



Paula Puusaag

LIIKLUSANALÜÜS PUIESTEE – VALGA MNT – TARTU MNT JA TARTU MNT – KÄO TEE RISTMIKE NÄITEL

LÕPUTÖÖ

Logistikainstituut

Transpordi- ja liikluskorralduse õppekava

Juhendaja: Mihhail Kirejev

Tallinn 2022

Mina, Paula Puusaag, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Mihhail Kirejev

Lõputöö on kaitsmisele lubatud logistikainstituudi direktori korraldusega nr 1-14/1 kuupäev 03.01.2022.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Paula Puusaag, sünnikuupäev: 02.01.1999, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Liiklusanalüüs Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ja Tartu mnt – Käo tee ristmike näitel“

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas
(kuupäev) (autori allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	6
1 TEOREETILINE OSA.....	8
1.1 Uuringuobjektide ülevaade.....	8
1.1.1 Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ristmik.....	8
1.1.2 Tartu mnt – Käo tee ristmik	10
1.2 Liiklusuuring	11
1.2.1 Liiklusloendus	11
1.3 Liikluse modelleerimine	12
1.3.1 Ristmike läbilaskvused ja teenindustasemed	13
1.3.2 Foorijuhtimise projekteerimine	15
1.4 Ohutu liikluskeskkond.....	16
1.4.1 Nullvisioon.....	16
1.4.2 Kergliiklejad.....	17
1.4.3 Kiiruspiirang.....	19
1.5 Liiklusohutus Elva kohalikus omavalitsuses.....	19
1.6 Liiklusõnnetused Elva vallas	20
1.6.1 Ristmik A	20
1.6.2 Ristmik B.....	20
2 METOODILINE OSA	22
2.1 Metoodika.....	22
2.2 Protseduurid.....	22
2.2.1 Liiklusloendus	22
2.2.2 Sõidukiiruste mõõtmine	23
2.2.3 Simulatsioonide loomine.....	25
3 UURIMISTULEMUSED.....	27
3.1 Liiklusloenduse tulemused	27
3.2 Sõidukiiruste mõõtmise tulemused.....	30
3.3 Alternatiivsed lahendused.....	30
3.3.1 Ristmik A	30

3.3.2	Ristmik B.....	33
3.4	Ristmike teenindustasemed	34
3.4.1	Stsenaarium 1	34
3.4.2	Stsenaarium 2	35
3.4.3	Stsenaarium 3	35
3.4.4	Stsenaarium 4	36
3.4.5	Stsenaarium 5	36
3.4.6	Stsenaarium 6	37
3.4.7	Stsenaarium 7	37
3.4.8	Stsenaarium 8	38
3.4.9	Stsenaarium 9	38
3.4.10	Stsenaarium 10	39
3.4.11	Stsenaarium 11	40
3.4.12	Stsenaarium 12	40
4	TULEMUSTE ANALÜÜS JA ETTEPANEKUD.....	41
4.1	Tulemuste analüüs	41
4.2	Parandusettepanekute selgitamine.....	41
	KOKKUVÕTE.....	42
	SUMMARY	44
	ALLIKAD	46
	LISAD	48
	Lisa 1. Ristmiku A fooriprogramm	48
	Lisa 2. Stsenaariumi 1 tulemused.....	49
	Lisa 3. Stsenaariumi 2 tulemused.....	50
	Lisa 4. Stsenaariumi 3 tulemused.....	51
	Lisa 5. Stsenaariumi 4 tulemused.....	52
	Lisa 6. Stsenaariumi 5 tulemused.....	53
	Lisa 7. Stsenaariumi 6 tulemused.....	54
	Lisa 8. Stsenaariumi 7 tulemused.....	55
	Lisa 9. Stsenaariumi 8 tulemused.....	56
	Lisa 10. Stsenaariumi 9 tulemused.....	57

Lisa 11. Stsenaariumi 10 tulemused.....	58
Lisa 12. Stsenaariumi 11 tulemused.....	59
Lisa 13. Stsenaariumi 12 tulemused.....	60

SISSEJUHATUS

Linnade on üheks oluliseks väärtuseks turvatunne ning selleks, et inimesed omaks ja võtaks kasutusele linnaruumi, tuleb pakkuda turvatunnet. Enam kui 50 aastat tagasi, kui hakkas toimuma massiline autostumine, on liiklusõnnetuste kui ka autoliikluse maht linnades kasvanud kontrollimatult. Sellest tulenevalt on kasvanud ka hirm liiklusõnnetuste ees, mis on linnades liiklevatele kergliiklejatele tekitanud laastavat mõju nende heaolutundele. Mida rohkem on liikluses autosid, seda rohkem on keskendunud lisaruumi eraldamiseks autoliiklusele ja parkimisele [1].

Elva valla 2019-2025. aasta arengukava kohaselt on üheks põhiliseks eesmärgiks atraktiivse elukeskkonna loomine, millest tulenevalt on üks alaeesmärk ka ohutuse tagamine läbi ülekäiguradade lisamise vallateedele [2].

Lõputöö uuritavateks objektideks on kaks ristmikku, mis asuvad Tartumaal Elva linnas: Puiestee - Valga mnt – Tartu mnt ja Tartu mnt – Käo tee ristmikud. Tegemist on oluliste ristmikuga, kuna ristmikud on põhilised ühenduspunktid Tartu ja Valgaga. Elva vallavalitsuse sõnul on tegemist Elvas ühtede problemaatilisemate ristmikuga. Ristmikuid kasutavad ka palju kergliiklejad, kuna mõlema ristmike lähedusse jäävad erinevad tõmbekeskused.

Käesoleva diplomitöö eesmärk on analüüsida kahte ristmikku Elva linnas (Puiestee - Valga mnt - Tartu mnt ja Tartu mnt - Käo tee) ning seejärel teha ettepanekuid, kuidas ristmikke saaks muuta efektiivsemaks (sujuvam läbilaskvus) ning turvalisemaks.

Uurimisküsimused lähtuvad püstitatud eesmärgist ning need on järgmised:

1. Millised probleemid esinevad mõlemal ristmikul?
2. Milliste lahendustega saab ristmikke muuta efektiivsemaks ja ohutumaks?

Tegemist on kvantitatiivse diplomitööga ning see algab teoreetilise osaga, mis keskendub uuritavate ristmike ülevaatest, liiklusanalüüsi ja liikluse modelleerimise teoreetilise taustale. Samuti on kirjeldatud ohutut liikluskeskkonda ning Elva vallavalitsuse arengukava ja rahvusvahelist liiklusohutuse programmi. Metoodilise osa eesmärk on kirjeldada töö autori poolt läbiviidud praktilisi protseduure ning rakendatud tööriistu. Samuti on välja toodud ka lahendusvariandid, mis põhinevad protseduuride tulemustele ning

ristmike probleemkohtade lahendamisele. Diplomitöö lõpeb kokkuvõtte ning lahendusvariantide analüüsi ning ettepanekutega.

1 TEOREETILINE OSA

1.1 Uuringuobjektide ülevaade

Uuringuobjektideks on kaks ristmikku, mis asuvad Elva linnas. Üheks ristmikuks on Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ristmik ja teiseks Tartu mnt – Käo tee ristmik. Ristmikud asuvad üksteisest ligikaudu 200 m kaugusel. Mõlemad ristmikud jäävad ühendusteele Jõhvi – Valga – Tartu maanteele, mis on üks tähtsaim valda läbiv riikliku tähtsusega maantee [3].

1.1.1 Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ristmik

Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ristmik (edaspidi Ristmik A) on olemuselt K-kujuline ristmik. Ristmik koosneb kahest ristumisest (Joonis 1) ning igas suunas on üks sõidurada. Ristmikust A jääb ida suunda Elva Kaubanduskeskus, läände 50 m kaugusele tankla Olerex ning kirdes ligikaudu 200 m kaugusel asub Elva Linnaraamatukogu, Elva Spordihoone ja Elva Gümnaasium, kus õpivad 1. - 6. klassi õpilased. Ristmik on reguleeritud liiklusmärkidega ning kehtib peatee-kõrvaltee põhimõte. Ristmikul on kasutusel märk nr 221 ehk „Anna teed“, märgid nr 421 ja 422 ehk „Ümberpöike suund“ ning märgid nr 543 ja 544 ehk „Ülekäigurada“.



Joonis 1. Puiestee - Valga mnt - Tartu mnt ristmiku asukoht (ortofoto: Maa-amet)

Üheks probleemiks Ristmikul A on nähtavuskolmnurk. Nähtavuskolmnurk on lõikuvatest teedest tekkiv kolmnurkne ala, kuhu ei tohi nähtavust piiravaid objekte jääda. Kui nähtavust takistavaid objekte pole võimalik eemalda, siis tuleb kavandada liikluskorraldus, mis vähendaks nähtavuskolmnurga parameetreid [4]. Antud ristmikul on probleemne nähtavuskolmnurk, mis koosneb Puiestee ja Valga mnt tänavatest (Joonis 2). Jooniselt on näha, et nähtavuskolmnurga alasse jäävad puud ning lisaks parkimiskohad, mis Valga mnt poolt tulevaid sõidukeid varjavad. Joonisel on kajastatud erandlikku juhust ehk minimaalsete parameetritega nähtavuskolmnurka.



Joonis 2. Valga mnt - Puiestee nähtavuskolmnurk (ortofoto: Maa-amet)

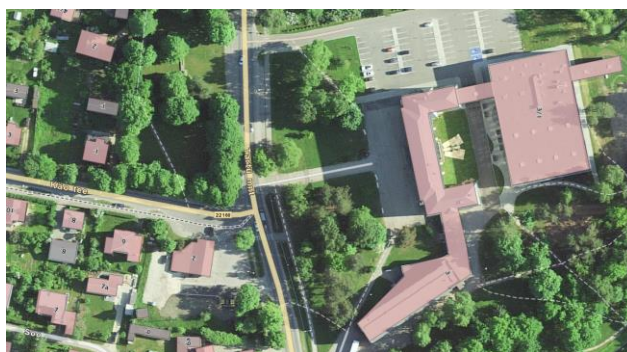
Teiseks probleemiks on Tartu mnt-le jääv ülekäigurada, mis jääb täpselt Puiestee tänavalt tuleva sõiduki parempöörde trajektoori (Joonis 3). Antud olukorras, kus sõiduk soovib sooritada parempööret Tartu mnt-le, võib kergliikleja jääda juhile märkamatuks.



Joonis 3. Ristmiku A ülekäigurada, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

1.1.2 Tartu mnt – Käo tee ristmik

Tartu mnt – Käo tee ristmik (edaspidi Ristmik B) on olemuselt T-kujuline ristmik (Joonis 4) ning igas suunas on üks sõidurada. Ristmikust B jääb ida suunda Elva Linnaraamatukogu, Elva Spordihoone ja Elva Gümnaasium, kus õpivad 1. – 6. klassi õpilased. Läände jääb Käo kauplus ning põhja suunda ligikaudu 200 m kaugusele jäävad Elva linnastaadion ja Elva laululava. Ristmik on reguleeritud liiklusmärkidega ning kehtib peatee-kõrvaltee põhimõte. Ristmikul on kasutusel märk nr 221 ehk „Anna teed“ ja märgid nr 543 ja 544 ehk „Ülekäigurada“.



Joonis 4. Tartu mnt - Käo tee ristmiku asukoht (ortofoto: Maa-amet)

Üheks probleemseks kohaks Ristmikul B on ristmiku juures asuva Käo kaupluse parkimiskorraldus, mis jääb täpselt Käo tee äärde. Parkimine on korraldatud 90° nurga all ehk töö kirjutamise hetkel on koos parkimiskoha pikkusega tee servani ainult ruumi 8 m, mis tekitab ebavajalikke ohtlikke olukordi parklast väljumisel.

Teiseks probleemiks on Käo teel puuduv ülekäigurada, mis oleks mõeldud jalakäijatele, kes liikleavad Tartu mnt-l vasakul pool oleval kõnniteel (Joonis 5). Töö kirjutamise hetkel tuleb sellel marsruudil liigelda soovival kergliiklejal ületada kaks korda Tartu mnt-d.



Joonis 5. Puuduv ülekäigurada, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

1.2 Liiklusuuring

Eesti Linnatänavate standardi kohaselt on liiklusuuring tegevus, mille eesmärk on erinevate liiklusvahendite või liikumisviisidega liikluse omaduste – läbisõidu, viivituste, kiiruse, lähte- ja sihtkohtade jne – selgitamine. Laiemas mõistes tähendab see peale liiklusandmete kogumise ja töötlemise ka nende analüüsi [4]

Tänavavõrgu ning selle elementide planeering peab lähtuma linna arengu vajadustest, sh säästva liikuvuskorralduse põhimõtetest, mis tugineb kõigi liikumisviiside analüüsile. Liiklusprognoosi vajalik täpsus, sh erinevate liikumisviiside käsitus ja nõudlus liikumisruumile tänava ristlõikes sõltub tänavaliigist. Veotänavatel ja magistraalidel peab prognoos olema võimalikult detailne, teistel juurdepääsudel piisab orienteeruvast hinnangust, mis peab siiski käsitlema kõiki liiklejaid [4].

Liiklusprognoosi koostamisel tuleb kasutada kas originaal- või tunnustatud meetodeid. Originaalmeetodi kasutamisel tuleb seda põhjalikult selgitada ja analüüsida, kas prognoosi tegemiseks on vajalik liikluse modelleerimine võrgul ja kui ulatuslik võrk olema peab [4].

1.2.1 Liiklusloendus

Liiklusloendused on teostatud T. Metsvahi poolt koostatud juhendi „Liiklusloenduse meetoodika koormussageduse määramiseks“ järgi, mis on väljastatud 2009. aastal. Selle juhendi abil saab määrata aega liiklusloenduse läbiviimiseks, samuti on antud kindlad juhised, kuidas loendust läbi viia. Tiit

Metsvahi poolt koostatud juhendi peamine rõhk asetseb sellel, et loendustulemuste alusel oleks võimalik määrata koormussagedusi ning loetud tulemusi saaks kasutada ka aasta keskmise ööpäevase liiklussageduse määramiseks [5].

