

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Reigo Laev

**LIIKLUSINTENSIIVSUSE MÕJU PÄÄSTE
OPERATIIVSÕIDULE KOLME TALLINNA LINNA
RISTMIKU NÄITEL**

Lõputöö

Juhendaja:

Kadi Luht, MSc

Kaasjuhendaja:

Andres Mumma, BA

Tallinn 2018

ANNOTATSIOON

Päästekolledž	Juuni 2018
Töö pealkiri: „LIIKLUSINTENSIIVSUSE MÕJU PÄASTE OPERATIIVSÕIDULE KOLME TALLINNA LINNA RISTMIKU NÄITEL“. Töö pealkiri võõrkeeles: „IMPACT OF TRAFFIC INTENSITY ON THE OPERATIONAL RESCUE ON THE EXAMPLE OF THE THREE TALLINN CITY INTERSECTION“.	
Lisad:	
Võtmesõnad: operatiivsõidukid, keskmised kiirused, ummikud	
Võõrkeelsed võtmesõnad: emergency vehicle, average speeds, congestions	
Lõputöö seos riiklike arengukavade ja prioriteetidega: Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 „Riik peab tagama abi ohuolukordades ja abi peab olema asja- ja ajakohane“.	
<p>Lõputöö on empiiriline analüüs, kus teooria osa on väiksema mahuga kui analüüsi osa, mis käsitles kümnetes tundides Excel tabelarvutusprogrammis lõputöö andmete analüüsimist. Lõputöö uurimisprobleem on: „Kas liiklustihedus piirab operatiivsõiduki kiirust ristmikul?“. Lõputöö eesmärk on selgitada välja pääste operatiivsõidukite keskmised kiirused Tallinna suure liiklustihedusega ristmikel päeva eri aegadel. Uurimismeetodiks kasutab autor kvantitatiivset meetodit, kus analüüsib ainult arvulisi erinevusi ja peasjalikult päästesõidukite keskmisi kiiruseid ristmikel. Lõputöö tulemused näitavad, et keskmised kiirused ristmikel päeva eri aegadel ei ole oluliselt erinevad T-testi tulemusel. Võrdlused tõi autor välja diagrammi joonistena ja võrdles neis tipptunni aega ja kõike muud aega. Samuti pani autor võrdlusesse öise aja ja kogu ülejäänud aja. Mõlemal juhul näitas T-testi tulemuse p väärtusena suuremat arvu kui 0,05 ehk alles sellest arvust madalam arv on määravalt erinev ja saab öelda tulenevalt T-testi tulemusele, et kahe aja erinevad keskmised kiirused on oluliselt erinevad. Seega analüüsis kasutatud kolme ristmike pääste operatiivväljasõidud tõi välja olukorra, kus võib öelda et aeg ei määra päästesõiduki kiirust ristmikul vaid selle määrab ristmiku iseärasused. Lõputöö analüüs kinnitab, et aeg ei mõjuta päästesõiduki kiirust ristmikul, kuid iga ristmiku keskmine kiirus on tulenevalt iseärasustest erinev, siis ristmike paremaks ja kiiremaks läbimiseks tuleb ristmike muuta operatiivsõiduki jaoks paremini läbitavaks, avaramaks ja võimaldada kaasliiklejatele operatiivsõiduki lähenemine silmapaistvamaks.</p>	
Säilitamise koht:	
Töö autor: Reigo Laev 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	
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Kadi Luht	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Kaasjuhendaja: Andres Mumma	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Ain Karafin	Allkiri:

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU	4
SISSEJUHATUS	5
1 UMMIKUTE MÕJU OPERATIIVSÕITUDELE	8
1.1 Ummikute ja päästetööde seos	8
1.2 Kohalejõudmine sündmuskohale	10
1.3 Lahendused ummikute vastu	13
2 EMPIIRILINE ANALÜÜS	15
2.1 Objektide valik	15
2.2 Andmete kogumine	15
2.3 Andmete analüüs	16
2.4 TALLINNA KOLME RISTMIKU TULEMUSED	18
2.4.1 Endla-Paldiski-Mustamäe ristmik	18
2.4.2 Paldiski-Sõle-Tulika ristmik	21
2.4.3 Endla-Tulika-Sõpruse ristmik	25
2.5 Analüüsi tulemused ja järeldused	28
KOKKUVÕTE	31
SUMMARY	33
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	34
LISA 1. NEW YORKI PÄÄSTE KIIRUSTE ANALÜÜSI TABEL	36
LISA 2. LOA ANDMINE ANDMETE KASUTAMISEKS	37

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

mGis- ingl *A Geographic Information System* (mobiilne geograafiline infosüsteem) (ESRI, 2018).

OP sõiduk- operatiivsõiduk.

HK- Häirekeskus.

SMIT- Siseministeeriumi infotehnoloogia- ja arenduskeskus.

SOS- Häirekeskuse infosüsteem.

Sõidurida- „on rida, mille moodustavad üksteise järel sõitvad sõidukid“ (Liiklusseadus, 2017)

GPS- ingl *Global Positioning System* (ülemaailmne asukoha määramise süsteem) (Raadik, 2013).

SISSEJUHATUS

Päästeameti missioon on (Päästeamet, 2016): „ennetame õnnetusi, päästame elu, vara ja keskkonda“, millest tulenevalt on oluline osutada kiiret ja efektiivset abi. On tõestatud, et enamus haavatuid inimesi sureb, kuna abi ei jõua nendeni õigeaegselt (Gan Chai, 2017). Alates 9-ndast minutist kui abivajajani jõuab päästja ja kui saab alandada kohalejõudmist 1 minuti võrra võrdub Tallinna kontekstis 1 päästetud eluga (Mumma, 2016). Päästetööde ajateljel on märgitud kohalesõidu ajaks 1-25 minutit. See on aeg, mida ette anda ei saa ega ole ka võimalik, sest liiklusintensiivsus vahetub igal ajahetkel ja kohalesõitu muudavad paljud subjektid, mida muuta ei saa.

Ajakriitilised sündmused on kutsed, kus inimelu on ohus ja autojuht peab tegema valikuid ja võtma riske, et jõuda sündmusele võimalikult kiirelt ja seega pidev sõiduki liikumine on väga oluline. (sosku, 2017)

Lõputöö **aktuaalsus** tuleb Siseturvalisuse arengukavast, milles tuuakse probleemina välja vajadus jõuda abivajajani kiiremini kui seni on tehtud (Siseministeerium, 2014). 2017 aasta automaatse liiklusseire aruanne tõestab (Tallinna Tehnikaülikool, 2017), et vaatamata riiklikele pühadele ja nende sattumisele ühele kvartalile oli nii perioodi keskmine kui ka tööpäevade ja puhkepäevade keskmine liiklussagedus suurim 5 aasta jooksul. Liiklussagedus oli 1,4 % võrra suurem kui eelmine aasta ja 8,0 % võrra suurem kui 5 aastat tagasi. Sellest võib järeldada, et suurenenud liiklussagedus mõjutab ka pääste kohalejõudmise kiirust. Hiinas on välja selgitatud, et enamus haavatutest inimestest sureb õnnetuse läbi, kuna abi ei jõua nendeni õigeaegselt (Gan Chai, 2017).

Teema on **uudne**, kuna eelnevalt pole kasutatud ArcGis Online programmi Tallinna suure koormusega ristmike operatiiv sõitute analüüsis ja nende ristmike aja kulu läbimist erinevatel kellaaegadel. Eelnevalt on küll võrreldud kiirabi ja pääste alarmsõite Tallinna näitel, et näha veoauto ja nõ. kaubiku kiiruste erinevust, kuid mitte reaalselt ajakulu pääste sõidukil tiheda liiklusega ristmikul. 2014 aastal sai HK teate, et Harku vallas Tutermaa külas on puhkenud tulekahju ja Keila päästemeeskond, kes asub tulekahjust kuni 2 kilomeetri kaugusel on seotud teise kutsega ja Tutermaa sündmusele reageerib Lilleküla päästemeeskond. Lilleküla päästemeeskonnal kulus kohalejõudmiseks 15 minutit (Einmann, 2014). Sellistel juhtudel, kui pealinna päästemeeskonnad peavad reageerima linnast välja kaugemale piirkonda ajal kui

kohalik päästemeeskond on hõivatud teise sündmusega, siis kiiretel kutsetel on vajalik igasugune aja kokkuhoid, sest teekond võtab päästetööde alustamisest kõige rohkem aega. Seega lõputöö annab Päästeametile ülevaate, kas ristmikud mõjutavad ajalist kulgu operatiivsõiduki sündmusele kohalejõudmist või ei mõjuta seda märkimisväärselt.

Lõputöö **Uurimisprobleem** on: „Kas liiklustihedus piirab operatiivsõiduki kiirust ristmikul?“.

Kuna teiste riikide uurimused (Gan Chai, 2017) ja (The Nation, 2017) on välja toonud negatiivse mõju operatiivsõidukite liiklemisele ja viimaste aastate liikluskoormus Tallinnas on muutunud oluliselt suuremaks (Tallinna Tehnikaülikool, 2017) tõstatab autor lõputöös **hüpoteesi**: ummikud mõjutavad negatiivselt päästeautode liikumist Tallinna suurematel ristmikel.

Käesoleva lõputöö **eesmärgiks** on selgitada välja pääste operatiivsõidukite keskmised kiirused Tallinna suure liiklustihedusega ristmikel päeva eri aegadel.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised **uurimisülesanded**:

- Anda ülevaade liiklustiheduse mõjust päästetöödele.
- Analüüsida Tallinna 3 suurima liiklustihedusega ristmiku andmeid ning neid läbinud pääste väljasõite.
- Vajadusel leida lahendused ja teha ettepanekud kohalesõidu protsessi kiiremaks muutmiseks linna tingimustel.

Antud lõputöö analüüsib Tallinna kolme ristmiku liiklustihedust koos pääste väljakutsetega. Töö algab teoreetilise osaga, mis käsitleb „Ummikute mõju operatiivsõitudele“. Autor toob teooria osas välja ummikute ja päästetööde seose. Lõputöös on kasutatud näiteid välisriikidest näiteks Uus-Meremaa pääste väljakutsete kohalesõidu aegadest. Teooria lõpus toob autor välja ummikute lahenduseks mõnede riikide katsetatud viisid, kuidas vähendada ummikuid ja sellega ka autode hulka liikluses.

Lõputöö teise osa moodustab empiiriline analüüs, kus autor analüüsib Tallinna 3 ristmiku andmeid ja pääste operatiivsõidu andmeid antud ristmike vahetus läheduses kasutades kvantitatiivseid uurimismeetodeid. Lõputöö empiirilises analüüsis kirjeldab autor andmete kogumist ja andmete analüüsi ning seejärel analüüsi osa. Lõputöö andmete kogumise meetod

on ametlik statistika. Lõputöö valim on eesmärgipärane ehk antud andmed, mida autor oma lõputöös kasutab on välja valitud, et ristmikud asuksid kõrge liiklusintensiivsusega lõikudel ja andmete kättesaadavus oleks tagatud. Pääste operatiivsõidu andmed olid eelnevalt olemas ja seega ka ristmike andmed kogus autor sama perioodi kohta. Ristmike valik oli eesmärgipärane kasutades seire seadmete kaarti, mis on kätte saadav veebiaadressil: seire.tallinn.ee. Seire andmed sai autor Tallinna Transpordiametilt ja päästeautode GPS andmed SMIT GIS projektijuhil abiga andmebaasist. Lõputöös kasutas autor kolme kuu andmeid aastal 2016 oktoober, november ja detsember. Lõputöö analüüsi osas valis autor välja kolm Tallinna suuremat ristmikku ja neist kolme andmeid kasutas lõputöö analüüsis. Analüüsiks vajalik ristmike info saadi Tallinna Linnavalitsuselt ja selle väljastas Tallinna Transpordiamet. Neid andmeid kogub Tallinna Transpordiamet seireseadmetega, mida Tallinnas on kokku 11 ristmikul. Pääste operatiivsõitude andmed tulid GIS andmebaasist, kus on 2016 aasta oktooberi, novembri ja detsembri pääste väljasõidud.

