

Sisekaitseakadeemia
Sisejulgeoleku instituut

Tanel Murakas

**ELUPÄÄSTEAEHELA LÜHENDAMISE VÕIMALUSED
PÄÄSTESÜNDMUSTELE REAGEERIMISEL
TALLINNA NÄITEL LIIKLUSVOOGUDEGA
ARVESTAVA TRANSPORDIMUDELI
KASUTAMISEL**

Magistritöö

Juhendaja:
Dago Antov, Phd

Kaasjuhendaja:
Priit Suve, Phd

Tallinn 2021

MAGISTRITÖÖ ANNOTATSIOON

Sisejulgeoleku instituut	Juuni 2021
Töö pealkiri eesti keeles: „Elupäästeahela lühendamise võimalused päästesündmustele reageerimisel Tallinna näitel liiklusvoogudega arvestava transpordimudeli kasutamisel“	
Töö pealkiri võõrkeeles: „Possibilities of shortening the life-saving chain in response to rescue situations on the example of Tallinn using a transport model that takes traffic flows into account“	
<p>Lühikokkuvõte: Magistritöö on kirjutatud eesti keeles ja sisaldab ingliskeelset resümeeid. Töö maht on 63 lehekülge. Magistritöös on kasutatud kokku 49 erinevat allikat.</p> <p>Uurimisprobleem on esitatud küsimusena, kuidas on võimalik lühendada sündmuskohale saabumise aega? Uurimisprobleemile vastuse leidmiseks on püstitatud kaks uurimisküsimust: kas sündmuskohale sõitmiseks kasutati kiireimaid marsruute ja kuidas marsruudi optimeerimine võimaldaks vähendada sündmuskohale saabumise aega? Magistritöö eesmärgiks on selgitada välja sõiduaja lühendamise võimalused liiklusvoogusid arvestava transpordimudeli kasutamisel.</p> <p>Magistritöö eesmärgist ning püstitatud uurimisülesannetest tulenevalt on käesoleva magistritöö puhul tegemist empiirilise uurimisega, kuna lisaks teoreetiliste seisukohtade käsitlemisele on vajalik teostada andmete analüüs. Käesolevas magistritöös kasutatakse sõiduaegade analüüsimiseks Tallinna transpordimudelit (CUBE- tarkvara). Analüüsides sündmuskohale sõitmiseks valitud marsruute ning mudeldades need kõnealuse mudeliga, selgitatakse välja, kas sündmuskohale sõitmiseks kasutati kiireimat võimalikku marsruuti.</p> <p>Teoreetiliste lähtealuste ja uuringu tulemustest lähtuvalt teeb autor ettepanekuid rajatavate päästekomandode asukohtade kriteeriumidele, intelligentse liikluse juhtimissüsteemi kasutusele võtmiseks Tallinna suuremate koormustega ristmikel ja liiklusvoogudega arvestava marsruutimistehnoloogia kasutusele võtmiseks kiireima marsruudi tuvastamiseks.</p>	
Lisad: -	
Võtmesõnad: operatiivsõiduk, transpordimudel, marsruut, liiklusvoog, intelligentsed transpordisüsteemid	
Võõrkeelsed võtmesõnad: emergency vehicle, transport model, route, traffic flow, intelligent transport systems (ITS)	
Säilitamise koht: -	
Töö autor: Tanel Murakas	
Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.	
Allkiri:	Kommentaar: -
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Dago Antov	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Priit Suve	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	
Instituudi juhataja ülesannetes: Anne Valk	Allkiri:

SISUKORD

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU	4
SISSEJUHATUS	5
1. OPERATIIVSÕIDUKITE MARSRUUDIVALIKUTE TEHNOLOOGIAD LINNADES	11
1.1. Operatiivsõidukite eripära liikluses	11
1.2. Tänavavõrk linnades	13
1.3. Linnatranspordi väljakutsed	19
1.4. Marsruudivaliku tehnoloogiad	22
1.5. Sõiduaaja usaldusväarsus.....	31
2. OPERATIIVSÕIDUKITE SÕIDUAEGADE ANALÜÜS	34
2.1. Uuringu meetodika	34
2.2. Valimi moodustamine	37
2.3. Uuringu läbiviimine	39
2.4. Uuringu tulemused.....	44
2.5. Järeldused ja ettepanekud.....	59
KOKKUVÕTE	64
SUMMARY	67
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	68
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	73
LISAD	75
Lisa 1. Analüüsitavate sõitude algandmed	75
Lisa 2. Sõitude andmed (uuringu tulemused).....	79
Lisa 3. Sõiduaegade võrdlusandmed (uuringu tulemused)	83

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

Elupäästeahel – Päästeameti vaates tegevuste jada, mis algab päästesündmusele väljasõidukorralduse saamisega ja lõpeb kannatanu üleandmisega. Elupäästeahela peamised etapid on väljasõit komandost, sündmuskohale sõitmine, eeltegevused sündmuskohal, kannatanu leidmine, kannatanu ohuallikast vabastamine ja kannatanu üleandmine meditsiinitöötajatele.

Elupäästevõimekus (inglise k. *Life-Saving Capability*) – vähemalt kolmeliikmelise päästemeeskonna ja vastava hulga päästetehnika valmisolek päästetööde tegemiseks (kolmeliikmelise päästemeeskonnaga on tagatud esmased ja minimaalsed tingimused ohututeks standard- tegevusteks ja elupäästeks).

ESRI – maailma suurim geoinfo tarkvara tootja.

GIS-112 –kaardirakendus, mis on üks osa hädaabiteate menetlemise infosüsteemist, mis määrab sündmuse asukoha, annab reaajas ülevaate pääste-, politsei- ja kiirabisõidukite asukohast ning võimaldab infovahetust Häirekeskuse ja abiandjate vahel.

ITS (inglise k. *Intelligent Transport Systems*) – intelligentsed transpordisüsteemid ehk dünaamilised liiklusjuhtimise süsteemid, mis kasutavad info- ja sidetehnoloogiat transpordis ning mille abil osutatakse uuenduslikke transpordisüsteemi (eelkõige liikluse) korraldamisega seotud teenuseid mitmesugustele kasutajatele.

ITLS (inglise k. *Intelligent Traffic Light Systems*)– intelligentsed valgusfoori juhtimissüsteemid.

Operatiivsõiduk – kiireloomulisi ameti- või tööülesandeid täitev sõiduk.

Põhiauto (inglise k. *Fire Engine*) – päästemeeskonna, varustuse ja kustutusvee transportimise võimekusega päästeauto päästetööde teostamiseks.

RFID - traadita tehnoloogia, mis kasutab raadiosageduslikku elektromagnetilist energiat RFID-sildi ja RFID-lugeja vahelise teabe edastamiseks.

STAK – Siseturvalisuse arengukava.

SISSEJUHATUS

Siseministeeriumi haldusallas töötab üle 8000 inimese, kes kaitsevad igapäevaselt inimeste elu ja vara. Üheks tegevuseks mitmest on ka päästetööde teostamine. Eestis on 72 päästekomandot, kes teevad igapäevaselt päästetöid inimeste elu, vara ja keskkonna kaitseks. Päästeasutuste tegevus jaguneb viide põhivaldkonda: päästetööd, tuleohutusjärelvalve, demineerimine, ennetustöö ja kriisireguleerimine. Pideva tehnika ja tingimuste uuendamise ja parema väljaõppe eesmärk on, et päästjad jõuaksid abivajajani võimalikult kiiresti. Eestis on 72 päästekomandot, millest 66 on elupäästevõimekusega. Eesmärgiks on võetud, et päästjad jõuaksid abivajajani võimalikult kiiresti. Elupäästevõimekusega päästemeeskond jõuab abivajajani keskmiselt 9 minuti ja 53 sekundiga. Päästeametis on tööl ligi 1800 päästjat ja demineerijat, kellest 320 on igapäevaselt väljasõiduvalmis. 1-minutilise väljasõiduaja ja kuni 15-minutilise kohale jõudmise ajaga jõutakse 95% Eesti inimesteni. (Siseministeerium, 2020)

Päästesündmus on päästeseaduse tähenduses ootamatu olukord, mis vahetult ohustab füüsiliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist, vara või keskkonda tulekahju, loodusõnnetuse, plahvatuse, liiklusõnnetuse, keskkonna reostuse või muu sarnase olukorra korral (Päästeseadus, 2010). Elupäästeahel on Päästeameti vaates tegevuste jada, mis algab päästesündmusele väljasõidukorralduse saamisega ja lõpeb kannatanu üleandmisega. Elupäästeahela peamised etapid on väljasõit päästekomandost, sündmuskohale sõitmine, eeltegevused sündmuskohal, kannatanu leidmine, kannatanu ohuallikast vabastamine ja kannatanu üleandmine meditsiinitöötajatele. (Sisekaitseakadeemia, 2017)

Käesolevas töös uuritakse elupäästeahela erinevatest etappidest sündmuskohale sõitmise etappi, selleks kuluvat aega ja selle lühendamise võimalusi. Võimalikult kiire reageerimisaja saavutamiseks sooritavad päästjad pidevalt harjutusi, nende töökeskkond on vastavalt kohandatud ning operatiivsõidukitele on loodud seadusandluses õigus liikluseeskirjadest kõrvale kaldumiseks. Näiteks on päästekomandode väravatele ja garaažiustele paigaldatud automaatika ning

operatiivsõidukite kiirühenduskaablid (elekter ja õhk) eemalduvad operatiivsõiduki küljest sõiduki käivitamisel automaatselt. Oluline ja pikim ajaressurss kulub sõiduajale, mida mõjutavad muuhulgas marsruudivalik ning tee- ja liiklusolud. Navigatsiooniseadmed on lisaks teekaardile suutelised edastama ka reaajas liiklusinfot. Eestis vastav funktsionaalsus navigatsiooniseadmete kasutamisel puudub. See tähendab, et muuhulgas operatiivsõidukites kasutatav navigatsioonisüsteem ei arvesta reaalse liiklusoludega ja sündmuskohale sõitmise marsruut luuakse ja kuvatakse päästemeeskonnale liiklusolusid arvestamata. Teekond luuakse lühima vahemaa ja kehtestatud kiirusepiirangute alusel. Tulenevalt eeltoodust võib tekkida olukord, milles sündmusele reageeriv operatiivsõiduk takerdub liiklusummikusse ning kaotab olulisi sekundeid või koguni minuteid.

Magistritöö teema **aktuaalsus** seisneb asjaolus, et elupäästeahela lühendamise ehk kiirema reageerimise vajalikkust rõhutatakse nii Siseturvalisuse arengukavas kui ka Päästeameti strateegias. Siseturvalisuse arengukava peamine eesmärk on tagada turvalises Eestis stabiilne elukeskkond, kus inimene tunneb ennast kaitstult ja kus on tagatud tema ohutus ja kindlustatus. Lisaks ennetamisele on vaja olla valmis ka kiirelt reageerima, sest kõiki õnnetusi ja ohte ennetada ei ole võimalik. Arengukava kohaselt on vaja kitsaskohtade lahendamiseks leida asjakohaseid, mõjusaid ja nutikaid lahendusi. Siseturvalisuse arengukava põhjal toetavad sündmuste lahendamist innovaatilised infotehnoloogia- ja sidelahendused. (Siseministeerium, 2020)

Päästeameti strateegia kujutab endas strateegiliste eesmärkide kogumit, mis suunab asutuse tegevust kümne aasta vaates. Päästeameti strateegias seatakse üheks Päästeameti eesmärgiks, et päästesündmusele kohale jõudmine on kiire ning päästesündmusele esimese päästemeeskonna kohale jõudmise keskmine aeg püsib alla 10 minuti (Päästeamet, 2016). Kuigi Tallinna linnas on päästemeeskonna keskmine sündmuskohale jõudmise aeg strateegias seatud eesmärkide piirides, siis on jätkuvalt oluline püüelda sündmuskohale sõiduaja vähendamise suunal ka Tallinna linnas. Tallinna linnas elab märkimisväärne osa Eesti elanikkonnast ja tehakse märkimisväärne osa väljasõitudest, mis on statistiliste eesmärkide saavutamisel oluline. Päästesündmusele kohale jõudmise ajana käsitletakse

ajavahemikku päästekomandosse teate edastamisest kuni päästesündmusele kohale jõudmiseni (Päästeamet, 2016).

Käesoleva magistritöö **uudsus** seisneb eelkõige selles, et magistritöö koostajale teadaolevalt ei ole Eestis operatiivsõidukite marsruudivalikute temaatikat akadeemiliselt varasemalt uuritud.

Kuigi tavasõidukite jaoks on loodud palju marsruutimisteenuseid ja juurdepääsetavuse analüüse, ei ole teada ühtegi, mis võtaks arvesse operatiivsõidukite spetsiifikat. Sellise analüüsi tegemiseks on vaja valida sobiv tarkvara ja sobivad analüüsitavad andmed. Kuid sobivust saab hinnata vaid siis, kui on teada nõuded. Soovitav on analüüsida jaoks mitme lähtepunkti valik ning tulemuse võimalikult kiire arvutamine. Tähtsad nõuded on terviklik, ajakohane ja täpne põhikaart ning marsruutimisgraafik. (Snyder, et al., 2013, p. 3)

Varasematest Eestis läbiviidud uuringutest on operatiivsõidukite reageerimisajaga seonduvat uurinud Martin Kreek 2014. aastal Sisekaitseakadeemias kaitstud lõputöös "Põhiautode väljasõidu ning kohalesõidu protsessi analüüs Tallinnas". Lõputöö eesmärgiks oli analüüsida Kesklinna ja Nõmme päästekomandode põhiautode väljasõidu ning kohalesõidu protsessi. Kreek (2014) töötas lõputöö tulemusena välja matemaatilise võrrandi kohalesõidu aja ennustamiseks Tallinna linnas. Liiklusintensiivsuse mõju operatiivsõidukite reageerimisele on uurinud Reigo Laev 2018. aastal samuti Sisekaitseakadeemias kaitstud lõputöös „Liiklusintensiivsuse mõju pääste operatiivsõidule kolme Tallinna linna ristmiku näitel“. Lõputöös uuriti pääste operatiivsõidukite keskmiseid kiiruseid Tallinna suure liiklustihedusega ristmikel. Laev (2018) jõudis sõiduaegade analüüsis järelduseni, et operatiivsõidukitega on ristmike läbimise ajad olenemata kellaajust suhteliselt sarnased ja seega liiklustihedus ristmikul ei mõjuta operatiivsõiduki liikumiskiirust ristmikel. Lõputöös uuriti operatiivsõiduki sündmuskohale sõidu osa, mis käsitles ristmiku läbimist ja sellel kulunud keskmist kiirust. Laev leiab, et kuna kogu sündmuskohale sõit hõlmab palju rohkemat, siis on vajalik analüüsida ka sündmuskohale sõidu teisi etappe.

Inimelu võib sõltuda vaid mõnest sekundist, mistõttu on päästesündmused ja nendele reageerimised oma loomult väga ajakriitilised tegevused. Seda toetavad nii

Siseturvalisuse arengukava kui ka Päästemati strateegia. Päästesündmusele kiire kohale jõudmine on seatud eesmärgiks mõlemas suunda näitavas dokumendis. Autori hinnangul ei ole teada, kas operatiivsõidukite juhid kasutavad sündmuskohtadele sõitmiseks kiiremaid marsruute. Samuti ei ole teada, kas liiklustihedusega (s.h ristmike läbilasevõimega) arvestava transpordimudeli kasutusele võtmine muudaks sündmuskohale saabumise kiiremaks. See vajab uurimist ja vajaduse korral ettepanekute tegemist, eesmärgiga kiirendada operatiivsõidukite sündmuskohale saabumist, vähendades seeläbi inim- ja varakahjusid.

Tulenevalt vajadusest jõuda päästesündmustele kiiremini kohale, on magistritöö **uurimisprobleem** esitatud küsimusena, kuidas on võimalik lühendada sündmuskohale saabumise aega?

Uurimisprobleemile vastuse leidmiseks on püstitatud kaks **uurimisküsimust**:

1. kas sündmuskohale sõitmiseks kasutati kiiremaid marsruute?
2. kuidas marsruudi optimeerimine võimaldaks vähendada sündmuskohale saabumise aega?

Magistritöö **eesmärgiks** on selgitada välja sõiduaja lühendamise võimalused liiklusvoogusid arvestava transpordimudeli kasutamisel.

Magistritöö eesmärgi saavutamiseks on kavandatud järgmised **uurimisülesanded**:

1. Analüüsida teoreetiliste allikate ja teiste riikide praktikate põhjal võimalusi kiireima marsruudi tuvastamiseks ja sõiduaja kestvuse lühendamiseks.
2. Uurida andmeid operatiivsõidukite sõitude marsruutidest ja sõiduaegadest.
3. Modelleerida operatiivsõidukite sõidud CUBE Tallinna transpordimudeliga.
4. Võrrelda operatiivsõidukite sõitude parameetreid CUBE Tallinna transpordimudeliga modelleeritud sõitude parameetritega.

5. Sünteesida teoreetiliste lähtekohtade ja empiirilise uuringu tulemusi ning esitada ettepanekud elupäästeahela lühendamiseks seoses sündmuskohale sõiduaja vähendamisega.

Magistritöö koostamise peamiseks lähtekohaks on leida võimalused sõiduaja lühendamiseks päästesündmustele reageerimisel. Magistritöös ei uurita muude elupäästeahela etappide lühendamise võimalusi. Magistritöö on orienteeritud vaid päästevaldkonnale. Autorile teadaolevalt ei arvesta ka politsei ega kiirabi valdkonnas kasutatavad navigatsioonilahendused liiklusoludega.

Magistritöö eesmärgist ning püstitatud uurimisülesannetest tulenevalt on käesoleva magistritöö puhul tegemist **empiirilise** uurimusega, kuna lisaks teoreetiliste seisukohtade käsitlemisele on vajalik teostada ka andmete analüüs. Käesolevas magistritöös kasutatakse sõiduaegade analüüsimiseks Tallinna transpordimudelit (CUBE- tarkvara), mis arvestab tipptundide liiklustihedusega, s.h ristmike läbilaskevõimega. Analüüsides sündmuskohale sõitmiseks valitud marsruute ja sõiduaegasid ning mudeldades need kõnealuse mudeliga, selgitatakse välja, kas sündmuskohale sõitmiseks valiti kiireim võimalik marsruut.

Käesolevas töös analüüsitakse klastervalimina Päästeameti Põhja Päästkeskuse Tallinna linnas asuvate Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode põhiautode 2019. aasta oktoobri kuu väljasõite.

Magistritöö koosneb kahest peatükist. Esimene peatükk on teoreetiline teemakäsitus, mille alapeatükkides keskendutakse teoreetilisele raamistikule. Peatükis käsitletakse operatiivsõidukite eripära liikluses, kirjeldatakse elupäästeahela etappe ja teekonna läbimise aega mõjutavaid tegureid. Samuti kirjeldatakse esimeses peatükis tänavavõrke Tallinna näitel. Linnatranspordi väljakutsete raames antakse ülevaade liiklusummikutest ja nende tekkepõhjustest. Teoreetilises osas kirjeldatakse marsruudivaliku tehnoloogiaid ja sõiduaja usaldusväärust ning nende kasutegureid ja mõjusid operatiivsõidukite vaates.

Teine peatükk keskendub empiirilisele uuringule, milles otsitakse vastust küsimusena esitatud uurimisprobleemile, kuidas on võimalik lühendada

sündmuskohale saabumise aega? Selleks keskendutakse operatiivsõidukite päästesündmustele kohale jõudmiseks kuluva sõiduaja ja marsruudivaliku analüüsile. Autor kirjeldab uurimiseesmärgi täitmiseks läbi viidud empiirilist uuringut ja ühtlasi selgitab kasutatud valimit ning andmekogumise- ja analüüsimeetodeid. Seejärel kirjeldab autor empiirilise uuringu tulemusi, eesmärgiga leida uurimisprobleemile vastus läbi püstitatud uurimisküsimuste. Samuti esitatakse autoripoolsed ettepanekud võimalike meetmete kasutamise osas seoses päästesündmustele jõudmiseks kuluva sõiduaja lühendamise.

1. OPERATIIVSÕIDUKITE MARSRUUDI- VALIKUTE TEHNOLOOGIAD LINNADES

Võimalikult kiire ja ohutu liiklusvoog on linnade edu aluseks. Tiptunni liikumise nõudluse mitte tagamisel tekivad suuremad liiklusummikud ning suureneb sõidule kuluv aeg. Käesoleva töö teoreetilises osas antakse ülevaade operatiivsõidukitest ja nende eripärast. Kirjanduslikele allikatele tuginedes antakse ülevaade linnatranspordist ja selle probleemidest nii üldisemalt kui ka Tallinna näitel. Ühtlasi antakse ülevaade maailmas kasutatavatest marsruudivalikute tehnoloogiatest ja sõiduaja usaldusväärusega seonduvast.

1.1. Operatiivsõidukite eripära liikluses

Liiklusummikud mõjutavad eriti tugevalt elutähtsaid teenuseid osutavaid sõidukeid. Lisaks marsruudivalikule on olulise tähtsusega ka sõiduki väljasõidukoht ehk päästekomando asukoht. Vajadus päästekomando järgi on ennekõike piirkonnas, kus on suur potentsiaalne õnnetusjuhtumite oht kontsentreeritud ohtlikest tööstusest või suurest hulgast kõrghoonetest lähtuvalt ning tihedamat päästekomandode võrgustikku on vaja planeerida piirkonda, kus tulekahju võib väga kiiresti areneda (Rider, 1976, p. 151).

Päästeameti peamiseks eesmärgiks on turvalise elukeskkonna kujundamine ja hoidmine, samuti ohtude ennetamine ning operatiivne ja professionaalne abistamine. Oma tegevustes on Päästeamet suunatud inimeste elu, tervise, vara ning keskkonna ohustavate päästesündmuste ennetamisele, ohu väljaselgitamisele, ohu tõrjumisele ning päästesündmuse tagajärgede leevendamisele. Eestis on 72 päästekomandot, kes teevad igapäevaselt päästetöid inimeste elu, vara ja keskkonna kaitseks. Päästeasutuste tegevus jaguneb viide põhivaldkonda: päästetööd, tuleohutusjärelvalve, demineerimine, ennetustöö ja kriisireguleerimine. (Päästeseadus, 2010)

Päästekomandodest reageerivad päästjad enamjaolt päästesündmustele. Päästesündmus on päästeseaduse tähenduses ootamatu olukord, mis vahetult ohustab füüsiliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist, vara või keskkonda tulekahju, loodusõnnetuse, plahvatuse, liiklusõnnetuse, keskkonna reostuse või muu sarnase olukorra korral. (Päästeseadus, 2010)

Operatiivsõiduki päästesündmusele kohalesõit algab päästekomandost liikuma hakkamisega ning lõpeb sündmuskohal peatumisega. Operatiivsõiduk peab sündmuskohale sõitmise esimeses faasis päästekomandost väljuma ning läbima väiksemad ristmikud. Pikemate sõitude puhul liigutakse teises ning kõige pikemas faasis suuremaid teid pidi. Kolmandaks faasiks on vahetult enne sündmuskohale jõudmist väiksemad ristmikud, mikrorajoonide sisetänavad, parklad jms. (Kolesar & Walker, 1974, p. 17)

Isegi kui piirkonna väljakutsete arv ei erine teiste lähipiirkondade väljakutsete arvust, mõjutab ohufaktor tihedama päästekomandovõrgustiku planeerimist, kuna antud piirkonnas võivad võimaliku sündmusega seotud tagajärjed olla kordades raskemad. Rider pakub välja päästekomandode võrgustiku optimeerimiseks analüütilist lähenemist, kus arvesse võetakse: piirkonna pindala, piirkonna väljasõitudega koormatavust, piirkonna ohutegurit, päästekomandode katvust piirkonnas, päästekomandode keskmist koormatust, päästekomandode arvu piirkonnas, väljasõidu aja koefitsienti ning kompromiss parameetrit. (Rider, 1976, p. 151)

Operatiivsõidukid peavad üldjuhul olema värvitud ja tähistatud vastavalt seadusandlusele. Samuti peavad olema paigaldatud operatiivsõidukitele eriseadmed nagu valgustus- ja heliseadmed. Valgustusseadmetena on määratletud vilkurid ja märgutuled ning heliseadmetena vahelduva tooniga helisignaalseadmed ja valjuhääldid. Operatiivsõiduki juht võib eriseadmeid kasutada ainult kiireloomulise ameti- või tööülesande täitmisel või siseturvalisuse alases õpetegevuses. Väljakutsetele sõitmisel kasutatakse üldjuhul valgustus- ja heliseadmeid. Eriseadmete kasutamise peamine eesmärk on liikluses operatiivsõidukite nähtavaks muutmine ja kaasliiklejates tähelepanu tekitamises operatiivsõidukile tee andmiseks (Vabariigi Valitsus, 2011).

Sündmuskohale sõitmise aega ja keskmist kiirust mõjutavad mitmed erinevad tegurid. Olulist mõju avaldab väljakutse saamise hetkel päästekomando või päästemeeskonna kaugus sündmuskohast. Lisaks kaugusele ehk vahemaale omab tähtsat rolli sõidutee liik ja korrasolek. Pindamata teel sõites on operatiivsõiduki liikumiskiirus oluliselt väiksem kui näiteks mitme realisel põhitänaval. Samas, kui asulas aeglustavad marsruuti teeäärde pargitud sõidukid. Liiklusolud erinevad tulenevalt kellaajast ja nädalapäevast. Tipptunnil võib operatiivsõiduki sündmuskohale jõudmise aeg olla oluliselt pikem kui öisel ajal, mil sõiduteed on vähem koormatud. Üheks teguriks on ilmastik, seega autojuhid peavad oskama arvestada teedel esineva libedusega. Samuti aeglustavad operatiivsõiduki sündmuskohale jõudmise aega tugev vihm ja ere päike, mis mõlemad halvendavad autojuhi nähtavust. Oluline on ka operatiivsõiduki ise, selle vanus, võimsus ja sõiduomadused. Olulised on ka autojuhi sõiduoskused ja marsruudivalik. (Claridge & Spearpoint, 2013, p. 1067)

1.2. Tänavavõrk linnades

Eestit peetakse üle 45 000 km² ja 1,3 miljoni elaniku juures väga kiiresti kasvava majandusega riigiks. Alates 1991. aasta taasiseseisvumisest on eduka majandusreformi tulemusena tehtud riiki hulgaliselt välisinvesteeringuid. Kasvava majandusega koos on pidevalt kasvanud sõidukite arv ja liiklustihedus ning seda ennekõike linnades. See suundumus on tekkinud vaatamata rahvaarvu vähenemisele. Lisaks sõidukite arvu kasvule ja ühistranspordi vähesele kasutamisele mõjutavad linnade tänavavõrkude liiklusvoogusid ja võivad põhjustada liiklusummikuid ka liiklusõnnetused, mis omakorda võivad sageli põhjustada uusi liiklusõnnetusi. Õnnetuste likvideerimise kiirusel on keskne roll sündmusele reageerimise tõhususe parandamisel, seda ennekõike operatiivsõiduki sõiduaja vähendamiseks. Marsruudile jäävad ristmikud pikendavad sõiduaega, seda sõltuvalt fooritsüklitest. (Orru, et al., 2008, p. 206; Wang, et al., 2013, p. 13)

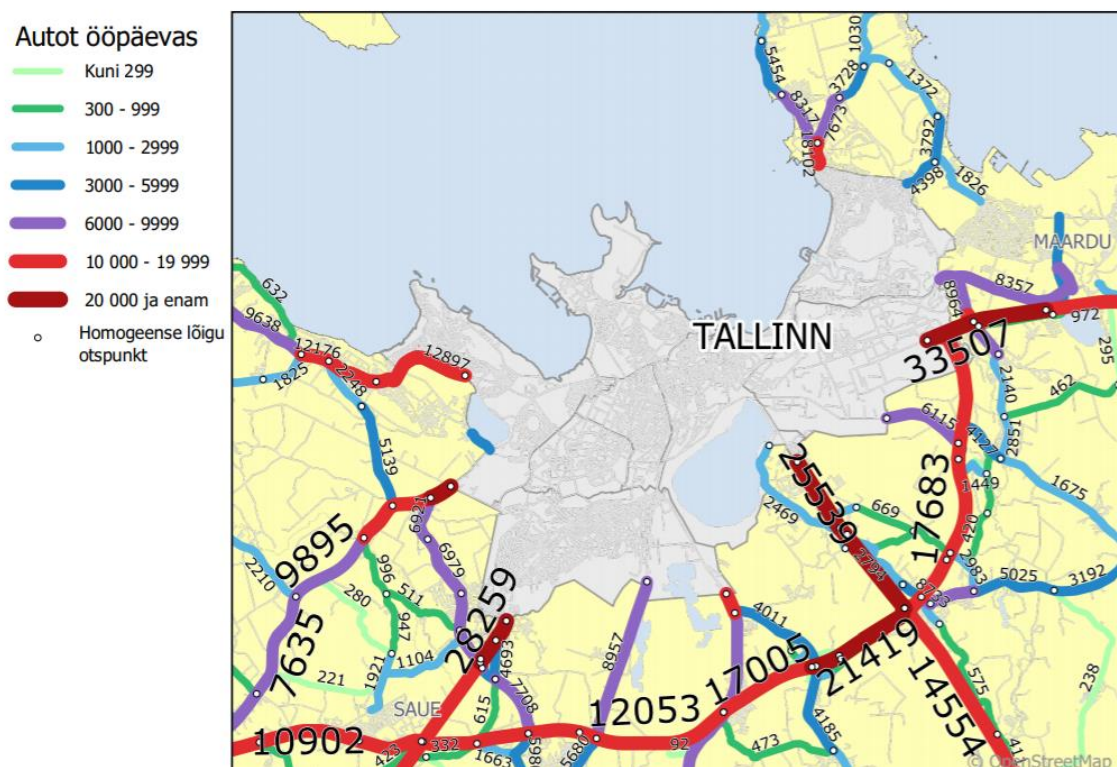
Tänavavõrgu olulisust kiiremaks reageerimiseks iseloomustavad läbiviidud uuringud, milles operatiivsõidukitele sobilikud juurdepääsuteed aitavad õnnetustele märkimisväärselt kiiremini reageerida. Näiteks alla kümne meetrise keskmise laiusel ei ole tänapäevaste päästesõidukitega võimalik juurde pääseda. Samas tänavad, mis võimaldavad päästemeeskondadel hädaolukorras sõita suurema kiirusega või mis võimaldavad sõita päästekomandost lühema teekonnaga sündmuskohta, vähendavad reageerimisaega. Päästemeeskondadel võimaldavad lühema reageerimisajaga sündmuskohale sõita mitmed tänavakujunduse tegurid. Nendest olulisemad on omavahel ühendatud tänavate võrgustik, laiad tänavad, laiad ja mitme realised sõiduteed, parkimiskeelu tsoonid ja piirangute puudumine marsruudil (valgusfoorid, stoppmärgid, ringteed, äärekivi pikendused, kiiruskülmud, šikaanid ja muud liiklust rahustavad meetmed). (Islam, et al., 2017, p. 92; Snyder, et al., 2013, p. 7)

