust ei leidnud. Maakasutuse muutuste mõju paremaks analüüsimiseks sobiksid andmed Ehitisregistrist, kuid registri andmetes esineb hetkel suuri puuduseid.

Käesoleva magistritöö tulemusi mõjutab suhteliselt lühike uurimisperiood, mis ei ulatu valglinnastumise algaastateni (pärast Eesti taasiseseisvumist) ega hõlma kinnisvarabuumi kõrgaega 2008. aastal. Pikema liiklusõnnetuste andmerea olemasolu puudumisel on kasutatud andmetega saadud tulemused aga huvitavad, eelkõige võiks avalikele institutsioonidele huvi pakkuda liikluskorraldusmuudatuste mõju liiklusõnnetuste toimumisele.

Eesti Liikluskindlustusfondi liiklusõnnetuste andmed on sobilikud sarnaste uurimuste läbiviimiseks teistes Eesti piirkondades.

Dynamics and Hot Spots of Traffic Accidents in Tallinn and Neighbouring Areas from 2012 to 2017

Brita Vibo

Summary

The factors associated with the increase in traffic volume have been investigated for years. The increase in preferring cars as the main transport option is induced by the welfare of society and the possibility to choose to live in the rural areas. Tallinn, the capital of Estonia, has also spread over its borders during the last decades, where there is a more peaceful environment for living, but less workplaces and more difficult and costly to organize public transport. Traffic volume is increased on the roads both in the suburbs and in the capital because of the distances being lengthened for people living outside the city and therefore by the need of having their personal car to travel to work, education and shopping facilities.

According to Elvik and Vaa (2004), longer distances lead to more travel, because personal car is preferred and therefore traffic volume and traffic accidents increase. This leads to the purpose of this paper to map places in Tallinn and its neighbouring municipalities, where the number of traffic accidents has noticeably changed (increased or decreased) during the period of 2012 to 2017. This paper also tries to find possible causes for these changes. Following hypotheses were set up:

1. Increasing number of cars in the traffic and Tallinn spreading over its borders has brought with it an increase in the traffic volume and therefore also an increase in the number of traffic accidents.
2. Changes in the land use near roads influence the number of traffic accidents.
3. Changes in road management influence the number of traffic accidents.

To test the hypotheses, first a uniform grid of 50-meter cells was generated for the county of Harju. The changes in the number of traffic accidents was calculated for every cell from the traffic accident dataset of Estonian Traffic Insurance Fund from the period of 2012 to 2017. Finally, the changes were summed to reflect the dynamics of the traffic accidents: a positive value showed the increase and a negative value showed the decrease in the traffic accidents in every cell during the study period.

In-Tallinn and Tallinn-outskirts results are presented separately, as the differences in the amounts of the changes are big. Three cells with the biggest changes (decreases and increases) from in-Tallinn were covered in more detail and an overview of cells with

fluctuating number of accidents over the study period was given. Results in Tallinn-outskirts were modest compared to in-Tallinn results and the cells with the biggest changes were mainly located in the parking lots of shopping facilities.

The first and third hypothesis were confirmed. The hypothesis about land use changes could not be confirmed because of the inability to measure the impact of the land use changes.

The traffic accidents' dataset of Estonian Traffic Insurance Fund is suitable for similar researches in different time periods and other regions of Estonia in the future.

Tänuavaldused

Autor tänab juhendajat Evelyn Uuemaad suurepärase juhendamise eest.

Veel lähedad tänusõnad:

- Autori isale inspireeriva teemapüstituse eest.
- Tiia Rõivasele kirjandusega varustamise eest.
- Eesti Liikluskindlustusfondi GIS-spetsialistile Ülli Reimetsale liiklusõnnetuste andmete ja nendega seonduvate asjaolude selgitamise eest.
- Tallinna Transpordiameti liikluskorraldusspetsialistile Kirsika Läätsale põhjalike vastuste eest liikluskorraldusküsimustes.
- Maanteeameti liiklusohutuse osakonna juhatajale Erik Ernitsale PPA kogutud liiklusõnnetuste andmete ja nendega seonduvate asjaolude selgitamise eest.
- Inseneribüroo Stratumi juhatuse esimehele Margus Nigolile ettevõtte transpordimudelist Viru ringi liiklussagedusandmete väljavõtete tegemise eest.
- AS K-Projektist Taavi Agasillale Haabersti ringristmiku liiklussõlme liiklussagedusanalüüsi edastamise eest.