1 UMMIKUTE MÕJU OPERATIIVSÕITUDELE

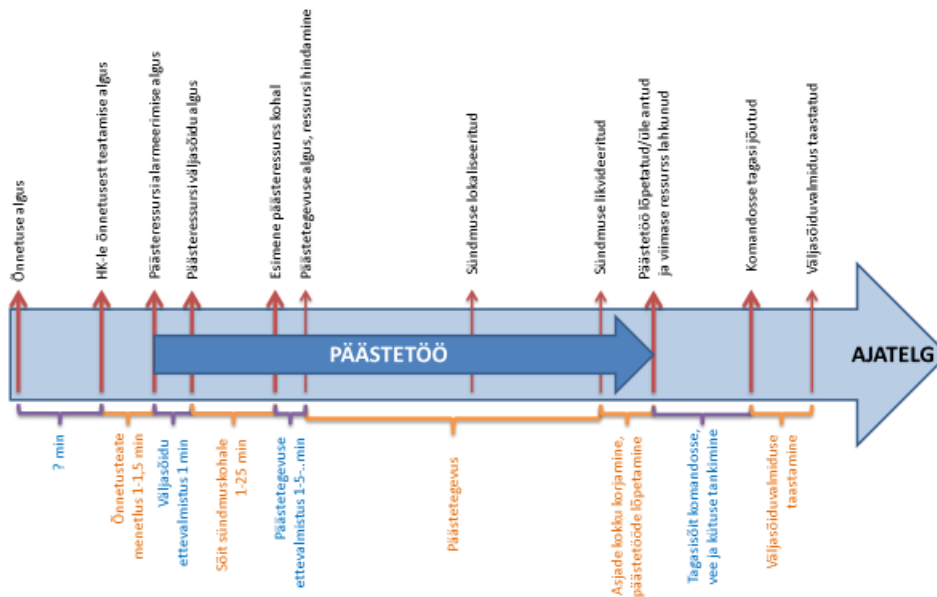
1.1 Ummikute ja päästetööde seos

Ummikute ja päästetööde seoses tuleb välja tuua ajakriitiline sündmus, kuna autojuht peab otsustama, kas ja kuidas ta manöövreid tegema hakkab sündmusele sõites. Otsuse vastuvõtmine on oluline kuldse tunni reegli jaoks, mis algab peale õnnetuse juhtumist ja otsuse vastuvõtmist kutse saamisel on märkimisväärse mõjuga, et võimalik kannatanu saaks kiirelt abi. (Sangeetha, 2014)

Hiinas on välja selgitatud, et enamus haavatutest inimestest sureb õnnetuse läbi kuna abi ei jõua nendeni õigeaegselt (Gan Chai, 2017). Õnnetuse juhtumisest ja sellest teavitamisest kuni õnnetuse lahendamise kohta on koostatud päästetööde ajatelg, mis toob välja kogu protsessi, mis ühe õnnetuse juhtumiga kaasneb (Päästeamet, 2016).

Kogu päästetöö kiirus ja kulg sõltub olulisel määral abi kohalejõudmisest ehk teekonnast, mille alguspunkt on meeskonna väljasõidu valmisolek kuni sündmusele kohalejõudmine väljavalitud teekonnal (Chengsong Wang, 2013). Joonisel 1. on kujutatud ühe sündmuse kohta käiv ajatelg. Ajaliselt on ära määratud teatud tegevused, mille maksimum väärtus on õnnetuse teate menetlemisel 1,5 minutit, ressursi väljasõit 1 minut, tehnika jõudmine sündmuskohale kuni 25 minutit ja päästetegevuse ettevalmistused 1-5 minutit. Antud lõputöös autor uurib sellelt ajateljelt tegevust: „Sõit sündmuskohale 1-25 minutit“. Kuna sõidu pikkus võib varieeruda olenevalt olukorrast ja vajadusest, siis autor leiab, et on vaja näha ajalist vahet Tallinna linna näitel päeva erinevatel aegadel. Sõit võib varieeruda olenevalt olukorrast, siis kui sõitu takistab mingi kõrvaline tegevus, mis ei ole sündmusega otseselt seotud, kuid takistab päästemeeskonna kohalejõudmist. Nendeks tegevusteks võivad olla ummikud, kas tulenevalt sündmusest, kuhu välja reageeritakse või hoopis muust põhjusest tekkinud (ülesõit raudteest on tõkkepuuga suletud). Sõidu pikkus võib olla ka pikem sellisel juhul, kui ei ole tegemist kiire sündmusega või sündmus ei vaja kohest reageerimist. Sellisteks sündmusteks võivad olla teise komando mehitamine või kiirabi abistamine teatud juhtudel. Need tegevused ei nõua päästemeeskonnalt riski võtmist või ohtu seadmist sündmusele sõitmisel.

SÜNDMUSE KULG JA PÄÄSTETÖÖ AJATELJEL



Joonis 1. Sündmuse kulg päästetöö ajateljel (Päästeamet, 2016).

Kuna kiirabi, pääste, politsei on alarmsõidukid ja neil on prioriteetsemad sõidud võrreldes kaassõitjatega, siis Indias töötatakse selle nimel, et alarmsõidukitel oleksid saatjad, mis võimaldavad neil fooriga ristmikud läbida rohelise tulega saates fooridele sõnumi lähenevast alarmsõidukist. (Sangeetha, 2014)

Päästesõidukid koos teiste alarmsõidukitega: kiirabi ja politsei, kasutavad väljakutsele sõitmisel vilkureid ja sireene. Vilkurid on värvuselt sinised ja paistavad silma juba eemalt. Politseil on kasutusel ka värvuselt punane vilkur, kuid selle eesmärk on pigem teadvustada konkreetsele tema eesolevale sõitjale tema peatumisest. Kõigil alarmsõidukitel on sireenid, mis peaksid kaassõitjatele tähelepanu äratama, et kuskil nende ümber tehakse alarmsõitu ning neile on vaja anda teed. Alarmsõidukijuhi koolituse eeskiri §16 p 3 ütleb seda, et juht peab nõudma alarmsõidul temale antavat eesõigust tehes seda ohutult ja kiirelt kui võimalus tekib. (Teede- ja Sideminister, 2010)

USA Georgia osariigi linnas Savannah on DeRenne Avenue koridor, kus liiklustihedus põhjustas pikki ummikuid ja operatiivsõidukite signaalhelid ei olnud piisavad selle ummiku läbimiseks, et eespool olevad autod neid märkaks. Alates 2000 aastast kuni 2009 aastani tõusis liiklustihedus 17% ja igapäevaselt liigub sellest koridorist läbi kuni 9000 veoautot. Tänu

liiklustiheduse probleemile seati liiklusfooride reguleerimiseks GPS raadioseadmed ja kahele kiirabi sõidukile paigaldati GPS raadioseadmed ning tulemus oli märkimisväärne. See süsteem muutis reageerimist sündmustele kuni 7 minutit kiiremaks. GPS süsteemi laiendati kogu linnas ja 2010 aastal lisati peale 41 kiirabiautole veel 147 politsei ja päästesõidukitele GPS raadioseadmed. (Henry, 2010)

First come, first served (FCFS) on süsteem, mis võimaldab operatiivsõiduki lähenedes reageerida valgusfoorides nii, et kõik read lähevad punaseks peale rea, kus asub operatiivsõiduk ja see võimaldab operatiivsõidukil liikuda läbi ristmiku ilma, et takerduks erasõidukite taha. (Dresner & Stone, 2006)

Lee Morgan on välja toonud liiklusummikute erinevad mõjud inimeste igapäeva elus. Ummikud avaldavad mõju teie isiklikule elule, karjäärile, tulevikule ja ohutusele. Esiteks on hilinevad, mis põhjustavad stressi, sest ummikud võivad põhjustada inimeste jäämise hiljaks tööle. Teiseks on aja võtmine liiklemiseks ja sellega kaotatakse aeg, mida saaks kasutada muude asjade tegemiseks. Kolmandaks on kütusekulu ja reostus ehk liiklusummikus koguaeg start ja stop tehes kasutab sõiduk rohkem kütust ja seega ka tekib rohkem väljaheitegaase ja see omakorda põhjustab õhureostust ja globaalset soojenemist. Neljandaks on maantee raev, mille põhjustab liiklustihedus ja selles sõitmine, kas liiga kiirelt või aeglaselt teiste sõidukijuhtide jaoks. Viiendaks on operatiivsõidukite hilinevad liiklusummikute tõttu. See võib olla ohtlik inimesele või varale kui ummikud takistavad liiklemist operatiivsõidukile ja selle probleemi leevendamiseks on tehtud süsteemid lubamaks operatiivsõidukitel vahetada valgusfooride tulesid autode liikumiseks. (Morgan, 2018)

Sündmuse mõiste tuleb päästeseadusest §3 lg1 (Riigikogu, 2010): „päästesündmus on 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“.

1.2 Kohalejõudmine sündmuskohale

Eestis jõuab elupääste võimekusega meeskond kannatanuni 93% elanikkonnast 15 minuti jooksul (Päästeamet, 2014). *New Zealand Fire Service* (NZFS) reageerib pääste sündmusele

komando reageerimisalasse 7 minuti ja 30 sekundiga seda 90% juhtudest ja 10 minutiga reageerivad vabatahtlikud jaoskonnad 90% juhtudest (Ed Claridge, 2013).

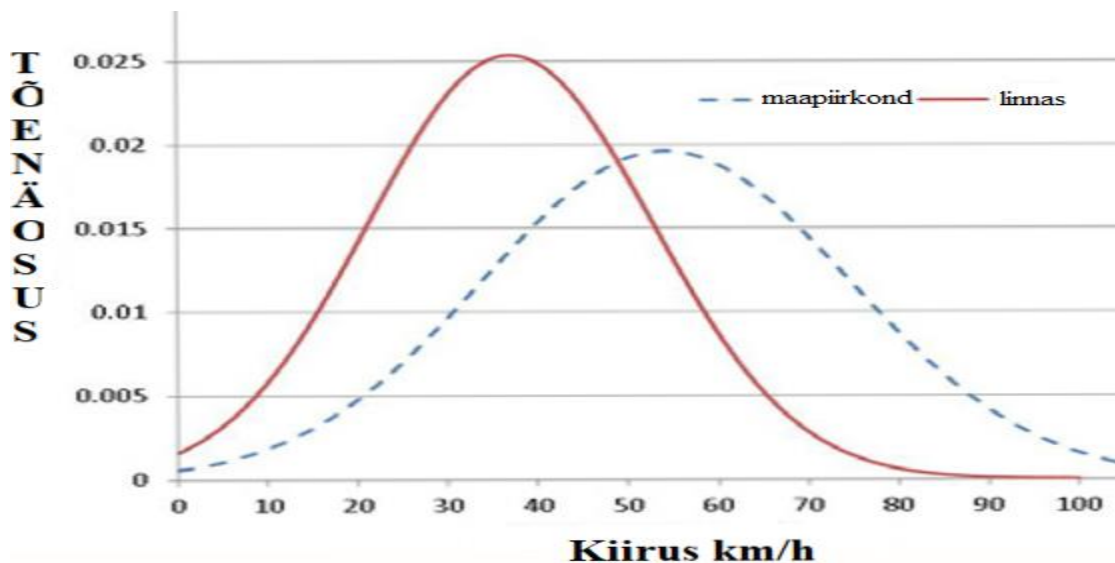
Sündmuskohale sõites peab päästeautojuht võtma otsused liikluses, kus tihedas liikluses või halbades ilmastikuoludes võib päästeauto ise õnnetusse sattuda ja nii kaob elupääste võimekuse andmine algse õnnetusse sattunule. Näitena võib tuua 6. veebruaril 2016-l aastast sündmusele reageerinud paakauto, mis sattus alarmsõitu tehes ristmikul liiklusavariisse, kus sõiduauto, millega paakauto kokku sõitis sai kõvasti kannatada (Õuemaa, 2016).

Kui juhtub õnnetus Eestis, siis helistatakse numbrile 112, mis on Euroopa ühtne Häirekeskuse number. Seda kõnet menetletakse ja uuritakse välja peamised vastused, et saaks abi välja saata. Kõige tähtsam on teada saada sündmuse liik ehk keda üldse vaja alarmeerida, kas päästet, politseid või kiirabi või hoopis neid kõikki üksusi. Enne kui saab mingi üksuse alarmeerida on vaja teada saada ka sündmuskoha aadressi, kuhu abi saata. Ilma aadressi infota ei ole teada, mis Eesti piirkonna meeskond/meeskonnad reageerima peavad. Kui need kaks peamist vastust on helistajalt teada saadud, siis saab HK (Häirekeskus) saata näiteks komandole alarmeerimis teate. Sinna kuulub reageerivate üksuste nimetus, sündmuskoha aadress ja lühikirjeldus sündmusest (Riigikogu, 2017).

