CIVITTA

Artes Terræ MAASTIKUARHITEKTID

INSENERIBÜROO STRATUM

Tartu linna kergrööbastranspordi teede määramine ning teostatavus- ja tasuvusanalüüs

TARTU LINNAVALITSUS

LINNAPLANEERIMISE JA MAAKORRALDUSE OSAKOND

2020

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS 4
2. KERGRÖÖBASTRANSPORDI TEEDEVÕRGUSTIKU KIRJELDUS JA KOKKUVÕTTE 5
2.1. Põhimõtted kergrööbastranspordi teedevõrgu kaalumisel 5
2.2. Teedevõrgu väljatöötamine 6
2.2.1. Lähteandmed ja -uuringud 6
2.2.2. Liin 1 kesklinn-Ränilinn 11
2.2.3. Liin 2 kesklinn-Annelinn 13
2.2.4. Liin 3 Ränilinn-Annelinn 14
2.2.5. Liin 4 kesklinn-Ropka 15
2.2.6. Liin 5 kesklinn-Vahi-Kõrveküla 16
2.2.7. Liin 6 Ropka-Ravila/Vorbuse 18
2.2.8. Liin 7 üle Sõpruse silla 19
2.2.9. Perspektiivsed liinid 20
2.2.10. Liin P Tartu linna kehtivast üldplaneeringust koos pikendusega Tartu valda 22
2.2.11. Depoo asukoht 23
2.2.12. Tänavate sulgemine muule liiklusele 23
2.2.13. Ümberistumiskeskuste paiknemine 25
3. KERGRÖÖBASTRANSPORDI TEEDEVÕRGUSTIKU RAJAMISE TEOSTATAVUSE HINNANG 28
3.1. Liiklusvoogude modelleerimine 28
3.1.1. Trammivõrgu ja liikuvusega seotud lähteandmed 28
3.1.2. Modelleerimise metoodika 32
3.1.3. Stsenaariumite rakendamine mudelis 34
3.1.4. Modelleerimistulemused 35
3.2. Tehniline teostatvus 45
3.2.1. Tehnilised eeldused ja parameetrid 45
3.2.2. Meetmed ühistranspordi kasutatavuse suurendamiseks 46
4. KERGRÖÖBASTRANSPORDI MAJANDUSLIK TASUVUS/MITTETASUVUS JA JÄTKUSUUTLIKKUSE HINNANG 57
4.1. Metoodika 57
4.2. Investeeringukulud 58
4.3. Tegevuskulud ja -tulud 61
4.4. Finantsmajanduslik tasuvus 63
4.5. Jätkusuutlikus 64
5. KERGRÖÖBASTRANSPORDI SOTSIAALMAJANDUSLIKU MÕJU HINNANG 66
5.1. Metoodika 66
5.2. Sotsiaalmajanduslikud mõjud 67

5.2.1. Sõidukite kasutuskulude kokkuhoid 67
5.2.2. Sõiduaja sääst 68
5.2.3. Liiklusohutuse paranemine 69
5.2.4. Müra vähenemine 70
5.2.5. Õhusaaste vähenemine 71
5.2.6. Kliimakulude vähenemine 72
5.2.7. Aktiivse liikuvuse suurenemine 73
5.3. Sotsiaalmajanduslik tasuvus 74
6. TARTU LINNA KERGRÖÖBASTRANSPORDI JA ERINEVATE LIIKUMISVIISIDE ÜMBERISTUMISKESKUSTE RAJAMISE SOOVITUS ÜLDPLANEERINGU EELNÕUSSE 80
7. LISAD 83
7.1. MODELLEERITUD VARIANDID 83
7.1.1. Etapp I 83
7.1.2. Etapp II 86
7.1.3. Etapp III 94

1. SISSEJUHATUS

Käesoleva uuringu on välja töötanud Civitta Eesti AS, AB Artes Terrae OÜ ja Stratum OÜ spetsialistid Jaanus Kiss, Mart Hiob, Harri Rõuk, Dago Antov, Pille Kaldmaa ja Heiki Kalberg. Civitta Eesti oli projekti juhtpartner ning rahalise ja sotsiaalmajandusliku analüüsi koostaja, AB Artes Terrae oli trammivõrgu väljatöötaja ning Stratum hindas teostatavust nii liikluse seisukohast kui ka tehnilist külge arvestades.

Uuringu lähtedokumendiks oli Tartu linnavalitsuse linnaplaneerimise ja maakorralduse osakonna 28. juuni 2019. a kiri nr 4-67RH-19-132, kus on välja toodud riigihanke „Tartu linna kergrööbastranspordi teede määramine ning teostatavus- ja tasuvusanalüüsi koostamine“ eesmärk ja lahendatavad ülesanded.

Uuring koostati vahemikus september 2019 kuni jaanaur 2020. Töö üleandmise järgselt peeti tellijaga täiendav koosolek 5. veebruaril 2020, mille tulemusena lisati tellija soovil töösse täiendav liin P (Tartu linna kehtivast üldplaneeringu järgne liin koos pikendusega Tartu valda). Selle liini modelleerimise tulemused ning finantsmajandusliku ja sotsiaalmajandusliku analüüsi tulemused on lisatud käesolevasse töösse peale esialgse versiooni valmimist veebruaris 2020.

2. KERGRÖÖBASTRANSPORDI TEEDEVÕRGUSTIKU KIRJELDUS JA KOKKUVÕTTE

2.1. PÕHIMÕTTED KERGRÖÖBASTRANSPORDI TEEDEVÕRGU KAALUMISEL

Kergrööbastransport (edaspidi *tramm*) on asulasisene ühistranspordiliik, mis liigub rööbastel. Tramm on erinevalt rongist kohandatud linnatänavatel liikumiseks (eelkõige parem pöörderaadius ja pidurdusvõime) ja reisijate pealevõtmiseks otse tänava tasandilt. Mõnel pool eristatakse trammi (mis sõidab üldises liiklusvoos) kergrööbasteest (millel on omaette tee ja ristumisel tavaliiklusega eelistusega foorisüsteem, inglise keeles *light rail*). Käesolevas uuringus ei ole neid mõisteid eristatud, kuid uuele ühistranspordiviisile tingimuste seadmisel on eelistatud kergrööbastee põhimõtteid.

Trammi suurimad **eelised** Tartus siiani ühistranspordis kasutusel olevate busside ees on:

1. odavam ülalpidamise kulu tulenevalt madalast veeretakistusest, liikuvate osade piiratud hulgast ja elektrimootori kasutamisest,
2. suurem kandevõime ja mahutavus ehk efektiivsus tulenevalt madalast veeretakistusest,
3. suurem kiirus, lühem peatustes veedetud aeg kui trammiteed isoleerida tavaautode liiklusest,
4. õhureostust mitte põhjustav, aitab täita Eesti võetud kliimaneutraalsuse sihtmärki,
5. vaiksem, mugavam ja sujuvama liikumisega,
6. parem liinigraafikus püsimine kui trammiteed isoleerida tavaautode liiklusest,
7. veeremi suur vastupidavus, madalam hoolduskulu ja väiksem uuendusvajadus,
8. marsruutide püsimise kindlus (nii reisijana kui ka linnaarengu seisukohalt, elamute ja töökohtade planeerimisel) tulenevalt peatuste ja liinide muutumise suurest maksumusest,
9. positiivne tulevikku suunatud ja ülikoolilinnale kohane kuvand.

Trammi suurimad **puudused** võrreldes kasutusel olevate bussidega on:

1. suur rajamismaksumus (nii trammiteede, sildade/tunnelite kui ka depoo ehitamine),
2. oht alakasutuseks, kui mahutavus ületab olulisel määral nõudlust,
3. tavaautoliikluse sulgemise vajadus tänavatel, kus ei mahu nii trammi- kui sõidutee,
4. juba väljaehitatud marsruutide muutmise raskepärasus,
5. harjumatu, võib tekitada inimestes vastuseisu.

Trammi eeliste suurimas ulatuses ärakasutamiseks võeti teedevõrgu kavandamisel aluseks järgnevad **põhimõtted**:

1. tramm peab esmajärjekorras ühendama kõige suurema transpordivajadusega punkte;
2. trammiliinid peavad sarnaselt olemasolevale bussivõrgule üldjuhul läbima kesklinna, kui üldplaneeringu järgi tugevdamist vajavat keskust;
3. tramm ei peaks kulgema kohtades, kus ei ole reisijaid, sest trammitee ehitamine on kallis;
4. tramm ei peaks kulgema samas sõidukoridoris muu liiklusega, sest see muudaks trammi liikumise sõltuvaks autode liikumisest ja kaotaks trammi kui kiire sõiduvahendi eelise; kui trammiteele ja sõiduradadele mõlemale ruumi ei ole, tuleb tänav tavaautoliiklusele sulgeda;
5. ristumine muu liiklusega tuleb lahendada erinevas tasapinnas või trammile eelistust andva automaatse foorisüsteemiga;
6. trammitee paigutamisel eelistada linnale või riigile kuuluvaid krunte, kuid ka erakruntide ja teiste avalike asutuste maa kasutamine ei ole välistatud, kui asjaolud seda nõuavad;
7. trammi ehitamisega peaks kaasnema autoliikluse piiramine, et saavutada trammikasutuse maksimeerimine:
8. veeremi teenindamiseks on vaja reserveerida maa-ala depoole suurusega ligi 10 000 m^2.

Käesolevas uuringus on arvestatud **trammitee liikumisruum**i 3 m laiusega, mis vastab EVS 843:2016 joonisel 6.11 tooduga. Kaherajaline trammitee on arvestatud 6 m laiusena. Pööretel on ruumivajadus suurem. Vastavalt samale joonisele on liikumisruumi vähim kõrgus trammitunnelis 4,2 m ja viadukti või silla all 4,6 m. Trammitee vähim pöörderaadius on EVS 843:2016 tabeli 6.24 järgi 30 m, soovitav 50 m ja hea 100 m. Praktikas suudavad tänapäevased trammid ka 30 m pöörderaadiuse juures arendada rahuldavat kiirust, kuid kannatada võib saada sõidumugavus.

EVS 843:2016 tabeli 6.27 järgi on trammitee vähim võimalik pikikalle 6%, mida tuleb üle kontrollida projekti koostamisel, sest mõned olemasolevad tänavad on suurema pikikaldega ning vajaks trammitee rajamise korral kalde mõningast korrigeerimist. Suurim probleem on Vanemuise mäel, mis on mõnes lõigus suurema kaldega kui 11%. Kui mäe kallet ei ole ümberehitusega võimalik piisavas ulatuses korrigeerida konkreetse valitud trammi tehnilistele näitajate nõuete vastava pikikalde tagamiseks, võib kaaluda trammitee paigutamist Riia mäele, kust toimuks pööre Akadeemia teele.

Kasutades 6% pikikallet on tunnelisse laskumiseks vajalik vähemalt 70 m pikkune kaldtee ja viadukti või silla alt läbipääsemiseks 77 m pikkune kaldtee.

Täpne ruumivajadus määratakse trammitee eelprojektis.

