

Sergei Tavstõgin

KALARANNA PIIRKONNA LIIKLUSKORRALDUSE MUUDATUS

LÕPUTÖÖ

Logistikainstituut
Transpordi- ja liikluskorraldus

Tallinn 2022

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina/meie,

Sergei Tavstõgin,

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie 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 /allkirjastatud digitaalselt/

Lõputöö on kaitsmisele lubatud Logistikainstituudi direktori korraldusega nr 1-14/1

kuupäev 03.01.2022

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Sergei Tavstõgin

sünnikuupäev: 24.12.1999

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

KALARANNA PIIRKONNA LIIKLUSKORRALDUSE MUUDATUS

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 03.01.2022 /allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. TEOREETILINE OSA.....	7
1.1. Olemaoslev olukord	7
1.2. Liikluskorraldus	10
1.2.1. Teed.....	10
1.2.2. Liikluse korraldamise meetmed	13
1.3. Läbilaskevõime ja liiklussagedus	13
1.3.1. Liiklussagedus	13
1.3.2. Läbilaskevõime	15
1.4. Läbilaskevõime parandamise meetmed	15
1.4.1. Valgusfoorid.....	15
1.4.2. Ringristmikud.....	16
1.4.3. Alternatiivsete transpordiliikide kasutamine.....	17
1.5. Liikluse modelleerimine.....	19
2. METODOLOOGILINE OSA	21
2.1. Metodoloogilise osa ülesehituse kirjeldus.....	21
2.2. Andmete kogumine	22
2.3. Alternatiivsete lahendusvariantide analüüs	26
2.3.1. Lahendusvariantide hindamise kriteeriumid	26
2.3.2. Variant 1	27
2.3.3. Variant 2	32
2.3.4. Variant 3.....	37
2.3.5. Variant 4.....	41
2.4. PTV Vissim	45

2.5. Mikrosimulatsioonid	46
2.5.1. Esimese variandi mikrosimulatsioon	46
2.5.2. Teise variandi mikrosimulatsioon	50
2.5.3. Kolmanda variandi mikrosimulatsioon	57
2.5.4. Neljanda variandi mikrosimulatsioon	65
3. EMPIIRILINE OSA	74
3.1. Mikrosimulatsioonide tulemused	74
3.1.1. Vasakpööre Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele Kesklinna suunas	75
3.1.2. Parempööre Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele Soo tänava suunas.....	77
3.2. Tulemuste analüüs.....	79
3.3. Kõige sobivama lahendusvariandi valik	81
KOKKUVÕTE.....	83
SUMMARY	85
VIIDATUD ALLIKAD.....	87
LISAD	91
Lisa 1. Pakutava liikluslahenduse esimene variant	92
Lisa 2. Pakutava liikluslahenduse teine variant	93
Lisa 3. Pakutava liikluslahenduse kolmas variant.....	94
Lisa 4. Pakutava liikluslahenduse neljas variant.....	95

SISSEJUHATUS

Linnade piirkondade aktiivne arenemine toob endaga kaasa palju erinevaid väljakutseid: kasvab liikumisvajadus, suureneb ruumivajadus ja tänavate liikluskooormus ning kasvavad liiklussagedused. Ülaltoodud asjaolud omakorda tekitavad järgmisi probleeme: liiklusummikute suurenemine, liiklusohutuse taseme, liikluse sujuvuse ja tänavate läbilaskevõime vähenemine ning liikumisvajaduse rahuldamise võimatus. Kõiki neid probleeme autor fikseeris Kalaranna kvartalis inseneripraktika raames toimuvate välitööde teostamisel, kus kogu aeg oli vaja kasutada Kalaranna piirkonna taristud. Olukorda teeb keerulisemaks ka see fakt, et eelnimetatud piirkonnas asuvad turistide ja kohaliku elanikkonna seas populaarsed objektid: Tallinna Linnahall, Patarei Vangla, Lennusadam, Noblessner ja Tallinna Sadam. Need tõmbekeskused ka avaldavad tõsist mõju vaadeldava piirkonna liiklusele. Diplomand pöörab tähelepanu asjaolule, kus Kalaranna piirkond on väga kiiresti arenev ala ja nimetatud piirkonna liikluskooormus aktiivselt kasvab. Inseneripraktika raames ettevõttes K-Projekt AS lõputöö koostaja lõplikult veendus, et kirjeldatavad probleemid on tegelikult olemas selle pärast, et autori üheks tööülesandeks oli Kalaranna piirkonna liikuse modelleerimine spetsiaalses tarkvaras ja liiklusloenduse läbiviimine. Pärast simulatsiooni tegemise lõpetamist ja liiklusloenduse tulemuste analüüsimist selgus, et esimene probleem seieneb Põhja puiestee - Kalasadama tänava ristmikul paiknevas valgusfooris, mille liiga lühike rohelise fooritule takt ei võimalda täiel määral ära kasutada Kalaranna, Kalasadama, Suur-Patarei tänavate läbilaskevõimet. Teine probleem on uuritava piirkonna liiga kitsas tänavavõrk, mille madal läbilaskevõime ei võimalda olemasolevat liikumisnõudlust rahuldada ning sunnib sõidukijuhte kasutada teisi kõrgeteks liiklussagedusteks mitteettenähtud tänavaid, et vältida ummikus seismist. Sellega kaasneb tõsine liiklusohutuse ja läbilaskevõime vähenemine nendel tänavatel (näiteks Niine tänaval). Antud projekti raames K-Projekt ASi poolt oli koostatud mitu eskiislahendusvariante ja autoril tekkis huvi võrrelda neid omavahel ja leida parimat. Seoses sellega, et erinevate projektide võrdlemine ja parima lahendusvariandi otsimine on osa diplomandi igapäevasest tööst, siis ettevõtte ka saab tulevikus

kasutada selle lõputöö koostamise käigus saadud teadmisi kõige sobivama lahendusvariandi valimisel või projekti esitamisel tellijale ja pädevale ametiasutusele.

Käesoleva töö eesmärk on eelmises tekstilõigus esiletõstetud probleemide lahendamine Kalaranna piirkonnas parima lahendusvariandi leidmise kaudu. Autori ülesanne on analüüsida ja võrrelda ettevõtte K-Projekt ASi poolt pakutud lahendusvariante ning leida parimat.

Käesoleva lõputöö eesmärgi täitmiseks autor kavatseb kasutada mikromodelleerimise tarkvara PTV Vissim. Antud tarkvara võimaldab hinnata olemasoleva liiklusolukorra ja kavandatava liikluslahenduse teenindustaset, võrrelda omavahel erinevaid lahendusvariante ja hinnata, millist mõju planeeritav lahendus avaldab uuritava piirkonna liiklusele. [1]

Teema on aktuaalne, kuna tuleneb ühiskondlikest huvidest ja on suunatud parima lahendusvariandi leidmisele, mis eeldab uuritava piirkonna liiklusohutuse taseme paranemist, liiklusummikute vähenemist ning liikluse sujuvaks ja kiiremaks muutmist, mis on liikluse korraldamise kõige olulisemad eesmärgid. Samuti töö teema raames uuritavad lahendused arvestavad vaadeldava piirkonna kiiret arengut ja võimaldavad ette näha liikluse mahu suurenemist ning ühistranspordivõrgu arendamise võimalust vajaduse korral. [5]

Lõputöö koosneb viiest põhiosast: sissejuhatuse, teoreetiline osa, metodoloogiline osa, empiiriline osa ja kokkuvõte. Teoreetilises osas autor detailsemalt kirjeldab uuritava objekti asukohta, probleeme, nende probleemide põhjust ja mõju piirkonna liiklusele. Samuti uuritatakse teiste riikide sama küsimuste lahendamisel saadud kogemust. Metodoloogilises osas autor seletab, millistele näitajatele hakatakse tuginema lahendusvariantide hindmisel ja võrdlemisel, üksiasjalikult kirjeldab võimalikke lahendusvariante ja nende erinevusi, kirjeldab simulatsiooni koostamise käiku ning läbiviidud uuringuid. Empiirilises osas autor analüüsib simulatsioonide tulemusi, võrdleb neid omavahel ning teeb järeldusi kõige parima lahendusvariandi kohta.

1. TEOREETILINE OSA

1.1. Olemaoslev olukord

Käesoleva lõputöö uurimisobjekt on Tallinnas Kalaranna piirkonnas asuv tänavavõrk, selle tänavavõrgu liikluskorraldus ning selles tänavavõrgus asuvad liikluskorraldusvahendid. Antud lõputöö raames hakatakse detailselt uurima ja analüüsima eelmainitud piirkonnas asuvat Põhja puistee – Kalasadama tänava ristmikku, ümbritsevat tänavavõrku ja selle liikluskorraldust.

Sissejuhatuses kirjeldatud esimene probleem esineb Põhja puistee – Kalasadama tänava ristmikul ja seisneb sellel ristmikul paigaldatud valgusfoorides, mille liiga lühike roheline fooritule takt ei võimalda täiel määral kasutada olemasoleva tänavavõrgu läbilasekevõimet ja liiklumisnõudlust rahuldada. Valgusfoorid reguleerivad Kalasadama tänava ja Põhja puistee liiklust. Seoses sellega, et antud lõputöö raames autorile pakub huvi peamiselt sõidukite liiklus, siis ei hakata antud ristmiku foorjuhtimise kirjeldamisel eraldi kirjeldama ka jalakäijate liiklust reguleerivaid fooriprogramme, kuid nendega arvestatakse tulevate liiklusvoo simulatsioonide teostamisel (Joonis 1).

Kalasadama tänava poolt tulevat sõidukite liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase tule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase tule foortakti viimase sekundi jooksul tuleb kollase tule takt; seejärel tuleb roheline tule takt, mille pikkus on 17 sekundit, millest viimased 2 sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelinele tulele järgneb kollase tule takt ja selle pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase tule taktiga, mille pikkuseks on 38 sekundit (Joonis 2).



Joonis 1. Sõidukite liiklust reguleerivate fooride asukoht vaadeldaval alal (väljavõte Maa-ameti veebilehelt)



Joonis 2. Sõidukite liiklust reguleerivate fooride programmid (allikas: Tallinna Transpordiamet)

Mööda Põhja puisteed Soo tänava suunas toimuvat sõidukite liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise fooritule taktiga ja selle pikkus on 27 sekundit, millest viimased 2 sekundit on vilkuv tuli; rohelise tule taktile järgneb kollase tule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase fooritule takt pikkusega 23 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollase fooritule takt; fooritsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 37 sekundit.

Teine probleem on käsitleva ristmiku liikluskorraldus. Antud hetkel Kalasadama tänava lõik alates Kalasadama tänava – Kalaranna tänava ristmikult kuni Kalasadama tänava – Suur-Patarei ristmikuni on

kahesuunaline ning üherajaline. Pärast Kalasadama tänava – Suur-Patarei tänava ristmikku ja kuni järgmise ristmikuni tee muutub kaherealiseks (muutub sõiduradade arv) Kalasadama tänaval linna sisenevas suunas, linnast väljuvas suunas sõiduradade arv jääb samaks. Ristmikul Kalasadama tänav – Põhja puistee ehk vaadeldaval ristmikul esinevad järgmised pöörde sooritamise võimalused: esimeselt sõidurajalt tohib sooritada ainult parempöört Põhja puisteele linnast väljuvas suunas ja teiselt sõidurajalt tohib sooritada ainult vasakpöört Põhja puisteele linna sisenevas suunas.

Arvestades ülaltoodud probleeme ja metodoloogilises osas kirjeldatud liiklusloenduse tulemusi (Andmete kogumine), saab väita, et ebapiisava läbilaskevõimega seotud raskused esinevad ka ümbritsevatel tänavatel: Kalaranna tänav, Niine tänav ja Rannamäe tee. Kalasadama tänaval tekkinud olukord otseselt mõjutab Kalaranna tänava liiklust: väheneb läbilaskevõime ja tekivad liikusummikud. Samuti avaldab olukord mõju ka Niine tänavale ja Rannamäe teele, kuna sõidukijuhid, kes soovivad vältida ummikus seismist, kasutavad Niine tänavat ja Rannamäe teed Kalaranna ja Kalasadama tänavate asemel. Negatiivne mõju seisneb peamiselt selles, et oluliselt suurenevad nende jaotustänavate liiklussagedused [7]. Seda tüüpi tänavad ei ole kõrgeteks liiklussagedusteks ettenähtud ning asjaolust põhjendatult tekitab täiendavat ohtu kergliiklejatele samuti negatiivselt mõjutades keskkonda vaadeldavas piirkonnas [4]. Allpool esitatud joonisel saab näha vaadeldava piirkonna tänavate liike (Joonis 3). Vaadeldavate tänavate liigituse selgitus on toodud käesoleva lõputöö järgmistes alapeatükkides (Tabel 1).



Joonis 3. Tänavate liigid (väljavõte Tark Tee portaali veebilehelt), (Tabel 1)

Käesolevas peatükis jätkab lõputöö autor teoreetilise tausta avamisega, mille raames kirjeldatakse järgmisi aspekte: maailma kogemus sarnaste probleemide lahendamisel; andmete kogumisel ja analüüsimisel kasutatud põhilised printsiibid; lõputöös kasutatud terminoloogia; mõnede alateemade seaduslik taust; metodoloogilises osas kasutatud uurimisvahendid ja nende kasutamisega kaasnevad omadusi.

1.2. Liikluskorraldus

1.2.1. Teed

Antud tekstilõigu alapeatükis kasutatud termini defineerimise osas liiklusseadus pakub järgmist formuleeringut: „Tee on jalkäijate või sõidukite liiklemiseks avatud rajatis või maaomaniku poolt liikluseks ettenähtud muu ala. Tee koosseisu kuuluvad ka teepeenrad, eraldus- ja haljasribad. Olenevalt pealiskihist jagunevad teed kattega teeks, kruusateeks ja pinnasteeks. Kattega tee on tsemendi, tuha või bituumeniga töödeldud materjalist kattega (asfalt-, tsementbetoon- või muu selline kate) ning kivi parketi ja munakivisillutisega tee. Kruusatee on kruusast, kruus- või killustikliivast või killustikusõelmetest tee. Pinnastee on põllu-, metsa- või muu selline pealiskihita tee, mis on teeks rajatud või sõidukite liikumise tulemusena selleks kujunenud” [5, § 2 punkt 81].

Praegusel ajal eksisteerib väga suur nõudlus teede ja liikumise järele. See on seotud sellega, et inimestel tekib liikumisvajadus ja lisaks sellele peab ka liigutama laadungeid, kaupu, tehnikat ja teisi veoseid. Järelikult ülalmainitud tegevuste täitmiseks läheb vaja palju ruumi, kuna nii inimeste kui ka veoste vedamiseks kasutatakse transporti: sõidua autod, trollid, bussid jne. Sealhulgas ka raske transport: veoautod ja traktorid. Peab arvestama asjaoluga, kus veoste vedamisest ja inimeste transportimisest väga suurel määral sõltub riigi heaolu. Liikumist tagastav taristu peab olema arendatud väga kõrgel tasemel, et ta suudaks rahuldada esitatud nõuded. Peamised nõuded teele on järgmised: kõrge ohutus, kõrge kestus, teekate ei pea kahjustama sõidukite rehve, teekattel ei tohi tekkida suuri loike, teekate ei pea olema libe ning peab aastaringiselt säilitama ülaltoodud omadusi. [6]

Eestis teid liigendatakse kaheks tüübiks: magistraalid ja juurdepääsud. Väärrib märkimist, et teede liigendamine sõltub mitte ainult funktsioonist, vaid ka teatud olulistest näitajatest: liiklussagedustest nii vaadeldaval kui ka ümbritsevatel tänavatel, läbipääsetavusest, ruumi olemasolust, ümbritsevate hoonete otstarbest ja asukohast. Järgnevalt autor kirjeldab iga nimetatud tee liiki lähemalt. [4]

Magistraalid

Magistraalide ülesanne on ühendama erinevaid linna osi tagades seejuures liiklejatele võimalust kiiresti ja ohutult jõuda tööle või koju. Magistraaltänavad peamiselt ühendavad linnakeskust teiste piirkondadega. Magistraalid jagunevad kaheks tänavatüübiks: põhimagistraalid ja jaotusmagistraalid. [4]

Jaotusmagistraalide eesmärk on tagada ühendust juurdepääsude ja kohalikkude jaotustänavate vahel. Väikestes linnades leiab aset olukord, kus jaotusmagistraalid täiesti asendavad põhimagistraale viimaste puudumise põhjusel. Tavaline kiiruspiirang jaotusmagistraalidel jääb vahemikku 40-60 km/h. Nendel esinevad ühistranspordi liinid, raskeliiklus ja kergliiklus. Ristmikud peamiselt samatasandilised. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 20000 sõidukit. [4]

Põhimagistraalid omakorda jagunevad veel kaheks tänavatüübiks: põhitänavad ja linna kiirtee. Põhitänav on tänav, mille ülesandeks on linna erinevate osade ühendamine. Tavaliselt linna kiirtee on põhimaanteed linnasisene osa, mille eesmärk on tagada möödasõidu võimalust linnakeskust vältides. Väärib märkimist, et tavaliselt ei saa linna kiirteelt jõuda otse kinnitutele. Selleks peab kasutama teisi teede hierarhias madalamal seisvaid tänavaid. Linna kiirteede eripära seisneb suhteliselt suurtes kiirustes, mis reeglina kõikuvad vahemikus 60-80 km/h. Linna kiirteedel esinevad ühistranspordi liinid, raskeliiklus, aga ei esine kergliiklust. Ristmikud peamiselt eritasandilised. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 80000 sõidukit. [4]

Juurdepääsud

Juurdepääsud. Nimetatud tänavate tüüpi ülesannete hulka kuulub kinnistutele ligipääsu tagamine ja ristmikude arvu vähendamine magistraaltänavatel. Sarnaselt magistraalidega juurdepääsud ka jagunevad erinevateks tänavatüüpideks: kohalik jaotustänav, kõrvaltänav, veotänav, kvartalisisene tänav, jalgtänav, kergliiklustee. [4]

Kohalikkudel jaotustänavatel kiiruspiirang jääb vahemikku 30-50 km/h. Siin esinevad ühistranspordi liinid ja kergliiklus. Raskeliiklus esineb ainult erandlikul juhul. Ristmikud on samatasandilised, kui tegemist on samaliigiliste tänavate ristumisega. Juhul, kui tänav kuulub magistraaltänavate hulka, siis võib aset leida mitmetasandiline ristumine. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 8000 sõidukit. [4]

Kõrvaltänavatel tavaliselt rakendatakse samu kiiruspiiranguid nagu kohalikkudel jaotustänavatel ehk 30-50 km/h. Seda tüüpi tänavatel esineb kergliiklus, aga raskeliiklus ja ühistranspordiliinid esinevad ainult erandlikul juhul. Ristmikud on samatasandilised, kui tegemist on samaliigiliste tänavate ristumisega. Juhul, kui tänav kuulub magistraaltänavate hulka, siis võib aset leida mitmetasandiline ristumine. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 1000 sõidukit. [4]

Veotänavatel kasutatakse sarnaseid kiiruspiiranguid nagu kohalikkudel jaotustänavatel ja kõrvaltänavatel ehk 30-50 km/h. Veotänavatel esinevad ühistranspordiliinid, raskeliiklus ja kergliiklus. Ristmikud on samatasandilised, kui tegemist on samaliigiliste tänavate ristumisega. Antud tänav tüübi ja magistraaltänavate ristumise puhul võib esineda ka mitmetasandiline ristumine. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 10000 sõidukit. [4]

Kvartalisestel tänavatel kiiruspiirang kõigub vahemikus 20-30 km/h. Antud tänavate liigil ei esine ühistranspordiliine. Seda tüüpi tänavatel esineb kergliiklus ja erandlikul juhul esineb raskeliiklus. Samaliigiliste tänavate ristumised on samatasandilised, magistraaltänavate puhul esinevad mitmetasandilised ristumised. Maksimaalne ööpäevane liiklussagedus on kuni 600 sõidukit. [4]

Jalgtänav kiiruspiiranguks on 20 km/h. Seda tüüpi tänavatel esineb kergliiklus, aga ühistranspordiliinid ja raskeliiklus siin esineb ainult erandlikul juhul. Ristmikud on samatasandilised, kui tegemist on samaliigiliste tänavate ristumisega. Juhul, kui tänav kuulub magistraaltänavate hulka, siis võib aset leida mitmetasandiline ristumine. [4]

Kergliiklusteel kiiruspiirang tavaliselt jääb vahemikku 20-30 km/h. Nendel tänavatel ei esine ühistranspordiliine ja raskeliiklust, aga esineb kergliiklus. Samaliigiliste tänavate ristumised on samatasandilised, magistraaltänavatega ristumise puhul esinevad mitmetasandilised ristumised. [4]

Antud lõputöö raames vaadeldavate tänavate liigid

Edasi autor kirjeldab, milliste tänav liikidega antud lõputöös tegemist on, eesmärgil tuua esile uuritavate tänavate otstarvet ja peamisi omadusi. Viimane omakorda võimaldab täpsemini hinnata antud tänavate liikide sobivust eksisteeritavatele tingimustele ja kavandatavate muutustele. Vastavalt Tallinna Linnavalitsuse 14. detsembri 2016 määrusele nr 52 „Tallinna teedeliigid” käesoleva lõputöö raames uuritavate tänavate liigitus on väljatoodud allpool esitatud tabelis (Tabel 1). [7]

Tabel 1. Lõputöö raames vaadeldavate tänavate liigid [7]

Tänav nimi	Tänav liik
Kalaranna tänav	kõrvaltänav
Kalasadama tänav	veotänav
Põhja puiestee	jaotustänav
Mere puiestee	põhitänav
Kai tänav	kõrvaltänav
Suurtüki tänav	jaotustänav
Rannamäe tee	jaotustänav
Suur Rannavärv tänav	jaotustänav
Rumbi tänav	kõrvaltänav
Soo tänav	jaotustänav
Suur-Patarei tänav	kõrvaltänav

1.2.2. Liikluse korraldamise meetmed

Liiklust korraldatakse liikluskorraldusvahendite abil [5]. Liikusseadus defineerib liikluskorraldusvahendeid järgmiselt: „liikluskorraldusvahend on liiklust korraldav või suunav vahend (foor, liiklusmärk, teemärgis, vilkur, piire, kiiruspiiraja, künnis, hoiatuslint, tähispost, tähiskoonus, tõkkepuu, ohutussaar või muu selline)” [5, § 2 punkt 29]. Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendust, liigitust ning valgusfooride rühmade liigitust, fooritulede tähendust ning nendele seadmetele esitatud nõudeid sätestab määrus, mille nimetuseks on „Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele” [23].

1.3. Läbilaskevõime ja liiklussagedus

1.3.1. Liiklussagedus

Transport toob endaga kaasa palju erinevaid häid võimalusi. Sellega seoses transport on väga laialt levinud praeguses maailmas. Nimetatud asjaolu põhjendab ka olulisi probleeme erinevates maailma riikides. Üheks selliseks probleemiks on liiga suured liiklussagedused. [9]

Liiklussagedus on tee või selle elemendi ristlõiget läbivate sõidukite arv ajaühikus [20]. Liiklussagedus on väga oluliseks karakteristikuks teede projekteerimisel ning transpordi planeerimisel ja eksploateerimisel. Samuti neid andmeid kasutatakse liiklusuuringute teostamiseks ja liiklusproгноoside koostamiseks. Uuringute teostamisel tihti tekib liiklusloenduste läbiviimise vajadus. [21]

Liiklusloendus on liiklusuuringu tüüp, mille eesmärk on tee, selle elemendi või ristmiku liiklussageduste väljaselgitamine. Liiklusloendused viiakse läbi kas või kohapeal sõidukeid loendades või erinevate seadmete vahendusel. Kohapealse loenduse puhul uurigu läbiviija ise loeb liiklust teatud kohas. Seadmete kasutamisel esinevad järgmised variandid: vajaliku teelõigu või ristmiku filmimine (või juba varem paigaldatud kaamera abil tehtud videote küsimine selle haldurilt või teatud ametiasutuselt) ning hiljem sõidukite lugemine video järgi; erinevate andurite (nt induktiivandurid, ultraheliandurid, pneumoandurid jne) andmete küsimine selle haldurilt või teatud ametiasutuselt. Liiklusloenduse läbiviimine eripära seisneb selles, et väga tihti lisaks sõidukite arvule ja nende liikumise suunale peab eristama ka peamisi sõidukite tüüpe: sõiduautod, veoautod, bussid, autorongid ja pakiautod. Reeglina kohapealse loenduse puhul sellega probleeme ei teki, aga spetsiaalsete seadmete kasutamisel tuleb valida seadet vastavalt vajalikkudele andmetele ja loenduse eesmärgile: ainult sõidukite arvu väljaselgitamiseks sobiks pneumoandur; kui tekib sõidukiliikide eristamine vajadus siis sobib ultraheliandur. Kindlasti väärib märkimist asjaolu, kus seadmete valimisel peab pöörama tähelepanu selle kasutamise võimalikusele (juhul, kui erinevatel põhjustel soovitavas kohas ei kasutata vajalikke andureid) ja otstarbekusele (juhul, kui seadmete paigaldamine või muu kasutamisega seotud protsess on kuulukas (ajaline ja finants aspekt) või muudab loendamise protsessi õigustamatult keerulisemaks). [8]

Olulist rolli mängib ka liiklusloenduse läbiviimise aeg ja päev. Vastavalt Transpordiameti juhendile tavapäraste loenduse teostamise puhul sobivamateks aegadeks on tööpäeviti teisipäevast neljapäevani ajavahemikus 7.00-10.00 hommikul ja 15.00-18.00 õhtul. Tuleb rõhutada, et loenduse läbiviimise aeg, päev koht ja teised parameetrid suurel määral sõltuvad konkreetsest olukorrast ning püstitatud eesmärgist ja iga liiklusloendus vajab individuaalset lähenemist. [8]

Liiklusloenduse tulemuste töötlemisel ja analüüsimisel peab arvestama sellega, et liiklusvoog koosneb erinevatest sõiduki liikidest mitte ainult sõiduautodest, kuna edasiste arvutuste tegemisel see võib avaldada tõsist mõju lõpptulemusele. Selle probleemi lahendus on sõiduautodeks taandamine ehk teiste sõiduki liikide arvu esitatakse sõiduautode arvu abil nii, et näiteks ühe veoauto pikkusele oleks võrdne mitu sõiduautode järjekorra pikkus. [8], [19]

Antud lõputöö raames läbiviidud liiklusloenduse tulemused, koroonaviiruse pandeemiast tingitud mõju resultaadile ning teised kaasnevad nüansid on kirjeldatud käesoleva töö metodoloogilises osas.

1.3.2. Läbilaskevõime

Läbilaskevõime on maksimaalne liikluse intensiivsuse väärtus ühes suunas teatud teelõigul liiklusohutuse nõuete täitmise tingimisel. Sarnaselt liiklussagedusega läbilaskvus on üheks kõige olulistemaks parameetriteks, mis iseloomustab transpordivoogude liikumist. Tavaliselt läbilaskvuse hindamisel kasutatakse väärtust, mille nimeks on läbilaskevõime kasutustase. Eelmainitud väärtus võimaldab hinnata, kui palju kasutatakse tee või selle elemendi läbilaskevõimet. Reeglina läbilaskevõime kasutustaset esitatakse protsentides või murdarvuna ning tähistatakse tähega näiteks „z”. Eelmainitud väärtust saab leida jagades teatud tee liiklussagedust selle tee läbilaskevõimega. Väärrib märkimist, et sõltuvalt ajast muutub ka läbilaskevõime kasutustase. See omakorda viitab asjaolule, kus antud lõputöö raames kõige sobivam aeg liiklusloenduse läbiviimiseks on tipptund, sest selle aja vältel läbilaskevõime kasutustase on maksimaalne ehk modelleerimisel see võimaldab üheaegselt arvestada nii kõige koormatumat perioodi kui ka madalama koormusega aega. Olenevalt olukorrast läbilaskvus ka sõltub erinevatest faktoritest: ristmiku tüübist, liikluskorraldusest, sõiduradade arvust ja liiklusvoogude jaotusest. [10], [4], [20]

1.4. Läbilaskevõime parandamise meetmed

1.4.1. Valgusfoorid

Esimesed valgusfoorid võeti kasutusele aastal 1868 Londonis [14]. Tänapäeval valgusfoor on tavapärane ristmiku liikluse reguleerimise vahend. Foorijuhtivatel ristmikkudel saavutatakse kompromiss liiklusohutuse ja liikuvuse vahel. Aastate jooksul foorijuhtimise programmide arendamise normid saavutasid teatud edu. Praegusel ajal on võimalik projekteerida fooriprogramme olulistel ristmikkudel nii, et peamist liiklusvoolu reguleerivad valgusfoorid oleksid omavahel koordineeritud sujuva liikluse tagamiseks. On teada, et praegu eksisteerivad süsteemid, mis suudavad kontrollida kogu tänavavõrgu valgusfoore. Siiski teatud tasemel nende süsteemide efektiivsus on fundamentaalselt piiratud sõidukijuhi reaktsioonijaga, käitumise ning sõiduki kiirendamise ja pidurdamise karakteristikute tõttu. Väärrib märkimist, et lisaks ülaltoodud probleemidele esineb palju erinevaid uute tehnoloogiate kasutuselevõtmisega seotud takistusi ja raskusi: süsteemi töökindlus, inimtegur, keskkond jne. See

sunnib liiklusinsenere ületama nii olemasolevaid kui ka uusi raskusi ja barjääre. Raskuste ületamine annab potentsiaali liikluskoormuse vähendamiseks, liiklusohutuse kõrgendamiseks ning infrastruktuuri tõhusaks kasutamiseks väga arenenud liikluse juhtimise meetmete abil. [13]

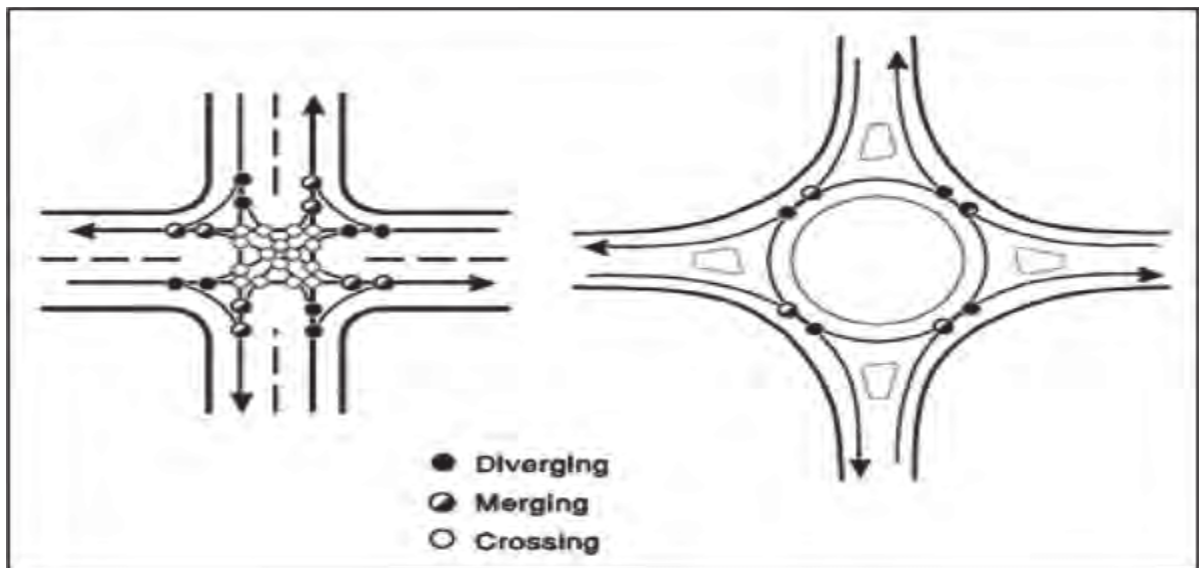
Praegusel ajal maailmas fooriprogrammide koostamise käigus kasutatakse kolme foorijuhtimise liiki: fikseeritud tsükel, adaptiivne tsükel ja sõiduki seadmete vahendusel reguleeritav tsükel. Fikseeritud tsükli puhul tegemist on fooriprogrammiga, kus teatud pikkusega fooritaktid kogu aeg korduvad ilma muudatusteta. Adaptiivse tsükliga valgusfoori programm muutub vastavalt vajadustele, kusjuures andmeid, mille põhjal programm teeb muudatusi fooritaktide pikkuses, süsteem saab anduritelt. Kõige enam kasutatavad andurid on järgmised: kaamerad, radarid ning induktiivandurid. Sõiduki seadmete vahendusel reguleeritavaid tsükleid tänasel hetkel väga laialt kasutatakse ühistranspordi valdkonnas, kus ühistranspordijuhil on võimalus vajalikku foori signaali ette tellida (näiteks rohelise takti pikendus). Antud süsteemide kasutamine tuleb kasuks juhul, kui esineb ühistranspordi hiline mine või sõiduplaani ennetamine. [14]

1.4.2. Ringristmikud

Liikluse maht kogu aeg ja väga kiiresti kasvab. Nimetatud asjaolu toob endaga kaasa palju probleeme, mille seas on liiklusuumikute arvu kasv ja liiklusohutuse vähenemine. Antud põhjusel ning vajaduse korral sõltuvalt ruumi olemasolust, ohutusnõuetest, finantsvõimalustest ning teistest olulistest aspektidest ehitatakse võimalikult suure läbilaskevõimega teid. Teede ristumiskohad on läbilaskevõime seisukohalt kõige problemaatilisemad. Madal läbilaskevõime on väga tõsine probleem, kuna see märkimisväärselt aeglustab liiklust, mis omakorda saab põhjendada riigi majandusliku kasvu peatumist või isegi majanduse langemist. Ühel hetkel insenerid jõudsid järelduseni, kus standardsed ristmikud tüübid ei saa alati täita oma ülesandeid täisväärtuslikult ehk mõnel juhul ei saa piisaval määral tagada liiklusohutust. Eelmainitud probleemi lahendamiseks insenerid koostöös projekteerijatega töötasid välja uue lahenduse, milleks on ringristmik. [22]

Ringristmik avaldab positiivset mõju liiklusohutusele ja läbilaskevõimele. Positiivne mõju on tingitud järgmistest asjaoludest: tänu ringristmiku geomeetria le tekib rahustav efekt liiklusele (kiiruse poolepealt), sest seda tüüpi ristmikule iseloomulik kuju ei võimalda arenada ülemäärast kiirust ning soodustab viimase vähendamist ringristmikule sissesõidul; võrreldes tavalise neljajarulise ristmikuga üherajalisel neljajarulisel ringristmikul konflikt punktide arv on vähem. Tavalisel neljajarulisel ristmikul

on 24 konfliktpunkti samas kui ringristmikul on ainult 4 (Joonis 4). Seega suureneb ka ringristmiku läbilaskevõime, sest väheneb sõiduki ooteaeg ristmikul. [18]