Lisaks tänab autor lähedasi toetuse ja abi eest töö valmimisel!

Kasutatud kirjandus

Banister, D., 2002. *Transport Planning: 2nd Edition*. London: Spon.

Cervero, R., Murakami, J., 2010. Effects of built environments on vehicle miles travelled: evidence from 370 US urbanized areas. *Environ. Plann. A*, 42: 400-418.

Cohen-Blankshtain, G., Rotem-Mindali, O., 2016. Key research themes on ICT and sustainable urban mobility. *Int. J. Sustain. Transp.*, 10(1): 9-17.

Curtis, C., 2005. *Creating Livable Streets: Developing Traffic Management Guidelines for Western Australia*. In: K. Williams (Editor), *Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport*. England: Ashgate.

Dereli, M. A., Erdogan, S., 2017. A new model for determining the traffic accident black spots using GIS-aided spatial statistical methods. *Transp. Res. Part. A Policy. Pract.*, 103: 106-117.

Deshmukh, P., 2010. *Urban Transport Planning and Management*. New Delhi.

Elvik, R., Vaa, T., 2004. *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier.

Ernits, E., 2018. Meilivahetus käesoleva töö autoriga. 02.03.2018.

Euroopa Komisjon, 2008. EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2008/96/EÜ, 19. november 2008, maanteed infrastruktuuri ohutuse korraldamise kohta.

Euroopa Komisjon, 2010. Euroopa kui liiklusohutusala: poliitikasuunised liiklusohutuse valdkonnas aastateks 2011–2020.

Fahlquist, J. N., 2006. Responsibility ascriptions and Vision Zero. *Accid. Anal. Prev.*, 38: 1113-1118.

Giuliano, G., 1999. Land Use Policy and Transportation: Why We Won't Get There From Here. *Transportation Research Circular*, 492: 179-98. In: S. Hanson ja M.-P. Kwan (Editors) *Transport: Critical Essays in Human Geography*. Ashgate Publishing Limited.

Gladhill, K. W., 2011. *Exploring Traffic Safety and Urban Form in Portland, Oregon*. Master Thesis. Portland State University.

Hamilton-Baillie, B., 2010. Urban design: Why don't we do it in the road? Modifying traffic behaviour through legible urban design. *J. Urban Technol.*, 11(1): 43-62.

- Hevelke, A., Nida-Rümelin, J., 2014. Responsibility for Crashes of Autonomous Vehicles: An Ethical Analysis. *Sci. Eng. Ethics*, 21(3): 619-630.
- Hickman, R., Banister, D., 2005. Reducing Travel by Design: What About Change Over Time? In: K. Williams (Editor) *Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport*. England: Ashgate.
- Kaitsepolitsei, 2013. Aastaraamat 2013.
- K-Projekt AS, 2016. Haabersti liiklussõlme liiklusuuring.
- Lilienthal, T., 2015. Valginnastumine Jõelähtme vallas. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut.
- Lind, H., 2014. Eeslinliku asustusemustrid areng Rae vallas. Lõputöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Litman, T., 2018. *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behaviour*. Victoria Transport Policy Institute.
- Liu, Y., Wang, F., Xiao, Y., Gao, S., 2012. Urban land uses and traffic 'source-sink areas': Evidence from GPS-enabled taxi data in Shanghai. *Landscape Urban Plan.*, 106: 73-87.
- Loukaitoi-Sideris, A., Liggett, R., Sung, H.-G., 2007. Death on the Crosswalk: A Study of Pedestrian-Automobile Collisions in Los Angeles. *J. Plan. Educ. Res.*, 26: 338-351.
- Lääts, K. 2018. Kirjavahetus töö autoriga.
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017. Eesti liiklusohutusprogramm 2016-2025.
- Metspalu, P., 2005. Uuselamuehitus ja planeerimispraktika areng Harjumaa näitel. Magistritöö inimgeograafias. Tartu Ülikooli geograafia instituut.
- Metsvahi, T., 2013. 2012.-2013. a. sügistalve Tallinna liiklussageduste võrdlus varasemate aastatega. Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituut.
- Metsvahi, T., 2017. Tallinna kesklinna liikluse muutuse monitooring automaatse seiresüsteemi andmete põhjal: 2016. aasta IV kvartal. Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituut.
- Nauts, O., 2016. Liiklusõnnetuse riskide prognoosimine riiklike vahendite tõhusamaks kasutamiseks. Magistritöö. Tartu Ülikooli Johan Skytte poliitikauuringute instituut.