Rööpmelaiust käesolevas uuringus ei kaalutud. Siiski võib esile tuua, et kõik uuemad trammisüsteemid on kasutusele võtnud Euroopa raudtee standardlaiuse 1435 mm (4 jalga 8 ½ tolli). Lähimad näited Tartuga võrreldavates linnades on Tampere järgmisel aastal alustav tramm (kergrööbastransport), Taanis Aarhusis 21.12.2017 alustanud tramm, Rootsis Lundis 2020. aasta sügisel avatav trammiliin ning Odenses järgmisel aastal alustav tramm. Tallinna trammi rööpmelaiust 1067 mm (3 jalga 6 tolli) kasutatakse maailmas väga vähe – Euroopas muuseumtrammil Norras ja Mani saarel ning Legolandi trammil Windsoris Inglismaal. Peale selle on sama laius kasutusel veel Jaapanis ja Hong Kongis. Lähimatest linnadest on Riias, Daugavpilsis ja Peterburis rööpmelaiuseks Vene laiarööpmelise raudtee laius ehk 1524 mm (5 jalga), Liepajas, Helsingis ja Trondheimis 1000 mm (3 jalga 3⅜ tolli) ning Oslos, Bergenis ja Rootsi linnades standardlaius.

Tallinna rööpmelaiuse Tartus kasutuselevõtmine ei tundu põhjendatud, sest trammitee rajamine ja hilisem hooldamine on kallim kui standardlaiuse puhul. Pigem peaks Tartus rakendama standardlaiust 1435 mm.

Käesoleva uuringu raames on teedevõrgu **lahendust tutvustatud** olulisematele puudutatud krundiomanikele: Tartu Ülikool, SA Tartu Ülikooli Kliinikum ja Lõunakeskust majandav äriühing (Astri Grupp). Kohtumiste tulemusena loobuti variantidest, mis mõnele nimetatud omanikest ei olnud vastuvõetavad. Samuti on tehtud koostööd Tartu linnavalitsuse linnaplaneerimise ja maakorralduse osakonnaga.

2.2. TEEDEVÕRGU VÄLJATÖÖTAMINE

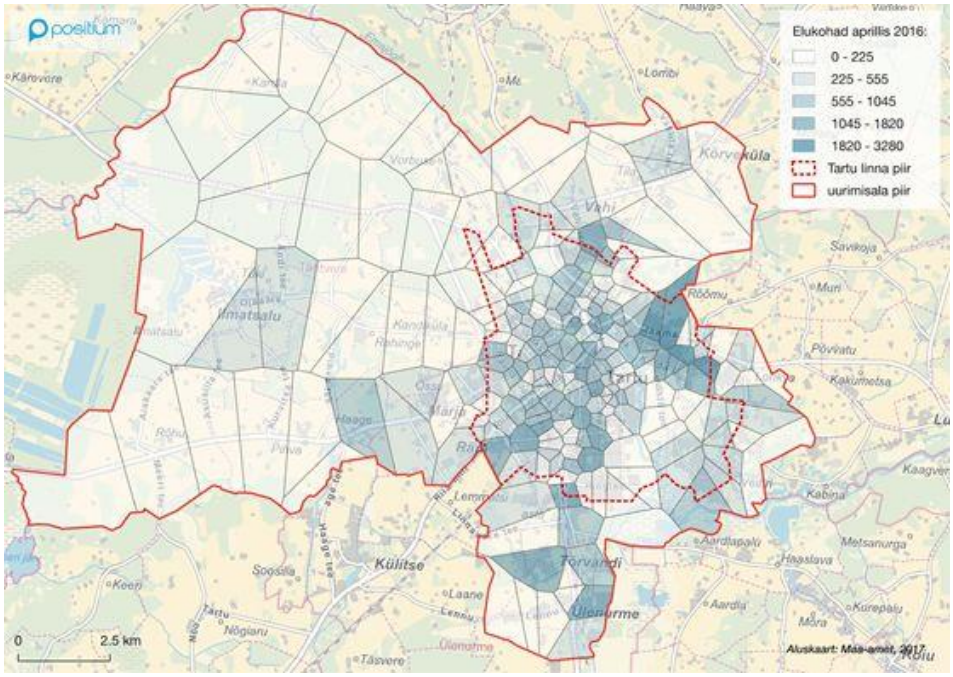
2.2.1. LÄHTEANDMED JA -UURINGUD

Tramm on ühistranspordiliik, mis saavutab suurima kasuteguri kasutajate suure hulga juures. Seetõttu on trammi puhul eriti vajalik rahuldada liikumisvajadust eelkõige peamistel suundadel. Tulevikus toimiva ühistranspordisüsteemi selgroo peaks Tartus moodustama trammivõrk, mida toetavad võrreldes tänasega tugevasti vähendatud mahus bussivõrk ja suurendatud mahus linnarataste võrk.

Trammiteede väljapakkumise esmaseks lähtekohaks oli oluliste tõmbepunktide ühendamine. Käesoleva uuringu raames täiendavaid mõõtmisi ega loendusi ei tehtud, vaid kasutati olemasolevaid andmeid. Ülesande tegi kergemaks eelnevatel aastatel äratehtud töö uue bussivõrgu väljatöötamisel. Ka uue bussivõrgu väljatöötamisel tuvastati olulisemad sihtkohad ning püüti need ühendada võimalikult kiirete liinidega. Väljatöötamisel arvestati nii elukohtade kui ka töökohtades paiknemisega (vt Joonis 1 ja Joonis 2).

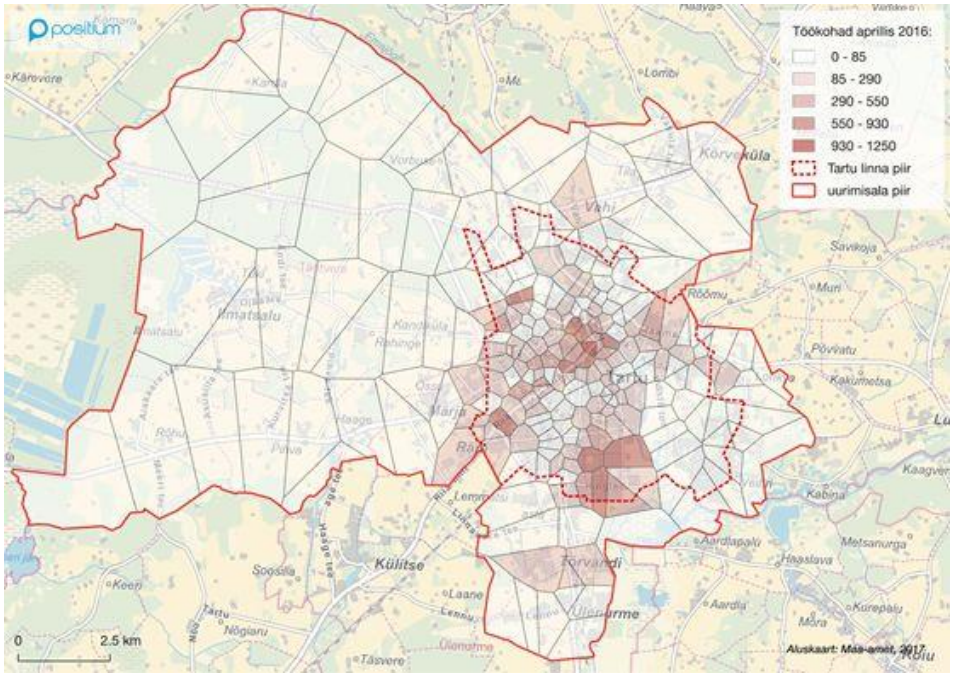
Tartu linna piires tõusevad esile suuremate elukohatihedusega piirkondadena Annelinn, Ränilinn, Nõva-Kuu tänava ümbruse kortermajad, Aardla-Ropka kortermajad, Jalaka kortermajad, kesklinna elamud ja Veeriku kortermajad. Väljaspool linnapiire on suuremad elupiirkonnad Vahi alevikus ja Ülenurme alevikus.

JOONIS 1. ELUKOHAD TARTU LINNAS JA LÄHIÜMBRUSES (UURING BUSSIVÕRGU VÄLJATÖÖTAMISEL).



Töökohtade arv on suurim kesklinnas, Ropkas, Riia tänava lõpus ja Ravila tööstusrajoonis. Väljaspool Tartu piire on suurima töökohtade tihedusega Vahi ja Ülenurme alevik.

JOONIS 2. TÖÖKOHAD TARTU LINNAS JA LÄHIÜMBRUSES (UURING BUSSIVÕRGU VÄLJATÖÖTAMISEL).



Lisaks elu- ja töökohtadele on olulised tõmbepunktid kaubanduskeskused ja õppeasutused, mis tekitavad rohkem ja vähem regulaarselt suurel hulgal liiklust.

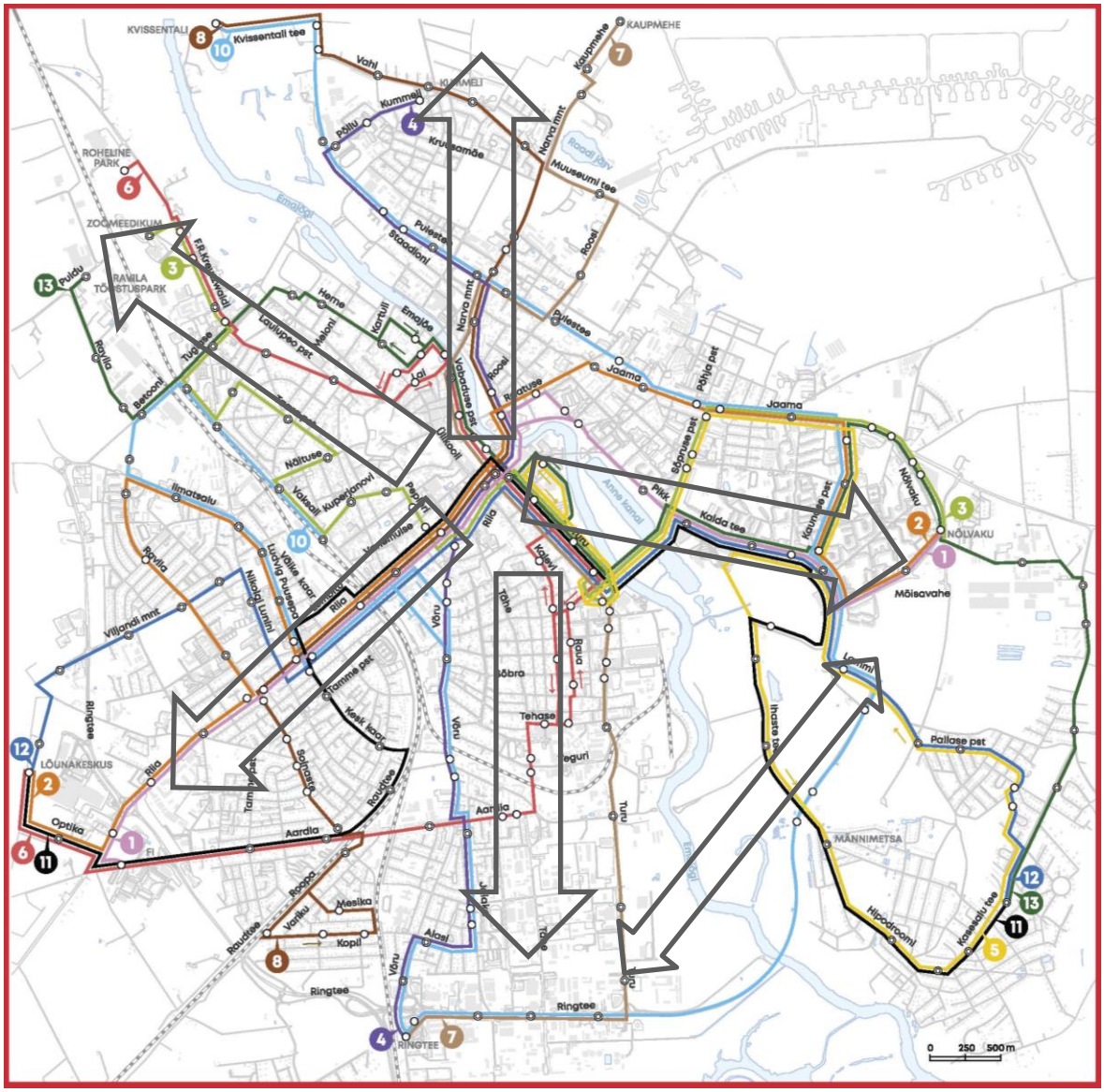
Arvestades erinevate asjaoludega töötati välja bussivõrk ja uus busside liikumise graafik, mis alustas tööd 1. juulil 2019. Kasutajad on uue süsteemi hästi vastu võtnud ning bussikasutajate arv on tõusnud.