Joonis 4. Konfliktpunktid ringristmikul [18]

Võttes arvesse ülaltoodud fakte, saab väita, et ringristmik on heaks tänavavõrgu läbilaskevõimet suurendavaks lahenduseks, kuna isegi üks ristmik saab avaldada mõju kogu tänavavõrgule [15]. Väärib märkimist asjaolu, kus ringristmiku läbilaskvust mõjutab ka liiklusvoogude jaotumine pealesõitudel. Asi on selles, et kui ühel pealesõidul liiklussagedus on tunduvalt suurem, kui teistel pealesõitudel, siis teiste pealesõitude läbilaskvus proportsionaalselt väheneb. Antud nähtus on seotud asjaoluga, kus ringristmikule pealesõitja reeglina on kohustatud teed anda ringil liikuvatele sõidukitele ja suure liiklussageduse ning liiklustiheduse puhul ei esine pealesõitjatele võimalust ringile saada. Eelkirjeldatud nüanss ei kehti juhul, kui suurem osa sõidukeid sooritab parempöoret. [16]

1.4.3. Alternatiivsete transpordiliikide kasutamine

Uuringud näitavad, et kui autostumise tase ületab 300 sõidukit 1000 elaniku kohta, siis see olukord viitab linna ühistranspordi optimeerimise vajadusele seoses linna tänavate ülekoormatuse, inimeste kasvava liikuvuse ning ebapiisava tänavavõrgu arendamise tempoga. Statistilised andmed näitavad, et juba aastal 2016 autostumise tase Eestis oli rohkem, kui 500 sõidukit 1000 elaniku kohta. Selline tulemus ületab nii Ida kui ka Lääne Euroopa sama aasta resultate. Arvestades ülaltoodud statistiliste andmete ja

uuringutega võib oletada, et veel üheks tänavavõrgu läbilaskevõimet parandavaks meetodiks võib olla teiste transpordiliikide kasutamise eelistamine isiklikule sõiduautole. [3], [24]

Nagu juba mainitud, liiga kõrge autostumise tase tähendab seda, et ühistranspordi kasutamine ei vasta reisijate poolt esitatavate nõuetele ehk antud hetkel ei tohiks oodata, et liiklejad loobuvad sõiduautodest ühistranspordi kasuks. Eelkirjeldatud olukorra parandamiseks peab keskenduma ühistranspordi optimeerimisele: sõiduplaanide analüüsimine ja korrigeerimine; ohutustaseme suurendamine; sõidukite piisava mahutavuse tagamine; kulude optimeerimine. [3]

Antud olukorras oleks mõistlik mõelda jalgrataste kasutamise peale. Eestis jalgratastega sõitmisega võivad kaasneda teatud nüansid, mis muudavad selle kasutamist ohtlikuks või liiga ebamugavaks. [33]

Ebamugavust põhjendatavate tegurite seas on: halb tervuses seisund; liiga pikad vahemaad; halb ilmastik; jalgratta hoidmine. Nüüd autor vaatleb iga tegurit lähemalt. Seoses sellega, et jalgrattaga sõitmine eeldab füüsilist koormust, siis selle mõju tervisele sõltub konkreetsest inimesest ja täiesti võib ka olla nii, et mingitel põhjustel inimene ei saa jalgrattaga sõita või saab ainult teatud piirangutega. Nendeks piiranguteks võib olla vahemaa. Tihti juhtub nii, et marsruut on liiga pikk ja inimene füüsiliselt ei saa sellest üle või saab, aga see võtab ülemäära palju aega ja jõudu. Vahemaa ületamist võib muuta keerulisemaks halb ilmastik ehk vihm, lumi, jää teel, udu, liiga kõrge või liiga madal temperatuur ning tugev tuul. Samuti tekitab küsimusi jalgratta hoidmise vajadus, sest võib ka juhtuda nii, et sihtpunktis lihtsalt ei ole sobivat kohta jalgratta hoidmiseks. [27], [28]

Jalgratta kasutamise ohtlikkus on peamiselt seotud vajaliku taristu puudumise, puudulikkuse või ilmastikust tingitud teguritega. Ilmastik saab mõjutada mitte ainult mugavustunnet, vaid ka ohutust, kuna ülalloeletud nähtused võivad tekitada jäätehtu, libedushtu, halba nähtavust ja muid ohtlikke olukordi, mis veel rohkem suurendab jalgratturite haavatust. Mis puutub taristusse, siis peamised probleemid seisnevad kergliiklusteede või jalgrattaradade puudumises, kusjuures selle olemasolul sageli esinevad teised probleemid: jalgrattaraja liiga väike laius, teekatte halb seisund või kergekäelisest liikluskorraldusest tingitud ohud. [28], [29]

Väärrib märkimist ka see asjaolu, et isegi jalgrataste jagamise teenuse aktiivne kasutamine, mis iseenesest välistab jalgratta hoidmisega seotud raskusi ehk suurendab jalgratta kasutamise mugavust, võimaldab vähendada liiklusummikud ainult 4% võrra, mis ei paranda märkimisväärselt olukorda. [25]

Mõned ülalmainitud probleemid esinevad ka sõiduautode kasutamisel, aga kirjeldatud tegurite mõju on palju vähem, kui jalgratta kasutamisel: mootorsõiduki sõiduulatus on ka piiratud, aga siiski on palju suurem ja ei sõltu juhi füüsilise koormuse taluvusest; ilmastiku mõju mugavusele on suhteliselt madal või seda üldse ei ole, kuid peab arvestama sellega, et ilmastiku mõju ohutusele on endiselt üsna suur; sarnaselt jalgratastega sõiduautode puhul ka esineb „hoidmisega“ seotud probleem ehk sellel juhul jutt käib parkimiskoha leidmisega seotud probleemidest. Samuti sõiduautot kasutades saab vedada erinevaid laadungeid, mida jalgrattaga vedada ei saa. Lisaks erinevatele asjadele on võimalik vedada reisijaid, mis on eriti tähtis juhul, kui inimene peab vedama lapsi, kes veel ei saa ise sihtpunkti jõuda või puudega inimest, kes ei saa ise liikuda. [27], [30]

Jalgratturi väsimuse ja suurte vahemaade ületamise probleemi saab osaliselt lahendada elektrilisi vahendeid (nt elektritõukeratas, elektrijalgratas jne) kasutades, aga läbitav vahemaa on piiratud vahendi aku mahutavusega ning on tunduvalt vähem mootorsõidukiga võrreldes. [31]

Autor arvab, et kõik need argumendid viitavad sellele, et inimeste loobumine isikliku sõiduauto kasutamisest on pigem vähetõenäoline ja ei tasuks sellega ülemäära arvestada.

1.5. Liikluse modelleerimine

Liiklusmodel on reaalse liikluse matemaatiline mudel [17]. Kvaliteetselt ja täpselt tehtud matemaatiline liiklusmodel võimaldab koguda, üldistada, interpreteerida laia spektri probleeme ning kasutada informatsiooni nende uurimisel. Modelleerimine ja simulatsioon võivad olla väärtuslikuks täienduseks lisaks tavapärastele liiklusuuringute meetoditele. Modelleerimine aitab uurijal süstematiseerida ja korrastada informatsiooni, määrata uusi uurimise meetodeid ja valdkondi ning kontrollida hüpoteese. Lisaks ülaltoodud võimalustele modelleerimine saab abiks olla eksperimentide läbiviimisel või liiklusolurra muutmise mõjust tingitud prognooside koostamisel. Transpordisüsteem on oma olemusest väikeste süsteemide kogum (süsteemide süsteem), ning modelleerimine annab võimaluse uurida süsteemi olekuid tulevikus, järeldades kõige efektiivsemaid parandusmeetmeid. Vaatamata sellele, et modelleerimine on mingil määral loominguline protsess, simulatsioonide loomisel esineb teatud tegevuste kord [11]:

- 1) probleemi ja modelleerimise eesmärgi kindlaksmääramine;
- 2) olemasoleva olukorra vaatlus ja analüüs;
- 3) mudeli loomine;

- 4) koostatud mudeli valideerimine;
- 5) modelleerimistulemuste kogumine ja analüüs;
- 6) saadud andmete hindamine. [11]

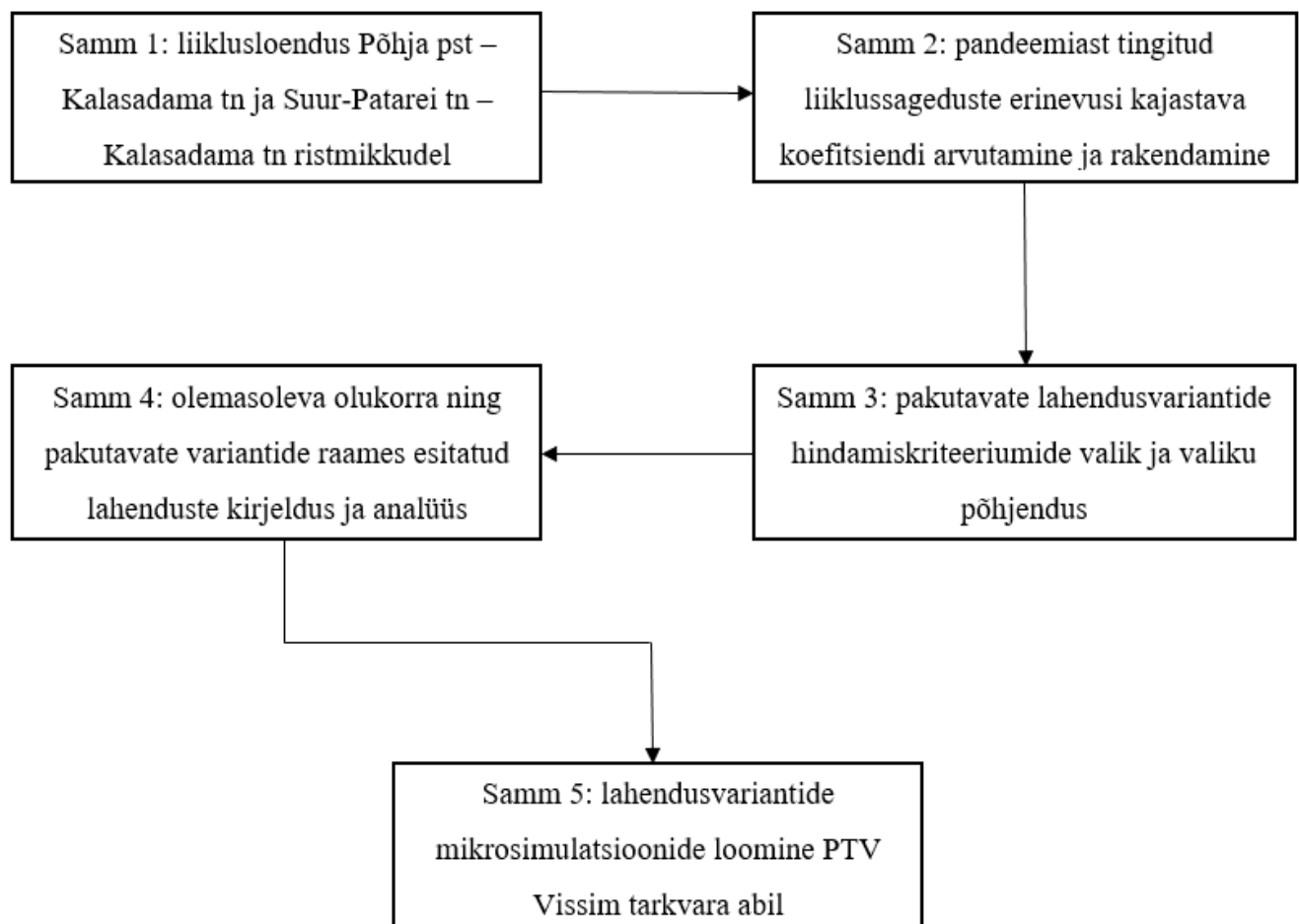
Selleks, et modelleerimistulemused oleksid usaldusväärsed peab arvestama mõningate nüansside ja piirangutega. Esimeseks nüansiks on see, et simulatsioonide koostamise protsess nõuab aktiivset suhtlemist modelleerija ja tema töö tulemuste kasutajate vahel. Teine oluline aspekt on mudeli korratavus ehk mudel peab olema koostatud nii, et simulatsiooni korduval kasutamisel teised uurijad saaksid samu resultate kasutades samu andmeid ning vajadusel saaksid muuta ja arendada neid mudeleid. Viimane punkt seisneb selles, et modelleerija peab suhtuma oma simulatsioonidesse teatud skeptitsismiga, et ei väheneks nende usaldusväärsus ja adekvaatsus (filosoofias positivism). [11]

Nagu sai eelnevalt mainitud, transpordi modelleerimine ja simulatsioonid on oluline töörist transpordi infrastruktuuri ja linna logistika planeerimisel. Tänavavõrgu ja ristmikkude projekteerimine, liiklusolukordade analüüs liiklusummikute vähendamiseks, sõidukite viivituste vähendamine, liiklusohutuse taseme kõrgendamine ja uute liikluse juhtimismeetmete kasutusele võtmise küsimused on paljude teaduslike tööde uurimisteedeks. Suurem osa nendest töödest põhinevad mikrosimulatsioonide koostamisel ja analüüsimisel. Maailmas kasutatakse väga palju erinevaid liikluse modelleerimise programme, kuid autor paneb tähelepanu alla tarkvara, mille nimeks on PTV Vissim. Liiklusvoogude mikromodelleerimise tarkvara PTV Vissim peamiselt kasutatakse transpordivoogude modelleerimiseks valitud alal linnaliikluse ning linnalogistika jätkusuutliku süsteemi loomise eesmärgil. Tarkvara võimaldab uurida ja analüüsida uusi võimalusi logistika planeerimiseks, mis sobiksid jätkusuutliku logistika kontseptsiooni realiseerimiseks. Samuti PTV Vissim annab võimalust modelleerida reaalsel linnatransporti, väljatöötada efektiivseid liikluse juhtimisstrateegiaid ning testida erinevaid olukordi kõikidel ristmiku tüüpidel. Tarkvara kompleks võimaldab võrrelda omavahel väljatöötatud liikluslahendusi. [12]

2. METODOLOOGILINE OSA

2.1. Metodoloogilise osa ülesehituse kirjeldus

Allpool esitatud skeem annab üldist ülevaadet käiesoleva töö metodoloogilise osa üleseshitusest ning annab lühikest kirjeldust iga sammu kohta (Joonis 5).



Joonis 5. Metodoloogilise osa ülesehituse skeem

2.2. Andmete kogumine

Olemasolevate liiklussageduste välja uurimiseks käsitleval alal viidi läbi liiklusloendus Kalasadama tänav - Põhja puiestee ristmikul ning Kalasadama tänav - Suur-Patarei tänav ristmikul. Liiklus loendati 28.01.2021, kell 16:30 – 17:30. Antud periood on vaadeldavas piirkonnas hinnatud kui tüüpiline õhtune tipptund.

Seoses sellega, et liiklusloenduse läbiviimise ajal Eestis olid kehtestatud koroonaviiruse pandeemiaga seotud piirangud, mis avaldas mõju liikluse intensiivsusele, siis usaldusväärsete tulemuste saamiseks kasutati spetsiaalset koefitsienti, mis võimaldab kajastada liiklussageduste erinevust enne ja pärast pandeemiat. [32]

Koefitsiendi saamiseks kasutati Tallinna liiklusseiresüsteemi andmeid, mis olid kogutud Ahtri tänav – Jõe tänav – Reidi tee – Lootsi tänav ristmikul. Andmete kogumise toimumise ristmikuks sai valitud nimetatud transpordisüsteemi element, kuna see on lähim ristmik lõputöös käsitlevale objektile, kus liiklussagedusi fikseeritakse elektrooniliselt ööpäevaringselt (automaatne liiklusloenduse süsteem).

Koefitsiendi arvutuskäik on järgmine: esialgselt oli leitud ristmikku ületanud sõidukite arv aastal 2020. 6., 7. ja 8. nädalatel. Vastavalt liiklusloenduste läbiviimise metoodikale andmeid koguti ainult teisipäevade, kolmapäevade ja neljapäevade kohta [8]. Seejärel iga nädala jaoks oli leitud nende nädalapäevade keskmine liiklussagedus (Tabel 2). Selleks, et saada koefitsienti, aasta 2021 liiklusloenduse andmeid jagati aasta 2020 Tallinna liiklusseiresüsteemi andmetega.

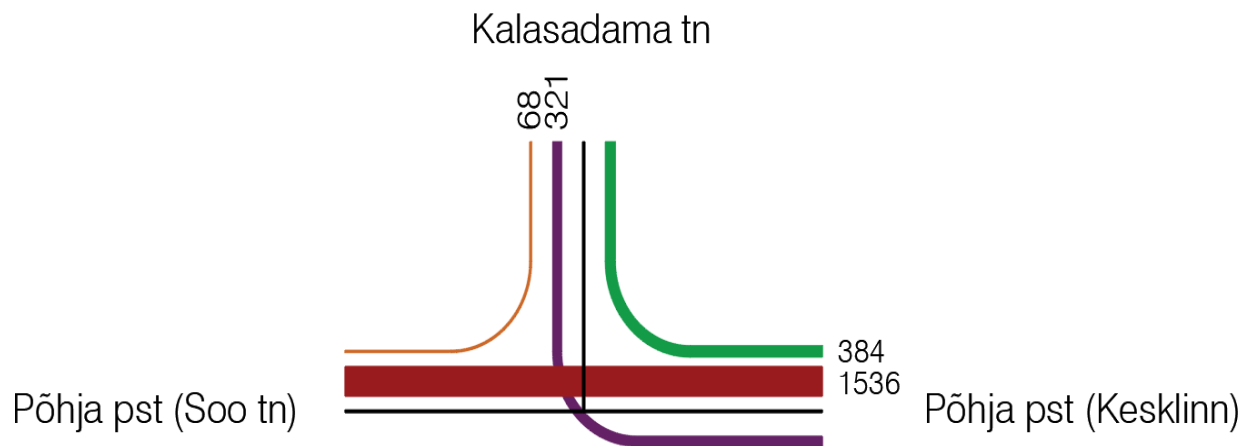
Tabel 2. Liiklussageduste andmed (allikas: K-Projekt AS, koostatud autori poolt)

Aasta: 2020. Aeg: kl 17 – 18.				
6. nädal				Keskmine liiklussagedus, a/h
Kuupäev	03.02.	04.02.	05.02.	1608
Liiklussagedus, a/h	1574	1604	1644	

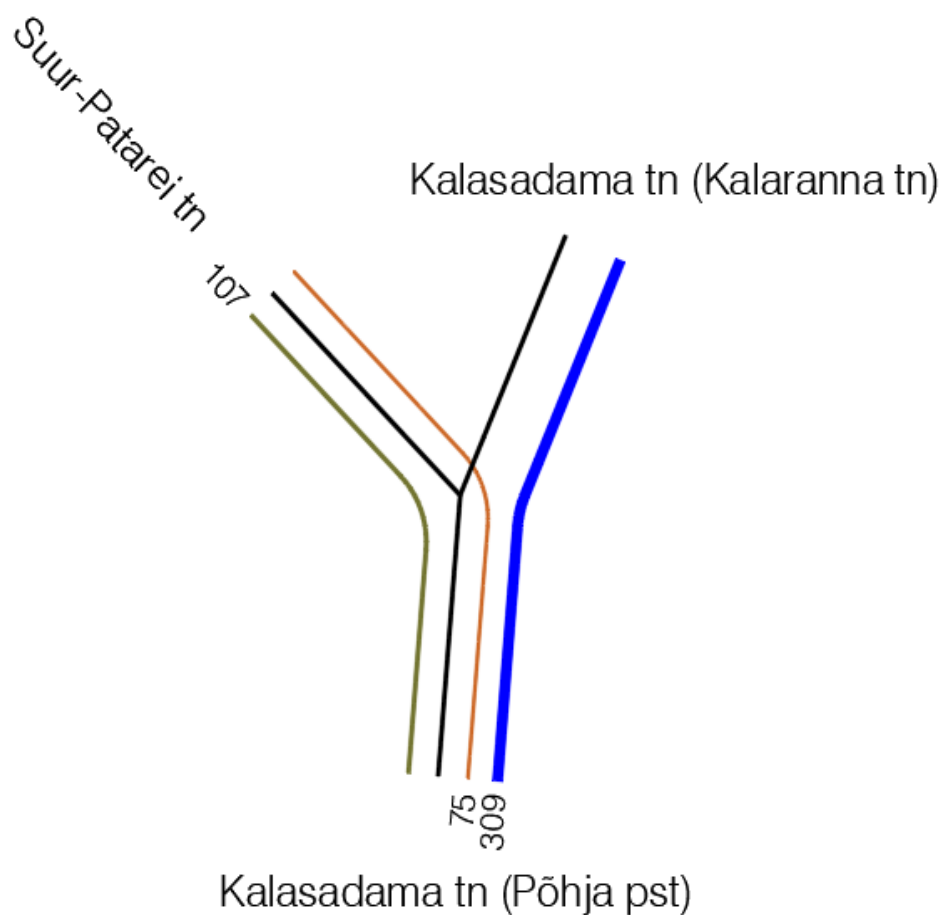
Aasta: 2020. Aeg: kl 17 – 18.				
7. nädal				Keskmine liiklussagedus, a/h
Kuupäev	11.02.	12.02.	13.02.	1607
Liiklussagedus, a/h	1579	1576	1666	
8. nädal				Keskmine liiklussagedus, a/h
Kuupäev	18.02.	19.02.	20.02.	1618
Liiklussagedus, a/h	1628	1554	1672	
Kolme nädala keskmine liiklussagedus, a/h				1611

Selgus, et keskmine koefitsient on 0,88 ehk loenduse päeval moodustas liiklus keskmiselt 88% tavapärastest liiklussagedustest ehk enne ja pärast pandeemiat vahe on 12%. Järgmistes alapeatükkides kirjeldatud simulatsioonides kasutatatud liiklussagedusi korrigeeritakse ülaltoodud koefitsiendiga.

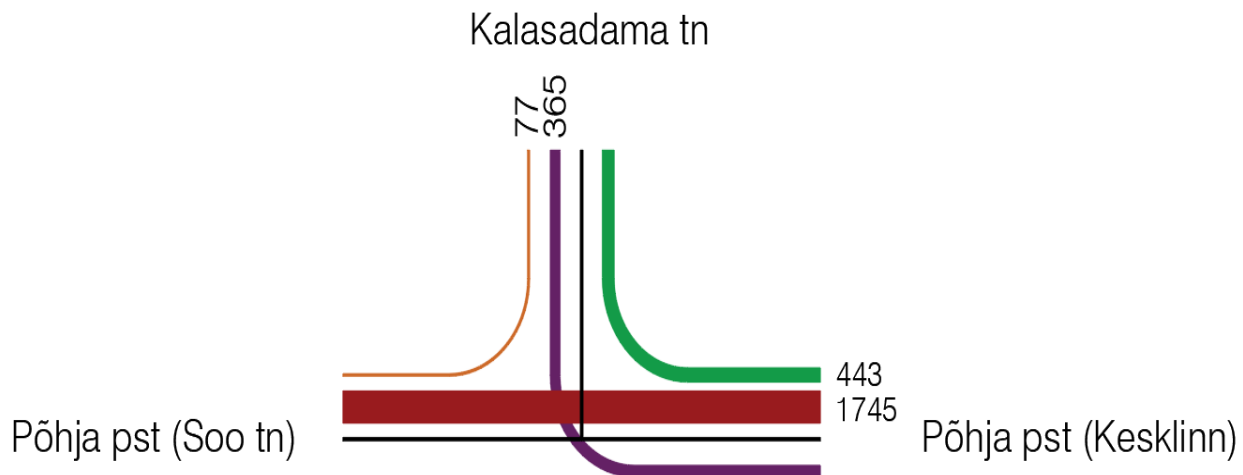
Liiklusloenduse tulemused on esitatud Joonis 6 ja Joonis 7. Antud joonistel (Joonis 6 ja Joonis 7) esitatud liiklussagedused ei ole koefitsiendiga korrigeeritud. Koefitsiendiga korrigeeritud tulemused, mida kasutati simulatsiooni koostamisel on esitatud Joonis 8 ja Joonis 9 (Joonis 8 ja Joonis 9).



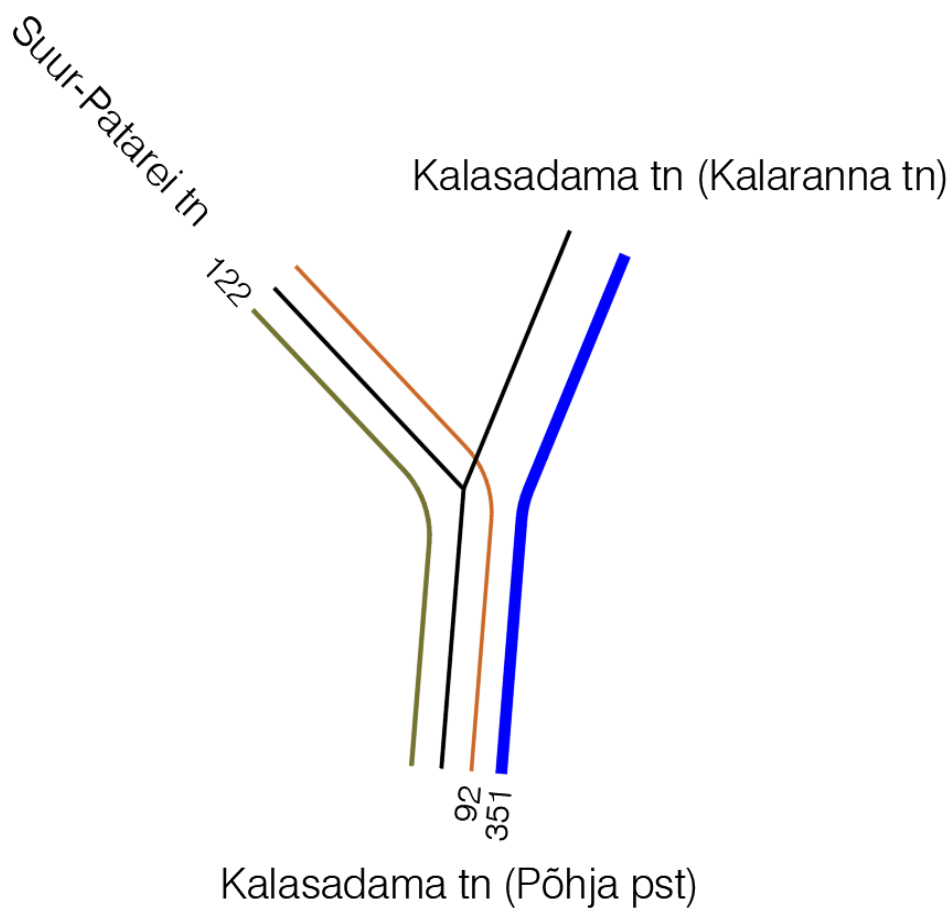
Joonis 6. Läbiviidud liiklusloenduse tulemused ristmikul Põhja puiestee – Kalasadama tänav (allikas: K-Projekt AS)



Joonis 7. Läbiviidud liiklusloenduse tulemused ristmikul Suur-Patarei tänav – Kalasadama tänav (allikas: K-Projekt AS)



Joonis 8. Koefitsiendiga korrigeeritud liiklussagedused ristmikul Põhja puiestee – Kalasadama tänav
(allikas: K-Projekt AS)



Joonis 9. Koefitsiendiga korrigeeritud liiklussagedused ristmikul Suur-Patarei tänav – Kalasadama tänav (allikas: K-Projekt AS)

2.3. Alternatiivsete lahendusvariantide analüüs

2.3.1. Lahendusvariantide hindamise kriteeriumid

Selleks, et oleks võimalik hinnata ja võrrelda omavahel pakutavaid lahendusvariante, peab määrama hindamiskriteeriume, millele hakatakse tuginema lahenduste analüüsimisel. Autor näeb, et antud juhul kõige sobivamateks hindamiskriteeriumideks on teenindustase, ooteaeg ristmikul, läbilaskevõime koefitsient ning ühendusaeg. Allpool diplomand kirjeldab ja seletab antud kriteeriumide sisu ning valiku põhjusi.

Teenindustase. Teenindustase on näitaja, mis iseloomustab liikluse toimivust ning tee või ristmiku läbilaskvust. Üldjuhul tähistatakse tähtedega A-st kuni F-ni, kus A on häireteta liiklusvoog ja F on ammendunud liiklus. Arvatakse, et projekteerimisel ja liikluse modelleerimisel lubatud teenindustasemed on A-st kuni D-ni. Autor valib nimetatud kriteeriumit, kuna see on kombineeritud kvaasi-kvantitatiivne hinnang, mis ühendab endas mitmeid olulisi näitajaid nagu liiklusvoo keskmine kiirus, tihedus, ooteag jne. [4]

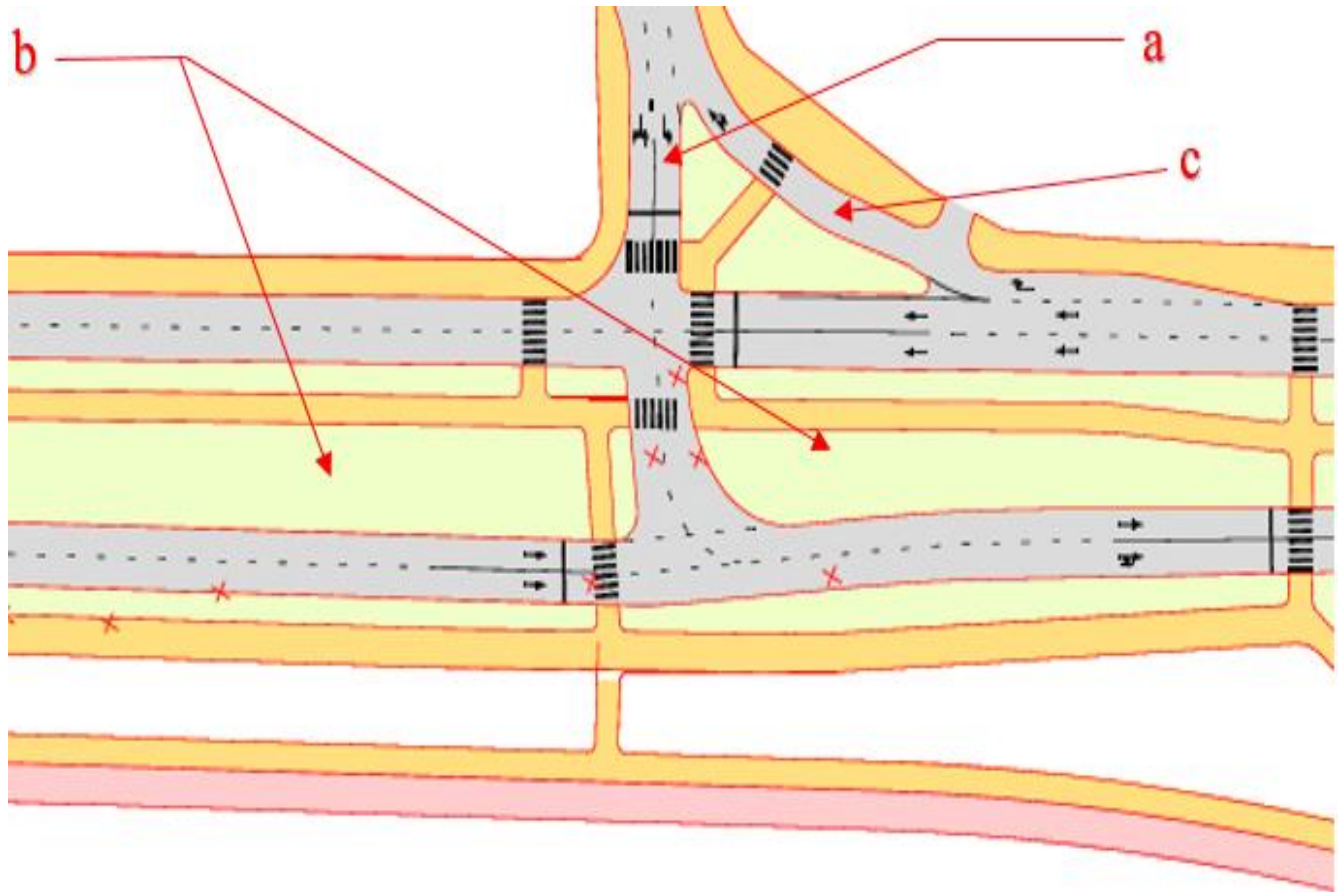
Ooteaeg ristmikul. Käsitlev kriteerium võimaldab täpsemini väljaselgitada madala teenindustaseme põhjust. Praktika näitab, et sageli madala teenindustaseme põhjus ei ole seotud liiklusummikuga. Probleem võib seisneda näiteks ebasobivas fooriprogrammis, mis valesti arvutatud fooritaktide pikkuste tõttu negatiivselt mõjutab sõiduki ooteaega ristmikul. [4]

Läbilaskevõime koefitsient. Läbilaskevõime koefitsient näitab, kui palju kasutatakse ristmiku, tee või selle elemendi läbilaskvust. Koefitsiendi väärtus 0 tähendab seda, et antud hetkel teed ei kasutata. Koefitsiendi väärtus 1 ja rohkem viitab liiklusummikule. [4]

Ühendusaeg. Ühendusaeg on aeg, mis kulub ühel sõidukil ristmiku läbimiseks. See kriteerium võimaldab võrrelda omavahel erinevate variantide lahendusi ja hinnata nende sobivust konkreetsele olukorrale. Samuti ühendusaeg kui näidik hõlmab endas keskmise kiiruse, liiklussageduse ja läbilaskevõime kriteeriumite kombinatsiooni, kus iga indikaatori vahel on võimalik kogeda tugevat põhjuslikku seost (*causality*). [4]

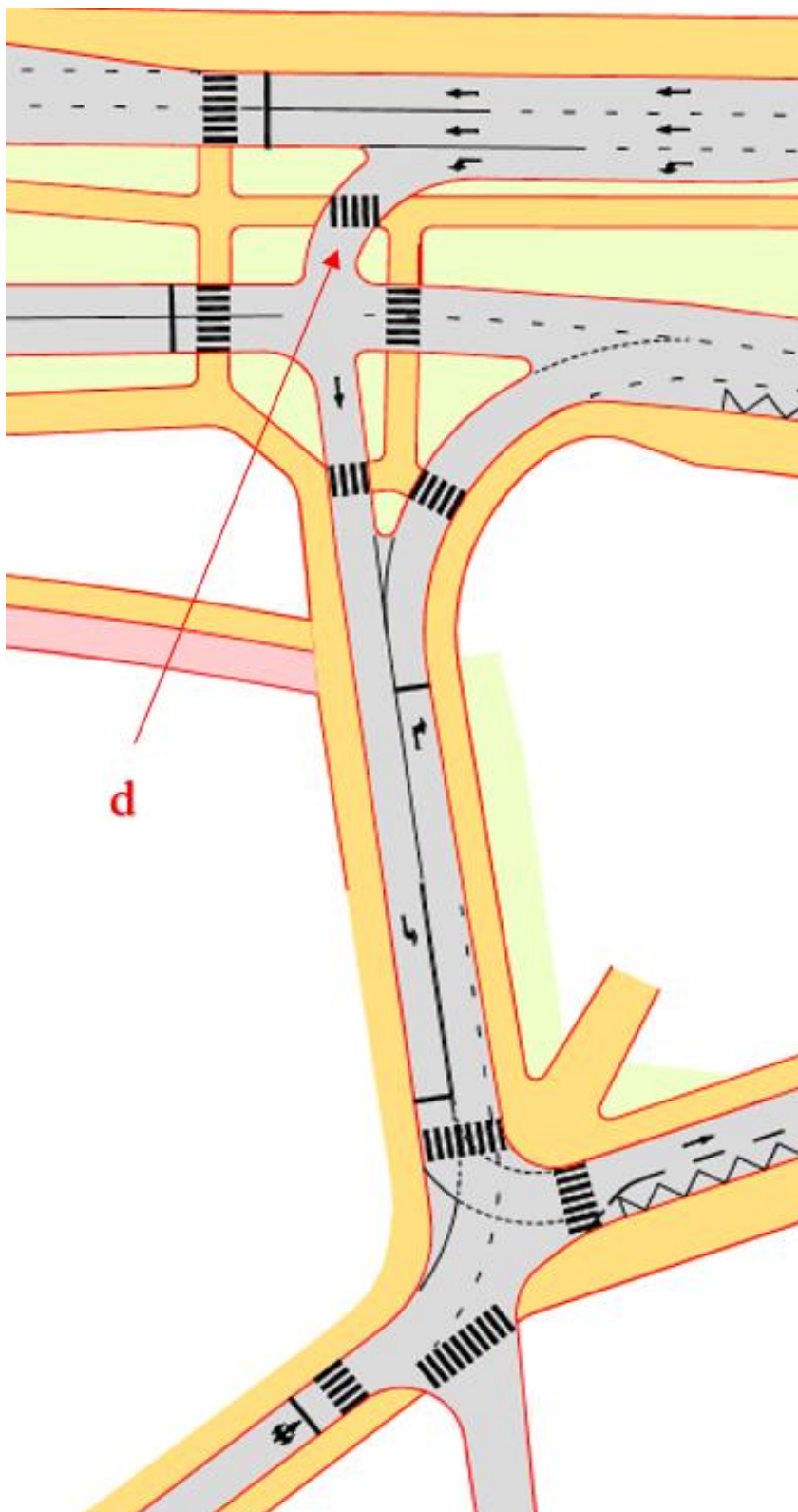
2.3.2. Variant 1

Võrreldes olemasoleva olukorraga, esimese variandi väljatöötamisel otsustati Kalasadama tänav – Põhja puiestee ristmikul lubada vasakpöörde sooritamist Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele linna sisenevas suunas mõlemalt sõidurajalt (a). Selles variandis Põhja puiesteed eraldatakse eraldusribaga tee keskel moodustades seejures kahte kahe rajalist, ühesuunalist sõiduteed kogu tee ulatuses (b). Parempöörde sooritamiseks Põhja puiesteelt Kalasadama tänavale kavandatakse luua eraldi sõidurada (c) (Joonis 10).