Eesti igal päästeautol on peal *Global Positioning system* (GPS) süsteem, millega HK näeb ära päästeauto asukoha. Seda sama asukoha arvestust kasutab HK ka meeskonna alarmeerimisel ehk alarm antakse sellele üksusele, kes asub kõige ligemal. Juhul kui meeskond on sündmusele ligidal, kuid on mGIS süsteemis pannud oma olekuks „eemal hõivatud“, siis neid ei saa sündmusele saata ja arvuti vaatab järgmise kõige ligemal ja vaba oleva päästemeeskonna (Päästeamet, 2017).

Uus-Meremaa kasutab sama meetodit kasutades *Incident Computer Aided Dispatch* (ICAD) süsteemi, mis peab ära otsustama, millised üksused on kõige ligemal ja vabad antud sündmuskohale. Tähtis osa alarmeerimisel on nagu Eesti meeskondadel staatuse olek ehk VABA (Ed Claridge, 2013). Uus-Meremaa päästemeeskond saab nagu ka Eesti päästemeeskond alarmeerimise komandosse, mida nad kuulavad ja seejärel riituvad oma isikukaitsevarustusse enne kui vastavad alarmeerimisele staatusega VÄLJASÕIT ning sõidavad komandost välja sündmuskohale. Aeg, mis kulub reageerimisele alarmseadmele ja lahkumisele komandost sõltub päästjate tegevusest sel momendil. Nagu ka Eesti päästjatel on

ka Uus-Meremaa päästjatel rohkem tööülesandeid kui reageerimised tulekahjudele. Nendeks tegevusteks on avalik tuleohutustöö, füüsiline treening või ka magamine kui õnnetus peaks juhtuma öösel. Ka Uus-Meremaal on vabatahtlikud komandod ja nende reageerimine õnnetusele võib viibida selle taga, et vabatahtlik on sel momendil tööl või kodus. Need erinevad tegevused võivad põhjustada väljasõidu viivitamist. NZFS on välja selgitanud, et üldjuhul ei ole võimalik viia väljasõiduaega lühemaks kui 60 sekundit. Seda juhul kui päästjad juba ei ole harjutustel, kus nad on valmis koheselt reageerima. (Ed Claridge, 2013)



Joonis 2. Uus-Meremaa tava jaotised kiiruses UFD (linna piirkonnas) ja RFD (maapiirkonnas) (Ed Claridge, 2013).

Joonis 2 võrdleb linna -ja maapiirkonna kiiruste jaotist, kus on näha kiiruste erinevust piirkonniti.

Üle 20 % Tai patsientidest, kes vajavad meditsiinilist abi on surnud teel haiglasse tänu liiklusummikute viivitustest ja koostöö puudumisest sõidukijuhtide poolt (The Nation, 2017).

Indias püüeldakse selle poole, kus operatiivsõidukid saavad läbida ristmikud rohelise tulega nii, et ei peaks ootama fooride muutust. Nii operatiivsõidukitel kui ka fooridel peavad olema süsteemid, mis tunnevad ära OP sõiduki ja muudavad selle rea foori roheliseks, et OP sõiduk saaks läbida ristmiku ilma viivituseeta. Üheks kiireks mooduseks signaali andmiseks foorile

oleks kasutada vilkurites laserit, mis annab foori vastuvõtjale varasemalt märku OP sõiduki jõudmisest ristmikule ja nii ei teki viivitust. (Tank et al, 2015)

1.3 Lahendused ummikute vastu

Ummiku probleemid esinevad kõigis suuremates linnades. Seda põhjustab suur autode hulk ühel kindlal ajal. Kogemused näitavad, et kui tee on osa suuremast transpordi võrgustikust piirkonnas, siis tipptunni ummikuid ei ole võimalik kõrvaldada tee suurendamisega. Tee suurendamisega kaasneb siiski tulu. Suurendatud teed võimaldavad teele rohkem sõidukeid ühes tunnis, olenemata ummikutest teel, see võimaldab rohkem inimestel seda läbida ja ummikute ajaline kestvus on lühem. Inimeste populatsiooni suurenemine maailmas tõstab ka autode hulka liikluses. Näiteks Lõuna-Californias ja Floridas on autode hulk suurenenud kiiremini kui inimeste populatsioon (Downs, 2004). See on põhjuseks, miks on vaja tipptunni ummikute teket vähendada. Järgmine ummikute põhjustajaks on liiklusõnnetused ja intsidendid. Suurenenud liiklusintensiivsus pikendab ummikute aega, mis on põhjustatud liiklusõnnetustest. Mõned lahendused ummikute vähendamiseks (Downs, 2004):

- Maanteeameti ringiliikuvad autoteenused, mis kõrvaldavad liiklusintsidendid peateedelt ja kasutades televisiooni ja elektrooniliste infotahvlite teavitusi tee olukorrast.
- Ehitada rohkem teesid vähendamaks üle rahvastatud teesid.
- Lasta sõidukeid järk-järgult peateele tipptunni ajal.
- Kasutada intelligentset transpordi seadeldist suurendamiseks liikluse voogusid. Seadeid kasutada kohalikel teedel linnas, mis informeerivad sõidukijuhte liikluse olukorrast teel läbi raadio.
- Ehitada kõrge hõivatusega autorajad (bussirajad vms) eraldi juba olemasolevatele radadele mitte vähendada olemasolevaid radu tegemaks bussiradu.

Singapur võttis kasutusele järgmise generatsiooni elektroonilise teemaksu süsteemi. Süsteem katab kogu riigi ja võimaldab tasuta vastavalt läbitud distantsist. Autodesse tuleb seade, mis annab sõitjale teada teede maksust, reaalaaja liikluse info ja teavitab sõitjat tasudest. (Tan, 2016)

Jakarta valitsus tegi reegli liiklusintensiivsusega võitlemiseks, mis tähendas eraisikute sõidukites pidi olema vähemalt 3 inimest tipptunnil, et linnas sõita. See reegel tekitas inimestes

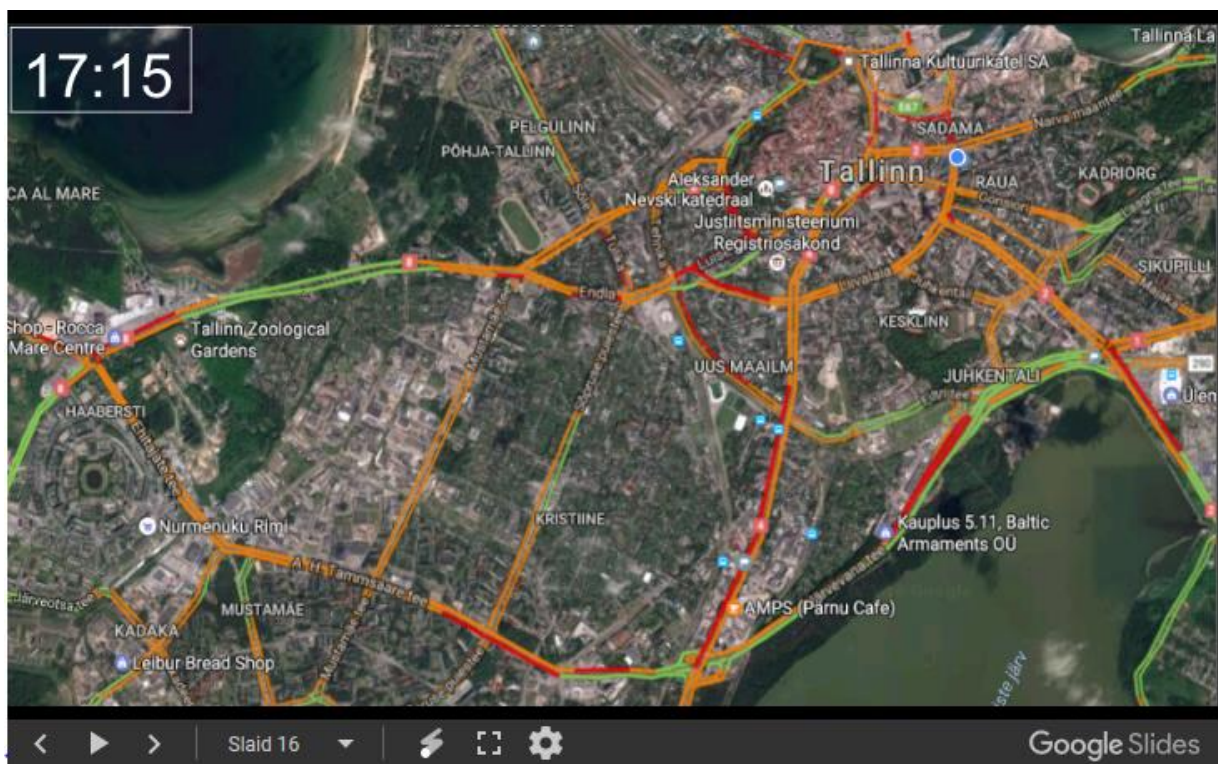
möödavaate, kus teede ääres ootasid nõ. professionaalsed kaasliiklejad, kes võtsid selle eest tasu. 2016 aastal muutis valitsus reeglid ja lõpetas 3 inimese reegli sõidukis ja see andis võimaluse muutust uurida. Uuringut tehti vaadeldes liiklusvooge 24 tunni jooksul iga 10 minuti järel ja leiti, et olenemata mida sõitjad ja lõpuks ka valitsus 3 inimese reeglist ei arvanud, siis see toimis ja peale reegli eemaldamist tõusis liiklusintensiivsus ja tekkis rohkem ummikuid. Keskmise kiirus muutus 28 km/h nüüd 19 km/h hommikuti ja 21 km/h nüüd 11 km/h õhtusel tipptunnil. Samuti avastati suurenenud liiklusintensiivsust päeva sel ajal, kus seda enne pole olnud. Seega reegli kaotus tõi suurenenud liikluse ja vähenes autode ühiskasutus. See uuring tõestas, et Jakarta 3 inimest ühes toimis. (Hanna, 2018)

Üldjuhul liiklusõnnetus blokeerib liikluse ühel rajal 45-90 minutiks. Saksamaal tähendab see seisak liikluses rahaliselt 15 eurot tunni kohta. Üks viis, kuidas ära hoida ummikuid on maksustada tee, kas teatud aegadel, kui on suur liiklustihedus või koguaeg. Selleks ei ole vaja teemaksu punkte vaid piisab mobiilsetest lahendustest. See võimaldab autojuhtidel valida muu sõiduvahend või teine tee. (Schrage, 2006)

2 EMPIIRILINE ANALÜÜS

2.1 Objektide valik

Vaadeldava objekti valis autor Delfi interaktiivse kaardi põhjal, mis määras ära Tallinna ummikud esmaspäeva näitel (Järv, 2016). Antud interaktiivselt kaardilt on näha lõputöö analüüsis kasutava kolme ristmiku liiklustihedus. Tallinna seireadmete kaardilt on näha, milliste ristmike andmeid on võimalik Tallinna liiklusintensiivsuse kohta koguda veebilehelt: seire.tallinn.ee.



Joonis 3. Tallinna linna kaart kell 17.15 (Järv, 2016).

Joonis 3 on näha punase ja oranži värviga kell 17.15 ummikuid Tallinnas. Punane värv kirjeldab ummikuid ja oranži värviga väga tihedat liiklusvoogu (Järv, 2016).

2.2 Andmete kogumine

Andmete kogumiseks tegi autor päringu Tallinna linnavalitsusele. Päringus tahtis autor saada andmeid Tallinna ummikute kohta, kus on andmed nädalapäeva, kuu ja autode hulga kohta

ühes tunnis. Kuna andmete maht oli suur tuli päringut vähendada ja otsustavaks jäid ristmikud, millel on seireseadmed. Kokku 11 ristmikust, millel on seireseadmed tegi autor päringu 4 ristmiku kohta teades umbmäärast päästesõidukite enimkasutatavat marsruuti. Tallinna ristmike analüüs algas andmete saamisest Tallinna Transpordiametilt. Autor tegi eesmärgipärase valimi kasutades seireseadmete kaarti veebilehel seire.tallinn.ee ja valis välja neli ristmikku, mille andmetele koostas päringu. Valituteks ristmikuteks olid Endla-Paldiski-Mustamäe; Endla-Tulika-Sõpruse; Paldiski-Sõle-Tulika; Gonsiori-Laikmaa. Päringu lähteandmed olid kuupäev oktoober kuni detsember 2016, nädalapäevad ja kellaajad. Nelja ristmiku andmed edastas autorile Tallinna Transpordiamet. Andmed olid jaotatud iga ristmiku kohta kolme kuu lõikes oktoober, november ja detsember 2016, milles olid ristmikul olevate sõidukite hulk ühes tunnis, nädalapäev ja kellaeg.