Nimetatud tänavakujunduse tegurid mõjutavad ka päästjate tegutsemist sündmuskohal. Päästjad vajavad sündmuskohal ruumi meeskonna ja varustuse paigutamiseks. Ruumi vajavad näiteks tuletõrjevoolikute ühendamisest maapinnal ja redelite võtmine operatiivsõiduki katuselt. Sellised tänavad võimaldavad hädaolukorras teha päästjatel sündmuskohale jõudmiseks rohkem valikuid. Teiseks on marsruudid üldiselt otsesemad ja päästemeeskonnad jõuavad kiiremini kohale. Samuti saavad päästjad läheneda põlevatele hoonetele mitme külje pealt, mis võimaldab ka suuremat ligipääsu tulele. (Snyder, et al., 2013, p.7-8)

Eestis korraldab riigiteede liiklusloendust põhimäärusest tulenevalt Transpordiamet. Kogutud andmeid kasutatakse teede projekteerimisel, ehitusel ja hooldamisel, samuti liiklusohutuse ja- korraldusega seotud tegevuste elluviimisel, eelarveliste vahendite jaotamisel ning erinevate juhendite jm dokumentide koostamisel. Liiklusloenduse andmeid kogutakse statsionaarsete ja teisaldatavate liiklusloenduritega. Ühe loendustsükli kestvuseks on kümme aastat, mille jooksul loendatakse lühiajaliselt liiklust kõigil riigiteede homogeense liiklussagedusega teelõikudel. Statsionaarsed loenduspunktid loendavad liiklust ööpäeva- ja aastaringelt, neist saadud andmed on põhialuseks liiklussageduse määramisele kõikidele riigiteedele. Transpordiameti kodulehel avaldatakse iga aasta esimeses kvartalis eelneva aasta liiklusloenduse tulemused. (Transpordiamet, 2021)

Tallinnas asub pea pool Eesti elanikest ja Tallinnas toimub pea pool Eesti liikumistest. Seda toetab Tallinna strateegiliselt soodne asukoht – seda läbivad kaubaveod pea kõigist suundadest mööda maismaa-, vee- ja õhuteid. Tallinn on viimase 15 aasta jooksul väga kiiresti ja palju arenenud. See on endaga kaasa toonud inimese kohta sõidetud kilomeetrite kasvu ja vajaduse rajada üha kulukamat taristut, mida on üha kulukam üleval pidada. Ühtlasi suurenevad sõidukite hulk ja õhusaaste ning kasvavad teedetaristu tarvis kasutatavate maavarade kulud. (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

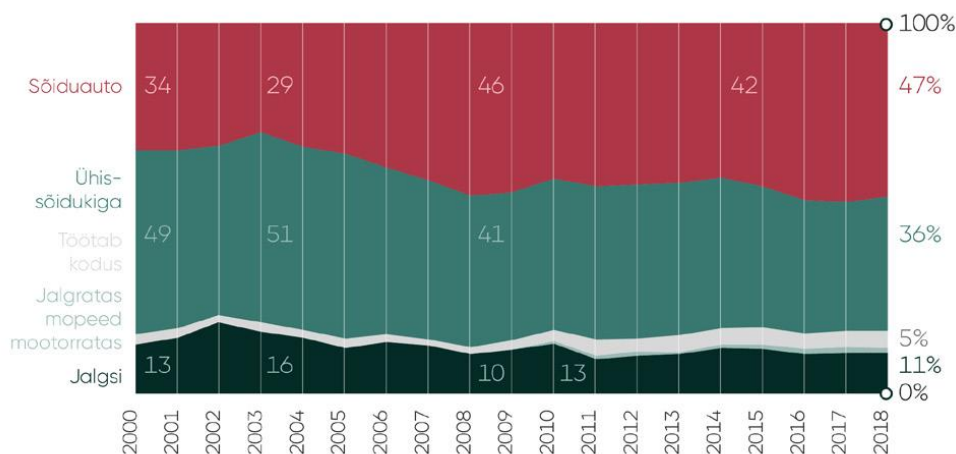
Tallinna ümbruses on suurim liiklussagedus Tallinna ringteel ning Tallinn- Narva, Tallinn- Tartu ja Tallinn- Pärnu põhimaanteedel (vt joonis 1). Tallinn ümbruse liiklussagedus avaldab mõju ka Tallinna sisesele liikluskoormusele ning liiklusummikute tekkele.



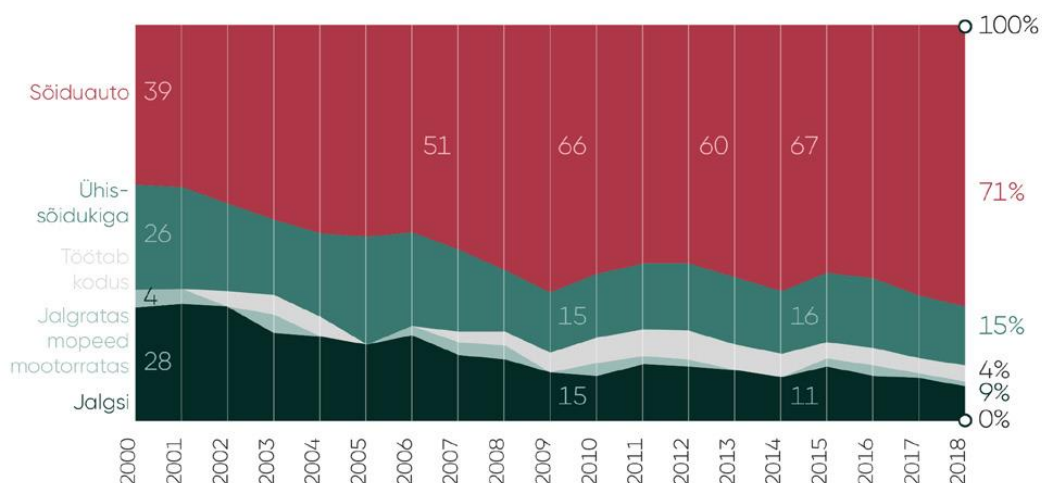
Joonis 1. Sõidukite liiklussagedus Tallinna ümbruses 2020. aastal (Transpordiamet, 2021)

Tallinnas on süvenenud liiklusummikute probleem ennekõike Tallinna lähivaldadesse rajatud uute elurajoonide ja tööstuspiirkondade tõttu. Tallinna lähivaldadesse on viimase 15 aastaga rajatud palju uusi elurajoone ja tööstuspiirkondi ning suuremad liikumisviiside muutused hakkasid aset leidma 2004. aastal. Eeltoodust tulenevalt liiguvad pealinna ümbritsevate valdade elanikud hommikuti Tallinna tööle ja kooli ning Tallinna magalate elanikud omakorda ümbritsevate tööstusalade kontoritesse tööle. Tallinnas ja selle lähiümbruses on pidevalt kasvanud liikluskoormus ja sõiduauto kasutamise osakaal. Suure autokasutuse osakaalu poolest tõusevad esile Harjumaa uusasumite elanikud. Elanike igapäevaste liikumiste vahemaad on suurenenud uute elumupiirkondade rajamise ja töökohtade ja tõmbekeskuste ümberpaiknemiste tõttu. See on põhjustanud jalgsi liikumise vähenemist ja võrreldes sõiduautoga ühistranspordi konkurentsivõime vähenemist. Ühistranspordi konkurentsivõime on langenud, kuna ühistransport ei ole suutnud vajalikul määral kohaneda asjaoluga, et Tallinna pendelrände vahemaad on kasvanud. (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Viimase 18 aasta jooksul on oluliselt vähenenud Tallinnas ühistranspordiga (50%-lt 36%-le) ja jalgsi tööle liikumise osakaal ning Harjumaa elanike hulgas on autoga liikumiste osakaal kasvanud lausa 25%-lt ligi 60%-le (vt joonised 2 ja 3). Nende muutuste peamiseks põhjuseks on elu- ja töökohtade ümberpaiknemine ja uute arenduste tekkimine kohtadesse, kus arvestatav ühistransport puudub ning jalgsi liikumiseks on vahemaad liiga pikad. (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)



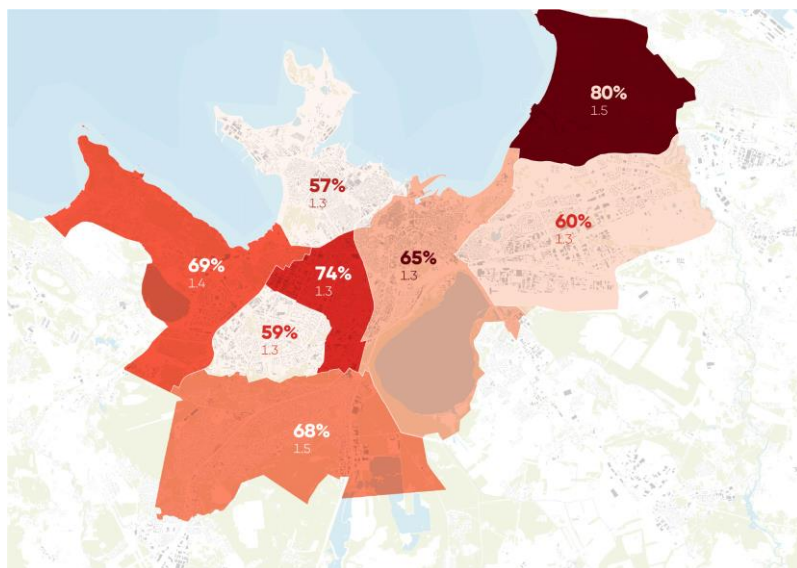
Joonis 2. Tallinna elanike peamine tööle liikumise viis aastatel 2000-2018 (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)



Joonis 3. Harjumaa elanike peamine tööle liikumise viis aastatel 2000-2018 (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Tallinna piirkonnas kiiresti kasvava pendelrände tõttu on igapäevane autoliiklus viimase kuue aastaga kasvanud ca 21 000 auto võrra, mis põhjustab piirkonnas liikluskoormuse tõusu ja pikendab keskmist sõiduaega. Joonis 4 illustreerib protsenti leibkondadest, kelle kasutuses on üks või enam sõidukit. Aastaks 2035 planeeritakse Tallinna elanikkonna kasvumist 60 000 inimese võrra, sh Tallinna linnas 45 000 inimese võrra. Liikluse tihenemisest ja liikluskoormuse

suurenemisest tulenevalt pikenevad auto ja ühissõidukiga liikumise ajad. (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)



Joonis 4. Sõiduauto olemasolu leibkonnas ning keskmine autode arv leibkonnas Tallinna linnaosade lõikes (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Üha suurem osa Tallinna ja selle lähiümbruse elanikest kasutab liikumiseks autot ennekõike ajasäästu eesmärgil, kuna ühissõidukiga liikudes kulub ümberistumiste ja kõndimise tõttu rohkem aega. Kõik see aeglustab omakorda mootorsõidukite liikumiskiirust. Tallinnas on liiklusummikute vähendamiseks laiendatud suuremaid teid ja ehitatud mitmetasandilisi ristmikke (Haabersti ristmik, Järvavana tee ja Ülemiste ristmik, Tartu mnt ja Vabaduse pst, Männiku tee laiendus, Tammsaare tee laiendus, Tehnika tn pikendus). Paraku ei ole see toonud reaalset leevendust liiklusummikutele, sest need on nihkunud järgmistesse pudelikaeladesse ja ajakulu ei vähene, sest autode ja autoga liikumiste hulk on oluliselt kasvanud. (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Eeltoodust tulenevalt leiab töö autor, et liiklusummikud on Harjumaal Tallinna ümbruses ja ennekõike Tallinnas ajas pidevalt süvenev probleem, millele juhivad tähelepanu nii riik kui ka omavalitsus. Seega on liiklusummikute ja marsruudivaliku tehnoloogiate käsitlemine antud töös asjakohane ja vajalik.

1.3. Linnatranspordi väljakutsed

Tänapäeval on linnades üks peamisi murekohtasid liiklusummikud. Paljudes linnades on viimastel aastatel toimunud sõidukite arvu fenomenaalne kasv, kuid samas ei ole linnades kasutatavad transpordisüsteemid samaväärselt arenenud koos linnades sõitvate sõidukite arvu kasvuga. Selle tulemusena kannatavad paljude teede ja ristmike läbilaskevõimed. Tipptundidel takerduvad liiklusummikutesse lisaks tavasõidukitele ka operatiivsõidukid nagu kiirabisõidukid, politseisõidukid ja päästesõidukid. Operatiivsõidukite õigel ajal sihtkohta mitte jõudmine võib tekitada kaose. Liiklusvoo seiskumine ja sellest tingitud täiendav ajakulu on transpordi vaates kriitiline küsimus enamikes suurlinnades. Liiklusvoo seiskumist süvendavad staatilised transpordisüsteemid, mis blokeerivad tekkivate liiklusummikute tõttu ka operatiivsõidukeid. (Chitta & Dinesha, 2016, p. 465; Nellore & Hancke, 2016a, p. 1)

Suurenevad liiklusummikud on möödapääsmatud kogu maailma kasvavates suurlinnades. Ennekõike tipptundide liiklusummikud on moodsale ühiskonnale olemuslikud – inimeste laialt levinud soov püüelda eesmärkide poole, koormavad paratamatult sõiduteid ja transiidisüsteeme. Liiklejad on sageli pettunud poliitikakujundajate suutmatusest liiklusummikute probleemi lahendamisel. Ehkki liiklusummikute probleemi lahendamine ei pruugi kunagi õnnestuda, on linnadel mitmeid võimalusi liiklusummikute ohjeldamiseks. Valdav enamusele maailma suurtele ja kasvavatele suurlinnadele on omased tipptunnised liiklusummikud ning prognoositakse olukorra halvenemist vähemalt järgmiseks paarikümneks aastaks. Seda peamiselt elanikkonna ja jõukuse suurenemise tõttu ning juhul, kui nii avaliku- kui ka erasektori poolt astutakse samme liiklusummikute vastu võitlemiseks. (Downs, 2004, p. 1)

Kuigi liiklusummikud on vältimatud, on nende suurenemise kiiruse aeglustamiseks siiski võimalusi. Mitmed taktikad võiksid seda tõhusalt teha, eriti neid koos kasutades, kuid miski ei saa täielikult kõrvaldada tipptunniseid liiklusummikuid. Downs pakub välja liiklusummikutega võitlemiseks järgmised lahendused (Downs, 2004, p. 6-8):

- Tõsta kütuseaktsiise, millega aeglustuks märkimisväärselt kogu autotransport;
- Võimestada piirkondlikke transpordiasutusi, suunates sinna rohkem jõudu ja ressursse. Suunates sinna rohkem tehnilist abi ja jõudu, võimaldaks see ratsionaalsemate liiklussüsteemide loomist;
- Ehitada olemasolevatele sõiduradadele juurde ühistranspordiradasid. Oluline on siinkohal ehitada neid mitte olemasolevate sõiduradade arvelt, mis vähendaks kogu tee läbilaskevõimet;
- Liiklusvoogude kiirendamiseks võtta kasutusele intelligentsed transpordisüsteemi seadmed nagu fooritulede automaatne juhtimine ja muutuvad elektroonilised liiklusmärgid, mis teavitavad liiklejaid eesseisvatest liiklusoludest;
- Võtta sõidukites kasutusele GPS seadmed ja raadioinfo teeludest;
- Reageerida kiiremini liiklust blokeerivatele õnnetustele ja vahejuhtumitele, kasutades selleks sõidukeid, mis on varustatud teolude elektroonilise jälgimisega.

Üha suurenevas globaliseerumises muutub sõidukiga navigeerimine üheks peamiseks sõiduohutusega seotud probleemiks. Peamiselt on seda probleemi uuritud fookusgrupi ja statistilise analüüsi alusel. Pärast Balti riikide taasiseseisvumise saavutamist kasvas sõidukite arv ja muutus liikluse olemus olulisel määral ka Balti riikides. Sõidukite arv on kasvanud märgatavalt, kuid taristulahendused ja liikluskorralduse parendamine ei ole liikluskoormuse kasvule sama kiirusega järgi jõudnud. Seetõttu on liikluses hukkunute arv kõrge ja tõusutrendis. Liiklusohutuse probleem on kõigis kolmes Balti riigis vaatamata viimaste aastate mõningastele edusammudele endiselt esmatähtis. (Lama, et al., 2006, p. 63-64; Wu, et al., 2013, p. 427)

Enamus liiklusõnnetusi juhtuvad inimliku eksimuse tõttu ja neid saaks vältida, kui teavitada sõidukijuhti eesootavast takistusest loetud sekundid ette. Samuti saaks vähendada liiklusummikuid, kui liiklust korraldavad asutused omaksid üksikasjalikku ja täpset teavet liikluses olevatest sõidukitest ja nende marsruutidest ning kui soovitada sõidukite juhtidel kasutada alternatiivseid marsruute. (Kajackas,

et al., 2009, p. 33) Kokkuvõtteks võib öelda, et olenemata Balti riikide püüdlustest liiklusohutuse parandamiseks on hukkunute arv Balti riikides endiselt suhteliselt kõrge ning see on sotsiaalne probleem.

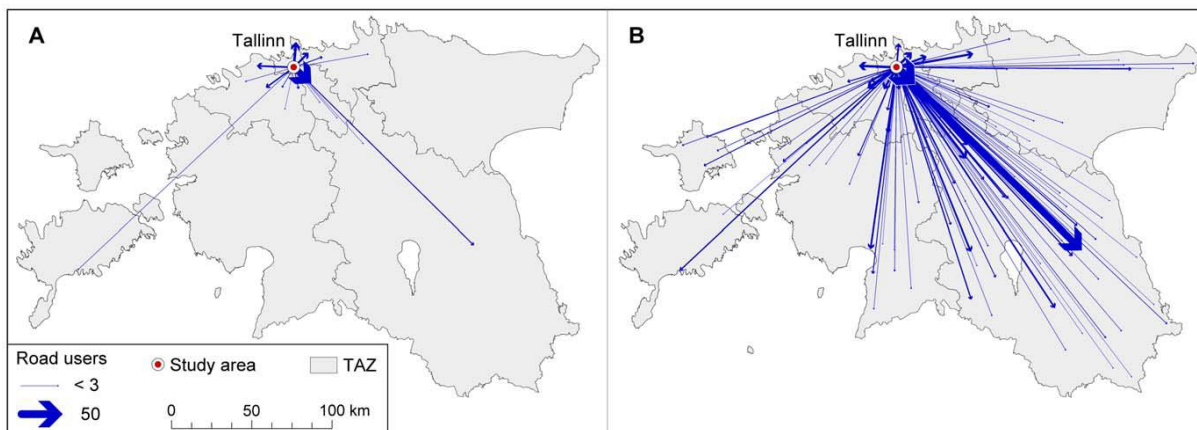
Olulisemaks liiklusohutust mõjutavaks teguriks on inimene. Eesti on liiklusohutust parandanud alates 1991. aasta taasiseseisvumisest. Iga-aastased uuringud liikluseeskirjade järgimise näitajate mõõtmiseks võimaldavad tuletada pikaajalisi suundumusi liikluseeskirjade järgimisest nagu turvavööde kasutamine ja piirkiirusest kinni pidamine. Eesti liikluskäitumise uuringute tulemuste põhjal näitasid kõik vaadeldud aspektid positiivseid suundumusi, kuid seda mõningate eripäradega. Mõned näitajad nagu näiteks turvavööde kasutamine, on muutunud, samas kui teised näitajad näitasid vaid mõõdukaid muutusi. (Ess & Antov, 2018, p. 167)

Läbiviidud uuringute tulemuste põhjal näitavad kõik liiklusohutuse aspektid positiivseid suundumusi, välja arvatud jalakäijatele tee mitte andmine reguleerimata jalakäijate ülekäigul. See on kindlasti üks olulisi teemasid liiklusohutuse strateegiliste eesmärkide kontekstis. Kokkuvõtteks saab välja tuua, et liiklusõnnetuste ja hukkunute arv on Balti riikides endiselt suhteliselt kõrge ning selle peamiseks põhjuseks on 1991. aasta taasiseseisvumise järgne massiline sõidukite arvu muutus ning liikluskäitumise ebapiisav areng. (Lama, et al., 2006, p. 64; Ess & Antov, 2018, p. 167)

Tiptunni aegsete liiklusummikute tekkele ja suurenemisele avaldab mõju äärelinnastumine, s.h ühistranspordi vähene kasutamine. Läbiviidud uuringud on tõestanud, et äärelinna elanike liikumine mõjutab oluliselt liiklusvoogusid ja linnades tiptunnil liikluse kasvu, mis mõjutab ka operatiivsõidukite sündmuskohale saabumise aega. Tallinnas õhtustel tiptundidel läbiviidud uuringu tulemused näitasid, et igapäevane pendelränne ja äärelinnad mõjutavad liiklusvoogusid, võimendades tiptunni liiklust. Igapäevased pendelränded moodustavad 31% kogu sel ajal tehtud liikumistest. (Järv, et al., 2012, p. 1)

Joonisel 5 kujutavad nooled kaardil B reedesel tiptunnil Tallinnast välja suunduvaid sõidukeid ja nooled kaardil A kujutavad teistel tööpäevadel (E-N) Tallinnast välja suunduvaid sõidukeid. Valimis olid vaid Tallinna elanikud, kes

liiklesid õhtusel tipptunnil. Sõidud tuvastati uuringus mobiilside tuvastamisel. Joonisest nähtub, et reedese tipptunni muster eristub teiste tööpäevade muustrist olulisel määral, tõenäoliselt tuleneb see siseturismist ja vaba aja veetmisest.



Joonis 5: Liikluse ruumiline jaotus Tallinnast väljasõidul reedeti (B) ja muudel tööpäevadel (A) (Järv, et al., 2012)

1.4. Marsruudivaliku tehnoloogiad

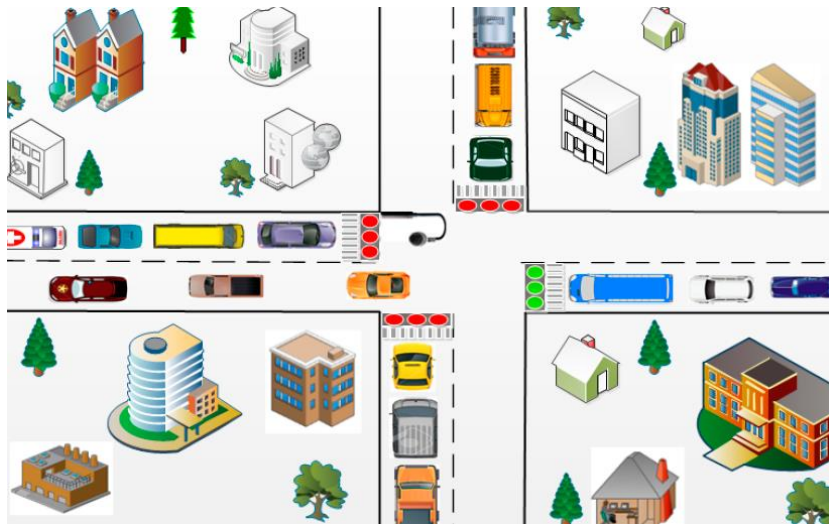
Marsruudivaliku tehnoloogiaid on ennekõike kasutatud alternatiivsete marsruutide leidmiseks ja nende hindamiseks, sõiduaegade optimeerimiseks tulenevalt marsruutide analüüsimisest või ristmikel asuvate valgusfooride seadistamiseks. Üha enam on hakatud vastavaid tehnoloogiaid kasutama ka liiklusvoogude modelleerimiseks. Nimetatud juhtudel täidab tarkvara kolme peamist eesmärki, milleks on planeerimiseelne analüüs, reaajas toimimine ja järeplaneerimine. Transpordisüsteemide peamine eesmärk on liiklusummikutes veedetud aja ja sõiduaaja vähendamine. Liiklus on kombinatsioon nii korduvatest kui ka kordumatutest sündmustest. Korduvaid sündmuseid on võimalik ette ennustada ja seeläbi neid ka dünaamiliselt käsitleda. Seega hea transpordisüsteemi toimimine tagab liiklejatele ligipääsetavuse ja liikuvuse ning samuti majandusliku tootlikkuse kohalikul ja riiklikul tasandil. Hea transpordisüsteemi toimimine on veelgi olulisem

hädaolukordade puhul, et toetada kiiret reageerimist. (Kala, 2016, p. 214; Moriarty, et al., 2006, p.4; Sisiopiku, et al., 2004, pp. 6)

Transpordisüsteemide intelligentseteks muutmiseks tehakse üha suuremaid jõupingutusi ja liiklustiheduse kasv motiveerib intelligentsete transpordisüsteemide kasutusele võtmist. Marsruutimine (inglise k. „*routing*“) on selles valdkonnas üks peamisi uuritavaid probleemkohti. Probleem seisneb sõidu marsruudi arvutamises ja selle kohandamises vastavalt reaajas muutuvatele liiklusoludele. Marsruutimisotsused põhinevad reaajaja andmete ja liiklusvoo prognooside sümbioosil. Marsruutimissüsteemid võivad olla tsentraliseeritud ja detsentraliseeritud. Tsentraliseeritud marsruutimissüsteemid võimaldavad kavandada korraga kõikide sõidukite liikumist. Detsentraliseeritud marsruutimissüsteemid võimaldavad kavandada igat sõidukit eraldi, tuginedes sealjuures mõnele eeldusele teiste sõidukite suhtes. Tsentraliseeritud marsruutimissüsteemid on rakendatavad vaid väheste arvule sõidukitele, mis suudavad suhelda üksteisega või kesksüsteemiga ning ei ole seetõttu praktilised. Detsentraliseeritud marsruutimissüsteeme kasutatakse laialdaselt, kuna süsteem võimaldab kasutamist massides. (Kala, 2016, p. 214)

Õige marsruudivalik liikluses omab üha suuremat tähtsust võimalikult lühikese sõiduaja saavutamiseks. Liiklussagedus kasvab kõikjal suurlinnades ja see toob endaga kaasa suuri liiklusummikuid ristmikel. Seetõttu takerduvad liiklusummikusse ka operatiivsõidukid ja võivad sõiduaja pikenedamisega põhjustada vara hävinemise või koguni inimelu kaotuse. Valgusfoori kontroll mängib olulist rolli igas intelligentses liikluse juhtimissüsteemis. Roheliste tulede jada ja rohelise tule kestvus on kaks peamist aspekti, mida tuleb silmas pidada. Paljudes riikides on fooridel fikseeritud järjestused ja fooritulede kestus. Fikseeritud juhtimismeetodid sobivad siiski ainult stabiilseks ja regulaarseks liikluseks, kuid mitte dünaamilise liikluse jaoks. Vaadates praegust praktikat, määratakse rohelise tule järjestus ilma operatiivsõidukite võimalikku kohalolekut arvesse võtmata. Seetõttu peavad operatiivsõidukid nagu kiirabisõidukid, politseisõidukid ja päästesõidukid ootama ristmikul (vt joonis 6), mis viivitab sihtkohta jõudmisega, põhjustades halvimal juhul inimohvraid ja vara hävinemist. Samuti on välja selgitatud, et õnnetuse korral

õigeaegse abi hiline mine peädib halvimal juhul haavatu hukkumisega. (Nellore & Hancke, 2016b, p. 2; Chai, et al., 2018, p. 1567)



Joonis 6. Ristmikul ootav operatiivsõiduk (Nellore & Hancke, 2016b)

Täpne ja usaldusväärne liikluse juhtimine (inglise keeles „*traffic control*“) on tõhus meede operatiivsõidukite reageerimisaja vähendamiseks, mis aitab omakorda vähendada inim- ja varakaotusi. Operatiivsõidukid kaotavad sageli aega just ristmikel. Läbiviidud uuringute andmetel juhtuvad kohati kuni 31% operatiivsõidukitega aset leidnud liiklusõnnetusi just ristmikel. Operatiivsõidukitega mujal juhtunud liiklusõnnetuste puhul on tagajärjed veelgi tõsisemad. Sellest tulenevalt omab liikluse juhtimine otsest mõju operatiivsõidukite reageerimisajale ja liiklusohutusele. Samuti muutuvad linnad üha haavatavamaks igasuguste ohtude või sündmuste, näiteks üleujutuste, maavärinate ja globaalsete kliimamuutuste ettearvamatute mõjude tõttu. Sellest tulenevalt on oluline põhjalike ja tõhusate päästeplaanide väljatöötamine linnades. Operatiivsõidukite õigeaegne ja tõhus mobiliseerimine on oluline, et aidata inimesi, kes on õnnetuste suhtes haavatavad. (Zonping, et al., 2012, p. 1; Qiuping, et al., 2018, p. 1)