Bussiliinide kaardilt (vt Joonis 3) joonistub välja valdavalt kiirtena kesklinnast kulgevad liinid ida suunas (Annelinn ja Ihaste), edela suunas (Maarjamõisa, Lõunakeskus ja Ränilinn), lõuna suunas (Ropka), põhja suunas (Kruusamäe piirkond) ja loode suunas (Tähtvere, Veeriku ja Ravila tööstusrajoon). Lisaks nimetatutele on ilma kesklinna läbimata ühendatud Annelinn/Ihaste ja Ropka.

Kui võrdluseks kõrvutada bussivõrku autoliikluse koormuse andmetega, siis 2015. a loenduse järgi (joonis 13 töös „Tartu linna üldplaneeringu koostamiseks vajalike liiklusuuringute teostamine“, OÜ Stratum 2016) olid kõige suurema autokoormusega lõigud Võidu sild, Sõpruse sild ja Riia tänava raudteeviaduktiga lõik. Neile järgnesid Riia mägi, Riia tänav Filosoofi-Kesk kaare lõigus, Narva tänav kuni Raatuse tänavani, Kalda tee Sõpruse ringist Ihaste teeni ja Turu tänava Jõe-Sõbra lõigul. Suurima koormusega ristmikud olid Riia-Turu ristmik, Riia ring, Sõpruse ring ja Ringtee-Aardla ringristmik (eelmainitud töö joonis 14). Suurimat ooteaega ehk autoliikluse mudeldamisel kõige suurema probleemina oli ooteaeg sõiduki kohta aga kõige suurem hoopis Narva-Puiestee ristmikul (50…60 sekundit), järgmises kategoorias (40…50 sekundit) olid Narva-Jaama, Riia-Turu, Kroonuaia-Emajõe ja Riia-Kastani ristmik (eelmainitud töö joonis 16). Ooteaegade summana oli aga teistest selgelt suurim Riia-Turu ristmik (eelmainitud töö joonis 15). Need andmed toetavad järeldust, et suurim liikumine toimub kesklinna ning sellest ida, edela, lõuna ja põhja suunas ning vähemal määral loode suunas ning otseühendusena Annelinna/Ihaste ja Ropka vahel.

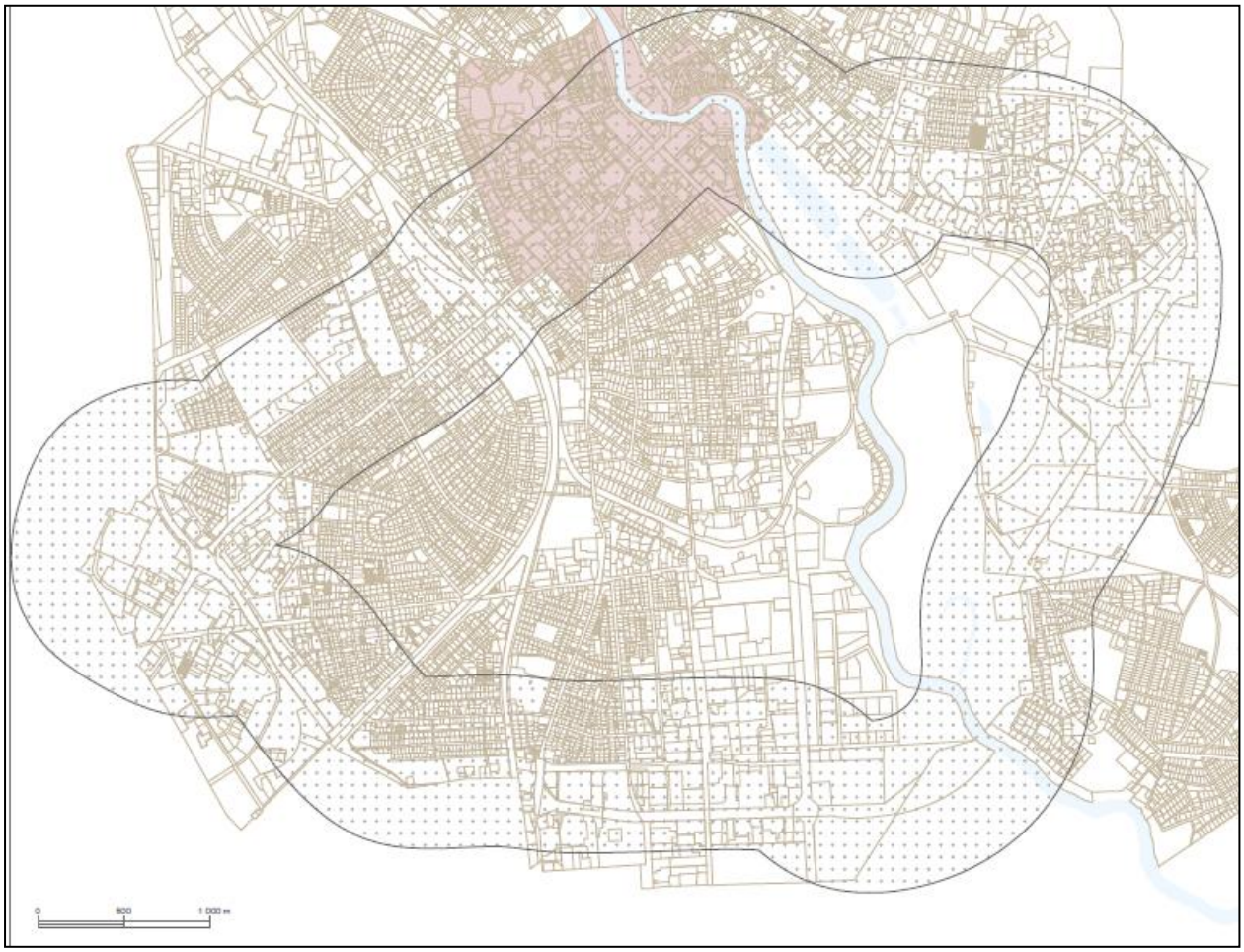
Trammivõrgu üldise struktuuri väljapakkumise aluseks oligi seetõttu bussivõrgu üldistatud skeem.

JOONIS 3. TARTU BUSSIVÕRK (ALUSTAS TÖÖD 1.07.2019) KOOS PEAMISTE SUUNDADEGA.



Kui võrrelda bussivõrgu skeemi kehtivas 2017. a Tartu linna üldplaneeringus näidatud trammivõrgu võimaliku koridoriga, on kattuvus Lõunakeskuse/Ränilinna ja kesklinna ning kesklinna ja Annelinna vahel, kuid üldplaneeringus olev lõunapoolne ühendus Annelinna/Ihaste ja Ropka vahel kuni Lõunakeskuse/Ränilinnani on bussiskeemil kaetud ainult esimeses lõigus Annelinnast Võru tänavani (vt Joonis 4).

JOONIS 4. TARTU LINNA KEHTIVAS ÜLDPLANEERINGUS NÄIDATUD TRAMMIVÕRGU KORIDOR (TÄPILINE ALA).



Kõige olulisemate tõmbepunktide, mille teenindamiseks võiks kasutada trammi, väljavalimise aluseks oli täna toimiva bussivõrgu bussidesse sisenemise andmed bussipeatuste lõikes. Järgnevast tabelist tuleb esile, et suurim ühistranspordi kasutus on Kesklinna-nimelistes peatustes (Kesklinn I, II, IV, V ja VI, 238 060 registreeritud sisenemist oktoobris). Sellele järgnevad Annelinnas paiknevad peatused Annelinna keskus ja Nõlvaku ning kaheksandal kohal tuleb Lõunakeskus. Suure kasutusega on ka teised Annelinna peatused nagu Eeden (järjekorranumbriga 11), Kalda tee (16) ja Kivilinna (17) ning Lõunakeskuse suuna peatused nagu Riiamäe (10), Pauluse (12), Kaare (14) ja Maarjamõisa (20).

Nende andmete põhjal võib määratleda peamised täna toimivad liikumismarsruudid, mis vajavad eelkõige teenindamist – kesklinn-Annelinn ja kesklinn-Lõunakeskus. Nimetatud suunad peaks moodustama trammivõrgu väljaehitamise esimese etapi, kui väljaehitamine toimub mitmes järgus.

TABEL 1. BUSSIDESSE SISENEMISE ANDMED PEATUSTE LÕIKES OKTOOBRIS 2019, VÄHEMALT 5000 SISENEMIST.

	Peatus	Kokku reisijaid
1.	Kesklinn II	93 181
2.	Kesklinn IV	50 487
3.	Kesklinn VI	32 790
4.	Kesklinn I	32 498
5.	Kesklinn V	29 104
6.	Annelinna keskus	27 801
7.	Nõlvaku	26 642
8.	Lõunakeskus	25 527
9.	Soola I	24 225
10.	Riiamäe	22 713
11.	Eeden	22 280
12.	Pauluse	21 052
13.	Atlantis	20 823
14.	Kaare	20 738
15.	Karete	18 504
16.	Kalda tee	18 036
17.	Kivilinna	17 341
18.	Alasi	16 551
19.	Kesklinn III	16 443
20.	Maarjamõisa	15 618
21.	Raja	15 530
22.	Mõisavahe	14 502
23.	Eeden	14 233
24.	Annelinna gümnaasium	14 145
25.	Sõpruse puiestee	13 788
26.	Kannikese	12 010
27.	Rahu	11 923
28.	Pauluse	10 830
29.	Nooruse	10 727
30.	FI	10 460
31.	Välja	10 384
32.	Soola	10 235
33.	Annelinna gümnaasium	9 031
34.	Soinaste I	8 841
35.	Tartu Näitused	8 708
36.	Anne	8 553
37.	Kanali	8 397
38.	Annelinna keskus	8 322
39.	Pikk	7 970
40.	Vene	7 863
41.	Silla I	7 268
42.	Kummeli	7 038
43.	Teaduspark	6 709
44.	Peetri kirik	6 562
45.	Linnamuuseum	6 509
46.	Kaunase puiestee	6 389
47.	Risti	6 037
48.	Aura veekeskus	5 990
49.	Kastani	5 964
50.	Vabaduse puiestee	5 873
51.	Ringtee I	5 837
52.	Raeplats	5 816
53.	Sõpruse puiestee	5 751
54.	Nurme	5 617
55.	Männi	5 504
56.	Raudteejaam	5 375
57.	Aida	5 337
58.	Põllu	5 266
59.	Ropkamõisa	5 213
60.	Raeplats	5 036