Analüüsi pääste väljakutsete andmed pärinevad 2016 aasta kolme kuu kohta oktoober, november ja detsember. Andmete sisu koosneb lilleküla 11, lilleküla 12, kesklinna 11 ja kesklinna 12 päästeautode väljakutsetest. Päästeautode väljakutsete andmed on saanud SMIT GIS projektijuhi abiga SOS andmebaasist. Päästesõidukite liikumine fikseeritakse Häirekeskuse SOS programmis. Lisa 2. on päring Päästeametilt Häirekeskusele, kus küsitakse luba kasutada SOS andmeid analüüsi tegemisel (Korosteljov, 2017). Pääste väljakutsete algandmed on samad, mida kasutas Aleksandr Korosteljov oma lõputöös, kuid antud lõputöö analüüsis on kasutatud vaid pääste väljakutseid eelnimetatud kutsungite liikumisi ristmike vahetusläheduses.

2.3 Andmete analüüs

Andmed, mida autor lõputöös kasutab on Tallinna kolme ristmiku liiklusintensiivsuse andmed Excel tabelarvutus programmis olevad numbrite jadad. Algsed andmed olid nädala lõikes esmaspäevast pühapäevani kella 00.00-24.00. Tabelis oli välja toodud sõidukite arv iga nädalapäeva tunni kohta. Autor tegi iga ristmiku kohta üld-diagrammi, mille kohta tegi järelduse, et lõputöös kasutab vaid esmaspäev kuni reede kohta käivaid andmeid kuna need olid konstantsed ja puhkepäevad laupäev ja pühapäev jäid sellest allapoole. Autor koondas ristmiku kohta käiva kogu info ühte Excel tabelisse, et saada ristmiku keskmised andmed. Antud keskmised summad tuli autoril jagada ristmiku eripäraga ehk ridade arvuga ristmikul. Sellest jättis autor välja bussiread eeldades, et tavaliklejad ei kasuta bussiridu muul otstarbel

kui need on ette nähtud. „Liiklusseaduse §2 p 98 ühissõidukirada on liinivedu tegev ühissõiduk, takso või buss“ (Liiklusseadus, 2017). Ristmike ridade arvu teada saamiseks kasutas autor maa-ameti geoportaali kaardirakendust.

Analüüsis kasutas autor nädalapäevi esmaspäev kuni reede kuna need andmed olid konstantsed ja laupäev ning pühapäev jäid sellest allapoole. Analüüsis jagas autor andmed nelja gruppi.

I Grupp (öine aeg, kõige madalam liiklustihedus) kell 23.00-07.00

II Grupp (hommikune tipptund, kõige kõrgem liiklustihedus) kell 08.00-09.00

III Grupp (õhtune tipptund, kõige kõrgem liiklustihedus) kell 16.00-18.00

IV Grupp (tööpäeva keskmine liiklustihedus, iseloomustab ka puhkepäeva) kell 07.00-08.00; 09.00-16.00; 18.00-23.00

Tabelis iga kellaaja number tähendab 1 tundi ehk näiteks tulp 9 tähendab aega 8.01 kuni 9.00, tulbad 17 ja 18 tähendavad kellaega 16.01 kuni 18.00.

Ristmike sõiduridade arvutamisel kasutas autor maa-ameti kaardirakendust https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=UU82A&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1066&HEIGHT=656&zlevel=0,552500,6505000. Loendist jättis autor välja bussi sõidurea, arvestades, et tavaliikleja ei kasuta seda rida liiklemiseks. Pääste väljakutseid vaadeldes jättis autor Gonsiori-Laikmaa ristmiku analüüsist välja vähese kasutatavuse tõttu.

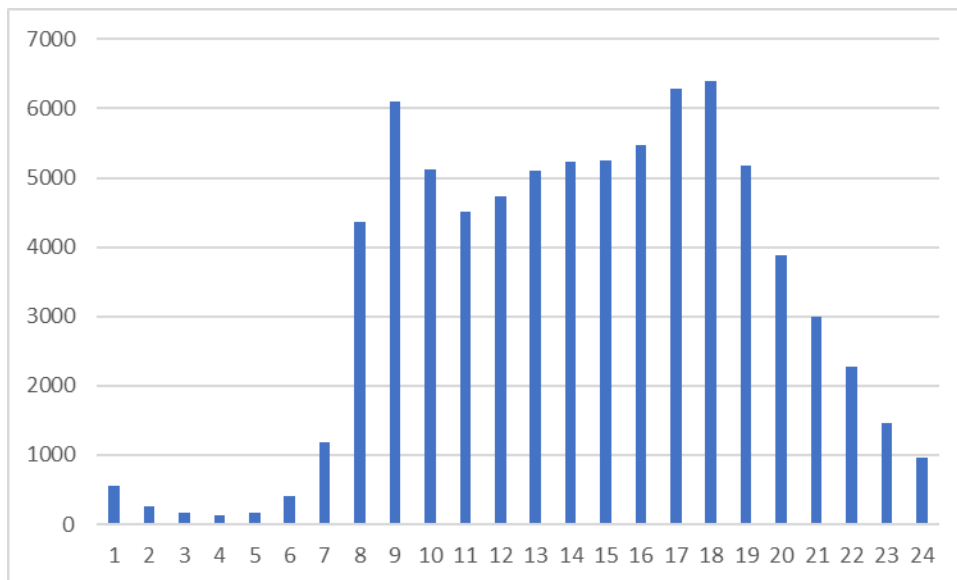
Analüüsi pääste andmed päästeautode väljakutsete kohta olid Access programmis, milles autor filtreeris vastavalt, milliseid andmeid lõputöös vaja on. Vajalikud andmed käivad 4 päästeauto kohta: lilleküla 11, lilleküla 12 ja kesklinna 11, kesklinna 12. Peale andmete filtreerimist oli andmete mahtu võimalik töödelda Excel tabelarvutusprogrammis. Andmed, mida autor oma analüüsis kasutas käivad oktoober, november, detsember 2016 kohta. Antud kuude andmed sorteeris autor ning töötles andmeid, et koordinaadid oleksid ArcGis Online programmis loetavad ehk iga koordinaadi juures oleks olemas selle asukoht, kuupäev, nädalapäev, kellaeg, tund, kutsung ja ressurss. Selleks tuli koordinaadid kopeerida Notepad programmi ja vahetada iga koordinaadil semikoolon komaga. Seejärel on koordinaadid valmis konverteerimiseks geodeetilise L-EST 97 koordinaatsüsteemi. Antud andmeid kasutas autor Excel tabelarvutus programmis, mida oli nüüd peale konverteerimist võimalik sisestada ArcGis Online süsteemi.

ArcGis Online süsteemis sai autor kolme kuu andmed oktoober, november, detsember 2016 lisada ühele kaardile. Need andmed koos analüüsis kasutatavate kolme ristmiku asukohaga võimaldas autoril lõigata ArcGis Online programmist välja uued andmed, mis otseselt olid seotud pääste väljakutsetega ristmikel. Antud väljalõigatud andmete kogust eraldas autor iga väljakutse eraldi ja seejärel konverteeris väljakutsete koordinaadid L-EST 97 koordinaatsüsteemi, mis võimaldas teha andmetega arvutusi, mille tulemusel sai autor iga väljakutse kohta keskmised kiirused ristmikul. Lõplike diagrammide visualiseerimise andmeteks kasutas autor ristmiku keskmisi kiiruseid, nädalapäevi ja tundi. Iga ristmiku kohta tegi autor T-testi, et näha kas keskmiste kiiruste erinevus tiptunni ajal ja muudel aegadel on määravalt erinev või mitte ja selleks peab T-testi p väärtus olema väiksem kui 0.05. T-testi olulisust näitab p väärtus testis ehk *significance* (tähtsus). Arvutuste tulemuseks sai autor andmed, millest koostada diagrammid visualiseerimiseks keskmiste kiiruste tulemusi. Diagramme selgitab autor iga ristmiku alapeatüki juures.

2.4 TALLINNA KOLME RISTMIKU TULEMUSED

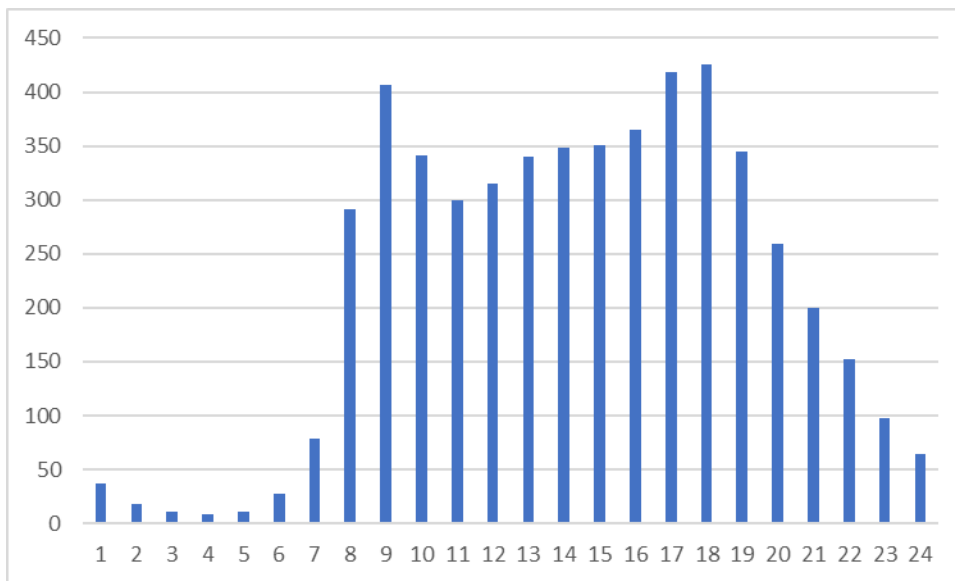
2.4.1 Endla-Paldiski-Mustamäe ristmik

Autor toob (vt joonis 4.) välja Endla-Paldiski-Mustamäe ristmiku keskmise autode hulga ja keskmise autode hulga sõidurea kohta.



Joonis 4. Endla-Paldiski-Mustamäe ristmiku keskmine autode hulk tundide lõikes (autori koostatud).

Diagrammi (vt joonis 4) näitab y-telg autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. I grupp ehk kella 23.00-07.00 on näha 24. tund kuni 7 tund on öine aeg ja autode hulk on alla 1500 auto tunnis. Alates 7 tunnist hakkab autode hulk suurenema ja 8 tund on juba veidi üle 4000 auto, kuid ei ole veel käes tipptund. II grupp ehk kell 8.00-9.00 on näha suurt autode hulga tõusu ja käes on 9 tund, mis on hommikune tipptund. Autode hulk on tõusnud 6000 autoni ühes tunnis. Sellele järgneb III grupp ehk kella 16.00-18.00 on näha 17. ja 18. tund, kus autode hulk on suurem kui hommikusel tipptunnil 9. tunnil. Õhtuse tipptunni autode hulk on üle 6000 auto ühes tunnis. IV grupp on kõik ülejäänud aeg 7.00-8.00, 9.00-16.00, 18.00-23.00. Autode hulk ühes tunnis on viimases grupis oluliselt madalam kui tipptunni ajal, kuid kõrgemal öisest ajast ehk I grupi autode hulgast kui on madal liiklustihedus.