Sõltuvalt konkreetsest liiklussagedusest osutub loendusperioodi mõistlikuks kestuseks neli kuni kaheksa tundi. Loendust võib sooritada nii järjestikustel tundidel kui ka kahe või kolme loendusperioodi kaupa. Parimaid tulemusi annab loendus, mida sooritatakse järgnevatel kellaaegadel: 7:00 kuni 10:00, 12:00 kuni 14:00 ja 15:00 kuni 18:00 [6].

Koormussageduse määramise seisukohalt ei ole eriti oluline, et loendusi tuleks läbi viia väga kindlal aastaajal või kuul. Loendused tuleb läbi viia tööpäevadel ja olulisemaks kujuneb loenduse aja ja kestuse valik. Oluliselt mõjutab nii kogu liikluse kui ka raskeliikluse tippaega liikluse üldine iseloom ja loenduspunkti kaugus suurest linnast. Soodsaimateks loenduskuudeks on kevadel aprill ja mai ning sügisel september, oktoober ja november, eriti seda tingimustes, kus liikluse iseloomulikku gruppi ei ole õnnestunud usaldusväärselt hinnata. Üldjuhul ei ole koormussageduse leidmisele orienteeritud loendust otstarbekas alustada enne kella 7.00 (teatud juhtudel enne kella 9.00) ja vähetõhus on jätkata loendust pärast kella 17.00. Kui samaaegselt püütakse hinnata ka ristmikul pöördeliiklust, siis tuleks loendust jätkata kuni kella 18:00-ni [6].

1.3 Liikluse modelleerimine

Mikrosimulatsiooni tehnikaid kasutatakse tõhusalt sõidukite voogude modelleerimisel linnateede võrkudel. Need tehnikad loovad vajaliku aluse liiklusvoo omaduste uurimiseks. Simulatsioonipõhised lähenemisviisid on kuluefektiivsed liiklusvoo modelleerimisel, olemasoleva liikluse üksikasjalike analüüside tegemisel ning teedevõrgu lühi- ja pikaajaliste parenduste mõju uuringute jaoks [7].

PTV Vissim on maailma üks arenenumaid ja paindlikumaid liiklussimulatsiooni tarkvarasid, millega on võimalik teha mikrosimulatsioone realistlikul tasemel. PTV Vissim on osutunud liiklustehnika ja simulatsiooni maailma standardiks, kuna see tagab realistliku ja üksikasjaliku ülevaate liiklusvoo mõjude kohta koos võimalusega määratleda erinevaid stsenaariume. Tarkvaras oleva kontseptsiooni abil saab loodud võrku üksikasjalikult kaardistada ning modelleerida erinevaid geomeetriaid – alates standardsõlmest kuni keeruliste ristmikeni, rattaradade, ühistranspordiliinide ja parklateni [8].

1.3.1 Ristmike läbilaskvused ja teenindustasemed

Läbilaskvus on jalakäijate, jalgratturite, nende ühise voo või sõiduautodeks taandatud sõidukite suurim arv ajaühikus, mida tänav, selle üks liikumissuund või -rada võib läbi lasta normaalsetes tee- ja liiklusoludes [4]. Lõputöö autor toob välja tabeli (Tabel 1), mis on koostatud vastavalt EVS nr 843:2016 andmetele ning käsitletud tabelis on näidatud uurimusobjekti põhiste tänavate ühe sõiduraja läbilaskvuse ja keskmise sõidukiiruse väärtused [4].

Tabel 1. Sõiduraja keskmine läbilaskvus ja sõidukiirus (allikas: EVS 843:2016)

Tänavaliik ja tüüp	Projektkiirus, km/h	Läbilaskvus, sa/h sõidurajal		
		Keskmine kiirus, km/h		
		Hea	Rahuldav	Erandlik
Jaotusmagistraal	50	< 650	650 kuni 850	850 kuni 950
		> 40	30 kuni 40	20 kuni 30

Teenindustase on kindlatele kriteeriumitele tuginev sõidu- ja liiklusolude hinnang, mis väljendab tee kasutaja liikumismugavust ja -tingimusi. Väljendub tasemetena A, B, C, D, E, F. Mõiste on kasutatav ning kriteeriumid on määratud ka muudeks liiklusega seotud oludeks [4].

Tänavate projekteerimisel on D madalaimaks teenindustasemeks. Erandina võib kavandada ka taseme E juhul, kui on ette nähtud tänavavõrgu edasine täiustamine ning kui see vähendab hiljem vaadeldava tänavavõrgu elemendi liikluskoormust [4].

Teenindustasemeid eristatakse sõltuvalt liiklejast, liikluse iseloomust ja kohast:

- linna kiirteedel;
- põhi- ja jaotusmagistraalidel ning veotänavatel;
- ristmikel (eraldi mootorsõidukitele, jalgratturitele ja jalakäijatele);
- kõnni- ja jalgteedel; jalgrattaradadel ja -teedel; kergliiklusteedel [4].

Teenindustaseme iseloomustus linna kiirtee lülidel pikkusega üle km:

- Tase A – vaba, häireteta liiklusvoog, kaheajalisel teel toimub möödasõit väikese viivitusega või viivituseeta, kiirus on suur, liiklustihedus väike, liiklusõnnetuste suhteline sagedus võib olla suurem võrreldes teiste teenindustasemetega.
- Tase B – stabiilne liiklusvoog, kus kiirus võrreldes tasemega A mõnevõrra langeb, kaheajalisel teel esineb rohkem möödasõite, eesliiklejad mõjutavad mõnevõrra järgnevaid liiklejaid, manööverdusvabadus ei ole suurel määral piiratud.
- Tase C – veel stabiilne liiklusvoog, kuid liiklussagedus ja -tihedus on juba sellised, mis sunnivad sõidukijuhti vähendama kiirust. Sõidukid on omavahel seotud, möödasõidud või ümberreastumised on sagedased. Liiklustingimused on juhile vastuvõetavad.
- Tase D – ebastabiilsusele lähenev liiklusvoog, kiirus püsib vastuvõetaval tasemel, kuid aeg-ajalt võib järsku muutuda. Sõidukite omavaheline seotus on suur. Manööverdusvabadus ja võimalused normaalseks sõiduks on halvenenud. Liiklustingimused on juhile pingelised.
- Tase E – ebastabiilne liiklusvoog – läbilaskvuse tase, kiirus ja liiklussagedus muutuvad pidevalt. Sõidukijuht ei saa kiirust vabalt valida ja manöövrid on enamasti sunnitud. Väikese autodevahelise intervalli ja sõidukiiruse alanemise tõttu on liiklustingimused juhile rasked.
- Tase F – lakkav liiklusvoog, selles voos ei ole üksi sõiduk vaba. Kiirus ja liiklussagedus muutuvad pidevalt ja teatud perioodil võivad väheneda nullini [4].

Järgneval joonisel (Joonis 6) on välja toodud teenindustasemetele vastavad ooteajad [4].

Teenindustase	Ühe mootorsõiduki ooteaeg d , (s)*		Jalgratturi või jalakäija ooteaeg, s
	Foorjuhtimiseta ristmik**	Foorjuhitav ristmik	
A	$\leq 10,0$	$\leq 10,0$	$\leq 5,0$
B	10,1 kuni 15,0	10,1 kuni 20,0	5,1 kuni 10,0
C	15,1 kuni 25,0	20,1 kuni 35,0	10,1 kuni 20,0
D	25,1 kuni 35,0	35,1 kuni 55,0	20,1 kuni 30,0
E	35,1 kuni 50,0	55,1 kuni 80,0	30,1 kuni 45,0
F	$z > 1$ või ooteaeg $> 50,0$	$z > 1$ või ooteaeg $> 80,0$	$> 45,0$
* Teenindustase määratakse ristmiku jaoks tervikuna, lähtudes keskmisest ooteajast, seda võib rakendada ka põhisuundade jaoks, kuid teisejärguliste suundade puhul annab see vaid lisainfot projekteerijale ristmiku või ristmike süsteemi kui terviku lahenduse otstarbekuse kohta.			
** Ka ringristmik.			

Joonis 6. Teenindustasemete ooteajad (allikas: EVS 843:2016)

1.3.2 Foorijuhtimise projekteerimine

Ristmik tuleb projekteerida ringristmikuna või foorjuhitava ristmikuna kui:

- seda nõuavad sõidukite ja jalakäijate liiklussagedus või kohalikud olud (piiratud nähtavus, koolide lähedus, fooride töö koordineerimisest tulenevalt jms);
- samatasandilisel ristmikul on põiksuunalise liikluse olemasolul vähemalt ühes sõidusuunas sõiduradade arv kolm või enam;
- samatasandilise foorjuhtimiseta ristmiku läbilaskvus on ammendumas (läbilaskvuse kasutustase $z \geq 0,9$) ja ilma liikluskorralduse põhimõtet muutmata ei ole võimalik taset märkimisväärselt parandada (läbilaskvuse kasutustaset alandada tasemeni $z \leq 0,7$);
- seda nõuab madal liiklusohutuse tase [4].

Foori töösükli kavandamisel tuleb kontrollida nii jalakäijatele kui ka jalgratturitele piisava aja tagamist sõidutee ületamiseks. Jalakäija liikumise kiiruseks tuleb võtta 1,2 m/s. Jalakäijate vähim roheline aeg tuleb arvutada nõudest lähtuvalt, et rohelist foorituld oodanud jalakäijad jõuaksid ületada terve sõidutee või ohutussaare olemasolul vähemalt ohutussaareni, seda juhul, kui muud asjaolud ei võimalda tagada kogu sõidutee ületust. Tuleb arvestada ka tänava ületajate hulka ja vajalikke kaitseaegu tagamaks ohutust eakatele ja liikumispuudega inimestele [4].

Foorijuhtimise projekteerimise oluliseim osa on fooriprogrammi projekteerimine. Enamjaolt võimaldab suurem taktide arv läbida ristmiku konfliktivabalt rohkem ristmiku liiklussuundi, mille tõttu paraneb sõiduohutus ja -mugavus. Suurema taktide arvuga lisandub siiski rohkem siirdetaktidele kuluvat aega, mille tõttu ristmiku summaarne läbilaskvus mõnevõrra väheneb [4].

Fooriprogrammi projekteerimisel tuleb esimesena määrata sõidusuunad ja kergliiklejate ületusrajad, kus on võimalik liikuda samal ajal ning seejärel need sõidusuunad ja ületusrajad, kuhu saab lubada omavahel konfliktis olevaid liiklussuundi. Pöördeliikluse juhtimisviisi valikul peab arvestama pöördeliikluse sageduse, ristmiku geomeetria iseärasustega ja konfliktide arvuga. Alati tuleb eelistada konfliktivaba foorijuhtimist [4].

Kui kahele foorigrupile pole võimalik samaaegselt anda rohelist aega (nn konfliktisuundade foorigrupid), siis on vajalik, et nende foorigruppide roheline aeg vahel on siirdetakt või -taktid, mis moodustavad kaitseaja. Kaitseaja on vajalik selleks, et ühe foorigrupi lubava tule lõpus stoppjoont ületanud sõiduk

jõuaks ristmiku kriitiliselt alalt lahkuda enne, kui järgmise foorigrupi rohelise aja algul liikumist alustanud sõiduk jõuab ristmiku konfliktis alasse, kus võib tekkida sõidukitevaheline kokkupõrge [9].

Fooride töörežiim võib olla kas paindlik või jäik. Jäiga režiimi korral rakendatakse ühte või mitut kindlat fooriprogrammi ööpäeva jooksul ning nende kasutamine ei sõltu tegelikust olukorrast ristmikul ega liiklusvoogudest. Paindliku režiimi puhul tuleb kindlaks teha fooritulede vaheldumine, lähtudes tegelikest liiklusvoogudest. Liiklusvoo suuruse ja erinevate sõidukiliikide fikseerimiseks rakendatakse foorjuhitaval ristmikel andureid. Foorjuhtimise projekteerimisel tuleb alati kasutada täielikult või osaliselt konfliktivabu lahendusi [4].

1.4 Ohutu liikluskeskkond

Liikluskeskkonna ohutust kombineerib kolm osapoolt: liiklejad, liikluskeskkond ja liiklusvahendid. Liikluskeskkonnal on erinevaid muutujaid keskkonna kujundamisel või kujunemisel. Hetkel elatakse ühiskonnas, kus teid ehitatakse lõikude kaupa ning planeeritakse maakasutust kruntide kaupa. Sellised otsused loovad uusi konflikte, mis võivad olla välistatavad ja leevendatavad [10].

Senised edusammud liiklusohutuses põhinevad enamjaolt liiklejate paremal kasvatusel, parematel sõidukitel ning meditsiiniteenuste arengul, mis fataalseid tagajärgi vähendab [11].

1.4.1 Nullvisioon

Liiklusohutusprogrammi eesmärk, mis on koostatud aastateks 2016–2025, on vähendada liiklussurmasid ning raskesti vigastatute arvu selliselt, et aastate 2023–2025 keskmisena ei hukkaks liikluses üle 40 inimese ja raskesti vigastatute arv ei ületaks 330 inimest aastas [12].

Liiklusohutusprogrammiga tekivad kindlad piirid, mida arvestatakse riigi liiklusohutuse kujundamisel. Inimese hukkumine või rasekelt vigastada saamine liikluses ei ole aktsepteeritav. Teeliikluses on liiklusõnnetused ja väiksemad vigastused vältimatud, kuid juhtumite ahel, mis viib inimelu või tervise kaotuseni, on katkestatav. Liiklusohutussüsteemi otsuste tegemisel püstitatakse kõigil otsustustasanditel eesmärgiks maksimaalne liiklusohutuse tagamine. Lähtepunktiks võetakse liiklusohutuse filosoofiline lähenemisviis, milleks on nullvisioon [12].