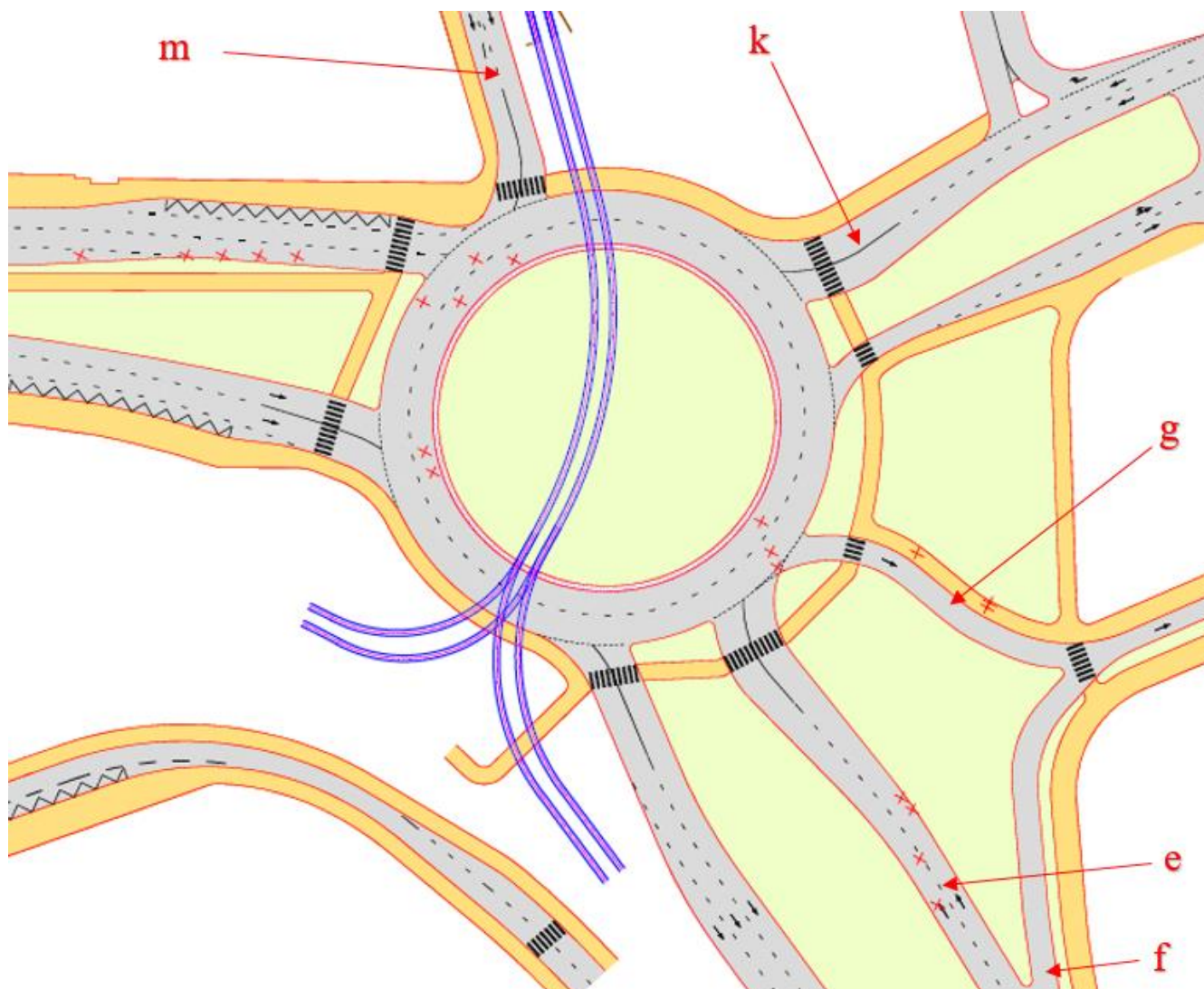
Joonis 10. Põhja puiestee ja Kalasadama tänav uus liikluskorraldus (allikas: K-Projekt AS)

Põhja puiestee – Suur Rannavärv tänav ristmikul jäetakse ära vasakpööratud Suur Rannavärv tänavalt Põhja puiesteele linnast väljuvas suunas. Selle asemel sinna kavandatakse üherajalist vasakpööratud Põhja puiesteelt Suur Rannavärv tänavale, kust edasi saab liikuda mööda Rannamäe teed linna sisenevas suunas (d). Rannamäe teed muudetakse üherajaliseks ning Suur Rannavärv tänaval jäetakse ära parempöörde võimalust teiselt sõidurajalt Mere puiesteele linna sisenevas suunas (Joonis 11).



Joonis 11. Rannamäe tee ning Suur Rannavärv tänava liikluskorralduse muudatused (allikas: K-Projekt AS)

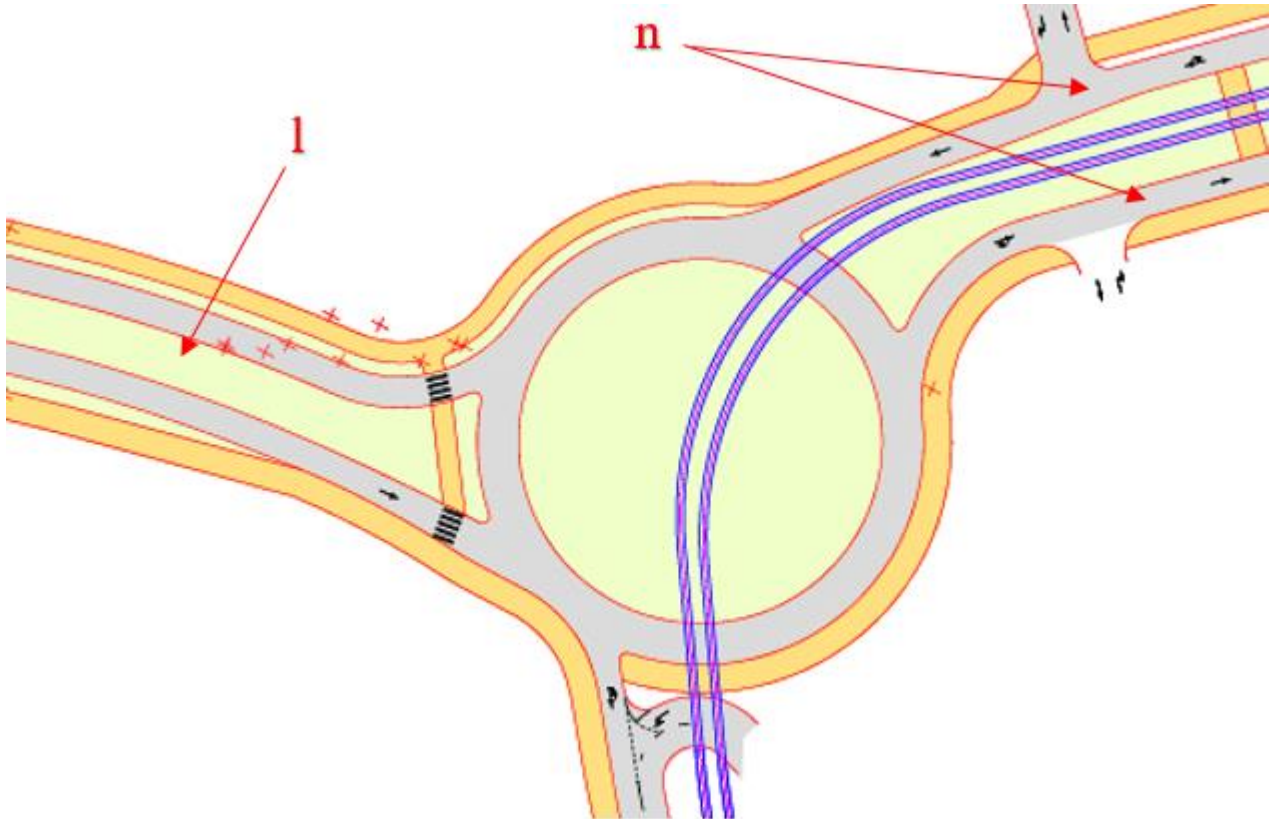
Olemasolevat Mere puiestee – Kai tänav – Kursi tänav – Sadama tänav – Põhja puiestee ristmikku asendatakse kahe rajalise ringristmikuga. Mööda Mere puiesteed linnast väljuvas suunas kulgeva sõidutee osa muutub kahe rajaliseks (e). Kai tänavale parempööre nihkub Ahtri tänavale lähemale (f) ning lisandub teine pöördevõimalus Kai tänavale ka ringristmikult (g). Sadama tänav ja ringristmiku lõimumiskohas jäetakse ära ohutussaar ning neljarajaline sissesõit muutub kahe rajaliseks (k). Kursi tänav muutub ühesuunaliseks, kahe rajaliseks teeks linna sisenevas suunas (m) (Joonis 12).



Joonis 12. Mere puiestee – Kai tänav – Kursi tänav – Sadama tänav – Põhja puiestee ristmikku liikluskorralduse ja tee geomeetria muudatused (allikas: K-Projekt AS)

Käesolevas variandis kavandatakse veel ühte ringristmikku, mis moodustub Kursi tänav, Rumbi tänav ja uue plaantitava tänav ristumisel. Antud variandi raames Rumbi tänav muutub eraldusribaga

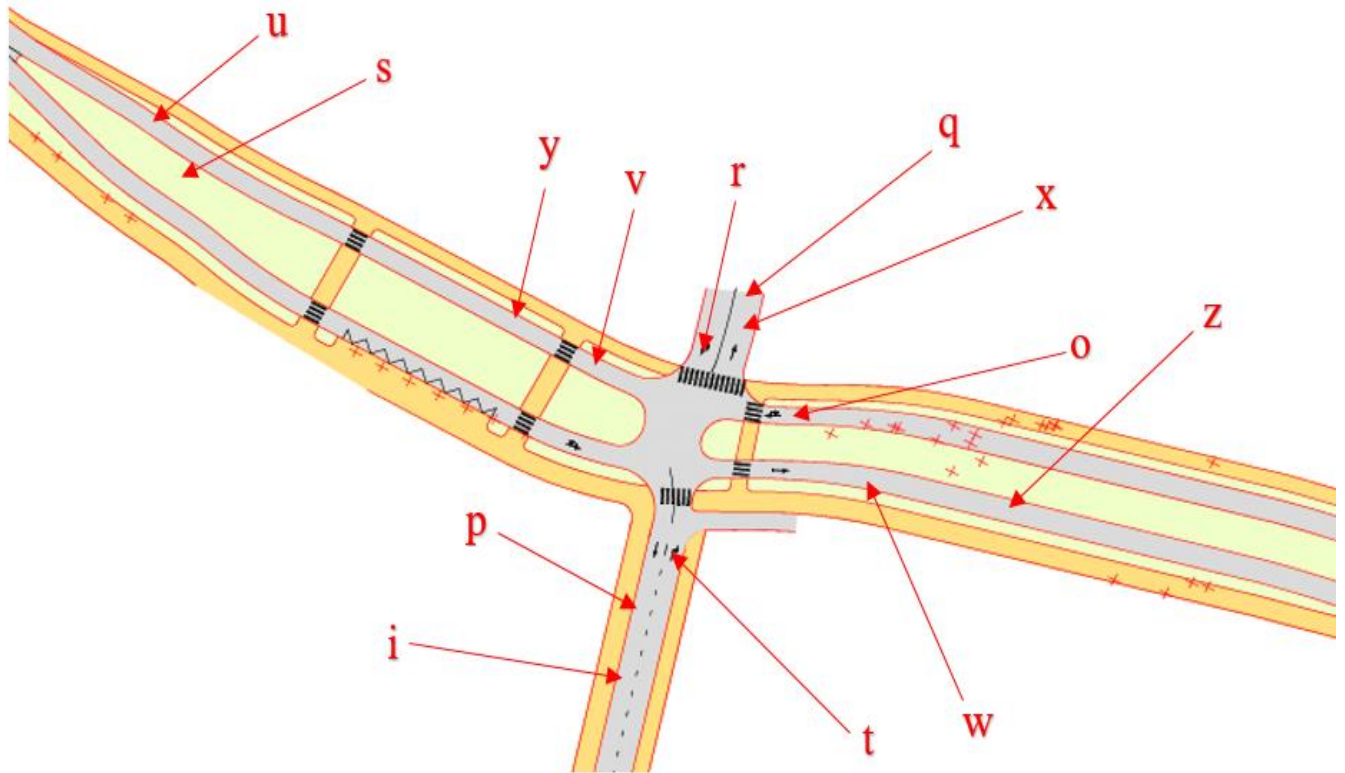
sõiduteeks, kus mõlemas suunas on üks sõidurada (l). Lisaks Rumbi tänavale plaanitakse veel ühte uut eraldusribaga sõiduteed, mis tagab ühendust Tallinna Sadama ja vaadeldava ringristmiku vahel (n). Uuel teel on üks sõidurada mõlemas suunas (Joonis 13).



Joonis 13. Kursi tänava - Rumbi tänava – uue plaanitava tänava ringristmik (allikas: K-Projekt AS)

Kalasadama tänava - Kalaranna tänava – Rumbi tänava ristmikule tulevad järgmised muudatused: 140 meetri ulatuses enne eelmainitud ristmikku Kalaranna tänav on eraldatud eraldusribaga ja mõlemas suunas on üherajaline sõidutee (s). Kalaranna tänavale saab jõuda sooritades vasakpööret Kalasadama tänavalt (t), otse liikudes mööda Rumbi tänavat linnast väljuvas suunas (o) ning sooritades parempööret Kalasadama tänavalt Tallinna Kalaturu poolt liikudes (r). Põhja puiestee poolt liikudes Kalasadama tänavalt saab sooritada nii vasakpööret Kalaranna tänavale (v) kui ka parempööret Rumbi tänavale (w). Samuti saab jätkata liikumist mööda Kalasadama tänavat otsesuunas liikudes (x). Liikudes Tallinna Kalaturu poolt mööda Kalasadama tänavat, saab jõuda Kalaranna tänavale sooritades parempööret (y), Rumbi tänavale sooritades vasakpööret (z) ning jätkata liikumist mööda Kalasadama tänavat liikudes otsesuunas (p). Rumbi tänavalt saab liikuda otsesuunas Kalaranna tänavale (u), saab sooritada

parempööret Kalasadama tänavale Tallinna Kalaturu suunas (q) ning saab pöörata vasakule Kalasadama tänavale Põhja puistee suunas (i) (Joonis 14).



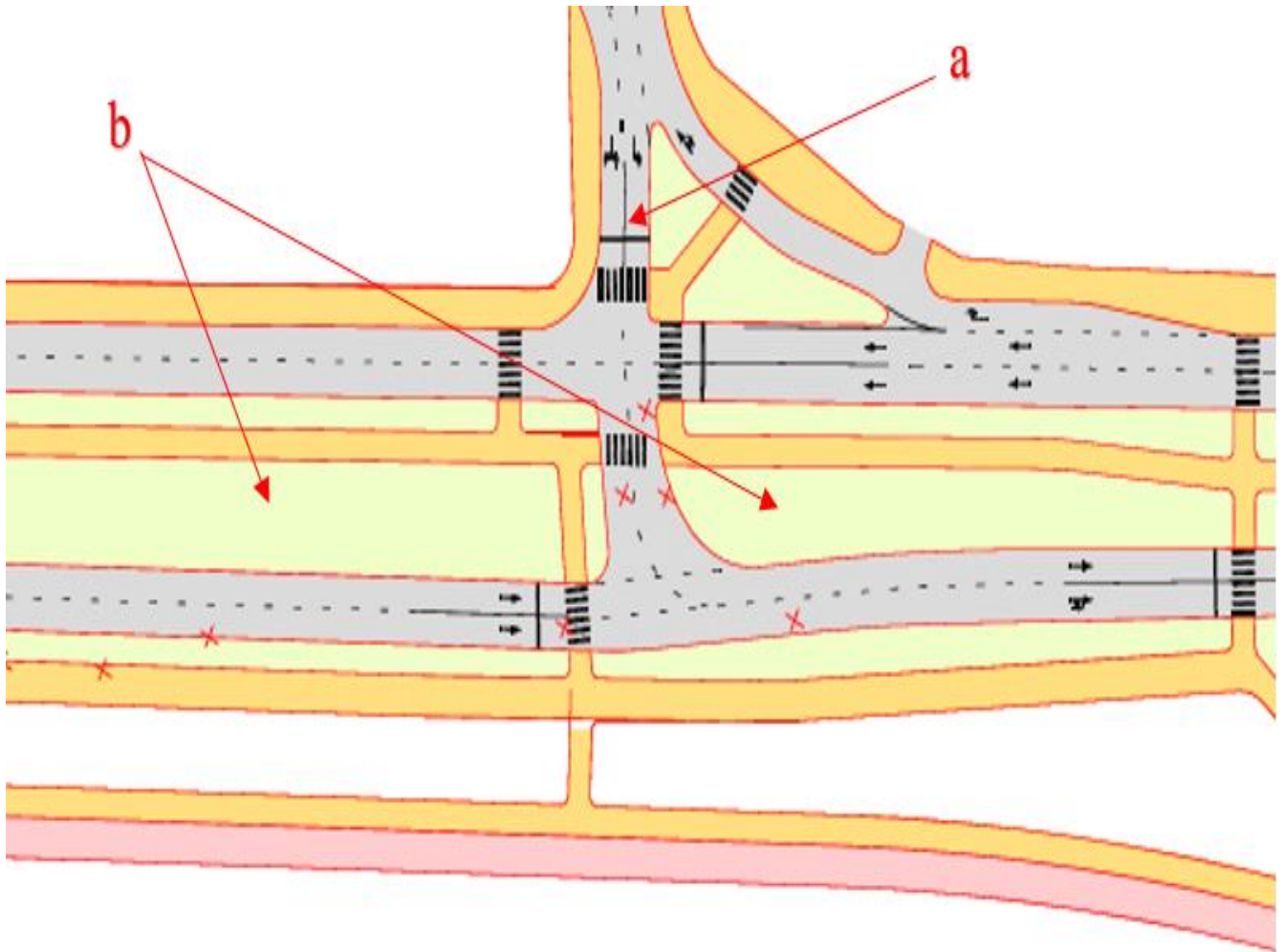
Joonis 14. Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav ristmiku liikluskorralduse muudatused (allikas: K-Projekt AS)

Kuna käesolev projekt arvestab vaadeldava piirkonna kiiret arengut, kohalikkude elanikkude ja turistide liikumisvajadust ning oluliste tömbekeskuste olemasolu, siis plaanitakse luua uut trammiteeliini, mis võimaldaks luua ühendust Tallinna Sadama, Tallinna Lennujaama, Tallinna Bussijaama ning teiste linnaosade ja oluliste objektide vahel (infoallikas on ettevõttele K-Projekt AS kuuluv dokument, millele ei saa viidata seoses äri- ja tootmissaladuse hoidmise kohustusega). Kavandatav trammiteeliin võtab oma alguse sadamas ja edasi kulgeb mööda Rumbi tänavat Kursi tänav – Rumbi tänav ja uue plaanitava tänav ringristmiku suunas. Eeltoodud ringristmikul rööbastee teeb pöört vasakule Mere puistee – Kai tänav – Kursi tänav – Sadama tänav – Põhja puistee ringristmiku suunas. Pärast ülalmainitud ringristmikku uus trammiteeliin ühendub olemasolevaga.

Täismahus liikluslahenduse esimese variandi joonis on esitatud käesoleva lõputöö lisas (Lisa 1).

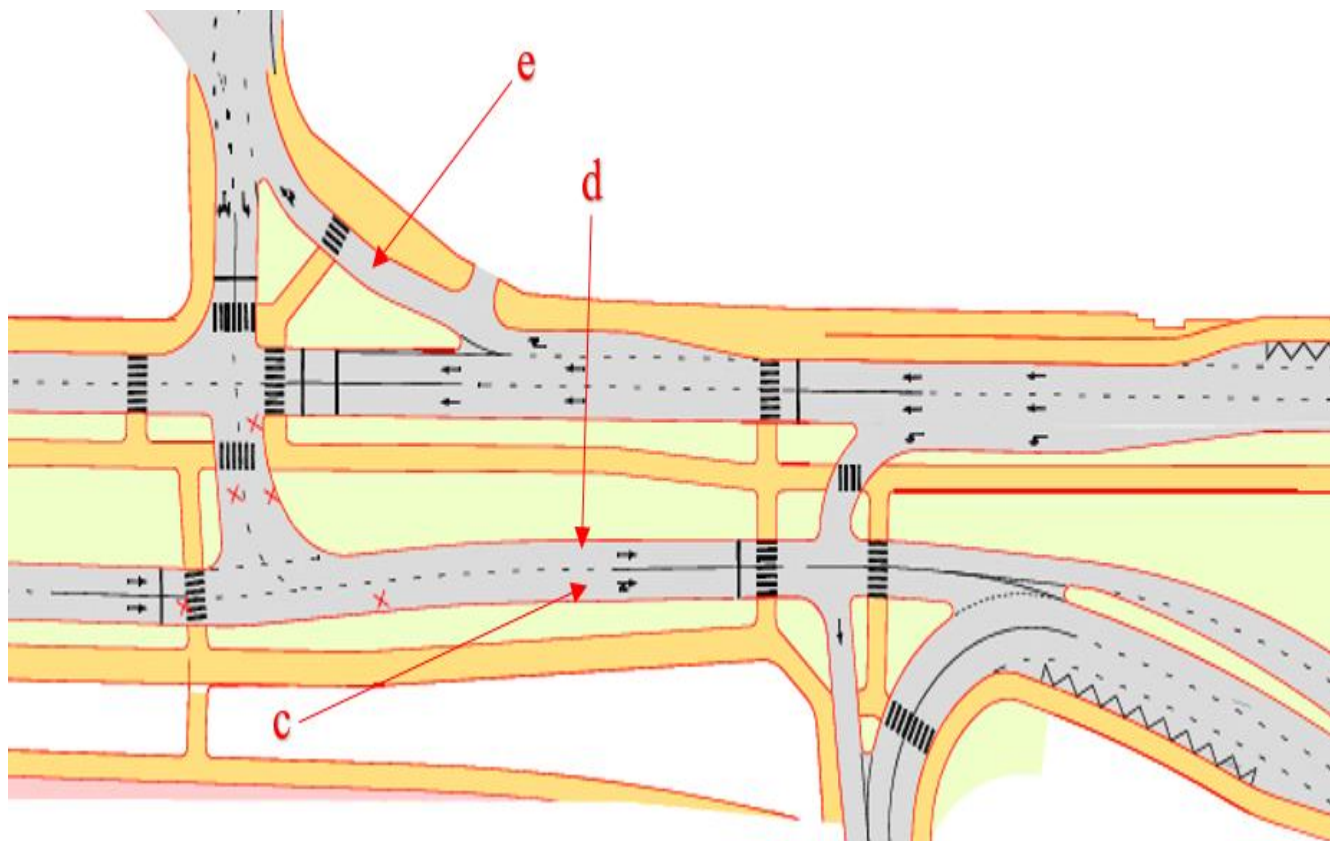
2.3.3. Variant 2

Sarnaselt esimese variandiga teise variandi valmimisel tehti otsus lubada vasakpöörde sooritamist Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele linna sisenevas suunas mõlemalt sõidurajalt (a). Antud variandi puhul Põhja puiestee tänava keskel on eraldusriba, mis eraldab vastandlikke suundi moodustades kahte kaheralist, ühesuunalist sõiduteed (b) (Joonis 15).



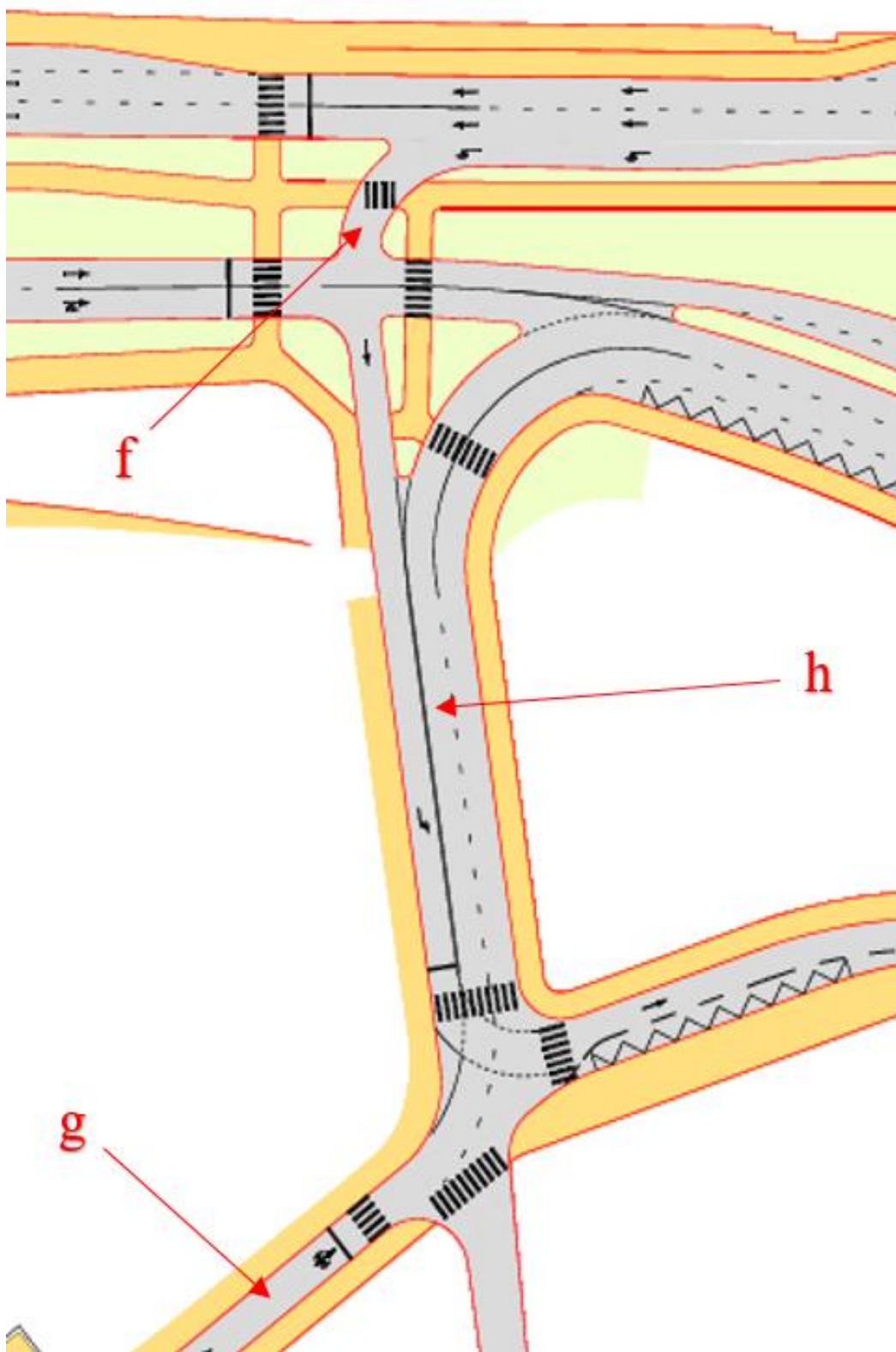
Joonis 15. Põhja puiestee ja Kalasadama tänava uus liikluskorraldus (allikas: K-Projekt AS)

Pärast Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele pöörde sooritamist linna sisenevas suunas esineb kaks võimalust: esimeselt sõidurajalt saab jõuda ainult Mere puiesteele (c); teiselt sõidurajalt saab jõuda Kai tänavale või teha tagasipööret Mere puiesteele, et seejärel jätkata liikumist linnast väljuvas suunas (d). Põhja puiesteelt Kalasadama tänavale saab jõuda kasutades spetsiaalset sõidurada, mis võimaldab parempöörde sooritamist (e) (Joonis 16).



Joonis 16. Pöördevõimalused Põhja puiesteelt (allikas: K-Projekt AS)

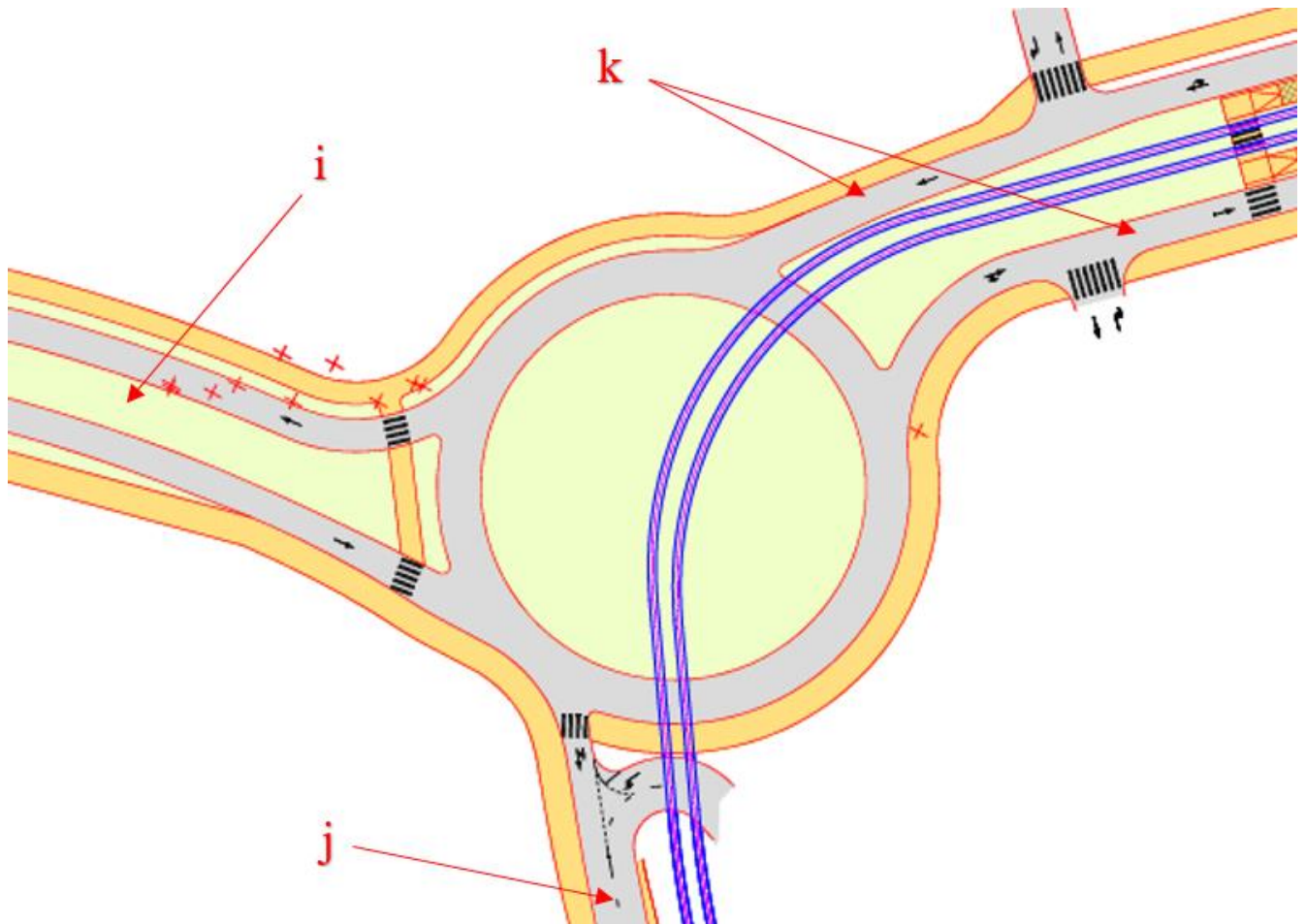
Ristmikul Põhja puiestee – Suur Rannavärv tänav jäetakse ära vasakpöörde võimalust Suur Rannavärv tänavalt Põhja puiesteele linnast väljuvas suunas. Põhja puiesteelt Suur Rannavärv tänavale saab pöörata sooritades vasakpöört mööda spetsiaalset üherajalist vasakpöörderada (f). Kasutades seda pöördevõimalust, edasi saab jätkata liikumist mööda Rannamäe teed linna sisenevas suunas. Käesolevas variandis enne Rannamäe tee – Pikk tänava ristmikku Rannamäe tee on üherajaline, ühesuunaline tee (g). Suur Rannavärv tänav muutub kahe-suunaliseks 2+1 teeks, kus linna sisenevas suunas esineb kaks sõidurada (h). Võrreldes olemasoleva olukorraga, peab pöörama tähelepanu järgmistele muutustele: Suur Rannavärv tänavalt Mere puiesteele parempöört võimaldavad sõidurajad enam ei eraldata üksteisest ohutussaarega; Suur Rannavärv tänavalt Mere puiesteele pöörates, enam ei ole võimalust jõuda Kai tänavale või Põhja puiesteele (Joonis 17).