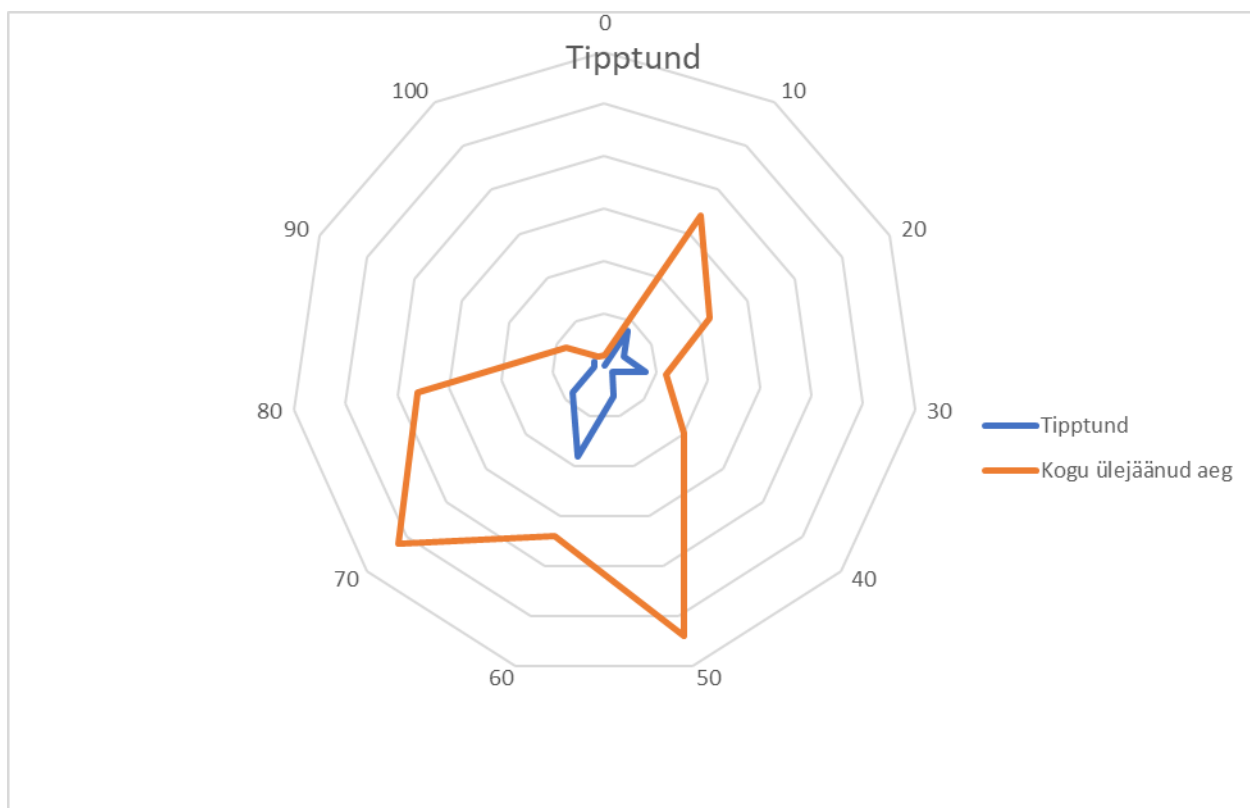


Joonis 5. Endla-Paldiski-Mustamäe ristmiku keskmine autode hulk sõiduridade kohta tunnis (autori koostatud).

Diagrammi y-telg (vt joonis 5.) näitab autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. Antud diagrammil on autode keskmine hulk jagatud ristmiku sõiduridade summaga (15) ja sinna sisse ei ole arvestatud bussiread. Vaadeldes diagrammi autori moodustatud gruppidega näeb I grupi sõidukite arvu, mis jääb alla 100 auto ühe rea kohta ühes tunnis. Hommikul 7 tunni ajal on näha sõidukite kiiret kasvu võrreldes 1-6 tunniga. II grupp kui algas hommikune tipptund on sõidukite arv tõusnud 400 autoni ühe sõidurea kohta. Õhtune tipptund

tõstab sõidukite arvu veelgi kuni 425 sõidukini ühes tunnis. Alates 19. tunnist algab sõidukite arvu vähenemine ja nii kuni järgmise päeva hommikuni viienda tunnini, kui algab sõidukite arvu tõus.

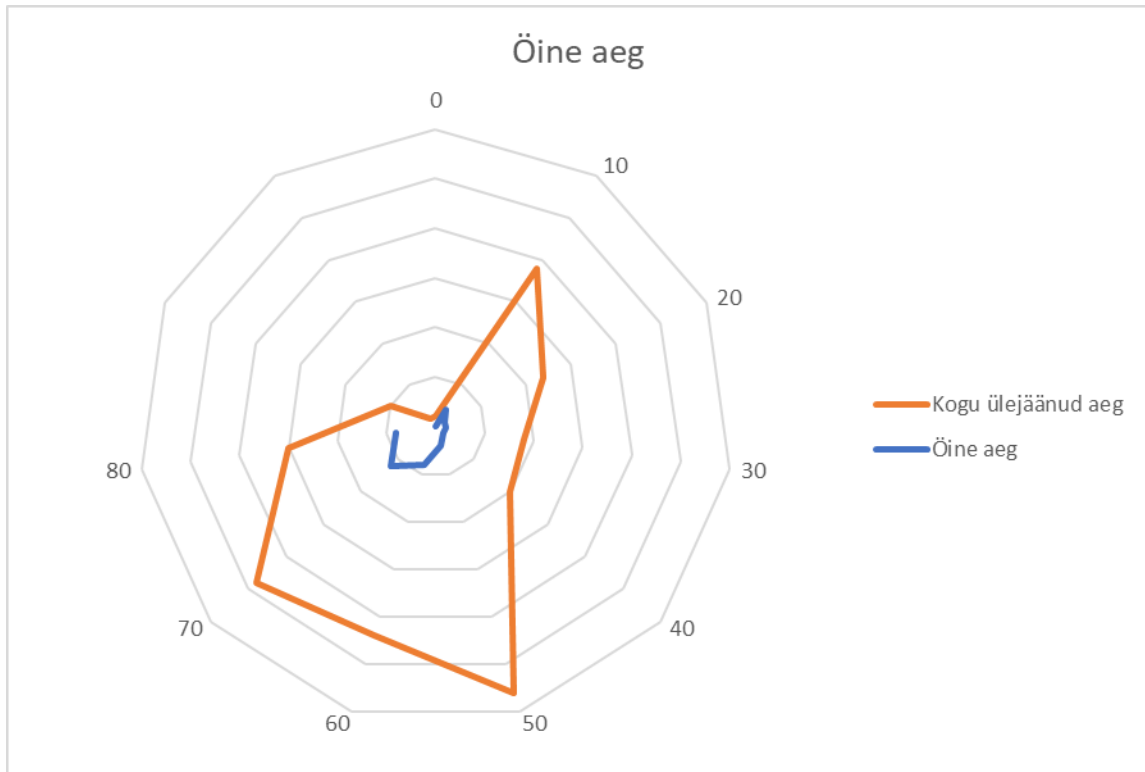
Järgmisena toob autor välja analüüsi osa, mis hõlmab pääste väljakutseid Endla-Paldiski-Mustamäe ristmikul ning kirjeldab saadud tulemusi.



Joonis 6. Endla-Paldiski-Mustamäe tipptunni diagramm keskmistest kiirustest (autori koostatud).

Joonisel 6. on kujutatud kahe värviga pääste väljakutsete andmete tulemusi keskmistes kiirustes. Oranž värv kujutab selle ristmiku kõiki muid aegu peale tipptunni ehk aega, mis jääb väljapoole kella 8.00-9.00 ja 16.00-18.00. Sinisega on märgitud hommikuse ja õhtuse tipptunni keskmised kiirused Endla-Paldiski-Mustamäe ristmikul. Noole teravikud näitavad, milliseid kiiruseid on olnud enim. Tipptunni aja enamus keskmisi kiiruseid jääb veidi alla 60 km/h ning väike osa kiiruseid 30km/h ja 10km/h. Oranžiga on näha kõige muu aja keskmisi kiiruseid ja on näha kõige rohkem kiiruseid 70 km/h ja 50 km/h. Samuti osa jääb ka madalamale ja 10-20 km/h vahele ning mingi osa 80km/h. Tipptunni keskmiste kiiruste

keskmise kiirus on 42,26 km/h ja ülejäänud aja keskmine on 45,93 km/h. Nende kahe kiiruste vahe on 3,67 km/h, kuid T-test näitab arvu 0,4 ehk on tunduvalt kõrgem kui 0,05 ja seega nende kiiruste vahe ei ole märkimisväärne ja ei mõjuta tulemust.

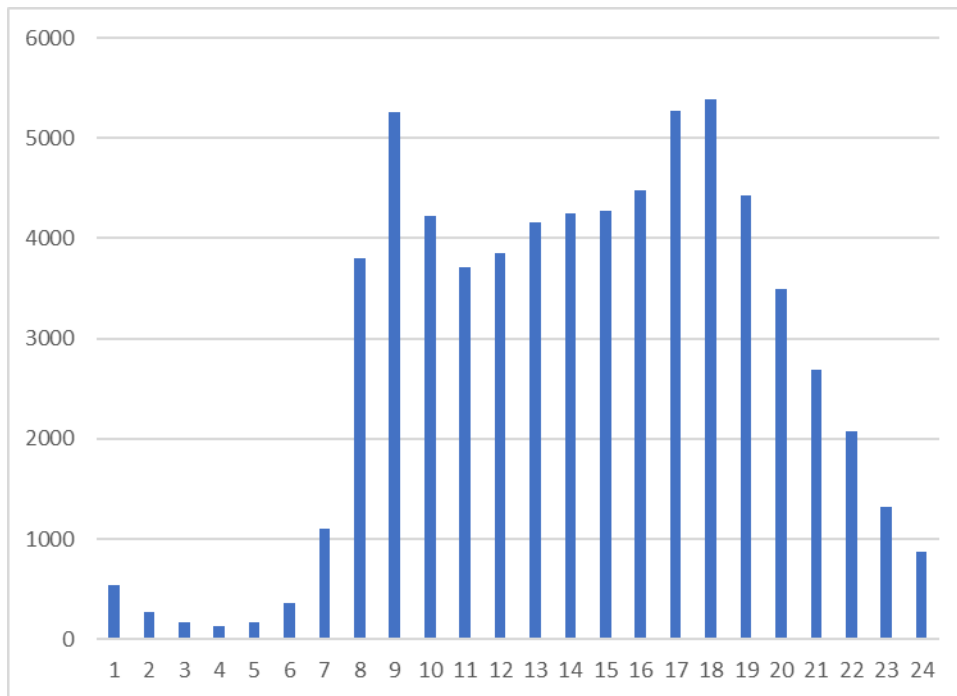


Joonis 7. Endla-Paldiski-Mustamäe öine diagramm keskmistest kiirustest (autori koostatud).

Selles diagrammis (vt joonis 7) võrdles autor Endla-Paldiski-Mustamäe ristmiku öise aja keskmisi kiiruseid ülejäänud ajaga. Öise aja keskmiste keskmine kiirus tuli 51,70 km/h ja ülejäänud aja 44,37 km/h. Nende kiiruste vahe on 7,33 km/h ning T-test näitab 0,17 ehk erinevus ei ole määrav. Diagrammilt oranži värviga on näha öise aja keskmisi kiiruseid, mis enamuse jääb 70 km/h juurde ning väike osa ka 10 km/h poole. Sinisega on toodud keskmised kiirused ülejäänud ajal ning märgatav enamuse kiirustest jääb 50 km/h juurde ja sealt edasi liikudes 70 km/h juurde.

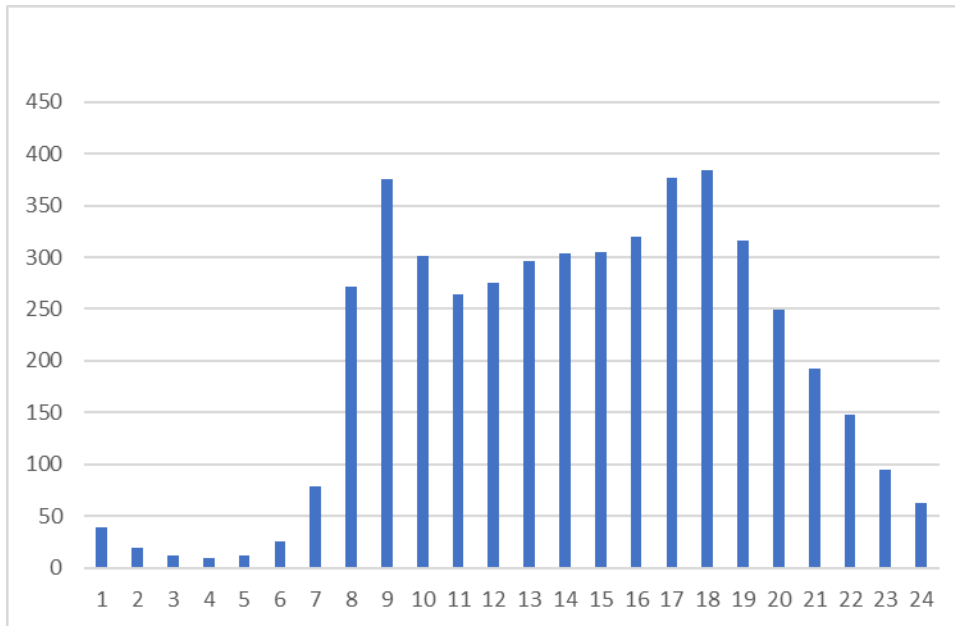
2.4.2 Paldiski-Sõle-Tulika ristmik

Autor toob diagrammina välja Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku keskmise autode hulga ja keskmise autode hulga sõidurea kohta.