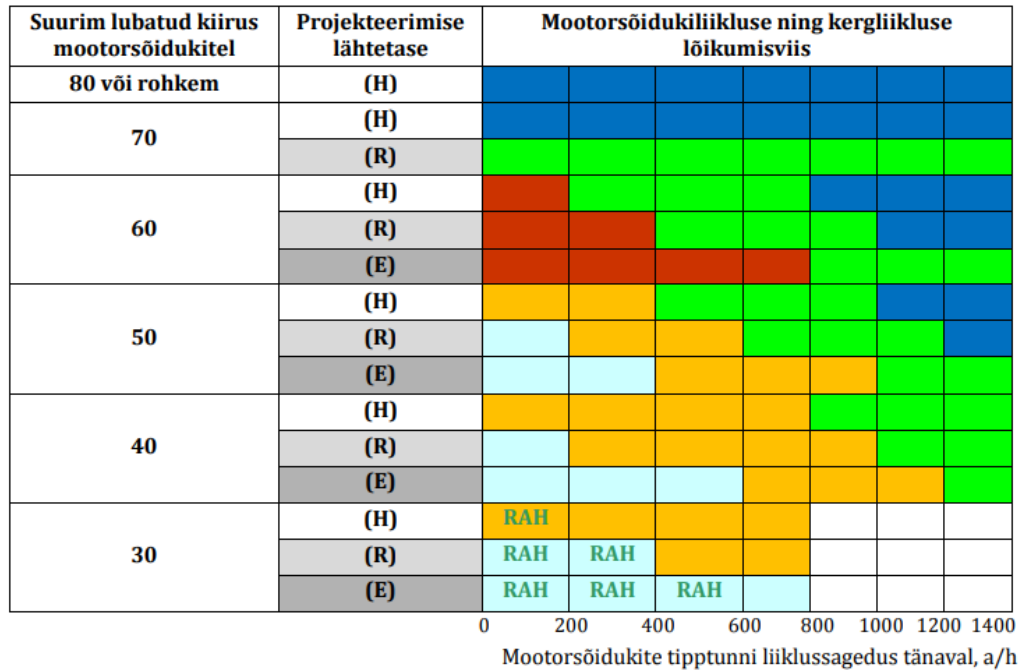
Nullvisiooni eesmärgiks on vähendada maksimaalselt inimlike eksimuste võimalusi ning liiklusõnnetustega kaasnevaid kahjusid. Teisisõnu nullvisioon aktsepteerib avariide tekkimist inimlike eksimuste tagajärel, kuid raskeid tagajärgi on võimalik ennetada [13].

Esimest korda võeti nullvisiooni konseptsioon kasutusse 1997. aastal Rootsis ning hiljem ka juba teistes Euroopa riikides. Nullvisioonil on neli põhimõtet: eetika, vastutusahel, ohutusfilosoofia ja muutusi ajendavad mehhanismid. Eetika põhimõte seisneb selles, et inimese tervis ning elu on tähtsamad kui mobiilsus ja teeliiklussüsteemi toimimise eesmärgid. Vastutusahela all mõeldakse, et liiklussüsteemi ohutu toimimise vastutajateks on kavandajad, elluviijad ja haldajad. Ohutusfilosoofia viitab inimeste ekslikkusele, mistõttu tuleb liikluskeskkond muuta selliseks, mis vähendab võimalikult palju inimlike eksimuste võimalusi ja kahjusid, mis kaasnevad liiklusõnnetustega. Muutusi ajendavad mehhanismid on süsteemi kavandajad, elluviijad ja haldajad, kes peavad tekitama eeldusi ohutuks liiklemiseks ning osapooled on kohustatud ohutuse saavutamiseks olema valmis muutusteks [14].

1.4.2 Kergliiklejad

Kergliiklejate teeületuse võimaluste kavandamine ristmikel ja tänavalõikudel peab toimuma juhtumipõhiselt liiklusohutuse ja -mugavuse nõuetest lähtudes. Keskenduma peab kergliiklejate ohutuse nõuetele, kuid silmas tuleb pidada ka lõikuvate tänavate liigist tulenevaid tasakaalustatuse nõudeid. Lähtetaset (H) tuleb kasutada kergliiklusteedel, kus kergliiklustee kasutajate hulgas on palju lapsi, eakaid ja vaegliiklejaid [4].

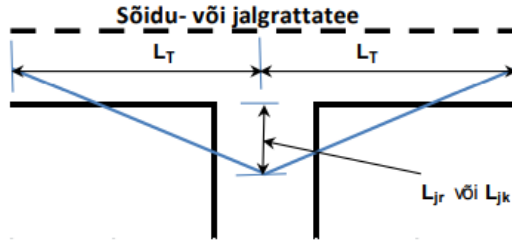
Järgneval joonisel (Joonis 7) on esitatud lõikumisviiside valikud sõltuvalt suurimast lubatud kiirusest ning sõidukite tipptunni liiklussagedusest [4].



RAH	rahustatud liiklus
	tähistatud ülekäigurada
	tähistatud ja ohutussaartega ülekäigurada
	ohutussaartega ülekäigukoht
	foorjuhitav ülekäigurada
	eritasandiline lahendus (tunnel, viadukt)

Joonis 7. Lõikumisviiside valik vastavalt kiirusele ja liiklussagedusele (allikas: EVS 843:2016)

Sõltumata teeületuse liikluskorralduse tüübist nii ristmikul kui ka tänaval, tuleb kergliiklejatele tagada ohutud nähtavuskaugused enne teeületuse alustamist. Lisaks peavad teeületust alustavad kergliiklejad olema nähtavad sõidukijuhtidele [4]. Järgneval joonisel (Joonis 8) on välja toodud kergliiklejate nähtavuskaugused [4].



Suurim lubatud kiirus, km/h	Hea	Rahuldav	Erandlik
Auto nähtavuskaugus kergliiklejale L_T, m			
20	25	15	10
30	40	25	20
40	60	35	30
50	80	45	40
60*	100	70	60
70**	150	120	100
Jalgratturi ja liiklemise abivahendi kasutaja nähtavuskaugus L_{jr}, m			
20	5	3	2
30	10	5	3
Jalakäija nähtavuskaugus L_{jk}, m			
	5	3	2
* Ainult ohutussaartega ületuskoht.			
** Ainult foorjuhitav ületusrada.			

Joonis 8. Kergliiklejate nähtavuskaugused (allikas: EVS 843:2016)

1.4.3 Kiiruspiirang

Liiklusseaduse kohaselt on asulavälisel teel kiiruspiirang 90 km/h ning asulasisesel teel 50 km/h. Suurima lubatud sõidukiiruse suurendamise korra ning tingimused kehtestab majandus- ja kommunikatsiooniminister määrusega [15].

1.5 Liiklusohutus Elva kohalikus omavalitsuses

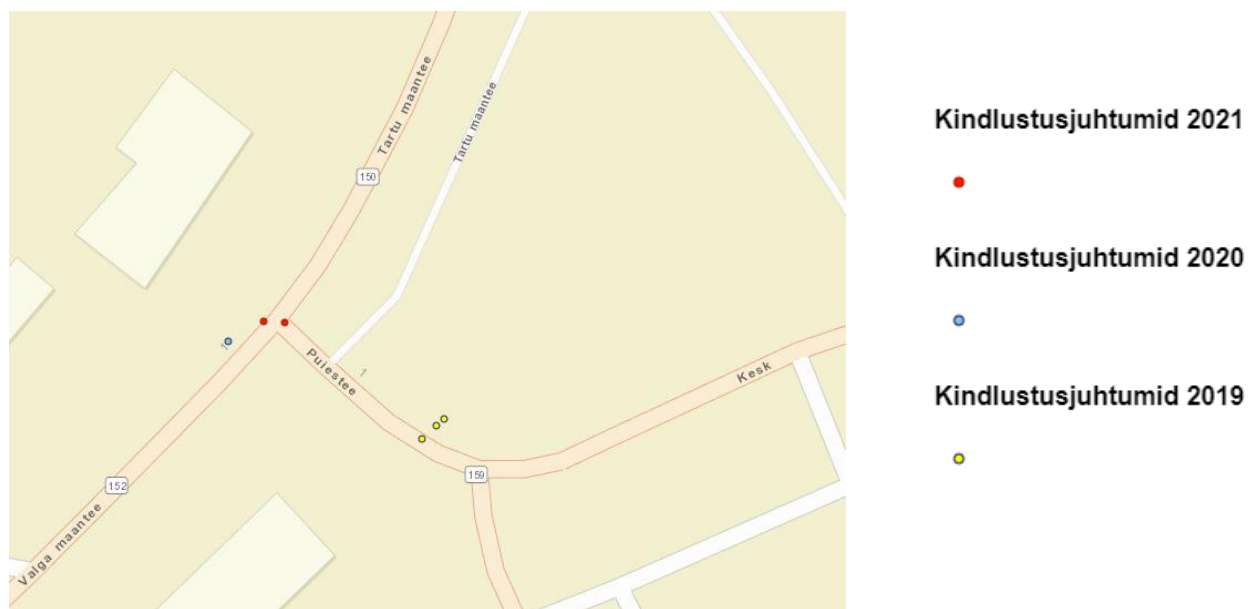
Elva valla 2019-2025. aasta arengukava kohaselt on üheks põhiliseks eesmärgiks atraktiivse elukeskkonna loomine, millest tulenevalt on üks alaesmärk turvalisuse tagamine läbi ülekäiguradade lisamise vallateedele [2].

1.6 Liiklusõnnetused Elva vallas

Viimasel kolmel aastal on mõlemal uuritava ristmikul toimunud kokku kaheksa kindlustusjuhtumit. Nendest sagedasemad juhtumid olnud kokkupõrked ristaval teel oleva liiklejaga [16]. Järgnevates alapeatükkides on kirjeldatud, milliste juhtumitega oli tegu vastaval ristmikul.

1.6.1 Ristmik A

Viimase kolme aasta jooksul (2019-2021) on Ristmikul A registreeritud kokku kuus kindlustusjuhtumit (Joonis 9). Aastal 2019 on registreeritud kolm kindlustusjuhtumit ning nende põhjuseks on olnud kokkupõrked ristaval teel oleva liiklejaga. Aastal 2020 on registreeritud üks kindlustusjuhtum, mille põhjuseks on olnud samuti olnud kokkupõrge ristaval teel oleva liiklejaga. Aastal 2021 on novembri seisuga registreeritud kaks kindlustusjuhtumit, millest üks on seotud tagant otsasõiduga ning teine kokkupõrkega ristaval teel oleva liiklejaga [16].



Joonis 9. Ristmikul A toimunud liiklusjuhtumite asukohad (allikas: LKF, liiklusõnnetuste kaart)

1.6.2 Ristmik B

Viimase kolme aasta jooksul (2019-2021) on Ristmikul B registreeritud kaks kindlustusjuhtumit ning mõlemad juhtumid on toimunud aastal 2021 novembri seisuga (Joonis 10). Ühe juhtumi põhjuseks on tagant otsasõit ning teise juhtumi põhjuseks on kokkupõrge ristaval teel oleva liiklejaga [16].



Joonis 10. Ristmikul B toimunud liiklusjuhtumite asukohad (allikas: LKF, liiklusõnnetuste kaart)

2 METOODILINE OSA

2.1 Metoodika

Andmete kogumiseks kasutati kvantitatiivset meetodit. Kvantitatiivse meetodi puhul teostati liiklusloendus, linnakiiruse mõõtmine ja simulatsiooni teostus ning analüüs.

2.2 Protseduurid

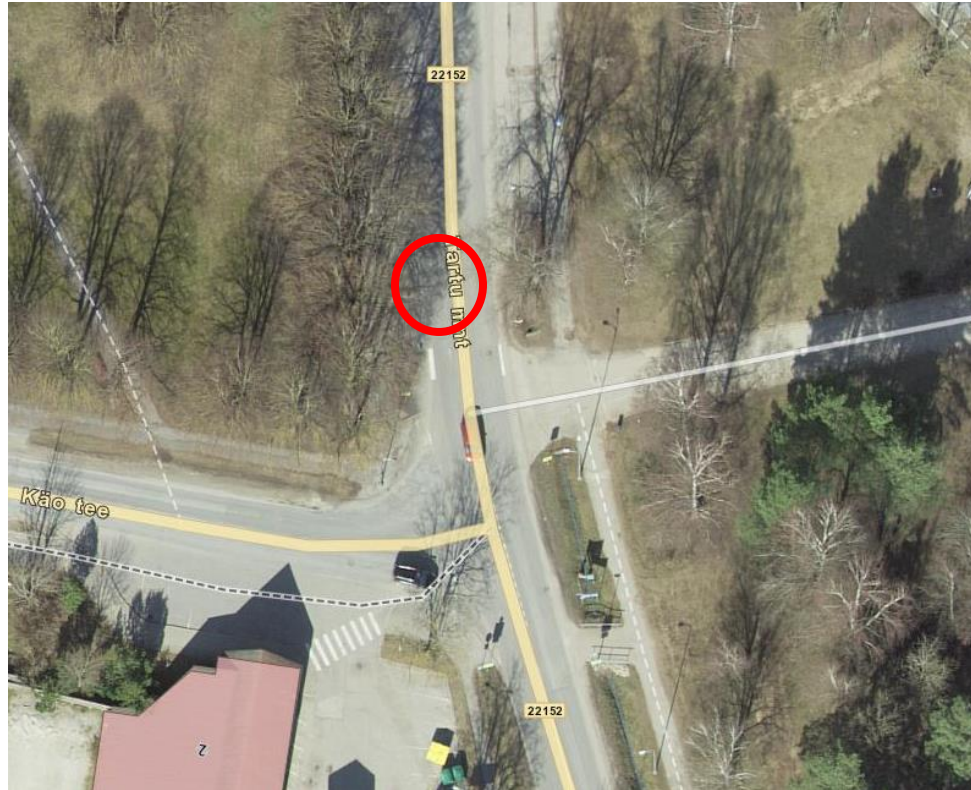
2.2.1 Liiklusloendus

Liiklusloendused teostati 2021. aasta septembri kahel esimesel nädalal. Ristmiku A puhul teostati hommikuse tipptunni loendus 7. septembril ajavahemikus 7.00-9.00 ning õhtune tipptund 16.00-18.00 ajavahemikus. Loendusasukohaks osutus Elva Kaubanduskeskuse parkla (Joonis 11), kus üles filmiti tipptunni liiklus ning seejärel video põhjal teostati loendus.



Joonis 11. Ristmiku A loenduskoht, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

Ristmiku B loendus teostati 14. septembril ning samuti ajavahemikel 7.00-9.00 ning 16.00-18.00. Asukohaks osutus ristmiku juures olev parkla, mis asub Tartu mnt ääres (Joonis 12). Sel korral teostati loendus kohapeal ilma tipptundi üles filmimata.



Joonis 12. Ristmiku B loenduskoht, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

Loendustulemuste kajastamiseks on kasutatud loenduslehte, mis tuleneb „Liiklusloenduse metoodika koormussageduse määramise“ juhendist. Loendus on jagatud 15-minutilisteks tsükliteks ning sõidukid on jaotatud vastavatesse kategooriatesse.