Liiklustiheduse ja liiklusummikute pidevast suurenemisest tingituna on otsitud pidevalt probleemile lahendusi. Üheks meetmeks nimetatud probleemi parandamiseks on arvutinägemise (inglise k. *computer vision*) kasutusele võtmine linnades. Tehnoloogia seisneb linna paigaldatud kaamerate poolt edastatud

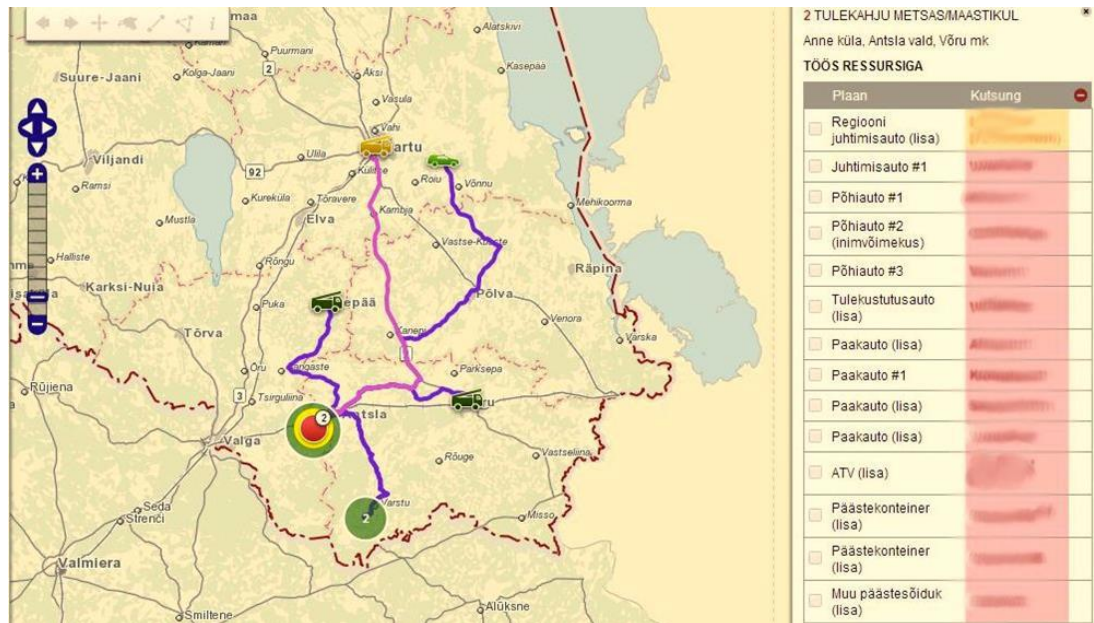
pildimaterjalis ning sealt saadavate andmete arvutitöötles. Arvutinägemise tehnoloogiat on uuritud alates 1980. aastate lõpust, kuid uurimistööd on veel palju teha. Kuigi teaduskirjandust on selle teema kohta palju, siis napib uuringute artikleid. Sellest tulenevalt ei kasutata massiliselt arvutinägemise tehnoloogiat liiklusvoogude jälgimissüsteemides. Selle juures on erinevaid põhjusi nagu liiga suur sõltuvus ilmastikutingimustest ja süsteemi kõrge maksumus. (Rodriguez & Garcia, 2009, p. 555-556)

Operatiivsõidukite reageerimise tehnoloogiat ei ole viimase kümne aasta jooksul oluliselt muudetud. Kümneid aastaid tagasi kasutati kiireima marsruudi otsimiseks paberandjal teede kaarte, mille juures pidi autojuht tuletama kiireima tee sündmuskohale jõudmiseks. Täna ei ole see olukord palju erinev, välja arvatud, et sündmuskoha aadress trükitakse GIS tarkvarale arvuti abil, mis kuvatakse põhiauto GPS seadmel. Mobiilse andmetöötles praeguse võimsuse tasemel tuleks kasutada sündmuskohale jõudmiseks parima sõidutee kindlaksmääramist. Tavaliiklejale on saadaval arvukalt marsruutimissüsteeme, alates integreeritud navigatsioonisüsteemist kuni isiklike nutitelefonideni. Samas on saadaval transpordi hõlbustamiseks lisateavet, mida need süsteemid ei arvesta ja mis võib osutada operatiivsõidukite osas eriti väärtuslikuks. Näiteks transpordivõrgus lisafunktsioonidena radade arvu ja ristmike juhtimisseadmete kasutamine. Samuti ei arvesta staatilised liikluskorraldussüsteemid operatiivsõidukitega ega sea neid esmatahtsateks. (Brady & Park, 2016, p. 187; Nellore & Hancke, 2016a, p. 1)

Liiklusummikud on linnapiirkonnas kriitiline probleem, mis mõjutab sõidukite sõiduaega. Operatiivsõidukiga tõhusa marsruudi saavutamine vähendab selle reageerimise aega ja parandab seeläbi reageerimise tõhusust. Tõhusaima marsruudi saavutamiseks on kavandatud georuumiline infosüsteem (GIS), millele on integreeritud reaalsajas esitatavad liiklustingimuste parameetrid. Selles süsteemis kasutatakse sõiduki hädaolukorras marsruutimiseks dünaamilist lühimat teed. Uuringus uuriti dünaamilisi lähima tee algoritme ja pakuti hädaolukorras marsruutimiseks rakendatavat lahendust. Lühima rakendatud tee põhineb Dijkstra algoritmil, milles on kasutatud konkreetseid reegleid, et kavandatud marsruut oleks optimaalne. Selle uuringu tulemused illustreerivad, et sõiduki dünaamiline marsruutimine on tõhus lahendus operatiivsõiduki sõiduaja vähendamiseks.

Uuringust selgus, et GIS-i kasutamine hädaolukorras marsruutimisel pakub head võimalust teedevõrkude analüüsiks, linnaliikluse võrgu visualiseerimiseks ja haldamiseks. GIS-i ruumianalüüsi võimalusi kasutatakse võrgu kaudu lühima või kiireima marsruudi leidmiseks. Need GIS-i võimalused ruumivõrkude analüüsimiseks võimaldavad neid kasutada otsuste tugisüsteemidena operatiivsõidukite saatmiseks ja marsruutimiseks. (Panahi & Delavar, 2008, p. 88)

Eestis on pääste- ja kiirabi operatiivsõidukites kasutusel hädaabi digikaart (GIS112 süsteem), mis loodi Eesti ettevõtte CGI Group poolt 2014 aastal ja mis rahastati (1,5MEUR) Eesti-Šveitsi ühisrahastusest. Hädaabi digikaart oli esmakordselt Eestis välja arendatud ja just hädaabivaldkonnale sobiliku infotehnoloogialahendusena, mis hõlmas kogu tegevusahelat hädaabikõnest kuni abi jõudmiseni sündmuskohale. Tegemist oli ühise töövahendiga nii Häirekeskusele kui ka sündmuskohale sõitvate kiirabi- ja päästemeeskondadele. Loodud töövahendil oli mitmeid võimalusi nagu Häirekeskuse poolne helistaja ehk abivajaja tuvastamine digikaardil (helistaja asukoht, aadress, koordinaat). Samuti kuvati kaardil Häirekeskuse jaoks kõik väljasõiduvalmiduses olevad kiirabisõidukid ja päästesõidukid. Igale sündmusele koostati süsteemi poolt unikaalne väljasõiduplaan/ marsruut, mida kuvati kiirabi või päästesõidukis GPS navigeerimisseadme vahendusel. Töövahendi tulemusena nähti kiiremat ja täpsemat abivajaja asukoha tuvastust, samuti lähima abiosutaja ja kiireima teekonna leidmist. Aluskaardina kasutati Maa-ameti aluskaarti, mille kujundust muudeti sobivamaks päästevaldkonnale (vt joonis 7). Reaalajakihtidena kuvati helistaja ehk abivajaja asukohta, sündmuse asukohta ja sõidukite asukohta. Liiklusvoogusid reaalajas ei kuvatud. (Braun, 2014)



Joonis 7. GIS112 süsteemi väljakutse koos reageerivate sõidukitega (Braun, 2014)

Valgusfooridel on oluline roll liikluse korraldamisel. Foorid on signaalseadmed, mis paigutatakse ristumiskohtadesse ja mida kasutatakse liikluse sujuvuse kontrollimiseks. Valgusfoori juhtimise probleemi saab lahendada RFID-põhise süsteemi abil. Selle süsteemi abil võime kaaluda erinevat tüüpi sõidukite prioriteetsust ja arvestada ka teede liikluse tihedusega, paigaldades ristmikele RFID-lugeja. Raadiosageduse tuvastamine on tehnika, mis kasutab raadiolaineid objekti ainulaadseks tuvastamiseks. RFID on tehnika, mida kasutatakse laialdaselt erinevates rakendusvaldkondades nagu arstiteadus, kaubandus, turvalisus, elektrooniline teemaksu kogumissüsteem, juurdepääsu kontroll jne. RFID-l on kolm peamist komponenti: RFID-silt, RF-lugeja ja andmebaas. RFID on traadita tehnoloogia, mis kasutab raadiosageduslikku elektromagnetilist energiat RFID-sildi ja RFID-lugeja vahelise teabe edastamiseks. Mõned RFID-süsteemid töötavad ainult tollides või sentimeetrites, teised võivad töötada üle 100 meetri raadiusega. Saadaval on erinevat tüüpi silte, kuid peamiselt saame need jagada kahte kategooriasse: passiivsed ja aktiivsed sildid. Passiivsed sildid ei sisalda sisemist toiteallikat. (Mateen, et al., 2018, p. 224)

Kiire linnastumise tõttu on vaja rakendada tõhusaid liikluse juhtimissüsteeme, et vältida suuri liiklusummikuid. Selleks arendatakse välja uusi tehnoloogiaid, mille

abil kavandada tõhusaid liikluse juhtimissüsteeme. Ühe variandina on välja arendatud süsteem, mis kasutab RFID, GPS ja GSM tehnoloogiaid. Kui RFID-lugeja tuvastab operatiivsõiduki, lülitab see konkreetse tee jaoks valgusfoori rohelise tule sisse, kuni lugeja loeb RFID-märgendit. Seda prototüüpi testiti simulatsioonivahendi abil ja saadi oodatud tulemus erinevate probleemide, sealhulgas liiklusummikute, liikluseeskirjade rikkumiste ja õnnetuste osas. Mobiilseadmete liikumise trajektoori rekonstrueerimise täpsust on võimalik parandada, kasutades selleks passiivseid mobiilside positsioneerimise andmeid. Trajektoori ülesehituse peamised ebakindluse allikad on kujutise ebatäpsed andmed ja nende põhjustatud „ping-pongi“ mõjud. Pidevalt uuritakse ja arendatakse välja uusi tehnoloogiaid efektiivsuse tõstmiseks ja „ping-pongi“ mõjude elimineerimiseks, kuid siiani on tõhusam RFID tehnoloogia. (Mateen, et al., 2018, p. 216; Vajakas, et al., 2015, p. 1952)

Eeldatakse, et RFID koos interneti- ja GSM-tehnoloogiatega loob revolutsiooni liikluse juhtimissüsteemides. Andmebaas sisaldab veebipõhist statistilist teavet, mida ettevõtjad ja planeerijad saavad tulevikus kasutada paremate mudelite väljatöötamiseks. Süsteem salvestab andmebaasi kirjetesse väärtuslikke üksikasju, mis võivad anda väärtuslikku teavet planeerijatele ja uurijatele. (Mateen, et al., 2018, p. 224)

Valgusfooride juhtimise süsteem vähendab operatiivsõidukite sõiduaega ja parandab fooritule rikkumiste tuvastamise süsteemi täpsust ning aitab RFID-ga varustatud sõidukeid kindlaks teha. Valgusfoor muutub roheliseks operatiivsõiduki ristmikul viibimise ajaks ja muutub punaseks alles pärast operatiivsõiduki läbimist. Selle tehnoloogia kujundamine ja rakendamine on otseselt suunatud liikluse korraldamisele selliselt, et operatiivsõiduk jõuaks sihtkohta lühema aja ja ilma inimeste sekkumiseta. Kuna kogu süsteem on automatiseeritud, nõuab see väga vähe inimeste sekkumist. Operatiivsõidukid nagu kiirabisõidukid ja päästesõidukid, peavad sihtkohta jõudma kõige kiiremini ning liiklusummikutesse takerdudes võivad paljude inimeste elud olla ohus. Intelligentse valgusfoori uuringu tulemused näitasid, et operatiivsõidukite sündmuskohale sõitmiseks kuluv aeg vähenes keskmiselt 24% võrra. Ühtlasi vähenes operatiivsõidukite keskmine ajakulu ristmikel, kuna operatiivsõidukiga samal sõidusuunal olnud sõidukid said rohelise

fooritule tekkimisel ajaliselt täiendava sõiduõiguse. Juba mõne sekundilise operatiivsõiduki kohale jõudmise hilinemise tagajärjel võib muutuda võimatuks suurte kahjude ära hoidmine. Marsruutimistehnoloogiaid kasutades saavutatakse operatiivsõidukite sündmuskohale jõudmiseks võimalikult lühike aeg. Nende sõidukite liikumine peaks olema ohutu ja sõidukid peaksid kasutama võimalikult kiiret teed ja vältima ummikuid. (Shaaban, et al., 2019. p. 8912; Shanthini & Sreeja, 2016, p. 634; Singh, et al., 2017. p. 160)

Liiklusõnnetuste arv on pidevas kasvutrendis ja seda peamiselt autostumise tõttu. Liiklusõnnetused on peamised liiklusummikute ja liiklusvoogude aeglustumise põhjused ning need põhjustavad omakorda operatiivsõidukite sõiduaja pikened. Paljudes riikides on õnnetuste tagajärjel inimeste kaotuste vältimise eesmärgil võetud kasutusele intelligentsed valgusfoorisüsteemid (ITLS). Nimetatud süsteemi põhikontseptsiooniks on tagada operatiivsõidukitele sujuv liiklusvoog võimalikult kiireks marsruudi läbimiseks ja liiklusummikutest põhjustatud viivituste vältimiseks. Intelligentne valgusfoorisüsteem on integreeritud GPS-ga ja see juhib täielikult automatiseeritud valgusfoorisüsteeme. Jälgides GPS-i kaudu operatiivsõiduki asukohta, saadetakse vastav info valgusfoorisüsteemile, mis omakorda tekitab operatiivsõidukile roheline valgusfooritule. (Sangeetha, et al., 2014, p. 53)

Arvutite arvutusvõime võimaldab inimesel kontrollida nii üksikute sõidukite kui ka tervikliku liiklusvoo liikumist. Automaatne liikluse juhtimissüsteem ei vähenda mitte ainult inimese võimekusest tulenevaid piiranguid, vaid tagab ka turvalisemad ja täpsemad tulemused. Siinkohal võib näiteks tuua autonoomse kontrolleri (ABAC), mis haldab sõidukitelt saadavat ja kogutavat informatsiooni. Üheks lahenduseks on sõidukite informatsiooni kogumine infrapuna (IR) andurite abil, pakkudes sõltumatutele ja vastastikku sõltuvatele signaalidele sujuva liiklusvoo jaoks lahendust ja operatiivsõidukitele hoiatust ja eelisõigust tavasõidukite ees raadiosagedustuvastuse (RFID) kaudu. Uurimustöö tulemuste põhjal läbi viidud simulatsiooni katse tõendas toimivust. Operatiivsõiduki poolt RFID-lugeja signaali ristumiskoha tuvastamisel saadetakse vastavale järgmisele signaalile teade saabuva operatiivsõiduki kohta. Saadetakse teade sisaldab tuvastatud operatiivsõiduki kohta

teavet nagu sõiduki registreerimisnumber ja ligikaudne saabumise aeg järgmise ristmikuni. (Mateen, et al., 2018, p. 217-2018)

Valgusfoori tsüklitega tekitatud „roheline laine“ on liikluse rohelse faasi sünkroonimine. Operatiivsõiduki jaoks tekitab see võimaluse, lülitades operatiivsõiduki teel kõik punased tuled roheliseks, pakkudes seega täielikku „roheline laine“ eeliseid soovitud sõidukil (Chitta & Dinesha, 2016, p. 465). Tallinnas kavandatakse arengukava vaates analoogset roheline fooritule eesõiguse andmist ühistranspordile kesklinna peamistel ristmikel ja ühistranspordi põhikoridoridel (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019).

Operatiivsõidukitel on küllaltki lihtsalt võimalik kasutada spetsiaalselt neile kohandatud valgusfoori „roheline laineid.“ Valgusfoori programmide koordineerimisega tekitatud „roheline laine“ on sisuliselt fooride rohelse faasi sünkroonimine, arvestades sõiduki tüüpilist ajakulu sõiduks järgmise valgusfooriga ristmikuni. Operatiivsõiduki jaoks tekitab see täiendava võimaluse, lülitades kõikidele liiklussuundadele operatiivsõiduki liikumise ajaks ja marsruudil sisse punase signaali, pakkudes seega täielikku vaba liikumisvõimalust marsruudil. (Chitta & Dinesha, 2016, p. 465)

GPS-il põhineva intelligentse fooritulede süsteemi kasutusele võtmine annab uuringute kohaselt koheseid positiivseid tulemusi, milles operatiivsõidukite keskmine sõiduaeg lüheneb märgatavalt ja liiklusummikute seisakud viiakse miinimumini. Uuringutega on tõestatud, et operatiivsõidukite sõiduaega on võimalik optimeerida tulenevalt marsruudivalikust. Peamise järeldusena peab enne marsruudivaliku tegemist pidama silmas ka liiklusvoo võimalikku muutust. Kasutades marsruudivalikul liiklusolusid prognoosivat mudelit, määratletakse tavapärase liiklusvooga sõiduaja ja viivituste summana eeldatav sõiduaeg. Läbi viidud uuringute tulemusena on selgunud, et eelnimetatud mudeli kasutamine mõjutab oluliselt sõiduaega ning kiireima teekonna arvutamist. Samuti jõuti järelduseni, et liiklusolusid arvestava mudeli kasutamine parandab liiklusohutust. (Henry, 2010, p. 1-2; Chai, et al., 2018, p. 1567)

1.5. Sõiduaja usaldusväärsus

Sõiduaja usaldusväärsus (inglise k. *travel time reliability*) on defineeritud liikumisele kuluva aja stabiilsuse näitajana, mõõdetuna erinevatel ajaperioodidel ja /või erinevatel kellaaegadel. Sõiduaja usaldusväärsus on tõusnud üheks peamiseks abinõuks transpordivõrkude operatiivse tõhususe kvantitatiivsel mõõtmisel. Kuigi transpordialaspetsialistid on sõiduaja usaldusväärssuse olulisust transpordisüsteemide toimivuse mõõtmisel tunnustanud, ei ole praktikas jõutud nii kaugele, et erinevat tüüpi töökindlusmeetmeid saaks mitut allikat kasutades automaatselt luua. Sõiduaja usaldusväärssust mõjutavad enim liiklusummikud. Liiklusummikuid on kahte tüüpi. Esimene neist on korduvad liiklusummikud, mis ilmnevad iga päev samal kellaajal ja samas kohas. Teiseks on liiklusummikud, mis tekivad juhuslikult nagu planeerimata sündmused. Juhuslike liiklusummikuid võivad põhjustada liiklusvoo järsk suurenemine, ilmastikutingimuste ootamatu muutumine, teetööd või liiklusavariid. Juhuslike liiklusummikute tuvastamine on keerulisem ning see eeldab reaajas liiklusteabe olemasolu. (Kwon, 2018, p. 3; Nellore & Hancke, 2016a, p. 3)

Sõiduaja usaldusväärssuse analüüsimiseks on vaja kogu marsruuti käsitlevaid sõiduandmeid. Parimate teadmiste kohaselt on praeguse seisuga andmete kogumine suunatud kiirteedele, jättes suurema osa võrgust katmata. Küberinfrastruktuuri ja kommunikatsioonitehnoloogia tohutu kasv teeb aga kättesaadavaks veel tohutu hulga andmeid. Nendest väga paljutõotav allikas on tarbijapõhine GPS-teave. Need andmed, mida tavaliselt kasutavad GPS-iga varustatud navigatsiooniseadmed, näitavad üksikute reise üksikasjalikke marsruute ning navigatsiooniteenuse pakkujad saavad neid suhteliselt väikeste kuludega koguda ja sünteesida. GPS-teenuse pakkujad on hakanud neid privaatsusega kaitstud andmeid turustama mitmesuguste rakenduste jaoks, sealhulgas transpordiks. (Yu, et al., 2013, p. 6)

Erinevaid GPS-teenusepakkujaid on uuritud palju. Üheks tuntuimaks ja laialdasemalt levinud teenusepakkujaks on Google. Google Mapi pakutavad marsruudid aga ei ole alati usaldusväärsed. Selle algpõhjus seisneb asjaolus, et Google Maps pakub marsruutimisjuhiseid ainult eeldatava reisiaja põhjal. Usaldusväärssuse seisukohast on kiirteed atraktiivsemad, kui reisija saabumise

õigeaegsus tõenäosus on alla teatud taseme. TomTomi ja GCM-i andmetest saadud igapäevased kiirusprofiilid ei kattu enamiku selles uuringus vaadeldud kiirteede puhul. Üldiselt kipuvad TomTomi andmed maanteelõikudes sõidukiirust alahindama. Näib, et enamikul juhtudel piirab TomTom kiirust seadusega lubatud piiril, mis ei ole GCM-i andmetest ilmne tõeline vabavoolu kiirus. (Yu, et al., 2013, p. 48)

Liiklustiheduse muutusi ja liiklusummikute teket on uuritud põhjalikult ning on tuvastatud, et see sõltub olulisel määral kellaaegadest. Varajastel aegadel (01:00 kuni 05:00) on liiklustihedus kõige madalam, kuna valdav enamus inimestest magavad. Liiklustihedus suureneb ja saavutab maksimaalse väärtuse 08:00 paiku, kui inimesed lähevad tööle ja kooli. Tekkinud olukorda nimetatakse tiptunniks. Liiklustihendus väheneb järk-järgult ajavahemikus 10:00 kuni 14:00. Seejärel hakkab liiklustihedus taas kasvama ja saavutab maksimaalse väärtuse 17:00, kui inimesed koju tagasi suunduvad. Liiklustihedus väheneb järk-järgult ajavahemikul 20:00 kuni 24:00. Sellest tulenevalt moodustuvad tiptunnid üldjuhul hommikuti ajavahemikus 08:00 kuni 09:00 ja õhtuti ajavahemikus 17:00 kuni 18:00. Liiklustihedust nendel aegadel suurendavad faktorid nagu näiteks liiklusavariid või teetööd. (Nellore & Hancke, 2016a, p. 4)

Seiresüsteemi andmete alusel on võimalik anda hinnang sellele, missugune osa ööpäevasest liiklusvoost langeb käsiloendustega haaratud tippaegadele. Kõigil vaadeldavatel ristmikel on täheldatav tendents, et tippaegadel liikluse osatähtsus ööpäevasest liiklusvoos kasvab. Järvevana teel ja Tammsaare teel on see tase olnud läbi aastate suhteliselt kõrge, kuid nüüd lähenevad sellele ka mitmed teised ristmikud, kusjuures neis kahes jäi tippaegade liikluse suhteline tase praktiliselt samaks nagu see oli 2016. aastal. Selline suhtenäitaja tõus tuleneb tegelikult tippaja kestuse pikenemisest. (Metsavahi, 2017, p. 40)

Transpordimodelleerimise põhimõtteid hakati põhjalikumalt välja töötama 1960-ndatel aastatel. Selleks ajaks oli selge, et laiaulatuslike, töömahukate ja kallite liiklusuuringute läbiviimine ei võimalda enam lahendada ülesandeid endisel moel, samas oli elektroonilise arvutustehnika areng jõudmas faasi, kus viimati nimetatud seadmeid oli võimalik rakendada transpordiplaneerimisel. Liikumisnõudluse hindamine nii olemasolevas olukorras kui eriti selle prognoosimine on

transpordiplaneerimise protsessi üks kõige olulisemaid osasid, mis omab ühtlasi otsustavat tähtsust transpordiplaneerimise ja –poliitika väljatöötamisel. Transpordimudeleid on transpordiplaneerimise protsessis kasutatud enam kui 40 aastat ja nende väljundeid kasutatakse ennekõike taristute planeerimisel. Need ühendavad endas teooriat, andmeid (inglise keeles: *data*) ja algoritme. Töötav ja soovitud liiklusstsenaariumiga kalibreeritud transpordimudel ennustab ette tulevasi olukordasid liikluses ning need loodi tulenevalt vajadusest tulevikuprognoside järele. Vaatamata sellele esineb nende kasutamise osas erinevaid arvamusi, kuid praktikute seas on transpordimodelite vajadus selgelt olemas. Tänapäevaste transpordisüsteemide juures kasutatakse kaasaegseid sensor-, andmetöötlus-, telekommunikatsiooni- ja infotehnoloogilisi rakendusi ning need on tuntud kui intelligentseid transpordisüsteemid (ITS). Intelligentseid transpordisüsteeme ehk dünaamilisi liiklusjuhtimise süsteeme kasutatakse liiklusvõrgu planeerimiseks üha enam. (Antov, et al., 2011, p. 7; Brindle, et al., 2000, p. 4; Torrens, 2000, p. 6)

Liiklusloenduseid on Tallinnas tehtud teatud süsteemi alusel juba 1973. aastast alates. See süsteem on aastate jooksul oluliselt täienenud. 1995. aastani viidi loendusi läbi peamiselt ainult kesklinna piiril kesklinnast radiaalselt väljuvatel tänavatel, 1996. aastal lisandusid loendused ka linna piiril linnast väljuvatel teedel. Lisaks kesklinna ja kogu linna piiril toimunud liiklusloendustele toimusid loendused ka piiratud arvul kontrollpunktides. Nende kontrollpunktide asukohad olid muutuvad. Kontrollpunktide asukohtade valik oli seotud peamiselt linna tänavavõrgu olulisemate muutustega, eesmärgiga fikseerida neist muutustest tulenenud liiklusvoogude ümberjagunemised. 2005. aastal lisandus veel täiendavalt kuus kontrollpunkti. 2011. aastal, mil lühiajalisi käsiloenduseid eelkirjeldatud süsteemi alusel tehti viimast korda, oli loendusriistlõikeid ühtekokku 46. (Metsavahi, 2017, p. 37)

2. OPERATIIVSÕIDUKITE SÕIDUAEGADE ANALÜÜS

Käesolev peatükk keskendub empiirilisele uuringule, milles otsitakse vastust küsimusena esitatud uurimisprobleemile, kuidas on võimalik lühendada sündmuskohale saabumise aega?

Uurimisprobleem on püstitatud tulenevalt magistritöö eesmärgist selgitada välja sõiduaja lühendamise võimalused liiklusvoogusid arvestava transpordimudeli kasutamisel. Käesolevas peatükis keskendutakse teisele, kolmandale, neljandale ja viiendale uurimisülesandele, et uurida andmeid operatiivsõidukite sõitude marsruutidest ja sõiduaegadest. Samuti modelleeritakse operatiivsõidukite sõitude parameetrid CUBE Tallinna transpordimudeliga ja võrreldakse neid omavahel. Seejärel sünteesitakse teoreetiliste lähtekohtade ja empiirilise uuringu tulemusi ning esitatakse ettepanekud elupäästeahela lühendamiseks seoses sündmuskohale sõitmiseks kuluva sõiduaja vähendamisega.

Autor kirjeldab uurimiseesmärgi täitmiseks läbi viidud empiirilist uuringut ja ühtlasi selgitab kasutatud valimit ning andmekogumise- ja analüüsimeetodeid. Seejärel kirjeldab autor valitud empiirilise uuringu tulemusi, eesmärgiga leida läbi püstitatud uurimisküsimuste vastus uurimisprobleemile. Autor toob välja uuringu järeldused ja teeb ettepanekud sõiduaja lühendamise osas.

2.1. Uuringu meetodika

Käesolev töö põhineb kvantitatiivsel analüüsimeetodil. Kogutud statistilisi andmeid analüüsitakse võrdlevalt objekte iseloomustavate arvuliste suurustega. Uuritavad objektid jagatakse gruppidesse ja võrdleva analüüsimeetodi tulemusena tehakse otsus võrdsuse ja sarnasuse kohta ning erinevuste korral tuuakse need välja.

Keskmete statistiliste andmete võrdlemisel arvestatakse suuruste hajuvuse ehk standardhälbega.