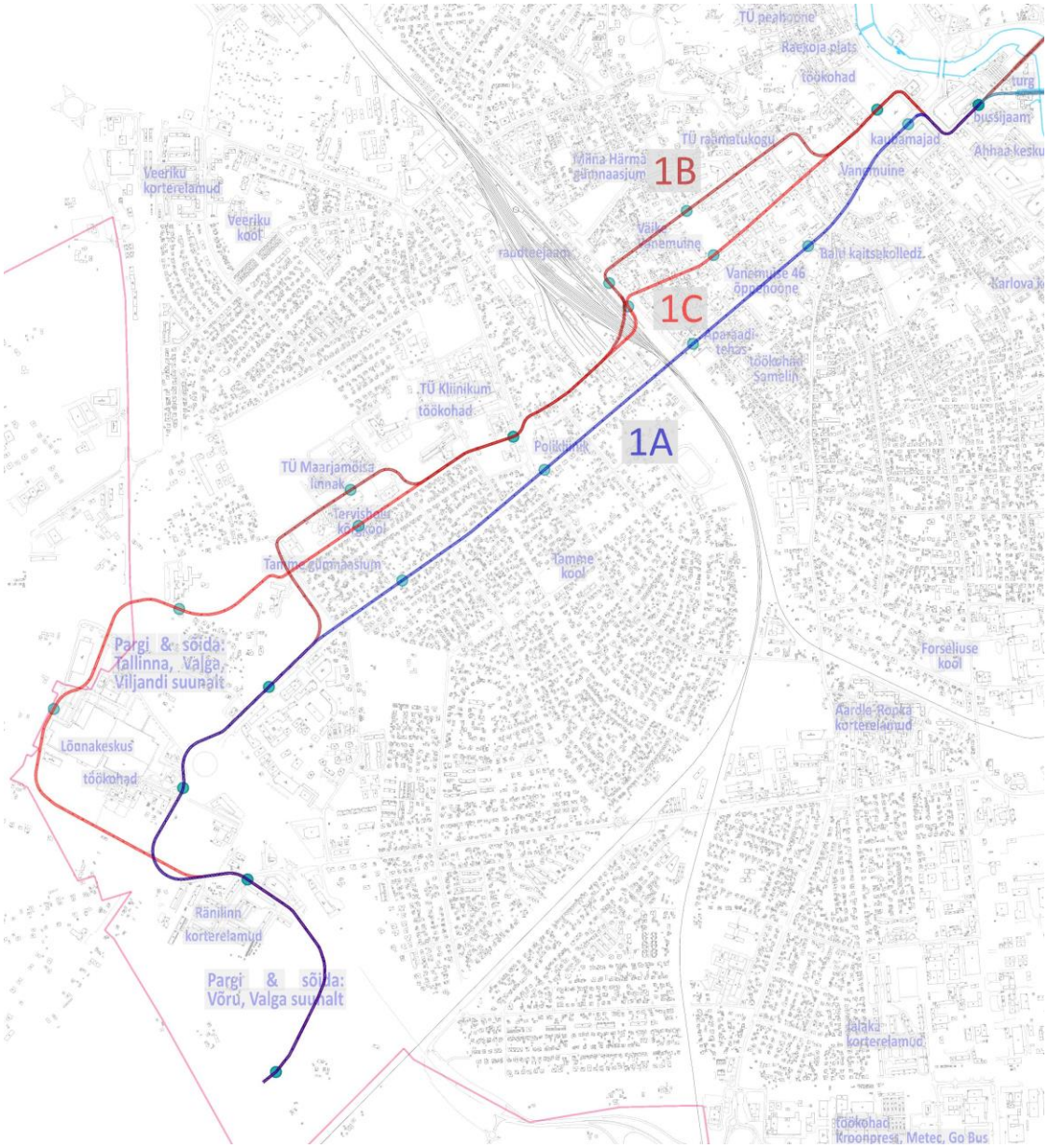
2.2.2. LIIN 1 KESKLINN-RÄNILINN

Vaatleme esmalt liini kesklinn-Ränilinn, mis teenindaks nii Maarjamõisa polikliinikut ja haiglat, ülikooli linnakut kui ka Lõunakeskust. Samuti jäävad liini lähedusse raudteejaam ja endise Tartu KEKi ala Riia tänava ääres enne Ringteed.

Kesklinnas on alguspunktiks mõistlik valida Riia-Turu ristmiku piirkond, kus on tänasel päeval kõige tihedam autoliiklus ja ka väga tihe kergliiklus. Sellelt ristmikult on võimalik suunduda edela suunas mööda Riia tänavat või liikuda Vabaduse puiesteed pidi Uueturuni ning suunduda üle Uueturu (täna autoparkla) Vanemuise mäele (vt Joonis 5).

Riia tänava suunda saab jätkata kuni Lõunakeskuseni. Vanemuise mäest üles jõudes on aga võimalik kas jätkata Vanemuise tänavat pidi või keerata ülikooli raamatukogu eest läbi minnes Tiigi tänavasse. Tiigi tänava kasutamise eelis võrreldes Vanemuise tänavaga on tänavaäärsete majade omavaheline suurem kaugus (valdavalt 20…30 m) ning suurem lähedus raudteejaamale. Tiigi tänav on raudteejaamast veidi enam kui 100 m kaugusel, Vanemuise tänav aga enam kui 230 m kaugusel. Vanemuise mäelt Tiigi tänavale pääsemiseks tuleb kasutada ülikoolile kuuluvat ülikooli raamatukogu krunti.

JOONIS 5. LIINI 1 VARIANDID SUUNAL KESKLINN-RÄNILINN.



Tiigi ja Vanemuise tänav lõpevad Vaksali tänava ja selle kõrval oleva raudteega. Trammitee edasiviimiseks on vaja raudtee alt, mis asub kõrgemal tammil, tunneliga läbi minna. Vaksali tänava ja raudtee vahel ei ole põgusal hinnangul piisavalt ruumi, et trammitee jõuaks raudtee alt läbiminekuks vajalikule sügavusele. Seetõttu peab trammitee pöörama piki Vaksali tänavat ning alustama enne raudtee alla suundumist laskumisega. Tiigi tänavalt tulles saab tunneli pöörderaadiuse teha laugema, kui Vanemuise tänavalt tulles.

Teisel pool raudteed peab piisava ruumi saamiseks tõenäoliselt läbima eravalduses olevat Lembitu tn 1b krundi nurka. Võib osutuda vajalikuks ka krundil asuva garaaži lammutamine.

Edasi suunduks trammitee piki Lembitu tänavat L. Puusepa tänavani ning ületab selle Maarjamõisa polikliiniku eest ning kahe ajaloolise kliinikuhoone (aadressidega L. Puusepa tn 2 ja 6) vahelt, mis asuvad TÜ Kliinikumile kuuluval L. Puusepa tn 2 // 4 // 6 // 8 krundil. Maarjamõisa haigla ehitusplaanide tõttu ei ole võimalik trammi paigutada L. Puusepa tn 6 ajaloolise kliinikuhoone ja tänavapäevase haiglakompleksi vahele. Veel asub samal krundil L. Puusepa tn 4 ajalooline puithoone, mis on aga tühi ning kavas lammutada. TÜ Kliinikumi krundil asub trammitee osa kavandamist on uuringus TÜ Kliinikumi juhatusele tutvustatud ning sellele on antud esialgne nõusolek.

Edasi kulgeb trammitee mööda Nooruse tänavat Ravila tänavani. Edasi on valida kas Nooruse tänaval jätkata või viia trammitee paralleelsele W. Ostwaldi tänavale, mis kuulub Tartu ülikoolile. Tõenäoliselt tuleb pöörete sooritamisel lisaks tänavakoridoridele kasutada ka praegu hoonestamata Ravila tn 17 krundi nurka. W. Ostwaldi tänava kasutamise eelis on võimalus paigutada peatus lähemale ülikooli Maarjamõisa linnaku hoonetele. Tänava kasutamist on arutatud ülikooli kinnisvara osakonnaga ning sellele on saadud esialgne nõusolek.

W. Ostwaldi ja Nooruse tänav lõpevad Sanatooriumi tänavaga, kust edasiliikumiseks on kolm võimalust. Esimene võimalus on minna piki Sanatooriumi tänavat Riia tänavale, milleks tuleb kasutada TÜ Kliinikumile kuuluva Riia tn 167 krundi nurka ja tehnorajatiste krunte aadressiga Sanatooriumi tn 2 ja 2a ning ühendada see Riia tänaval kulgeva variandiga. Piki Riia tänavat jätkuks trammitee Riia ringini ning ületaks Ringtee ehk riigitee nr 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa. Enne Riia ringi võib olla vajalik erakruntide Riia tn 175, Metsmaasika tn T1 ja Riia tn 175a serva kasutamine. Teisel poole Ringteed läbiks trammitee erakrunte Ringtee tn 75b ja Ringtee tn 75 ehk Lõunakeskust või jääks Riia ringi lähedusse ja läbiks kruntide Ringtee tn 75b, Ringtee tn 75 ja Riia tn 179a (nn kainestusmaja) serva. Lõunakeskuse juhatusele on trammiliinide kavandamise plaani tutvustatud ning plaan on saanud heakskiidu osaliseks. Lõunakeskus on valmis korraldama sisemisi ümberehitusi, et paremini kohanduda trammipeatuse paremaks teenindamiseks. Lõunakeskuse juurest suunduks trammitee Riia tänavani ehk riigiteeni nr 3 Jõhvi-Tartu-Valga ning ületaks selle. Ületuskoht on võimalik valida praeguse Lõunakeskuse sissesõidu ja Optika tänava vahel.

Teine võimalus on minna TÜ Kliinikumi kopsukliiniku Riia tn 167 hoonetest mööda põhjapoolt ning minna üle Raja tänava ja Raja tn 24d ja 24c eramukrundi kuni Riia tänavani, kus tee ühineks eelmises variandis väljapakutuga. Nende kruntide läbimine on eeldatavasti konfliktne.

Kolmas võimalus on samuti mööduda TÜ Kliinikumi kopsukliiniku Riia tn 167 hoonetest põhjapoolt ning liikuda edasi üle eravalduses ja elamuehituseks kavandatud Raja tn 31a krundi. Edasi kulgeks trammitee piki Raja tänavat kuni Ringteeni ehk riigiteeni nr 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa kasutades Raja tn 32 erakrundi serva. Teisel pool Ringteed kasutaks trammitee krunte 2 Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa tee T51, Ringtee tänav T3 ja Ringtee tänav J2 ning liiguks Ringtee tn 69 krundile, kus asub ehitusmaterjalide kauplus *Bauhof*. Lõunakeskuse krundil Ringtee tn 75a läbiks trammitee parkimisplatsi ja suunduks edasi Optika tänava koridori, mida mööda kulgeks Riia tänavani ehk riigiteeni nr 3 Jõhvi-Tartu-Valga ning üle selle.

Riigitee ja Riia tänava ületamine on uuringus kajastatud samatasandiliste foorjuhitavate ristmikena. Mitmetasandilise ristumisena tuleks eelkõige kõne alla tunnelite rajamine. Koostatud Riia ringi ümberehitamise projekti järgi on kavandatud kergliiklejate tunneliga sõiduteede alt läbiviimine. Trammitee viimine tunnelisse Ringtee alla on seotud tehniliste raskustega, sest trammitee tunneli kõrgusmõõt on kergliikluse tunneli omast suurem ning eriti Lõunakeskuse poole peal on keeruline leida piisav maa-ala trammitee maa peale toomiseks. Võimalus on rajada Lõunakeskuse trammipeatus maa-alusena ning tuua trammitee maa alt välja alles ida pool Riia tänavat. Tegemist on kuluka lahendusega, mida peab kaaluma,

kui teised lahendused ei ole võimalikud. Riia tänava ületamiseks on tunneli rajamine võimalik, kui trammitee laskub ja tõuseb piki Riia tänavat ning läbib tänavaaluse S-kujulise plaanilahendusega tunnelis. Optika tänava variandi kasutamisel ulatuks tunnelisse laskumine Optika tänavale ning muudaks keeruliseks Riia tänavale lähimatele kruntidele juurdepääsu tagamise.