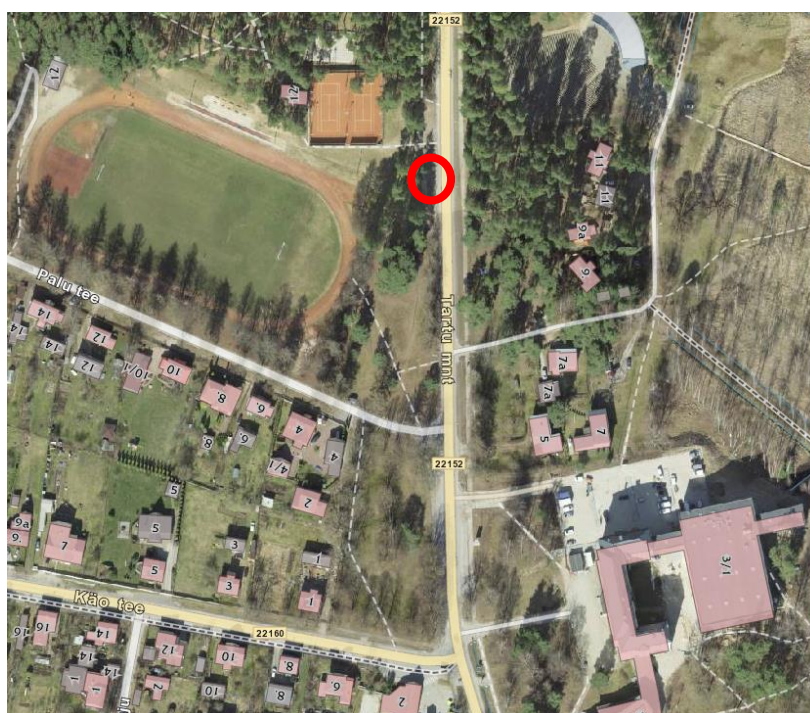
2.2.2 Sõidukiiruste mõõtmine

Sõidukiiruste mõõtmised teostati 2021. aasta septembri viimasel nädalal. Ristmiku A puhul teostati mõõtmine nii hommikuse kui ka õhtuse tipptunni ajal (tipptunnid selgusid liiklusloenduse tulemustest) 29. septembril, asukohaga Elva Olerexi parkla, mis asub Valga mnt ääres ning jääb ristmikust ligikaudu 50 m kaugusele (Joonis 13). Antud lõigul, kus kiirust mõõdeti, oli piirkiiruseks 50 km/h.



Joonis 13. Ristmiku A kiirusmõõtmise asukoht, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

Ristmiku B puhul teostati mõlemad sõidukiiruse mõõtmised 28. septembril hommikuse kui ka õhtuse tipptunni ajal, asukohaga oli Elva Linnastaadioni parkla, mis asub Tartu mnt ääres ning jääb ristmikust ligikaudu 200 m kaugusele (Joonis 14). Antud lõigus, kus mõõtmine teostati, oli piirkiiruseks 40 km/h.



Joonis 14. Ristmiku B kiirusmõõtmise asukoht, joonisel märgitud punasega (ortofoto: Maa-amet)

Teada saamaks ristmikele lähenevate sõidukite keskmist sõidukiirust, mõõtis töö autor tipptundide ajal 100 sõiduki kiirust. Selle tulemusel arvutati välja keskmine sõidukiirus. Mõõtevahendiks oli Tallinna Tehnikakõrgkoolilt laenatud kiirusemõõtja Traffipax TraffiPatrol XR (kategooria B), mille mõõteviga on ± 3 km/h .

2.2.3 Simulatsioonide loomine

Simulatsioonide koostamisel on töö autor kasutanud PTV Vissim mikrosimulatsiooni mudeli programmi. Koostatud on 12 stsenaariumi (Tabel 2), mis põhinevad lahendusvariantide (vt ptk 3.3) hommikusele tipptunnile ja sõidukite kasvuprotsendile. Kasvuprotsentideks on määratud 5% ja 10%, selgitamaks, kuidas lahendusvariandid toimivad sõidukite arvu kasvu arvestades.

Tabel 2. Stsenaariumite kirjeldused

Stsenaariumi nr	Ristmik A	Ristmik B
Stsenaarium nr 1	Olemaolev olukord	Olemaolev olukord
Stsenaarium nr 2	Lahendusvariant nr 1	Olemaolev olukord
Stsenaarium nr 3	Lahendusvariant nr 2	Olemaolev olukord
Stsenaarium nr 4	Lahendusvariant nr 3	Olemaolev olukord
Stsenaarium nr 5	Olemaolev olukord + 5% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 5% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 6	Lahendusvariant nr 1 + 5% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 5% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 7	Lahendusvariant nr 2 + 5% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 5% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 8	Lahendusvariant nr 3 + 5% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 5% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 9	Olemaolev olukord + 10% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 10% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 10	Lahendusvariant nr 1 + 10% sõidukite kasv	Olemaolev olukord + 10% sõidukite kasv

Stsenaariumi nr	Ristmik A	Ristmik B
Stsenaarium nr 11	Lahendusvariant nr 2 + 10% sõidukite kasv	Olemasolev olukord + 10% sõidukite kasv
Stsenaarium nr 12	Lahendusvariant nr 3 + 10% sõidukite kasv	Olemasolev olukord + 10% sõidukite kasv

Esmalt loodi baasstsenaarium (Stsenaarium 1) ehk antud lõputöö kirjutamise ajal olemasolev olukord. Selle jaoks loodi teedevõrgustik, kuhu oli määratud piirkiirus, liikluskorraldus ja sõidukite liikumissuunad. Seejärel sisestati sõidukite liiklussagedused, mis tulenesid liiklusloenduse tulemustest (vt ptk 3.1). Baasstsenaariumi põhjal loodi ka järgnevad stsenaariumid, mis tuginesid lahendusvariantidele. Protsess oli sama, kuid vastavalt stsenaariumitele muudeti liikluskorraldust, sõidukite liikumissuundi ning sõidukite arvu vastavalt määratud protsendile.

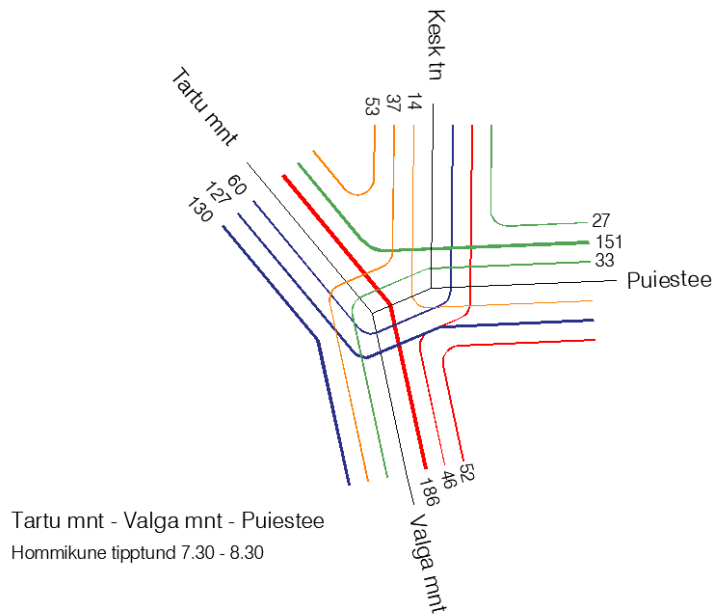
Ristmiku A kolmanda lahendusvariandi kohaselt tuli luua ka fooriprogramm, mis on koostatud PTV Vissim programmis. Selleks arvutati esmalt välja kaitseajad ning seejärel sai programmis fooriprogrammi koostama hakata.

3 UURIMISTULEMUSED

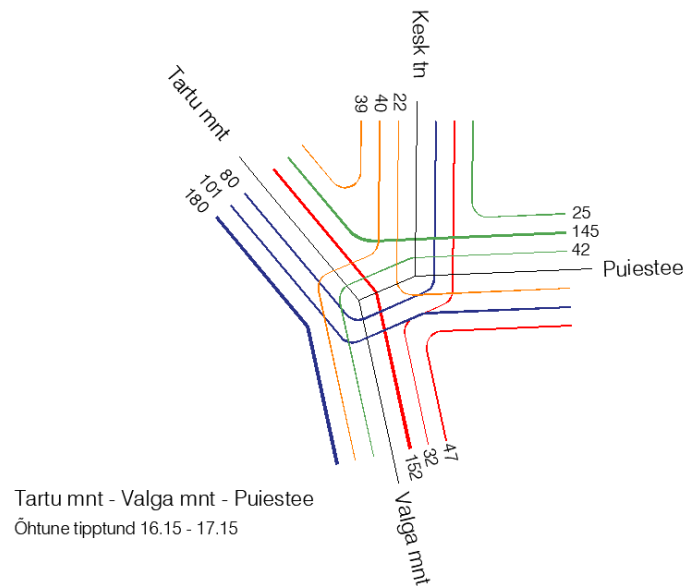
3.1 Liiklusloenduse tulemused

Ristmike loendustulemuste põhjal on koostatud vastavad skeemid, mis kajastavad eraldi nii hommikuse kui ka õhtuse tipptunni loendustulemusi. Peatükis 1.2.1 on täpsemalt kirjeldatud, kuidas liiklusloendus teostati.

Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ristmiku hommikune tipptund jääb ajavahemikku 7.30-8.30 ning hommikuse tipptunni jooksul läbis ristmikku 916 sõidukit (Joonis 15). Õhtuse tipptunni ajavahemik jääb 16.15-17.15 vahele ning tipptunniga läbis ristmikku 905 sõidukit (Joonis 16). Kõige suurem liiklussagedus oli Valga mnt, Tartu mnt ja Puiestee tänavatel.

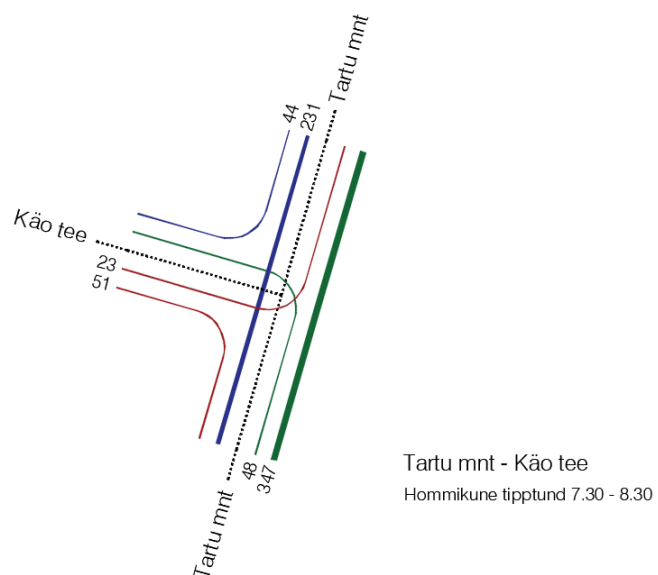


Joonis 15. Puiestee - Valga mnt - Tartu mnt ristmiku hommikuse tipptunni loendustulemused

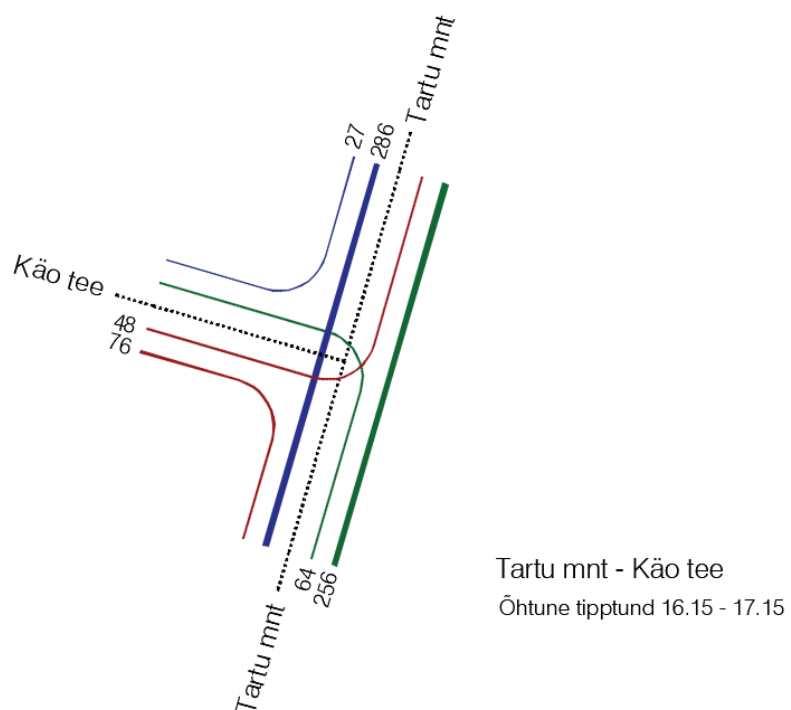


Joonis 16. Tartu mnt - Valga mnt - Puiestee ristmiku õhtuse tipptunni loendustulemused

Tartu mnt – Käo tee ristmikul kujunes hommikuseks tipptunniks ajavahemik 7.30-8.30 ning tipptunni jooksul läbis ristmikku 744 sõidukit (Joonis 17). Õhtuse tipptunni ajavahemik jääb 16.15-17.15 vahele ning tipptunni jooksul läbis ristmikku 757 sõidukit (Joonis 18). Kõige suurema koormuse sai Tartu mnt, kuna tegemist on peatänavaga, mida kasutatakse nii Tartu kui ka Valga vahel sõitmiseks. Lisaks asub selle tänava ääres asub kool, kuhu lapsevanemad oma lapsi hommikuti viivad.



Joonis 17. Tartu mnt - Kõo tee ristmiku hommikuse tipptunni loendustulemused



Joonis 18. Tartu mnt - Kõo tee ristmiku õhtuse tipptunni loendustulemused

3.2 Sõidukiiruste mõõtmise tulemused

Sõidukiiruste mõõtmise tulemusena saab väita, et mõlemal juhul on keskmine kiirus mõõdetud lõikudes suurem, kui seda on piirkiirus. Ristmikul A, kus piirkiiruseks on 50 km/h, mõõdeti hommikuse tipptunni (HTT) keskmiseks ristmikule lähenevaks kiiruseks 56 km/h ning õhtuse tipptunni (ÕTT) ajal 54 km/h (Tabel 3).