Joonis 17. Liikluskorralduse muudatused Rannamäe teel ning Suur Rannavärv tänaval (allikas: K-Projekt AS)

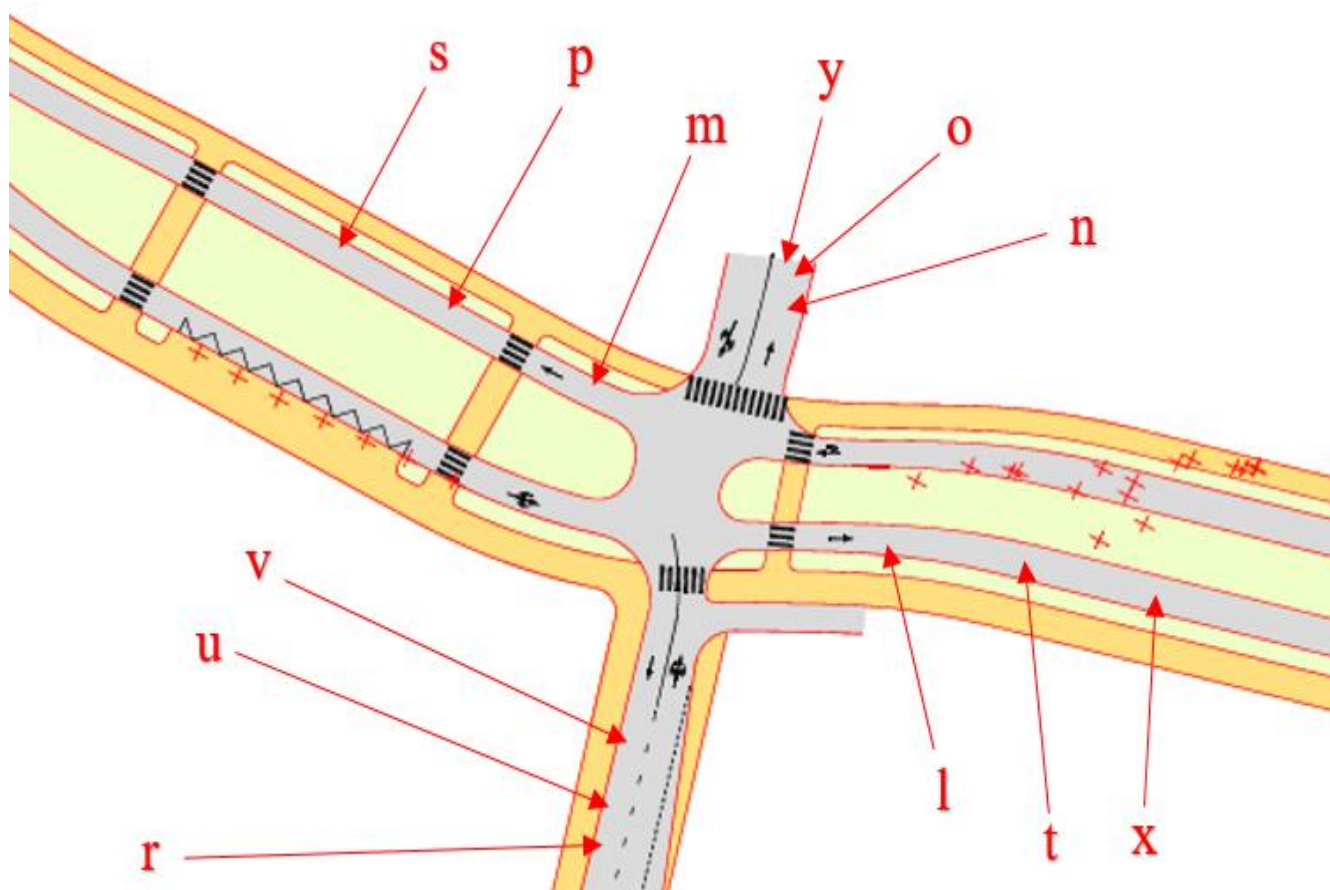
Antud variandi puhul ei muudeta olemasoleva Mere puiestee – Kai tänava – Kursi tänava – Sadama tänava – Põhja puiestee ristmiku geomeetriat.

Selles variandis kavandatakse kasutada sama ringristmikku Kursi tänava, Rumbi tänava ja uue plaanitava tänava ristumisel, mis juba oli kirjeldatud alapeatükis Variant 1. Rumbi tänavat muudetakse sõiduteeks, kus tee keskel on eraldusriba ja mõlemas suunas see on üherajaline, ühesuunaline sõidutee (i). Kursi tänava liikluskorraldus muudetakse nii, et selle tänava kaudu ringristmikule ei jõua, aga selle variandi raames see tänav on ringristmikult väljasõiduks (j). Uue plaanitava tänava liikluskorraldus sarnaneb Rumbi tänava liikluskorraldusega ehk sinna kavandatakse eraldusribaga teed, kus mõlemas suunas on üherajaline, ühesuunaline sõidutee (k) (Joonis 18).



Joonis 18. Kursi tänava – Rumbi tänava – uue plaanitava tänava ringristmik (allikas: K-Projekt AS)

Vaadeldavas variandis Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav ristmiku liikluskorraldus on sama, kui alapeatülis Variant 1 kirjeldatud lahenduses. Kalasadama tänavalt Põhja puistee poolt liikudes saab teha parempööret Rumbi tänavale (l), vasakpööret Kalaranna tänavale (m) ning saab jätkata liikumist otsesuunas mööda Kalasadama tänavat Tallinna Kalaturu suunas (n). Rumbi tänavalt saab jõuda Kalasadama tänavale (Tallinna Kalauturu suunas) parempööret sooritades (o), saab liikuda otsesuunas, et seejärel jätkata liikumist mööda Kalaranna tänavat (p) ning saab teha vasakpööret Kalasadama tänavale Põhja puistee suunas (r). Liikudes Tallinna Kalaturu poolt mööda Kalasadama tänavat, saab sooritada parempööret Kalaranna tänavale (s), saab teha vasakpööret Rumbi tänavale (t) ning saab jätkata liikumist mööda Kalasadama tänavat otsesuunas sõites (u). Liikudes Kalaranna tänav poolt esinevad järgmised liikumisvõimalused: saab sooritada parempööret Kalasadama tänavale (v), saab liikuda otseuunas, et seejärel jätkata liikumist mööda Rumbi tänavat (x) ning saab sooritada vasakpööret Kalasadama tänavale (y) (Tallinna Kalaturu suunas) (Joonis 19).



Joonis 19. Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav ristmiku uus liikluskorraldus
(allikas: K-Projekt AS)

Analoogiliselt Variandiga 1 kavandatakse luua uut trammiliini, mis võimaldaks ühendada Tallinna Sadamat teiste oluliste tõmbekeskustega ning parandada vaadeldava piirkonna liikuvust (infoallikas on ettevõttele K-Projekt AS kuuluv dokument, millele ei saa viidata seoses äri- ja tootmissaladuse hoidmise kohustusega). Plaanitav trammiteeliin kulgeb mööda Rumbi tänavat uue kavandatava ringristmiku suunas. Ringristmikul trammitee muudab oma suunda ja teeb pööret vasakule Põhja puistee suunas. Seejärel rööbastee ristub Põhja puistee ja Mere puistee ja ühendub olemasoleva trammiteega.

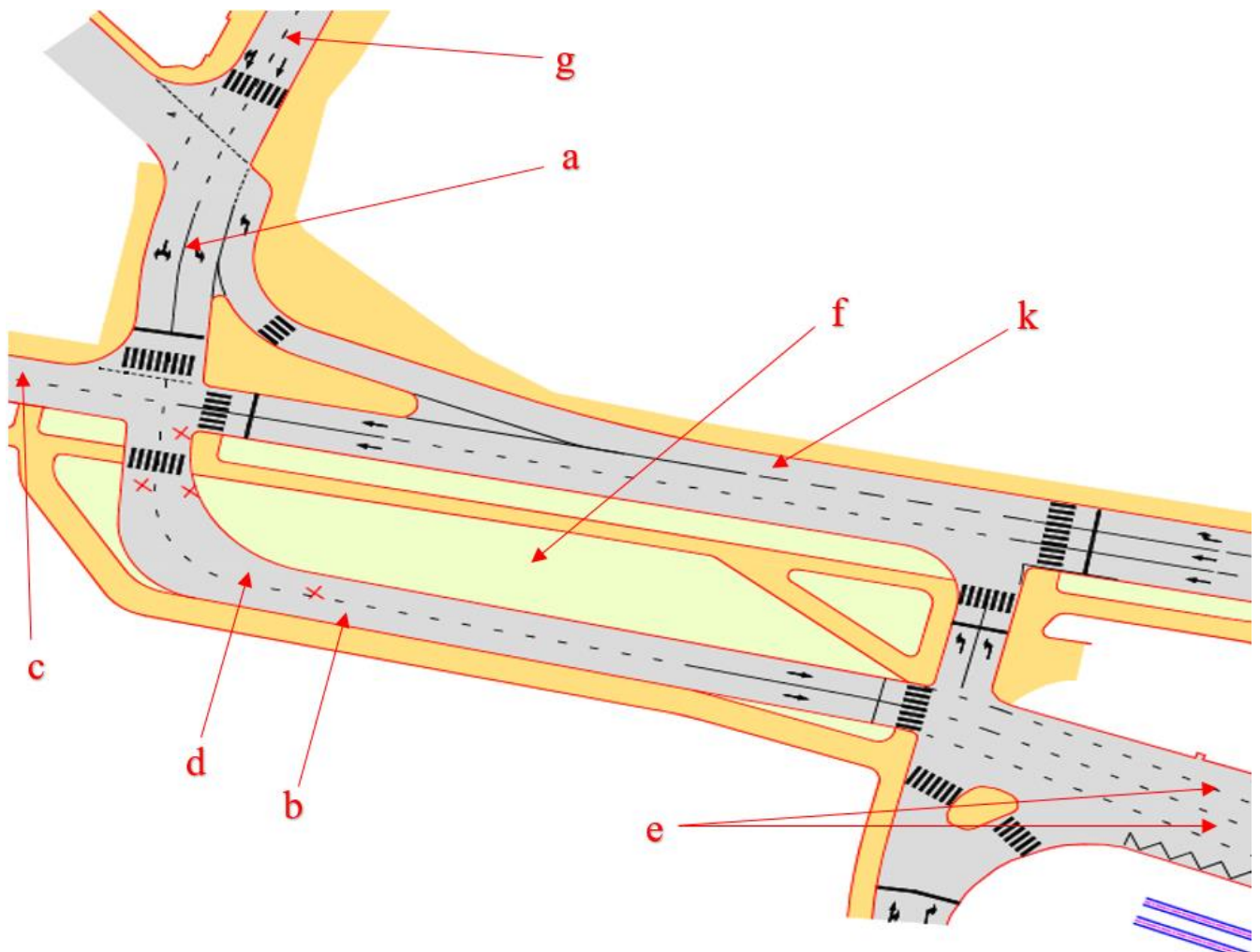
Täismahus liikluslahenduse teise variandi joonis on esitatud käesoleva lõputöö lisas (Lisa 2).

2.3.4. Variant 3

Kolmanda variandi puhul tehti sama otsus, mis oli tehtud kahes eelmises variandis: vasakpöörde sooritamine Kalasadama tänavalt Põhja puisteele linna sisenevas suunas on lubatud mõlemalt sõidurajalt (a). Esimeselt sõidurajalt saab jõuda Põhja puisteele, et seejärel jätkata liikumist linna sisenevas suunas vasakpöörde puhul (b) või linnast väljuvas suunas parempöörde puhul (c). Teiselt sõidurajalt saab pöörata ainult vasakule, et liikuda mööda Põhja puisteed linna sisenevas suunas (d). Liikudes mööda Põhja puisteed linna sisenevas suunas, saab jõuda Mere puisteele või Kai tänavale (e). Analoogiliselt teiste variantidega kavandatakse eraldada sõidusuundi Põhja puisteel eraldusribaga, mõlemas suunas on kaks sõidurada (f). Antud variandis rohkem ei ole võimalust sooritada pööret Põhja puistelt Kalasadama tänavale, kuna selle variandi raames Kalasama tänav muutub ühesuunaliseks (g).

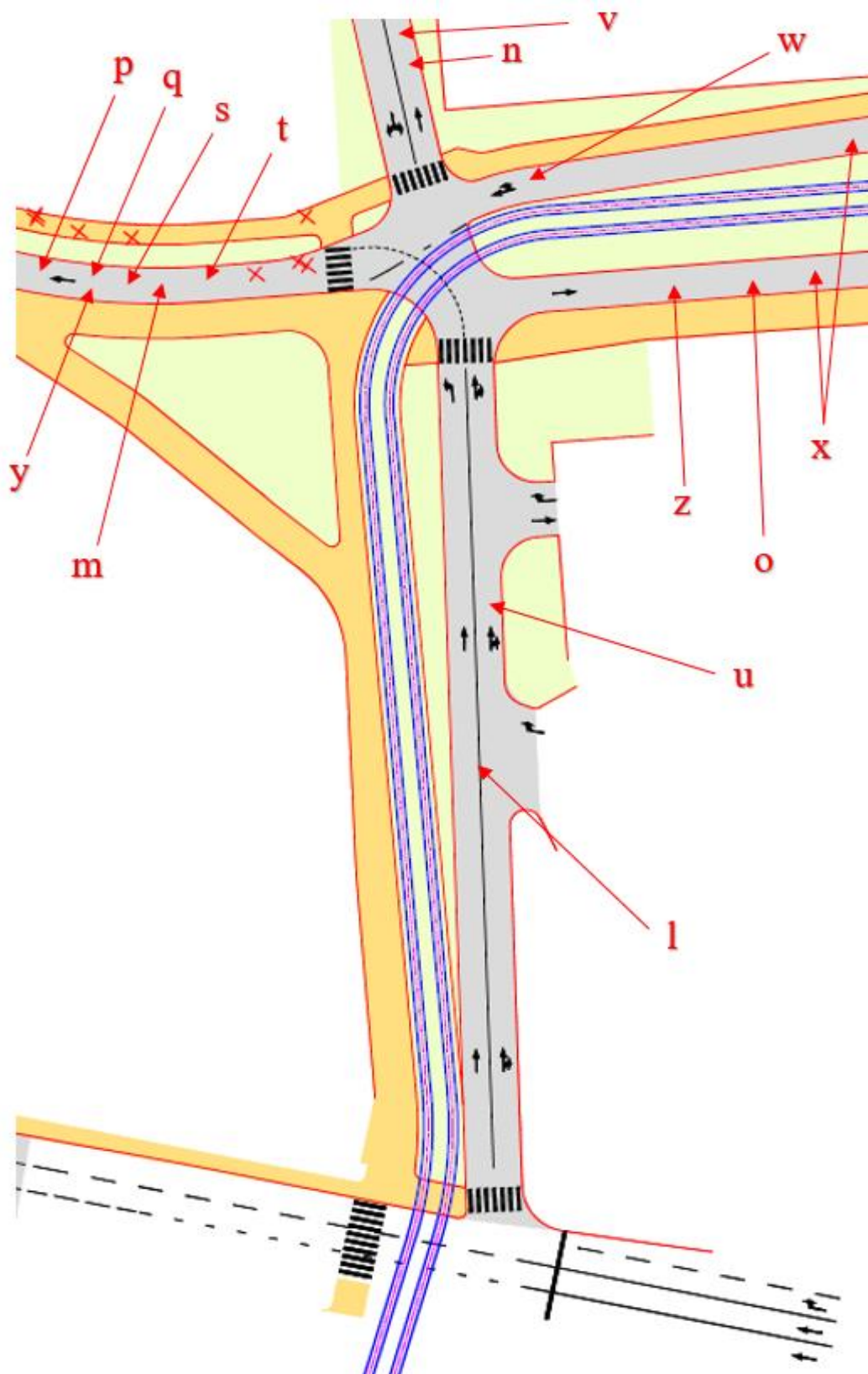
Kirjeldataval ristmikul esineb pöördevõimalus Suur-Patarei tänavale, mis on tagatud tänu sellele, et esimest sõidurada pikendatakse Põhja puistee – Suur Rannavärav tänava ristmikult kuni Kalasadama tänava – Põhja puistee ristmikuni (k).

Käesolevas variandis Põhja puistee – Suur Rannavärava tänava ristmikul esineb ainult üks liikluskorralduse muudatus, mis seisneb Põhja puistee sõidusuundade eraldusribaga eraldamises (f) (Joonis 20).



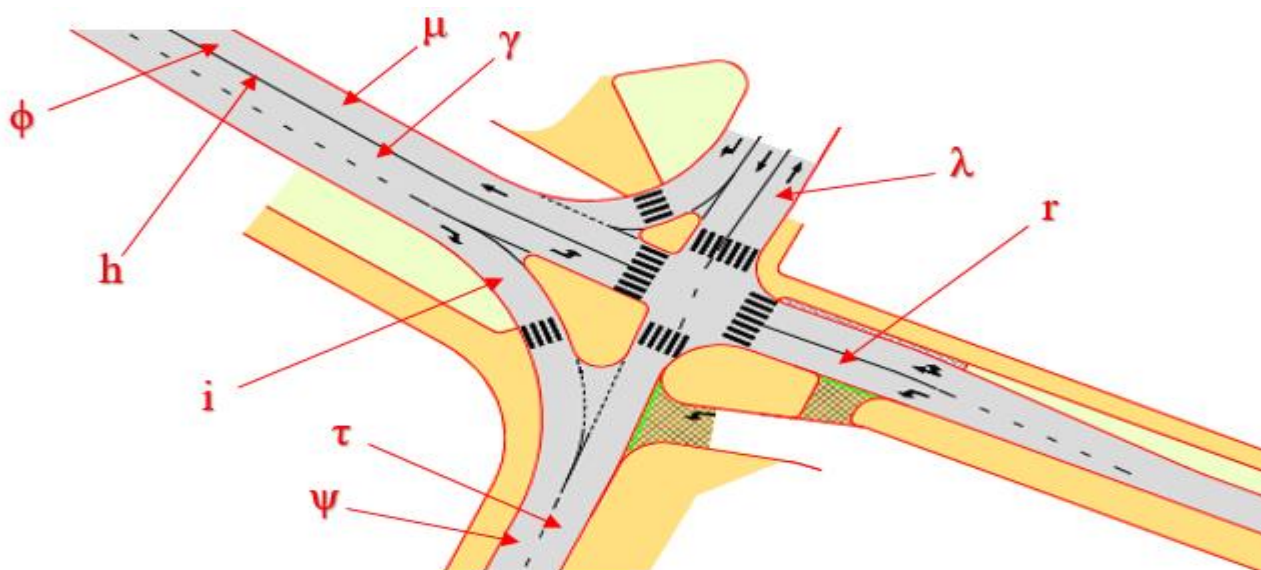
Joonis 20. Liikluskorralduse muudatused Põhja puiestee – Kalasadama tänava ristmikul ja pöördevõimalused (allikas: K-Projekt AS)

Antud variandi puhul ei muudeta olemasoleva Mere puiestee – Kai tänava – Kursi tänava – Sadama tänava – Põhja puiestee ristmiku liikluskorraldust ja geomeetriat.



Joonis 21. Uus kavandatav ristmik (allikas: K-Projekt AS)

Vaadeldavas variandis kavandatakse uut ristmikku, mis moodustub Kursi tänava, Rumbi tänava ja uue plaanitava tänava ristumisel. Selles variandis Kursi tänavat muudetakse ühesuunaliseks, kaheajaliseks teeks, kuhu saab jõuda Põhja puiesteelt (l). Kursi tänavalt saab sooritada vasakpöört teiselt sõidurajalt Rumbi tänavale (m) või saab jätkata liikumist otsesuunas mööda Kursi tänavat (n) või teha parempöört uuele plaanitavale tänavale Tallinna Sadama suunas kasutades esimest sõidurada (o). Rumbi tänavat muudetakse ühesuunaliseks, üheajaliseks sõiduteeks (p). Liikudes mööda nimetatud tänavat, saab jõuda Kalasadama tänava - Kalaranna tänava – Rumbi tänava ristmikule. Antud tänava viimase 50 meetri ulatuses linnast väljuvas suunas esimesele sõidurajale lisandub teine sõidurada (r). Sellele tänavale saab jõuda Kursi tänavalt tehes vasakpöört (m), uuel plaanitavalt tänavalt otsesuunas liikudes (s) või Kursi tänavalt sooritades parempöört Tallinna Linnahalli poolt liikudes (t). Kui tekib vajadus jätkata liikumist mööda Kursi tänavat Tallinna Linnahalli suunas, siis selleks on järgmised võimalused: liikudes Põhja puiestee poolt mööda Kursi tänavat, saab liikuda otsesuunas kasutades esimest sõidurada Kursi tänaval (u); liikudes Tallinna Sadama poolt, saab sooritada parempöört uuel plaanitavalt tänavalt (v). Kui tegemist on Tallinna Linnahalli poolt tuleva liiklusega, siis antud juhul Kursi tänavalt saab teha parempöört Rumbi tänavale (y) või vasakpöört uuele plaanitavale tänavale (z). Ülaltoodud Kursi tänava lõigul liiklus toimub 1+1 skeemi järgi. Uus plaanitav tee on eraldusribaga sõidutee, kus mõlemas suunas on üks sõidurada (x). Uuel tänavalt saab jõuda Kursi tänavale parempöört sooritades (w) või jätkata liikumist otsesuunas Rumbi tänavale (q) (Joonis 21).



Joonis 22. Ristmiku Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav uus liikluskorraldus (allikas: K-Projekt AS)

Ristmikul Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav on tehtud allpool kirjeldatud muudatused. Kalaranna tänaval liiklus toimub 1+2 skeemi järgi, kus linna sisenevas suunas esineb kaks sõidurada ja linnast väljuvas suunas on üks sõidurada (h). Liikudes mööda Kalaranna tänavat linna sisenevas suunas, ülalmainitud ristmikul on järgmised pöördevõimalused Kalasadama tänavale: saab teha parempööret, et liikuda Põhja puiestee poole (i) või saab sooritada vasakpööret, et liikuda Tallinna Kalaturu poole (γ). Rumbi tänava esimeselt sõidurajalt saab teha parempööret Kalasadama tänavale Tallinna Kalaturu suunas (λ) või saab jätkata liikumist otsesuunas Kalaranna tänavale (μ), teiselt sõidurajalt saab sooritada vasakpööret Kalasadama tänavale Põhja puiestee suunas (ψ). Liikudes Tallinna Kalaturu poolt mööda Kalasadama tänavat, saab jätkata liikumist otsesuunas Põhja puiestee poole kasutades teist sõidurada (τ) või saab teha parempööret Kalaranna tänavale esimeselt sõidurajalt (ϕ). Mööda ülalmainitud tänavat liiklus toimub 1+2 skeemi järgi (Joonis 22).

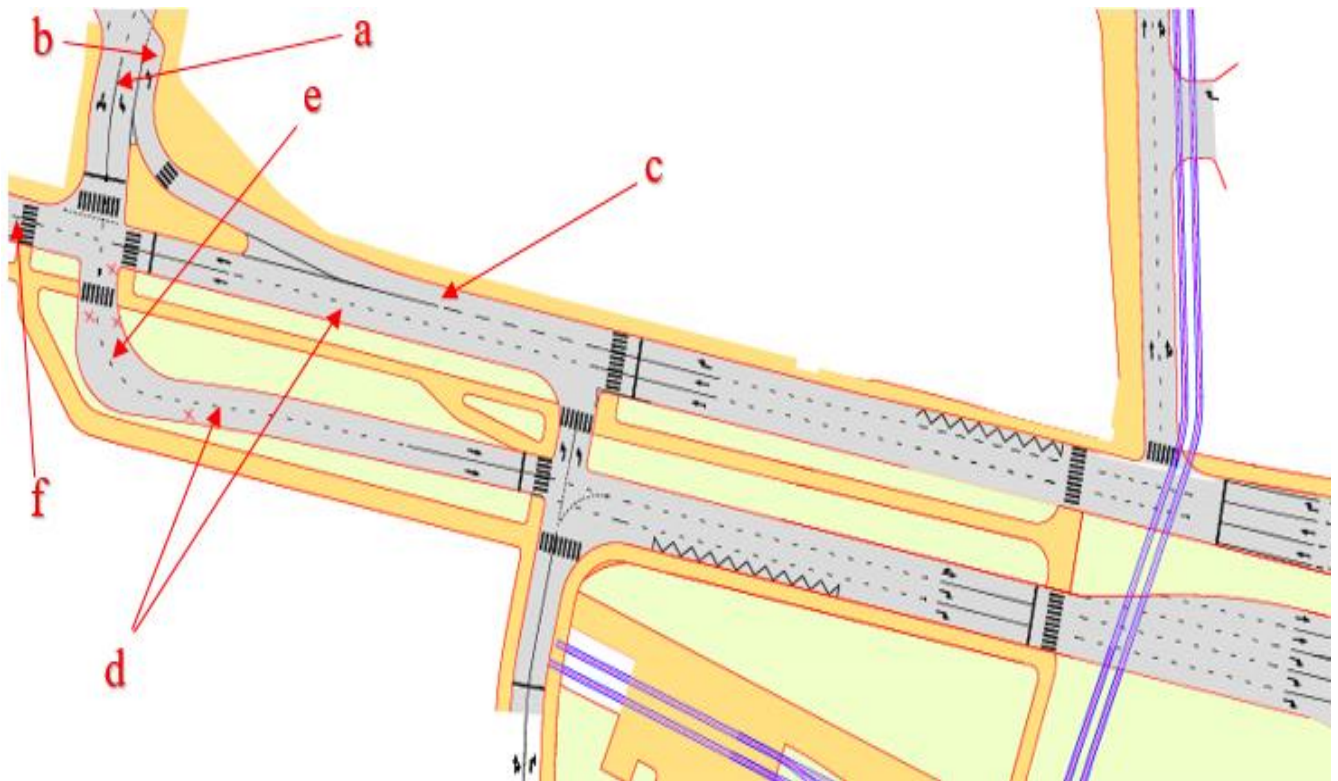
Sarnaselt eelmistes alapeatükkides kirjeldatud variantidega (Variant 1 ja Variant 2) käesolevas variandis ka esineb uus trammiteeliin, mis ühendab Tallinna Sadamat ülejaanud trammi liinivõrguga (informatsioon uue trammiliini kohta on saadud infoallikast, mis on ettevõttele K-Projekt AS kuuluv dokument, millele ei saa viidata seoses äri- ja tootmissaladuse hoidmise kohustusega). Kavandatav trammitee võtab oma alguse Tallinna Sadamas ja seejärel kulgeb mööda uut plaanitavat tänavat Kursi tänav - Rumbi tänav - uue plaanitava tänav ristmikuni. Sellel ristmikul trammitee teeb pööret paremale ja kulgeb mööda Kursi tänavat. Seejärel rööbastee ristub Põhja puiestee ja Mere puiesteeaga. Pärast Mere puiesteeaga ristumist uus trammiteeliin ühendub olemasolevaga.

Täismahus liikluslahenduse kolmanda variandi joonis on esitatud käesoleva lõputöö lisas (Lisa 3).

2.3.5. Variant 4

Neljanda variandi raames ristmikul Kalasadama tänav – Põhja puiestee tehtud muudatused on kirjeldatud allpool. Jäetakse ära parempööre Põhja puiesteel Kalasadama tänavale, kuna Kalasadama tänav muutub ühesuunaliseks (a). Selle asemel saab sooritada parempööret Põhja puiesteel Suur-Patarei tänavale (b). Selle pöörde sooritamiseks on kavandatud eraldi sõidurada Põhja puiesteel, mida plaanitakse teha pikendades olemasolevat kiirendusrada Kursi tänav - Põhja puiestee ristmikult kuni Kalasadama tänav – Põhja puiestee ristmikuni (c). Põhja puiestee muutub eraldusribaga teeks, kus mõlemas suunas on kaks sõidurada (d). Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele saab sooritada vasakpööret mõlemalt sõidurajalt, et

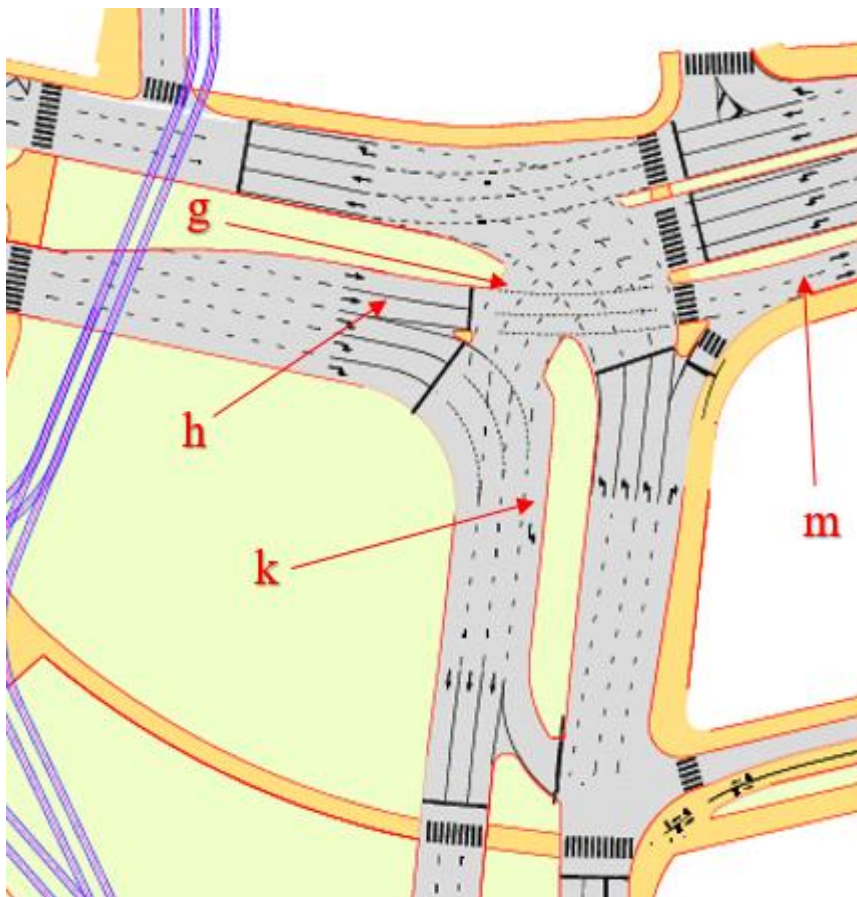
seejärel liikuda linna sisenevas suunas (e) või saab teha parempöörret kasutades esimest sõidurada, et jätkata liikumist Soo tänava suunas (f).



Joonis 23. Liikluskorralduse muudatused Põhja puiesteel, Kalasadama tänaval, Mere puiesteel, Kursi tänaval ning Suur Rannavärv tänaval (allikas: K-Projekt AS)

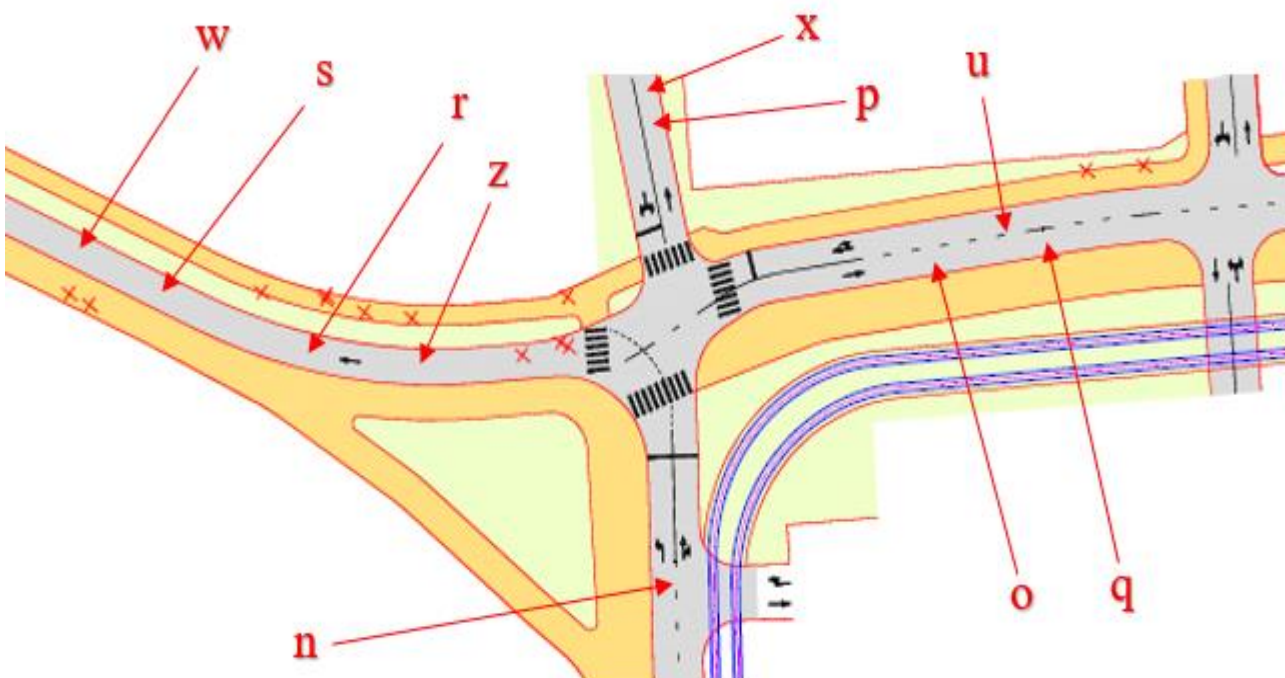
Ristmikul Põhja puiestee – Suur Rannavärv tänav esinevad jägmised muudatused: Põhja puiestee vastandlikke sõidusuundi eraldatakse eraldusribaga (d); Suur Rannavärv tänaval vahetult enne Mere puiesteele pöördekohta jäetakse ära ohutussaar (Joonis 23).