- Nigol, M., 2018. Meilivahetus käesoleva töö autoriga. Kuupäev: 02.05.2018.
- Ossenbruggen, P. J., Pendharkar, J., Ivan, J., 2001. Roadway Safety in Rural and Small Urbanized Areas. *Accident Anal. Prev.*, 33: 485-498.
- Pojani, D., Stead, D., 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7: 7784-7805.
- Pojani, D., Stead, D., 2018. Policy design for sustainable urban transport in the global south. *Policy Design and Practice*, 2018.
- Potoglou, D., Kanaroglou, P. S., 2006. Modelling Car Ownership in Urban Areas: A Case Study of Hamilton, Canada. Centre for Spatial analysis – Working Paper Series. McMaster University.
- Prasannakumar, V., Vijith, H., Charutha, R., Geetha, N., 2011. Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment. International Conference: Spatial Thinking and Geographic Information Sciences 2011. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 21: 317-325.
- Rae vallavolikogu, 2013. Rae valla üldplaneering.
- Rae vallavolikogu, 2016. Rae valla arengukava 2016-2025.
- Reimets, Ü., 2018. Meilivahetus käesoleva töö autoriga 11.04.2018.
- Rosencrantz, H., Edvarsson, K., Hansson, S. O., 2007. Vision Zero – Is it irrational? *Transp. Res. A*, 41: 559-567.
- Saku vallavolikogu, 2009. Saku valla üldplaneering.
- Saku vallavolikogu, 2015. Saku valla arengukava 2012-2025.
- Shariat-Mohaymany, A., Shahri, M., 2017. Crash Prediction Modeling Using a Spatial Semi-Local Model: A Case Study of Mashrad, Iran. *Appl. Spatial Analysis*, 10: 565-584.
- Statistikaamet, 2013. Liiklusõnnetustest taasiseseisvunud Eestis. Autor: Piret Pukk. Eesti statistika kvartalikirj 2/13.
- Statistikaamet, 2018a. RV021: RAHVASTIK, 1. JAANUAR --- Sugu, Aasta ning Vanuserühm.
- Statistikaamet, 2018b. TS32: SÕIDUKID, 31. DETSEMBER --- Aasta ning Näitaja.

- Stratum, 2013. Ülemiste liiklussõlme avamise mõju analüüs. Koostajad: Tiit Metsvahi, Dago Antov, Margus Nigol.
- SWOV (Institute for Road Safety Research), 2006. Advancing Sustainable Safety: National Road Safety Outlook for 2005-2020. Fred Wegman ja Letty Aarts (Editors).
- Štšeglakov, A., 2014. Maanteede kurvilisuse ja liiklusõnnetuste esinemissageduse vahelised seosed. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Štšeglakov, A., 2016. Riigimaanteedel toimunud liiklusõnnetuste koondumiskohtade leidmise meetodid. Magistritöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Taniguchi, M., Ikeda, T., 2005. The Compact City as a Means of Reducing Reliance on the Car: A Model-Based Analysis for a Sustainable Urban Layout. In: K. Williams (Editor) Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport. England: Ashgate.
- Tartu linnavalitsus, 2017. Tartu liiklusohutusprogramm 2017-2025.
- Tingvall, C., Haworth, N., 1999. Vision Zero – An Ethical Approach to Safety and Mobility. Ettekanne konverentsil 6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000, Melbourne'is, 6.-7. septembril 1999.
- Veiler, M., 2013. Töökoha asukoha mõju inimeste linnaruumi kasutusele. Magistritöö inimgeograafias. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Whitelegg, J., 1993. Time Pollution. *The Ecologist*, 23: 131-34.
- Xie, K., Ozbay, K., Kurkcu, A., Yang, H., 2017. Analysis of Traffic Crashes Involving Pedestrians Using Big Data: Investigation of Contributing Factors and Identification of Hotspots. *Risk Analysis*, 37(8): 1459-1476.
- Xie, Z., Yan, J., 2008. Kernel Density Estimation of Traffic Accidents in a Network Space. *Computers, Environment, and Urban Systems*, 35(5): 396-406.
- Yamane, K., Smart, W. D., Forlizzi, J., 2017. How to form robot law – A case study of autonomous cars. *Advanced Robotics and its Social Impacts*, 2017. Konverentsi ettekanne.
- Yang, B. Z., Loo, B. P. Y., 2016. Land use and traffic collisions: A link-attribute analysis using Empirical Bayes method. *Accident Anal. Prev.*, 95: 236-249.