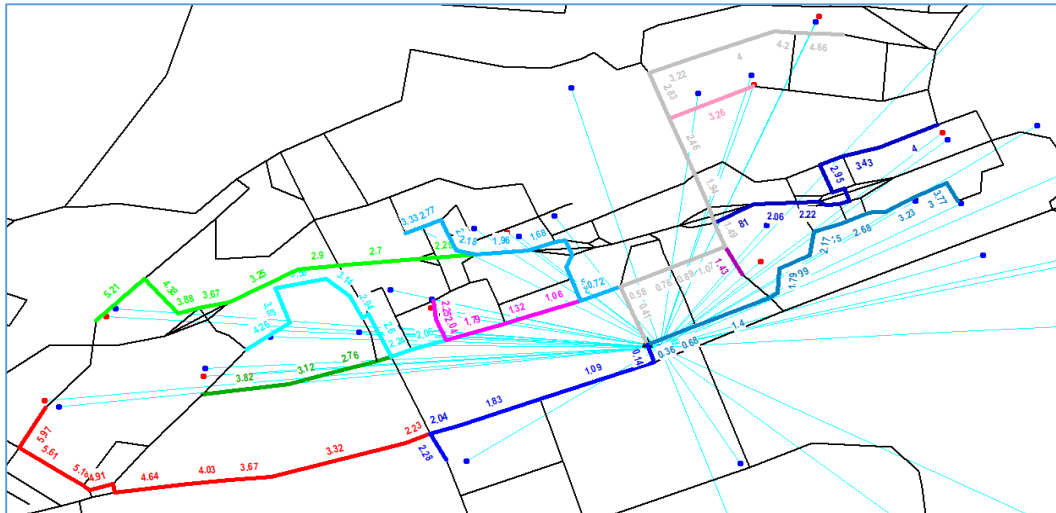
Ülevaate uurimuses võrreldakse operatiivsõidukite sündmuskohale sõitmiseks kuluvaid keskmiseid sõiduaegasid tundides ja minutites. Uuringu käigus koguti Tallinna suurimate väljasõidukoormustega päästekomandode (Kesklinna, Lasnamäe, Nõmme ja Lilleküla) 2019 aasta oktoobri kuu väljasõitude andmed. Kokku analüüsiti 58 sõitu, millest 16 olid Lasnamäe päästekomando, 17 Kesklinna päästekomando, 17 Lilleküla päästekomando ja 8 Nõmme päästekomando sõidud.

Andmed koguti sõidukite ja sõitude lõikes Päästeameti sõidukitel kasutuses oleva GPS seiresüsteemi andmebaasi põhjal. Sõidukite GPS seiresüsteem on GPS põhine tarkvaralahendus, mis annab reaajas ülevaate sõidukite kasutamisega seotud võtmenäitajatest nagu sõidukite kütusekulu, tööaeg, asukoht, marsruudid, kiirused jm. Autor kasutas uuringus järgmiseid sõitude GPS seiresüsteemi andmeid (lisa 1, tabelid 1-4):

- Algusaeg (kuupäev, kellaaeg)
- Algas aadress
- Lõpuaeg (kuupäev, kellaaeg)
- Lõpu aadress
- Sõidu pikkus (km)
- Sõiduaeg ehk -kestvus (h, min, s)
- Suurim kiirus (km/h)
- Keskmise kiirus (km/h)

Autor kasutas sõiduaegade analüüsimiseks Tallinna transpordimudelit (CUBE tarkvara), mis arvestab tipptundide liiklustihedusega, s.h ristmike läbilaskevõimega. Analüüsides sündmuskohale sõitmiseks valitud marsruutide läbimiseks kulunud sõiduaegasid ning mudeldades need CUBE Tallinna transpordimudeliga, selgitatakse välja, kas sündmuskohale sõitmiseks valiti kiireim võimalik marsruut. CUBE Tallinna transpordimudel näitab tegelikku piirkiirust sõltuvalt liiklusvoo suuruselt, suurema liiklusvoo korral väheneb sõiduki kiirus ehk suureneb sõidu aeg.

Joonisel 8 kujutatakse Lasnamäe päästekomando põhiauto väljasõitude näitel CUBE transpordimodeli tulemusi. Joonisel kujutatud sõitude marsruudivalikud on genereeritud CUBE transpordimodeli poolt arvestades tipptundide liiklusvoogusid ja ristmike läbilaskevõimeid.



Joonis 8. Lasnamäe päästekomando sõidud CUBE transpordimodeli marsruudivalikust tulenevalt (CUBE transpordimudel)

CUBE transpordimodeli tarkvara on koostatud üksikutest moodulitest, millest olulisemad on lähteandmete pakett, mis koosneb järgmistest osadest (Antov, et al., 2011, p. 11):

- teede või teedevõrgu kirjeldus;
- ristmike kirjeldus- olenevalt ülesandest võib seda teha erineva detailsusega;
- ühistranspordi liinivõrgu kirjeldus (ühistranspordi- või multimodaalsete mudelite puhul);
- lähte- ja sihtkohtade korrespondentsmaatriks.

Modelleerimispakett koosneb omakorda (Antov, et al., 2011, p. 11):

- programmimoodulid lähteandmete tekstifailide teisendamiseks programmidele arusaadavasse vormi;

- programmimoodulid modelleeritava transpordivõrgu koormamiseks liikumiste korrespondentsmaatriksiga ja vastavate tulemuste hindamiseks (nn. Dünaamilise modelleerimise programmi-moodulid);
- programmimoodulid tulemuste graafiliseks esitamiseks.

Käesolevas töös kasutati erinevatest transpordimudelitest CUBE transpordimudelit, kuna see oli töö autorile kättesaadav. Analoogseid tarkvarasid on veel (näiteks VISUM, EMME/2, CONTRAM), mis oma ülesehituselt on kõik sarnased ehk töötavad sarnasel algoritmil. Seega mõne teise transpordimudeli kasutamisel oleksid tulemused tõenäoliselt sarnased.

Käesoleva tööga leitakse vastuseid järgnevatele uurimisküsimustele:

1. kas sündmuskohale sõitmiseks kasutati kiireimaid marsruute?
2. kuidas marsruudi optimeerimine võimaldaks vähendada sündmuskohale saabumise aega?

2.2. Valimi moodustamine

Käesolevas töös analüüsitakse klastervalimina Päästeameti Põhja Päästkeskuse Tallinna linnas asuvate Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode põhiautode 2019. aasta oktoobri kuu väljasõite (vt tabel 1).

Tabel 1. Operatiivsõidukite väljakutsed oktoober kuni detsember 2019 (autori koostatud)

Sõiduk/ päästekomando	Oktoober	November	Detsember	Üldkokkuvõte
655BTY Lasnamäe põhiauto	245	269	225	739
906BTY Kesklinna põhiauto I	209	204	226	639
999BTY Lilleküla põhiauto I	187	170	184	541
653BTY Kesklinna põhiauto II	170	136	168	474
001BTY Nõmme põhiauto I	108	122	128	358
907BTY Lilleküla põhiauto II	96	71	104	271
004BTY Kopli põhiauto	72	83	102	257
654BTY Keila põhiauto	88	76	63	227
020BTY Assaku põhiauto	72	70	84	226
908BTY Nõmme põhiauto II	84	48	64	196
002BTY Pirita põhiauto	56	42	79	177
003BTY Muuga põhiauto	51	58	58	167
005BTY Kehra põhiauto	26	31	32	89
021BTY Kose põhiauto	17	11	35	63
Üldkokkuvõte	1481	1391	1552	4424

Valitud oktoobri kuu periood iseloomustab tavaliselt olukorda linnas kõige paremini. Oktoobri kuu liiklusvoog on aasta keskmisele kõige tüüpilisem. Tavapärasest tihedamatele aprilli ja mai kuu liiklusvoole järgnevad madalama liiklusvooga suvekuud. Suvekuudele järgneb keskmisest kõrgema liiklusvooga september.

Tallinna liikluses on sõiduajad pikimad hommikustel (07:00-10.00) ja õhtustel (16:00-18:00) aegadel. Muul ajal liigeldes ei ole tavaolukorras liiklusvoog häiritud. Vaadeldakse vaid neid aegu, milles võimalik ajakadu on kõige suurem ja võimalik ajasääst kõige suurem.

Päästeamet reageeris 2019. aastal kokku 14812 päästesündmusele, millest 5244 ehk 35% leidsid aset Harjumaal (Päästeamet, 2021). Uuritavad päästekomandod on suurima väljakutsete arvuga päästekomandod Tallinnas ja reageerivad enim suure liiklustihedusega Tallinna piirkondades ning seega sõltuvad enim marsruudivalikust ning omavad suurimat oodatavat efekti. Oktoobri kuu näitel moodustasid analüüsitava päästekomandode nelja põhiauto väljasõidud 51% kogu Päästeameti Põhja päästkeskuse põhiautode väljasõitudest (vt tabel 1). Seetõttu on nendes päästekomandodes võimalik saavutada marsruudivalikust

tulenevalt suurim ajasääst. Seega valim hõlmab ühe kuu sõitudest üle 50% suurese osa.

Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandodes on mehitatud kaks põhiautot, seega nendes päästekomandodes on korraga operatiivses valves kaks päästemeeskonda kahe põhiautoga. Käesolevas töös analüüsitakse päästekomandos põhiautot, mis on reageerinud enamatele väljakutsele.

2.3. Uuringu läbiviimine

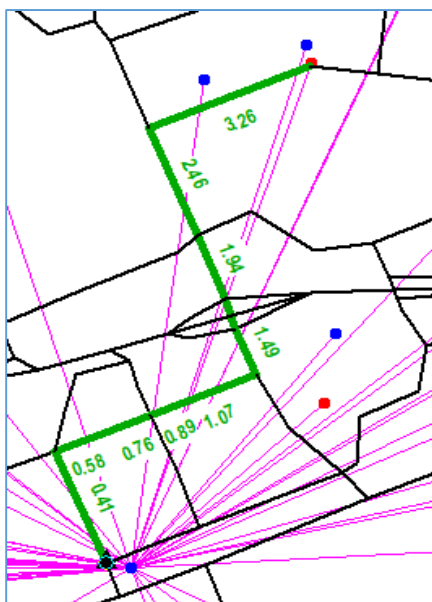
Uuring viidi läbi CUBE Tallinna transpordimudeliga. Uuringu käigus võrreldi Päästeameti Põhja päästkeskuse Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode põhiautode 2019. aasta oktoobri kuu väljasõitude andmeid CUBE Tallinna transpordimudeli prognoosist tulenevate andmetega. Selleks keskenduti operatiivsõidukite päästesündmustele kohale jõudmiseks kulunud sõiduaja ja marsruudivaliku analüüsile.

Mudel on alati reaalsuse lihtsustatud nägemus. Selline lihtsustus on vajalik selleks, et modelleeritava süsteemi kõige olulisemaks peetavaid elemente kirjeldada sellisel moel, mida on võimalik kasutada, töödelda, analüüsida. Täiuslik mudel peaks reageerima kõigile võimalikele mõjufaktoritele, mida süsteemi muutumiseks eeldatakse vaja minevat. Kuna aga meie arusaamised ja teadmised süsteemile mõjuvatest faktoritest ja süsteemi reageeringutest neile on piiratud, siis on praktiliselt alati võimalik rakendada vaid teatavat osa mõjufaktoritest. Ühtlasi on väga täiuslike mudelite loomine äärmiselt keeruline ja kulukas, seetõttu on mudelis kasutatavate elementide ja faktorite valiku küsimus üks tähtsamaid. (Antov, et al., 2011, p. 7)

Transpordimudel kujutab endast mehhanismi, mille ülesandeks on hinnata transpordivõrgu reageerimist liikumistele sellel võrgul, kusjuures liikumiste jaotuse

ja muud iseloomulikud faktorid määravad modelleeritava piirkonna elanikkonna, töökohtade jagunemise ning maakasutuse karakteristikud. Mudeli tüüpiliseks resultaadiks on liiklejate (püstitatud ülesandest olenevalt kas reisijate, sõidukite, jne.) arv modelleeritava transpordivõrgu igal elemendil, kuid see sõltub paljuski kasutatava mudeli omadustest ja uuringu eesmärgist. Transpordimudelite rakendamiseks kasutatakse spetsiaalselt selleks loodud arvutiprogramme. Lisaks käesolevas töös kasutatud CUBE transpordimudelile on maailmas levinud ka transpordimudelid nagu EMME/2, CONTRAM, VISUM jms. (Antov, et al., 2011, p. 7-8)

Joonisel 9 on kujutatud Lasnamäe päästekomando põhiauto väljasõidud koordinaatide põhjal CUBE Tallinna transpordimudeli poolt loodud marsruutidel. CUBE Tallinna transpordimudel töötab põhimõttel, milles mudel arvutab sisestatud algus- ja lõppkoha koordinaatide alusel kiireima marsruudi. CUBE transpordimudel arvestab tiptundide liiklustihedusega, s.h ristmike läbilaskevõimega. CUBE transpordimudeli poolt väljastatud tulemused kajastavad tiptunni liiklusvooge, mida tinglikult saab käsitleda ajavahemikena 07:00 kuni 10.00 ja 16:00 kuni 18:00.



Joonis 9. CUBE transpordimudeli marsruudivalik tulenevalt liiklusvoost Lasnamäe päästekomando näitel (CUBE transpordimudel)

Uuringus kasutati algandmetena Päästeameti operatiivsõidukite GPS seiresüsteemi andmebaasist tulenevaid sõitude andmeid. Tabelis 2 on toodud GPS seiresüsteemi poolt 2019. aasta oktoobri kuus registreeritud sõitude arvud sõidukite lõikes. Nelja sõiduki osas registreeris süsteem kokku 749 sõitu, millest Lasnamäe päästekomando osas 245 sõitu, Kesklinna päästekomando osas 209 sõitu, Lilleküla päästekomando osas 187 sõitu ja Nõmme päästekomando osas 108 sõitu.

Tabel 2. Operatiivsõidukite 2019. aasta oktoobri kuu sõitude arvud (autori koostatud)

Operatiivsõiduk		Sõitude arv	
Komando	Tunnus	Kokku	Analüüsitavad
Lasnamäe päästekomando põhiauto	655BTY	245	16
Kesklinna päästekomando põhiauto	906BTV	209	17
Lilleküla päästekomando põhiauto	999BTV	187	17
Nõmme päästekomando põhiauto	001BTY	108	8
		749	58

Andmeanalüüsi käigus eemaldas autor sõidud, mis ei toimunud soovitud ajavahemikus (kriitilistel aegadel) või mida ei olnud võimalik CUBE transpordimudeliga analüüsida. Kokku analüüsiti 58 sõitu, mis vastasid tingimustele (tabel 2):

- Sõidu alguspunkt ühtis vastava päästekomando asukohaga;
- Sõidu pikkus ehk vahemaa ühtis Maa-ameti XGIS-2 tarkvara poolt kuvatava vahemaaga;
- Sõidu andmetes ei esinenud anomaaliaid (reaalsusele mitte vastav sõidu aeg või reaalsusele mitte vastav teekonna pikkus).

GPS seiresüsteemi reaalsete sõitude andmeid võrreldi ESRI geoinfo andmetega. ESRI geoinfo poolt väljastatud tulemused kajastavad ette antud marsruute liiklusvooge arvestamata. Süsteem töötab sarnaselt sõidukites (muuhulgas Päästeameti operatiivsõidukites) kasutatavatele navigatsiooniseadmetele, mis lähtuvad marsruudivalikul lühimast vahemaast ja kiireimast ajast, arvestamata seejuures reaalsete liiklusvoogudega.

Uurimisküsimustele vastuse leidmiseks võrdles autor operatiivsõidukite sõitude kestvuseid lähtuvalt reaalsetest GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude

kestvustest ja CUBE Tallinna transpordimudeli poolt genereeritud sõitude kestvusteid.

Sõitude GPS seiresüsteemi andmete võrdlemiseks CUBE Tallinna transpordimudeli andmetega, lisas autor igale sõidule algus- ja lõppkoha koordinaadid. Koordinaatide lisamisel lähtus autor GPS seiresüsteemi sõidu alguskoha aadressist ja lõppkoha aadressist. Algus- ja lõppkohtade koordinaatide tuvastamiseks ja lisamiseks kasutas autor Maa-ameti XGIS-2 kaardirakendust. Sisestades Maa-ameti XGIS-2 kaardirakendusse sõidu algus- ja lõppkoha aadressi, tuletati kaardirakenduse poolt koordinaadid. Seejärel sisestas autor koordinaadid GPS seiresüsteemi poolt genereeritud sõitude algandmete tabelitesse (lisa 1, tabelid 1-4). Koordinaatide põhjal modelleeriti CUBE Tallinna transpordimudeliga vastavalt algus- ja lõppkoordinaatidele võrreldavad sõidud, kasutades selleks kiireimat marsruuti (lisa 2, tabelid 1-4).

Sõitude GPS seiresüsteemi andmete võrdlemisel CUBE Tallinna transpordimudeli andmetega, tuvastas autor päästekomandode ja sõitude lõikes protsentuaalselt, millisel määral erinesid CUBE Tallinna transpordimudeli poolt genereeritud sõitude kestvused reaalistest GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvustest. Kvantitatiivsete andmete esmaseks esitamiseks ja analüüsimiseks koostas autor sagedustabelid, milles esitas tunnuste väärtuste loetelu. Sagedustabelis esitati mõõdetud väärtused ja nende esinemise sagedused, mis käesolevas töös esitatakse joonistena.

Samuti arvutas autor päästekomandode lõikes sõitude keskväertuse ehk aritmeetilise keskmise. Sellega tuvastas autor tõenäoliselt kõige sagedamini kasutatava näitaja statistilisel andmete analüüsis. Keskväertuse saamiseks liitis autor kokku kõikide sõitude erinevused ning jagas saadud summa sõitude arvuga. Tulemuseks sai autor näitaja, mida käsitleb tüüpilise või läbilõikelise vastusena vaatlusalusele küsimusele. Oluline on märkida, et kuna keskmine on leitud kõigi tulemuste peale kokku, siis võib sellel olla väärtus, mida ükski mõõtmine reaalselt ei andnud. Autor otsustas kasutada keskväertust, kuna tegemist on üldjuhul lugejale hästi mõistetava statistilise näitajaga, millega iseloomustada analüüsi.

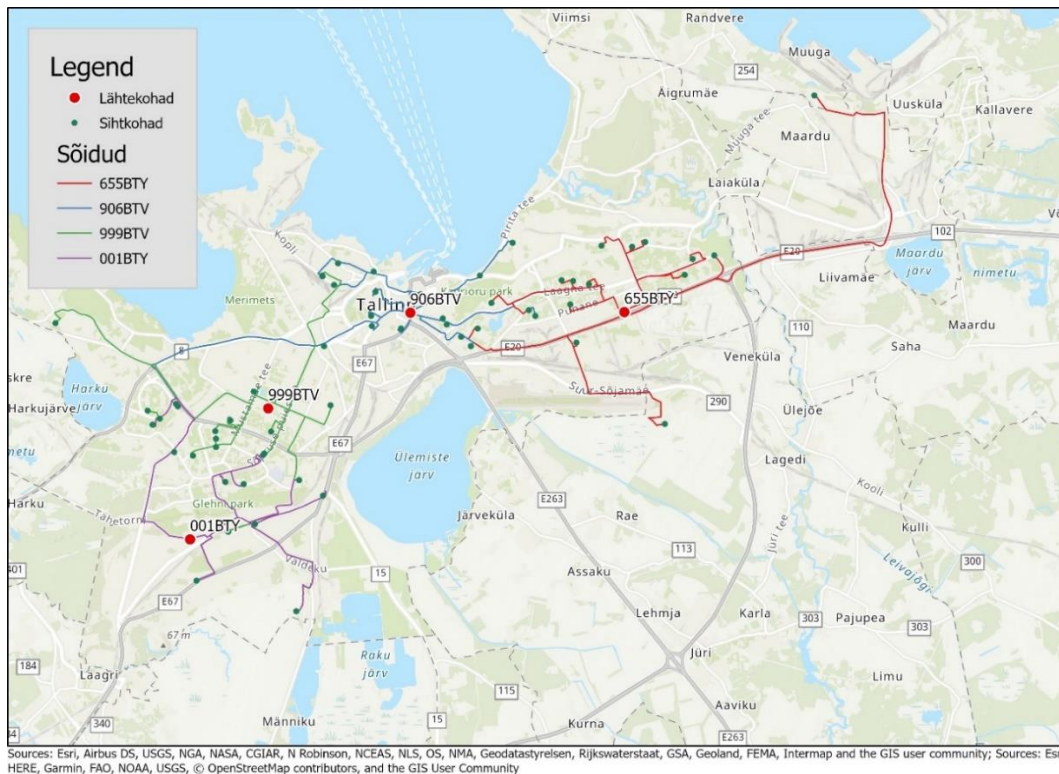
Sõitude kestvuste erinevuste hajuvuse tuvastamiseks keskmise näitaja ümber, arvutas autor standardhälbe. Standardhälbeks (ingl. k. *Standard Deviation*) nimetatakse ruutjuurt dispersioonist. Standardhälbe valemina kasutatakse:

$$\sigma = \sqrt{D(X)} = \sqrt{E(X - E(X))^2}$$

Standardhälve iseloomustab tunnuse hajuvust- mida suurem on standardhälve, seda suurem on tunnuse väärtuste hajuvus. Sellega toob autor välja tüüpilise erinevuse vastava päästekomando üldisest keskmisest sõidukestvuste erinevustest. Suur standardhälve iseloomustab üldisest keskmisest kaugemal asuvaid näitajaid ning väike standardhälve iseloomustab üldise keskmise lähedal asuvaid näitajaid.

Üldkogumis kõigi vaadeldavate sõiduaegade erinevuste läve katmiseks moodustas autor usaldusvahemiku. Usaldusvahemik moodustati keskvärtuse ja standardhälbe vahemikust tulenevalt. Sõitude kestvuste võrdlevas statistilises analüüsis tuvastab autor sõidud, millel CUBE Tallinna transpordimudeli marsruudi kasutamise ajasääst oli keskmine ehk 0 lähedane, keskmisest väiksem ning keskmisest suurem. Aja erinevus tuuakse välja protsendina. Üldisena tuuakse välja ka sõitude kestvuste jagunemine minutite ja sekundite vaates.

Joonis 10 kujutab kõiki analüüsitud sõite sõidukite ja sõitude algus- ja lõppkohtade lõikes. Sõitude alguspunktid ehk lähtekohad on joonisel märgitud punase värvusega ning sõitude lõppkohad ehk sihtkohad on märgitud joonisel rohelise värvusega. Sõiduk numbriga 655BTY on Lasnamäe päästekomando sõiduk, 906BTV on Kesklinna päästekomando sõiduk, 999BTV on Lilleküla päästekomando sõiduk ja 001BTY on Nõmme päästekomando sõiduk. Lasnamäe päästekomando sõiduki sõidud on märgitud joonisel punase joonega, Kesklinna päästekomando sõiduki sõidud on märgitud joonisel sinise joonega, Lilleküla päästekomando sõiduki sõidud on märgitud joonisel rohelise joonega ja Nõmme päästekomando sõiduki sõidud on märgitud joonisel lilla joonega. Ühtlasi on kõikide sõitude ehk mõõtmistulemuste alguspunktideks vastava päästekomando asukoht.



Joonis 10. Analüüsitud sõidud (ESRI)

Käesolevas magistritöös võrreldakse tegelikke GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõiduaegasid ja transpordimudeli poolt genereeritud teoreetilisi sõiduaegasid ehk kahte andmestikku. Töös ei uurita ühe näitaja sõltuvust teisest. Võrreldes tegelikke sõiduaegasid teoreetiliste sõiduaegadega, ei ole need omavahel korrelatiivses seoses ning seega puudub vajadus saadud tulemusi matemaatiliselt kontrollida.

2.4. Uuringu tulemused

Käesolevas alapeatükis annab autor ülevaate valimisse võetud sõitude põhjal läbi viidud uuringu tulemustest. Uuringu raames analüüsiti Päästeameti Põhja päästekomandode Tallinna linnas asuva nelja suurima väljasõitude koormusega päästekomandode 2019. aasta oktoobri kuu väljasõite. Kokku analüüsiti 58 sõitu (vt

tabel 2), millest Lasnamäe päästekomando poolt teostati 16, Kesklinna päästekomando poolt 17, Lilleküla päästekomando poolt 17 ja Nõmme päästekomando poolt 8 sõitu.

Uurimisküsimustele „Kas sündmuskohale sõitmiseks kasutati kiireimaid marsruute?“ ja „Kuidas marsruudi optimeerimine võimaldaks vähendada sündmuskohale saabumise aega?“ vastuste leidmiseks võrdles autor GPS seiresüsteemist tulenevate Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode põhiautode reaalsete sõitude andmeid ESRI geoinfo süsteemi andmetega. ESRI geoinfo poolt väljastatud tulemused kajastasid ette antud marsruute liiklusvooge arvestamata (vt joonis 10). Süsteem töötab sarnaselt sõidukites (muuhulgas Päästeameti sõidukites) kasutatavatele navigatsiooniseadmetele, mis lähtuvad marsruudivalikul lühimast vahemaast ja kiireimast ajast, arvestamata seejuures reaalsete liiklusvoogudega.

Sõitude GPS seiresüsteemi andmete võrdlemiseks ESRI geoinfo ja CUBE Tallinna transpordimudeli andmetega, lisas autor igale sõidule algus- ja lõppkoha koordinaadid. Koordinaatide põhjal modelleeriti CUBE Tallinna transpordimudeligast vastavalt algus- ja lõppkoordinaatidele võrreldavad sõidud, kasutades selleks kiireimat marsruuti (vt lisas 2 tabelid 1-4).

Uurimisküsimusele vastuse leidmiseks võrdles autor operatiivsõidukite sõitude kestvuseid lähtuvalt reaalsetest GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvustest ja CUBE Tallinna transpordimudeli poolt genereeritud sõitude kestvustele. Sõitude GPS seiresüsteemi andmete võrdlemisel CUBE Tallinna transpordimudeli andmetega, tuvastas autor päästekomandode ja sõitude lõikes protsentuaalselt, millisel määral erinesid CUBE Tallinna transpordimudeli poolt genereeritud sõitude kestvused reaalsetest GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvustest.

Päästekomandode lõikes arvatud sõitude keskväärtustega ehk aritmeetiliste keskmistega tuvastas autor tõenäoliselt kõige sagedamini kasutatava näitaja statistilises andmete analüüsis. Keskväärtusena tuvastas autor näitaja, mida käsitleb tüüpilise või läbilõikelise vastusena vaatlusalusele küsimusele.

Autor võrdles valitud 58 marsruudi näitel sõiduaegade kestvuseid (vt tabel 3):

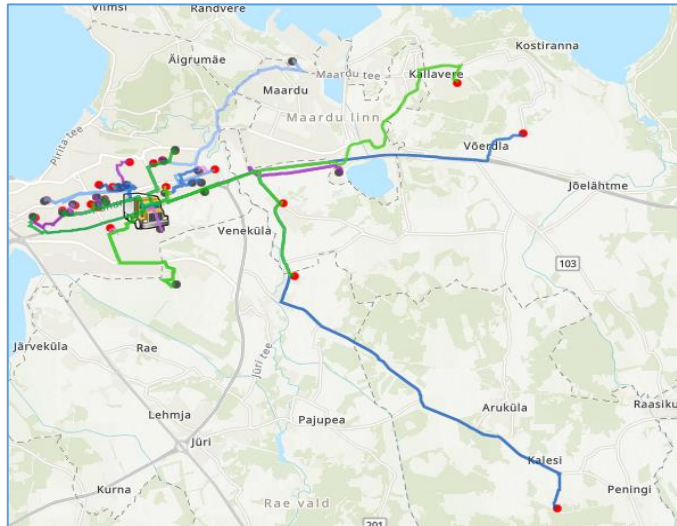
- reaalsed andmed GPS seiresüsteemist
- andmed ESRI geoinfo programmist
- andmed CUBE Tallinna transpordimudelist

Tabel 3. Analüüsitud sõitude kestvused (autori koostatud)

Pääsekomando/ põhiauto	Sõitude arv	Sõitude kestvus summeerituna		
		GPS	ESRI	CUBE
Lasnamäe	16	1h 37min	1h 48min	1h 6min
Kesklinna	17	1h 34min	1h 41min	1h 2min
Lilleküla	17	1h 25min	2h 9min	1h 11min
Nõmme	8	54min	1h 4min	47min
KOKKU:	58	5h 31min	6h 42min	4h 6min

Analüüsis kasutati algandmetena sõidukite GPS seiresüsteemi andmeid, mille GPS seiresüsteem mõõtis ja salvestas reaalse sõitude käigus. Kokku analüüsitud 58 sõidu reaalne GPS seiresüsteemi poolt salvestatud sõiduaeg oli kokku 5 tundi ja 31 minutit (vt tabel 3).

GPS seiresüsteemi reaalse sõitude andmeid võrreldi ESRI geoinfo andmetega. ESRI geoinfo poolt väljastatud tulemused kajastavad ette antud marsruute liiklusvooge arvestamata. Süsteem töötab sarnaselt sõidukites (muuhulgas Päästemeti sõidukites) kasutatavatele navigatsiooniseadmetele, mis lähtuvad marsruudivalikul lühimast vahemaast ja kiireimast ajast, arvestamata seejuures reaalse liiklusvoogudega. Joonisel 11 on kujutatud analüüsitud Lasnamäe päästekomando põhiauto väljakutsete marsruute, mis on loodud ESRI geoinfo alusel (väikseima vahemaa alusel, arvestamata liiklusvoogusid).



Joonis 11. Lasnamäe päästekomando väljakutsete marsruudid väikseima vahemaa alusel (ESRI)

ESRI geoinfo andmete põhjal oli analüüsitud 58 sõidu sõiduaeg kokku 6 tundi ja 41 minutit, mis moodustab reaalsest GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud ajast 1 tunni ja 10 minuti võrra pikema aja (vt tabel 3).

CUBE Tallinna transpordimudeli andmete põhjal oli analüüsitud 58 sõidu osas sõiduaeg kokku 4 tundi ja 6 minutit, mis moodustab ESRI geoinfo andmetest 2 tunni ja 35 minuti võrra väiksema aja ning GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud ajast 1 tunni ja 25 minuti võrra väiksema aja (vt tabel 3).