Ristmikul Mere puiestee – Kai tänav – Kursi tänav – Sadama tänav – Põhja puiestee muutub oluliselt ristmiku geomeetria. Liikluskorralduse osas tehtud muudatused: Sadama tänavalt Mere puiesteele pöörde sooritamiseks ettenähtud pöördekohal lisandub kolmas sõidurada (g); antud variandi raames Mere puiesteelt saab jõuda Sadama tänavale liikudes otsesuunas (h); Kai tänavale saab sooritada pöörret kasutades spetsiaalset vasakpöörderada, samuti see sõidurada võimaldab sooritada tagasipöörret Mere puiesteele (k); Põhja puiesteelt Kursi tänavale pöörderajalt rohkem ei saa jätkata liikumist mööda Põhja puiesteed linnast väljuvas suunas; Sadama tänaval Tallinna Sadama suunas lisandub teine sõidurada (m) (Joonis 24).



Joonis 24. Mere puiestee – Kai tänav – Kursi tänav – Sadama tänav – Põhja puiestee ristmiku uus geomeetria ja liikluskorraldus (allikas: K-Projekt AS)

Käesoleva variandi puhul plaanitakse uut ristmikku Kursi tänav, Rumbi tänav ja uue kavandatava tänav ristumisel. Antud variandis Kursi tänavat muudetakse kaheajaliseks, ühesuunaliseks teeks (n). Esimeselt sõidurajalt saab teha parempöoret uuele plaanitavale tänavale Tallinna Sadama suunas (o) või saab jätkata liikumist mööda Kursi tänavat otsesuunas sõites (p). Teiselt sõidurajalt saab sooritada vasakpöoret Rumbi tänavale (r). Vaadeldava variandi raames Rumbi tänavat muudetakse ühesuunaliseks, üherajaliseks sõiduteeks (s), kus viimase 50 meetri ulatuses lisandub vasakpöörderada Kalasadama tänavale (t). Võrreldes teiste variantidega, selles variandis uue plaaniatava tänav keskele eraldusriba ei ole kavandatud. Sellel tänaval liiklus toimub 1+1 skeemi järgi (u). Liikudes mööda seda tänavat Rumbi tänav suunas, saab jätkata liikumist otsesuunas Rumbi tänavale (w) või saab sooritada parempöoret Kursi tänavale Tallinna Linnahalli suunas (x). Tallinna Linnahalli poolt tulles mööda Kursi tänavat esinevad järgmised pöördevõimalused: saab pöörata paremale Rumbi tänav suunas (z) või vasakule Tallinna Sadama suunas (q) (Joonis 25).



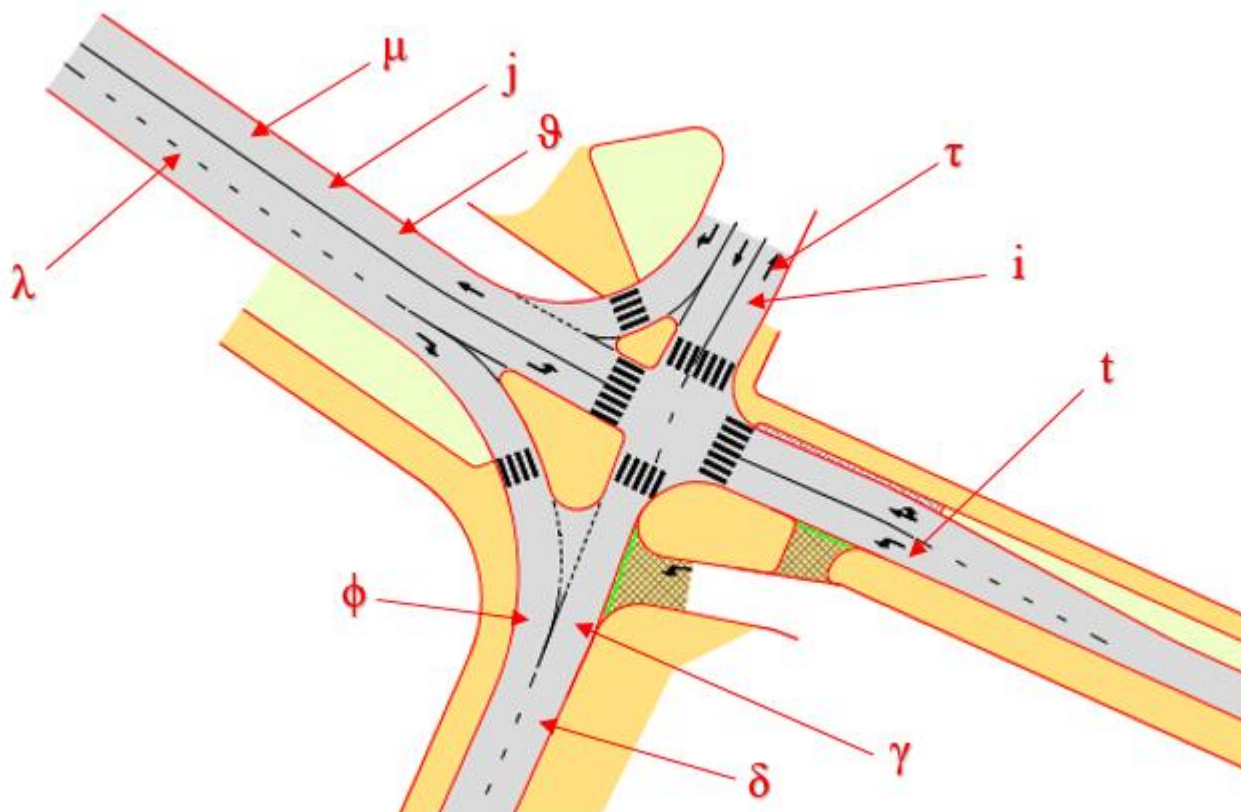
Joonis 25. Kursi tänava – Rumbi tänava ja uue kavandatava tänava ristmiku uus liikluskorraldus
(allikas: K-Projekt AS)

Ristmikul Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav tehtud muudatused on allpool kirjeldatud. Rumbi tänava esimeselt sõidurajalt saab teha parempööret Kalasadama tänavale Tallinna Kalaturu suunas (i) või jätkata liikumist otsesuunas Kalaranna tänavale (j). Teiselt sõidurajalt saab sooritada pööret Kalasadama tänavale Põhja puiestee suunas (γ). Antud variandi puhul liiklus Kalaranna tänaval toimub skeemil 1+2, kus linna sisenevas suunas on kaks sõidurada (λ) ja linnast väljuvas suunas on üks sõidurada (μ). Kalaranna tänavalt saab jõuda Kalasadama tänavale. Sooritades parempööret esimeselt sõidurajalt, saab liikuda mööda Kalasadama tänavat Põhja puiestee suunas (ϕ), pöörates teiselt sõidurajalt, saab sõita mööda Kalasadama tänavat Tallinna Kalaturu poole (τ). Tallinna Kalaturu poolt tulles esinevad järgmised võimalused: saab jätkata otsesuunas liikumist Põhja puiestee poole (δ) või saab sooritada parempööret Kalaranna tänavale (θ) (Joonis 26).

Sarnaselt teiste variantidega (Variant 1, Variant 2 ja Variant 3) käesolev lahendus eeldab uue trammiteeliini loomist (informatsioon uue trammiliini kohta on saadud infoallikast, mis on ettevõttele K-Projekt AS kuuluv dokument, millele ei saa viidata seoses äri- ja tootmissaladuse hoidmise kohustusega). Uus trammitee võtab oma alguse Tallinnas Sadamas. Kuna selles variandis uut plaanitavat tänavat eraldusribaga ei eraldata, siis trammitee kulgeb uut tänavat mööda paremal pool. Seejärel rööbastee

pöörab paremale ja kulgeb mööda Kursi tänavat. Edasi trammitee ristub Põhja puiestee ja Mere puiesteeaga. Pärast eelmainitud tänavatega ristumist rööbastee ühendub olemasoleva trammiteega.

Täismahus liikluslahenduse neljanda variandi joonis on esitatud käesoleva lõputöö lisas (Lisa 4).



Joonis 26. Liikluskorralduse muudatused ristmikul Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav
(allikas: K-Projekt AS)

2.4. PTV Vissim

PTV Vissim on liikluse mikromodelleerimise tarkvara, mis võimaldab imiteerida ning analüüsida transpordi ja jalakäijate liikumist. Programmi tööpõhimõtte põhineb ajalistel intervallidel ja käitumisprintsipidel, mis kirjeldavad linnasisest ja linnavälist liikumisvoogu. [1]

Tarkvara võimaldab imiteerida transpordi ja jalakäijate liiklust erinevatel tingimustel: tee sõiduradadeks jaotumine; transpordivoogu koosseis; foorjuhtimine; prioriteedireeglid; liikumiskiirus; ühistranspordi liinid, sõiduplaanid ja peatused; parkimine; jalakäijate liikumine; andurite kasutamine. [1]

PTV Vissimi abil on võimalik hinnata ja testida erinevate süsteemide vastastikmõju: transpordi ja jalakäijate liiklus; isikliku transpordi liiklus ja ühistranspordi liiklus; reguleeritav ja reguleerimata ristmik; mitmetasandilised liiklussõlmed. Erinevate variantide võrdlemist saab teostada erinevate mõõtmisvahendite abil, mis võimaldavad teada saada palju erinevaid parameetreid: sõiduki ooteaeg ristmikul; ristmiku teenindustaset; transpordi sõiduaeg; sõiduki eeldatav kütusekulu; heitgaaside kogus; liiklusummiku pikkus; sõidukite peatumiste arv. [1]

Lisaks eelnimetatud võimalustele programm pakub ka palju prognooseerimisvõimalusi näiteks: remonditööde koordineerimine ja nende läbiviimise toetuse tagamine; linna arengu kontseptsioonide modelleerimine ja hindamine; parklate otsimise imiteerimine ja nende mõju sõidukijuhtide käitumisele ning suurenenud transpordivoolu mõju liiklusele hindamine. [1]

Samuti PTV Vissim võimaldab visualiseerida väljatöötatud lahendused: programmis esineb riistastik, mis annab laiasid võimalusi 2D ja 3D videote salvestamiseks. [1]

Käsitleva programmi arendamise ja hooldusega tegeleb ettevõtte PTV Group. Ettevõtte oli loodud aastal 1979 Karlsruhes Saksamaal ja oli Karlsruhe Tehnoloogia Instituudi osana. Praegu ettevõttes töötab umbes 900 töötajat ja firma poolt loodud tarkvara kasutatakse ligikaudu 2500 linnades üle terve maailma. Firma tegutseb peamiselt kolmes valdkonnas: liikluse modelleerimise tarkvara loomine; transpordi planeerimine; logistika tarkvara loomine. PTV Vissim kuulub liikluse modelleerimise tarkvara hulka, aga võimaldab teostada ka transpordi planeerimisega seotud ülesandeid. [2]

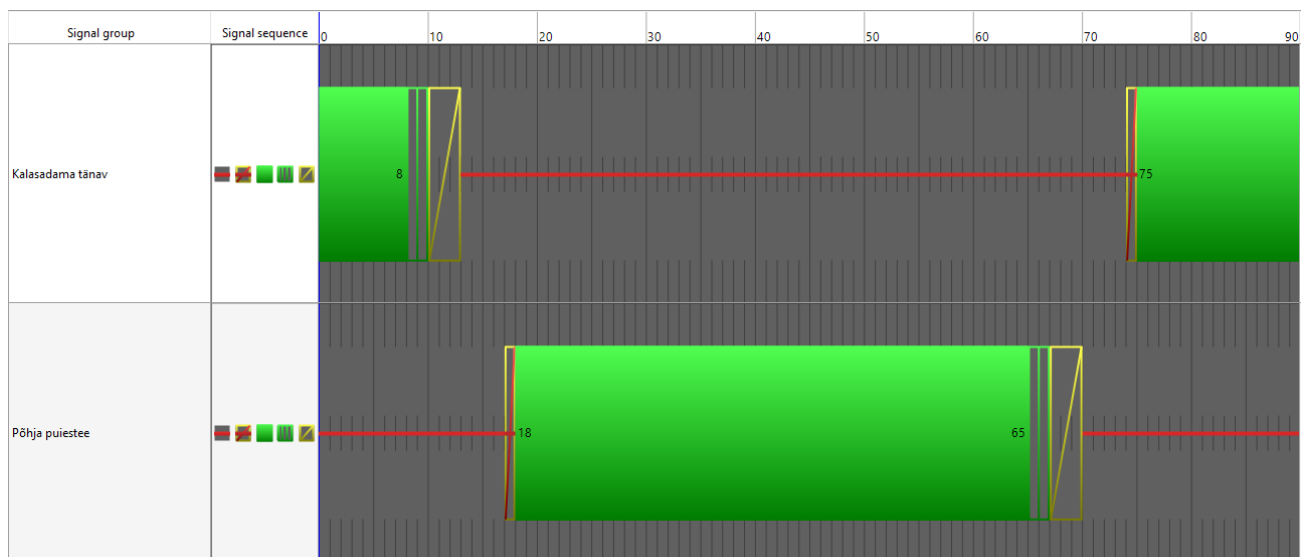
2.5. Mikrosimulatsioonid

2.5.1. Esimese variandi mikrosimulatsioon

Esimese simulatsiooni tegemisel on koostatud joonisel (Lisa 1) kujundatud tänavavõrk ja on rakendatud uus eeldatav liikluskorraldus: kiiruspiirangud, prioriteedireeglid, sõiduradade arv ja nende suund. Selleks, et kõrgendada simulatsiooni vastavust reaalsele tingimustele, tehti otsuse alandada kiirust pöördekohtadel kuni 20 km/h [4]. Lisaks eelmainitud liikluskorralduse elementidele on modelleeritud ka valgusfoorid koos autori poolt koostatud uute fooriprogrammidega, mis on allpool detailselt kirjeldatud. Seoses sellega, et käesoleva lõputöö raames kavandatakse parandada sõidukite liiklust, siis lõputöö autor ei modelleeri jalakäijate liiklust reguleerivaid fooriprogramme eraldi, kuid nende vajadustega on arvestatud fooriprogrammide koostamisel. Simulatsiooni täpsuse ja usaldusväärsuse kõrgendamise

eesmärgiga liikluse reguleerimisel otsustati lubada jalakäijate liikumist keelava sõiduki foorisignaali ajal kõikidel võimalikkudel suundadel, mis ei ole sõidukite liiklusega konfliktis. Jalakäijate liikumine ja nende liikumist reguleerivad fooride programmid on modelleeritud vastavalt liiklusseaduses sätestatud reeglitele.

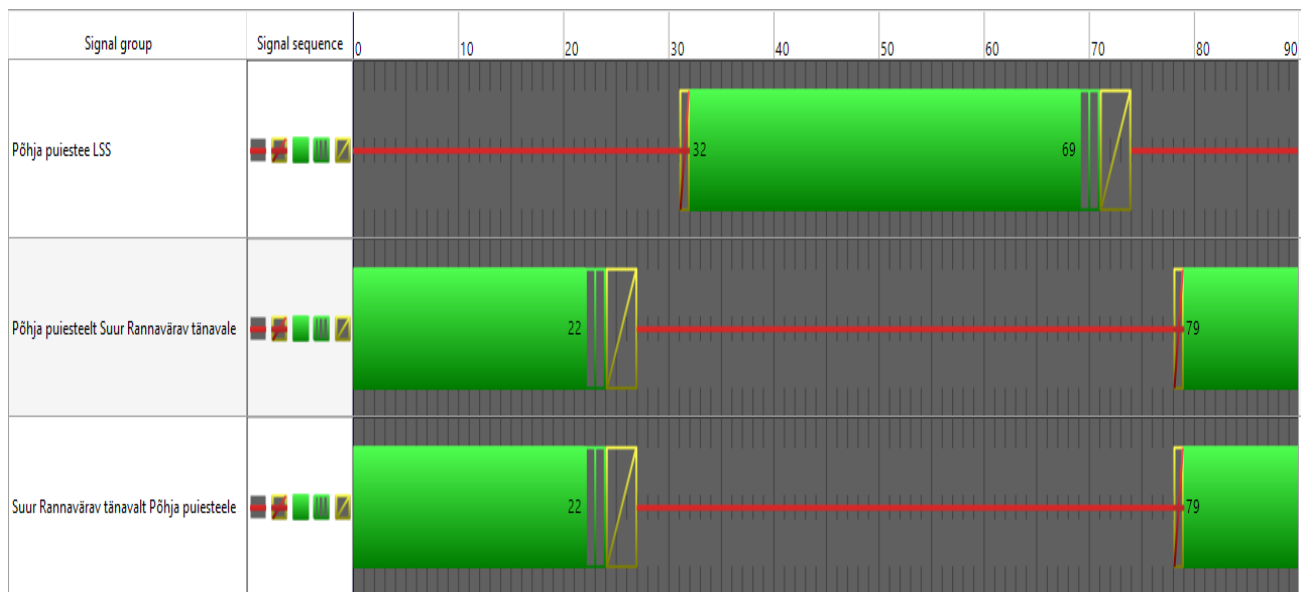
Ristmik Kalasadama tänav – Põhja puistee. Kalasadama tänava poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 62 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 15 sekundit. Põhja puistee poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on selline: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 18 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 20 sekundit (Joonis 27).



Joonis 27. Ristmiku Kalasadama tänav – Põhja puistee fooriprogrammid, variant 1 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

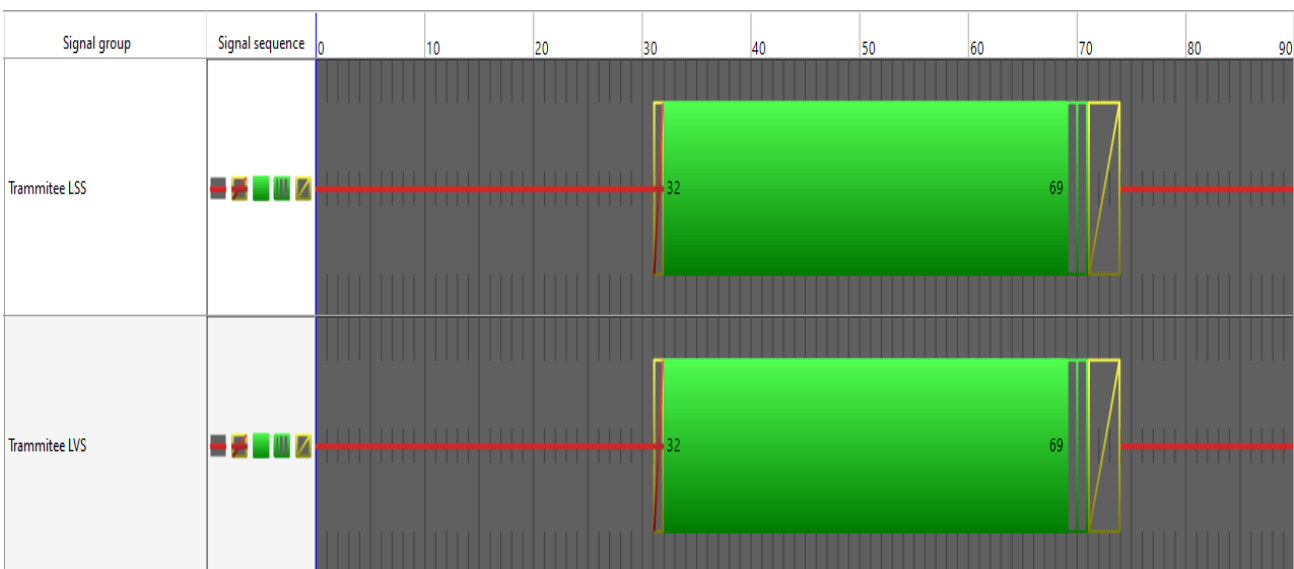
Ristmik Suur Rannavärv tänav – Põhja puistee. Mööda Põhja puisteed linna sisenvas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on selline: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab

punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit. Põhja puistestelt Suur Rannavärv tänavale pöört reguleeriva valgusfoori programm on selline: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab rohelise taktiga, mille pikkus on 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 52 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsüklil lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 11 sekundit. Sama fooriprogramm reguleerib ka Suur Rannavärv tänavalt Põhja puisteele linna sisenevas suunas kulgevat pöört (Joonis 28).



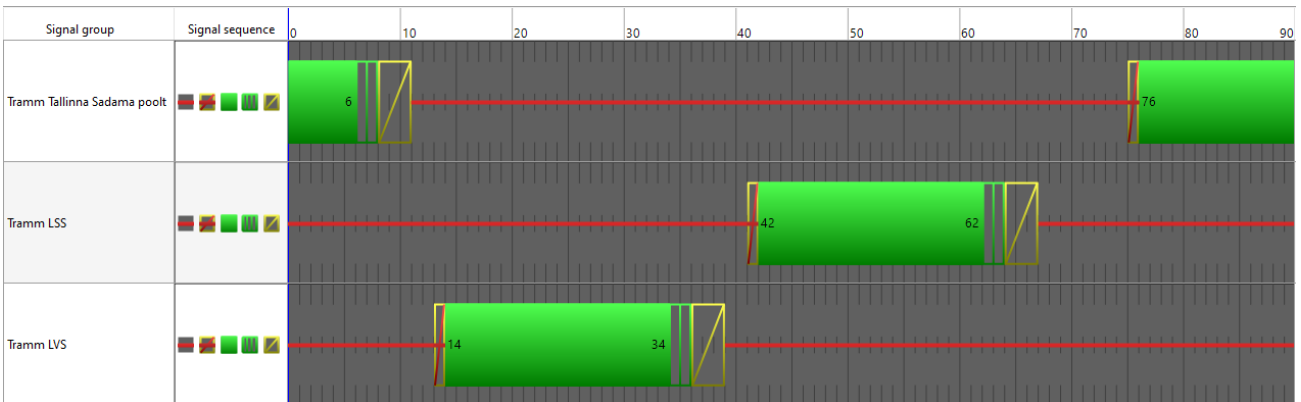
Joonis 28. Ristmiku Suur Rannavärv tänav – Põhja puistee fooriprogrammid, variant 1 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristumised trammiteega. Antud tekstilõigus kirjeldatakse trammifooride programme. Trammittee ja Suur Rannavärv tänav ristumiskohal trammide liiklust mõlemas suunas reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit (Joonis 29).



Joonis 29. Tramitee ja Suur Rannavärv tänav ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 1 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Tramiteede ristumiskoht Mere puiestee – Põhja puiestee – Sadama tänav – Kai tänav – Kursi tänav ringristmiku juures. Kuna, sõltuvalt sõidusuunast trammide liiklust antud ristumiskohal reguleeritakse mitme valgusfooride abil, autor kirjeldas iga foori programmi eraldi. Tallinna Sadama poolt tulevat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 8 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 65 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit. Linnast väljuvas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 22 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 51 sekundit. Linna sisenevas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 42 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 22 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 23 sekundit (Joonis 30).



Joonis 30. Ringristmiku juures asuva trammiteede ristumiskohta reguleerivad fooriprogrammid, variant 1 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

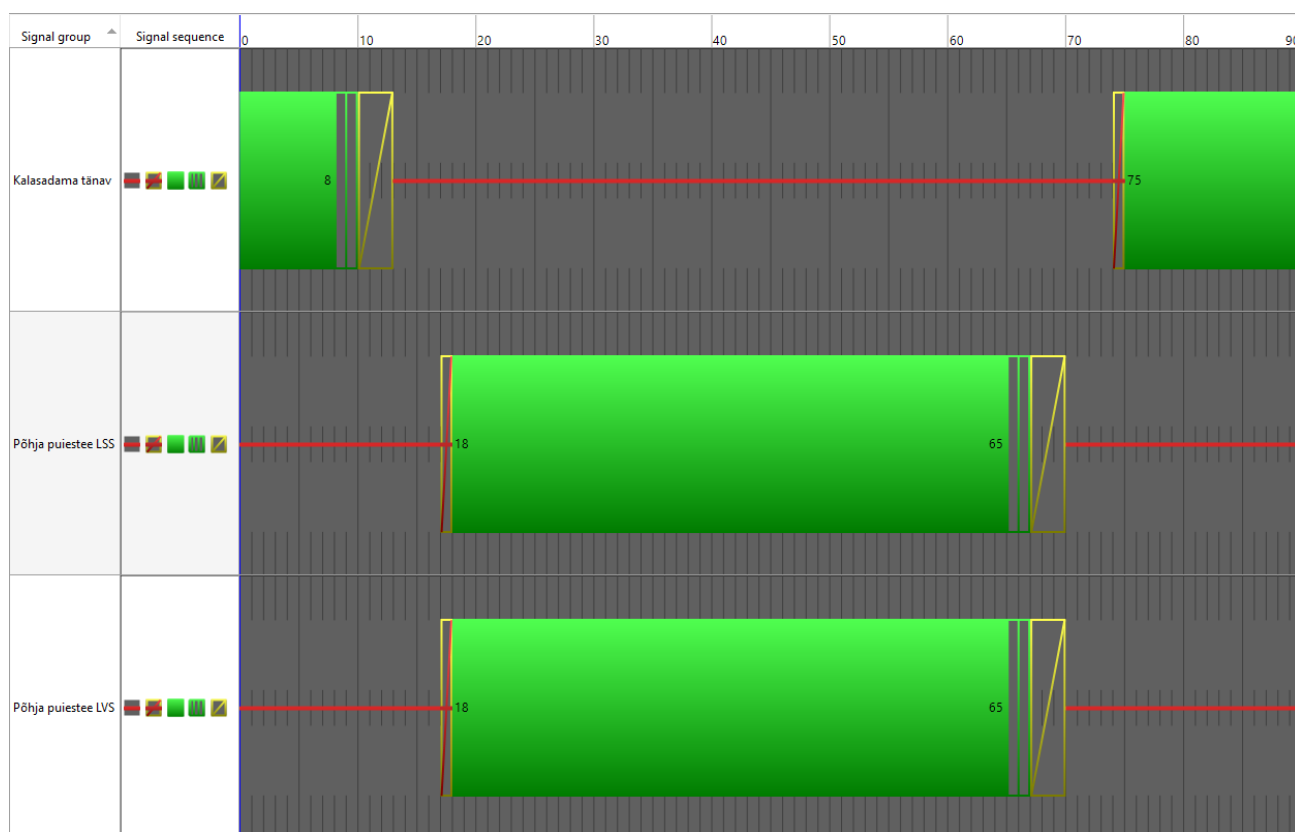
Käesoleva variandi puhul kavandatud ringristmikkudel ja Kalasadama tänava – Kalaranna tänava – Rumbi tänava ristmikul foorijuhtimist ei rakendata. Ringristmikkudel rakendatakse Liiklusseadusest tulenevaid sõidueesõiguse reegleid, mille kohaselt trammil on sõidueesõigus rööbasteta sõidukite suhtes.

2.5.2. Teise variandi mikrosimulatsioon

Teise lahendusvariandi simulatsiooni tegemisel on koostatud joonisel (Lisa 2) kujundatud tänavavõrk ja on rakendatud uus eeldatav liikluskorraldus: kiiruspiirangud, prioriteedireeglid, sõiduradade arv ja nende suund. Selleks, et kõrgendada simulatsiooni vastavust reaalsele tingimustele, tehti otsuse alandada kiirust pöördekohtadel kuni 20 km/h [4]. Lisaks eelmainitud liikluskorralduse elementidele on modelleeritud ka valgusfoorid koos autori poolt koostatud uute fooriprogrammidega, mis on allpool detailselt kirjeldatud. Seoses sellega, et käesoleva lõputöö raames kavandatakse parandada sõidukite liiklust, siis lõputöö autor ei modelleeri jalakäijate liiklust reguleerivaid fooriprogramme eraldi, kuid nende vajadustega on arvestatud fooriprogrammide koostamisel. Simulatsiooni täpsuse ja usaldusväärsuse kõrgendamise eesmärgiga liikluse reguleerimisel otsustati lubada jalakäijate liikumist keelava sõiduki foorisignaali ajal kõikidel võimalikkudel suundadel, mis ei ole sõidukite liiklusega konfliktis. Jalakäijate liikumine ja nende liikumist reguleerivad fooride programmid on modelleeritud vastavalt liiklusseaduses sätestatud reeglitele.

Ristmik Kalasadama tänav – Põhja puiestee. Kalasadama tänava poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele

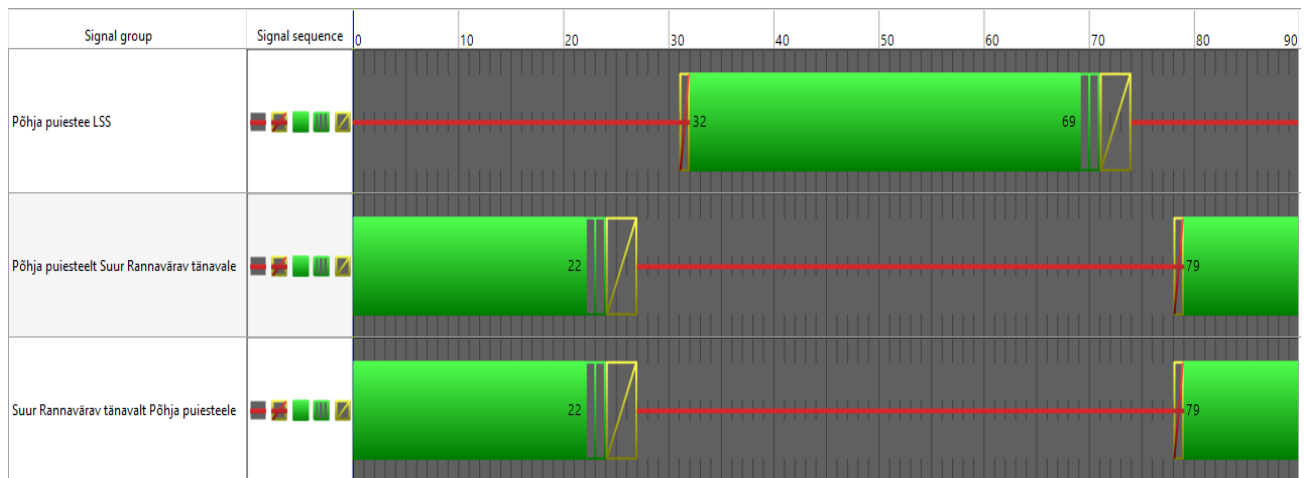
järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 62 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 15 sekundit. Põhja puistee poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on selline: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 18 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 20 sekundit (Joonis 31).



Joonis 31. Ristmiku Kalasadama tänav – Põhja puistee fooriprogrammid, variant 2 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

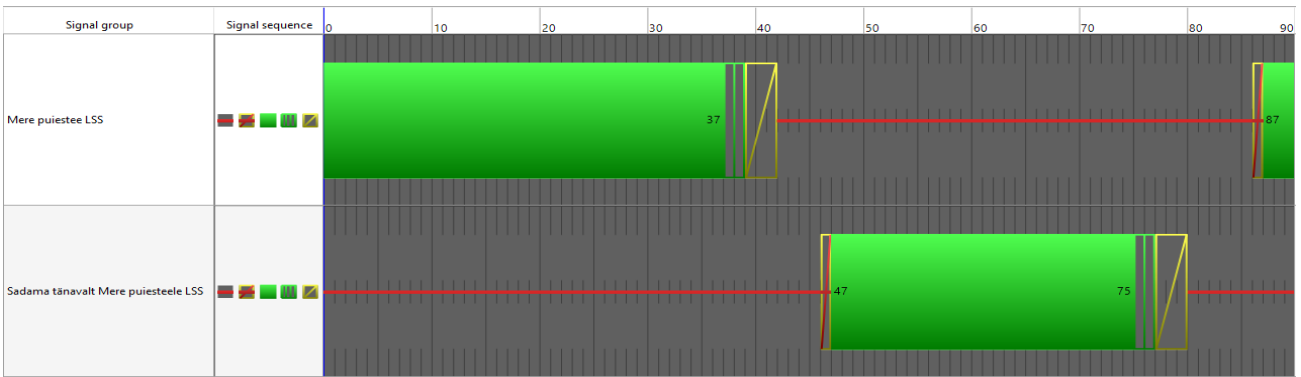
Ristmik Suur Rannavärv tänav – Põhja puistee. Mööda Põhja puisteed linna sisenvas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on

vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit. Põhja puistestelt Suur Rannavärv tänavale pöõret reguleeriva valgusfoori programm on selline: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab rohelise taktiga, mille pikkus on 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 52 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsüklil lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 11 sekundit. Sama fooriprogramm reguleerib ka Suur Rannavärv tänavalt Põhja puisteele linna sisenevas suunas kulgevat pöõret (Joonis 32).



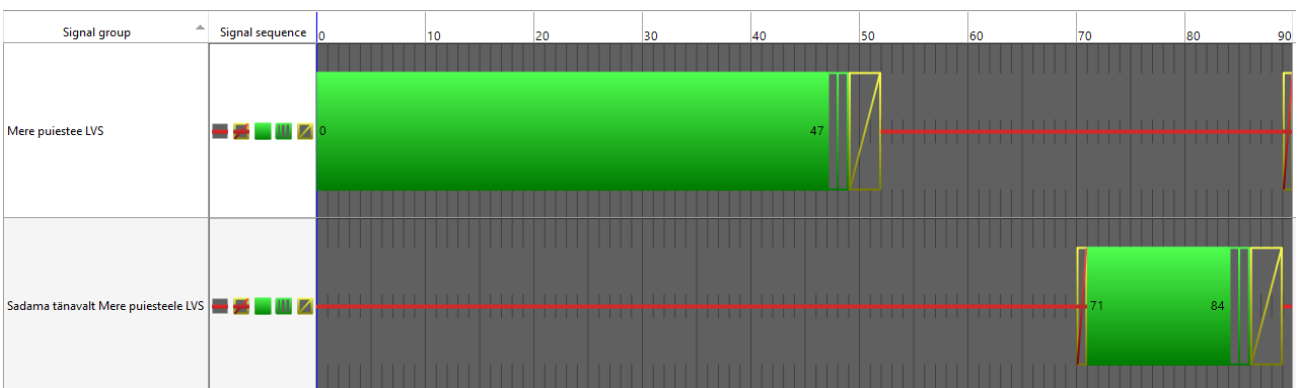
Joonis 32. Ristmiku Suur Rannavärv tänav – Põhja puistee fooriprogrammid, variant 2 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Mere puistee – Sadama tänav (linna sisenev suund). Mõõda Mere puisteed linna sisenevas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab rohelise taktiga, mille pikkus on 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 45 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsüklil lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 3 sekundit. Sadama tänavalt Mere puisteele pöõret reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 47 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 30 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 10 sekundit (Joonis 33).