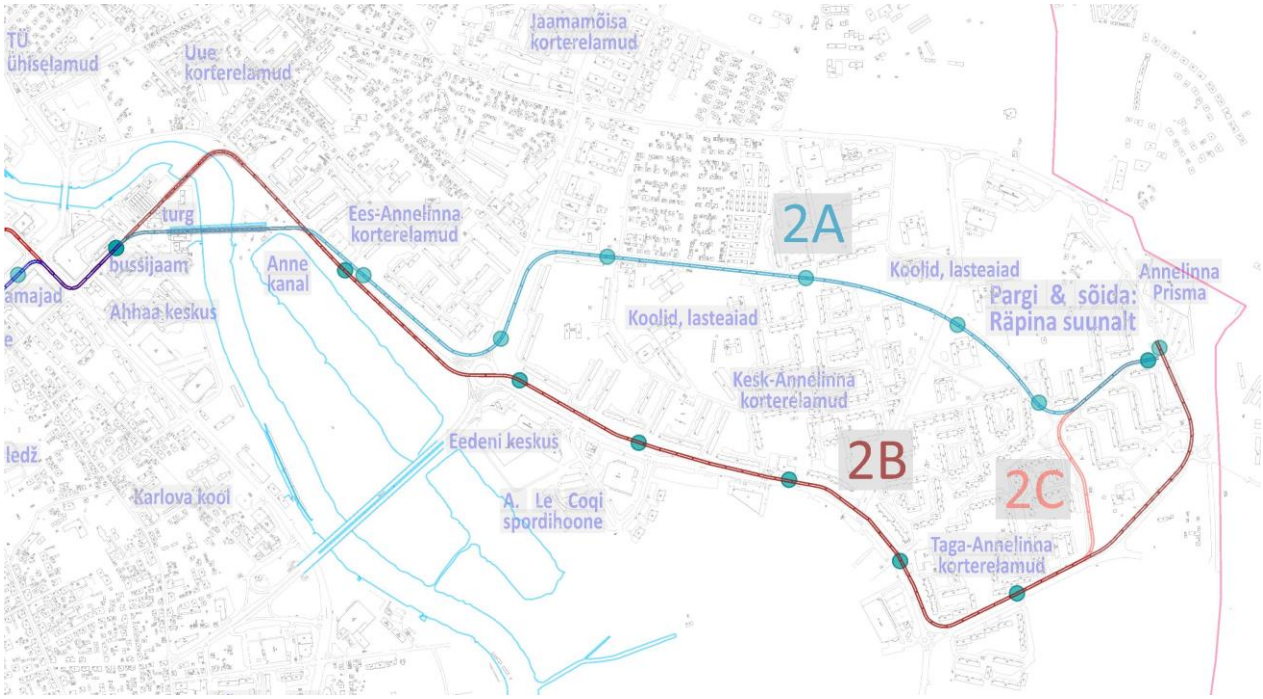
Riia tänavast idas peab trammitee läbima tõenäoliselt Riia tn 148 erakrundi serva, kuhu on esitatud detailplaneeringu algatamise avaldus, kuid planeeringu koostamisele ei ole veel asutud.

Kõnealuse liini lõpp-peatus on kavandatud Ränilinna kortermajade piirkonda. Ränilinna on võimalik ühendada kas lääne poolt Laseri tänava koridoris või ida poolt Aardla tänava koridoris, mis pöörab Aardla tn 114 (kauplus *Selver*) ja Aardla tn 120 kortermaja krundi vahele ja läheb üle samuti Laseri tänava koridoriks.

2.2.3. LIIN 2 KESKLINN-ANNELINN

Teisena vaatleme liini kesklinnast Annelinna, mis teenindaks nii Ees-, Kesk- kui ka Taga-Annelinna, mis on Tartu suurimad elamurajoonid.

JOONIS 6. LIINI 2 VARIANDID SUUNAL KESKLINN-ANNELINN.



Riia-Turu ristmikult võib Annelinna poole liikuda piki Turu tänavat ja keerata sealt Soola tänavasse bussijaama ette. Soola tänavalt saab esimese variandina keerata jalakäijate ja ratturite kasutuses oleva Emajõge ületava Turusilla suunas. Olemasoleva silla kõrvale tuleb trammi jaoks rajada uus sild kas üles- või allavoolu. Ülesvoolu silla rajamisel tuleb tõenäoliselt lammutada üks praegustest avaturu hoonetest aadressiga Soola tn 10. Allavoolu silla rajamisel tuleb vähemalt osaliselt lammutada eravalduses olev Soola tn 7 turuhoone, mida juba lammutati väiksemaks praeguse kergliiklussilla ehitamise eelselt. Emajõe vasakkaldal kulgeks trammitee Pika tänavani.

Soola tänavalt võib trammitee viia üle Emajõe ka otse avaturu krunti Soola tn 10 ja erakrunti Soola tn 5 läbides ning suundudes üle Emajõe Soola tänava sihis. Soola tn 5 krundile on tehtud arhitektuurivõistlus, millega kavandatakse krundile äripindadega elamuid, detailplaneeringut veel koostatud ei ole. Emajõe vasakkaldal kulgeks trammitee Pika tänavani. Pikal tänaval läbiks trammitee lammutamisele määratud Pikk tn 57 hoonet ning erakrunte Pikk tn 57 ja Pikk tn 61, mis on detailplaneeringuga määratud Pika tänava laiendatud tänavakoridori.

Kolmas võimalus trammitee üle jõe toomiseks on Vabaduse pst 1 asuva turuhoone eest ja jõe vasakkaldal läbi Holmi kvartali. Edasi suunduks trammitee üle Narva tänava Fortuuna tänava koridori ja läbiks erakrundi Fortuuna tn 4 serva. Fortuuna tänavalt suunduks trammitee Pika tänava koridori, kus see jätkuks eelneva kirjelduse kohaselt.

Pika tänava koridoris võib trammitee kulgeda Anne kanali poolsel või vastasküljel kuni Sõpruse ringini. Sõpruse ringist võib trammitee liikuda piki Sõpruse puiestee koridori Anne tänavani ning piki Anne tänavat kergliiklusteeni, mis asub Annelinna elamute vahel. Vajalikuks võib osutuda kortermaja Anne tn 51 krundi nurga ületamine. Samuti on vajalik Anne tänaval auto- ja kergliikluse säilitamiseks läbida Anne tn 63a (kaarhall) krundi parkimisplatsi ja Anne tn 63b krundil asuvat eramu, mis tuleks lammutada. Kergliiklustee saab suures osas säilitada tänases mõõdus, kui kasutada trammitee ehituseks kõrvalolevaid linnale kuuluvaid transpordimaa krunte. Siiski võib osutuda vajalikuks ka mõne kortermaja krundi nagu Anne tn 89 ja Kaunase pst 56 nurga kasutamine. Kaunase pst 81 korterelamu juurest keeraks trammitee ristuva kergliiklustee koridori, mis viib enam kui ühe hektari suuruse linnale kuuluva Nõlvaku tn 19 üldmaa krundini Annelinna Prisma kaubanduskeskuse juures, kus võiks olla trammiliini lõpp-peatus.

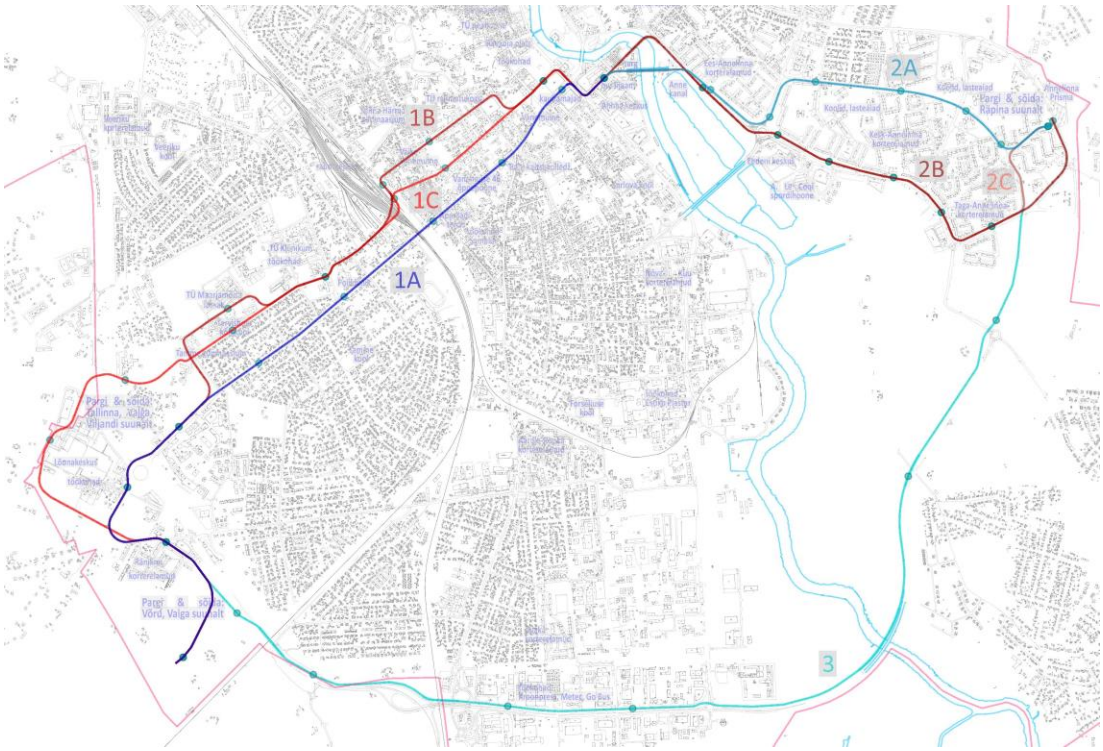
Teine võimalus on tulla Sõpruse ringilt trammiteega piki Kalda tee tänavakoridori Mõisavahe teeni ilma erakrunte läbimata. Pöördel Mõisavahe teele on tõenäoliselt vajalik kasutada kortermaja Kalda tee 46 krundi nurka. Edasi kulgeks trammitee piki Mõisavahe teed kuni linnale kuuluva Mõisavahe tee 30b krundini, kust see suunduks kergliiklustee pikenduse koridoris eelpoolmainitud Kaunase pst 81 kortermajani ja ühineks eelnevalt kirjeldatud variandiga.

On ka võimalus liikuda piki Mõisavahe teed edasi Nõlvaku tänavani ning piki Nõlvaku tänavat eelpoolmainitud Nõlvaku tn 19 üldmaa krundini, kus oleks lõpp-peatus.

2.2.4. LIIN 3 RÄNILINN-ANNELINN

Kehtivas üldplaneeringus on peale eelnimetatu trammiteele reserveeritud veel koridor Ränilinna, Ropka, Ihaste ja Annelinna vahel. Nimetatud liin kulgeb Ringtee tänavakoridoris, olemasoleva Ihaste silla kõrvalt ning Emajõe vasakkaldal Idaringtee koridoris kuni Mõisavahe teeni. Alternatiivina oli kaalumisel ka liini viimine Lammi tee koridoris kuni Kalda teeni või siis Idaringtee koridoris kuni Nõlvaku tänavani. Tehniliselt on mõlemad lahendused võimalikud ning võivad tulla kaalumisele projekteerimise käigus.

JOONIS 7. LIIN 3 SUUNAL RÄNILINN-IHASTE SILD-ANNELINN KOOS LIINIDEGA 1 JA 2.