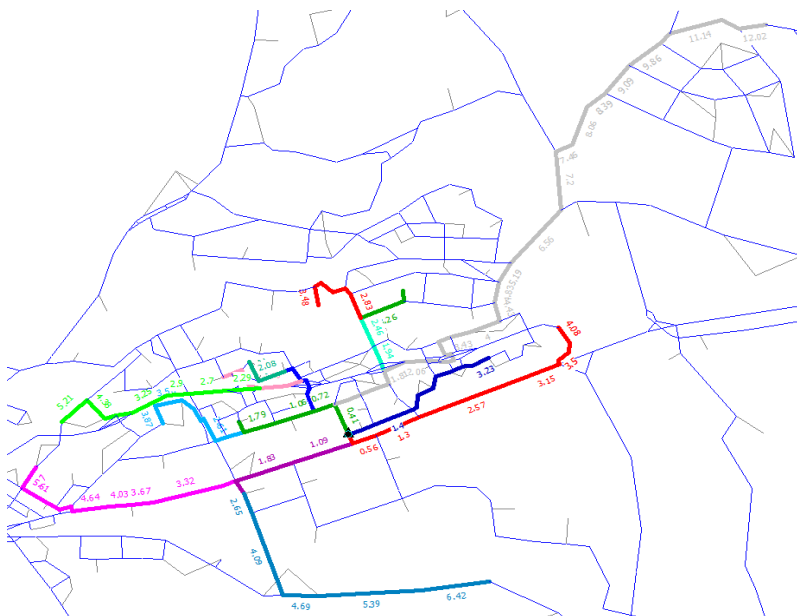
Lasnamäe päästekomando sõiduaegade võrdlus

Lasnamäe päästekomando väljakutsetele (16) sõitmise reaalne GPS seiresüsteemi põhine sõiduaeg summeerituna oli 1 tund ja 37 minutit. ESRI geoinfo andmetel kulus vaadeldud 16 marsruudi läbimiseks 1 tund ja 48 minutit ehk 11 minutit kauem. CUBE Tallinna transpordimudeli modelleerimistulemused (vt joonis 12) näitasid summeeritud sõiduajaks 1 tund ja 6 minutit. Seega CUBE transpordimudeli poolt genereeritud sõiduaeg oli reaalsest sõiduajast 31 minuti ehk 32% võrra lühem (vt tabel 4).

Tabel 4. Analüüsitud sõiduaegade vähenemine tulenevalt CUBE transpordimudelist (autori koostatud)

Pääsekomando/ põhiauto	Sõitude arv	Sõitude kestvus summeerituna		Vähene mine	Vähene mine (%)
		GPS	CUBE		
Lasnamäe	16	1h 37min	1h 6min	31min	32
Kesklinna	17	1h 34min	1h 2min	32min	34
Lilleküla	17	1h 25min	1h 11min	14min	17
Nõmme	8	54min	47min	7min	13
KOKKU/KESKMINE:	58	5h 31min	4h 6min	21 min	24

Joonis 12 illustreerib CUBE transpordimudeli poolt genereeritud Lasnamäe päästekomando sõitude kiireimaid marsruute.



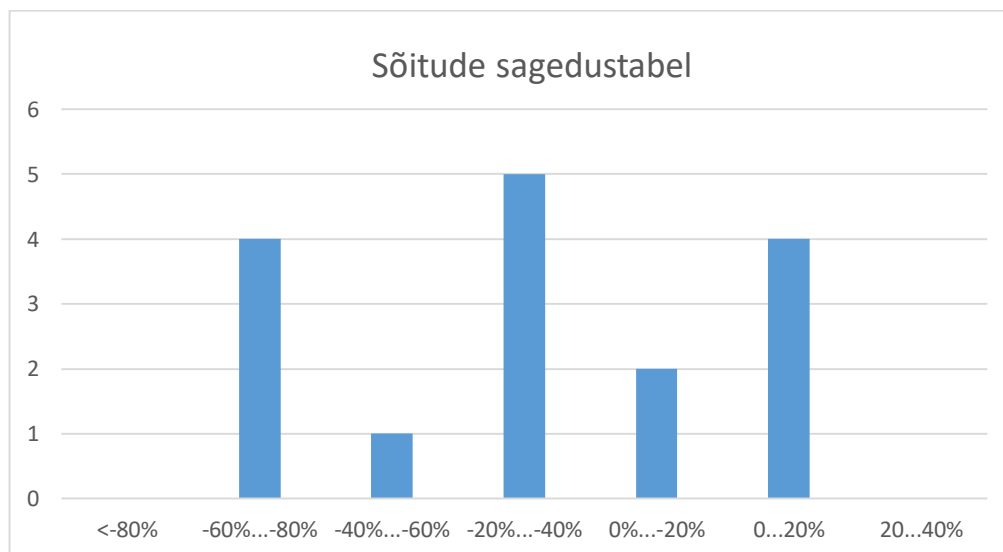
Joonis 12. Lasnamäe päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)

Lasnamäe päästekomando analüüsitud sõitude (16) kogupikkuseks oli 68 kilomeetrit, mille läbimiseks kulus 1 tund, 37 minutit. Eelnimetatud vahemaa läbimise keskmiseks kiiruseks oli 42 kilomeetrit tunnis. Vaadeldud 16 sõidu suurimad kiirused varieerusid sõitude lõikes vahemikus 72 kilomeetrit tunnis kuni 118 kilomeetrit tunnis. ESRI geoinfo andmetel on sisestatud koordinaatide alusel vaadeldud 16 sõidu teekonna pikkuseks kokku 62 kilomeetrit. ESRI geoinfo ja GPS

seiresüsteemi poolt fikseeritud teekonna pikkused erinesid 6 kilomeetri võrra (vt lisas 2 tabel 1).

Kvantitatiivsete andmete esitamiseks ja analüüsimiseks koostas autor sagedustabelid, milles esitas tunnuste väärtuste loetelu. Sagedustabelis esitati mõõdetud väärtused ja nende esinemise sagedused. Lasnamäe päästekomando GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvuste ja CUBE Tallinna transpordimudeli sõitude (vt joonis 12) kestvuste võrdlusel erinesid sõidud (16) keskmiselt 29% ulatuses. Vahemikus -60% kuni -80% esines neli sõitu, vahemikus -40% kuni -60% esines üks sõit, vahemikus -20% kuni -40% esines viis sõitu ja vahemikus 0% kuni 20% esines neli sõitu. Vahemikes <-80% ja 20%> sõite ei esinenud. Keskväärtuse (-29%) juures kujunes standardhälbeks 28%. Seega Lasnamäe päästekomando sõitude kestvuste tüüpiline erinevus üldisest keskmisest on 28% (vt joonis 13; lisas 3 tabel 1).

Uuringust selgus (vt joonis 13), et analüüsitud Lasnamäe päästekomando põhiauto 16 sõidust on CUBE transpordimudeli järgne ajasääst võimalik 12 juhul. Nendest 2 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväärsuse piiridesse. Seega analüüsitud 16 sõidust on 10 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 10 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti. Suur (üle 60%) ajasääst on võimalik saavutada 4 juhul.

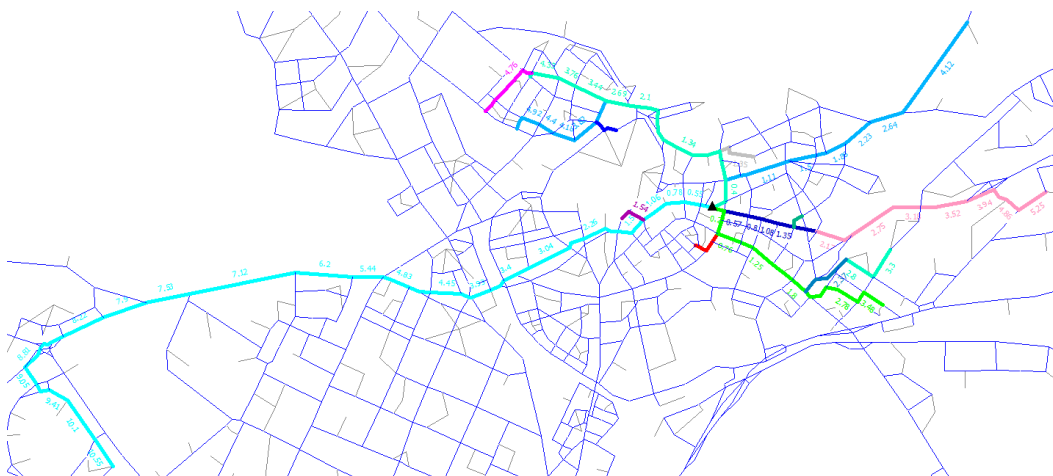


Joonis 13. Lasnamäe päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)

Kesklinna päästekomando sõiduaegade võrdlus

Kesklinna päästekomando väljakutsetele (17) sõitmise reaalne GPS seiresüsteemi põhine sõiduaeg summeerituna oli 1 tund ja 34 minutit. ESRI geoinfo andmetel kulus vaadeldud 17 marsruudi läbimiseks 1 tund ja 41 minutit ehk 7 minutit pikem aeg. CUBE transpordimudeli modelleerimistulemused (vt joonis 14) näitasid summeeritud sõiduajaks 1 tund ja 2 minutit. Seega oli CUBE transpordimudeli poolt genereeritud sõiduaeg reaalsest sõiduajast 32 minuti ehk 34% võrra väiksem (vt tabel 4).

Joonis 14 illustreerib CUBE transpordimudeli poolt genereeritud Kesklinna päästekomando sõitude kiireimaid marsruute.

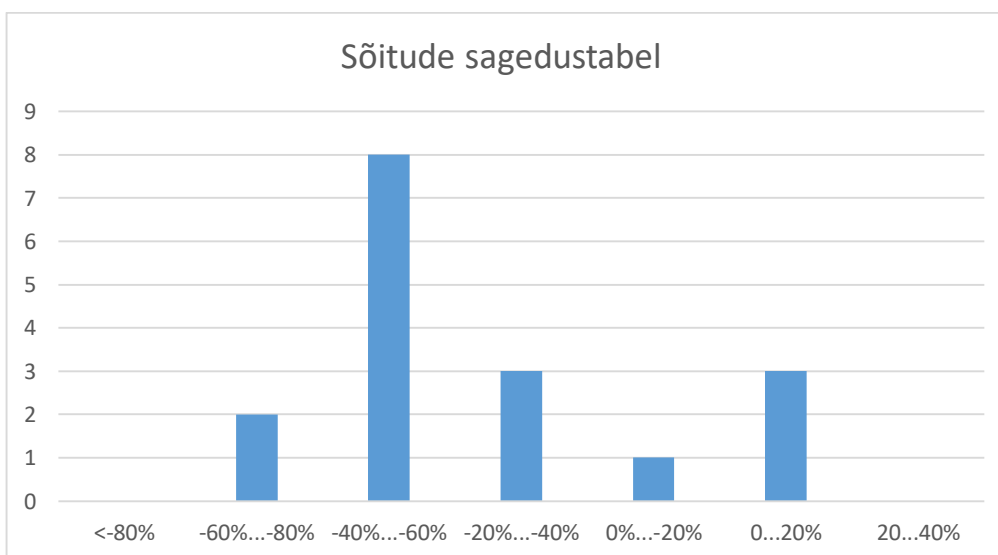


Joonis 14. Kesklinna päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)

Kesklinna päästekomando analüüsitud sõitude (17) kogupikkuseks oli 47 kilomeetrit, mille läbimiseks kulus 1 tund, 34 minutit. Eelnimetatud vahemaa läbimise keskmiseks kiiruseks oli 29 kilomeetrit tunnis. Vaadeldud 17 sõidu suurimad kiirused varieerusid sõitude lõikes vahemikus 46 kilomeetrit tunnis kuni 87 kilomeetrit tunnis. ESRI geoinfo andmetel on sisestatud koordinaatide alusel vaadeldud 17 sõidu teekonna pikkuseks kokku 44 kilomeetrit. ESRI geoinfo ja GPS seiresüsteemi poolt fikseeritud teekonna pikkused erinesid 2 kilomeetri võrra (lisas 2 tabel 2).

Kesklinna päästekomando GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvuste ja CUBE Tallinna transpordimodeli sõitude kestvuste võrdlusel erinesid sõidud (17) keskmiselt 35% ulatuses. Vahemikus -60% kuni -80% esines kaks sõitu, vahemikus -40% kuni -60% esines kaheksa sõitu, vahemikus -20% kuni -40% esines kolm sõitu, vahemikus 0% kuni -20% esines üks sõit ja vahemikus 0% kuni 20% esines kolm sõitu. Vahemikes <-80% ja 20% kuni 40% sõite ei esinenud. Keskväärtuse (-35%) juures kujunes standardhälbeks 25%. Seega Kesklinna päästekomando sõitude kestvuste tüüpiline erinevus üldisest keskmisest on 25% (vt joonis 15; lisa 3 tabel 2).

Uuringust selgus (joonis 15), et analüüsitud 17 sõidust on CUBE transpordimodeli järgne ajasääst võimalik 14 juhul. Nendest 1 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväärse piiridesse. Seega analüüsitud 17 sõidust on 13 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 13 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti. Suur (üle 60%) ajasääst on võimalik saavutada 2 juhul.

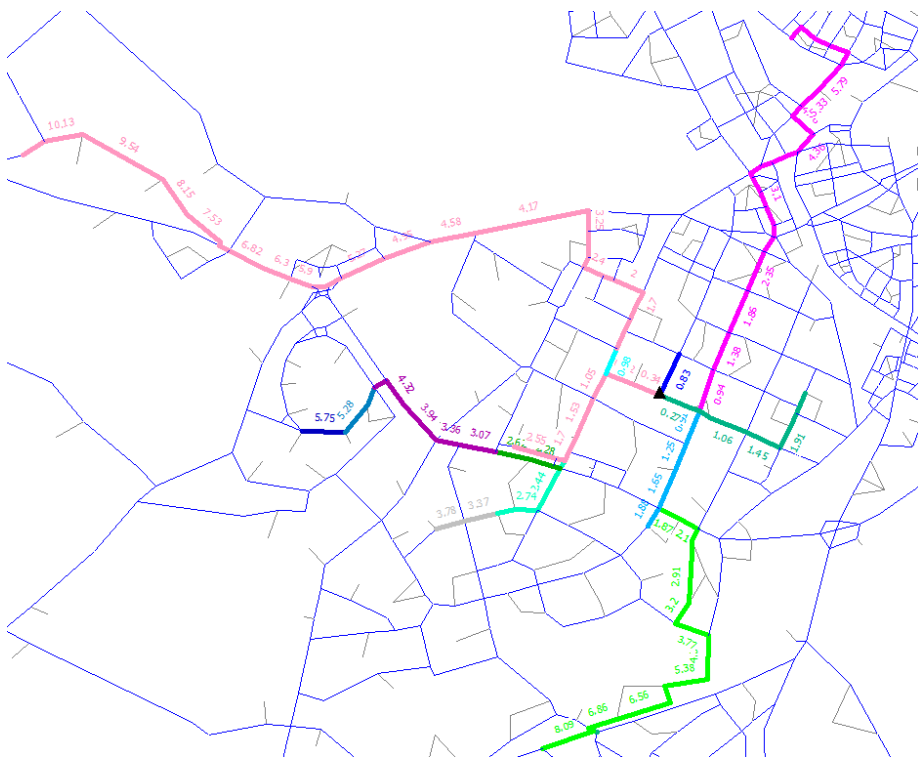


Joonis 15. Kesklinna päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)

Lilleküla päästekomando sõiduaegade võrdlus

Lilleküla päästekomando väljakutsetele (17) sõitmise reaalne GPS seiresüsteemi põhine sõiduaeg summeerituna oli 1 tund ja 25 minutit. ESRI geoinfo andmetel kulus vaadeldud 17 marsruudi läbimiseks 2 tundi ja 9 minutit ehk 44 minutit pikem aeg. CUBE transpordimudeli modelleerimistulemused (vt joonis 16) näitasid summeeritud sõiduajaks 1 tund ja 11 minutit. Seega CUBE transpordimudeli poolt genereeritud sõiduaeg oli reaalsest sõiduajast 14 minuti ehk 17% võrra väiksem (vt tabel 4).

Joonis 16 illustreerib CUBE transpordimudeli poolt genereeritud Lilleküla päästekomando sõitude kiireimaid marsruute.



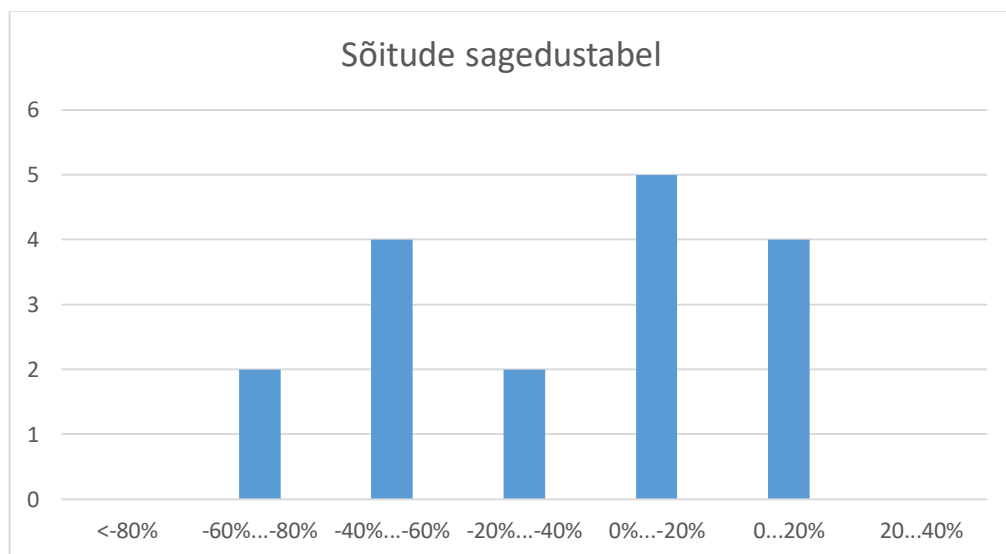
Joonis 16. Lilleküla päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)

Lilleküla päästekomando analüüsitud sõitude (17) kogupikkuseks oli 58 kilomeetrit, mille läbimiseks kulus 1 tund ja 25 minutit. Eelnimetatud vahemaa läbimise keskmiseks kiiruseks oli 38 kilomeetrit tunnis. Vaadeldud 17 sõidu suurimad kiirused varieerusid sõitude lõikes vahemikus 41 kilomeetrit tunnis kuni

95 kilomeetrit tunnis. ESRI geoinfo andmetel on sisestatud koordinaatide alusel vaadeldud 17 sõidu teekonna pikkuseks kokku 57 kilomeetrit. ESRI geoinfo ja GPS seiresüsteemi poolt fikseeritud teekonna pikkused erinesid 1 kilomeetri võrra (lisa 2 tabel 3).

Lilleküla päästekomando GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvuste ja CUBE Tallinna transpordimudeli sõitude kestvuste võrdlusel erinesid sõidud (17) keskmiselt 23% ulatuses. Vahemikus -60% kuni -80% esines kaks sõitu, vahemikus -40% kuni -60% esines neli sõitu, vahemikus -20% kuni -40% esines kaks sõitu, vahemikus 0% kuni -20% esines viis sõitu ja vahemikus 0% kuni 20% esines neli sõitu. Vahemikes <-80% ja 20% kuni 40% sõite ei esinenud. Keskväärtuse (-23%) juures kujunes standardhälbeks 27%. Seega Lilleküla päästekomando sõitude kestvuste tüüpiline erinevus üldisest keskmisest on 27% (vt joonis 17; lisa 3 tabel 3).

Uuringust selgus (vt joonis 17), et analüüsitud 17 sõidust on CUBE transpordimudeli järgne ajasääst võimalik 13 juhul. Nendest 5 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväärse piiridesse. Seega analüüsitud 17 sõidust on 8 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 8 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti. Suur (üle 60%) ajasääst on võimalik saavutada 2 juhul.

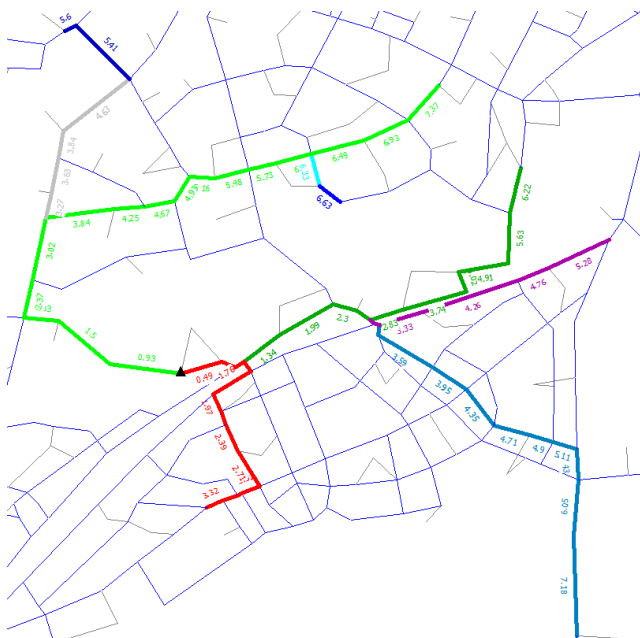


Joonis 17. Lilleküla päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)

Nõmme päästekomando sõiduaegade võrdlus

Nõmme päästekomando väljakutsetele (8) sõitmise reaalne GPS seiresüsteemi põhine sõiduaeg summeerituna oli 54 minutit. ESRI geoinfo andmetel kulus vaadeldud 8 marsruudi läbimiseks 1 tund ja 4 minutit ehk 10 minutit pikem aeg. CUBE transpordimudeli modelleerimistulemused (vt joonis 18) näitasid summeeritud sõiduajaks 47 minutit. Seega CUBE transpordimudeli poolt genereeritud sõiduaeg oli reaalsest sõiduajast 7 minuti ehk 13% võrra väiksem (vt tabel 4).

Joonis 18 illustreerib CUBE transpordimudeli poolt genereeritud Nõmme päästekomando sõitude kiireimaid marsruute.



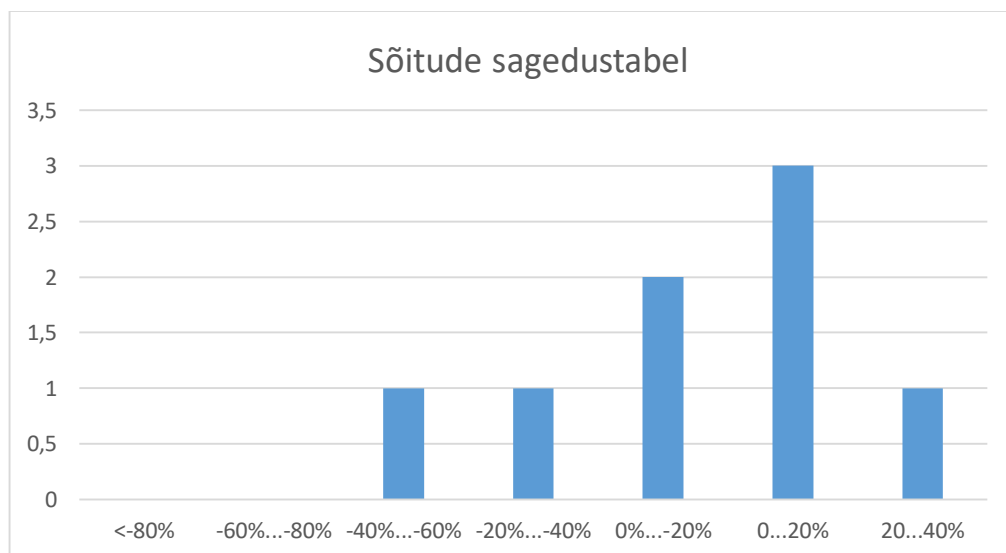
Joonis 18. Nõmme päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)

Nõmme päästekomando analüüsitud sõitude (8) kogupikkuseks oli 36 kilomeetrit, mille läbimiseks kulus 54 minutit. Eelnimetatud vahemaa läbimise keskmiseks kiiruseks oli 41 kilomeetrit tunnis. Vaadeldud 8 sõidu suurimad kiirused varieerusid sõitude lõikes vahemikus 72 kilomeetrit tunnis kuni 92 kilomeetrit tunnis. ESRI geoinfo andmetel on sisestatud koordinaatide alusel vaadeldud 8 sõidu teekonna

pikkuseks kokku 33 kilomeetrit. ESRI geoinfo ja GPS seiresüsteemi poolt fikseeritud teekonna pikkused erinesid 3 kilomeetri võrra (vt lisas 2 tabel 4).

Nõmme päästekomando GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvuste ja CUBE Tallinna transpordimudeli sõitude kestvuste võrdlusel erinesid sõidud (8) keskmiselt 8% ulatuses. Vahemikus -40% kuni -60% esines üks sõit, vahemikus -20% kuni -40% esines üks sõit, vahemikus 0% kuni -20% esines kaks sõitu, vahemikus 0% kuni 20% esines kolm sõitu ja vahemikus 20% kuni 40% esines üks sõit. Vahemikes <-80% ja -60% kuni -80% sõite ei esinenud. Keskväärtuse (-8%) juures kujunes standardhälbeks 21%. Seega Nõmme päästekomando sõitude kestvuste tüüpiline erinevus üldisest keskmisest on 21% (vt joonis 19; lisas 3 tabel 4).

Uuringust selgus (vt joonis 19), et analüüsitud 8 sõidust on CUBE transpordimudeli järgne ajasääst võimalik 4 ehk pooltel juhtudel. Nendest 2 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväärse piiridesse. Seega analüüsitud 8 sõidust on 2 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 2 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti.

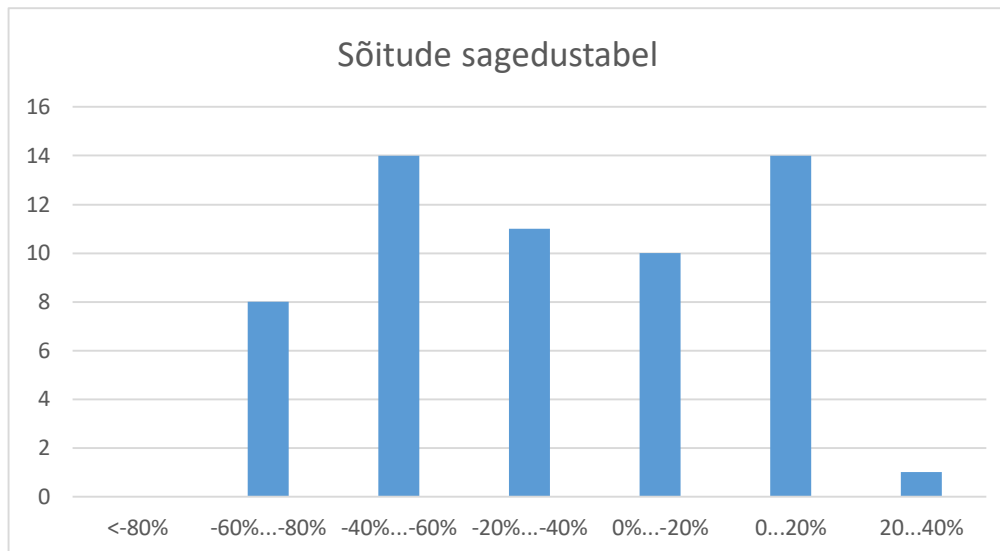


Joonis 19. Nõmme päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)

Vaadeldud nelja päästekomando väljakutsetele (58) sõitmise reaalne GPS seiresüsteemi põhine sõiduaeg summeerituna oli 5 tundi ja 31 minutit. ESRI geoinfo andmetel kulus vaadeldud 58 marsruudi läbimiseks 6 tundi ja 42 minutit ehk 1 tund ja 11 minutit pikem aeg. CUBE transpordimudeli modelleerimistulemused näitasid summeeritud sõiduajaks 4 tundi ja 6 minutit. Seega CUBE transpordimudeli poolt genereeritud sõiduaeg oli reaalsest sõiduajast 1 tund ja 25 minuti ehk 26% võrra väiksem (vt tabel 4).

Kõigi nelja analüüsitud päästekomando GPS seiresüsteemi poolt mõõdetud sõitude kestvuste ja CUBE Tallinna transpordimudeli sõitude kestvuste võrdlusel erinesid sõidud (58) keskmiselt 26% ulatuses. Vahemikus -60% kuni -80% esines kaheksa sõitu, vahemikus -40% kuni -60% esines 14 sõitu, vahemikus -20% kuni -40% esines 11 sõitu, vahemikus 0% kuni -20% esines 10 sõitu, vahemikus 0% kuni 20% esines 14 sõitu ja vahemikus 20% kuni 40% esines üks sõit. Vahemikus <-80% sõite ei esinenud. Keskväärtuse (-26%) juures kujunes standardhälbeks 27%. Seega päästekomandode sõitude kestvuste tüüpiline erinevus üldisest keskmisest on 27% (vt joonis 20; lisas 3 tabel 5).

Uuringust selgus (vt joonis 20), et analüüsitud 58 sõidust on CUBE transpordimudeli järgne ajasääst võimalik 43 juhul. Nendest 10 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväarsuse piiridesse. Seega analüüsitud 58 sõidust on 33 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 33 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti. Suur (üle 60%) ajasääst on võimalik saavutada 8 juhul.