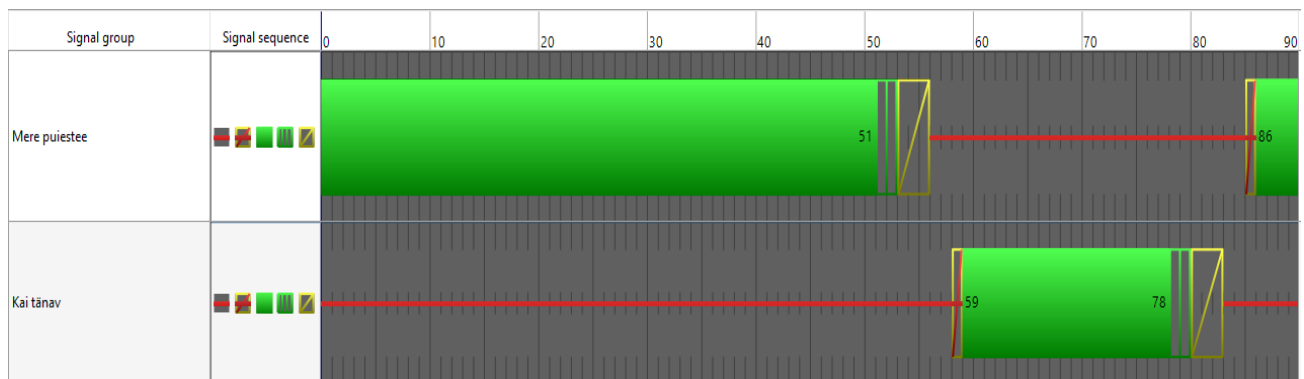
Joonis 33. Ristmiku Mere puiestee – Sadama tänav (linna sisenev suund) fooriprogrammid, variant 2 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Mere puiestee – Sadama tänav (linnast väljuv suund). Mööda Mere puiesteed linnast väljuvas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab rohelise taktiga, mille pikkus on 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 38 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli. Sadama tänava liiklust linna sisenevas suunas antud ristmikul reguleerib valgusfoor, mille programm on kirjeldatud allpool: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 15 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 1 sekundit (Joonis 34).



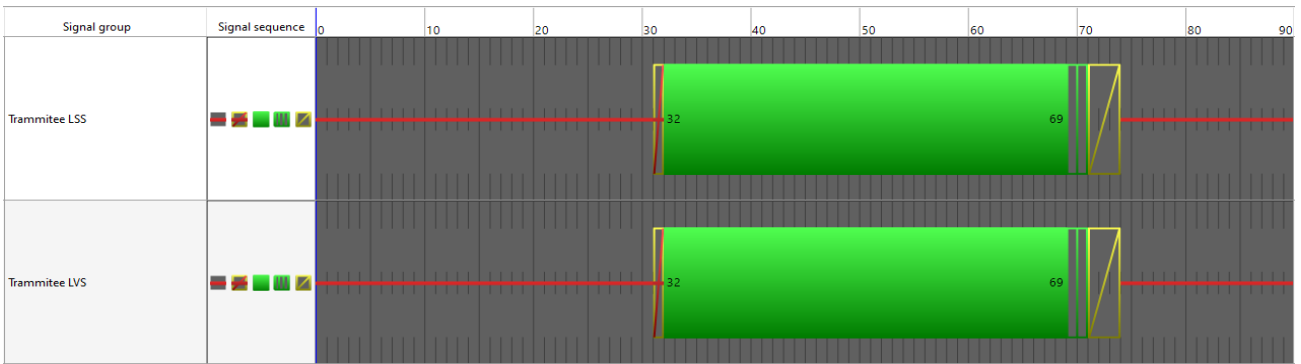
Joonis 34. Ristmiku Mere puiestee – Sadama tänav (linnast väljuv suund) fooriprogrammid, variant 2 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Mere puiestee - Kai tänav. Mere puiestee liiklust linnast väljvas suunas reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 53 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 30 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 4 sekundit. Kai tänav liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 59 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 21 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 7 sekundit (Joonis 35).



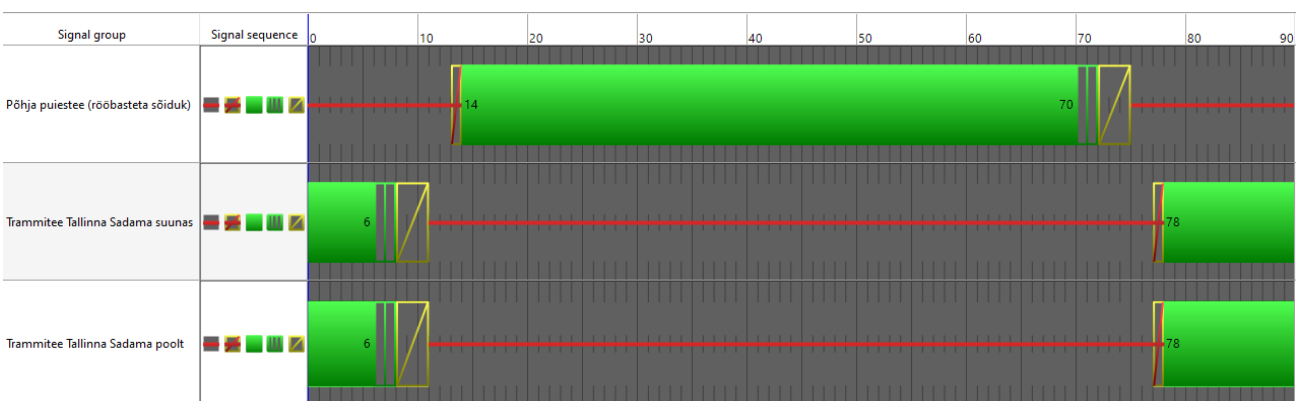
Joonis 35. Ristmiku Mere puiestee - Kai tänav fooriprogrammid, variant 2 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristumised trammiteega. Antud tekstilõigus käesoleva lõputöö autor kirjeldas trammifooride programme. Trammittee ja Suur Rannavärv tänav ristumiskohal trammide liiklust mõlemas suunas reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit (Joonis 36).



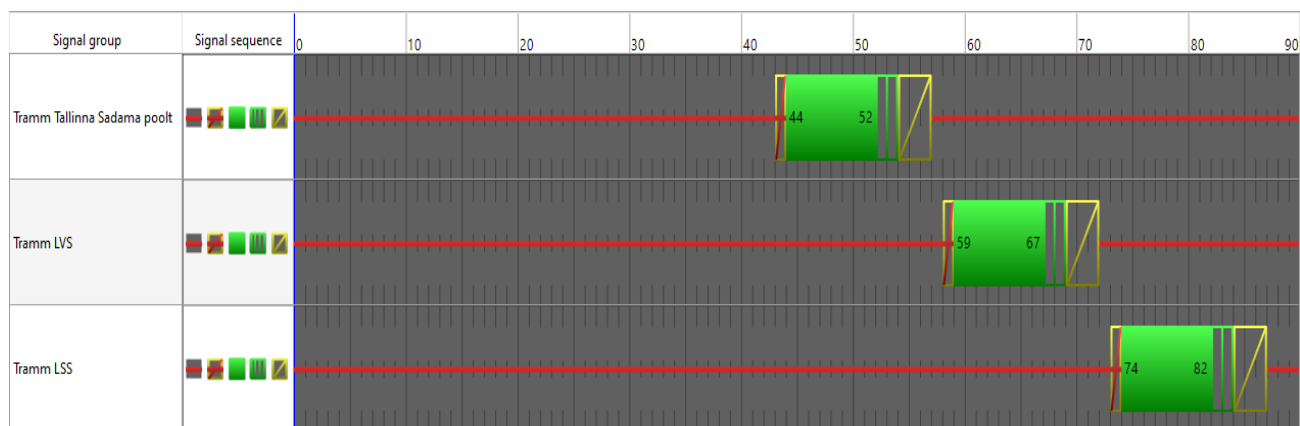
Joonis 36. Tramitee ja Suur Rannavärv tänava ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 2 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Tramitee ja Põhja puistee ristumiskohal trammide liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 8 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 67 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 12 sekundit. Ristumiskohtadel esineb ka rööbasteta sõidukite liiklust reguleerivad valgusfoorid. Põhja puistee paigaldatava foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 58 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 15 sekundit (Joonis 37).



Joonis 37. Tramitee ja Põhja puistee ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 2 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Trammittee ja Mere puiestee ristumiskoht. Seoses sellega, et sõltuvalt sõidusuunast, trammide liiklust antud ristumiskohal reguleeritakse mitme valgusfooride abil, autor kirjeldas iga foori programmi eraldi allolevates tekstilõikudes. Tallinna Sadama poolt tulevat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 44 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 33 sekundit. Linnast väljuvas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 59 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 18 sekundit. Linna sisenevas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 74 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 3 sekundit (Joonis 38).



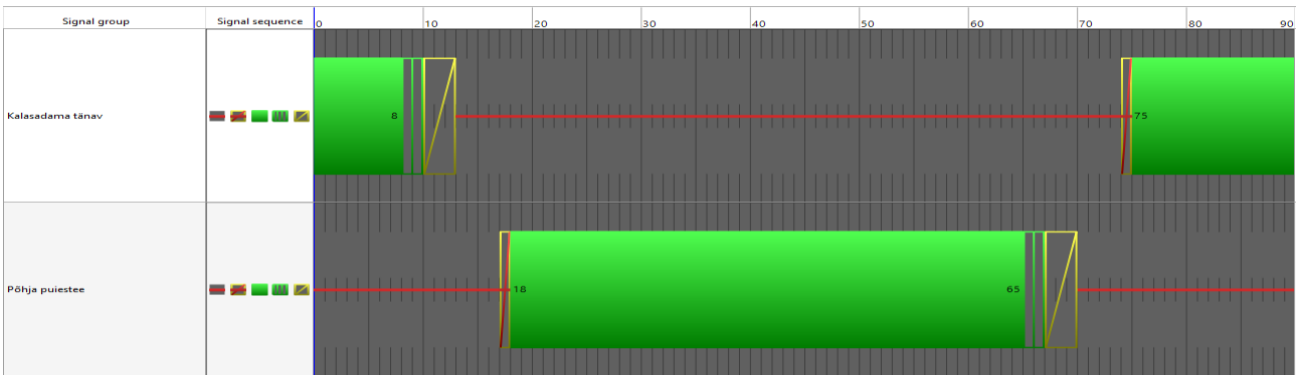
Joonis 38. Trammittee ja Mere puiestee ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 2 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Antud variandis plaanitud Kursi tänava – Rumbi tänava – uue plaanitava tänava ringristmikul ning Kalasadama tänava – Kalaranna tänava – Rumbi tänava ristmikul foorijuhtimist ei rakendata.

2.5.3. Kolmanda variandi mikrosimulatsioon

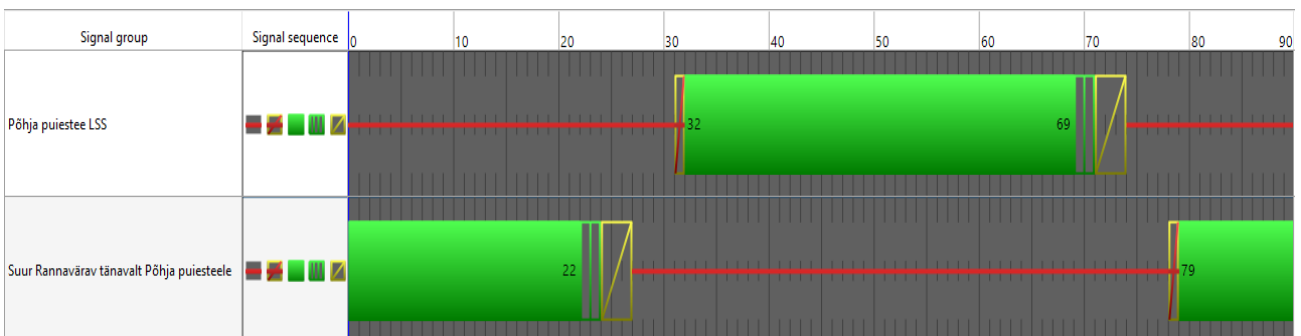
Komanda simualatsiooni tegemisel on koostatud joonisel (Lisa 3) kujundatud tänavavõrk ja on rakendatud uus eeldatav liikluskorraldus: kiiruspiirangud, prioriteedireeglid, sõiduradade arv ja nende suund. Selleks, et kõrgendada simulatsiooni vastavust reaalsele tingimustele, tehti otsuse alandada kiirust pöördekohtadel kuni 20 km/h [4]. Lisaks eelmainitud liikluskorralduse elementidele on modelleeritud ka valgusfoorid koos autori poolt koostatud uute fooriprogrammidega, mis on allpool detailselt kirjeldatud. Seoses sellega, et käesoleva lõputöö raames kavandatakse parandada sõidukite liiklust, siis lõputöö autor ei modelleeri jalakäijate liiklust reguleerivaid fooriprogramme eraldi, kuid nende vajadustega on arvestatud fooriprogrammide koostamisel. Simulatsiooni täpsuse ja usaldusväärsuse kõrgendamise eesmärgiga liikluse reguleerimisel otsustati lubada jalakäijate liikumist keelava sõiduki foorisignaali ajal kõikidel võimalikkudel suundadel, mis ei ole sõidukite liiklusega konfliktis. Jalakäijate liikumine ja nende liikumist reguleerivad fooride programmid on modelleeritud vastavalt liiklusseaduses sätestatud reeglitele.

Ristmik Kalasadama tänav – Põhja puistee. Kalasadama tänava poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 62 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 15 sekundit. Põhja puistee poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 18 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 20 sekundit (Joonis 39).



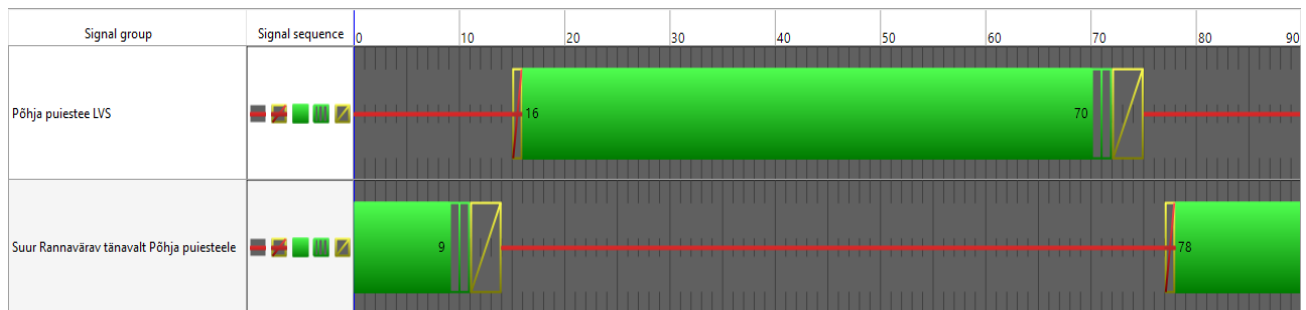
Joonis 39. Ristmiku Kalasadama tänav – Põhja puiestee fooriprogrammid, variant 3 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Suur Rannavärv tänav – Põhja puiestee. Mööda Põhja puiesteed linna sisenvas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelse fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelsele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit. Enne trammiteed pöördekohal Suur Rannavärv tänavalt Mere puiesteele ning Põhja puiestee suunas toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelse taktiga, mille pikkus on 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelsele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 52 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelse tule taktiga, mille pikkus on 11 sekundit (Joonis 40).



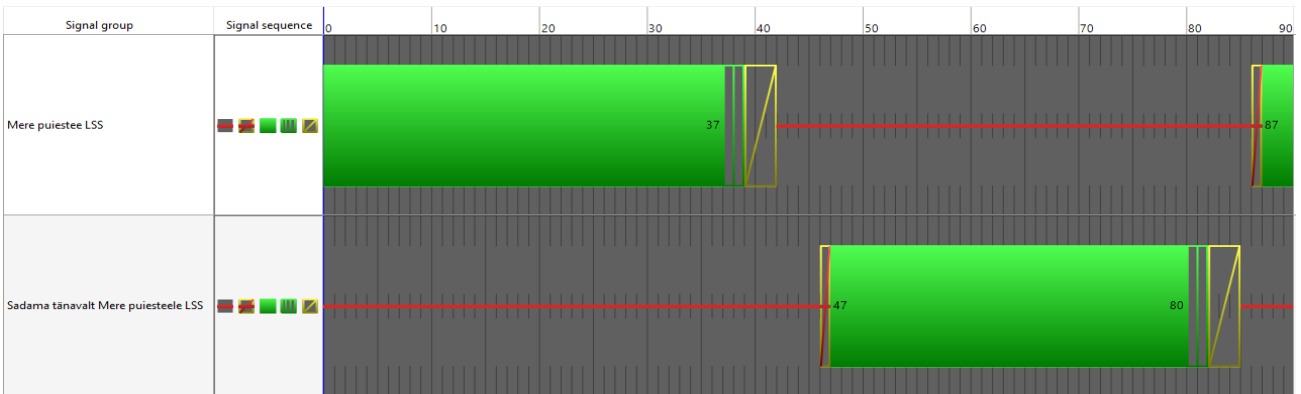
Joonis 40. Ristmiku Suur Rannavärv tänav – Põhja puiestee LSS fooriprogrammid, variant 3 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Pärast trammitööd Suur Rannavärv tänavalt Põhja puisteele pöördekohtal linnast väljuvas suunas liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 11 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 64 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 12 sekundit. Mööda Põhja puisteed linnast väljuvas suunas toimuva liiklusvoolu reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 16 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 56 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 15 sekundit (Joonis 41).



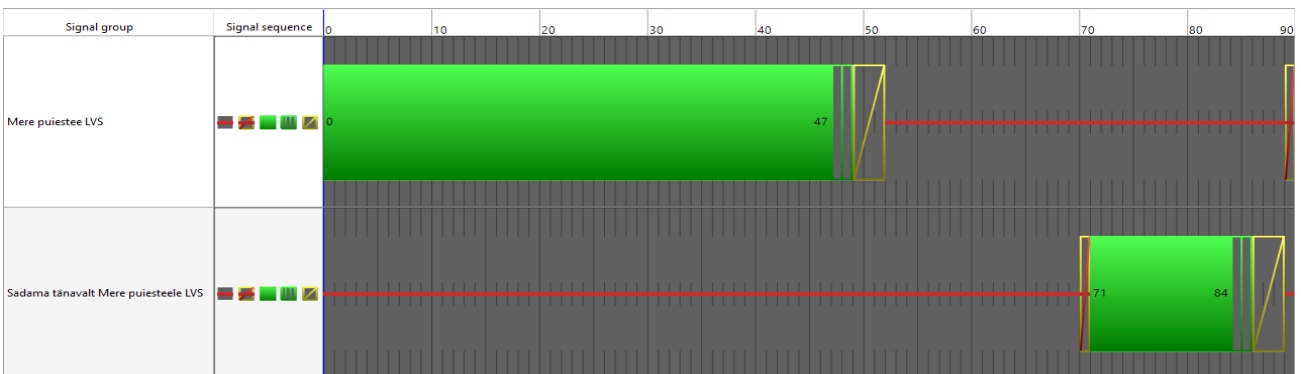
Joonis 41. Ristmiku Suur Rannavärv tänav – Põhja puistee LVS fooriprogrammid, variant 3
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Mere puistee – Sadama tänav (linna sisenev suund). Mööda Mere puisteed linna sisenevas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 45 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 3 sekundit. Sadama tänavalt Mere puisteele pöört reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 47 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 35 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 5 sekundit (Joonis 42).



Joonis 42. Ristmiku Mere puiestee – Sadama tänav (linna sisenev suund) fooriprogrammid, variant 3
(väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Mere puiestee – Sadama tänav (linnast väljuv suund). Mööda Mere puiesteed linnast väljuvas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 38 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli. Sadama tänava liiklust linna sisenevas suunas antud ristmikul reguleerib valgusfoor, mille programm on kirjeldatud allpool: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 15 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 1 sekund (Joonis 43).

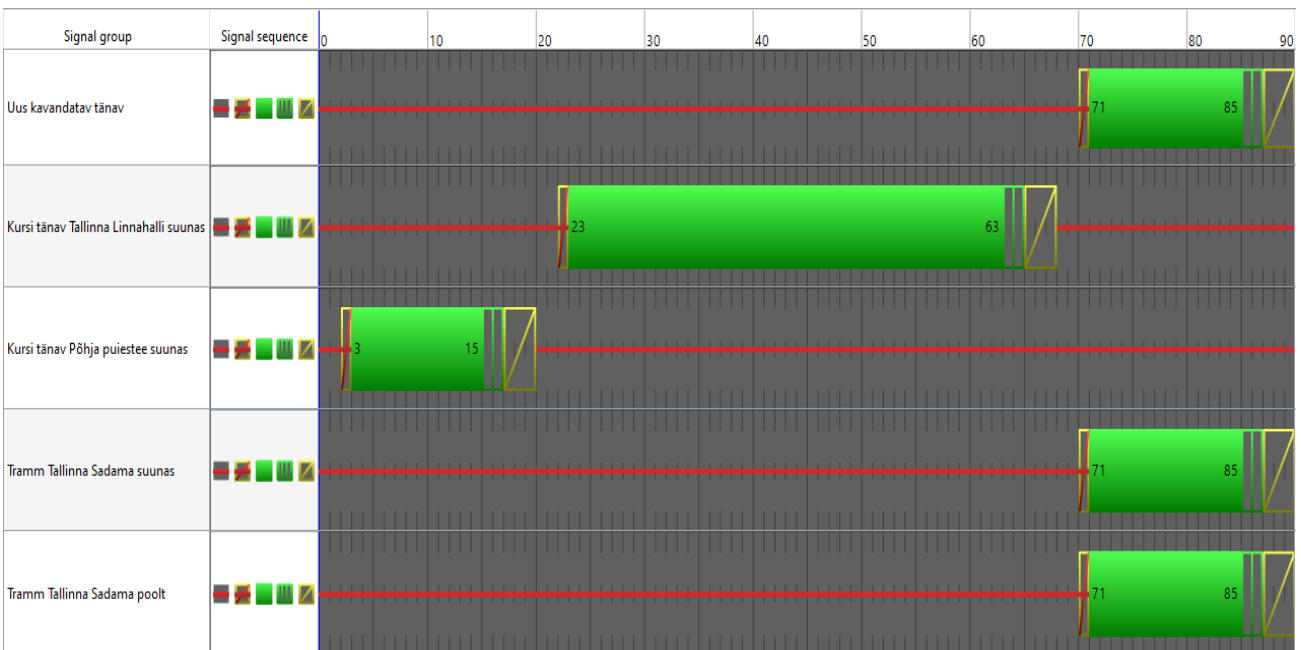


Joonis 43. Ristmiku Mere puiestee – Sadama tänav (linnast väljuv suund) fooriprogrammid, variant 3
(väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Signal group	Signal sequence	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Mere puistee											
Kai tänav											

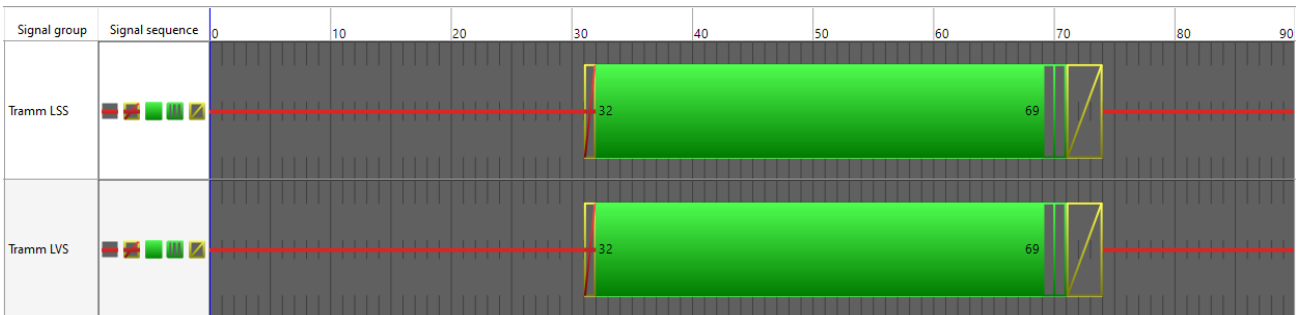
Kursi tänava, Rumbi tänava ja uue kavandatava tänava ristmikul rakendatud fooriprogrammid on kirjeldatud allpool. Uue kavandatava tänava poolt tulevat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 16 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit. Sama fooriprogrammi kasutatakse selle ristmiku trammi valgusfooride puhul. Põhja puistee poolt mööda Kursi tänava toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 23 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 42 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv

tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 22 sekundit. Tallinna Linnahalli poolt mööda Kursi tänava toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 3 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 14 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 70 sekundit (Joonis 45).



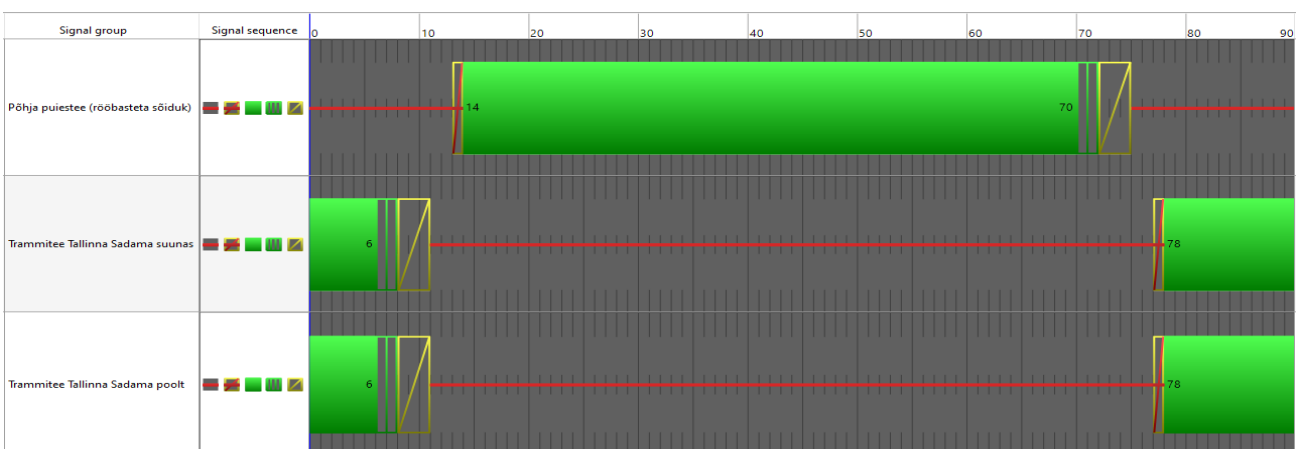
Joonis 45. Ristmiku Kursi tänav - Rumbi tänav - uus kavandatud tänav fooriprogrammid, variant 3
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristumised trammiteega. Antud tekstilõigus käesoleva lõputöö autor kirjeldas trammifooride programme. Trammitee ja Suur Rannavärv tänav ristumiskohal trammide liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit (Joonis 46).



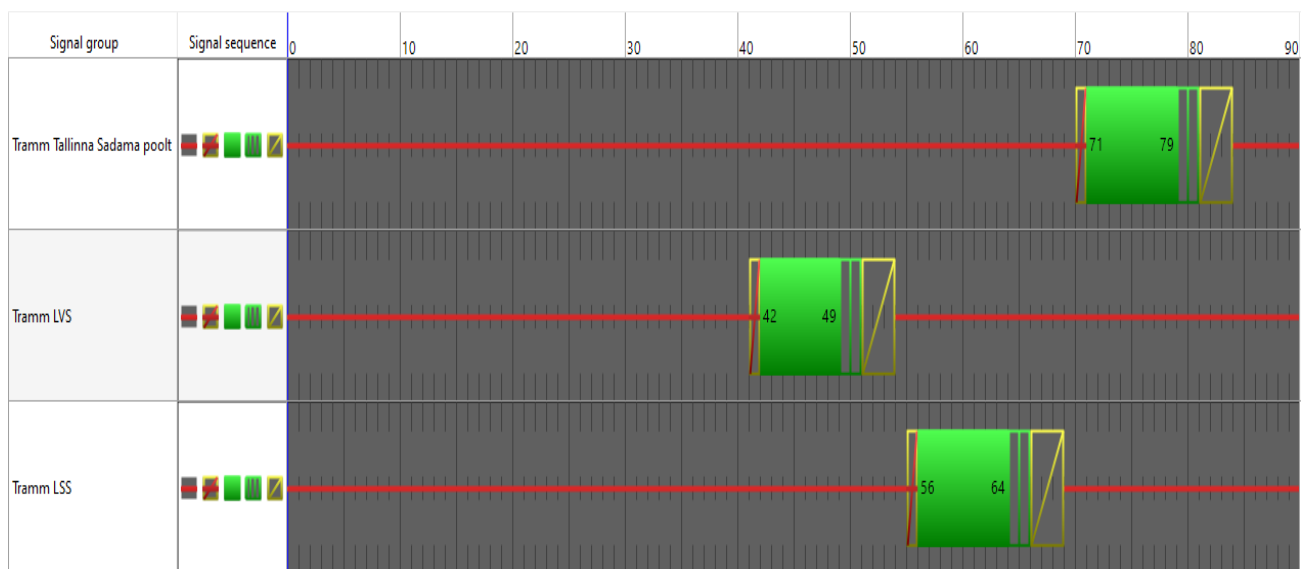
Joonis 46. Tramitee ja Suur Rannavärv tänava ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 3 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Tramitee ja Põhja puistee ristumiskohal trammide liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 8 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 67 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 12 sekundit. Ristumiskohtadel esineb ka rööbasteta sõidukite liiklust reguleerivad valgusfoorid. Põhja puistee paigaldatava foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 58 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 15 sekundit (Joonis 47).



Joonis 47. Tramitee ja Põhja puistee ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 3 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Trammittee ja Mere puiestee ristumiskoht. Seoses sellega, et sõltuvalt sõidusuunalt trammide liiklust antud ristumiskohal reguleeritakse mitme valgusfooride abil, hakatakse kirjeldama iga foori programmi eraldi. Tallinna Sadama poolt tulevat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb roheline fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 6 sekundit. Linnast väljuvas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 42 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb roheline fooritule takt pikkusega 9 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 36 sekundit. Linna sisenevas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 56 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb roheline fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 21 sekundit (Joonis 48).



Joonis 48. Trammittee ja Mere puiestee ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 3 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

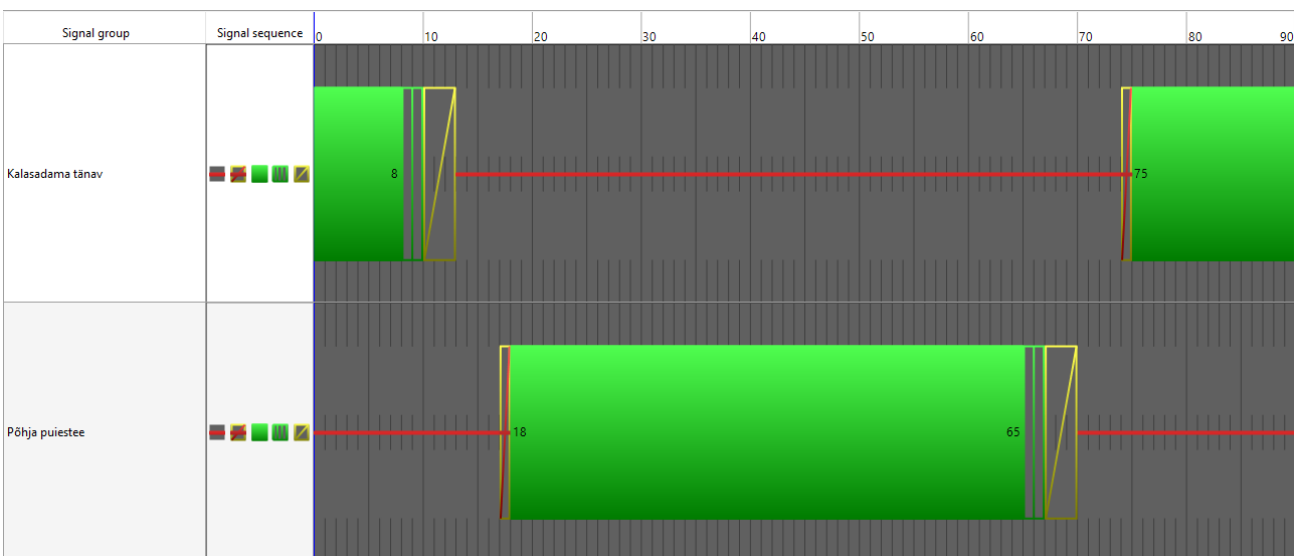
Mere puiestee ja trammitee ning ristmiku Kursi tänav - Rumbi tänav - uus kavandatud tänav ja trammitee ristumiskohal paigaldatava valgusfoori programm on juba väljatoodud ristmikkude fooriprogrammide kirjeldatavas lõigus, mis on antud alapeatükis leitav.

Käesoleva variandi raames ristmikul Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav foorijuhtimist ei rakendata.