Tabel 3. Ristmiku A sõidukiiruste mõõtmise tulemused

Ristmik A	Keskmine	Maksimaalne
HTT	56 km/h	58 km/h
ÕTT	54 km/h	57 km/h

Ristmikul B, kus piirkiiruseks on 40 km/h, mõõdeti hommikuse tipptunni ajal ristmikule lähenevaks keskmiseks kiiruseks 47 km/h ning õhtusel tipptunnil 48 km/h (Tabel 4).

Tabel 4. Ristmiku B sõidukiiruste mõõtmise tulemused

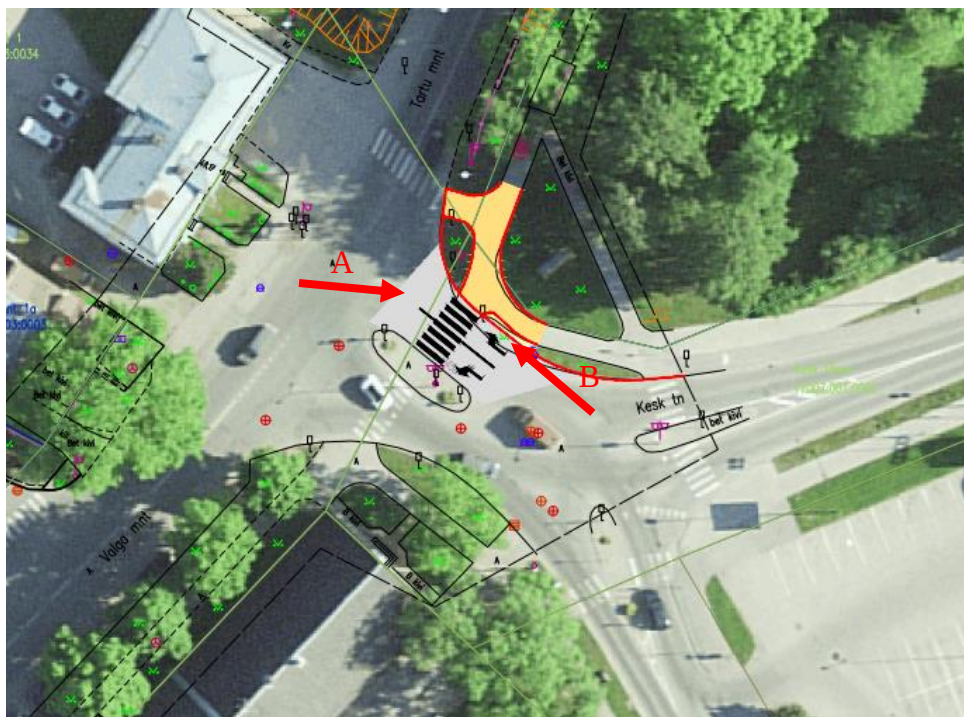
Ristmik B	Keskmine	Maksimaalne
HTT	47 km/h	63 km/h
ÕTT	48 km/h	57 km/h

3.3 Alternatiivsed lahendused

Alternatiivsete lahenduste koostamisel on töö autor kasutanud EVS Linnatänavate standardit ning tarkvara AutoCAD-i. Alternatiivsete lahendusvariantide koostamisel käsitleb autor teoreetilises osas väljatoodud põhimõtteid ja aluseid. Samuti projekteerimisnormide tingimusi (H, R, E).

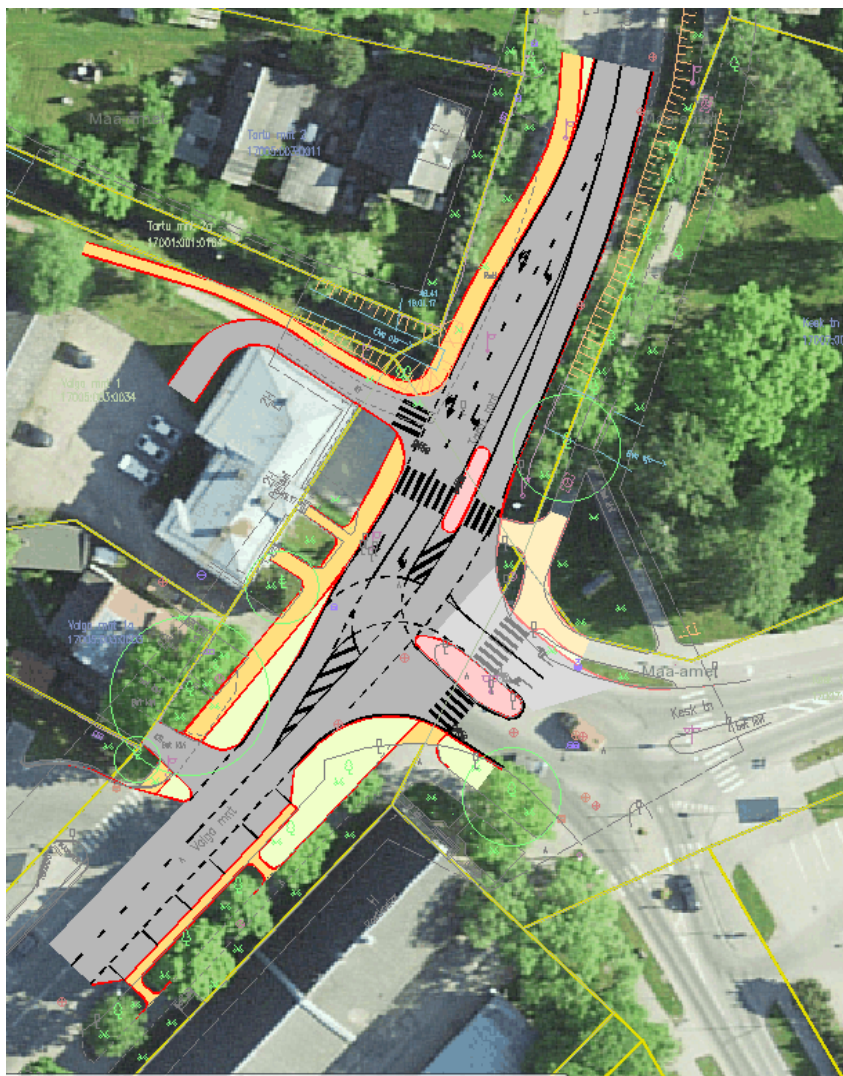
3.3.1 Ristmik A

Esimeses variandis on Puiestee tänav tehtud Tartu mnt – Valga mnt ristumisel kaherealiseks ehk eraldi vasak- (A) ja parempöörde rada (B), mille tulemusel saavad sõidukid vastavalt reastuda ning läbilaskvus suureneb (vt Joonis 19).



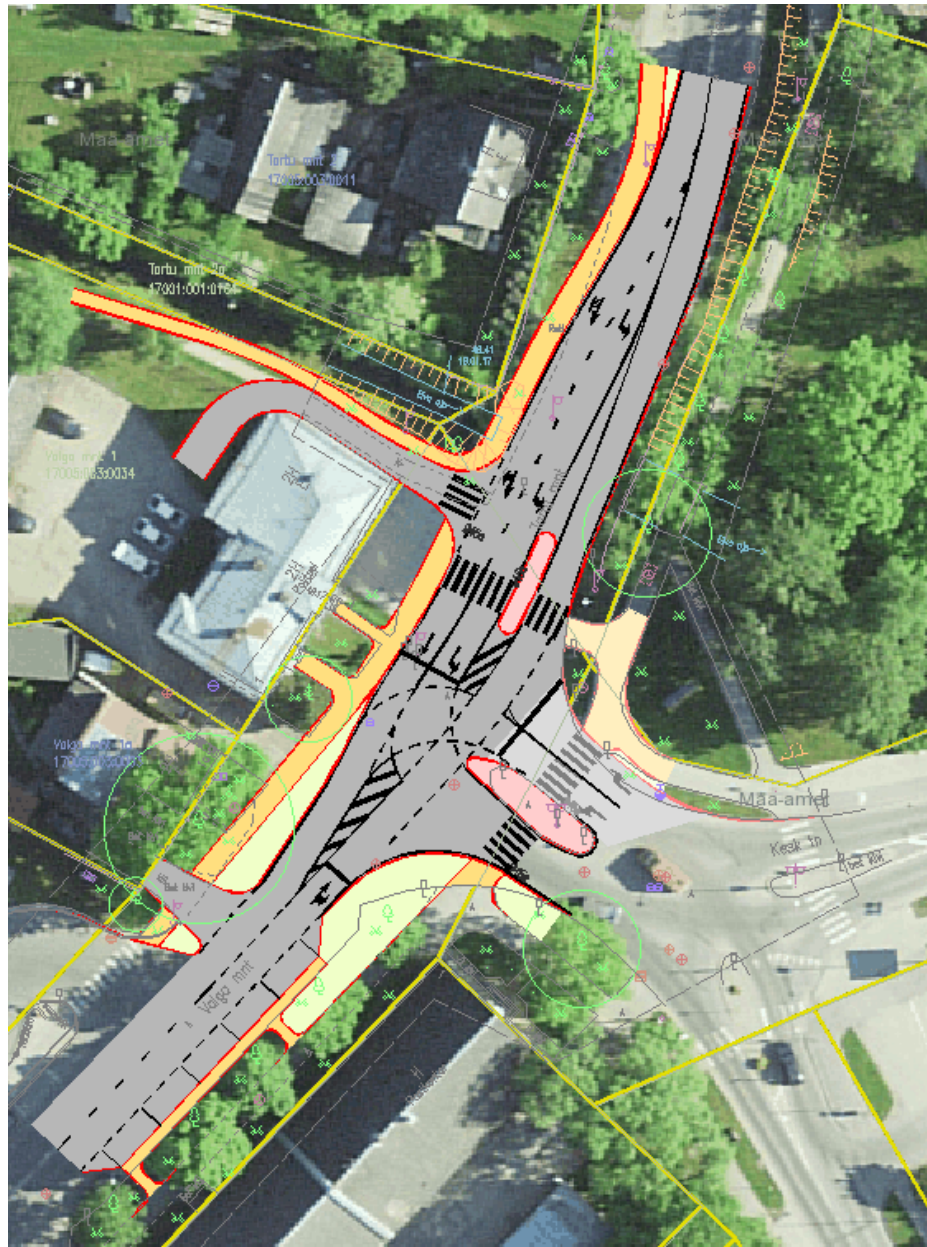
Joonis 19. Ristmiku A lahendusvariant 1

Teiseks lahenduseks on tehtud Tartu mnt-le eraldi vasakpöörde rada eesmärgiga, et vasakpöörde sooritajad ei takistaks liiklusvoogu Tartu mnt-lt Valga mnt-le (Joonis 20). Sälinud on ka esimene lahendusvariant. Lisaks on liigutatud ka Valga mnt-l asuvaid parkimiskohti, et parendada nähtavuskolmnurka. Muudetud on ka Valga mnt 1 hoone juurdepääs, et ei tekiks konfliktikohti uue liikluskorraldusega.



Joonis 20. Ristmiku A lahendusvariant 2

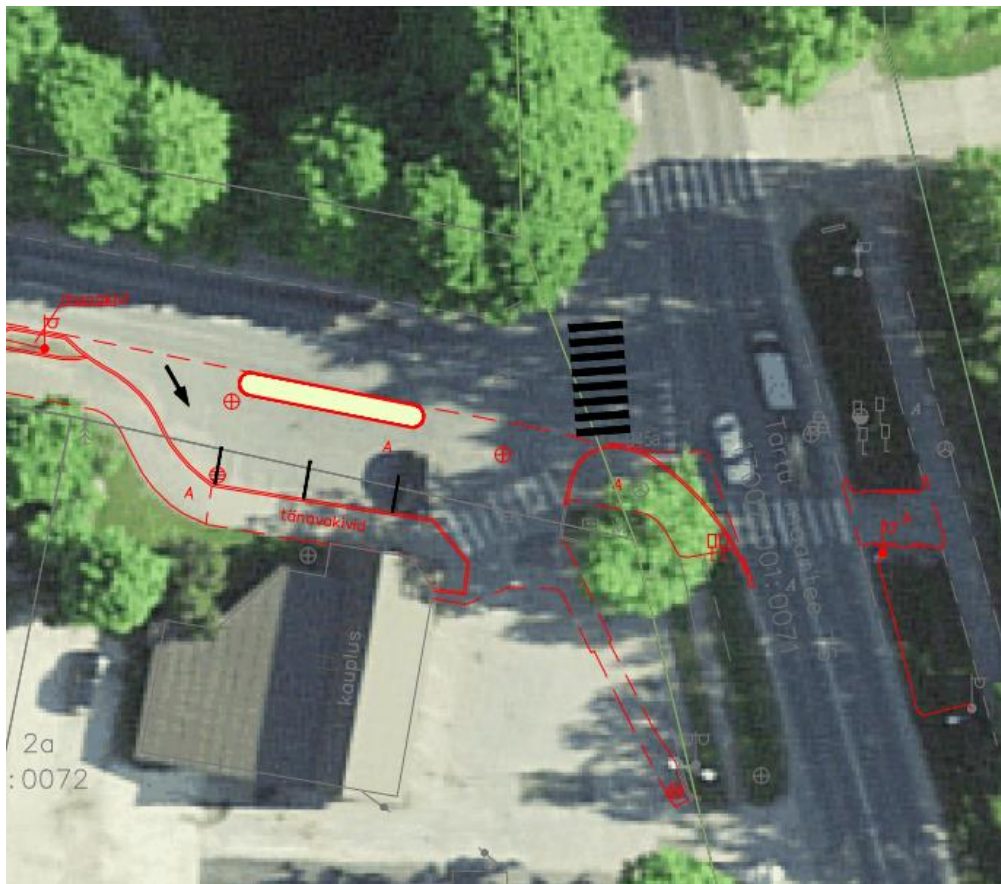
Kolmandaks variandiks on töö autor välja pakkunud fooridega reguleeritud ristmiku, mille liikluskorraldus põhineb lahendusvariandile 2 (Joonis 21). Fooritsükliid on välja töötatud PTV Vissim programmi abil ning lähtutud on ka EVS Linnatänavate standardile ning Liiklusseaduse 4. peatükist „Nõuded fooridele“. Fooriprogramm on välja toodud Lisas 1.