Joonis 20. Päästekomandode sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)

Keskised kiirused

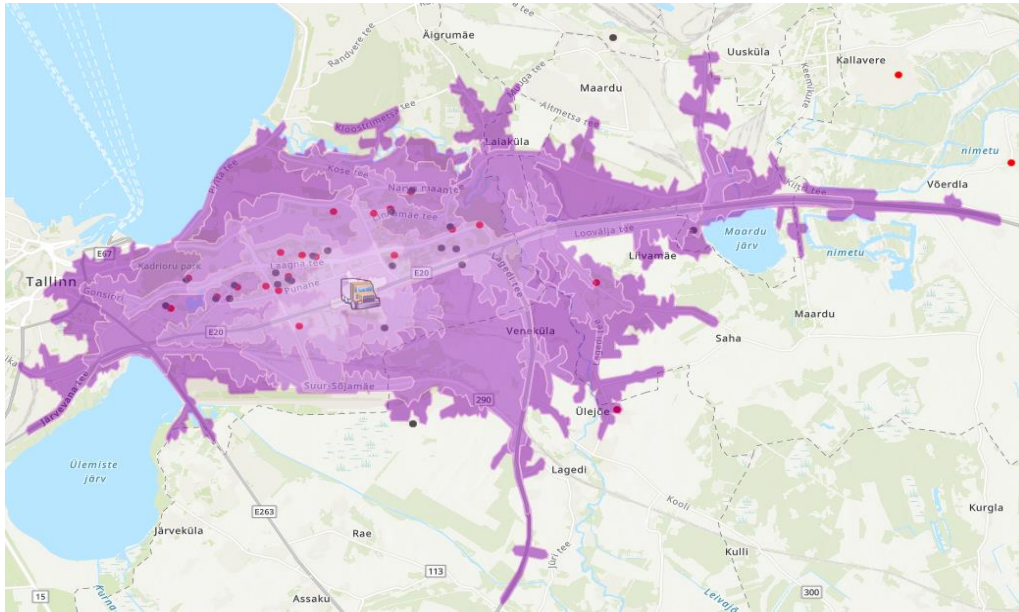
Tabelist 5 nähtub, et analüüsitud 58 sõidu keskmine kiirus oli 38 km/h. Lasnamäe päästekomando 16 sõidu keskmiseks kiiruseks oli 42 km/h, Kesklinna päästekomando 17 sõidu keskmiseks kiiruseks oli 29 km/h, Lilleküla päästekomando 17 sõidu keskmiseks kiiruseks oli 38 km/h ja Nõmme päästekomando 8 sõidu keskmiseks kiiruseks oli 41 km/h.

Analüüsitud 58 sõidu keskmine suurim saavutatud kiirus oli 80 km/h ühe sõidu kohta. Lasnamäe päästekomando 16 sõidu keskmiseks suurimaks kiiruseks oli 90 km/h, Kesklinna päästekomando 17 sõidu keskmiseks suurimaks kiiruseks oli 67 km/h, Lilleküla päästekomando 17 sõidu keskmiseks suurimaks kiiruseks oli 78 km/h ja Nõmme päästekomando 8 sõidu keskmiseks suurimaks kiiruseks oli 84 km/h (vt tabel 5).

Tabel 5. Analüüsitud sõitude keskmised kiirused (autori koostatud)

Pääsekomando/ põhiauto	Sõitude arv	Keskmine kiirus (km/h)	Keskmine suurim kiirus (km/h)
Lasnamäe	16	42	90
Kesklinna	17	29	67
Lilleküla	17	38	78
Nõmme	8	41	84
KOKKU/KESKMINE:	58	38	80

Lasnamäe päästekomando suuremaid keskmiseid kiiruseid selgitab ka päästekomando asukoht (vt joonis 21). Lasnamäe päästekomando väljasõidupiirkond asub põhitänavate kõrval, mille piirkiirused on tavapärase 50km/h asemel 70km/h (Laagna tee, Peterburi tee), mis muudab ka üldise liiklusvoo kiiremaks. Kuni 11 minutilise sõidu kestvusega katab Lasnamäe päästekomando suure osa Ida Tallinnast ja selle lähiümbrusest.



Joonis 21. Lasnamäe päästekomando sõiduaja alad 1 ,3 ,5 ,7 ,9 ,11 minutit (CUBE transpordimudel)

2.5. Järeldused ja ettepanekud

Käesolevas peatükis tuuakse empiirilise uuringu tulemuste põhjal välja peamised seosed magistritöö teooriatega, mis käsitlesid operatiivsõidukite eripära liikluses, teekonna läbimise aega mõjutavaid tegureid, linnade tänavavõrku ja linnatranspordi väljakutseid, marsruudivaliku tehnoloogiaid ja sõiduaja usaldusväärsust ning nende kasutegureid ja mõjusid operatiivsõidukitele. Peatükis tuuakse välja peamised järeldused ja nende põhjal tehtud ettepanekud. Samuti tuuakse välja magistritöö piirangud.

Uuringu tulemustele tuginedes saab välja tuua, et sõitude modelleerimisel CUBE Tallinna transpordimudeliga, sõltus sõiduaja kestvuse vähenemine päästekomando ehk sõidu alguspunkti asukohast. **Põhitänavate läheduses asuvate päästekomandode põhiautod saavutasid suurema sõiduaja kestvuse vähenemise.** Teoriast lähtuvalt (vt käesolev töö, lk 13) mõjutavad sündmuskohale sõitmise aega ja keskmist kiirust lisaks päästekomando või päästemeeskonna kaugusele sündmuskohale ka sõidutee liik. Näiteks pindamata teel sõites on operatiivsõiduki liikumiskiirus oluliselt väiksem kui mitme realisel põhitänaval. Sõiduaja vähenemise erinevusi sõltuvalt päästekomando asukohast võrreldes põhitänavatega toetab ka teooria (vt käesolev töö, lk 13), milles põhitänavad võimaldavad operatiivsõidukitel sõita suurema kiirusega, mis omakorda vähendab sündmuskohale saabumise aega. Teorias toonitatakse (vt käesolev töö lk. 14), et päästemeeskondadel võimaldavad lühema reageerimisajaga sõita sündmuskohale mitmed tänavakujunduse tegurid. Nendest teguritest olulisemad on omavahel ühendatud tänavate võrgustik, laiad tänavad, laiad ja mitme realiseeritud sõiduteed, parkimiskeelu tsoonid ja piirangute puudumine marsruudil (valgusfoorid, stoppmärgid, ringteed, äärekivi pikendused, kiiruskühmud, šikaanid ja muud liiklust rahustavad meetmed). Analüüsitud nelja päästekomando sõitude kestvused vähenesid erinevalt. Suurema ajasäästu moodustasid Lasnamäe ja Kesklinna päästekomandode sõidud, vastavalt 32% ja 34%. Lilleküla ja Nõmme päästekomandode sõitude kestvused vähenesid samuti, kuid vastavalt 17% ja 13%.

Uuringust selgus, et analüüsitud Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode 58 sõidu keskmine kiirus oli 38 km/h. Suurima keskmise kiirusega olid Lasnamäe päästekomando sõidud, mille puhul oli keskmiseks kiiruseks 42 km/h. Lasnamäe päästekomando suuremaid keskmiseid kiiruseid selgitab ka teooria (käesolev töö, lk. 14), mille kohaselt võimaldavad laiad mitme realiseeritud sõiduteed päästemeeskondadel suurema keskmise kiirusega ehk lühema sõiduajaga sündmuskohale sõita. Lasnamäe päästekomando väljasõidupiirkond asub põhitänavate kõrval (joonis 21), mille piirkiirused on tavapärase 50km/h asemel 70km/h (Laagna tee, Peterburi tee). Suuremad lubatud piirkiirused muudavad üldise liiklusvoo kiiremaks.

Autor **järeldab** sellest, et põhitänavate marsruutidel on vähem liikluse häiringuid ja Lilleküla ja Nõmme päästekomandod asuvad tänavavõrku silmas pidades ebasoodsamates asukohtades. Erinevalt Lasnamäe päästekomando (32%) ja Kesklinna päästekomando (34%) sõiduaja kestvuse vähenemisest saavutasid Lilleküla päästekomando ja Nõmme päästekomando vaid vastavalt 17% ja 13%-lise sõiduaja kestvuse vähenemise.

Autori **ettepanekul** peaks uute rajatavate päästekomandode asukohtade valikul arvestama ka tänavavõrguga, mis oleks kiire liiklusvooga ja millel oleks vähem liikluse häiringuid ning mis seetõttu soodustaks kiiremat reageerimist päästesündmustele.

Uuringust selgus, et tiptundidel sarnaste marsruutide läbimisel esinesid kohati olulised ajalised erinevused ja nagu ka teooria ütleb (vt käesolev töö, lk.16), siis on Tallinnas süvenenud liiklusummikute probleem. Tallinnas ja selle lähiümbruses on pidevalt kasvanud liikluskoormus ja sõiduautode kasutamise osakaal. Tallinnas on süvenenud liiklusummikute probleem ennekõike Tallinna lähivaldadesse rajatud uute elurajoonide ja tööstuspiirkondade tõttu. Tallinna lähivaldadesse on viimase 15 aastaga rajatud palju uusi elurajoone ja tööstuspiirkondi ning suuremad liikumisviiside muutused hakkasid aset leidma 2004. aastal. Eeltoodust tulenevalt liiguvad pealinna ümbritsevate valdade elanikud hommikuti Tallinna tööle ja kooli ning Tallinna magalate elanikud omakorda ümbritsevate tööstusalade kontoritesse tööle. Teooria toob välja (vt käesolev töö, lk. 17), et aastaks 2035 planeeritakse Tallinna elanikkonna kasvumist Tallinna linnas 45 000 inimese võrra. Ühtlasi

pikeneb veelgi nii auto kui ka ühissõidukiga liikumise aeg, seda tulenevalt liikluse tihenemisest ja liikluskoormuse suurenemisest. Teooria kohaselt (vt käesolev töö, lk. 19) on liiklusummikud sarnaselt Tallinnale üks peamisi probleeme ka teistes maailma linnades ja tiptundidel takerduvad liiklusummikutesse lisaks tavasõidukitele ka operatiivsõidukid. Vaatamata viimastel aastatel linnades toimunud sõidukite arvu fenomenaaelsele kasvule, ei ole linnades kasutatavad transpordisüsteemid arenenud samaväärselt koos linnades sõitvate sõidukitega. Selle tulemusena **kannatavad paljude ristmike läbilaskevõimed, mis blokeerivad tekkivate liiklusummikute tõttu ka operatiivsõidukeid**. Teoorias tuuakse välja (vt käesolev töö lk. 24), et operatiivsõidukid kaotavad sageli aega just ristmikel, sest marsruudile jäävad ristmikud pikendavad sõiduaega. Seega teooria põhjal on täpne ja usaldusväärne liikluse juhtimine tõhus meede operatiivsõidukite reageerimisaja vähendamiseks. Samuti tuuakse teoorias välja (vt käesolev töö, lk. 23), et transpordisüsteemide intelligentseteks muutmiseks tehakse üha suurimaid jõupingutusi ning liiklustiheduse kasv motiveerib intelligentsete transpordisüsteemide kasutusele võtmist. Teoorias toonitatakse (vt käesolev töö, lk. 23), et valgusfoori kontroll mängib olulist rolli igas intelligentses liikluse juhtimissüsteemis. Vastavalt teooriale (vt käesolev töö, lk. 28), vähendab valgusfooride juhtimise süsteem operatiivsõidukite sõiduaega. Tallinna ristmikel määratakse roheline fooritule järjestus ilma operatiivsõidukite kohalolekut arvesse võtmata.

Autor **järeldab** sellest, et Tallinna liiklusummikud pikendavad operatiivsõidukite jõudmist sündmuskohale.

Tulenevalt eeltoodust, teeb autor **ettepaneku** Tallinna Linnavalitsusele, võtta Tallinna suurema koormusega ristmikel kasutusele intelligentne transpordisüsteem, mis määrab roheline fooritule järjestuse operatiivsõidukite kohalolekut arvesse võttes. Esimese sammuna selles suunas oleks võimalik viia läbi intelligentse fooritule pilootprojekt näiteks suure koormusega Kristiine ristmikul.

Uuringu tulemustele tuginedes saab esile tuua, et päästesündmustele sõitude kestvused erinesid oluliselt CUBE Tallinna transpordimudeliga modelleeritud sõitude kestvustest. Uuringu käigus võrreldi Päästeameti Põhja päästekomandode Lasnamäe, Kesklinna, Lilleküla ja Nõmme päästekomandode põhiautode 2019.

aasta oktoobri kuu väljasõitude andmeid CUBE Tallinna transpordimudeli prognoosist tulenevate andmetega. Selleks keskenduti operatiivsõidukite päästesündmustele kohale jõudmiseks kulunud sõiduaja ja marsruudivaliku analüüsile. Kõigi nelja analüüsitud päästekomando (Lasnamäe, Kesklinna, Lillküla ja Nõmme) väljakutsetele sõitmiste sõiduajad vähenesid keskmiselt 24% võrra.

Nagu kinnitab ka teooria (vt käesolev töö, lk. 25), tuleks praeguse mobiilse andmetöötluse võimsuse taseme juures kasutada sündmuskohale jõudmiseks parima sõidutee kindlaksmääramise tehnoloogiaid. Kümneid aastaid tagasi kasutati kiireima marsruudi otsimiseks paber kandjal teede kaarte, mille juures pidi autojuht tuletama kiireima tee sündmuskohale jõudmiseks. Täna ei ole see olukord palju erinev, välja arvatud, et sündmuskoha aadress trükitakse GIS tarkvarale arvuti abil, mis kuvatakse põhiauto GPS seadmel.

Enim vähenesid Lasnamäe ja Kesklinna päästekomandode sündmuskohale sõitude kestvused, vastavalt 32% ja 34% võrra. Lillküla ja Nõmme päästekomandode sündmuskohale sõitude kestvused vähenesid samuti, kuid vastavalt 17% ja 13% võrra. Marsruudivalikul liiklusvoogudega arvestamise positiivset mõju toetavad ka teooriad. Teooriast lähtuvalt (vt käesolev töö, lk 30) on marsruudivalikust tulenevalt võimalik optimeerida operatiivsõidukite sõiduaegu ja kiireima marsruudi kindlaksmääramisel tuleks kasutada liiklusvooge arvestavaid tehnoloogiaid. Seega marsruutimisotsused peaksid põhinema liiklusvoo prognoosidel. Ennem marsruudivaliku tegemist peab silmas pidama ka liiklusvoo võimalikku muutust. Kasutades marsruudivalikul liiklusolusid prognoosivat mudelit, määratletakse tavapärase liiklusvooga sõiduaja ja viivituste summana eeldatav kiireim sõiduaeg.

Uuringust selgus, et liiklusvoogusid arvestava transpordimudeli kasutamisel on võimalik lühendada päästekomandode põhiautode sõiduaegu sündmuskohale. Analüüsitud 58 sõidust (vt joonis 20) on CUBE Tallinna transpordimudeli järgne ajasääst võimalik 43 juhul. Nendest 10 juhul on võimalik ajasääst vaid vahemikus 0 kuni -20%, mis jääb usaldusväärse piiridesse. Seega analüüsitud 58 sõidust on 33 juhul võimalik saavutada ajasääst ehk 33 juhul ei kasutatud sündmuskohale sõitmiseks kiireimat marsruuti. Suur (üle 60%) ajasääst on võimalik saavutada 8 juhul.

Autor **järeldab** sellest, et sündmuskohale sõitmiseks ei kasutatud alati kiireimaid marsruute. Marsruudivalikul liiklusvooge arvestavate tehnoloogiate kasutamine määrab kiireima marsruudi ja vähendab sõiduaja kestvust.

Tulenevalt eeltoodust teeb autor **ettepaneku** võtta kiireima marsruudi tuvastamiseks Päästeameti Tallinna piirkonna operatiivsõidukite osas kasutusele liiklusvooge arvestavad marsruutimistehnoloogiad. Selleks töötada välja ja lisada liiklusvoogudega arvestav tarkvara Päästeametis ja Häirekeskuses kasutuses olevale GIS112 süsteemile.

Uuring viidi läbi Tallinna neljas päästekomandos, seetõttu on saadud tulemused iseloomulikud just nendele päästekomandodele, mitte kõikidele Tallinnas asuvatele päästekomandodele. Täpsemate tulemuste ja järelduste tegemiseks peab kaasama valimisse rohkem päästekomandosid. Samuti saab järelduste **piiranguna** välja tuua, et sõiduaegade analüüsis ei arvestatud konkreetset ajahetket esinenud ilmastikuoludega. Ühe piiranguna toob autor välja, et transpordimudelitest saadav informatsioon ei ole täiuslik. Mudelid ei arvesta ekstreemseid olusid liikluses nagu näiteks operatiivsõidukite õigust liikluseeskirjadest kõrvale kaldumiseks. Uuringus ei kasutatud operatiivsõidukite sõitude kestvuste puhul koefitsiente. Tõenäoliselt läbivad sõidukid operatiivsõidu korral vahemaid tavasõidukitest mõnevõrra kiiremini, kuna operatiivsõidukitel on lubatud liiklusohutuse tagamisel kalduda kõrvale liikluseeskirjadest (nt keelava fooritulega ristmiku ületamine, pideva teekattemärgistusjoone ületamine).

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö uurimisprobleem esitati küsimusena, kuidas on võimalik lühendada sündmuskohale saabumise aega? Sellest lähtuvalt oli magistritöö eesmärgiks selgitada välja sõiduaja lühendamise võimalused liiklusvoogusid arvestava transpordimudeli kasutamisel. Magistritöö on empiiriline uurimus ning kogutud statistilisi andmeid analüüsiti võrdlevalt kvantitatiivse uurimisstrateegiana. Uuritavad objektid jagati gruppidesse. Võrdleva analüüsimeetodi tulemusena tehti otsus võrdsuse ja sarnasuse kohta ning erinevuste korral toodi need välja. Keskmiste statistiliste andmete võrdlemisel arvestati suuruste hajuvuse ehk standardhälbega.

Esmalt viis autor läbi teoreetiliste allikate analüüsi, milles uuris operatiivsõidukite eripära liikluses ja marsruutide läbimise aega mõjutavaid tegureid. Autor selgitas välja tänavavõrkude olemuse ja selle väljakutsed Tallinna linna näitel. Linnatranspordi väljakutsete raames andis autor ülevaate liiklusummikutest ja nende tekkepõhjustest. Seejärel uuris autor marsruudivaliku tehnoloogiaid ja sõiduaja usaldusväärsust ning nende kasutegureid ja mõjusid operatiivsõidukite vaates.

Käesoleva magistritöö teises etapis viis autor läbi andmeanalüüsi, mis põhines kvantitatiivsel analüüsimeetodil. Teise etapis keskenduti empiirilisele uuringule, milles otsiti vastust küsimusena esitatud uurimisprobleemile, kuidas on võimalik lühendada sündmuskohale saabumise aega? Selleks keskenduti operatiivsõidukite päästesündmustele kohale jõudmiseks kuluva sõiduaja analüüsile.

Uuringus analüüsiti operatiivsõidukite sündmuskohale sõitmiseks kuluva sõiduaegasid. Uuringu käigus koguti Tallinna linna suurimate väljasõidukoormustega päästekomandode (Kesklinna, Lasnamäe, Nõmme ja Lilleküla) 2019. aasta oktoobri kuu väljasõitude andmed. Kokku analüüsiti 58 sõitu, millest 16 olid Lasnamäe päästekomando, 17 Kesklinna päästekomando, 17 Lilleküla päästekomando ja 8 Nõmme päästekomando sõidud.

Teoreetiliste lähtekohtade ja empiirilise uuringu tulemuste analüüsimisel tegi autor järgmised järeldused ja ettepanekud. Põhitänavate läheduses asuvate päästekomandode põhiautod saavutasid suurema sõiduaja kestvuse vähenemise. Kesklinna, Lasnamäe, Nõmme ja Lilleküla päästekomandode põhiautode väljasõitude andmete võrdlemisel CUBE Tallinna transpordimudeli andmetega selgus, et sõiduaja kestvuse vähenemine sõltus päästekomando ehk sõidu alguspunkti asukohast. Suurema ajasäästu moodustasid Lasnamäe ja Kesklinna päästekomandode sõidud, vastavalt 32% ja 34%. Lilleküla ja Nõmme päästekomandode sõitude kestvused vähenesid samuti, kuid vastavalt 17% ja 13%. Sündmuskohale sõitmise aega ja keskmist kiirust mõjutavad lisaks päästekomando asukohale ka sõidutee liik. Kitsastes tingimustes sõites on operatiivsõiduki liikumiskiirus oluliselt väiksem kui näiteks mitme realisel põhitänaval.

Autor jõudis järelduseni, et põhitänavate marsruutidel on vähem liikluse häiringuid ja Lilleküla ja Nõmme päästekomandod asuvad tänavavõrku silmas pidades ebasoodsamates asukohtades. Erinevalt Lasnamäe päästekomando (32%) ja Kesklinna päästekomando (34%) sõiduaja kestvuse vähenemisest saavutasid Lilleküla päästekomando ja Nõmme päästekomando vaid vastavalt 17% ja 13%-lise sõiduaja kestvuse vähenemise. Autori ettepanekul peaks uute rajatavate päästekomandode asukohtade valikul pidama silmas ka tänavavõrku, mis oleks kiire liiklusvooga ja millel oleks vähem liikluse häiringuid ning mis seetõttu soodustaks kiiremat reageerimist päästesündmustele

Tiipitudel sarnaste marsruutide läbimisel esinesid päästekomandode põhiautode sõiduaegades kohati olulised erinevused. Liikluse tihenemisel kannatavad paljude Tallinna ristmike läbilaskevõimed, mis pikendavad tekkivate liiklusummikute tõttu ka operatiivsõidukite sündmuskohale jõudmise aega. Valgusfooride juhtimise süsteemil on oluline roll igas intelligentises liikluse juhtimissüsteemis ning see vähendab operatiivsõidukite sõiduaega. Tallinna ristmikel analoogset süsteemi ei kasutata ning roheline fooritule järjestus määratakse ilma operatiivsõidukite kohalolekut arvesse võtmata. Seetõttu kaotavad operatiivsõidukid tiheda liiklusega ristmikel aega. Autor jõudis järelduseni, et operatiivsõidukite kiiremaks sündmuskohale jõudmiseks ehk sõiduaja lühendamiseks peaks Tallinna suuremate

koormustega ristmikel võtma kasutusele intelligentse liikluse juhtimissüsteemi, mis määrab rohelise fooritule järjestuse operatiivsõidukite kohalolekut arvesse võttes.

Päästesündmustele sõitude kestvused erinesid oluliselt CUBE Tallinna transpordimudeliga modelleeritud sõitude kestvustest. Sõiduajad vähenesid keskmiselt 24% võrra. Enim vähenesid Lasnamäe ja Kesklinna päästekomandode sündmuskohale sõitude kestvused, vastavalt 32% ja 34% võrra. Lilleküla ja Nõmme päästekomandode sündmuskohale sõitude kestvused vähenesid samuti, kuid vastavalt 17% ja 13% võrra.

Seega marsruudivalikul liiklusvooge arvestavate tehnoloogiate kasutamine määrab kiireima marsruudi ja vähendab sõiduaja kestvust. Kasutades marsruudivalikul liiklusolusid prognoosivat mudelit, määratletakse tavapärase liiklusvooga sõiduaja ja viivituste summana eeldatav kiireim sõidu-aeg. Päästeameti operatiivsõidukites on kasutusel hädaabi digikaart (GIS112 süsteem), mille kaudu saadetakse sündmuskoha aadress koos marsruudiga otse operatiivsõiduki GPS seadmesse. Kasutusel olev marsruutimissüsteem ei arvesta liiklusvoogudega. Mobiilse andmetöötluse praeguse võimsuse tasemel tuleks kasutada sündmuskohale jõudmiseks kiireima marsruudi kindlaksmääramisel liiklusolusid prognoosivat mudelit. Kiireima marsruudi tuvastamiseks peaks Päästeameti Tallinna piirkonna operatiivsõidukite osas võtma kasutusele liiklusvooge arvestavad marsruutimistehnoloogiad. Selleks oleks vaja töötada välja ja lisada liiklusvoogudega arvestav tarkvara Päästeametis ja Häirekeskuses kasutuses olevale GIS112 süsteemile.

Edasistes uuringutes peaks analüüsima, milliseid täiendavaid andmeid (kaardikihte) peaks tarkvara sisaldama operatiivsõidukite eripära arvestades.

SUMMARY

Master's thesis title is "Possibilities of shortening the life-saving chain in response to rescue situations on the example of Tallinn using a transport model that takes traffic flows into account". The raised question was, how the time of arrival at the scene can be shortened? To answer that question the author formed two research questions: whether the fastest routes were used to get to the scene and how can route optimization reduce arrival time to the scene?

The objective of this study is to find out the possibilities of reducing travel time by using a traffic model that takes traffic flows into account. To achieve this goal, two research tasks have been set up: to analyze theoretical sources and best practices from other countries.

Due to the aim of the master's thesis and the research tasks set, this master's thesis is an empirical study, because in addition to the discussion of theoretical points of view, it is necessary to perform data analysis. In this master's thesis, the Tallinn transport model (CUBE software) is used to analyze arrival times. Analyzing the routes chosen to travel to the scene and modelling them with this model will determine whether the fastest possible route to the scene was used.

The thesis consists of two tasks. The first one is theoretical and the second task describes the methodology of the thesis and also author gives overview about the study. The study analyzed the arrival times of emergency vehicles to the scene.

Analyzing the results of the empirical study and the theoretical starting points, the author reached following conclusions. The author made proposals for the locations of rescue team houses to be built, for the introduction of an intelligent traffic management system at intersections with heavier loads in Tallinn and for the introduction of routing technology that takes traffic flows into account to identify the fastest route.

Following researches should study, what additional data (map layers) the software should include, taking the specificities of operational vehicles into account.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Antov, D., Rõuk, H., Mäe, R. & Antso, I., 2011. Eesti transpordimudeli koostamine ja rakendamine. [Võrgumaterjal] Leitav: https://www.siseministeerium.ee/sites/default/files/dokumendid/Uuringud/Ruumiline_planeerimine/2011_eesti_transpordimudel.pdf. [Kasutatud 04.03.2021].
- Brady, T. & Park, B., 2016. Improving Emergency Vehicle Routing with Additional Road Features, pp. 187-194.
- Braun, U., 2014. Hädaabi uus töövahend. [Võrgumaterjal] Leitav: https://estgis.ee/archive/wp-content/uploads/2014/11/ESTGIS_2014_CGI.pdf [Kasutatud 04.03.2021].
- Brindle, R., Ashley, D., Johnston, D., Milthorpe, F., Smith, N., Taylor, M. & Young, B., 2000. Improving Urban Transport Demand Models and their use.
- Chai, G., Cao, J., Huang, W. & Guo, J., 2018. Optimized traffic emergency resource scheduling using time varying rescue route travel time. *Elsevier*, 275, pp. 1567-1575.
- Chitta, A. S. & Dinesha, P., 2016. Priority Management of Emergency Vehicles Using IOT Approach. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5 (9), pp. 465-470.
- Claridge, E. & Spearpoint, M., 2013. New Zealand Fire Service Response Times to Structure Fires. *Procedia Engineering*, 62, pp. 1063–1072.
- Downs, A., 2004. Traffic: Why It's Getting Worse, What Government Can Do. *Brookings*.
- Ess, J. & Antov, D., 2017. Estonian Traffic Behaviour Monitoring Studies 2001-2016: Overview and Results. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 12 (3), pp. 167-173.

- Henry, S., 2010. Traffic Signal Priority Control for emergency vehicle preemption. Savannah: Case Study emerging applications.
- Islam, K., Hossain, R., Chowdhury, T. & Halim, A., 2017. Accessibility of Emergency Rescue Vehicle in the Road Network of Old Dhaka, Bangladesh. 3 (1), pp. 91-107.
- Järv, O., Ahas, R., Saluveer, E., Derudder, B. & Witlox, F., 2012. Mobile Phones in a Traffic Flow: A Geographical Perspective to Evening Rush Hour Traffic Analysis Using Call Detail Records. *Plos One*, 7 (11), pp. 1-11.
- Kajackas, A., Vindašius, A. & Stanaitis, Š., 2009. Inter-Vehicle Communications: Emergency Message Delay Distributions. *Electronics and Electrical Engineering*, 8 (96), pp. 33-38.
- Kala, R., 2016. Reaching Destination on Time with Cooperative Intelligent Transportation Systems. *Journal of Advanced Transportation*, 50, pp. 214-227.
- Kolesar, P. & Walker, W., 1974. Measuring the travel characteristics of New York City's fire companies.
- Kreek, M., 2014. Põhiautode väljasõidu ning kohalesõidu protsessi analüüs Tallinnas. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Kwon, E., 2018. Development of a Travel-Time Reliability Measurement System.
- Laev, R., 2018. Liiklusintensiivsuse mõju pääste operatiivsõidule kolme Tallinna linna ristmiku näitel. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Lama, A., Smirnovs, J. & Naudžuns, J., 2006. Road Traffic Safety in the Baltic States, 1 (1), pp. 63-68.
- Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019. Tallinna piirkonna liikluskava tööversioon. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.tallinn.ee/est/liikuvuskava2035/>. [Kasutatud 04.03.2021].

Mateen, A., Sher, S., Rehman, A., Hanif, Z., Akhtar, T. & Ashraf, M., 2018. Dynamic Traffic Control and Management System for Smart Cities. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 12 (4), pp. 216-225.

Metsavahi, T., 2017. Tallinna kesklinna liikluse muutuse monitooring automaatsele seiresüsteemi andmete põhjal. Tallinna Tehnikaülikool, pp. 1-40.

Moriarty, K., Ni, D. & Collura, J., 2006. Modeling Traffic Flow Under Emergency Evacuation Situations: Current Practice and Future Directions.

Nellore, K., Hancke, G, P., 2016a. A Survey on Urban Traffic Management System Using Wireless Sensor Networks. *Sensors*, 16, pp. 1-22.

Nellore, K., Hancke, G, P., 2016b. Traffic management for emergency vehicle priority based on visual sensing. *Sensors*, 16 (157), pp. 1-25.