2.5.4. Neljanda variandi mikrosimulatsioon

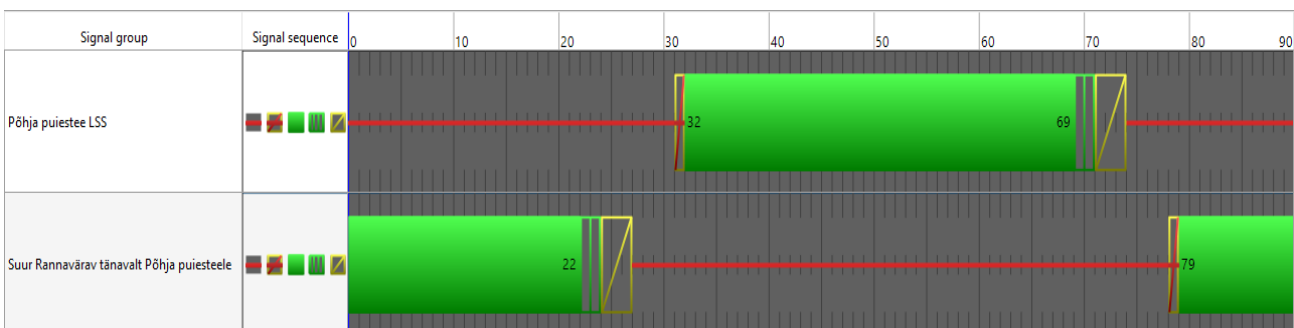
Neljanda simulatsiooni tegemisel on koostatud joonisel (Lisa 4) kujundatud tänavavõrk ja on rakendatud uus eeldatav liikluskorraldus: kiiruspiirangud, prioriteedireeglid, sõiduradade arv ja nende suund. Selleks, et kõrgendada simulatsiooni vastavust reaalsele tingimustele, tehti otsuse alandada kiirust pöördekohtadel kuni 20 km/h [4]. Lisaks eelmainitud liikluskorralduse elementidele on modelleeritud ka valgusfoorid koos autori poolt koostatud uute fooriprogrammidega, mis on allpool detailselt kirjeldatud. Seoses sellega, et käesoleva lõputöö raames kavandatakse parandada sõidukite liiklust, siis lõputöö autor ei modelleeri jalakäijate liiklust reguleerivaid fooriprogramme eraldi, kuid nende vajadustega on arvestatud fooriprogrammide koostamisel. Simulatsiooni täpsuse ja usaldusväärsuse kõrgendamise eesmärgiga liikluse reguleerimisel otsustati lubada jalakäijate liikumist keelava sõiduki foorisignaali ajal kõikidel võimalikkudel suundadel, mis ei ole sõidukite liiklusega konfliktis. Jalakäijate liikumine ja nende liikumist reguleerivad fooride programmid on modelleeritud vastavalt liiklusseaduses sätestatud reeglitele.

Ristmik Kalasadama tänav – Põhja puiestee. Kalasadama tänava poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 62 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 15 sekundit. Põhja puiestee poolt tuleva liikluse reguleeriva valgusfoori programm on selline: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 18 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 20 sekundit (Joonis 49).



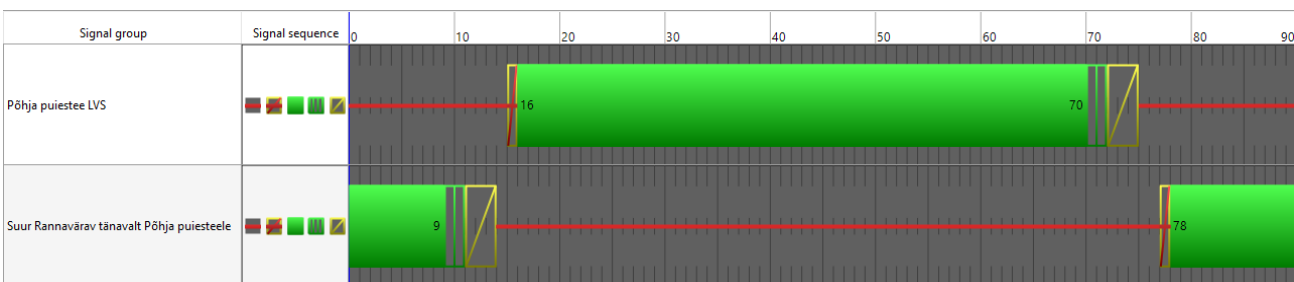
Joonis 49. Ristmiku Kalasadama tänav – Põhja puiestee fooriprogrammid, variant 4 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristmik Suur Rannavärv tänav – Põhja puiestee. Mööda Põhja puiesteed linna siservas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb roheline fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelinele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit. Enne trammiteed pöördekohal Suur Rannavärv tänavalt Mere puiesteele ning Põhja puiestee suunas toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab roheline taktiga, mille pikkus on 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelinele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 52 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb roheline tule taktiga, mille pikkus on 11 sekundit (Joonis 50).



Joonis 50. Ristmiku Suur Rannavärvä tänav – Põhja puistee LSS fooriprogrammid, variant 4
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

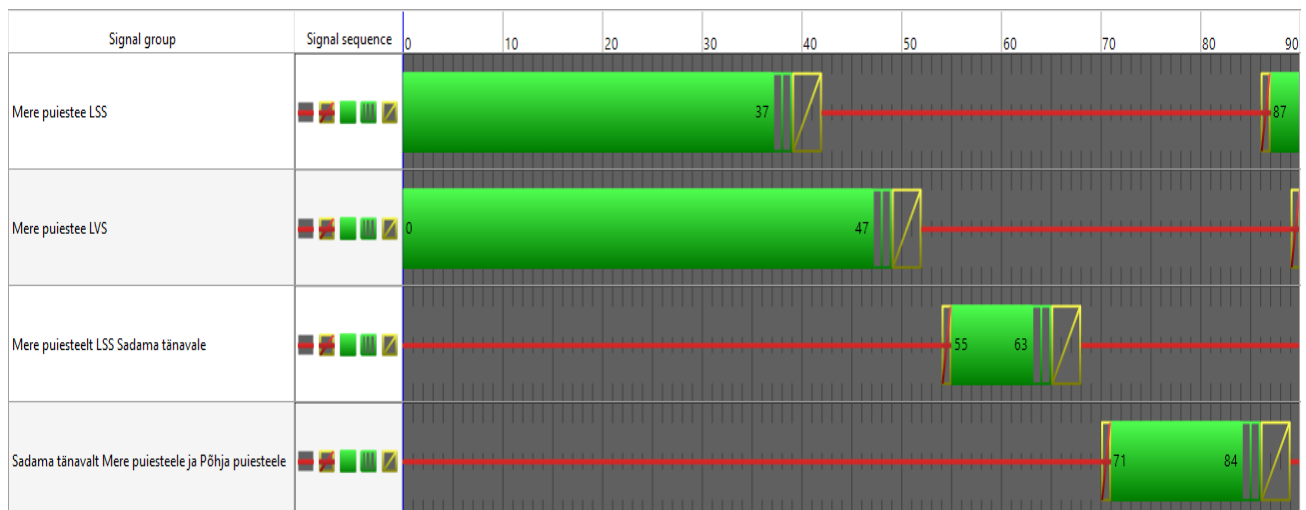
Pärast trammiteed Suur Rannavärvä tänavalt Põhja puisteele pöördekohtal linnast väljuvas suunas liiklust reguleeruva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 11 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 64 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 12 sekundit. Mööda Põhja puisteed linnast väljuvas suunas toimuva liiklusvoolu reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 16 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 56 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 15 sekundit (Joonis 51).



Joonis 51. Ristmiku Suur Rannavärvä tänav – Põhja puistee LVS fooriprogrammid, variant 4
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

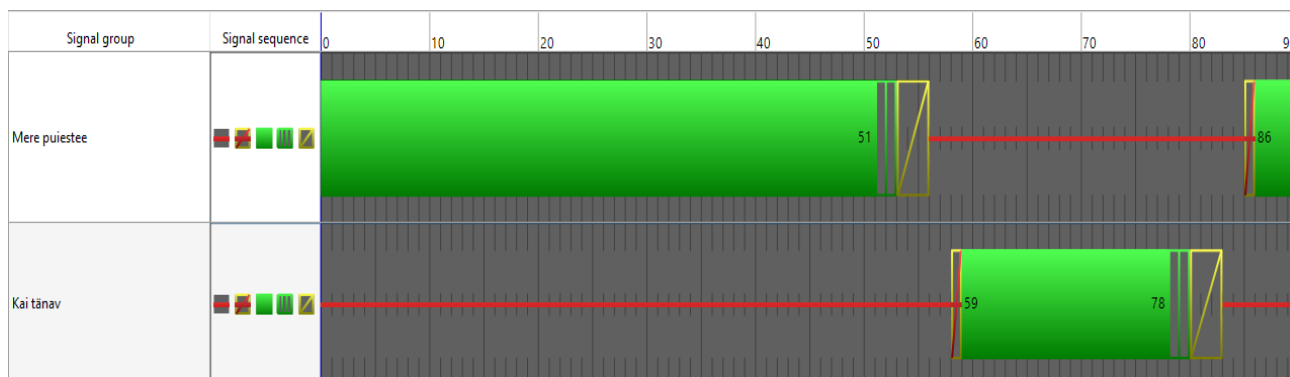
Ristmik Mere puistee – Põhja puistee – Sadama tänav. Mööda Mere puisteed linna sisenevas suunas liikuva liiklusvoo reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit;

tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 45 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 3 sekundit. Mööda Mere puiesteed linnast väljuvas suunas ning parempöörderajal Sadama tänavale liikuva liiklusvoolu reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 49 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 38 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli. Mere puiesteelt Sadama tänavale pöörderajal liiklust reguleeriva valgusfoori programmiks on: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 55 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 22 sekundit. Sadama tänavalt Mere puiesteele ja Põhja puiesteele pööret reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 15 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 1 sekund (Joonis 52).



Joonis 52. Ristmiku Mere puiestee – Põhja puiestee – Sadama tänav fooriprogrammid, variant 4
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

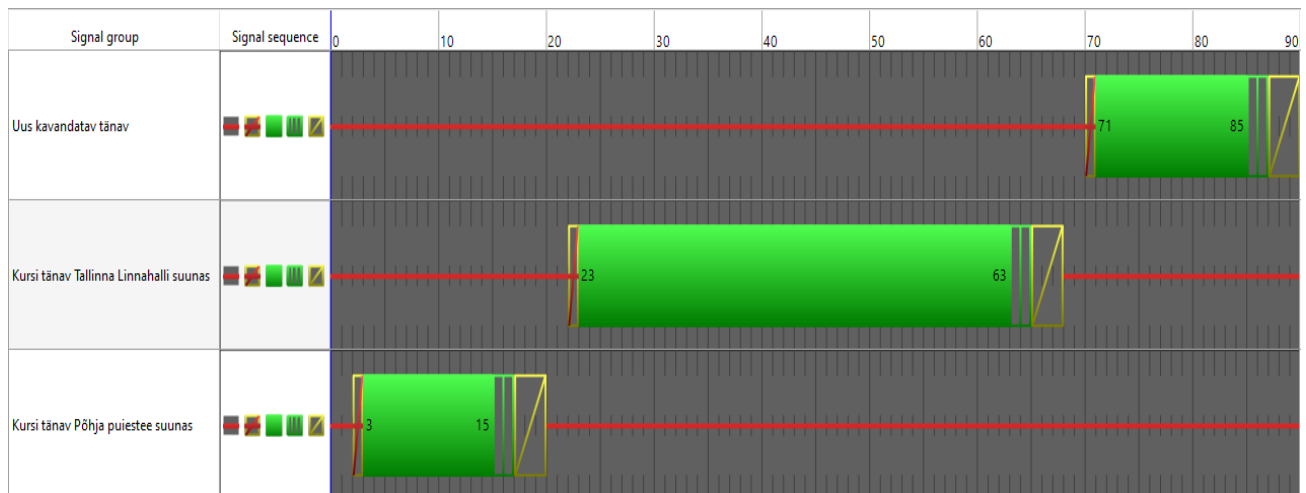
Ristmik Mere puiestee – Kai tänav. Antud ristmikul mööda Mere puiesteed toimuvat liiklust mõlemas suunas reguleeritakse sama fooriprogrammiga: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 53 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 30 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 4 sekundit. Kai tänavale pööret reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 59 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 21 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 7 sekundit (Joonis 53).



Joonis 53. Ristmiku Mere puiestee - Kai tänav fooriprogrammid, variant 4 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

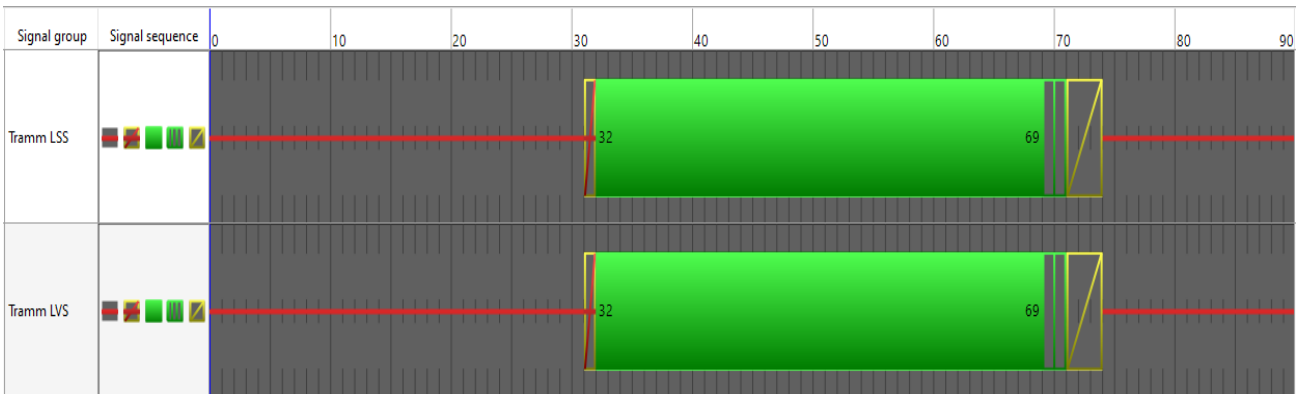
Kursi tänava, Rumbi tänava ja uue kavandatava tänava ristmikul rakendatud fooriprogrammid on kirjeldatud allpool. Uue kavandatava tänava poolt tulevat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 71 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 16 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit. Põhja puiestee poolt mööda Kursi tänava toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on selline: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 23 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 42 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale

rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 22 sekundit. Tallinna Linnahalli poolt mööda Kursi tänava toimuvat liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 3 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; seejärel tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 14 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 70 sekundit (Joonis 54).



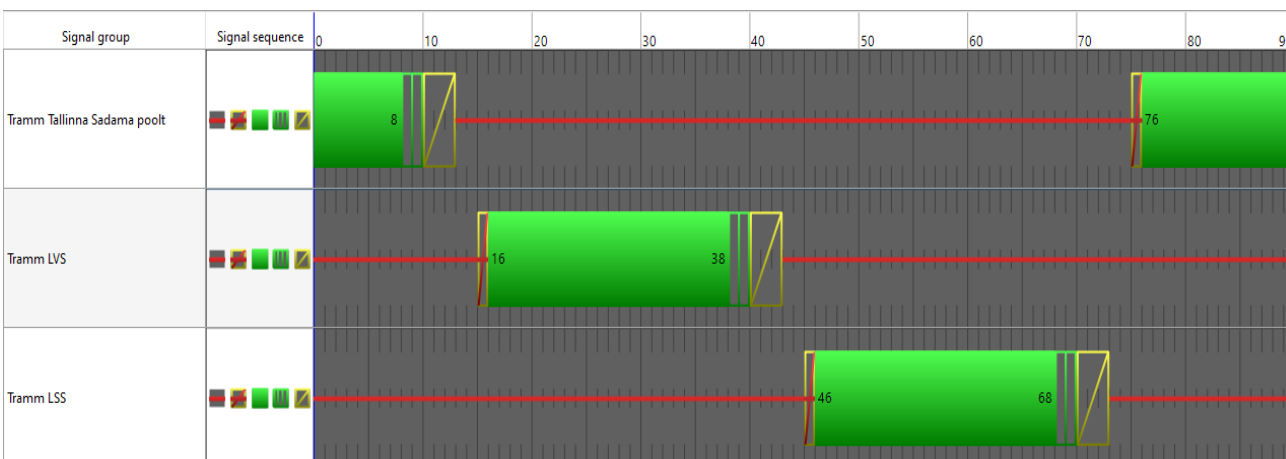
Joonis 54. Ristmiku Kursi tänav - Rumbi tänav - uus kavandatav tänav fooriprogrammid, variant 4
(väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristumised trammiteega. Antud tekstilõigus käesoleva lõputöö autor kirjeldas trammifooride programme. Trammitee ja Suur Rannavärv tänav ristumiskohal trammide liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 32 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 39 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 16 sekundit (Joonis 55).



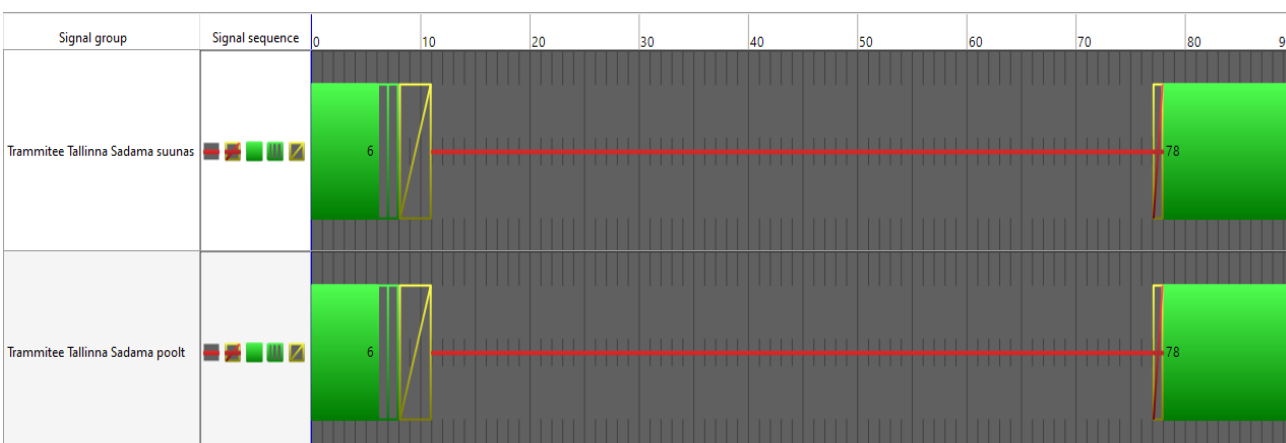
Joonis 55. Trammitee ja Suur Rannavärv tänava ristumiskoha liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 4 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Trammiteede ristumiskoht Mere puiestee ja Rannamäe tee vahel. Seoses sellega, et sõltuvalt sõidusuunalt trammide liiklust antud ristumiskohal reguleeritakse mitme valgusfooride abil, hakatakse kirjeldama iga foori programmi eraldi. Tallinna Sadama poolt tulevat trammide liiklust reguleeritav foori programm on kavandatud järgmiselt: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab rohelise taktiga, mille pikkus on 10 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 63 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsüklil lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit. Linnast väljuvas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 16 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 47 sekundit. Linna sisenevas suunas toimuvat trammide liiklust reguleeritav foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsüklil algab punase fooritule taktiga, mille pikkus on 46 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 24 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsüklil lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 17 sekundit (Joonis 56).



Joonis 56. Trammiteede ristumiskohta reguleerivate fooride programmid, variant 4 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

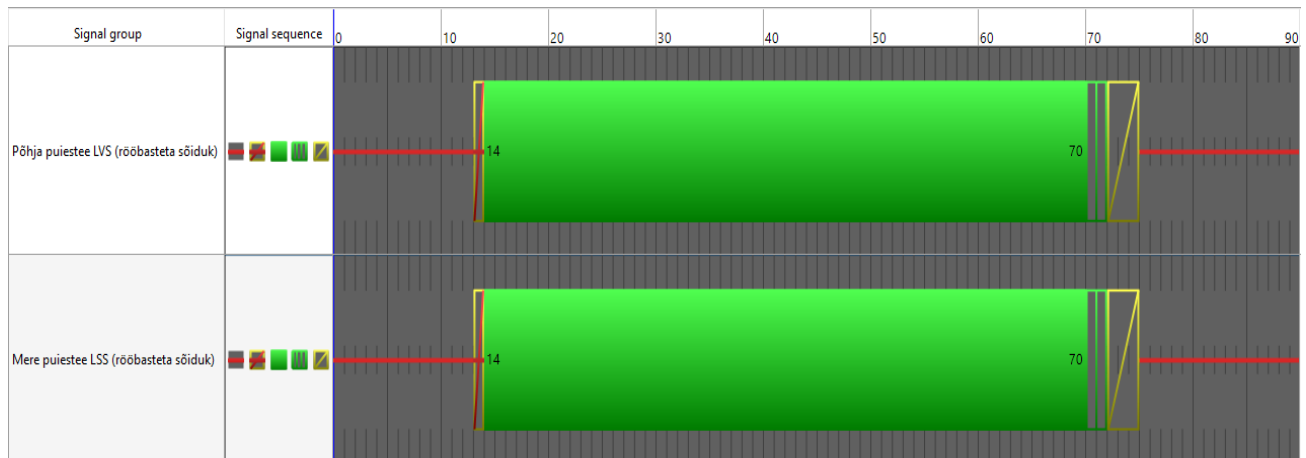
Trammitee, Põhja puiestee ja Mere puiestee ristumiskohal trammide liiklust reguleeriva valgusfoori programm on järgmine: fooritsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab rohelise taktiga, mille pikkus on 8 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; seejärel tuleb punase tule takt pikkusega 67 sekundit; punase tule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; tsükkel lõpeb rohelise tule taktiga, mille pikkus on 12 sekundit (Joonis 57).



Joonis 57. Trammitee, Põhja puiestee ja Mere puiestee ristumiskoha trammide liiklust reguleerivate valgusfooride programmid, variant 4 (väljavõte modelleerimistarkvarast)

Ristumiskohtadel esineb ka rööbasteta sõidukite liiklust reguleerivad valgusfoorid. Põhja puiesteel ja Mere puiesteel paigaldatava foori programm on järgmine: tsükli pikkus on 90 sekundit; tsükkel algab

punase fooritule taktiga, mille pikkus on 14 sekundit; punase fooritule takti viimase sekundi jooksul tuleb kollane tuli; edasi tuleb rohelise fooritule takt pikkusega 58 sekundit, millest kaks viimast sekundit on vilkuv tuli; vilkuvale rohelisele fooritulele järgneb kollase fooritule takt, mille pikkus on 3 sekundit; tsükkel lõpeb punase fooritule taktiga pikkusega 15 sekundit (Joonis 58).



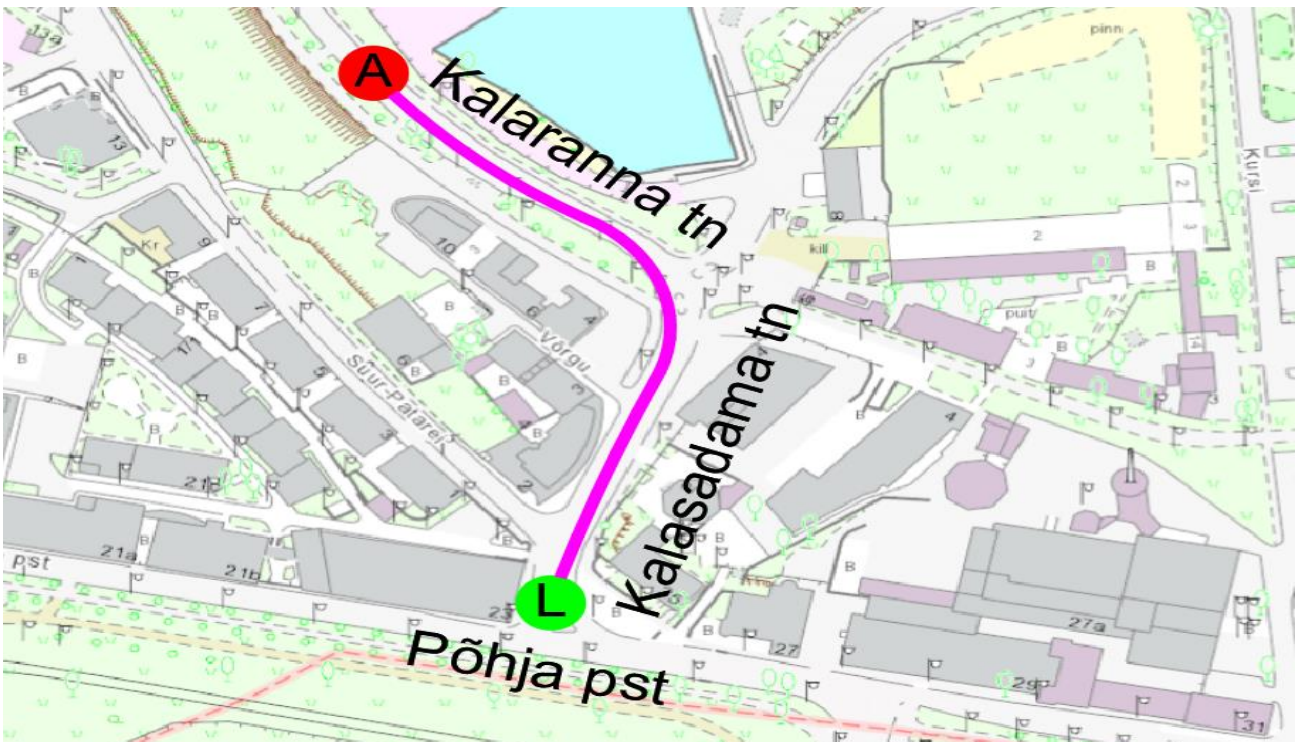
Joonis 58. Rööbasteta sõidukite liiklust reguleerivate fooride programmid Põhja puistee ja Mere puistee, variant 4 (väljavõtte modelleerimistarkvarast)

Käesoleva variandi raames ristmikul Kalasadama tänav - Kalaranna tänav – Rumbi tänav foorijuhtimist ei rakendata.

3. EMPIIRILINE OSA

3.1. Mikrosimulatsioonide tulemused

Antud peatükis käesoleva lõputöö autor teostas mikrosimulatsioonide tulemuste analüüsi ning vastas lõputöös püstitatud peamisele uurimuse küsimusele parima lahendusvariandi valiku tõestamise kohta. Käesolevas peatükis esitatud andmed on saadud teelõigul alates Kalaranna tänavalt kuni Kalasadama tänaval paigaldatud valgusfoorini (Joonis 59).



Joonis 59. Oluliste näitajate mõõtmiskohad. A on mõõtmise alguspunkt, L on mõõtmise lõpp-punkt (väljavõtte Tallinna geomöödistuste infosüsteemist)

3.1.1. Vasakpööre Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Kesklinna suunas

Autor käsitleb kõigepealt tulemuste vaatlemist ja analüüsimist käesolevas alampeatükis tabeli kujul (Tabel 3). Nimetatud tabelis esitatakse andmeid ristmiku Põhja puistee – Kalasadama tänav kohta.

Tabel 3. Mikrosimulatsioonide tulemused Põhja puistee – Kalasadama tänav ristmikul LSS

Ristmik Põhja pst – Kalasadama tn (Kalasadama tn-lt pööre linna sisenevas suunas)				
	Teenindustase	Ooteaeg ristmikul, s	Ühendusaeg, s	Läbilaskevõime koefitsient
Olemasolev olukord	F	136,80	303,27	0,15
Variant 1	F	238,78	466,66	0,19
Variant 2	C	31,22	475,05	0,19
Variant 3	C	30,63	53,40	0,26
Variant 4	C	26,94	52,89	0,20

Käesolevas tabelis väljatoodud andmed viitavad olukorrale, kus pärast ristmikku ületamist jätkatakse liikumist linna sisenevas suunas ehk sooritatakse vasakpööret Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Kesklinna suunas (Joonis 60).



Joonis 60. Vasakpööre Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Kesklinna suunas (väljavõte Tallinna geomöödistuste infosüsteemist)

Diplomand esitas tulemuste vaatlemist ja analüüsimist olemasoleva olukorra stsenaariumist (0-stsenaarium). Üldalmainitud teekonna läbimisel on saadud järgmised transpordisüsteemi simulatsiooni tulemused: teenindustasemeks on F; ooteaeg ristmikul on 136,8 sekundit; ühendusaeg on 303,27 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,15. Saadud resultaadi alusel saab väita, et hetkel kehtiv fooriprogramm ja liikluskorraldus ei saa liikumisnõudlusega hakkama, kuna minimaalne aktsepteeritav teenindustase on D ja maksimaalne aktsepteeritav ooteaeg ristmikul on kuni 55 sekundit [4].

Järgmiseks stsenaariumiks on esimese variandi raames pakutud lahendus (Variant 1). Üldalmainitud teekonna läbimisel on saadud sellised tulemused: teenindustasemeks on F; ooteaeg ristmikul on 238,78 sekundit; ühendusaeg on 466,66 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,19. Antud tulemus viitab olukorrale, kus käsitletava varindi puhul kasutatud lahendused ei soodusta olukorra paranemist. Võrreldes olemasoleva olukorraga, teenindustase jääb samaks ja ooteaeg ristmikul suureneb 74% võrra ning ühendusaeg suureneb 54% võrra. Väärib märkimist see asjaolu, kus võrreldes 0-stsenaariumiga läbilaskevõime koefitsient läks 27% võrra paremaks.

Teise lahendusvariandi tulemused on järgmised (Variant 2): teenindustasemeks on C; ooteaeg ristmikul on 31,22 sekundit; ühendusaeg on 475,05 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,19. Võrreldes 0-stsenaariumi tulemustega, on näha, et teise variandi raames pakutud lahendus näitas tunduvalt paremat tulemust teenindustaseme ja ristmikul ooteaja osas (ooteaeg ristmikul läks lühemaks 77% võrra), ühendusaeg suurenes 56% võrra ning läbilaskevõime koefitsient 27% võrra paranes.

Kolmanda lahendusvariandi puhul (Variant 3) saab näha järgmisi resultate: teenindustasemeks on C; ooteaeg ristmikul on 30,63 sekundit; ühendusaeg on 53,40 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,26. Selle variandi raames pakutud lahendus annab häid tulemusi teenindustaseme osas. Samuti võrreldes 0-stsenaariumiga, 78% võrra läks lühemaks ooteaeg ristmikul ning 82% võrra lühenes ühendusaeg. Selle lahenduse raames saadud läbilaskevõime koefitsient on kõige kõrgem tulemus teiste pakutud lahendustega võrreldes.

Neljanda variandi (Variant 4) tulemus on järgmine: teenindustasemeks on C; ooteaeg ristmikul on 26,94 sekundit; ühendusaeg on 52,89 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,20. Antud lahendusvariant pakub väga häid tulemusi. Võrreldes olemasoleva olukorraga, neljanda variandi raames pakutud lahenduse ühendusaeg on 83% võrra lühem ja ooteaeg ristmikul ka läks 80% võrra lühemaks.

Läbilaskevõime koefitsient on 33% võrra paremini, kui 0-stsenaariumi oma, aga vähem, kui kolmanda variandi oma.

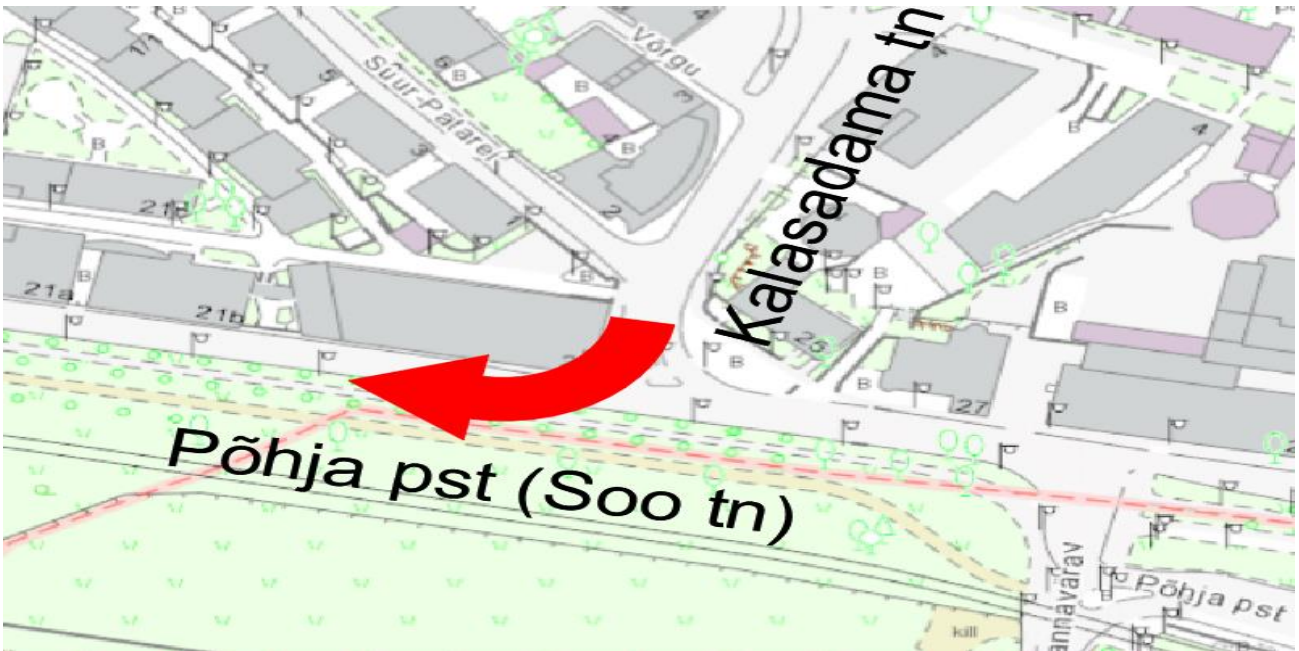
3.1.2. Parempööre Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Soo tänava suunas

Käesolevas ja edasistes alapeatükkides autor jätkab tulemuste vaatlemist ning analüüsimist neljandas tabelis esitatud andmetest lähtudes (Tabel 4). Käesolevas tabelis esitatakse andmeid ristmiku Põhja puistee – Kalasadama tänav kohta.

Tabel 4. Mikrosimulatsioonide tulemused Põhja puistee – Kalasadama tänava ristmikul LVS

Ristmik Põhja pst – Kalasadama tn (Kalasadama tn-lt pööre linnast väljuvas suunas)				
	Teenindustase	Ooteaeg ristmikul, s	Ühendusaeg, s	Läbilaskevõime koefitsient
Olemasolev olukord	F	96,20	303,27	0,08
Variant 1	F	225,31	466,66	0,009
Variant 2	D	49,82	475,05	0,02
Variant 3	C	28,98	53,40	0,04
Variant 4	C	31,13	52,89	0,08

Antud tabelis pakutud info kajastab olukorda, kus pärast ristmikku ületamist jätkatakse liikumist linnast väljuvas suunas ehk sooritatakse parempööret Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Soo tänava suunas (Joonis 61).



Joonis 61. Vasakpööre Kalasadama tänavalt Põhja puisteele Soo tänava suunas (väljavõte Tallinna geomõõdistuste infosüsteemist)

Sarnaselt eelmise tabeliga, hakatakse tulemuste vaatlemist ja analüüsimist olemasoleva olukorra stsenaariumist (0-stsenaarium). Ülaltoodud teekonna läbimisel on saadud järgmised tulemused: teenindustasemeks on F; ooteaeg ristmikul on 96,20 sekundit; ühendusaeg on 303,27 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,08. Selge on see, et selline teenindustase ja ooteaeg ristmikul ei vasta ristmikukude läbilaskvusele esitatud nõuetele, mille kohaselt minimaalseks võimalikuks teenindustasemeks on D ja maksimaalne aktsepteeritav ooteaeg ristmikul on kuni 55 sekundit [4]. Võrreldes vasakpöörderajaga, parempöörderaja läbilaskevõime koefitsient on peaaegu kaks korda vähem.