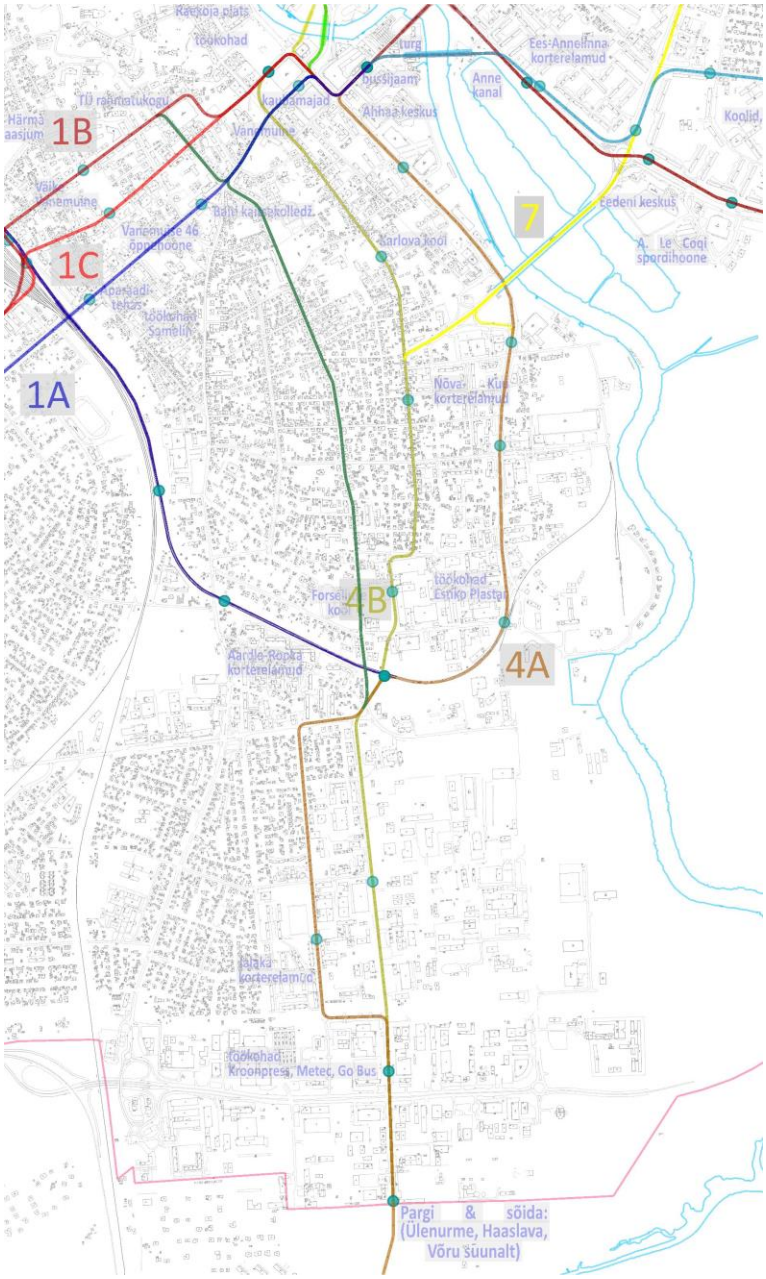
Ränilinna Annelinnaga ühendava liini rajamiseks on vaja ehitada sild üle Tartu-Valga raudtee (sarnaselt kõrvalolevale sillale) ning tunnel Tartu-Orava raudtee alt või pikendada raudtee viadukti. Lisaks on vaja silda üle Emajõe olemasolevast Ihaste sillast ülesvoolu. Ristumine Ringteega ehk riigiteega nr 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa on kavandatud samas tasapinnas, kuid maaneetameti nõudmisel võib tekkida vajadus trammile tunneli rajamiseks.

Eramaadest peab trammitee läbima tõenäoliselt Ringtee tn 89 krundi serva, Voolu tn 30 // 30a krundi nurka ning vajadusel Mõisavahe tee 71b ja 71 serva.

2.2.5. LIIN 4 KESKLINN-ROPKA

Üldplaneeringus kajastamata suundadest on eeldatavalt kõige suurema potentsiaaliga kesklinnast lõunasse Ropka tööstusrajooni kulgev liin, mis teenindaks Nõva-Kuu ja Aardla-Ropka ning Jalaka tänava piirkonna korterelamuid, töökohti ja poode Ropka tööstusrajoonis. Liini on võimalik ühendada ka otse Annelinnaga üle Sõpruse silla. Kui liini 1 jaoks eelistatakse Vanemuise mäe asemel Riia mäge, võib liini 4 suunata Riia mäelt Tähe tänavasse. Seda varianti käesolevas uuringus eraldi hinnatud ei ole.

JOONIS 8. LIINI 4 VARIANDID SUUNAL KESKLINN-ROPKA KOOS LIINIDEGA 1 JA 2 NING SÕPRUSE SILLA LIINIGA 7.



Trammitee saab paigutada alates Riia-Turu ristmikust Turu tänava koridori kuni sadamaraudtee koridorini, kus see kulgeks Tähe tänavani või kaugemale lääne suunas.

Teine võimalus on kasutada Kalevi tänavat kuni Tehase tänavani ning viia trammitee Tehase tn 16 (*e-kaubamaja*) ja Tehase tn 19c (*Estiko* tehas) krundi vahelt Forseliuse pargini. Edasi on võimalik minna pargi idapoolses servas üle Teguri tänava erakruntide Teguri tn 37, 37b ja 37a krundi serva pidi sadamaraudtee koridorini, kus see ühineks eelpool kirjeldatud liiniga. Samuti võib kaaluda Forseliuse pargi põhjaküljest Tähe tänavale minekut ning seejärel üle Forseliuse kooli krundi (Tähe tn 103) nurga Teguri tänavani ja erakruntideni Teguri tn 33 või 33a. Tegemist on kahel krundil asuva paarismajaga, millest üks pool või mõlemad tuleks tõenäoliselt lammutada, et jõuda trammiteega sadamaraudtee koridorini. Kui kumbki kirjeldatud variantidest ei ole erakrundiomanike vastuseisu tõttu või muul põhjusel võimalik, saab trammiteega sadamaraudteeni tulla ka Tähe tänava koridoris.

Kolmas võimalus oleks kasutada Tähe tänavat, kuid sellest käesolevas uuringus loobuti, sest Kalevi ja Turu tänava liini hinnati perspektiivikamaks. Trammiliini viimine Tähe tänavale võib muutuda aktuaalseks, kui Vanemuise tänava asemel liigub tramm üles laugemast Riia mäest ning pöörab Akadeemia tänavasse. Sel juhul võib teine haru pöörata Tähe tänavasse.

Sadamaraudtee koridorist võib edasi liikuda piki Tähe tänavat üle Aardla tänava kuni Tähe tänava lõppu, kus oleks esimeses etapis lõpp-peatus. Samuti võib kaaluda piki Aardla tänavat Vasara tänavani minekut. Edasi on võimalik kasutada Vasara tänavat kuni Sepikoja tänava koridoris kulgeva likvideeritava kõrgepingeliinini ning viia trammitee liinikoridoris Tähe tänavale. Vasara tänaval on parem teenindada Jalaka tänava korterelamuid ja värskelt väljaehitatud jalgpallistaadionit.

Teine võimalus on tulla trammiteega Teguri tn 33 või 33a krundi juurest kortermajade Ropka tn 24a ja 24 ning eramu Ropka tn 26 vahelt Rahu tänavani ja edasi Vasara ja Aardla tänava ristmikuni. Tõenäoliselt on vajalik kasutada kortermajade Ropka tn 24a ja Ropka tn 19 krundi nurka.

2.2.6. LIIN 5 KESKLINN-VAHI-KÕRVEKÜLA

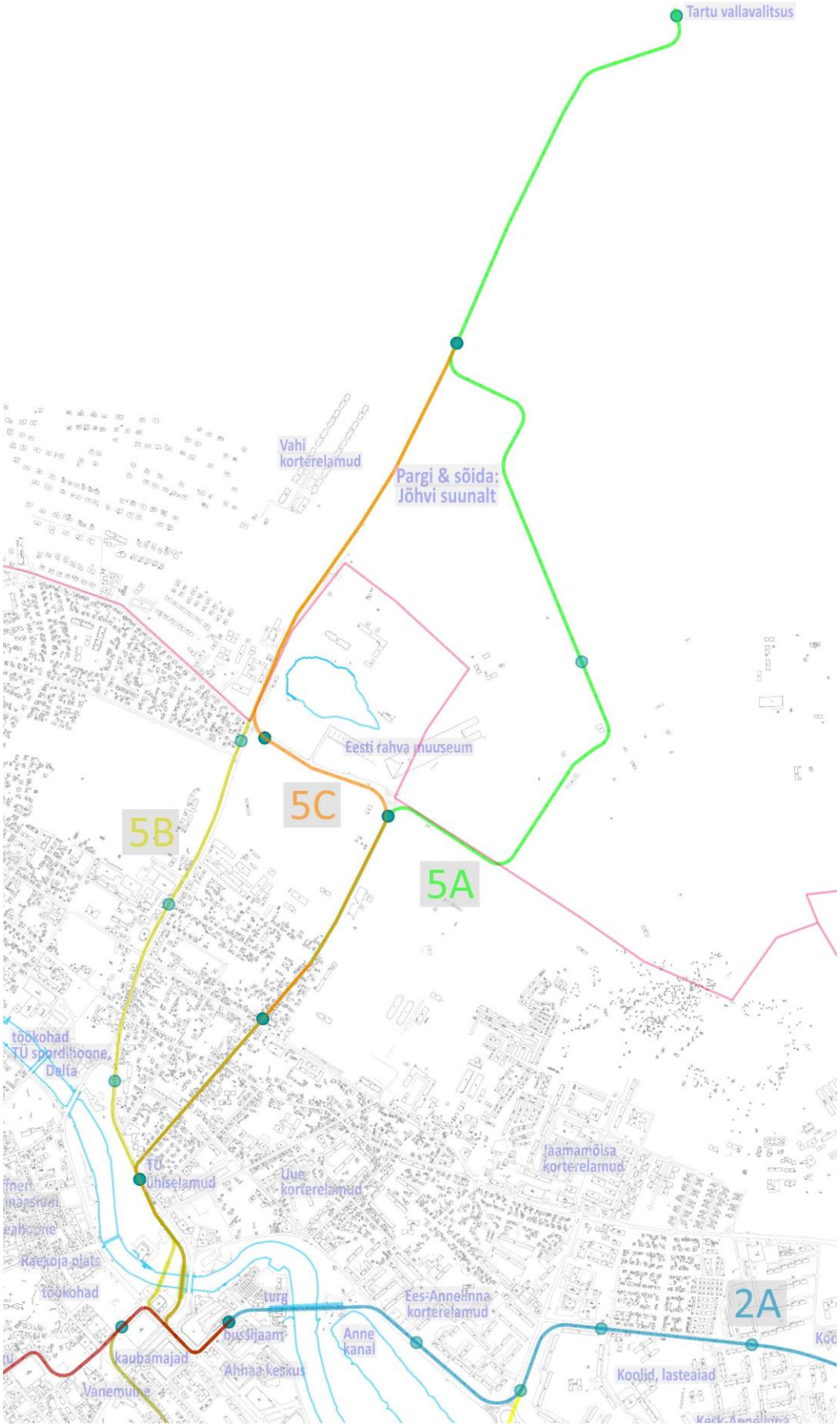
Tartu linna põhjaosas on suurimaks potentsiaalseks tõmbepunktiks Eesti rahva muuseum ning selle ümber arenev elamupiirkond. Edasi põhjapoole on Kõrveküla keskuses Tartu vallavalitsus, mis on samuti arenev piirkond. Tartu valla Vahi alevikus on peamiselt väikeelamud, kuid Vana-Narva maantee ääres asub ka korterelamuid. Korterelamuid püstitatakse sinna juurde. Samuti suuremaid, vähemalt 5-korruselisi korterelamuid on Muru tänavas ja Kummeli tänava uues elamurajoonis, kuhu võib samuti kaaluda trammiühendust, kuid käesolevas uuringus sellest loobuti selle piirkonna keskmiselt väikese elukohtade ja töökohtade tiheduse tõttu (vt Joonis 1 ja Joonis 2).