Orru, H., Kaasik, M., Antov, D. & Forsberg. B., 2008. Evolution of Traffic Flows and Traffic-Induced Air Pollution Due to Structural Changes and Development During 1993-2006 in Tartu (Estonia). *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*. 3 (4), pp. 206-212.

Panahi, S. & Delavar, M, R., 2008. A GIS-based Dynamic Shortest Path Determination in Emergency Vehicles. *World Applied Sciences Journal* 3, pp. 88-94.

Päästeamet (2016). Päästeameti strateegia aastani 2025. [Võrgumaterjal] Leitav: https://www.rescue.ee/files/2018-10/1540550967_srateegia-est-web.pdf [Kasutatud 26.03.2021].

Päästeameti võrgulehekülg. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.rescue.ee/et/paeaestesuendumuste-statistika> [Kasutatud 03.03.2021].

Päästeseadus (2010) RT I 2010, 24, 115. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019123> [Kasutatud 04.04.2021].

Rider, K, L., 1976. A Parametric Model for the Allocation of Fire Companies in New York City. *Management Science*, 23 (2), pp. 146-158.

Rodriguez, T. & Garcia, N., 2009. An Adaptive, Real-Time, Traffic Monitoring System. *Machine Vision and Applications*, 21, pp. 555-576.

Shaaban, K., Khan, M.A., Hamila, R. & Ghanim, M., 2019. A Strategy for Emergency Vehicle Preemption and Route Selection. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44, pp. 8905-8913.

Sangeetha, K., Archana, P., Ramya, M. & Ramya, P., 2014. Automatic Ambulance Rescue With Intelligent Traffic Light System. *IOSR Journal of engineering (IOSRJEN)*, 04 (02), pp. 53-57.

Shanthini, E. & Sreeja, G., 2016. Improved Traffic Control Systems for Emergency Vehicle Clearance and Stolen Vehicle Detection. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 03 (03), pp. 630-635.

Singh, G., Singh, J. & Richa., 2017. Movement of Emergency Vehicles – Using Shortest Path Simulation Method. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. 6 (7), pp. 160-165.

Sisekaitseakadeemia (2017). Päästetöö terminite seletav sõnaraamat. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://digiriul.sisekaitse.ee/handle/123456789/963> [Kasutatud 26.03.2021].

Siseministeerium (2021). Siseturvalisuse arengukava 2020–2030 EELNÕU. [Võrgumaterjal] Leitav: <http://www.siseministeerium.ee/stak2030> [Kasutatud 26.03.2021].

Siseministeeriumi võrgulehekülg. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.siseministeerium.ee/et/siseturvalisuse-valdkond/paastetood> [Kasutatud 04.04.2020].

Sisiopiku, V., Jones, S., Sullivan, A., Patharkar, S. & Tang, X., 2004. Regional Traffic Simulation for Emergency Preparedness. *University Transportation Center for Alabama*.

Snyder, R., Siegman, P., Huff, H. & McCormick, C., 2013. Emergency Access in Healthy Streets. *Best Practices*, pp. 1-36.

Zonping, L., Wei, B. & Mi, G., 2012. Research on Intersection Signal Switching Model Under Emergency Situation. *Mathematical Problems in Engineering*, pp. 1-14.

Torrens, P., 2000. How Land Use Transportation Models Work. *University College London*.

Transpordiamet (2021). Liiklussageduse statistika. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/liiklussageduse-statistika> [Kasutatud 03.04.2021].

Vajakas, T., Vajakas, J. & Lillemets, R., 2015. Trajectory Reconstruction from Mobile Positioning Data Using Cell-to-Cell Travel Time Information. *International Journal of Geographical Information Science*, 29 (11), pp. 1941-1954.

Qiuping, L., Wei, T. & Zhuo, L., 2018. Reliable Rescue Routing Optimization for Urban Emergency Logistics under Travel Time Uncertainty. *International Journal of Geo-Information*, 7 (77), pp. 1-21.

Wang, C., Fu, H. & Hu, G., 2013. Optimal Emergency Rescue Route for Traffic Accident Considering Variable Travel Time, pp. 463-466.

Wu, C., Zhao, G., Lin, B. & Lee, J., 2013. Navigating a Car in an Unfamiliar Country Using an Internet Map: Effects of Street Language Formats, Map Orientation Consistency, and Gender on Driver Performance, Workload and Multitasking Strategy. *Shanghai*, 32 (5), pp. 425–437.

Yu, N., Qianfei, L., Mehrnaz, G. & Jingtao, M., 2013. Urban Travel Reliability Analysis with Consumer GPS Data. *Shrp 2 Reliability Idea Program*, pp. 1-57.

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Operatiivsõidukite väljakutsed oktoober kuni detsember 2019 (autori koostatud)

Tabel 2. Operatiivsõidukite 2019.a oktoobri kuu sõitude arvud (autori koostatud)

Tabel 3. Analüüsitud sõitude kestvused (autori koostatud)

Tabel 4. Analüüsitud sõiduaegade vähenemine tulenevalt CUBE transpordimudelist (autori koostatud)

Tabel 5. Analüüsitud sõitude keskmised kiirused (autori koostatud)

Joonis 1. Sõidukite liiklussagedus Tallinna ümbruses 2020. aastal (Transpordiamet, 2021)

Joonis 2. Tallinna elanike peamine tööle liikumise viis aastatel 2000-2018 (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Joonis 3. Harjumaa elanike peamine tööle liikumise viis aastatel 2000-2018 (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Joonis 4. Sõiduauto olemasolu leibkonnas ning keskmine autode arv leibkonnas Tallinna linnaosade lõikes (Maanteeamet & Tallinna Linnavalitsus, 2019)

Joonis 5: Liikluse ruumiline jaotus Tallinnast väljasõidul reedeti (B) ja muudel tööpäevadel (A) (Järv, et al., 2012)

Joonis 6. Ristmikul ootav operatiivsõiduk (Nellore & Hancke, 2016b)

Joonis 7. GIS112 süsteemi väljakutse koos reageerivate sõidukitega (Braun, 2014)

Joonis 8. Lasnamäe päästekomando sõidud CUBE transpordimudeli marsruudivalikust tulenevalt (CUBE transpordimudel)

Joonis 9. CUBE transpordimudeli marsruudivalik tulenevalt liiklusvoost Lasnamäe päästekomando näitel (CUBE transpordimudel)

Joonis 10. Analüüsitud sõidud (ESRI)

Joonis 11. Lasnamäe päästekomando väljakutsete marsruudid väikseima vahemaa alusel (ESRI)

- Joonis 12. Lasnamäe päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)
- Joonis 13. Lasnamäe päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)
- Joonis 14. Kesklinna päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)
- Joonis 15. Kesklinna päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)
- Joonis 16. Lilleküla päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)
- Joonis 17. Lilleküla päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)
- Joonis 18. Nõmme päästekomando mudeldatud sõidud (CUBE transpordimudel)
- Joonis 19. Nõmme päästekomando sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)
- Joonis 20. Päästekomandode sõitude võimalik ajasääst (autori koostatud)
- Joonis 21. Lasnamäe päästekomando sõiduaja alad 1, 3, 5, 7, 9, 11 minutit (CUBE transpordimudel)

LISAD

Lisa 1. Analüüsitava sõiduki 655BTY sõitude algandmed

Tabel 1. Lasnamäe päästekomando sõiduki 655BTY sõitude algandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus aadress	Lõpuaeg	Lõpu aadress	Lähtekohad		Sihtkohad		Sõidu pikkus	Reg. nr	Parkimise aeg	Sõiduaeg	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					Y	X	Y	X						
1	04.10.2019 18:46:31	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	04.10.2019 18:49:46	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 25b	548883.34	6588841.36	549424.85	6590650.44	2,78	655BTY	00:05:15	00:03:15	88	51
2	05.10.2019 18:10:10	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	05.10.2019 18:15:05	Lasnamäe linnaosa, K. Kärberi tn 52	548883.34	6588841.36	550651.90	6590217.82	4,01	655BTY	00:10:29	00:04:55	99	49
3	08.10.2019 17:12:16	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	08.10.2019 17:17:37	Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	548883.34	6588841.36	545088.40	6588417.46	5,04	655BTY	00:08:50	00:05:21	103	56
4	09.10.2019 17:30:32	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	09.10.2019 17:40:38	Lasnamäe linnaosa, P. Pinna tn 8	548883.34	6588841.36	547484.88	6589037.09	2,43	655BTY	00:10:59	00:10:06	95	14
5	11.10.2019 17:15:27	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	11.10.2019 17:21:02	Lasnamäe linnaosa, Katleri tn 6	548883.34	6588841.36	548292.99	6590562.97	3,38	655BTY	00:06:26	00:05:35	72	36
6	15.10.2019 17:12:55	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	15.10.2019 17:19:01	Lasnamäe linnaosa, Pae tn 60	548883.34	6588841.36	546410.17	6588888.66	4,13	655BTY	00:05:37	00:06:06	96	41
7	16.10.2019 08:36:45	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 08:45:02	Lasnamäe linnaosa, Ümera tn 4	548883.34	6588841.36	550447.77	6589803.21	2,22	655BTY	00:06:01	00:08:17	72	16
8	16.10.2019 09:24:07	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 09:30:20	Lasnamäe linnaosa, J. Smuuli tee 43	548883.34	6588841.36	547640.16	6588047.83	2,16	655BTY	00:18:41	00:06:13	75	21
9	16.10.2019 16:56:20	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 17:06:37	Viimsi vald, Muuga küla, Randoja tee 10	548883.34	6588841.36	553801.78	6594446.76	13,58	655BTY	01:35:34	00:10:17	118	79
10	17.10.2019 08:57:15	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:03:06	Lasnamäe linnaosa, Valge tn 6c	548883.34	6588841.36	545443.87	6589077.13	4,58	655BTY	00:09:06	00:05:51	105	47
11	17.10.2019 09:33:04	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:36:47	Lasnamäe linnaosa, Rahu tee T18	548883.34	6588841.36	551211.93	6590308.09	3,62	655BTY	00:29:46	00:03:43	97	58
12	18.10.2019 09:45:33	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	18.10.2019 09:49:17	Lasnamäe linnaosa, Loitsu tn 3b	548883.34	6588841.36	547561.05	6589648.42	2,32	655BTY	00:03:58	00:03:44	80	37
13	21.10.2019 17:54:02	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	21.10.2019 18:00:12	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 9	548883.34	6588841.36	549087.91	6590529.77	2,6	655BTY	00:05:41	00:06:10	87	25
14	24.10.2019 17:49:35	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	24.10.2019 17:52:40	Lasnamäe linnaosa, Virbi tn 18a	548883.34	6588841.36	547963.89	6589562.48	1,74	655BTY	00:10:21	00:03:05	76	34
15	26.10.2019 09:45:54	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	26.10.2019 09:51:18	Lasnamäe linnaosa, Võru tn 10	548883.34	6588841.36	547253.92	6589659.65	2,99	655BTY	00:04:27	00:05:24	63	33
16	30.10.2019 08:19:28	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	30.10.2019 08:28:34	Rae vald, Soodevahe küla, Lepiku	548883.34	6588841.36	549935.08	6585940.41	10,79	655BTY	00:32:58	00:09:06	118	71

Tabel 2. Kesklinna päästekomando sõiduki 906BTV sõitude algandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus address	Lõpu aeg	Lõpu address	Lähtekohad				Sihtkohad				Sõidu pikkus	Reg. nr	Parkimise aeg	Sõidu aeg	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					Y	X	Y	X	Y	X	Y	X						
1	04.10.2019 18:32:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	04.10.2019 18:42:38	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 113	543341.76	6588824.11	537318.81	6586400.77	9,18	906BTV	00:16:13	00:10:24	87	53				
2	05.10.2019 18:09:05	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	05.10.2019 18:12:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Lennuki tn 24	543341.76	6588824.11	543099.57	6588410.05	0,94	906BTV	00:35:44	00:03:24	60	17				
3	08.10.2019 17:12:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	08.10.2019 17:18:12	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	543341.76	6588824.11	545087.36	6588414.44	2,73	906BTV	00:16:36	00:05:38	71	29				
4	09.10.2019 15:50:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	09.10.2019 15:53:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, J. Vilmsi tn 43	543341.76	6588824.11	544183.07	6588676.65	1,04	906BTV	00:11:25	00:03:31	57	18				
5	11.10.2019 17:28:21	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	11.10.2019 17:31:42	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Tuukri tn 42	543341.76	6588824.11	543607.87	6589300.67	1,6	906BTV	00:04:25	00:03:21	66	29				
6	12.10.2019 08:44:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	12.10.2019 08:50:09	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Punane tn 19	543341.76	6588824.11	546581.02	6588745.50	3,89	906BTV	00:31:29	00:05:41	87	41				
7	13.10.2019 15:47:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	13.10.2019 15:51:15	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Tööstuse tn 33	543341.76	6588824.11	541469.69	6590100.97	2,95	906BTV	00:13:35	00:04:01	68	44				
8	15.10.2019 08:06:51	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 08:09:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Pärnu mnt 17	543341.76	6588824.11	542343.71	6588480.36	1,37	906BTV	00:09:58	00:02:55	66	28				
9	15.10.2019 17:25:10	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 17:33:01	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Maarjamäe tänav T2	543341.76	6588824.11	545993.61	6590635.15	3,74	906BTV	00:04:30	00:07:51	82	29				
10	16.10.2019 08:38:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	16.10.2019 08:42:04	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva maantee T18, Russalka mälestusmärk	543341.76	6588824.11	545144.00	6589784.56	2,34	906BTV	00:03:30	00:03:51	68	36				
11	17.10.2019 08:45:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	17.10.2019 08:54:28	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 56	543341.76	6588824.11	541066.37	6589767.47	3,62	906BTV	01:37:24	00:09:15	63	24				
12	21.10.2019 16:51:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	21.10.2019 16:55:54	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Vabaduse väljak 2b	543341.76	6588824.11	542330.04	6588737.20	1,44	906BTV	00:04:57	00:04:20	57	20				
13	22.10.2019 18:02:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	22.10.2019 18:07:52	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Olevimägi	543341.76	6588824.11	542439.90	6589363.66	1,74	906BTV	00:13:40	00:04:53	55	21				
14	23.10.2019 08:39:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	23.10.2019 08:50:06	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 32	543341.76	6588824.11	544906.70	6587956.92	3,04	906BTV	00:56:56	00:10:37	46	17				
15	27.10.2019 09:47:48	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	27.10.2019 09:51:33	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 4	543341.76	6588824.11	544653.28	6588199.60	2,02	906BTV	00:44:48	00:03:45	85	32				
16	28.10.2019 09:24:38	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	28.10.2019 09:28:32	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Suur-Patarei tn	543341.76	6588824.11	542391.56	6589891.49	1,91	906BTV	00:08:45	00:03:54	56	29				
17	29.10.2019 10:44:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	29.10.2019 10:52:05	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Telliskivi tn 61, Telliskivi 61	543341.76	6588824.11	541369.18	6589541.07	3,3	906BTV	00:08:00	00:07:19	67	27				

Tabel 3. Lilleküla päästekomando sõiduki 999BTV sõitude algandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus aadress	Lõpuaeg	Lõpu aadress	Lähtekohad		Sihtkohad		Sõidu pikkus	Reg. r	Parkimis e aeg	Sõiduaeg	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					Y	X	Y	X						
1	04.10.2019 18:29:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	04.10.2019 18:36:04	Tallinn, Nõmme linnaosa, Lõuna tn 4a	539659.91	6586346.58	538622.24	6583154.41	5,75	999BTV	00:07:44	00:06:47	78	51
2	05.10.2019 18:13:42	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	05.10.2019 18:17:02	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 216	539659.91	6586346.58	539554.86	6585175.89	2,13	999BTV	00:26:16	00:03:20	89	38
3	07.10.2019 18:00:59	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	07.10.2019 18:07:57	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee sisering 2	539659.91	6586346.58	536534.57	6586286.30	4,69	999BTV	00:06:05	00:06:58	84	40
4	12.10.2019 18:38:29	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	12.10.2019 18:41:59	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 96	539659.91	6586346.58	538308.07	6585559.46	2,7	999BTV	00:21:07	00:03:30	90	46
5	13.10.2019 09:54:12	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	13.10.2019 09:58:56	Tallinn, Mustamäe linnaosa, A. H. Tammsaare tee 141	539659.91	6586346.58	538286.58	6585758.19	2,41	999BTV	00:25:12	00:04:44	85	31
6	14.10.2019 07:01:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	14.10.2019 07:07:26	Tallinn, Nõmme linnaosa, Roheline tn 2	539659.91	6586346.58	539311.97	6583354.38	5,59	999BTV	00:57:00	00:06:12	95	54
7	17.10.2019 09:03:07	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	17.10.2019 09:10:31	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 58	539659.91	6586346.58	541054.65	6589782.12	6,16	999BTV	00:59:12	00:07:24	84	50
8	20.10.2019 10:55:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	20.10.2019 10:59:37	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 115	539659.91	6586346.58	537274.37	6586464.74	3,72	999BTV	00:35:27	00:04:16	86	52
9	21.10.2019 17:57:47	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	21.10.2019 18:02:30	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 127	539659.91	6586346.58	537707.97	6585127.82	3,33	999BTV	00:06:46	00:04:43	74	42
10	22.10.2019 17:19:57	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	22.10.2019 17:23:21	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Karjavälja tn 4	539659.91	6586346.58	538683.55	6586033.58	1,82	999BTV	00:08:13	00:03:24	68	32
11	23.10.2019 07:34:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 07:37:35	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Kuklase tn 13	539659.91	6586346.58	539736.29	6585745.50	1,64	999BTV	00:10:15	00:03:21	69	29
12	23.10.2019 08:40:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 08:45:56	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 37	539659.91	6586346.58	536853.48	6586083.88	4,21	999BTV	00:06:08	00:05:35	93	45
13	23.10.2019 16:44:56	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 16:49:25	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 107	539659.91	6586346.58	538310.51	6585344.62	2,56	999BTV	00:14:36	00:04:29	67	34
14	23.10.2019 18:47:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 18:49:26	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mustamäe tee 44/2	539659.91	6586346.58	539290.49	6586786.51	0,74	999BTV	00:15:35	00:02:11	74	20
15	27.10.2019 17:23:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 17:27:41	Tallinn, Kristiine linnaosa, Pardi tn 23	539659.91	6586346.58	541271.44	6586429.58	2,46	999BTV	00:04:23	00:04:26	67	33
16	27.10.2019 18:25:10	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 18:35:47	Tallinn, Haabersti linnaosa, Vaalu tn 9b	539659.91	6586346.58	534147.42	6588555.07	7,85	999BTV	00:05:31	00:10:37	86	44
17	30.10.2019 18:18:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	30.10.2019 18:21:06	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mooni tn 103	539659.91	6586346.58	539913.53	6586633.68	0,63	999BTV	00:27:58	00:02:49	41	13

Tabel 4. Nõmme päästekomando sõiduki 001BTY sõitude algandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus aadress	Lõpuaeg	Lõpu aadress	Lähtekohad		Sihtkohad		Sõidu pikkus	Reg. nr	Parkimise aeg	Sõiduaeg	Suurim kiirus	Keskmise kiirus
					Y	X	Y	X						
1	01.10.2019 18:41:15	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	01.10.2019 18:46:38	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 44a	537636.46	6582958.06	539023.67	6584382.87	3,98	001BTY	00:24:49	00:05:23	81	44
2	05.10.2019 18:13:32	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	05.10.2019 18:20:31	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 218	537636.46	6582958.06	539527.09	6585138.72	4,6	001BTY	00:08:26	00:06:59	86	40
3	06.10.2019 16:44:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	06.10.2019 16:55:27	Tallinn, Nõmme linnaosa, Kraavi tänav T4	537636.46	6582958.06	540386.02	6581097.97	7,23	001BTY	00:12:05	00:11:19	90	38
4	07.10.2019 18:35:18	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	07.10.2019 18:41:36	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 39	537636.46	6582958.06	538552.46	6584439.51	3,83	001BTY	00:11:47	00:06:18	72	36
5	11.10.2019 10:15:21	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 10:24:55	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 59	537636.46	6582958.06	536666.72	6585927.79	6,37	001BTY	00:07:55	00:09:34	92	40
6	11.10.2019 11:41:03	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 11:46:17	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Akadeemia tee 35	537636.46	6582958.06	537227.29	6585220.11	3,9	001BTY	00:25:08	00:05:14	92	45
7	11.10.2019 18:30:41	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 18:36:32	Tallinn, Kristiine linnaosa, Energia tn 6g	537636.46	6582958.06	540457.76	6584488.18	4,09	001BTY	00:10:02	00:05:51	74	42
8	29.10.2019 16:46:28	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	29.10.2019 16:50:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vabaduse pst 128	537636.46	6582958.06	537807.37	6581888.57	2,41	001BTY	00:10:47	00:03:40	88	39

Lisa 2. Sõitude andmed (uuringu tulemused)

Tabel 1. Lasnamäe päästekomando sõiduki 655BTY sõitude uuringu tulemused (autori koostatud)

JRK	Algusaeg	Algus_aadress	Lõpuaeg	Lõpu_aadress	Lähtekohad				Sihtkohad				Sõidu pikkus	ESRI, km	Reg_r	Parkimise aeg	Sõiduaeg	ESRI, m	CUBE, m	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					E1	N1	E2	N2	E1	N1	E2	N2									
1	04.10.2019 18:46:31	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	04.10.2019 18:49:46	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 25b	548883,34	6588841,36	549424,85	6590650,44	2,78	2,8	655BTY	00:05:15	00:03:15	05:53	03:16	88	51				
2	05.10.2019 18:10:10	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	05.10.2019 18:15:05	Lasnamäe linnaosa, K. Kärberi tn 52	548883,34	6588841,36	550651,9	6590217,82	4,01	3,9	655BTY	00:10:29	00:04:55	06:30	04:00	99	49				
3	08.10.2019 17:12:16	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	08.10.2019 17:17:37	Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	548883,34	6588841,36	545088,4	6588417,46	5,04	4,9	655BTY	00:08:50	00:05:21	09:21	05:58	103	56				
4	09.10.2019 17:30:32	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	09.10.2019 17:40:38	Lasnamäe linnaosa, P. Pinna tn 8	548883,34	6588841,36	547484,88	6589037,09	2,43	2,0	655BTY	00:10:59	00:10:06	03:53	02:02	95	14				
5	11.10.2019 17:15:27	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	11.10.2019 17:21:02	Lasnamäe linnaosa, Katleri tn 6	548883,34	6588841,36	548292,99	6590562,97	3,38	3,2	655BTY	00:06:26	00:05:35	06:18	03:29	72	36				
6	15.10.2019 17:12:55	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	15.10.2019 17:19:01	Lasnamäe linnaosa, Pae tn 60	548883,34	6588841,36	546410,17	6588888,66	4,13	4,2	655BTY	00:05:37	00:06:06	06:36	03:52	96	41				
7	16.10.2019 08:36:45	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 08:45:02	Lasnamäe linnaosa, Ümera tn 4	548883,34	6588841,36	550447,77	6589803,21	2,22	2,7	655BTY	00:06:01	00:08:17	05:08	03:14	72	16				
8	16.10.2019 09:24:07	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 09:30:20	Lasnamäe linnaosa, J. Smuuli tee 43	548883,34	6588841,36	547640,16	6588047,83	2,16	2,2	655BTY	00:18:41	00:06:13	03:44	02:17	75	21				
9	16.10.2019 16:56:20	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 17:06:37	Viimsi vald, Muuga küla, Randoja tee 10	548883,34	6588841,36	553801,78	6594446,76	13,58	13,1	655BTY	01:35:34	00:10:17	14:55	12:01	118	79				
10	17.10.2019 08:57:15	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:03:06	Lasnamäe linnaosa, Valge tn 6c	548883,34	6588841,36	545443,87	6589077,13	4,58	4,4	655BTY	00:09:06	00:05:51	07:19	05:13	105	47				
11	17.10.2019 09:33:04	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:36:47	Lasnamäe linnaosa, Rahu tee T18	548883,34	6588841,36	551211,93	6590308,09	3,62	3,6	655BTY	00:29:46	00:03:43	04:42	04:05	97	58				
12	18.10.2019 09:45:33	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	18.10.2019 09:49:17	Lasnamäe linnaosa, Loitsu tn 3b	548883,34	6588841,36	547561,05	6589648,42	2,32	2,1	655BTY	00:03:58	00:03:44	04:08	02:34	80	37				
13	21.10.2019 17:54:02	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	21.10.2019 18:00:12	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 9	548883,34	6588841,36	549087,91	6590529,77	2,6	2,4	655BTY	00:05:41	00:06:10	05:10	02:28	87	25				
14	24.10.2019 17:49:35	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	24.10.2019 17:52:40	Lasnamäe linnaosa, Virbi tn 18a	548883,34	6588841,36	547963,89	6589562,48	1,74	1,7	655BTY	00:10:21	00:03:05	04:25	01:50	76	34				
15	26.10.2019 09:45:54	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	26.10.2019 09:51:18	Lasnamäe linnaosa, Võru tn 10	548883,34	6588841,36	547253,92	6589659,65	2,99	2,5	655BTY	00:04:27	00:05:24	05:07	03:20	63	33				
16	30.10.2019 08:19:28	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	30.10.2019 08:28:34	Rae vald, Soodevahe küla, Lepiku	548883,34	6588841,36	549935,08	6585940,41	10,79	6,5	655BTY	00:32:58	00:09:06	13:41	06:25	118	71				
									68	62			01:37:08	01:46:49	01:06:03		42				

Tabel 2. Kesklinna päästekomando sõiduki 906BTV sõitude uuringu tulemused (autori koostatud)

JRK	Algusaeg	Algus_aadress	Lõpu_aeg	Lõpu_aadress	Lähtekohad				Sihtkohad				Sõidu pikkus	ESRI, km	Reg. r aeg	Parkimise aeg	Sõiduaeg	ESRI, mi	CUBE, min	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					E1	N1	E2	N2	E1	N1	E2	N2									
1	04.10.2019 18:32:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	04.10.2019 18:42:38	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 113	543341,76	6588824,11	537318,81	6586400,77	9,18	8,6	906BTV	00:16:13	00:10:24	16:09	10:33	87	53				
2	05.10.2019 18:09:05	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	05.10.2019 18:12:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Lennuki tn 24	543341,76	6588824,11	543099,57	6588410,05	0,94	0,8	906BTV	00:35:44	00:03:24	02:04	01:02	60	17				
3	08.10.2019 17:12:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	08.10.2019 17:18:12	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	543341,76	6588824,11	545087,36	6588414,44	2,73	2,4	906BTV	00:16:36	00:05:38	06:09	03:18	71	29				
4	09.10.2019 15:50:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	09.10.2019 15:53:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, J. Vilmsi tn 43	543341,76	6588824,11	544183,07	6588676,65	1,04	0,9	906BTV	00:11:25	00:03:31	02:02	01:40	57	18				
5	11.10.2019 17:28:21	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	11.10.2019 17:31:42	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Tuukri tn 42	543341,76	6588824,11	543607,87	6589300,67	1,6	0,9	906BTV	00:04:25	00:03:21	02:34	01:21	66	29				
6	12.10.2019 08:44:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	12.10.2019 08:50:09	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Punane tn 19	543341,76	6588824,11	546581,02	6588745,5	3,89	3,7	906BTV	00:31:29	00:05:41	06:55	05:15	87	41				
7	13.10.2019 15:47:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	13.10.2019 15:51:15	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Tööstuse tn 33	543341,76	6588824,11	541469,69	6590100,97	2,95	2,8	906BTV	00:13:35	00:04:01	06:45	04:23	68	44				
8	15.10.2019 08:06:51	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 08:09:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Pärnu mnt 17	543341,76	6588824,11	542343,71	6588480,36	1,37	1,6	906BTV	00:09:58	00:02:55	04:21	01:44	66	28				
9	15.10.2019 17:25:10	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 17:33:01	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Maarjamäe tänav T2	543341,76	6588824,11	545993,61	6590635,15	3,74	3,5	906BTV	00:04:30	00:07:51	07:02	04:07	82	29				
10	16.10.2019 08:38:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	16.10.2019 08:42:04	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva maantee T18, Russalka	543341,76	6588824,11	545144	6589784,56	2,34	2,2	906BTV	00:03:30	00:03:51	04:23	02:38	68	36				
11	17.10.2019 08:45:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	17.10.2019 08:54:28	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 56	543341,76	6588824,11	541066,37	6589767,47	3,62	3,7	906BTV	01:37:24	00:09:15	08:25	05:21	63	24				
12	21.10.2019 16:51:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	21.10.2019 16:55:54	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Vabaduse väljak 2b	543341,76	6588824,11	542330,04	6588737,2	1,44	1,3	906BTV	00:04:57	00:04:20	04:08	01:44	57	20				
13	22.10.2019 18:02:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	22.10.2019 18:07:52	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Olevimägi	543341,76	6588824,11	542439,9	6589363,66	1,74	1,9	906BTV	00:13:40	00:04:53	07:23	05:25	55	21				
14	23.10.2019 08:39:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	23.10.2019 08:50:06	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 32	543341,76	6588824,11	544906,7	6587956,92	3,04	2,3	906BTV	00:56:56	00:10:37	05:41	03:29	46	17				
15	27.10.2019 09:47:48	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	27.10.2019 09:51:33	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 4	543341,76	6588824,11	544653,28	6588199,6	2,02	1,8	906BTV	00:44:48	00:03:45	04:23	02:32	85	32				
16	28.10.2019 09:24:38	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	28.10.2019 09:28:32	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Suur-Patarei tn 1	543341,76	6588824,11	542391,56	6589891,49	1,91	1,9	906BTV	00:08:45	00:03:54	04:51	02:16	56	29				
17	29.10.2019 10:44:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	29.10.2019 10:52:05	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Telliskivi tn 61, Telliskivi	543341,76	6588824,11	541369,18	6589541,07	3,3	3,1	906BTV	00:08:00	00:07:19	08:09	05:08	67	27				
									47	44			01:34:40	01:41:24	01:01:58		29				