Esimese lahendusvariandi puhul (Variant 1) on saadud järgmised tulemused: teenindustasemeks on F; ooteaeg ristmikul on 225,31 sekundit; ühendusaeg on 466,66 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,009. Võrreldes olemasoleva olukorraga, saab näha, et teenindustase ei muutu. Ooteaeg ristmikul läks 134% võrra pikemaks ja ühendusaeg halvenes 54% võrra. Läbilaskevõime koefitsiendi muutus on negatiivne.

Teise lahendusvariandi (Variant 2) tulemused on järgmised: teenindustasemeks on D; ooteaeg ristmikul on 49,82 sekundit; ühendusaeg on 475,05 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,02. Antud variandi

puhul on saadud aktsepteeritav teenindustase ja ooteaeg ristmikul [4]. Võrreldes 0-stsenaariumiga, ühendusaeg läks 56% võrra pikemaks ja ooteaeg ristmikul 48% võrra vähenes. Läbilaskevõime koefitsient läks 75% võrra halvemaks.

Kolmandas lahendusvariandis (Variant 3) saab näha järgmisi tulemusi: teenindustasemeks on C; ooteaeg ristmikul on 28,98 sekundit; ühendusaeg on 53,40 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,04. Võrreldes olemasoleva olukorraga, esinevad järgmised eelised: ooteaeg ristmikul läks 70% võrra lühemaks ja ühendusaeg muutus 82% võrra lühemaks. Läbilaskevõime koefitsient läks 50% võrra halvemaks.

Neljanda lahendusvariandi (Variant 4) puhul on saadud järgmised tulemused: teenindustasemeks on C; ooteaeg ristmikul on 31,13 sekundit; ühendusaeg on 52,89 sekundit; läbilaskevõime koefitsient on 0,08. Neljas variant ei erine kolmandast variandist teenindustaseme osas. 0-stsenaariumiga võrreldes läks ooteaeg ristmikul 68% võrra lühemaks ja ühendusaeg lühenes 83% võrra. Läbilaskevõime koefitsient ei muutu.

3.2. Tulemuste analüüs

Autor alustab tulemuste analüüsimist kolmandast tabelist (Tabel 3). Mitterahuldavate tulemuste põhjused olemasoleva olukorra puhul on juba kirjeldatud antud lõputöö sissejuhatuse osas: liiga lühike lubava fooritule takt ja kitsas tänavavõrk.

Diplomand jätkab tulemuste vaatlemist esimesest variandist. Autor eeldab, et saadud suur ooteaeg ristmikul ja ühendusaeg antud lahenduse puhul võivad olla seotud asjaoluga, kus sõidukid ei saa täies mahus ja õigeaegselt lõpetada oma manöövreid Põhja puiesteel linna sisenevas suunas tekkinud liiklusummiku tõttu. Antud ummikut tekitab ringristmik Mere puiestee – Põhja puiestee – Sadama tänav – Kai tänav – Kursi tänav. Diplomand väidab, et nimetatud ringristmikul liiklusummiku tekkimise põhjus on seotud sellega, et ringi sisse sõitvate sõidukite arv ei ole jaotatud võrdselt kõikide sissesõitude vahel ja Sadama tänava poolt tulev liiklusvoog ei lase läbi Mere puiesteel Ahtri, Sadama ja Kai tänavate poole liikuvat voogu ja need sõidukid ummistavad ringi sissesõitu Põhja puiesteel. Läbilaskevõime koefitsiendi suurenemine vasakpöörde puhul võib olla tingitud asjaolust, kus planeeritavat vasakpööret Kesklinna suunas saab sooritada kahelt sõiduradadelt ühe asemel. Väärrib märkimist, et eelmainitud linna sisenevas suunas tekkinud liiklusummiku tõttu väheneb läbilaskevõime parempöörde puhul, kuna mõlemate

sõiduradade ummistumine ühe asemel toob endaga kaasa ka linnast väljuvas suunas liikuva liiklusvoo seiskamist.

Teise variandi raames saadud tulemused teenindustaseme ja ristmikul ooteaja osas on paremad kui esimese lahenduse resultaadid. Lõputöö autor oletab, et ühendusaja suurenemine on seotud sellega, et käesoleva lahenduse puhul esinevad raskusi vasakpöörde sooritamisel, sest Põhja puiestee poolt tulev suur liiklusvoog tekitab liiklusummikut linna sisenevas suunas ja Kalasadama tänava poolt tulevad vasakpöörjad ei saa täies mahu ja õigeaegselt lõpetada oma manöövreid. Ülalkirjeldatud olukord tekib sellel põhjusel, et kohe pärast ristmikku Põhja puiestee – Suur Rannavärv tänav suurem osa sõidukeid hakkab reastuma, et jätkata liikumist mööda Mere puiesteed linna sisenevas suunas ja eelnimetatud olukorraga kaasnevad sõiduraja vahetamisega seotud ajakulud ja liikluse seiskamised. Seoses tekkinud liiklusummikuga ja vasakpöörde puhul esinevate raskustega tekkivad raskused esimese sõiduraja läbilaskevõimega linnast väljuvas suunas, need probleemid on tingitud mõlemate sõiduradade ummistumisest seoses vasakpöörjate väga suure hulgaga.

Kolmanda lahendusvariandi puhul saadud tulemused on paremad kui eelmise lahenduse tulemused. Diplomandi väitel, et oluliseks põhjuseks on sõiduradade arvu suurendamine Kalasadama tänaval Põhja puiestee suunas, kuna sõidukite jaotumine muutub ühtlasemaks ja võimaldab efektiivsemalt kasutada olemasolevat ruumi. Samuti mängib väga olulist rolli asjaolu, et käsitletava lahenduse puhul loobuti Põhja puiestee linna sisenevas suunas kulgeva tee rajamisest. Olukorda paremaks muutmisele, viitavad ka suurenenud läbilaskevõime koefitsient ning suhteliselt vähe ühendusaeg.

Neljandas variandis pakutav lahendus demonstreerib üsna häid tulemusi. Autori väitel nimetatud tulemused on saavutatud tänu tänavavõrgu geomeetria sirgemaks muutmisele.

Vaadates järgmist tabelit, saab järeldada, et parempöörde Kalasadama tänavalt Põhja puiesteele Soo tänava suunas tulemuste muutmise dünaamika puhul üldjuhul jääb samaks teisisõnu trend märkimisväärselt ei muutu (Tabel 4). Antud olukord omakorda võimaldab eeldada, et saadud tulemuste väärtused on tingitud samadest põhjustest, mis põhjustasid kolmanda tabeli tulemusi (Tabel 3). Peamised erinevused seisnevad läbilaskevõime koefitsientide väärtustes. Koefitsientide suurusjärk on tunduvalt vähem võrreldes teise tabeli koefitsientidega. Autori väitel see on seotud asjaoluga, kus parempöört sooritavate sõidukite arv on vähem kui vasakule pöörjate arv.

3.3. Kõige sobivama lahendusvariandi valik

Lõputöö autor järeldab vastavalt teostatud andmete analüüsile, et kõige sobivam lahendusvariant on kolmas. Vaatamata sellele, et vasakpöörde puhul neljas lahendus pakub paremat tulemust ristmikul ooteaja osas, diplomand pöörab tähelepanu sellele, et kolmanda variandi läbilaskevõime koefitsient on kõrgem. Kolmanda variandi puhul ristmikku ületab 82 sõiduki võrra rohkem kümne minuti jooksul kui neljanda variandi lahenduse raames. Diplomand väidab, et antud juhul vaadeldava ristmiku suurem läbilaskvus on olulisem, kui lühem ooteaeg ristmikul, kuna neljanda variandi ajavõit võrreldes kolmanda variandiga, mis on 3,69 sekundit, ei anna väga märkisimisväärsed eeliseid ning lisaks valgusfooridega seotud probleemi lahendamisele käesoleva töö eesmärgiks on ka vaadeldava ristmiku läbilaskevõime suurendamine. Arvestades ülaltoodud argumente käesoleva lõputöö autor väidab, et kolmas lahendusvariant on parim lahendus vasakpöörde puhul uurimuse objektil.

Tabel 5. Liikluslahenduste võrdlus protsentides vasakpöörde puhul

Ristmik Põhja pst – Kalasadama tn (Kalasadama tn-lt pööre linna sisenevas suunas)				
	Teenindustase	Ooteaeg ristmikul, s	Ühendusaeg, s	Läbilaskevõime koefitsient
Olemasolev olukord	F	136,80	303,27	0,15
Variant 1	F	+74%	+54%	+27%
Variant 2	C	-77%	+56%	+27%
Variant 3	C	-78%	-82%	+73%
Variant 4	C	-80%	-83%	+33%

Eeltoodud tabelis on näidatud lahendusvariantide võrdlus protsentides vasakpöörde sooritamise puhul (Tabel 5). Lahendusvariante võrreldakse olemasoleva olukorraga ehk 0-stsenaariumiga. Väärrib märkimist, et ristmikul ooteaja ja ühendusaaja osas pluss märgiga arvud tähendavad aja pikenemist, aga miinus märgiga arvud omakorda tähendavad aja lühenemist. Läbilaskevõime koefitsiendi osas pluss märgiga arv tähendab koefitsiendi suurenemist. Antud tabel võimaldab paremini hinnata kolmanda variandi eelist läbilaskevõime koefitsiendi osas neljanda ning teiste variantidega võrreldes. Samuti on

näha, et neljanda variandi eelis ristmikul ooteaja ja ühendusaja osas on liiga väheväärtuslik ja ei avalda tõsist mõju olukorrale, kuna erinevus eelmainitud aspektides on 1-2%.

Parempöörde puhul parimaid tulemusi näitab neljas variant, kuna selle lahenduse raames pakutav läbilaskevõime on tunduvalt suurem kui kolmandas variandis ehk neljanda variandi puhul kümne minuti jooksul paremale jõuab pöörata 65 sõiduki võrra rohkem kui kolmandas lahendusvariandis.

Tabel 6. Liikluslahenduste võrdlus protsentides parempöörde puhul

Ristmik Põhja pst – Kalasadama tn (Kalasadama tn-lt pööre linnast väljuvas suunas)				
	Teenindustase	Ooteaeg ristmikul, s	Ühendusaeg, s	Läbilaskevõime koefitsient
Olemasolev olukord	F	96,20	303,27	0,08
Variant 1	F	+134%	+54%	-89%
Variant 2	D	-48%	+56%	-75%
Variant 3	C	-70%	-82%	-50%
Variant 4	C	-68%	-83%	0%

Ülaltoodud tabelis on esitatud lahendusvariantide võrdlus protsentides parempöörde sooritamise puhul (Tabel 6). Lahendusvariante võrreldakse olemasoleva olukorraga ehk 0-stsenaariumiga. Väärrib märkimist, et ristmikul ooteaja ja ühendusaja osas pluss märgiga arvud tähendavad aja pikenemist, aga miinus märgiga arvud omakorda tähendavad aja lühenemist. Läbilaskevõime koefitsiendi osas miinus märgiga arv tähendab koefitsiendi vähenemist. Antud tabeli puhul saab paremini näha neljanda variandi eelist läbilaskevõime koefitsiendi osas võrreldes kolmanda ja teiste variantidega. Sarnaselt eelmise võrdlustabeliga on näha, et neljanda variandi eelis ühendusaja osas on väheväärtuslik ja ei avalda tõsist mõju olukorrale, kuna erinevus antud aspektis on 1%. Tuleb pöörata tähelepanu sellele, et kolmanda variandi puhul ooteaeg ristmikul on 2% võrra lühem.

Seoses sellega, et antud ristmikul suurem osa sõidukeid pöörab vasakule ja parempöörarajad moodustavad ainult 12,8% mõlemas suunas pöörarajate arvust, siis diplomand arvab, et olukorra parandamiseks oleks mõistlik kasutada kolmanda variandi (Variant 3) raames pakutud lahendust.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö esimene probleem seines Põhja puistee - Kalasadama tänava ristmikul paiknevas valgusfoori liiga lühikeses rohelise fooritule taktis, mis ei võimalda täiel määral ära kasutada Kalaranna, Kalasadama, Suur-Patarei tänavate läbilaskevõimet. Teine probleem on uuritava ja ümbritseva piirkonna liiga kitsas tänavavõrk, mille madal läbilaskevõime ei võimalda olemasolevat liikumisnõudlust rahuldada ning sunnib sõidukijuhte kasutada teisi kõrgeteks liiklussagedusteks mitteettenähtud tänavaid.

Eelmainitud probleemide lahendamiseks autoril oli vaja põhjalikult uurida vaadeldavate küsimuste teoreetilist tausta, teha selgeks probleemi erinevaid lahendusvõimaluste eeliseid ja miinuseid, tuua välja lahendusvariantide hindamiskriteeriume, läbi viia kohapealset liiklusloendust piirkonna liiklussageduste väljaselgitamiseks, analüüsida olemasolevat olukorda ning pakutavate liikluslahenduste kontrollimiseks koostada erinevate variantide mikrosimulatsioone.

Uuritava piirkonna liikluse mikrosimulatsioonide tulemused näitavad, et ülalmainitud probleemide lahendamiseks kõige paremini sobib kolmas lahendusvariant.

Võrreldes teiste lahendustega, kolmanda variandi eeliseks vasakpöördel linna sisenevas suunas on aktsepteeritav teenindustase C, lühike ühendusaeg ehk 53,40 sekundit, lühike ooteaeg ristmikul ehk 30,63 sekundit ning kõige kõrgem läbilaskevõime koefitsient ehk 0,26. Vaatamata sellele, et neljanda variandi raames esitatud lahendus pakub lühemat ooteaega ristmikul ehk 26,94 sekundit, autor arvab, et kolmanda variandi suurem läbilaskevõime koefitsient on olulisem, sest võimaldab tunduvalt paremini lahendada vaadeldava piirkonna madala läbilaskevõimega seotud probleemi, kuna kolmanda variandi raames ristmikku ületab 82 sõiduki võrra rohkem kümne minuti jooksul, kui neljandas variandis.

Parempöörde puhul kõige parimaid tulemusi näitab neljas variant, kuna selle variandi raames pakutud läbilaskevõime koefitsient on kaks korda suurem, kui kolmanda variandi puhul. Arvestades seda, et

ooteaja ristmikul osas neljanda variandi ajavõit võrreldes kolmanda variandiga on ainult 2,15 sekundit ning seda, et parempöõret linnast väljuvas suunas teeb ainult 12,8% sõdukeid kogu pöörajate arvust, autor väidab, et neljanda variandi puhul kasutatav lahendus ei avalda märkimisväärset mõju piirkonna läbilaskvusele ja liiga väikese paremale pöörajate arvu tõttu ei ole võimalik saadud eelist täiesti realiseerida.

Käesoleva lõputöö autori väitel kolmas lahendus kõige paremini sobib antud töö raames vaadeldava probleemi lahendamiseks, kuna nimetatud variandi raames pakutav lahendus täidab Eestis kehtivate projekteerimise normide nõudeid läbilaskvuse osas; täidab liikluse korraldamise peamisi eesmärke ehk muudab liiklust kiiremaks ja sujuvamaks; vähendab liiklusummikuid; arvestab kiiresti areneva piirkonna elanikkude ning külastajate kasvava liikumisvajadusega tagades võimalust vajadusel luua uut trammiliini sadamasse.

Põhja puiestee – Kalasadama tänava ristmikul paigaldatud valgusfoori liiga lühikese rohelise fooritule takti ja vaadeldava piirkonna tänavavõrgu madala läbilaskevõimega seotud probleemid on edukalt parandatud käesoleva lõputöö raames pakutavate lahenduste abil.

SUMMARY

The first problem of this thesis is a too short beat of the green signal of the traffic light, which is installed on the Põhja avenue – Kalasadama street junction. This circumstance does not allow to use of the capacity of Kalaranna, Kalasadama and Suur-Patarei streets fully. The second problem is the too-narrow road network of researched areas. Low capacity does not allow to satisfy traffic demand and forces drivers to use streets, which do not have the necessary capacity.

For solving of aforementioned problems, the thesis author was needed to scrupulously research the theoretical background of the questions of this thesis. To explain the advantages and disadvantages of different solutions, bring on the criteria of solve's evaluation, do traffic count for researched area traffic volumes determination, analyse the current situation, and create the traffic simulations of different variants.

The simulations show that the third solution is the most suitable variant for solving aforementioned problems.

Compared with the other variants, the advantage of the third solution is that the left turn in direction to the city center is an acceptable level of service C, short vehicle travel time 53,40 seconds, short vehicle delay 30,63 seconds, the highest capacity coefficient 0,26. Although the fourth variant has a shorter vehicle delay of 26,94 seconds, the author of this thesis believes that the higher capacity coefficient of the third variant is the more vital indicator. Described fact allows solving the road network low capacity problem better insofar as the third solution allows increasing the junction capacity on 82 more vehicles in ten minutes, that the fourth's variant solve.

The best results have the fourth variant in the right turn because the described solution has a double value in capacity coefficient compared with the third solution. Since in part of vehicle delay, the time gain in

comparison with the third variant is only 2,15 seconds, and that share of right turners is only 12,8% of all turners, author approves that the fourth's variant solve has not an essential contribution to district area capacity. Because of a too-small number of vehicles performing the right turn is impossible to realise the benefits of a particular variant fully.

The author of this thesis approves that the third variant is the most suitable solution for aforementioned problems because this variant satisfies the Estonia design standards in the part of road capacity. The main goals of traffic management are fast and smooth traffic, reducing congestions, considering fast developing area residents and guests' traffic demand by providing, if necessary, the opportunity of creating a new tram line to the port.

The problem of the too-short beat of the green signal of traffic light and the low capacity of the narrow road network of the researched area is solved by the solutions suggested by this thesis.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] PTV AG, PTV Vissim 2020 User Manual, Karlsruhe: PTV GROUP, 2020, p. 31-33.
- [2] PTV GROUP, „Company Profile,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/WtJFf>. [Kasutatud 12. juuli, 2021].
- [3] E. Serova, „Possible ways to increase traffic capacity of the street and road network,” Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture, vol. 46(65), p. 84-94. august, 2016.
- [4] EVS 843:2016 Linnatänavad. Eesti: Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, 2016.
- [5] Liiklusseadus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/XiAHH>. [Kasutatud 5. september, 2021].
- [6] K. S. Axatova, „Design of roads,” World Economics & Finance Bulletin (WEFB), vol. 1, p. 4-5. juuni-juuli, 2021.
- [7] Tallinna teede liigid, [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/XiAjj>. [Kasutatud 11. september, 2021].
- [8] T. Metsvahi, Liiklusloenduse metoodika koormussageduse määramiseks, Tallinn: Maanteeamet, 2009, p. 38.
- [9] A. Hirulkar, T. Jaiswal, S. Kivade, M. Shewade, D. Shirke, „Traffic Volume Measurement of Pune University Road to Paud Phata: Case Study,” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 5, no. 5, p. 172-174. mai, 2018.

- [10] K. Isakov, L. N. Stasenkov, A. Š. Altõbaev, D. Dajõrbekova, „Influence of parameters of the traffic light regulation cycle on the road capacity of regulated intersections,” *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, vol. 16, no. 2, p. 146-155. aprill, 2019.
- [11] D. R. Mertens, „Principles of Modeling and Simulation in Teaching and Research,” *Journal of Dairy Science*, vol. 60, no. 7, p 1176-1177. oktoober, 1976.
- [12] T. Kučera, J. Chocholáč, „Design of the City Logistics Simulation Model Using PTV VISSIM Software,” *Transportation Research Procedia*, vol. 53, p 259. veebruar, 2021.
- [13] F. L. Mannering, S. S. Washburn, *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*, Florida: Florida Ülikool, 2019, p. 416.
- [14] Y. Jiang, B. Zhao, M. Liu, Z. Yao, „A Two-Level Model for Traffic Signal Timing and Trajectories Planning of Multiple CAVs in a Random Environment,” *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2021, p. 1-13. aprill, 2021.
- [15] N. Nikitin, V. Patskan, I. Savina, „Efficiency Analysis of Roundabout with Traffic Signals,” *Transportation Research Procedia*, vol. 20, p. 443-449. September, 2017.
- [16] T. Metsvahi, *Ristmike läbilaskvuse arvutamise metoodiline juhend*, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2001, p. 60.
- [17] P. Venkatesha, M. Ajith, P. Abhijith, T. Dhamini, „Mathematical Modelling Of Traffic Flow on Highway,” *International Journal of Science, Engineering and Management (IJSEM)*, vol. 2, no. 11, p. 136-141. november, 2017.
- [18] *Transportation research board of the national academies, Roundabouts: An Informational Guide*, Washington D.C.: Federal Highway Administration, 2010, p. 407.
- [19] Tee projekteerimise normid ja nõuded, [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/Xpq3R>. [Kasutatud 7. september, 2021].
- [20] Tee projekteerimise normid, [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/XpqRD>. [Kasutatud 8. september, 2021].

- [21] Transpordiamet, „Liiklussagedus,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/XpqsF>. [Kasutatud 2. september, 2021].
- [22] V. Krivda, J. Petru, „Safety and capacity assessment of non-standard roundabouts,” Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, vol. 19, no. 1, p. 517-524. september, 2019.
- [23] Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele, [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/Ytd32>. [Kasutatud 2. september, 2021].
- [24] T. Tuvikene, M. Rehema, D. Antov, „Ligipääsetavuse muutused autostunud Eestis,” Eesti inimarengu aruanne 2019/2020, p. 84-95. juuni, 2020.
- [25] T. Hamilton, C. Wichman, „Bicycle infrastructure and traffic congestion: Evidence from DC's Capital Bikeshare,” Journal of Environmental Economics and Management, vol. 87, p. 1-27. juuni, 2016.
- [26] Tallinna Transpordiamet, „Liiklusseire,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://clck.ru/YsFh5>. [Kasutatud 16. veebruar, 2021].
- [27] G. Lindsey, A. Macmillan, A. Woodward, „Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions,” Australian and New Zealand Journal of Public Health (ANZJPH), vol. 35, p. 54-60. november, 2011.
- [28] C. Brandenburg, A. Matzarakis, A. Arnberger, „Weather and cycling – a first approach to the effects of weather conditions on cycling,” Meteorological Applications, vol. 14, p. 61-67. märts, 2007.
- [29] J. DiGioia, K. E. Watkins, Y. Xu, M. Rodgers, R. Guensler, „Safety impacts of bicycle infrastructure: A critical review,” Journal of Safety Research, vol. 61, p. 105-119. juuni, 2017.
- [30] P. Chen, F. Sun, Q. Liu, „Bicycle parking security and built environments,” Transportation Research: Part D, vol. 62, p. 169-178. juuli, 2018.

- [31] I. Amier, J. Fangming, „The electric vehicle energy management: An overview of the energy system and related modeling and simulation,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 144, p. 1-28. juuli, 2021
- [32] M. Saranskaja, COVID 19 mõju Tallinna liiklusvoogudele, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2021, p. 60.
- [33] Maanteeamet, Jalgratturina Eesti liikluses, Tallinn: Maanteeamet, 2018, p. 20.

LISAD

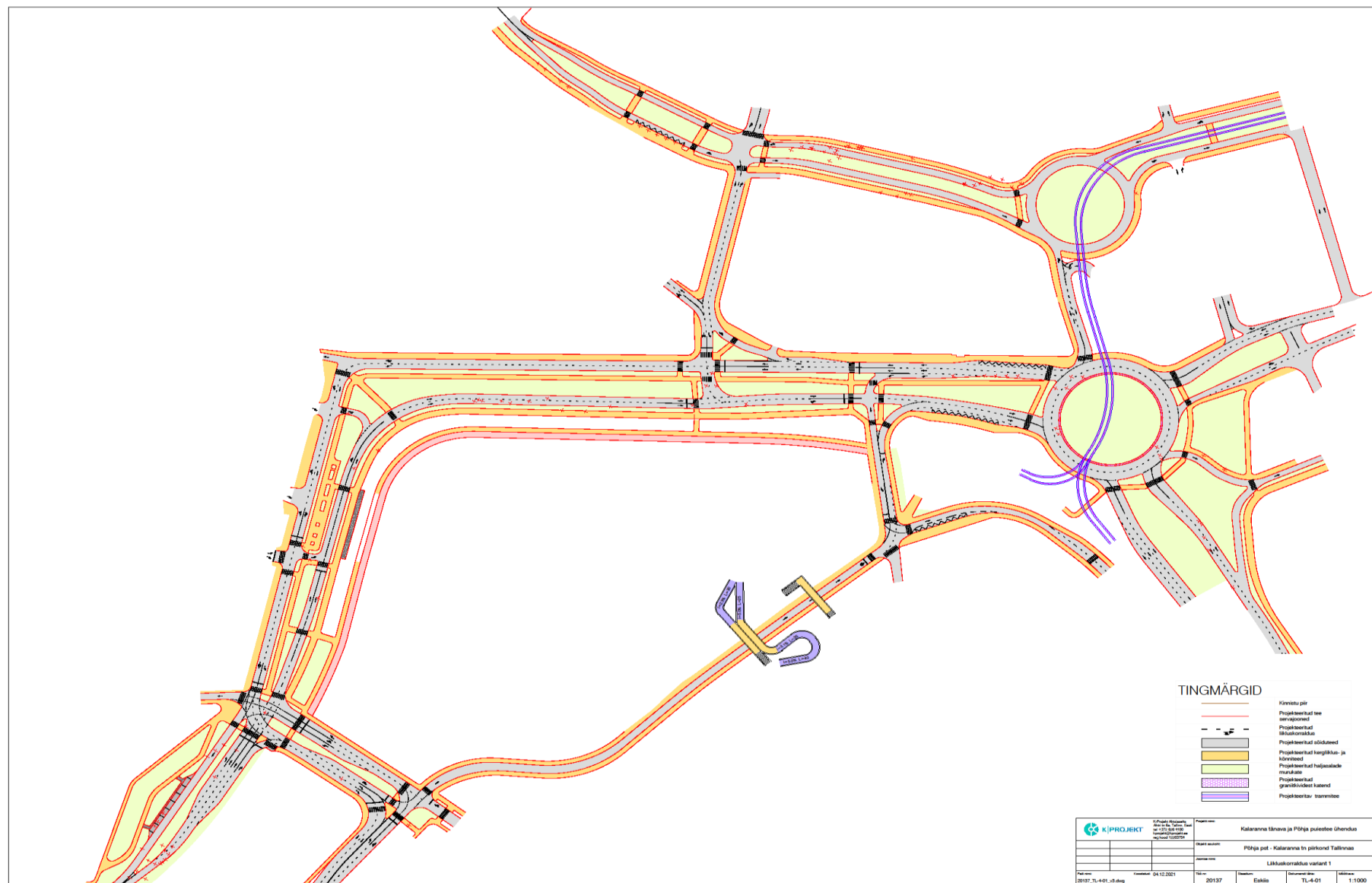
Lisa 1. Pakutava liikluslahenduse esimene variant

Lisa 2. Pakutava liikluslahenduse teine variant

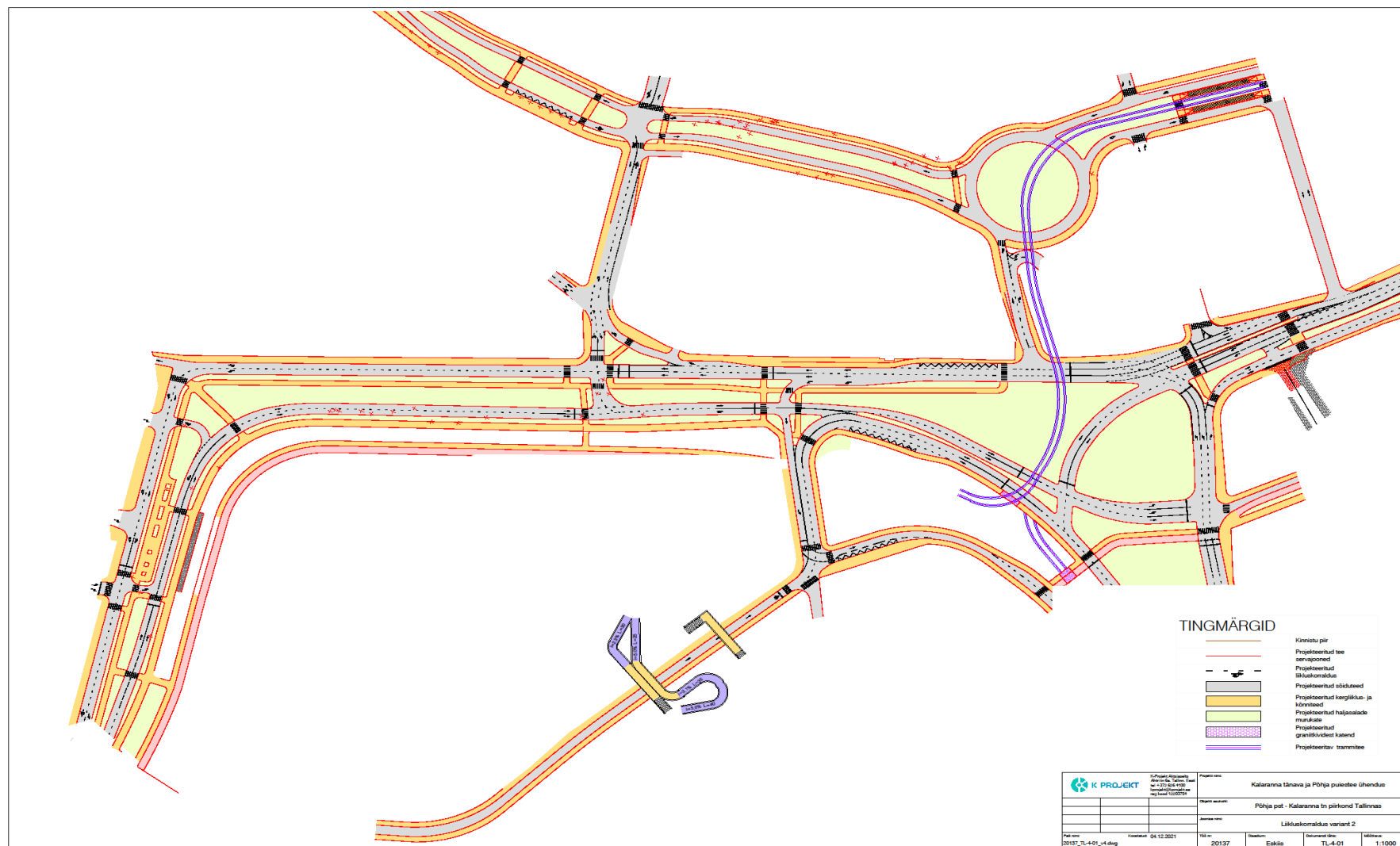
Lisa 3. Pakutava liikluslahenduse kolmas variant

Lisa 4. Pakutava liikluslahenduse neljas variant

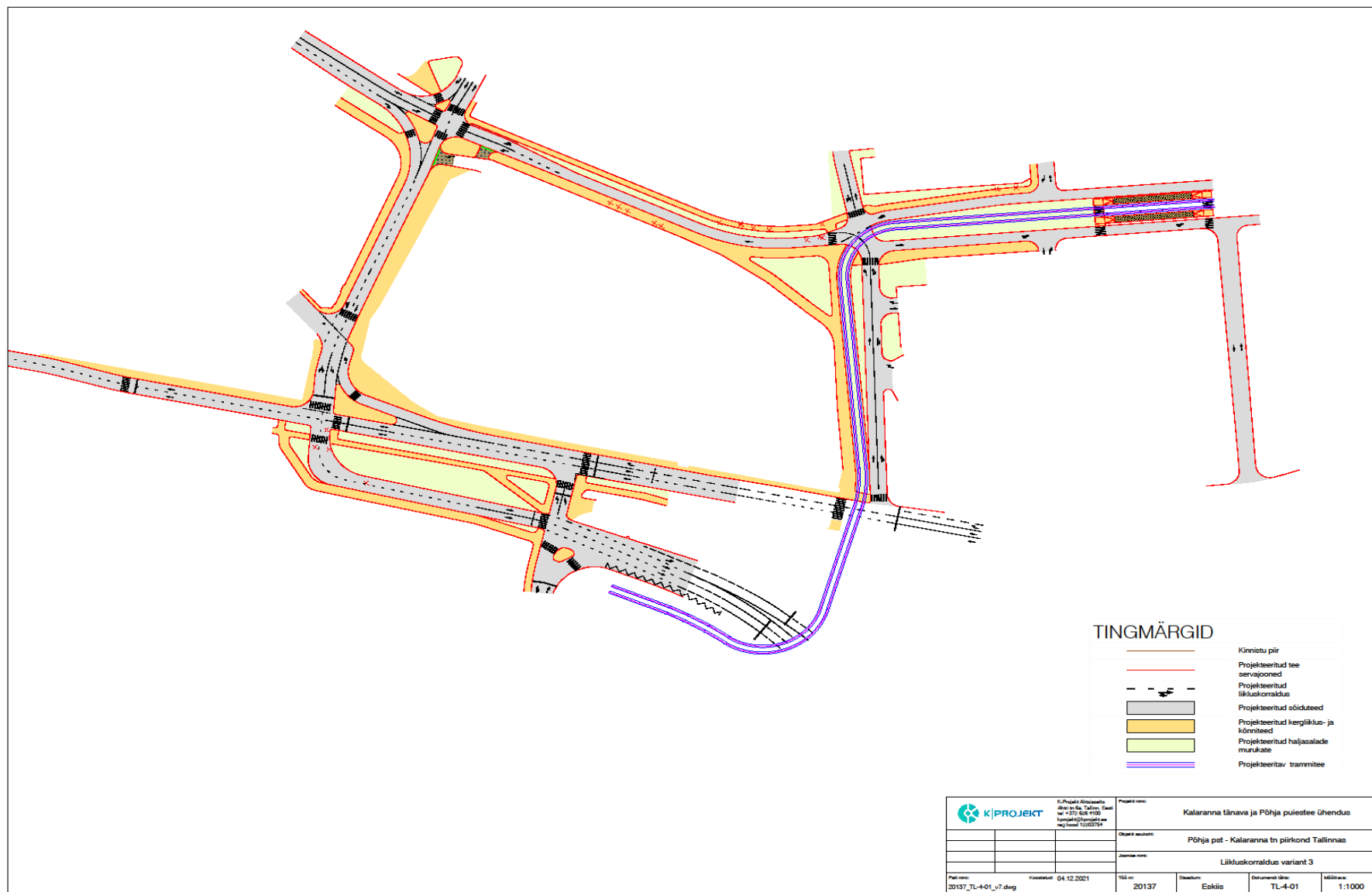
Lisa 1. Pakutava liikluslahenduse esimene variant



Lisa 2. Pakutava liikluslahenduse teine variant



Lisa 3. Pakutava liikluslahenduse kolmas variant



Lisa 4. Pakutava liikluslahenduse neljas variant