Joonis 21. Ristmiku A lahendusvariant 3

3.3.2 Ristmik B

Ristmiku B esimeseks lahendusvariandiks on muudatus Käo kaupluse parkimises. Töö koostamise hetkel on Käo kaupluse Käo tee äärne parkimine korraldatud 90 kraadise nurga all, kuid uue lahenduse kohaselt on parkimine 0 kraadise nurga all ning parkimisala eraldamiseks sõiduteest on ette nähtud 2 m laiune mururiba (Joonis 22). Samuti on lisatud ülekäigurada Käo teele, et Tartu mnt vasakul pool liiklevad kergliiklejad saaksid otse juurdepääsu Käo kauplusele.



Joonis 22. Ristmiku B lahendusvariant 1

3.4 Ristmike teenindustasemed

Ristmike teenindustasemed on saadud PTV Vissim programmist, kus on koostatud ja modelleeritud 12 stsenaariumi. Stsenaariumid põhinevad lahendusvariantidele ning sõidukite arvu kasvule (vt ptk 2.2.3). Ristmiku B puhul on kasutatud kõikides stsenaariumites olemasolevat olukorda, kuna ühe ülekäigu lisamine simulatsiooni tulemusi ei mõjuta. Põhjalikum ülevaade ristmike teenindustasemetest on lisatud lisadesse (Lisa 2 – Lisa 13), kus on näha teenindustaset suundade kaupa. Järgnevates alapeatükkides käsitleb töö autor suuremaid muudatusi, mis esinesid simulatsioonide tulemustes.

3.4.1 Stsenaarium 1

Stsenaariumis 1 ehk baasstsenaariumis käsitleti mõlema ristmiku olemasolevat olukorda, kus kajastub loendustulemustele põhineva liiklussagedus Liiklussagedused on esitatud alampeatükis 3.1. Mõlema

ristmiku puhul on üldiseks teenindustasemeks A, kuid Ristmiku A puhul sai suund Tartu mnt – Kesk tn teenindustaseme B (Tabel 5).

Tabel 5. Stsenaariumi 1 tulemused

Stsenaarium 1	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	70,03	50,63
Keskmine ooteaeg, s	5,6	4,19

3.4.2 Stsenaarium 2

Stsenaariumis 2 on kasutusele võetud Ristmiku A lahendusvariant 1 (vt ptk 3.3.1), säilib Ristmiku B olemasolev olukord ja liiklussagedused põhinevad samuti loendustulemuste andmetele. Eelnevas stsenaariumis teenindustaseme B saanud Tartu mnt – Kesk tn suund on antud stsenaariumis saavutanud taseme A. Ristmiku A puhul on maksimaalne ootejärjekorra pikkus suurenenud, kuid keskmine ooteaeg vähenenud. Samuti Ristmiku B tulemused on paranenud (Tabel 6).

Tabel 6. Stsenaariumi 2 tulemused

Stsenaarium 2	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	74,92	34,09
Keskmine ooteaeg, s	4,99	1,06

3.4.3 Stsenaarium 3

Stsenaariumis 3 on kasutusele võetud Ristmiku A lahendusvariant 2 (vt ptk 3.3.1), säilib Ristmiku B olemasolev olukord ja liiklussagedused põhinevad loendustulemuste andmetel (Tabel 7). Antud

stsenaariumi puhul lisandus Ristmikul A teenindustasemelt A B-le langevaid suundi. Samuti on mõlema ristmiku puhul suurenenud maksimaalne järjekorra pikkus ja keskmine ooteaeg.

Tabel 7. Stsenaariumi 3 tulemused

Stsenaarium 3	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	96,95	58,21
Keskmine ooteaeg, s	6,18	1,34

3.4.4 Stsenaarium 4

Stsenaariumis 4 on kasutusele võetud Ristmiku A lahendusvariant 3 (vt ptk 3.3.1), mis hõlmab fooriprogrammi rakendust ning säilib Ristmiku B olemasolev olukord. Liiklussagedused põhinevad loendustulemuste andmetel. Antud stsenaariumi tulemused (Tabel 8) on muutunud madalamaks võrreldes eelnevate stsenaariumitega, mis olid ilma fooriprogrammita. Madalamaks on muutunud Ristmiku A teenindustase ja pikenenud on keskmine ooteaeg.

Tabel 8. Stsenaariumi 4 tulemused

Stsenaarium 4	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	D	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	89,19	64,28
Keskmine ooteaeg, s	39,79	3,11

3.4.5 Stsenaarium 5

Stsenaariumis 5 on kasutusel mõlema ristmiku olemasolev olukord, kuid liiklussagedust on suurendatud 5% võrra nägemaks, kuidas lisanduv sõidukite arv mõjutab olemasolevat liikluskorraldust. Ainuke

suund, mis sai Ristmikul A teenindustasemeks B, on Tartu mnt – Kesk tn suund (Tabel 9). Teistel suundadel, nii Ristmiku A kui ka Ristmiku B puhul säilisid teenindustasemed A.

Tabel 9. Stsenaariumi 5 tulemused

Stsenaarium 5	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	81,25	6,1
Keskmine ooteaeg, s	6,1	1,14

3.4.6 Stsenaarium 6

Stsenaariumis 6 on kasutusel Ristmiku A lahendusvariant 1 ning Ristmiku B olemasolev olukord, samuti liiklussagedust on suurendatud 5%, võrra nägemaks, kuidas lahendusvariant suurenenud liikluskooormust teenindab. Antud stsenaariumis säilib Ristmikul A olev suund Tartu mnt – Kesk tn teenindustasemega B (Tabel 10).

Tabel 10. Stsenaariumi 6 tulemused

Stsenaarium 6	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	69,89	4,79
Keskmine ooteaeg, s	38,08	1,17

3.4.7 Stsenaarium 7

Stsenaariumis 7 on kasutusel Ristmiku A lahendusvariant 2 ning Ristmiku B olemasolev olukord, samuti liiklussagedust on suurendatud 5% võrra, nägemaks, kuidas lahendusvariant suurenenud liikluskooormust teenindab. Antud stsenaariumis said kõik suunad teenindustasemeks A (Tabel 11).

Tabel 11. Stsenaariumi 7 tulemused

Stsenaarium 7	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	68,05	5,34
Keskmine ooteaeg, s	52,88	1,26

3.4.8 Stsenaarium 8

Stsenaariumis 8 on kasutusele võetud Ristmiku A lahendusvariant 3, mis hõlmab fooriprogrammi, säilib Ristmiku B olemasolev olukord ja liiklussagedust on samuti 5% võrra suurendatud. Ka selle stsenaariumi puhul, kus on lisatud fooriprogramm, on teenindustasemed läinud madalamaks võrreldes ilma fooriprogrammita stsenaariume. Madalamaks on muutunud nii maksimaalsed järjekorra pikkused kui ka keskmised ooteajad (Tabel 12).

Tabel 12. Stsenaariumi 8 tulemused

Stsenaarium 8	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	D	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	89,07	62,83
Keskmine ooteaeg, s	44,68	3,3

3.4.9 Stsenaarium 9

Stsenaariumis 9 on kasutusel mõlema ristmiku olemasolev olukord, kuid liiklussagedust on suurendatud 10% võrra, nägemaks, kuidas olemasolev liikluskorraldus suurenenud liiklussagedust teenindada jõuab. Eelnevates stsenaariumites oli madalamaiks suunaks Ristmiku A puhul Tartu mnt – Kesk tn suund, siis antud stsenaariumis on lisandunud ka Tartu mnt – Puiestee ning Puiestee – Tartu mnt suund, kus

teenindustase on langenud B-le (Tabel 13). Mõlema ristmiku üldine teenindustase on säilinud teenindustasemega A.

Tabel 13. Stsenaariumi 9 tulemused

Stsenaarium 9	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	86,04	49,6
Keskmine ooteaeg, s	6,83	1,38

3.4.10 Stsenaarium 10

Stsenaariumis 10 on kasutusel Ristmiku A lahendusvariant 1 ning Ristmiku B olemasolev olukord, samuti liiklussagedust on 10% võrra suurendatud, nägemaks, kuidas lahendusvariant teenindab suurenenud liikluskoormust. Antud stsenaariumi puhul jääb madalamaiks suunaks Tartu mnt – Kesk tn suund. Eelmises stsenaariumis olnud suunad teenindustasemega B on taastunud teenindustasemeks A (Tabel 14).

Tabel 14. Stsenaariumi 10 tulemused

Stsenaarium 10	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	79,9	56,29
Keskmine ooteaeg, s	5,54	1,38

3.4.11 Stsenaarium 11

Stsenaariumis 11 on kasutusel Ristmiku A lahendusvariant 2 ning Ristmiku B olemasolev olukord, kus liiklussagedust on 10% võrra suurendatud, nägemaks, kuidas antud lahendusvariant suudab suurenenud liikluskooormust teenindada. Antud stsenaariumis tuli Ristmikul A suund Puiestee – Tartu mnt teenindustasemega B, teistel säilis teenindustase A (Tabel 15).

Tabel 15. Stsenaariumi 11 tulemused

Stsenaarium 11	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	A	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	91,36	52,23
Keskmine ooteaeg, s	6,07	1,43

3.4.12 Stsenaarium 12

Stsenaariumis 12 on kasutusele võetud Ristmiku A lahendusvariant 3, mis hõlmab fooriprogrammi. Lisaks säilib Ristmiku B olemasolev olukord ning liiklussagedusi on samuti 10% võrra suurendatud, et näha, kuidas antud lahendusvariant suudab teenindada suurenenud liikluskooormust. Tulemustes kajastub, siis on selle stsenaariumi puhul muutunud teenindustasemed madalamaks fooriprogrammi lisamise tõttu (Tabel 16). Suurenenud on nii järjekorra pikkused kui ka keskmised ooteajad.

Tabel 16. Stsenaariumi 12 tulemused

Stsenaarium 12	Ristmik A	Ristmik B
Teenindustase	D	A
Maksimaalne järjekorra pikkus, m	90,76	69,27
Keskmine ooteaeg, s	48,03	3,39

4 TULEMUSTE ANALÜÜS JA ETTEPANEKUD

4.1 Tulemuste analüüs

PTV Vissim programmi abil modelleeris ja analüüsis töö autor 12 stsenaariumi. Kõige paremate tulemustega olid stsenaariumid, kus rakendati Ristmiku A lahendusvariante 1 ja 2, kuid 10% liikluskasvu suutis ära teenindada Ristmiku A lahendusvariant 2, kus kõikide suundade teenindustasemed jäid tasemele A.

Kõige madalamad tulemused ilmnesisid stsenaariumites, kus oli kasutusele võetud fooriprogramm Ristmiku A puhul. Fikseeritud programmiga foorjuhitav ristmik ongi madalate liikluskoormuste juures reguleerimata ristmikuga võrreldes ebaefektiivne, sest sobivat fooritakti peavad juhid ootama kauem, kui reguleerimata ristmikul. See eest on mitmel juhul just fooriprogrammiga stsenaariumites järjekorra pikkus väiksem, kui teiste stsenaariumite puhul.

4.2 Parandusettepanekute selgitamine

Kõigi stsenaariumite tulemuste põhjal saab väita, et ka 10% liikluskasvu suudab ära teenindada Ristmiku A lahendusvariant 2. Kuid oluliseks tuleb pidada ka kergliiklejate ohutust. Fooriprogrammiga lahendusvariant oli küll teenindustasemete põhjal kõige madalaim Ristmiku A puhul, kuid kindlasti ohutuim, kuna fooriprogramm eraldas liikluse liikumisest jalakäijad ja sõidukid. Silmas tuleb ka pidada, et mõlemad ristmikud asuvad tõmbekeskuste juures (kool, toidukauplus, raamatukogu jne) ehk uuritavas piirkonnas on palju jalakäijaid.

Töö autor leiab, et tipptunni puhul kõige ohutumaks variandiks, kergliiklejaid silmas pidades, on kasulik kasutada varianti, kus rakendatakse Ristmiku A lahendusvarianti 2 koos fooriprogrammiga, kuna hommikusel tipptunnil liigub rohkem sõidukeid uuritavas piirkonnas ning ülekäigurajad on reguleeritud ainult liiklusmärkidega. Lisaks tuleks rakendada ka Ristmiku B lahendusvarianti 1, kus tuleb lisa ülekäigurada Käo tee. Sellise lahendusvariandi puhul kaovad Ristmiku A ja B probleemkohad ning mõlemad ristmikud muutuksid turvalisemaks nii sõidukijuhtidele kui ka kergliiklejatele.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö raames uuris lõputöö autor Elva linnas asuvat kahte ristmikku: Puiestee – Valga mnt – Tartu mnt ja Tartu mnt – Käo tee ristmikke. Uuringu käigus teostati liiklusloendus, sõidukiiruse mõõtmine ning koostati lahendusvariandid, mille põhjal tehti ka PTV Vissim programmi abil simulatsioon, milles on kokku 12 stsenaariumi. Stsenaariumite tulemuste saamiseks pandi suuremat rõhku autostumisele ehk kasvatati liiklussagedusi 5% ja 10% võrra, nägemaks, kas lahendusvariandid suudavad kasvava liikluskooormuse korral liiklust teenindada.

Lõputöö alguses püstitati kaks uurimisküsimust:

1. Millised probleemid esinevad mõlemal ristmikul?
2. Milliste lahendustega saab ristmikke muuta efektiivsemaks ja ohutumaks?

Uuringu käigus ilmnesisid erinevad probleemid mõlema ristmiku puhul. Ristmiku A suurimateks probleemideks kujunesid nähtavuskolmnurk ning ülekäigurada, mis jäi Tartu mnt-le. Ristmiku B probleemiks kujunes puuduolev ülekäigurada Käo teel ning Käo tee ääres oleva kaupluse parkimiskorraldus.