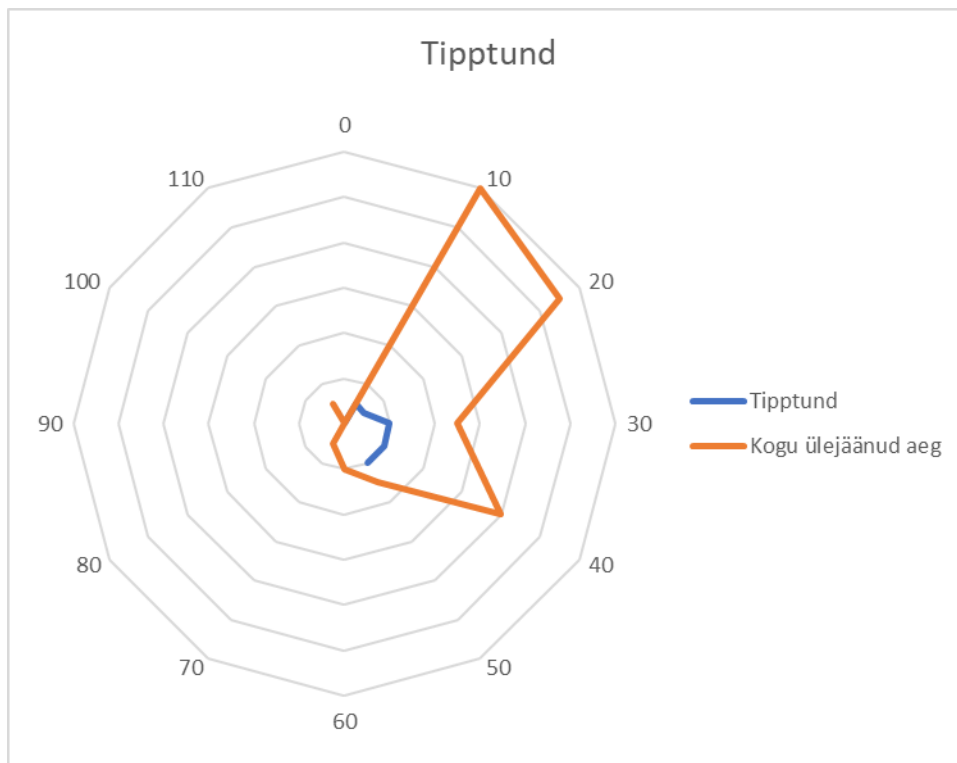
Joonis 8. Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku keskmine autode hulk tundide lõikes (autori koostatud).

Diagrammi (vt joonis 8) y-telg näitab autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. I grupp ehk kella 23.00-07.00 on öine aeg, kui liiklustihedus on kõige madalam ja autode keskmine hulk jääb 1000 auto juurde 24 tunni ja 7 tunni juures kuid nende vahelisel ajal autode hulk jääb tunduvalt alla 500 auto ühes tunnis. II grupp kui on hommikune tipptund ehk 9 tund diagrammis, siis sõidukite keskmine hulk tõused üle 5000 auto. Sama arv sõidukeid on õhtuse tipptunni ajal, mis on 17-18 tunnil. IV grupi sõidukite arv jääb valdavalt 4000 auto ümber ning langus esineb alates 19 tunnist kuni algab öine aeg, mis kahandab sõidukite arvu veelgi.



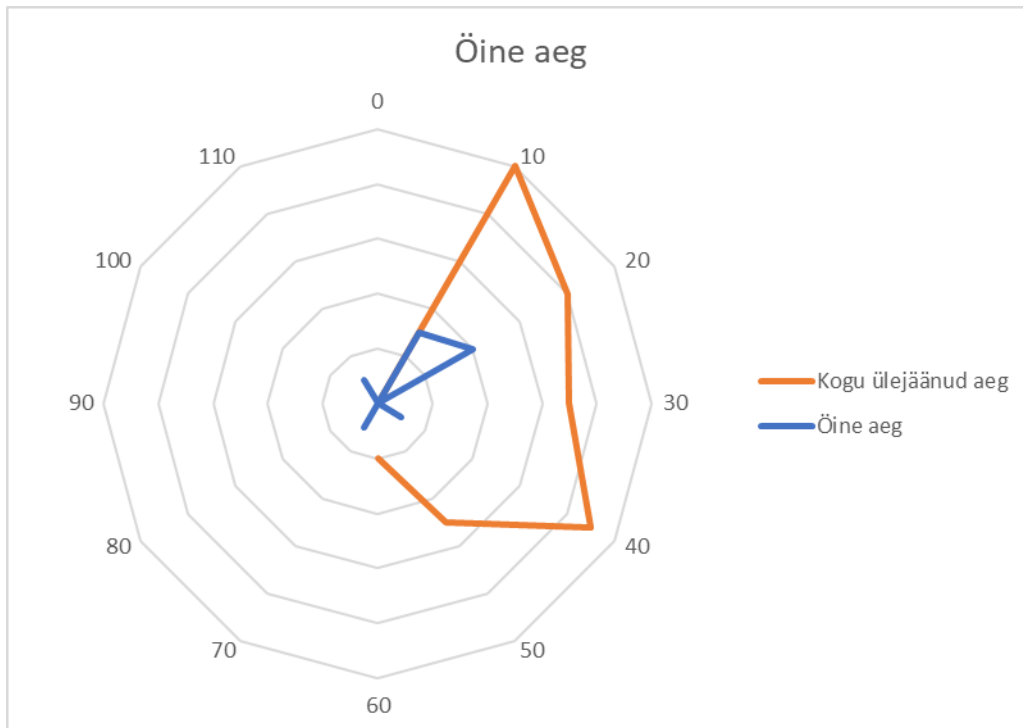
Joonis 9. Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku keskmine autode hulk sõiduridade kohta tunnis (autori koostatud).

Diagrammi (vt joonis 9) y-telg näitab autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. Antud diagrammil on autode keskmine hulk jagatud ristmiku sõiduridade summaga (14) ja sinna sisse ei ole arvestatud bussiread. Sellelt diagrammilt on näha kolme tunni märgatavat erinevust teistest tundidest. 9, 17 ja 18 tunnid on tipptunni ajad ja sõidukite hulk sõidurea kohta ühes tunnis on 375 sõidukit. Need on II ja III grupi arvud. I grupi sõidukite arv ühe sõidurea kohta algab 20 sõidukist kuni 60 sõidukini ühes tunnis. Vahe tipptunni sõidukite arvu ja öise aja sõidukite arvuga on öise aja maksimum ajaga kuni 300 sõidukit. Samas IV grupi sõidukite arv ühes sõidureas on alates 90 sõidukist kuni 310 sõidukini ühes tunnis.



Joonis 10. Paldiski-Sõle-Tulika tipptunni diagramm keskmistest kiirustest (autori koostatud).

Joonis 10. on kujutatud Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku tipptunni väljakutsete keskmisi kiiruseid võrreldes sama ristmiku ülejäänud ajaga. Sinisega on märgitud tipptunni aeg (8.00-9.00 ja 16.00-18.00) ja oranžiga on märgitud ülejäänud aeg. Tipptunni kiirused jäävad enamuse 28 km/h juurde, kuid muu aja kiirused on pigem 10 ja 20 km/h juures ning väiksem osa jääb 40 km/h juurde. Tipptunni keskmiste kiiruste keskmine on 29,81 km/h ja ülejäänud aja keskmiste kiiruste keskmine on 23,8 km/h. Vahe tipptunni ja ülejäänud ajaga on 6,01 km/h, kuid T-testi tehes näitab arvu 0,33 seega kiiruste erinevus ei ole märkimisväärne ja ei mõjuta tulemust.

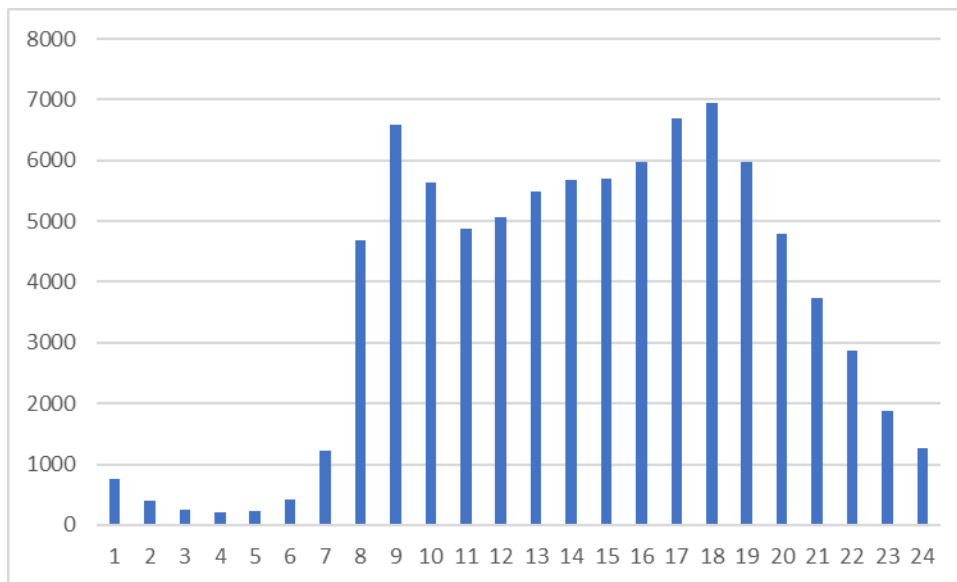


Joonis 11. Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku öise aja diagramm keskmistest kiirustest (autori koostatud).

Joonis 11. näitab Paldiski-Sõle-Tulika ristmiku öise aja keskmisi kiiruseid võrreldes ülejäänud ajaga. Öine aeg on kella 23.00-7.00-ni ja on diagrammil märgitud oranži värviga ja kogu keskmine on 26,85 km/h. Ülejäänud aeg on diagrammis märgitud sinise värviga ja nende kogu keskmine on 24,23 km/h. Nende kahe keskmiste kiiruste vahe on 2,62 km/h ja nende T-test näitab 0,8, mis ei ole märkimisväärne vahe ning ei mõjuta tulemust. Kuigi diagrammis on näha sinisega keskmiste kiirust enam 10 km/h ja sealt edasi sujuvalt liikudes kuni 40 km/h, siis öise aja enamus kiiruseid jääb 20 km/h juurde.

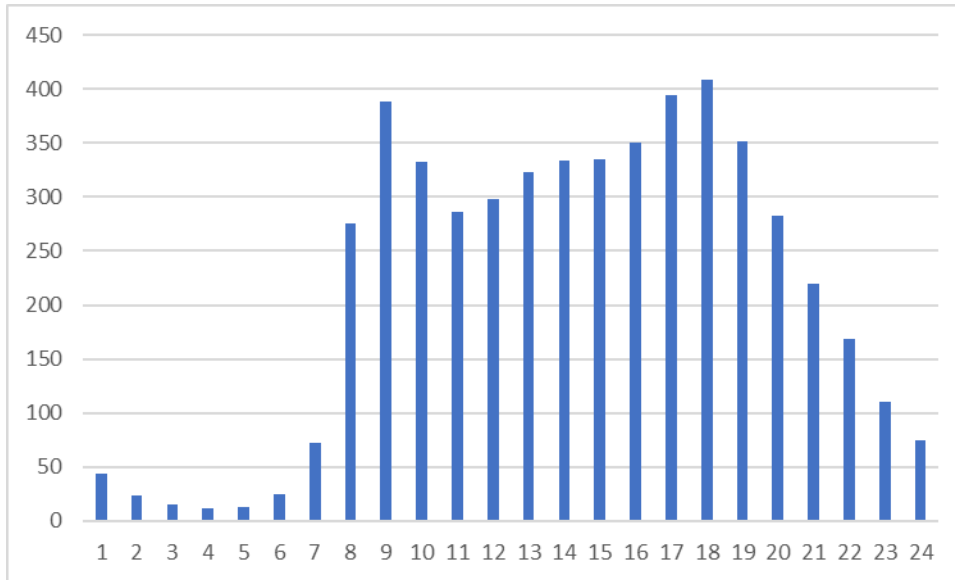
2.4.3 Endla-Tulika-Sõpruse ristmik

Autor toob diagrammina välja Endla-Tulika-Sõpruse ristmiku keskmise autode hulga ja keskmise autode hulga sõidurea kohta.