Internetiallikad:

ArcGIS, 2016a. Kernel Density. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/kernel-density.htm> (viimati vaadatud: 09.05.2018)

ArcGIS, 2016b. Optimized Hot Spot Analysis. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/optimized-hot-spot-analysis.htm> (viimati vaadatud: 09.05.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2005. 2004. aasta liiklusloenduse tulemused. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2003-2006/liiklusloendus_2004.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2006. 2005. aasta liiklusloenduse tulemused. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2003-2006/liiklusloendus_2005.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2007. 2006. aasta liiklusloenduse tulemused. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2003-2006/liiklusloendus_2006.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2008. Liiklusloenduse tulemused 2007. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2007/liiklusloendus_2007.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2009. Liiklusloenduse tulemused 2008. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2008/2008_aasta_liiklusloenduse_tulemused.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2010. Liiklusloenduse tulemused 2009. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2009/2009_aasta_liiklusloenduse_aruanne_lisadega1_6.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2011. Liiklusloenduse tulemused 2010. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2010/112010aruanne_tekst.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2012. Liiklusloenduse tulemused 2011. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2011/ll_2011_aruanne.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2013. Liiklusloenduse tulemused 2012. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2012/ll_2012_aruanne.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2014. Liiklusloenduse tulemused 2013. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2013/ll_2013_aruanne.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2015. Liiklusloenduse tulemused 2014. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2014/aruanne_ll_2014.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2016. Liiklusloenduse tulemused 2015. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2015/aruanne_2015.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2017. Liiklusloenduse tulemused 2016. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2016/aruanne_2016.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

AS Teede Tehnokeskus, 2018. Liiklusloenduse tulemused 2017. aastal. URL: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2017a/0_ll2017_aruanne_koos.pdf (viimati vaadatud 15.04.2018)

Bonava, 2018. Pärnaõue trend: tutvustus. URL: <https://www.bonava.ee/kinnisvara/tallinn/parnaoue/parnaoue-trend> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Delfi, 2013. FOTOD: Täna kehtib Haabersti ringil uus liikluskorraldus, Statoil läheb kohtusse. Ilmunud veebis: 14.09.2013. URL: <http://www.delfi.ee/news/paevauudised/eesti/fotod-tanasest-kehtib-haabersti-ringil-uus-liikluskorraldus-statoil-laheb-kohtusse?id=66735811> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

ERR, 2014. Sirp: Mere puiestee ülekäik ja jalakäijate liikumisvabadus. Autor: Taavi Tuvikene. Ilmunud veebis: 26.07.2014. URL: <https://kultuur.err.ee/300685/sirp-mere-puiestee-ulekaik-ja-jalakajate-liikumisvabadus> (viimati vaadatud: 11.04.2018)

ERR, 2018. Enim liiklusõnnetusi toimub selge ilmaga. Autor: Merilin Pärli. Ilmunud veebis: 31.01.2018. URL: <https://www.err.ee/678801/enim-liiklusonnetusi-juhtub-selge-ilmaga> (viimati vaadatud: 14.04.2018)

Mei, K., 2018. Liikluskindlustuse statistika, 2017. aasta. Ettekande slaidid. URL: https://www.lkf.ee/sites/default/files/LKmajandustulemuste_kvarteesitlus_2017_4Q_v3.pdf?426 (viimati vaadatud: 23.04.2018)