Kesklinnast Vahi piirkonnani jõudmiseks on esmalt kaalutud trammitee viimist Narva tänavalt Roosi tänavale kuni Eesti rahva muuseumini. Muuseumi juurest saab trammitee suunata piki Muuseumi teed Vana-Narva maanteeni. Teine võimalus on Muuseumi juurest suunata trammitee endisele lennuväljale planeeritud teekoridoridesse, mille äärde kavandatakse suuremat korterelamute mahtu. Kesklinnas üle Emajõe pääsemiseks on mitmeid võimalusi – juba mainitud Holmi silla kavandamine või Võidu silla kõrvale ülesvoolu eraldi trammisilla ehitamine. On ka võimalus, et kui Võidu sillal vähendada autoliiklust, saaks trammitee rajada kahe autoraja asemele. Samuti on võimalik piirduda ühe trammisilla rajamisega kas Soola tänava pikendusele või Turusilla kõrvale, nagu kirjeldatud ptk 2.2.3. Sel juhul peab trammitee viima Roosi tänavani Pika tänava koridoris ning tõenäoliselt tuleb läbida krunte Pikk tn 53 ja 49 ning lammutada kummalgi krundil asuva eramu. Pikalt tänavalt Roosi tänavale pööramiseks tuleb vajaliku pöörderaadiuse saavutamiseks läbida erakrundi Pikk tn 11 nurka.

Teine võimalus on trammiteega liikuda mööda Narva tänavat kuni Muuseumi tee ja Vahi tänava ristmikuni. Suurimaks kitsaskohaks on Narva mägi (sh Narva-Jaama ristmik), kus peaks trammitee jaoks võtma kasutusse ühe või kaks autode sõidurada.

Alates Muuseumi teest võib Vana-Narva maanteel osutuda vajalikuks piirnevatest Tartu valla erakruntidest (nt Narva mnt 134) serva kasutamine. Alates Mõisavärava tänavast on teekoridor laiem ja trammitee saab kulgeda kuni Vahi aleviku kortermajadeni ja sealt edasi Kõrveküllа, kus oleks lõpp-peatus.

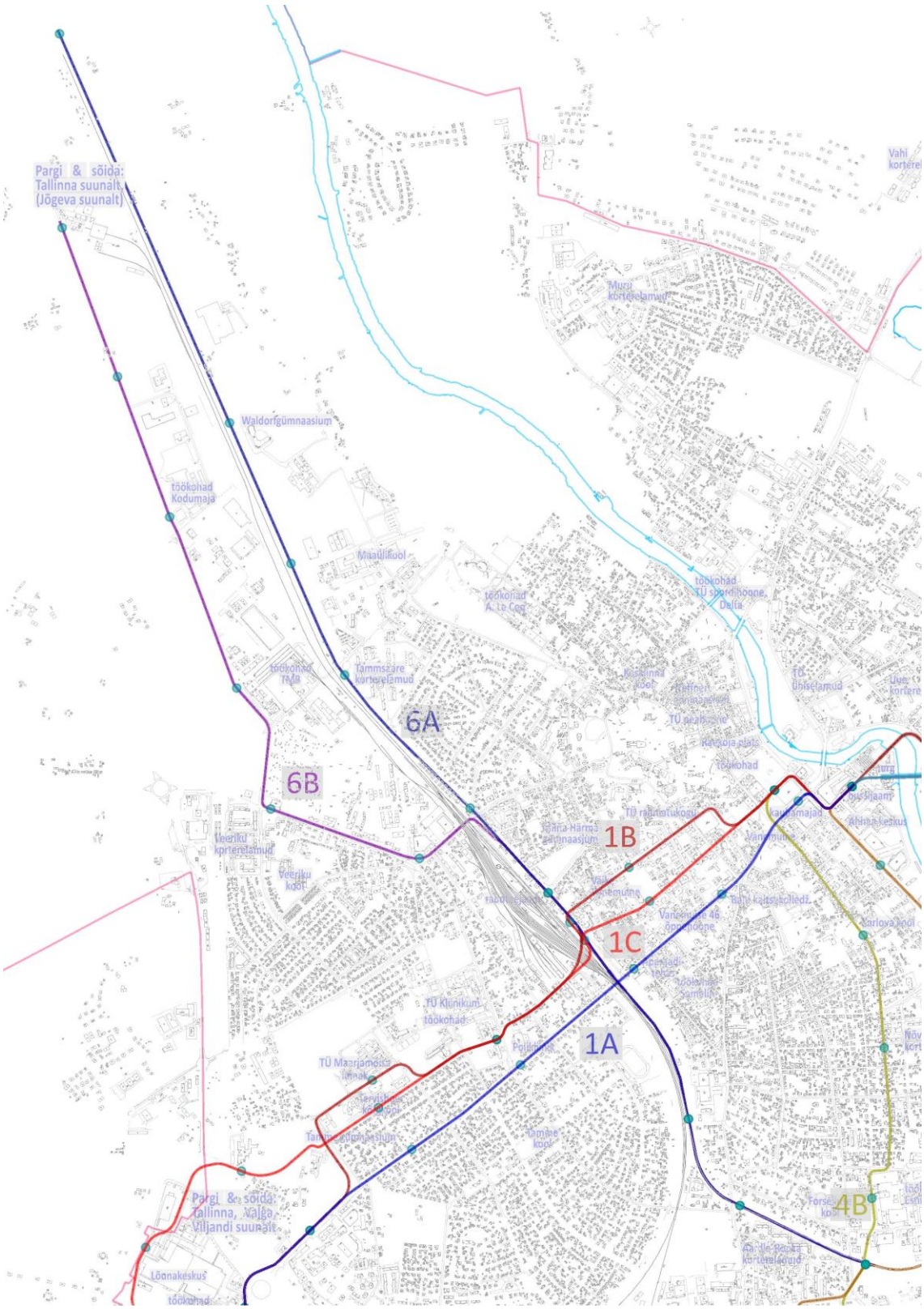
JOONIS 9. LIINI 5 VARIANDID SUUNAL KESKLINN-VAHI-KÕRVEKÜLA KOOS LIINIDEGA 1 JA 2.



2.2.7. LIIN 6 ROPKA-RAVILA/VORBUSE

Loode suunas kulgeva liini alguspunkt võib olla nii liinil nr 1 (kesklinn-Ränilinn) kui ka liinil nr 4 (kesklinn-Ropka). Kui alustada kaugemalt ehk liinilt nr 4, oleks ühenduspunkt sadamaraudtee koridoris, kust trammitee suundub piki raudteed Riia tänavani ja ristub sellega samas tasapinnas. Tehniliselt on võimalik Riia tänavat ületada ka sillaga. Liinid nr 6 ja 1 on võimalik ühendad Riia tänaval.

JOONIS 10. LIINI 6 VARIANDID SUUNAL ROPKA-RAVILA/VORBUSE KOOS LIINIDEGA 1 2 JA 4.



Edasi kulgeb trammitee Vaksali tänava koridoris. Liinid 6 ja 1 on võimalik ühendada nii Vanemuise kui ka Tiigi tänava otsas.

Enne Vaksali-Näituse ristmikku on võimalik trammitee suunata raudtee alusesse tunnelisse, milleks tuleb tõenõoliselt kasutada erakrunti Vaksali tn 18 ning vähemalt osa krundil asuvaid maju lammutada. Trammitee tuleks maa peale tagasi Näituse tänaval, kust see suunduks Ilmatsalu tänavale ning kulgeks kuni Ravila tänavani. Ravila tänavale pööramise järel kulgeks trammitee Ravila tänava koridoris Ravila tööstusparki. Liini lõpp-peatus on riigitee nr 40 Tartu-Tiksoja läheduses, kuid trammitee võib lõpetada ka varem, kui selgub, et trammitee nii kaugele viimine ei ole põhjendatud, sest selleks tuleb läbida mitmeid erakrunte – Ravila tn 69, 71, 73 ja 73a. Ravila tn 69 krundil jääb trammiteele ajalooline talukoht, mis tuleb tõenäoliselt lammutada.

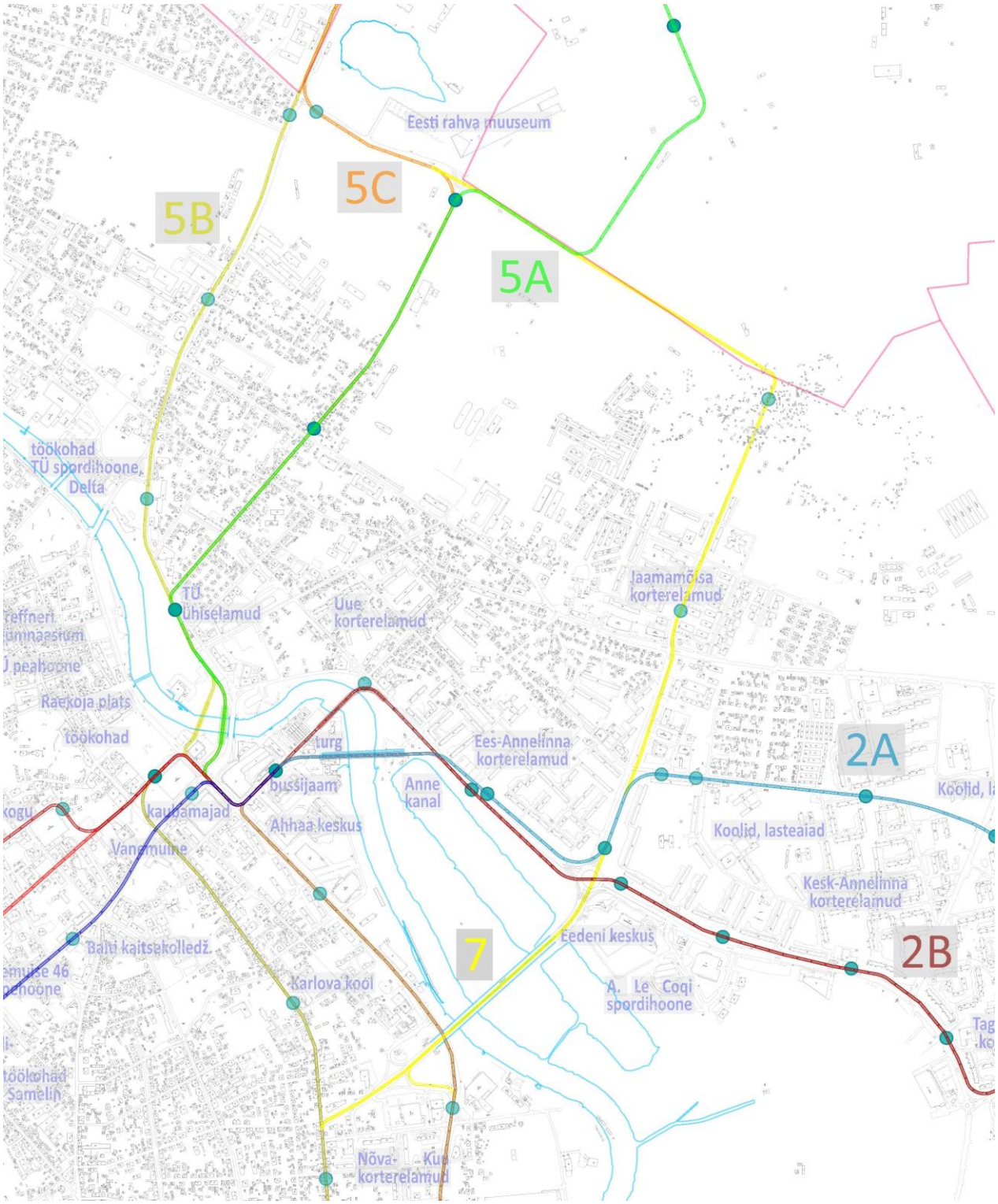
Teine võimalus on suunata trammitee piki Vaksali tänavat ilma raudtee alt tunneliga läbi minemata Vorbuse külas asuva linnale kuuluva krundini, kuhu kavandatakse elamuehitust. Ka selle variandi puhul võib lõpp-peatuse tuua lähemale, kui selgub, et trammitee nii kaugele viimine ei ole põhjendatud. Erakruntidest võib olla vajalik Näituse tänava ristmikul paikneva Vaksali tn 20 krundi serva kasutamine ning Vaksali tänava poolsete garaažide kasutamine (kruntidel Vaksali tn 24/1, 24/9, 26/1, 26/9, 28/1, 28/9, 30/1, 30/9, 32/1, 32/8, 34, 36/1, 38 // 38a // 38b, 40, 42 ja 44).