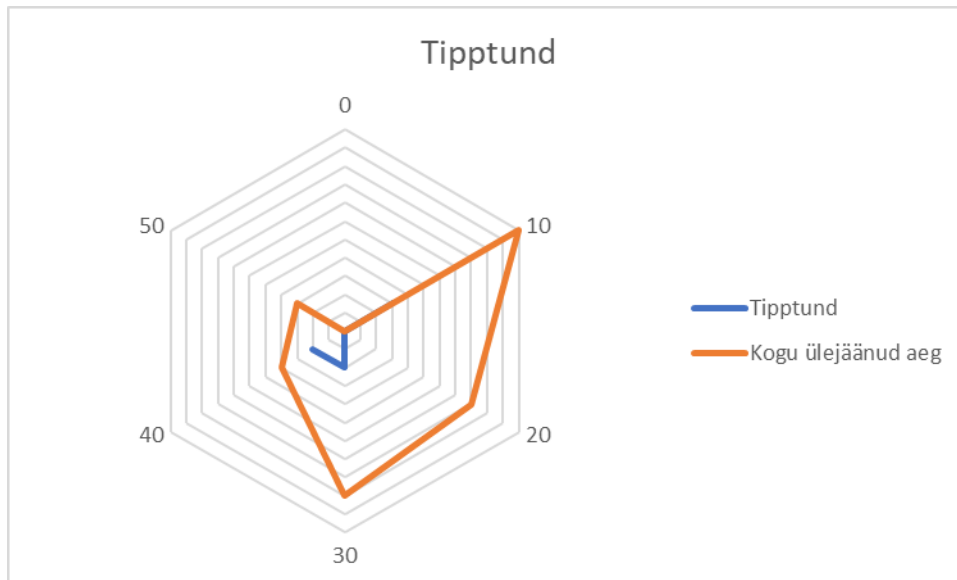
Joonis 12. Endla-Tulika-Sõpruse rismiku keskmine autode hulk tundide lõikes (autori koostatud).

Diagrammi (vt joonis 12) y-telg näitab autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. Joonis 11. kujutab keskmist autode hulka Endla-Tulika-Sõpruse rismikul. I grupp ehk öine aeg, mis algab 24 tunnist kuni 7 tunnini. Diagrammilt on näha, et 24 tunni autode hulk on veidi üle 1000 sõiduki, mis on võrdne 7 tunni sõidukite arvuga. Kuigi nende kahe tunni vahelisel ajal langeb autode hulk ka lausa 200 sõidukini tunnis 4 tunni ajal. II grupp ehk hommikune tipptund 9 tunni ajal tõuseb sõidukite hulk üle 6500 sõidukini tunnis, mis on isegi suurem kui kahe teise rismiku sõidukite hulk hommikusel tipptunnil. III grupp on õhtune tipptund 17 ja 18 tunni ajal ning sel ajal keskmine sõidukite arv on 6500 kuni 6900 sõidukini ühes tunnis. Ka see arv on suurem kui kahe teise rismiku õhtuse tipptunni sõidukite arv. Seega seda rismiku kasutavad sõidukijuhid enim võrreldes analüüsis kasutava kahe teise rismikuga. IV grupp mis käsitleb kõike ülejäänud aja kasutamist ehk 8 tunni sõidukite hulk on 4600 sõidukit ning päevane aeg peale hommikust tipptundi kuni õhtuse tipptunnini on algul kerges languses ning alates 12 tunnist tõusul kuni õhtuse tipptunni lõpuni. Alates 19 tunnist on kiire sõidukite arvu langus ja kestab kuni 5 tunnini.



Joonis 13. Endla-Tulika-Sõpruse ristmiku keskmine autode hulk sõiduridade kohta tunnis (autori koostatud).

Diagrammi (vt joonis 13) y-telg näitab autode hulka arvuna ja x-telg näitab kellaaja vahemikku 1 tund. Antud diagrammil on autode keskmine hulk jagatud ristmiku sõiduridade summaga (17) ja sinna sisse ei ole arvestatud bussiread. Joonis 12 näitab Endla-Tulika-Sõpruse ristmiku keskmiste sõidukite hulka sõidurea kohta. I grupp ehk öine aeg, mis algab 24 tunnist kuni 7 tunnini on näha langust ja tõusu, kuid sõidukite hulk ei ületa 70 sõidukit. II grupp on hommikune tipptund ja 9 tund ning sõidukite arv jääb veidi alla 400 sõiduki. Võrreldes III grupiga kui on õhtune tipptund on hommikusel tipptunnil sõidukeid vähem kui õhtusel tipptunnil, kuid see arv ei ole suur kuigi kestvus ajaliselt on pikem. IV grupi päevane sõidukite arv jääb 300 sõidukini või enam ning langus algab 19 tunnil kui on veel 350 sõidukit.

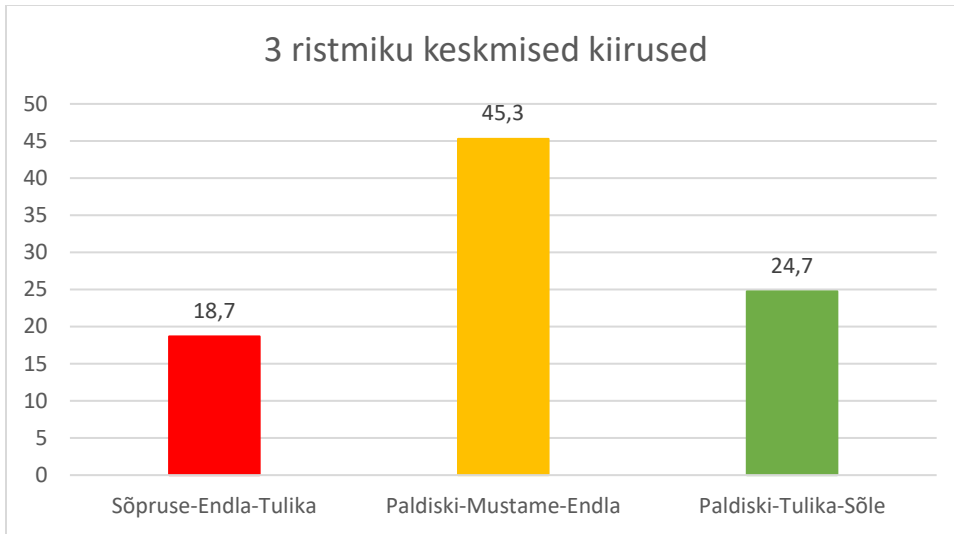


Joonis 14. Endla-Tulika-Sõpruse ristmiku tipptunni diagramm keskmistest kiirustest (autori koostatud).

Joonis 14 on kujutatud Endla-Tulika-Sõpruse ristmiku tipptunni diagrammi. Sinise värviga on näha tipptunni keskmisi kiiruseid ja oranži värviga on näha kogu ülejäänud aja keskmisi kiiruseid. Oranži värviga kiiruseid on näha, et enim on 10 km/h seejärel 30 km/h ja 20 km/h. Väike osa kiiruseid tõuseb ka 40 ja 50 km/h juurde. Samas sinisega on näha tipptunni keskmisi kiiruseid ja need jäävad 30 km/h ümber. Tipptunni keskmiste kiiruste keskmine on 18,19 km/h ja ülejäänud ajal on 18,77 km/h. Nende kahe vahe on vaid 0,58 km/h ning T-test näitab 0,91 seega vahe ei ole märkimisväärne ja ei mõjuta tulemusi. Kuna antud ristmikul puudusid öise aja väljakutsete läbimised, siis öise aja võrdlust ei ole võimalik diagrammiga tuua.

2.5 Analüüsi tulemused ja järeldused

Joonis 15 kujutab analüüsis kasutava kolme ristmiku kogu keskmisi kiiruseid. Sõpruse-Endla-Tulika ristmiku keskmine kiirus tuli 18,7 km/h. Paldiski-Mustamäe-Endla ristmiku keskmine kiirus tuli 45,3 km/h. Paldiski-Tulika-Sõle ristmiku keskmine kiirus tuli 24,7 km/h. Punase tulba ja kollase tulba vahe on 26,6 km/h. Kollase ja roheline tulba vahe on 20,6 km/h. Punase ja roheline tulba vahe on 6 km/h.



Joonis 15. Kolme ristmiku kogu keskmiste kiiruste diagramm (autori koostatud).

Joonis 15. kohta tehtud T-testid näitavad, et Sõpruse-Endla-Tulika ja Paldiski-Tulika-Sõle T-testi tulemus tuli 0,07 ehk vahe ei ole märkimisväärne. Kuid kahe teise ristmiku T-testi võrdlused on väiksemad kui 0,05 ning vahe on oluliselt erinev. Sõpruse-Endla-Tulika ja Paldiski-Mustamäe-Endla ristmike T-testi tulemus on $5,20E-17$. Paldiski-Mustamäe-Endla ja Paldiski-Tulika-Sõle ristmike T-testi tulemus on $1,61E-08$.



Joonis 16. Kolme Tallinna ristmiku väljalõige ja ristmike keskmised kiirused (autori koostatud).

Joonis 16. näitab ära keskmiste kiiruste tulemused ristmikul. Pildil on välja toodud analüüsis osalenud kolme ristmike keskmiste kiiruste tulemused ja ära märgitud punasega. Nende kolme ristmike keskmised kiirused erinevad oluliselt. Ristmikul Paldiski-Tulika-Sõle on keskmine kiirus 24,7 km/h, selle põhjuseks võib olla Lilleküla komando, mis asub kohe ristmiku vahetusläheduses ja aeglane kiirus võib tulla veoauto vähesest kiirendusest kuni jõuab ristmikuni. Paldiski-Mustamäe-Endla ristmiku suur keskmine kiirus võrreldes teiste ristmikuga võib tulla piisavalt pikast teest kiirenduseks ja heast läbivusest päästesõidukile. Autori arvates viimase ristmiku Sõpruse-Endla-Tulika kõige madalam keskmine kiirus viitab ristmiku halvale läbivusele päästesõidukile. Vahe võrreldes Paldiski-Mustamäe-Endla ristmikuga on 26,6 km/h see on rohkem kui Paldiski-Tulika-Sõle keskmine kiirus. Kuigi analüüsi tulemusena ei olnud ühegi ristmiku kiiruste erinevus erinevatel aegadel T-testi tulemusel määrava tähtsusega, siis kogu ristmike keskmisest kiirusest saab järeldada, et probleem siiski lasub Sõpruse-Endla-Tulika ristmikus, mille kogu ristmiku läbimine on väga aeglane võrreldes teise kahe ristmikuga, mida autor analüüsis kasutas. Kuigi autor kasutas analüüsis vaid kolme Tallinna ristmiku, siis tuleb teadvustada Sõpruse-Endla-Tulika kitsaskohti ja võimalusel muuta see ristmik pääste sõbralikumaks, mis võimaldaks suurendada ristmiku keskmist kiirust ja sellega kohalejõudmist päästesündmusele.

Ettepanekud ristmike sujuvamaks läbimiseks Päästeametile, Tallinna Linnavalitsusele ja Maanteeametile on:

- Saatjad operatiivsõidukitel, mis muudavad foorid punaseks v.a rida, kust operatiivsõiduk läheneb.
- Muuta ristmikud operatiivsõiduki sõbralikus, muuta ristmikud avaramaks.
- Ristmikele seada teavitustuled operatiivsõiduki tulekust koos enimkasutatavatele ristmikele sildid operatiivsõiduki liikumisest.