Uuringute ja analüüside põhjal koostati kokku neli lahendusvarianti: Ristmikul A kolm ja Ristmikul B üks lahendusvariant. Lahendusvariantide koostamisel lähtuti EVS Linnatänavate standardist ning jooniste tegemisel kasutati AutoCAD tarkvara. Lahendusvariantide põhjal valmistati ka simulatsioon, mis koosnes 12 stsenaariumist. Stsenaariumid põhinesid lahendusvariantidele ja liiklusloenduse tulemustele, mida olenevalt stsenaariumist kasvatati 5% või 10% kaupa, nägemaks, kuidas lahendusvariant teenindab suurenevat liikluskooormust.

Tulemuste ja analüüsi põhjal leiab töö autor, et ohutuim ja efektiivseim lahendus on Ristmiku A lahendusvariant 2 koos fooriprogrammiga ja Ristmiku B lahendusvariant 1. Kuna tegemist on ristmikuga, mis asuvad tõmbekeskuste läheduses (kool, toidukauplus, raamatukogu jne) ja uuritavas piirkonnas on palju jalakäijaid, siis sõidukite kui ka jalakäijate ohutuse huvides on fooriprogramm kõige ohutum lahendus.

Lõputöö autori hinnangul sai eesmärk täidetud ning soovitab Elva linnal analüüsida pakutud liikluskorralduslikke lahendusvariante. Nende lahendusvariantide kasutusele võttes uuritavas piirkonnas, mis on kasutatav paljude sõidukite kui ka jalakäijate poolt, muutuks liikluskeskkond ohutumaks.

SUMMARY

Traffic Analysis based on Puistee - Valga mnt - Tartu mnt and Tartu mnt - Kõo tee Intersections

One of the essential values of cities is a sense of security, and for people to own and use urban space, a sense of safety must be provided. More than 50 years ago, when massive motorization started to occur, the volume of road accidents as well as car traffic in cities grew uncontrollably. As a result, there is a growing fear of road accidents, which have had a devastating effect on the well-being of urban road users. The more cars there are in traffic, the more focus is on allocating extra space for car traffic and parking [1].

The objects under investigation are located in Elva, Tartu County: Puistee - Valga mnt - Tartu mnt and Tartu mnt - Kõo tee intersections. These are essential intersections, as the intersections are the main connection points with Tartu and Valga. According to the Elva rural municipality government, these are some of the most problematic intersections in Elva. Conjunctions are also used by many light traffic users, as there are different centres of attraction near both intersections.

This diploma thesis aims to analyze two intersections in Elva (Puistee - Valga mnt - Tartu mnt and Tartu mnt - Kõo tee) and then propose how to make the intersections more efficient (smoother throughput) and safer.

In the study, a traffic count was performed, the speed limit was measured, and solutions were compiled. Based on solutions, a simulation of the PTV Vissim program was performed, in which there were a total of 12 scenarios. To obtain the results of the scenarios, more emphasis was placed on car use, i.e. traffic frequencies were increased by 5% and 10%, to see whether the solutions can serve traffic even with increasing traffic load.

Based on the results and analysis, the author finds that the safest and most effective solution is Intersection A solution 2 with traffic light program and Intersection B solution 1. As these are intersections located near centres of attraction (school, grocery store, library, etc.) and have many pedestrians in the study area, then, in the interests of both vehicle and pedestrian safety, a traffic light program is a safe solution.

According to the author, the goal of the thesis was achieved. Also, the author recommends the city of Elva to account for the proposed traffic management solutions described earlier. The use of these solutions in the study area would make the traffic environment safer, which can be used by many vehicles and pedestrians.

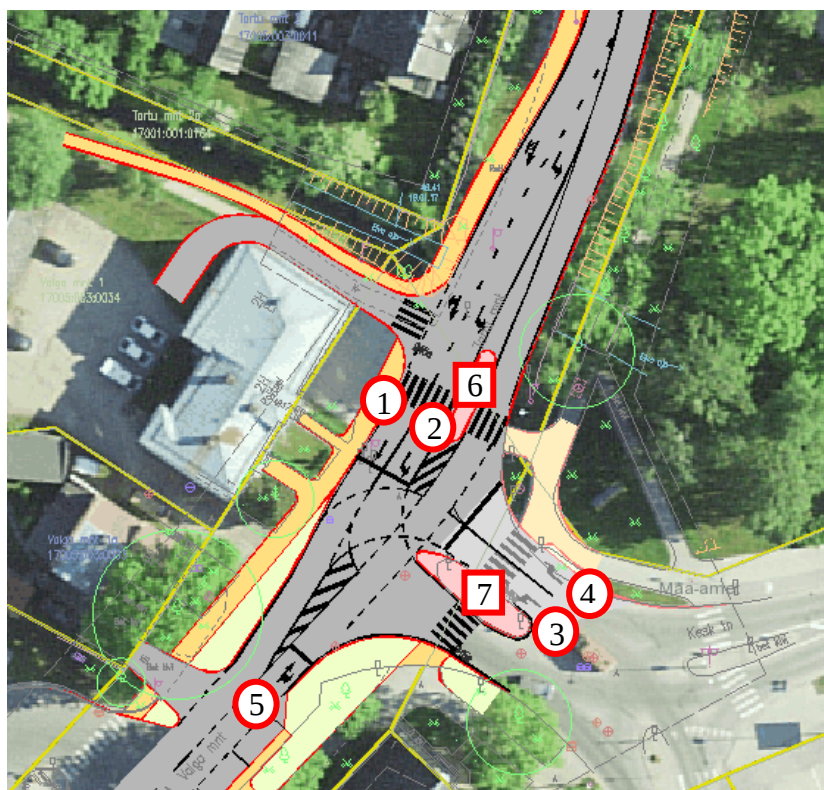
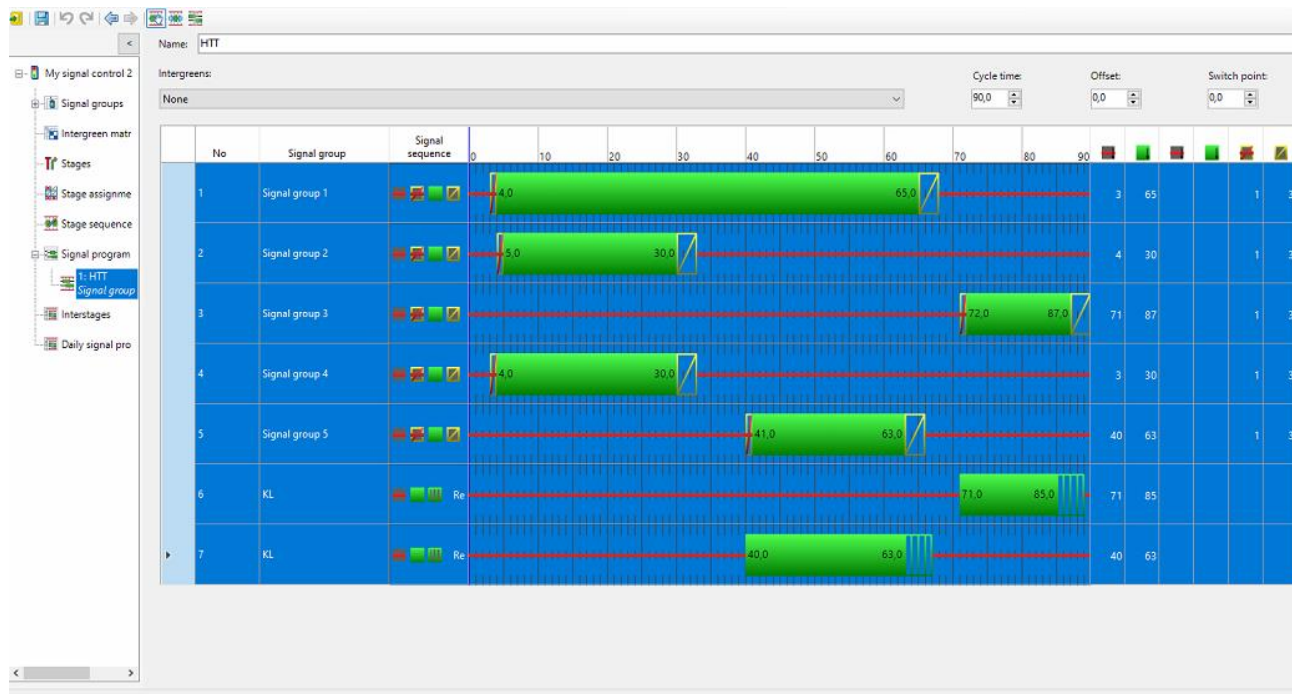
ALLIKAD

- [1] J. Gehl, Linnad inimestele, Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda, 2015, p. 91.
- [2] Elva vald, „Elva valla arengukava 2019-2025. Eelarve strateegia 2019-2022,“ 2018. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. detsember, 2021].
- [3] Elva vald, „Lisa 6. Elukeskkond,“ 2018. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. detsember, 2021].
- [4] EVS 843:2016 Linnatänavad. Eesti Standardikeskus, 2016.
- [5] T. Metsvahi, Liiklusloenduse meetoodika koormussageduse määramiseks, Tallinn: Maanteeamet, 2009, p. 3.
- [6] T. Metsvahi, Liiklusloenduse meetoodika koormussageduse määramiseks, Tallinn: Maanteeamet, 2009, p. 4.
- [7] M. M. Bandi, V. George, *Microsimulation Modelling in VISSIM on Short-term and Long-term Improvements for Mangalore City Road Network*, Mumbai, 2019, p. 3.
- [8] PTV Group, „PTV Vissim is the tool of choice for top-notch microscopic traffic simulation,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://your.vissim.ptvgroup.com/comparison-software-for-traffic-simulation>. [Kasutatud 21. detsember, 2021].
- [9] T. Metsvahi, Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks, Tallinn, 2019, p. 91.
- [10] Liiklus.Ohutus.Audit, „Mis on liiklusohutusaudit?,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://liiklusohutusaudit.ee/mis-on-liiklusohutusaudit/>. [Kasutatud 20. detsember, 2021].
- [11] Liiklus.Ohutus.Audit, „Liiklusohutusaudit.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://liiklusohutusaudit.ee/>. [Kasutatud 20. detsember, 2021].
- [12] Transpordiamet, „Liiklusohutusprogramm 2016-2025,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mnt.ee/et/liikleja/liiklusohutusprogramm-2016-2025/>. [Kasutatud 14. oktoober, 2021].

- [13] Liiklus.Ohutus.Audit, „Nullvisioon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://liiklusohutusaudit.ee/nullvisioon/>. [Kasutatud 18. detsember, 2021].
- [14] Transpordiamet, „Nullvisioon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mnt.ee/et/liikleja/liiklusohutusprogramm-2016-2025/nullvisioon>. [Kasutatud 17. detsember, 2021].
- [15] Liiklusseadus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/117032011021?leiaKehtiv>. [Kasutatud 25. detsember, 2021].
- [16] Eesti Liikluskindlustuse Fond, „Kindlustusjuhtumid,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kindlustus.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=abd977aeea074631845cc67bfc3da87d>. [Kasutatud 25. september, 2021].

LISAD

Lisa 1. Ristmiku A fooriprogramm



Lisa 2. Stsenaariumi 1 tulemused

Stsenaariumi 1 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	61	0,5	34,77	10,26	B
1		Tartu mnt - Puiestee	107	0,5	34,77	9,09	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	137	0,24	28,44	3,18	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	66	1,85	49,47	7,9	A
1		Kesk tn - Puiestee	16	0,14	14,48	2,82	A
1		Kesk tn - Valga mnt	27	1,85	49,47	6,56	A
1		Puiestee - Tartu mnt	152	0,65	25,95	9,15	A
1		Puiestee - Kesk tn	32	0,09	13,89	1,95	A
1		Puiestee - Valga mnt	69	0,65	25,95	8,12	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	237	2,57	66,92	2,45	A
1		Valga mnt - Kesk tn	45	4,22	59,7	3,85	A
1		Valga mnt - Puiestee	69	4,22	59,7	2,32	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1018</i>	<i>1,28</i>	<i>70,03</i>	<i>5,6</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	273	0,57	31,12	3,52	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Kõo tee	51	0,57	31,12	2,87	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	64	1,35	48,54	5,06	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	392	1,35	48,54	4,19	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	62	0,41	18,94	6,74	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	31	0,34	25,34	5,17	A
2		<i>Kokku</i>	<i>873</i>	<i>0,67</i>	<i>50,63</i>	<i>4,19</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 3. Stsenaariumi 2 tulemused

Stsenaariumi 2 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	61	0,71	40,62	9,9	A
1		Tartu mnt - Puiestee	106	0,71	40,62	8,8	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	137	0,67	40,65	4,03	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	67	0,53	37,65	6,75	A
1		Kesk tn - Puiestee	16	0,16	16,28	2,14	A
1		Kesk tn - Valga mnt	27	0,53	37,65	6,17	A
1		Puiestee - Tartu mnt	149	0,31	18,64	6,76	A
1		Puiestee - Kesk tn	32	0,03	6,6	1,41	A
1		Puiestee - Valga mnt	70	0,31	18,64	5,44	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	237	1,71	53,18	2,45	A
1		Valga mnt - Kesk tn	44	4,25	73,63	3,54	A
1		Valga mnt - Puiestee	70	4,25	73,63	2,29	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1015</i>	<i>1,05</i>	<i>74,92</i>	<i>4,99</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	273	0	1,05	0,36	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Kõo tee	51	0	1,05	0,81	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	64	0,4	31,1	2,86	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	389	0,03	12,02	0,52	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	62	0,32	17,95	4,89	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	31	0,21	24,35	2,95	A
2		<i>Kokku</i>	<i>869</i>	<i>0,19</i>	<i>34,09</i>	<i>1,06</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 4. Stsenaariumi 3 tulemused