Pealinn, 2014a. Ehitajate tee remont peaks tegema lõpu Haabersti ringi ummikutele. Reporter: Urmas Kaldmaa. Ilmunud veebis: 06.06.2014. URL: <http://www.pealinn.ee/newset/ehitajate-tee-remont-peak-tegema-lopu-haabersti-ringi-ummikutele-n16801> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Pealinn, 2014b. Transpordiamet: jalakäijate foor kiirendaks Mere puiesteel liiklust. Ilmunud veebis 22.05.2014. URL: <http://www.pealinn.ee/newset/transpordiamet-jalakajate-foor-kiirendaks-mere-puiesteel-liiklust-n15897> (viimati vaadatud: 11.04.2018)

Rüütelmaa, T., 2016. Liiklusohutus ja planeerimine. Ettekanne liiklusohutuse seminaril Tallinna Tehnikakõrgkoolis 5. mail 2016. aastal. URL: <http://eprints.ttk.ee/id/eprint/2569> (viimati vaadatud: 16.03.2018)

Tallinn, 2014. Tänavajutune sulgemine: Suur-Sõjamäe tänav (J. Smuuli tee-linna piir) rekonstrueerimine. URL: <https://opinfo.tallinn.ee/menetlus/4755> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Tallinna Postimees, 2014. Fotod: Viru ringile paigaldati valgusfoorid. Reporter Uwe Gnadenteich. Ilmunud veebis: 20.06.2014. URL: <https://tallinn.postimees.ee/2834891/fotod-viru-ringile-paigaldati-valgusfoorid> (viimati vaadatud: 11.04.2018)

Tallinna Postimees, 2016. Paldiski maantee remont sunnib Tallinnas tuhanded autod ümbersõidule. Reporter: Uwe Gnadenteich. Ilmunud veebis: 30.03.2016. URL: <https://tallinn.postimees.ee/3627905/paldiski-maantee-remont-sunnib-tallinnas-tuhanded-autod-umbersoidule> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Trafikverket, 2014. Origin and background Vision Zero. Swedish Transport Administration. URL: <https://www.trafikverket.se/en/startpage/operations/Operations-road/vision-zero-academy/Background-Vision-Zero/> (viimati vaadatud: 03.04.2018)

Trafikverket, 2017. This is Vision Zero. Swedish Transport Administration. URL: <https://www.trafikverket.se/en/startpage/operations/Operations-road/vision-zero-academy/This-is-Vision-Zero/> (viimati vaadatud: 03.04.2018)

Vibo, R., 2016. Liiklusohutuse auditeerimise tingimuste määrus vajab muutmist (tühistamist). URL: <https://liiklusohutusaudit.ee/blog/liiklusohutuse-auditeerimise-tingimuste-maarus-vajab-muutmist-tuhistamist/> (viimati vaadatud: 03.04.2018)

Vibo, B., 2018. Etteaimatavus või ebamäärasus – kumb on ohutum? URL: <https://liiklusohutusaudit.ee/blog/etteaimatavus-voi-ebamaarasus/> (viimati vaadatud: 20.04.2018)

WHO, 2016. Road traffic mortality rate, 2013. URL: http://gamapservr.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_RoadTraffic_Mortality_2013.png (viimati vaadatud 13.05.2018)

WHO, 2017. Top 10 causes of death. URL: http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/ (viimati vaadatud: 13.05.2018)

Äripäev, 2016. Bauhaus avab Tallinnas oma teise kaubamaja. Ilmunud veebis: 09.03.2016. URL: <http://www.kaubandus.ee/uudised/2016/03/09/bauhaus-avab-tallinnas-oma-teise-kaubamaja> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Äripäev, 2017. Maxima kolmas hüpermarket valmib jõuludeks. Ilmunud veebis: 21.02.2017. URL: <http://www.kaubandus.ee/uudised/2017/02/21/maxima-kolmas-hupermarket-valmib-jouludeks> (viimati vaadatud: 30.04.2018)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Brita Vibo,

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Liiklusõnnetuste dünaamika ja muutuste tulipunktid Tallinnas ja naabervaldades aastatel 2012-2017“,

mille juhendaja on Evelyn Uemaa,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **28.05.2018**