KOKKUVÕTE

Lõputöö analüüs käis Tallinna 3 ristmiku kohta, mille ühe ristmiku vahetusläheduses asub ka üks päästekomando. Ristmikud, mille kohta autor analüüsi läbi viis on Paldiski-Mustamäe-Endla, Paldiski-Tulika-Sõle ja Sõpruse-Endla-Tulika. Ristmike kohta käiva analüüsi tulemusel sai autor teada ristmike keskmised kiirused päeva eri aegadel. Kõigi kolme ristmiku kogu keskmiste kiiruste keskmised kiirused on kõik erinevad ehk 18,7 km/h, 45,3 km/h ja 24,7 km/h. Neist kolmest erinevast numbrist saab autor järeldada ristmike erinevust, kuigi 45,3 km/h kiiruse saavutas ristmik 15 sõidureaga, siis 24,7 km/h kiiruse saavutas ristmik, millel on 14 sõidurida. Kuna kiiruste vahe on poole võrra, siis võib öelda, et ristmik suurema keskmise kiirusega on pääste sõbralikum ja operatiivsõidukid läbivad selle ristmiku olenemata ajast palju kiiremini kui aeglasemat ristmikku. Kuna kõige aeglasem ristmik Sõpruse-Endla-Tulika 18,7 km/h on sõiduridade arv suurem kui teisel kahel ristmikul, milleks on 17, siis kiirusest tulenevalt on ristmik aeglane ja ei ole operatiivsõiduki sõbralik ja üldine kohalesõidu aeg pikeneb.

Tulenevalt analüüsi tulemustest tegi autor ettepaneku teadvustada ristmike kitsaskohti ning võimalusel muuta need operatiivsõidukite sõbralikuks. Kiirem ristmik võrdub kiirem päästmine.

Lõputöö eesmärk on selgitada välja, pääste operatiivsõidukite keskmised kiirused Tallinna suure liiklustihedusega ristmikel päeva eri aegadel. Peale andmete analüüsi selgus, et kellaage ei mõjuta päästesõiduki liikumiskiirust ristmikul kuna iga ristmiku kohta tegi autor T-testi, mis näitab kas tulemuste erinevus on määrav või ei ole ning iga T-testi tulemus oli üle 0,05. See tähendab, et ristmiku läbimisel pääste sõidukiga on kiirused suhteliselt sarnased olenemata kellaajast kui ristmik läbitakse, seega liiklustihedus ristmikul ei mõjuta pääste liikumiskiirust ristmikul. Sama tulemuse sai New Yorkis tehtud uuring aastal 1975 (Peter Kolesar, 1975), kus sama analüüsi tulemusel leiti, et ei ole vahet, kas on öö või päev keskmised kiirused ei erine oluliselt. Nagu autor leidis Tallinna kolme ristmiku näitel nii ka New Yorki analüüsi tulemusel on tippunni ajal keskmised kiirused madalamad kui muul ajal, kuid need ei ole nii madalad kui oleks võinud arvata. Lisa 1. on näha New Yorki analüüsi kiiruste tabelit.

Lõputöös uuris autor pääste kohalesõidu vaid väikest osa, mis käsitles ristmiku läbimist ja sellele kulunud keskmist kiirust. Kuna kogu kohalesõit käsitleb aga palju rohkemat liikluses on võimalik teemat edasi arendada ja analüüsida kohalesõidu protsessi teisi etappe.

Lõputöö analüüs on teoreetiliselt rakendatav ristmike ehitamisel, kus on arvestatud operatiivsõidukite liiklemisega. Samuti lõputöö tulemust tuleb võtta teadmiseks ja muuta olemasolevad ristmikud operatiivsõiduki jaoks avaramaks ja lihtsamalt läbitatavaks. Lahenduseks võivad olla teooria osas välja toodud teiste riikide lahendused.

SUMMARY

The link between this thesis and national development plans and priorities: Internal Security Development Plan 2015-2020 „The country must provide assistance in emergencies and the aid must be relevant and up to date“.

This thesis is an empirical analysis, whereas theoretical part is smaller than analytical part, which dealt around ten hours with analytical data through Excel spreadsheet program. The research problem statement is: „Does the traffic density limit the speed of emergency vehicles at the intersection?“ The aim of the thesis is to find out the average speeds of rescue vehicles at highway traffic junctions in Tallinn at different times of the day. As a research method the author uses a quantitative method, where he analyzes only numerical differences and, in particular, average speeds of rescue vehicles at junctions. The results of the thesis indicate that the average speeds at junctions at different times of the day are not significantly different from the result of the T-test. The comparisons were brought out as figures and compared the rush-hour period in them and all the other time. The author also put the comparison to night time and the rest of the time. In both cases, the T-test showed a value greater than 0,05 for the p-value of the result; the lower the number is significantly different, and it can be said, due to the T-test, that the two-time average speeds are significantly different. Thus, the three operational jumps used in the analysis revealed the situation where it can be said that the time does not determine the speed of the salvage vehicle at the intersection but is determined by the intersection characteristics. A thesis analysis confirms that time doesn't affect the speed of salvage vehicle at intersection, but the average speed of each junction is different due to the specifics, and for better and faster crossings, the junctions need to be more passable, more spacious and more visible to the fellow travellers as the salvage vehicle is approaching.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Wang, C., Fu, H., Hu, G., 2013. Optimal emergency rescue route for traffic accident considering variable travel time. pp. 463-466.
- Downs, A., 2004. Traffic: Why It's Getting Worse, What Government Can Do. *BROOKINGS*.
- Dresner, K., & Stone, P., 2006. *Human-Usable and Emergency Vehicle-Aware Control Policies for Autonomous Intersection Management*. Austin: University of Texas.
- Claridge, E., Spearpoint, M., 2013. New Zealand fire service response times to structure fires. *ELSEVIER*, pp. 1064-1065.
- Einmann, A., 2014. *Päästekeskus ei nõustu kriitikaga aeglasest jõudmisest Tutermaa tulekahjule*. Tallinn: Postimees.
- ESRI, 2018. Wat Is GIS. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> [Kasutatud 16.05.2018].
- Chai, G., Cao, J., Huang, W., Guo, J., 2017. Optimized traffic emergency resource schedulin using time varying rescue route travel time. *ELSEVIER*, pp. 1-9.
- Hanna, R., 2018. Which Traffic Policies Work Best For Megacities. *The World's Opinion Page*.
- Henry, S., 2010. *Traffic Signal Priority Control for emergency vehicle preemption*. Savannah: Case Study emerging applications.
- Järv, M., 2016. INTERAKTIIVNE KAART: Vaata, millistel Tallinna teedel ja millisel kellaajal tuleb "keskmisel esmaspäeval" ummikus istuda. *DELFI*.
- Korosteljov, A., 2017. Väikeste gabariitidega päästeautode kohalesõidu protsessi analüüs Tallinna linna näitel. *Lõputöö*, lk 22.
- Raadik, M., 2013. EESTI ÕIGEKEELSUSSÕNARAAMAT. [Võrgumaterjal] Leitav: <http://www.eki.ee/dict/qs/index.cgi?Q=gps&F=Y> [Kasutatud 16.05.2018].
- Morgan, L., 2018. The Effects of Traffic Congestion. *USA TODAY*.
- Mumma, A., 2016. *TAI taotlus*.
- Kolesar, P., Walker, W. & Hausner, J., 1975. Determining the Relation between Fire Engine Travel Times and Travel Distances in New York City. *Operations Research*, 23(4), pp. 614-627.
- Päästeamet., 2014. *Reageerimine*. Tallinn: Päästeamet.
- Päästeamet., 2016. *Abi osutamine*. Tallinn: Päästeameti arendusosakond.
- Päästeamet., 2016. Päästeameti strateegia aastani 2025. lk 20.

- Päästeamet., 17. 05 2017. a. Päästeameti väljasõidukord. *kinnitatud peadirektori 24.05.2017. a käskkirjaga nr 1.1-3.1/144.*
- Riigikogu., 2017. Liiklusseadus.
- Riigikogu. 1. 09 2010. a. Päästeseadus.
- Riigikogu., 2017. *Hädaabiteadete menetlemise kord ja hädaabiteadete menetlemise toimimisele esitatavad nõuded.* Tallinn: Riigiteataja.
- Sangeetha, P., Archana, P., Ramya, M., Ramya, P., 2014. Automatic Ambulance Rescue With Intelligent Traffic Light System. *Jornal of engineering.*
- Schrage, A., 2006, November 9. Traffic congestion and accidents. pp. 1-26.
- Siseministeerium. 26. juuni 2014. a. Siseturvalisuse arengukava 2015-2020. lk 55.
- sosku. 20. 02 2017. a. Lilleküla 11 alarmsõit reporter. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.youtube.com/watch?v=MxYIHN12v18&t=102s> [Kasutatud 6.05.2018].
- Tallinna Tehnikaülikool., 2017. *Tallinna kesklinna liikluse muutuse monitooring automaatse seiresüsteemi andmete põhjal, II kvartal 2017. a.* Tallinn: Tallinna Transpordiamet.
- Tan, C., 2016. LTA to roll out next-generation ERP from 2020, NCS-MHI to build system for \$556m. *THE STRAITS TIMES.*
- Tank, M. A., Mewada, H., Choksi, V., & Potdar, M., 2015. Review on Smart Traffic Control of Emergency Vehicles. *International Journal of Computer Applications*, 3.
- Teede- ja Sideminister., 2010. *Alarmsõidukijuhi koolituse eeskiri, koolituskursuse õppekava, autojuhi kutseoskusnõuded ja koolitustunnistuse vorm.* Tallinn: Riigiteataja.
- The Nation., 2017. 20 per cent of emergency patient deaths blamed on traffic jam delays. *The Nation.*
- Õuemaa, T., 2016. Fotogalerii: tulekahjule sõitnud päästeauto sattus liiklusõnnetusse. *Läänlane.*

LISA 1. NEW YORKI PÄÄSTE KIIRUSTE ANALÜÜSI TABEL

TABLE III
SUMMARY OF RESPONSE VELOCITIES BY TIME OF DAY ALL RUNS FOR
ALL PARTICIPATING LADDER COMPANIES

Hours	Average velocity	Standard deviation of velocity	No. of Observation
0000-0200	19.2	7.3	136
0200-0400	17.7	6.8	104
0400-0600	18.0	7.7	62
0600-0800	17.7	7.1	45
0800-1000	16.2	6.7	61
1000-1200	18.3	7.6	117
1200-1400	18.9	6.9	165
1400-1600	18.4	7.3	205
1600-1800	17.0	7.6	200
1800-2000	18.9	7.3	216
2000-2200	18.5	7.5	239
2200-2400	18.8	7.2	272
1500-2000 (rush hours excluded)	18.2	7.3	904
2000-0500 (dark)	18.6	7.3	742
0800-0900 (morning rush hour)	14.3	5.2	27
1630-1730 (evening rush hour)	18.2	7.6	99
All hours	18.3	7.3	1772

LISA 2. LOA ANDMINE ANDMETE KASUTAMISEKS

ASUTUSESISESEKS KASUTAMISEKS



HÄIREKESKUS

18.01.2017

Märke tehtud:

Kehtib kuni: 18.01.2022

Alus: AvTS § 35 lg 1 p 18 (1)

Teabevaldaja: Häirekeskus

Kuno Tammearu

Päästeamet

Teie: 16.01.2017 nr 7.1-1/882-1

Meie: 19.01.2017 nr HK 2.-1/63-2

Loa andmine andmete kasutamiseks

Lugupeetud Kuno Tammearu

Häirekeskus annab Päästeametile loa kasutada Hädaabiteate menetlemise toimingu andmeid pääste- ja kiirabisõidukite sündmuskohale reageerimisega seotud aegade analüüsimiseks alates 2014. aastast kuni tänaseni. Häirekeskus juhib tähelepanu, et Sisekaitseakadeemia uurimisrühmale edastatud andmed ei või sisaldada isikuandmeid. Uue EL isikuandmete kaitse üldmääruse kohaselt kuuluvad ka asukohateabe andmed isikuandmete alla, seega ei tohi töötlemisel sündmuse asukohaandmed olla identifitseeritavad. SMIT-i poolt edastatavad andmed peavad olema umbisikustatud kujul.

Palume jagada Sisekaitseakadeemia poolt läbiviidava uuringu tulemusi ka Häirekeskusega.
Lugupidamisega

(allkirjastatud digitaalselt)

Ene Hauvmann peadirektori asetäitja

Herve Merivald 628 7408 herve.merivald@112.ee

Osmussaare 2 / 13811 Tallinn / 628 7400 / 112@112.ee / www.112.ee

Registrikood 70007446