Tabel 3. Lilleküla päästekomando sõiduki 999BTV sõitude uuringu tulemused (autori koostatud)

JRK	Algusaeg	Algus_aadress	Lõppaeg	Lõpu_aadress	Lähtekohad		Sihtkohad		Sõidu pikkus	ESRI, km	Reg. aeg	Parkimise_aeg	Sõiduaeg	ESRI, mi	CUBE, mi	Suurim kiirus	Keskmine kiirus	
					E1	N1	E2	N2										
1	04.10.2019 18:29:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	04.10.2019 18:36:04	Tallinn, Nõmme linnaosa, Lõuna tn 4a	539659,91	6586346,58	538622,24	6583154,41	5,75	5,7	999BTV	00:07:44	00:06:47	11:32	08:05	78	51	
2	05.10.2019 18:13:42	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	05.10.2019 18:17:02	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 216	539659,91	6586346,58	539554,86	6585175,89	2,13	2,0	999BTV	00:26:16	00:03:20	04:52	01:53	89	38	
3	07.10.2019 18:00:59	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	07.10.2019 18:07:57	Tallinn, Haabersti linnaosa, Öismäe tee sisering 2	539659,91	6586346,58	536534,57	6586286,3	4,69	4,5	999BTV	00:06:05	00:06:58	10:19	05:45	84	40	
4	12.10.2019 18:38:29	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	12.10.2019 18:41:59	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 96	539659,91	6586346,58	538308,07	6585559,46	2,7	2,6	999BTV	00:21:07	00:03:30	06:29	02:57	90	46	
5	13.10.2019 09:54:12	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	13.10.2019 09:58:56	Tallinn, Mustamäe linnaosa, A. H. Tammsaare tee 141a	539659,91	6586346,58	538286,58	6585758,19	2,41	2,4	999BTV	00:25:12	00:04:44	06:05	02:37	85	31	
6	14.10.2019 07:01:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	14.10.2019 07:07:26	Tallinn, Nõmme linnaosa, Roheline tn 2	539659,91	6586346,58	539311,97	6583354,38	5,59	5,2	999BTV	00:57:00	00:06:12	09:55	07:11	95	54	
7	17.10.2019 09:03:07	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	17.10.2019 09:10:31	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 58	539659,91	6586346,58	541054,65	6589782,12	6,16	5,4	999BTV	00:59:12	00:07:24	11:55	07:22	84	50	
8	20.10.2019 10:55:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	20.10.2019 10:59:37	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 115	539659,91	6586346,58	537274,37	6586464,74	3,72	3,6	999BTV	00:35:27	00:04:16	08:26	04:37	86	52	
9	21.10.2019 17:57:47	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	21.10.2019 18:02:30	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 127	539659,91	6586346,58	537707,97	6585127,82	3,33	3,2	999BTV	00:06:46	00:04:43	07:41	03:47	74	42	
10	22.10.2019 17:19:57	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	22.10.2019 17:23:21	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Karjapäja tn 4	539659,91	6586346,58	538683,55	6586033,58	1,82	2,1	999BTV	00:08:13	00:03:24	05:20	02:33	68	32	
11	23.10.2019 07:34:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 07:37:35	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Kuklase tn 13	539659,91	6586346,58	539736,29	6585745,5	1,64	1,6	999BTV	00:10:15	00:03:21	05:16	01:15	69	29	
12	23.10.2019 08:40:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 08:45:56	Tallinn, Haabersti linnaosa, Öismäe tee 37	539659,91	6586346,58	536853,48	6586083,88	4,21	4,1	999BTV	00:06:08	00:05:35	08:54	05:17	93	45	
13	23.10.2019 16:44:56	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 16:49:25	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 107	539659,91	6586346,58	538310,51	6585344,62	2,56	2,5	999BTV	00:14:36	00:04:29	06:06	02:57	67	34	
14	23.10.2019 18:47:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 18:49:26	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mustamäe tee 44/2	539659,91	6586346,58	539290,49	6586786,51	0,74	1,1	999BTV	00:15:35	00:02:11	03:23	00:59	74	20	
15	27.10.2019 17:23:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 17:27:41	Tallinn, Kristiine linnaosa, Pardi tn 23	539659,91	6586346,58	541271,44	6586429,58	2,46	2,3	999BTV	00:04:23	00:04:26	05:31	02:35	67	33	
16	27.10.2019 18:25:10	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 18:35:47	Tallinn, Haabersti linnaosa, Vaalu tn 9b	539659,91	6586346,58	534147,42	6588555,07	7,85	8,0	999BTV	00:05:31	00:10:37	16:06	10:38	86	44	
17	30.10.2019 18:18:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	30.10.2019 18:21:06	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mooni tn 103	539659,91	6586346,58	539913,53	6586633,68	0,63	0,5	999BTV	00:27:58	00:02:49	01:38	00:50	41	13	
										58	57				01:24:46	02:09:27	01:11:17	38

Tabel 4. Nõmme päästekomando sõiduki 001BTY sõitude uuringu tulemused (autori koostatud)

JRK	Algusaeg	Algus_aadress	Lõpuaeg	Lõpu_aadress	Lähtekohad		Sihtkohad		Sõidu pikkus	ESRI, km	Reg. r	Parkimise_aeg	Sõiduaeg	ESRI, min	CUBE, m	Suurim kiirus	Keskmine kiirus
					E1	N1	E2	N2									
1	01.10.2019 18:41:15	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	01.10.2019 18:46:38	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 44a	537636,46	6582958,06	539023,67	6584382,87	3,98	3,9	001BTY	00:24:49	00:05:23	07:05	06:38	81	44
2	05.10.2019 18:13:32	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	05.10.2019 18:20:31	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 218	537636,46	6582958,06	539527,09	6585138,72	4,6	4,6	001BTY	00:08:26	00:06:59	08:40	07:22	86	40
3	06.10.2019 16:44:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	06.10.2019 16:55:27	Tallinn, Nõmme linnaosa, Kraavi tänav T4	537636,46	6582958,06	540386,02	6581097,97	7,23	5,5	001BTY	00:12:05	00:11:19	12:20	07:11	90	38
4	07.10.2019 18:35:18	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	07.10.2019 18:41:36	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 39	537636,46	6582958,06	538552,46	6584439,51	3,83	3,3	001BTY	00:11:47	00:06:18	06:49	06:20	72	36
5	11.10.2019 10:15:21	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	11.10.2019 10:24:55	Tallinn, Haabersti linnaosa, Öismäe tee 59	537636,46	6582958,06	536666,72	6585927,79	6,37	6,3	001BTY	00:07:55	00:09:34	11:06	05:36	92	40
6	11.10.2019 11:41:03	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	11.10.2019 11:46:17	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Akadeemia tee 35	537636,46	6582958,06	537227,29	6585220,11	3,9	3,5	001BTY	00:25:08	00:05:14	05:31	04:38	92	45
7	11.10.2019 18:30:41	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	11.10.2019 18:36:32	Tallinn, Kristiine linnaosa, Energia tn 6g	537636,46	6582958,06	540457,76	6584488,18	4,09	3,9	001BTY	00:10:02	00:05:51	07:32	06:13	74	42
8	29.10.2019 16:46:28	Tallinn, Nõmme linnaosa, Väana tn 13	29.10.2019 16:50:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vabaduse pst 128)	537636,46	6582958,06	537807,37	6581888,57	2,41	2,3	001BTY	00:10:47	00:03:40	05:23	03:19	88	39
									36	33			00:54:18	01:04:27	00:47:17		41

Lisa 3. Sõiduaegade võrdlusandmed (uuringu tulemused)

Tabel 1. Lasnamäe päästekomando sõiduki 655BTY sõiduaegade võrdlusandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algu_aadress	Lõpuaeg	Lõpu_aadress	Sõiduk	Sõidu pikkus (km)	Sõiduaeg GPS (min)	Sõiduaeg CUBE (min)	Sõiduaegade erinevus
1	04.10.2019 18:46:31	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	04.10.2019 18:49:46	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 25b	655BTY	2,78	00:03:15	00:03:16	0,3%
2	05.10.2019 18:10:10	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	05.10.2019 18:15:05	Lasnamäe linnaosa, K. Kärberi tn 52	655BTY	4,01	00:04:55	00:04:00	-18,6%
3	08.10.2019 17:12:16	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	08.10.2019 17:17:37	Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	655BTY	5,04	00:05:21	00:05:58	11,6%
4	09.10.2019 17:30:32	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	09.10.2019 17:40:38	Lasnamäe linnaosa, P. Pinna tn 8	655BTY	2,43	00:10:06	00:02:02	-79,8%
5	11.10.2019 17:15:27	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	11.10.2019 17:21:02	Lasnamäe linnaosa, Katleri tn 6	655BTY	3,38	00:05:35	00:03:29	-37,7%
6	15.10.2019 17:12:55	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	15.10.2019 17:19:01	Lasnamäe linnaosa, Pae tn 60	655BTY	4,13	00:06:06	00:03:52	-36,6%
7	16.10.2019 08:36:45	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 08:45:02	Lasnamäe linnaosa, Ümera tn 4	655BTY	2,22	00:08:17	00:03:14	-61,0%
8	16.10.2019 09:24:07	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 09:30:20	Lasnamäe linnaosa, J. Smuuli tee 43	655BTY	2,16	00:06:13	00:02:17	-63,3%
9	16.10.2019 16:56:20	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 17:06:37	Viimsi vald, Muuga küla, Randoja tee 10	655BTY	13,58	00:10:17	00:12:01	16,9%
10	17.10.2019 08:57:15	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:03:06	Lasnamäe linnaosa, Valge tn 6c	655BTY	4,58	00:05:51	00:05:13	-10,9%
11	17.10.2019 09:33:04	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:36:47	Lasnamäe linnaosa, Rahu tee T18	655BTY	3,62	00:03:43	00:04:05	9,8%
12	18.10.2019 09:45:33	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	18.10.2019 09:49:17	Lasnamäe linnaosa, Loitsu tn 3b	655BTY	2,32	00:03:44	00:02:34	-31,4%
13	21.10.2019 17:54:02	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	21.10.2019 18:00:12	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 9	655BTY	2,6	00:06:10	00:02:28	-60,1%
14	24.10.2019 17:49:35	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	24.10.2019 17:52:40	Lasnamäe linnaosa, Virbi tn 18a	655BTY	1,74	00:03:05	00:01:50	-40,3%
15	26.10.2019 09:45:54	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	26.10.2019 09:51:18	Lasnamäe linnaosa, Võru tn 10	655BTY	2,99	00:05:24	00:03:20	-38,3%
16	30.10.2019 08:19:28	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	30.10.2019 08:28:34	Rae vald, Soodevahe küla, Lepiku	655BTY	10,79	00:09:06	00:06:25	-29,5%
						68	01:37:08	01:06:03	-29,3%
									28,1%

Tabel 2. Kesklinna päästekomando sõiduki 906BTV sõiduaegade võrdlusandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus_aadress	L6puaeg	L6pu_aadress	Sõiduk	Sõidu pikkus (km)	Sõiduaeg GPS (min)	Sõiduaeg CUBE (min)	Sõiduaegade erinevus
1	04.10.2019 18:32:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	04.10.2019 18:42:38	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 113	906BTV	9,18	00:10:24	00:10:33	1,4%
2	05.10.2019 18:09:05	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	05.10.2019 18:12:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Lennuki tn 24	906BTV	0,94	00:03:24	00:01:02	-69,7%
3	08.10.2019 17:12:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	08.10.2019 17:18:12	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	906BTV	2,73	00:05:38	00:03:18	-41,4%
4	09.10.2019 15:50:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	09.10.2019 15:53:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, J. Vilmsi tn 43	906BTV	1,04	00:03:31	00:01:40	-52,5%
5	11.10.2019 17:28:21	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	11.10.2019 17:31:42	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Tuukri tn 42	906BTV	1,6	00:03:21	00:01:21	-59,7%
6	12.10.2019 08:44:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	12.10.2019 08:50:09	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Punane tn 19	906BTV	3,89	00:05:41	00:05:15	-7,6%
7	13.10.2019 15:47:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	13.10.2019 15:51:15	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Tööstuse tn 33	906BTV	2,95	00:04:01	00:04:23	9,3%
8	15.10.2019 08:06:51	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 08:09:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Pärnu mnt 17	906BTV	1,37	00:02:55	00:01:44	-40,3%
9	15.10.2019 17:25:10	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 17:33:01	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Maarjamäe tänav T2	906BTV	3,74	00:07:51	00:04:07	-47,5%
10	16.10.2019 08:38:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	16.10.2019 08:42:04	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva maantee T18, Russalka	906BTV	2,34	00:03:51	00:02:38	-31,4%
11	17.10.2019 08:45:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	17.10.2019 08:54:28	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 56	906BTV	3,62	00:09:15	00:05:21	-42,2%
12	21.10.2019 16:51:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	21.10.2019 16:55:54	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Vabaduse väljak 2b	906BTV	1,44	00:04:20	00:01:44	-59,8%
13	22.10.2019 18:02:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	22.10.2019 18:07:52	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Olevimägi	906BTV	1,74	00:04:53	00:05:25	10,8%
14	23.10.2019 08:39:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	23.10.2019 08:50:06	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 32	906BTV	3,04	00:10:37	00:03:29	-67,2%
15	27.10.2019 09:47:48	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	27.10.2019 09:51:33	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 4	906BTV	2,02	00:03:45	00:02:32	-32,3%
16	28.10.2019 09:24:38	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	28.10.2019 09:28:32	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Suur-Patarei tn 1	906BTV	1,91	00:03:54	00:02:16	-42,1%
17	29.10.2019 10:44:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	29.10.2019 10:52:05	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Telliskivi tn 61, Telliskivi	906BTV	3,3	00:07:19	00:05:08	-29,7%
						47	01:34:40	01:01:58	-35,4%
									24,6%

Tabel 3. Lilleküla päästekomando sõiduki 999BTV sõiduaegade võrdlusandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus_aadress	L6puaeg	L6pu_aadress	Sõiduk	Sõidu pikkus (km)	Sõiduaeg GPS (min)	Sõiduaeg CUBE (min)	Sõiduaegade erinevus
1	04.10.2019 18:29:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	04.10.2019 18:36:04	Tallinn, Nõmme linnaosa, Lõuna tn 4a	999BTV	5,75	00:06:47	00:08:05	19,3%
2	05.10.2019 18:13:42	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	05.10.2019 18:17:02	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 216	999BTV	2,13	00:03:20	00:01:53	-43,6%
3	07.10.2019 18:00:59	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	07.10.2019 18:07:57	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee sisering 2	999BTV	4,69	00:06:58	00:05:45	-17,5%
4	12.10.2019 18:38:29	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	12.10.2019 18:41:59	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 96	999BTV	2,7	00:03:30	00:02:57	-15,7%
5	13.10.2019 09:54:12	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	13.10.2019 09:58:56	Tallinn, Mustamäe linnaosa, A. H. Tammsaare tee 141a	999BTV	2,41	00:04:44	00:02:37	-44,6%
6	14.10.2019 07:01:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	14.10.2019 07:07:26	Tallinn, Nõmme linnaosa, Roheline tn 2	999BTV	5,59	00:06:12	00:07:11	15,8%
7	17.10.2019 09:03:07	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	17.10.2019 09:10:31	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 58	999BTV	6,16	00:07:24	00:07:22	-0,5%
8	20.10.2019 10:55:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	20.10.2019 10:59:37	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 115	999BTV	3,72	00:04:16	00:04:37	8,3%
9	21.10.2019 17:57:47	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	21.10.2019 18:02:30	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 127	999BTV	3,33	00:04:43	00:03:47	-19,9%
10	22.10.2019 17:19:57	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	22.10.2019 17:23:21	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Karjavälja tn 4	999BTV	1,82	00:03:24	00:02:33	-25,0%
11	23.10.2019 07:34:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 07:37:35	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Kuklase tn 13	999BTV	1,64	00:03:21	00:01:15	-62,7%
12	23.10.2019 08:40:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 08:45:56	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 37	999BTV	4,21	00:05:35	00:05:17	-5,4%
13	23.10.2019 16:44:56	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 16:49:25	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 107	999BTV	2,56	00:04:29	00:02:57	-34,2%
14	23.10.2019 18:47:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 18:49:26	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mustamäe tee 44/2	999BTV	0,74	00:02:11	00:00:59	-55,1%
15	27.10.2019 17:23:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 17:27:41	Tallinn, Kristiine linnaosa, Pardi tn 23	999BTV	2,46	00:04:26	00:02:35	-41,6%
16	27.10.2019 18:25:10	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 18:35:47	Tallinn, Haabersti linnaosa, Vaalu tn 9b	999BTV	7,85	00:10:37	00:10:38	0,1%
17	30.10.2019 18:18:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	30.10.2019 18:21:06	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mooni tn 103	999BTV	0,63	00:02:49	00:00:50	-70,5%
						58	01:24:46	01:11:17	-23,1%
									26,5%

Tabel 4. Nõmme päästekomando sõiduki 001BTY sõiduaegade võrdlusandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus_aadress	Lõpuaeg	Lõpu_aadress	Sõiduk	Sõidu pikkus (km)	Sõiduaeg GPS (min)	Sõiduaeg CUBE (min)	Sõiduaegade erinevus
1	01.10.2019 18:41:15	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	01.10.2019 18:46:38	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 44a	001BTY	3,98	00:05:23	00:06:38	23,2%
2	05.10.2019 18:13:32	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	05.10.2019 18:20:31	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 218	001BTY	4,6	00:06:59	00:07:22	5,5%
3	06.10.2019 16:44:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	06.10.2019 16:55:27	Tallinn, Nõmme linnaosa, Kraavi tänav T4	001BTY	7,23	00:11:19	00:07:11	-36,6%
4	07.10.2019 18:35:18	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	07.10.2019 18:41:36	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 39	001BTY	3,83	00:06:18	00:06:20	0,5%
5	11.10.2019 10:15:21	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 10:24:55	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 59	001BTY	6,37	00:09:34	00:05:36	-41,5%
6	11.10.2019 11:41:03	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 11:46:17	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Akadeemia tee 35	001BTY	3,9	00:05:14	00:04:38	-11,5%
7	11.10.2019 18:30:41	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 18:36:32	Tallinn, Kristiine linnaosa, Energia tn 6g	001BTY	4,09	00:05:51	00:06:13	6,3%
8	29.10.2019 16:46:28	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	29.10.2019 16:50:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vabaduse pst 128)	001BTY	2,41	00:03:40	00:03:19	-9,5%
						36	00:54:18	00:47:17	-7,9%
									20,6%

Tabel 5. Päästekomandode sõidukite sõiduaegade võrdlusandmed (autori koostatud)

Jrk nr	Algusaeg	Algus_aadress	Lõppuaeg	Lõpu_aadress	Sõiduk	Sõidu pikkus (km)	Sõiduaeg GPS (min)	Sõiduaeg CUBE (min)	Sõiduaegade erinevus
1	04.10.2019 18:46:31	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	04.10.2019 18:49:46	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 25b	655BTY	2,78	00:03:15	00:03:16	0,3%
2	05.10.2019 18:10:10	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	05.10.2019 18:15:05	Lasnamäe linnaosa, K. Kärberi tn 52	655BTY	4,01	00:04:55	00:04:00	-18,6%
3	08.10.2019 17:12:16	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	08.10.2019 17:17:37	Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	655BTY	5,04	00:05:21	00:05:58	11,6%
4	09.10.2019 17:30:32	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	09.10.2019 17:40:38	Lasnamäe linnaosa, P. Pinna tn 8	655BTY	2,43	00:10:06	00:02:02	-79,8%
5	11.10.2019 17:15:27	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	11.10.2019 17:21:02	Lasnamäe linnaosa, Katleri tn 6	655BTY	3,38	00:05:35	00:03:29	-37,7%
6	15.10.2019 17:12:55	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	15.10.2019 17:19:01	Lasnamäe linnaosa, Pae tn 60	655BTY	4,13	00:06:06	00:03:52	-36,6%
7	16.10.2019 08:36:45	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 08:45:02	Lasnamäe linnaosa, Ümera tn 4	655BTY	2,22	00:08:17	00:03:14	-61,0%
8	16.10.2019 09:24:07	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 09:30:20	Lasnamäe linnaosa, J. Smuuli tee 43	655BTY	2,16	00:06:13	00:02:17	-63,3%
9	16.10.2019 16:56:20	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	16.10.2019 17:06:37	Viimsi vald, Muuga küla, Randoja tee 10	655BTY	13,58	00:10:17	00:12:01	16,9%
10	17.10.2019 08:57:15	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:03:06	Lasnamäe linnaosa, Valge tn 6c	655BTY	4,58	00:05:51	00:05:13	-10,9%
11	17.10.2019 09:33:04	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	17.10.2019 09:36:47	Lasnamäe linnaosa, Rahu tee T18	655BTY	3,62	00:03:43	00:04:05	9,8%
12	18.10.2019 09:45:33	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	18.10.2019 09:49:17	Lasnamäe linnaosa, Loitsu tn 3b	655BTY	2,32	00:03:44	00:02:34	-31,4%
13	21.10.2019 17:54:02	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	21.10.2019 18:00:12	Lasnamäe linnaosa, Linnamäe tee 9	655BTY	2,6	00:06:10	00:02:28	-60,1%
14	24.10.2019 17:49:35	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	24.10.2019 17:52:40	Lasnamäe linnaosa, Virbi tn 18a	655BTY	1,74	00:03:05	00:01:50	-40,3%
15	26.10.2019 09:45:54	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	26.10.2019 09:51:18	Lasnamäe linnaosa, Võru tn 10	655BTY	2,99	00:05:24	00:03:20	-38,3%
16	30.10.2019 08:19:28	Lasnamäe linnaosa, Osmussaare tn 2	30.10.2019 08:28:34	Rae vald, Soodevahe küla, Lepiku	655BTY	10,79	00:09:06	00:06:25	-29,5%
17	04.10.2019 18:32:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	04.10.2019 18:42:38	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 113	906BTV	9,18	00:10:24	00:10:33	1,4%
18	05.10.2019 18:09:05	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	05.10.2019 18:12:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Lennuki tn 24	906BTV	0,94	00:03:24	00:01:02	-69,7%
19	08.10.2019 17:12:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	08.10.2019 17:18:12	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Pallasti tn 34c	906BTV	2,73	00:05:38	00:03:18	-41,4%
20	09.10.2019 15:50:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	09.10.2019 15:53:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, J. Vilmsi tn 43	906BTV	1,04	00:03:31	00:01:40	-52,5%
21	11.10.2019 17:28:21	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	11.10.2019 17:31:42	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Tuukri tn 42	906BTV	1,6	00:03:21	00:01:21	-59,7%
22	12.10.2019 08:44:28	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	12.10.2019 08:50:09	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Punane tn 19	906BTV	3,89	00:05:41	00:05:15	-7,6%
23	13.10.2019 15:47:14	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	13.10.2019 15:51:15	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Tööstuse tn 33	906BTV	2,95	00:04:01	00:04:23	9,3%
24	15.10.2019 08:06:51	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 08:09:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Pärnu mnt 17	906BTV	1,37	00:02:55	00:01:44	-40,3%
25	15.10.2019 17:25:10	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	15.10.2019 17:33:01	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Maarjamäe tänav T2	906BTV	3,74	00:07:51	00:04:07	-47,5%
26	16.10.2019 08:38:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	16.10.2019 08:42:04	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva maantee T18, Russalka	906BTV	2,34	00:03:51	00:02:38	-31,4%
27	17.10.2019 08:45:13	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	17.10.2019 08:54:28	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 56	906BTV	3,62	00:09:15	00:05:21	-42,2%
28	21.10.2019 16:51:34	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	21.10.2019 16:55:54	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Vabaduse väljak 2b	906BTV	1,44	00:04:20	00:01:44	-59,8%
29	22.10.2019 18:02:59	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	22.10.2019 18:07:52	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Olevimägi	906BTV	1,74	00:04:53	00:05:25	10,8%
30	23.10.2019 08:39:29	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	23.10.2019 08:50:06	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 32	906BTV	3,04	00:10:37	00:03:29	-67,2%
31	27.10.2019 09:47:48	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	27.10.2019 09:51:33	Tallinn, Lasnamäe linnaosa, Majaka tn 4	906BTV	2,02	00:03:45	00:02:32	-32,3%
32	28.10.2019 09:24:38	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	28.10.2019 09:28:32	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Suur-Patarei tn 1	906BTV	1,91	00:03:54	00:02:16	-42,1%
33	29.10.2019 10:44:46	Tallinn, Kesklinna linnaosa, Raua tn 2	29.10.2019 10:52:05	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Telliskivi tn 61, Telliskivi	906BTV	3,3	00:07:19	00:05:08	-29,7%
34	04.10.2019 18:29:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	04.10.2019 18:36:04	Tallinn, Nõmme linnaosa, Lõuna tn 4a	999BTV	5,75	00:06:47	00:08:05	19,3%
35	05.10.2019 18:13:42	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	05.10.2019 18:17:02	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 216	999BTV	2,13	00:03:20	00:01:53	-43,6%
36	07.10.2019 18:00:59	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	07.10.2019 18:07:57	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee sisering 2	999BTV	4,69	00:06:58	00:05:45	-17,5%
37	12.10.2019 18:38:29	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	12.10.2019 18:41:59	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 96	999BTV	2,7	00:03:30	00:02:57	-15,7%
38	13.10.2019 09:54:12	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	13.10.2019 09:58:56	Tallinn, Mustamäe linnaosa, A. H. Tammsaare tee 141a	999BTV	2,41	00:04:44	00:02:37	-44,6%
39	14.10.2019 07:01:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	14.10.2019 07:07:26	Tallinn, Nõmme linnaosa, Roheline tn 2	999BTV	5,59	00:06:12	00:07:11	15,8%
40	17.10.2019 09:03:07	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	17.10.2019 09:10:31	Tallinn, Põhja-Tallinna linnaosa, Kopli tn 58	999BTV	6,16	00:07:24	00:07:22	-0,5%
41	20.10.2019 10:55:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	20.10.2019 10:59:37	Tallinn, Haabersti linnaosa, Ehitajate tee 115	999BTV	3,72	00:04:16	00:04:37	8,3%
42	21.10.2019 17:57:47	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	21.10.2019 18:02:30	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 127	999BTV	3,33	00:04:43	00:03:47	-19,9%
43	22.10.2019 17:19:57	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	22.10.2019 17:23:21	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Karjavälja tn 4	999BTV	1,82	00:03:24	00:02:33	-25,0%
44	23.10.2019 07:34:14	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 07:37:35	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Kuklase tn 13	999BTV	1,64	00:03:21	00:01:15	-62,7%
45	23.10.2019 08:40:21	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 08:45:56	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 37	999BTV	4,21	00:05:35	00:05:17	-5,4%
46	23.10.2019 16:44:56	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 16:49:25	Tallinn, Mustamäe linnaosa, E. Vilde tee 107	999BTV	2,56	00:04:29	00:02:57	-34,2%
47	23.10.2019 18:47:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	23.10.2019 18:49:26	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mustamäe tee 44/2	999BTV	0,74	00:02:11	00:00:59	-55,1%
48	27.10.2019 17:23:15	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 17:27:41	Tallinn, Kristiine linnaosa, Pardi tn 23	999BTV	2,46	00:04:26	00:02:35	-41,6%
49	27.10.2019 18:25:10	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	27.10.2019 18:35:47	Tallinn, Haabersti linnaosa, Vaalu tn 9b	999BTV	7,85	00:10:37	00:10:38	0,1%
50	30.10.2019 18:18:17	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mänsaku tn 8	30.10.2019 18:21:06	Tallinn, Kristiine linnaosa, Mooni tn 103	999BTV	0,63	00:02:49	00:00:50	-70,5%
51	01.10.2019 18:41:15	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	01.10.2019 18:46:38	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 44a	001BTY	3,98	00:05:23	00:06:38	23,2%
52	05.10.2019 18:13:32	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	05.10.2019 18:20:31	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Sõpruse pst 218	001BTY	4,6	00:06:59	00:07:22	5,5%
53	06.10.2019 16:44:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	06.10.2019 16:55:27	Tallinn, Nõmme linnaosa, Kraavi tänav T4	001BTY	7,23	00:11:19	00:07:11	-36,6%
54	07.10.2019 18:35:18	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	07.10.2019 18:41:36	Tallinn, Mustamäe linnaosa, J. Sütiste tee 39	001BTY	3,83	00:06:18	00:06:20	0,5%
55	11.10.2019 10:15:21	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 10:24:55	Tallinn, Haabersti linnaosa, Õismäe tee 59	001BTY	6,37	00:09:34	00:05:36	-41,5%
56	11.10.2019 11:41:03	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 11:46:17	Tallinn, Mustamäe linnaosa, Akadeemia tee 35	001BTY	3,9	00:05:14	00:04:38	-11,5%
57	11.10.2019 18:30:41	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	11.10.2019 18:36:32	Tallinn, Kristiine linnaosa, Energia tn 6g	001BTY	4,09	00:05:51	00:06:13	6,3%
58	29.10.2019 16:46:28	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vääna tn 13	29.10.2019 16:50:08	Tallinn, Nõmme linnaosa, Vabaduse pst 128)	001BTY	2,41	00:03:40	00:03:19	-9,5%
						210	05:30:52	04:06:35	-26,3%
									27,1%