Stsenaariumi 3 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	61	0,8	30,86	10,46	B
1		Tartu mnt - Puiestee	106	0,8	30,86	10,06	B
1		Tartu mnt - Valga mnt	140	0,8	30,86	1,85	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	67	2,32	66,1	9,2	A
1		Kesk tn - Puiestee	16	0,28	19,32	4,51	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	2,32	66,1	10,2	B
1		Puiestee - Tartu mnt	143	1,23	44,44	10,5	B
1		Puiestee - Kesk tn	36	0,68	32,67	1,88	A
1		Puiestee - Valga mnt	64	1,23	44,44	11,51	B
1		Valga mnt - Tartu mnt	235	4	90,7	2,86	A
1		Valga mnt - Kesk tn	44	3,22	62,84	3,57	A
1		Valga mnt - Puiestee	70	3,22	62,84	2,66	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1009</i>	<i>1,79</i>	<i>96,95</i>	<i>6,18</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	276	0,01	4,27	0,38	A
2		Tartu mnt (P) - Kào tee	52	0,01	4,27	0,83	A
2	Tartu mnt - Kào tee	Tartu mnt (L) - Kào tee	64	0,94	58,21	3,93	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	383	0,3	37,13	0,91	A
2		Kào tee - Tartu mnt (P)	62	0,37	18,12	5,39	A
2		Kào tee - Tartu mnt (L)	31	0,26	24,52	2,5	A
2		<i>Kokku</i>	<i>868</i>	<i>0,38</i>	<i>58,21</i>	<i>1,34</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne

L - lõunapoolne

Lisa 5. Stsenaariumi 4 tulemused

Stsenaariumi 4 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TI kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	59	8,67	75,17	28,85	C
1		Tartu mnt - Puiestee	107	8,67	75,17	29,28	C
1		Tartu mnt - Valga mnt	140	8,67	75,17	11,9	B
1		Kesk tn - Tartu mnt	68	21,15	88,53	35,53	D
1		Kesk tn - Puiestee	16	0,35	18,53	4,98	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	21,15	88,53	59,38	E
1		Puiestee - Tartu mnt	150	9,99	63,41	55,53	E
1		Puiestee - Kesk tn	36	6,39	51,37	10,74	B
1		Puiestee - Valga mnt	66	9,99	63,41	69,8	E
1		Valga mnt - Tartu mnt	235	27,53	70,48	46,72	D
1		Valga mnt - Kesk tn	46	27,53	70,48	48,29	D
1		Valga mnt - Puiestee	68	27,53	70,48	48,22	D
1		<i>Kokku</i>	<i>1018</i>	<i>12,35</i>	<i>89,19</i>	<i>39,79</i>	<i>D</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	276	0,43	28,4	1,96	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Kõo tee	52	0,43	28,4	2,27	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	64	1,4	57,81	3,99	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	389	1,7	59,87	3,11	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	62	0,54	18,87	7,69	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	31	0,42	25,22	3,67	A
2		<i>Kokku</i>	<i>875</i>	<i>0,9</i>	<i>64,28</i>	<i>3,11</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne

L - lõunapoolne

Lisa 6. Stsenaariumi 5 tulemused

Stsenaariumi 5 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Kirjeldus	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	64	0,86	42,98	11,17	B
1		Tartu mnt - Puiestee	110	0,86	42,98	9,3	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	145	0,84	42,94	4,66	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	68	2,42	54,75	8,09	A
1		Kesk tn - Puiestee	18	0,16	15,05	3,02	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	2,42	54,75	6,31	A
1		Puiestee - Tartu mnt	161	0,91	31,04	9,89	A
1		Puiestee - Kesk tn	34	0,18	19,23	2,16	A
1		Puiestee - Valga mnt	71	0,91	31,04	9,02	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	249	3,51	71,75	2,78	A
1		Valga mnt - Kesk tn	45	5,02	69,85	3,14	A
1		Valga mnt - Puiestee	76	5,02	69,85	2,33	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1070</i>	<i>1,74</i>	<i>81,25</i>	<i>6,1</i>	<i>A</i>
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	284	0	0,59	0,39	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	57	0	0,59	0,85	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	67	0,52	38,22	2,99	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	411	0,06	17,79	0,6	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	64	0,38	18,49	5,38	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	35	0,28	24,88	2,76	A
2		<i>Kokku</i>	<i>918</i>	<i>0,25</i>	<i>38,22</i>	<i>1,14</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 7. Stsenaariumi 6 tulemused

Stsenaariumi 6 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Sound	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	64	0,74	40,51	10,36	B
1		Tartu mnt - Puiestee	110	0,74	40,51	8,83	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	145	0,72	40,48	4,39	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	69	0,63	36,4	6,09	A
1		Kesk tn - Puiestee	18	0,17	14,75	2,79	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	0,55	36,35	4,95	A
1		Puiestee - Tartu mnt	158	0,29	20,42	5,83	A
1		Puiestee - Kesk tn	34	0,03	8,49	1,47	A
1		Puiestee - Valga mnt	71	0,29	20,42	4,02	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	249	1,7	51,85	2,63	A
1		Valga mnt - Kesk tn	45	4,71	69,35	3,42	A
1		Valga mnt - Puiestee	76	4,71	69,35	2,24	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1067</i>	<i>1,06</i>	<i>69,89</i>	<i>4,79</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	284	0	1,14	0,4	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	57	0	1,14	0,85	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (L) - Kõo tee	67	0,52	37,99	2,76	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	408	0,07	16,92	0,69	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	64	0,38	17,83	5,44	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	35	0,28	24,18	2,71	A
2		<i>Kokku</i>	<i>915</i>	<i>0,25</i>	<i>38,08</i>	<i>1,17</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 8. Stsenaariumi 7 tulemused

Stsenaariumi 7 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	64	1,62	35,12	8,93	A
1		Tartu mnt - Puiestee	112	1,62	35,12	8,61	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	148	0,1	11,12	0,4	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	72	1,62	51,47	8,73	A
1		Kesk tn - Puiestee	17	0,2	18,44	2,91	A
1		Kesk tn - Valga mnt	27	1,62	51,47	9,74	A
1		Puiestee - Tartu mnt	148	0,69	31,56	9,43	A
1		Puiestee - Kesk tn	37	0,23	19,8	1,98	A
1		Puiestee - Valga mnt	69	0,69	31,56	7,88	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	245	3,2	62,41	2,96	A
1		Valga mnt - Kesk tn	46	3,01	56,57	3,89	A
1		Valga mnt - Puiestee	73	3,01	56,57	2,78	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1058</i>	<i>1,33</i>	<i>68,05</i>	<i>5,34</i>	<i>A</i>
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	288	0	1,9	0,41	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	57	0	1,9	0,83	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	67	0,72	51,76	3,25	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	399	0,19	30,35	0,77	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	64	0,39	16,02	5,65	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	34	0,25	22,42	2,63	A
2		<i>Kokku</i>	<i>908</i>	<i>0,31</i>	<i>52,88</i>	<i>1,26</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 9. Stsenaariumi 8 tulemused

Stsenaariumi 8 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	65	8,89	78,71	29,16	C
1		Tartu mnt - Puiestee	110	8,89	78,71	29,1	C
1		Tartu mnt - Valga mnt	147	8,89	78,71	10,54	B
1		Kesk tn - Tartu mnt	72	29,81	87,36	39,34	D
1		Kesk tn - Puiestee	17	0,6	24,49	6,18	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	29,81	87,36	67,57	E
1		Puiestee - Tartu mnt	159	16,15	62,24	66,27	E
1		Puiestee - Kesk tn	38	11,01	50,2	17,37	B
1		Puiestee - Valga mnt	70	16,15	62,24	87,12	F
1		Valga mnt - Tartu mnt	243	31,86	69,87	50,19	D
1		Valga mnt - Kesk tn	45	31,86	69,87	56,95	E
1		Valga mnt - Puiestee	74	31,86	69,87	53,1	D
1		<i>Kokku</i>	<i>1068</i>	<i>16,39</i>	<i>89,07</i>	<i>44,68</i>	<i>D</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	288	0,53	35,34	2,16	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Kõo tee	57	0,53	35,34	2,19	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	69	1,51	54,42	4,12	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	406	2,04	58,53	3,18	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	64	0,62	19,77	8,7	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	35	0,47	26,17	4,29	A
2		<i>Kokku</i>	<i>918</i>	<i>1,03</i>	<i>62,83</i>	<i>3,3</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne

L - lõunapoolne

Lisa 10. Stsenaariumi 9 tulemused

Stsenaariumi 9 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	65	1,39	50,93	12,84	B
1		Tartu mnt - Puiestee	116	1,39	50,93	12,09	B
1		Tartu mnt - Valga mnt	152	1,35	50,9	6,19	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	68	2,66	54,05	7,91	A
1		Kesk tn - Puiestee	18	0,16	16,68	2,91	A
1		Kesk tn - Valga mnt	33	2,66	54,05	7,28	A
1		Puiestee - Tartu mnt	171	1,15	30,56	10,16	B
1		Puiestee - Kesk tn	36	0,24	18,79	1,93	A
1		Puiestee - Valga mnt	73	1,15	30,56	9,96	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	261	3,75	71,9	2,77	A
1		Valga mnt - Kesk tn	48	6,89	82,66	3,62	A
1		Valga mnt - Puiestee	78	6,89	82,66	2,67	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1119</i>	<i>2,2</i>	<i>86,04</i>	<i>6,83</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	298	0	0,5	0,42	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	59	0	0,5	0,84	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (L) - Kõo tee	71	0,87	48,92	3,77	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	430	0,18	27,62	0,91	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	68	0,41	16,63	5,7	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	35	0,28	23,03	3,02	A
<i>2</i>		<i>Kokku</i>	<i>961</i>	<i>0,35</i>	<i>49,6</i>	<i>1,38</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 11. Stsenaariumi 10 tulemused

Stsenaariumi 10 tulemused

Lüklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukiid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	65	0,96	44,77	11,47	B
1		Tartu mnt - Puiestee	117	0,96	44,77	9,98	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	152	0,94	44,73	4,84	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	70	0,53	37,58	7,06	A
1		Kesk tn - Puiestee	18	0,16	15,91	2,45	A
1		Kesk tn - Valga mnt	32	0,53	37,58	6,21	A
1		Puiestee - Tartu mnt	166	0,41	25,91	7,42	A
1		Puiestee - Kesk tn	36	0,06	14,18	1,34	A
1		Puiestee - Valga mnt	74	0,41	25,91	5,81	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	261	2,2	56,08	2,76	A
1		Valga mnt - Kesk tn	48	5,5	76,93	3,37	A
1		Valga mnt - Puiestee	78	5,5	76,93	2,67	A
1		<i>Kokku</i>	<i>1116</i>	<i>1,35</i>	<i>79,9</i>	<i>5,54</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	298	0	0	0,42	A
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Kõo tee	59	0	0	0,84	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	70	0,98	56,07	3,7	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	426	0,29	34,81	0,96	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	68	0,4	18,33	5,44	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	35	0,29	24,73	2,95	A
2		<i>Kokku</i>	<i>957</i>	<i>0,39</i>	<i>56,29</i>	<i>1,38</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne

L - lõunapoolne

Lisa 12. Stsenaariumi 11 tulemused

Stsenaariumi 11 tulemused

Liiklussõlm	Ristmik	Sound	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puiestee	Tartu mnt - Kesk tn	65	1,98	44,29	9,55	A
1		Tartu mnt - Puiestee	117	1,98	44,29	9,6	A
1		Tartu mnt - Valga mnt	154	0,15	20,7	0,51	A
1		Kesk tn - Tartu mnt	75	2,83	67,04	9,29	A
1		Kesk tn - Puiestee	17	0,23	18,81	3,54	A
1		Kesk tn - Valga mnt	28	2,83	67,04	9,24	A
1		Puiestee - Tartu mnt	157	1,52	44,07	11,31	B
1		Puiestee - Kesk tn	40	0,78	32,3	2,89	A
1		Puiestee - Valga mnt	73	1,52	44,07	9,85	A
1		Valga mnt - Tartu mnt	258	5,18	88,63	3,27	A
1		Valga mnt - Kesk tn	48	3,59	64,4	3,87	A
1		Valga mnt - Puiestee	77	3,59	64,4	2,87	A
1	Tartu mnt - Kõo tee	<i>Kokku</i>	<i>1108</i>	<i>2,03</i>	<i>91,36</i>	<i>6,07</i>	<i>A</i>
2		Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	300	0	1,8	0,4	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	60	0	1,8	0,85	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	70	0,9	51,88	3,71	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	419	0,22	30,81	0,95	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	69	0,52	22,52	6,24	A
2	<i>Kokku</i>	Kõo tee - Tartu mnt (L)	36	0,43	28,92	3,04	A
2			<i>953</i>	<i>0,42</i>	<i>52,23</i>	<i>1,43</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne
L - lõunapoolne

Lisa 13. Stsenaariumi 12 tulemused

Stsenaariumi 12 tulemused

Lüklussõlm	Ristmik	Suund	Sõidukid kokku	Keskmine järjekorra pikkus, m	Max järjekorra pikkus, m	Keskmine ooteaeg, s	TT kategooria
1	Valga mnt - Tartu mnt - Puistee	Tartu mnt - Kesk tn	64	10,2	83,23	30,28	C
1		Tartu mnt - Puistee	116	10,2	83,23	29,79	C
1		Tartu mnt - Valga mnt	155	10,2	83,23	12,62	B
1		Kesk tn - Tartu mnt	74	36,22	85,1	39,94	D
1		Kesk tn - Puistee	17	0,68	24,1	5,87	A
1		Kesk tn - Valga mnt	30	36,22	85,1	68,73	E
1		Puistee - Tartu mnt	166	20,46	59,98	73,97	E
1		Puistee - Kesk tn	40	14,31	47,94	26,37	C
1		Puistee - Valga mnt	73	20,46	59,98	94,03	F
1		Valga mnt - Tartu mnt	254	35,11	68,46	53,67	D
1		Valga mnt - Kesk tn	49	35,11	68,46	57,48	E
1		Valga mnt - Puistee	74	35,11	68,46	54,75	D
1		<i>Kokku</i>	<i>1113</i>	<i>19,5</i>	<i>90,76</i>	<i>48,03</i>	<i>D</i>
2	Tartu mnt - Kõo tee	Tartu mnt (P) - Tartu mnt (L)	300	0,55	39,51	2,16	A
2		Tartu mnt (P) - Kõo tee	60	0,55	39,51	2,18	A
2		Tartu mnt (L) - Kõo tee	71	1,7	57,86	4,34	A
2		Tartu mnt (L) - Tartu mnt (P)	425	1,95	63,58	3,35	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (P)	69	0,7	21,57	8,57	A
2		Kõo tee - Tartu mnt (L)	36	0,6	27,97	4,23	A
2		<i>Kokku</i>	<i>960</i>	<i>1,1</i>	<i>69,27</i>	<i>3,39</i>	<i>A</i>

P - põhjapoolne

L - lõunapoolne