2.2.8. LIIN 7 ÜLE SÕPRUSE SILLA

Annelinna paremaks ühendamiseks Ropkaga ning osaliselt alternatiivina liinile 3 (Ränilinn-Annelinn) on kaalutud trammiliini rajamist Sõpruse sillale ehk liinide 2 ja 4 ühendamist. Trammitee saab Sõpruse sillale paigutada vähendades autode sõiduradade arvu ning osaliselt kasutades silla keskmist osa kahe sõidusuuna vahel. Sõpruse silla ühendus annab võimaluse ka Annelinna-Aardla-Ränilinna otseühenduse loomiseks või koos liiniga 6 Annelinn-Aardla-Ravila/Vorbuse otseühenduse loomiseks. Käesolevas uuringus neid nagu ka mitmeid muid otseliine kaalutud ei ole.

Võimalus on pikendada Sõpruse puiestee liini põhja suunas Jaamamõisa linnaosas olevate 5-korruseliste korterelamuteni ning sealt edasi ühendada liiniga 5.

JOONIS 11. LIIN 7 ÜLE SÕPRUSE SILLA KOOS LIINIDEGA 1, 2 4 JA 5.

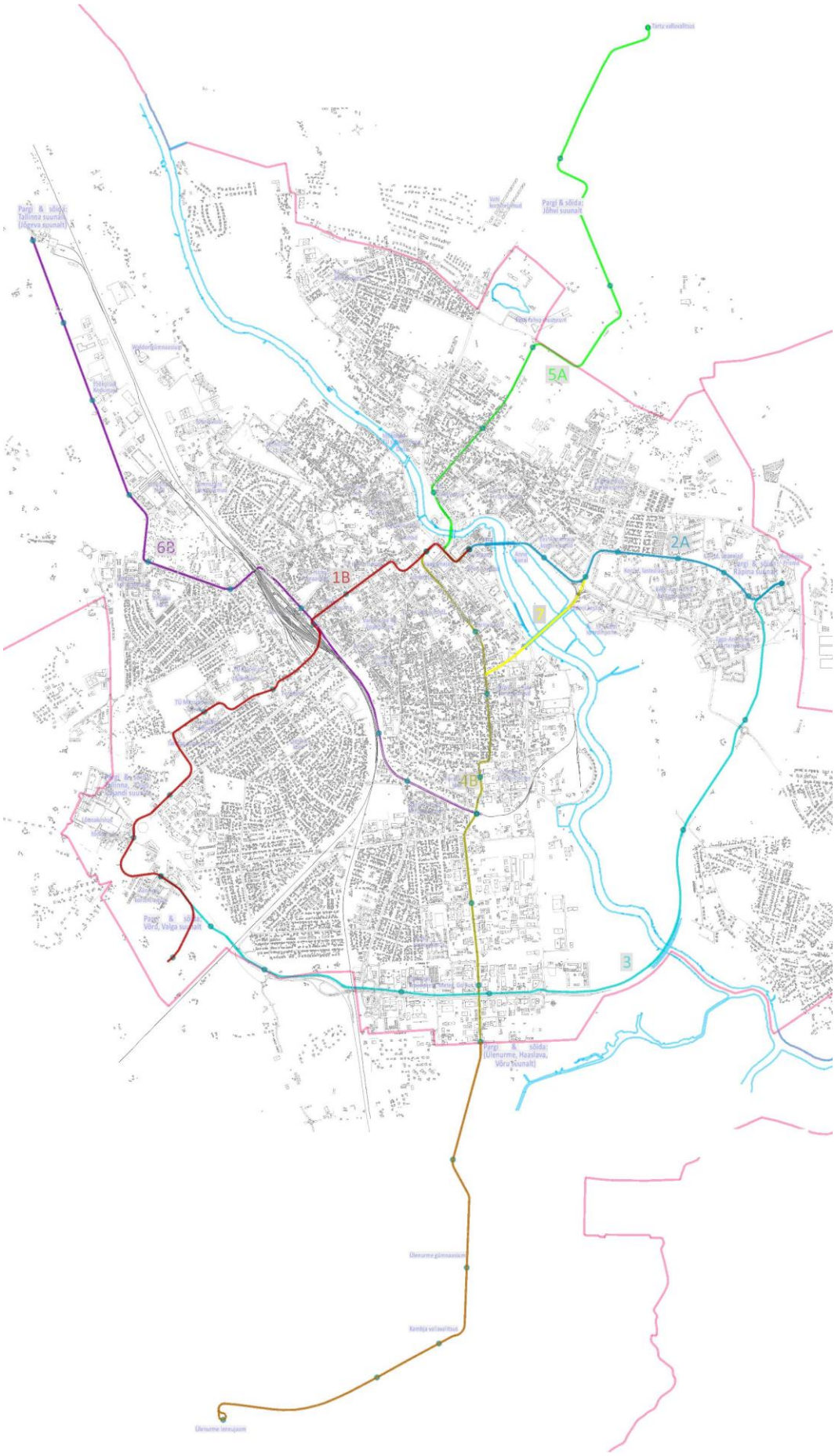


2.2.9. PERSPEKTIIVSED LIINID

Tartu trammivõrku on võimalik laiendada ka ümbritsevatesse valdadesse. Kaks kõige perspektiivikamat suunda on Kõrveküla aleviku ehk Tartu valla keskuse ja Ülenurme aleviku ehk Kambja valla keskuse ühendamine. Samuti on võimalik trammiliini viimine edasi kuni Ülenurme lennujaamani. Antud liini ehitamise eelduseks on liini 4 või liini 3 olemasolu.

Käesolevas uuringus ei ole nende Ülenurme perspektiivse liini tasuvust hinnatud, kuid Kõrveküla liin on kaasataud liinide 5 ja P hindamisse.

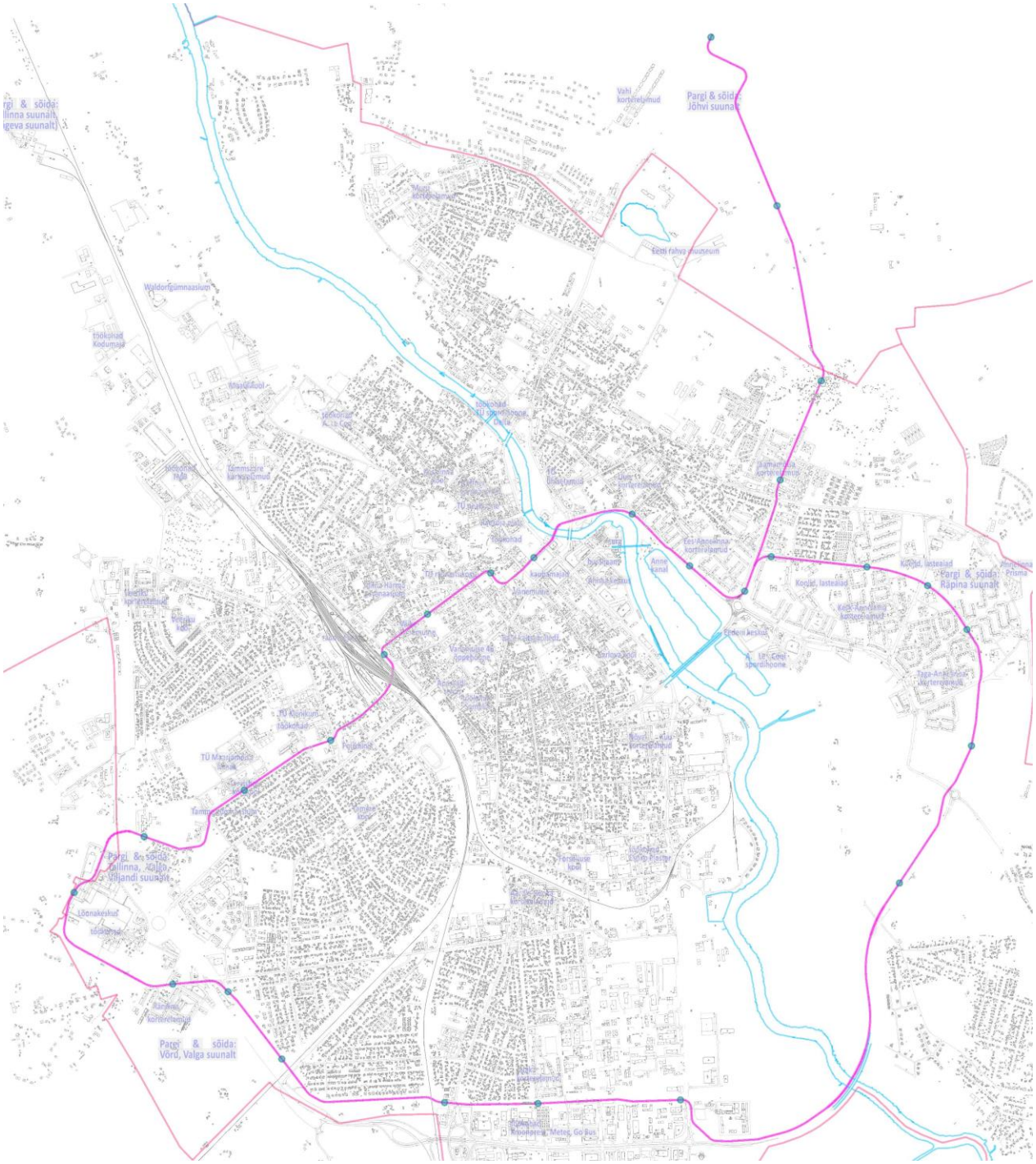
JOONIS 12. PERSPEKTIIVNE TRAMMILIIN ÜLENURME KESKUSENI JA LENNUJAAMANI.



2.2.10. LIIN P TARTU LINNA KEHTIVAST ÜLDPLANEERINGUST KOOS PIKENDUSEGA TARTU VALDA

Pärast eelnevate liinide väljatöötamist ja hindamist palus tellija eraldi anda hinnang kehtivas Tartu linna üldplaneeringus olevale liinile koos selle Tartu valda pikendamise võimalusega.

JOONIS 13. TRAMMILIIN P KEHTIVAST TARTU LINNA ÜLDPLANEERINGUST KOOS PIKENDUSEGA TARTU VALDA.



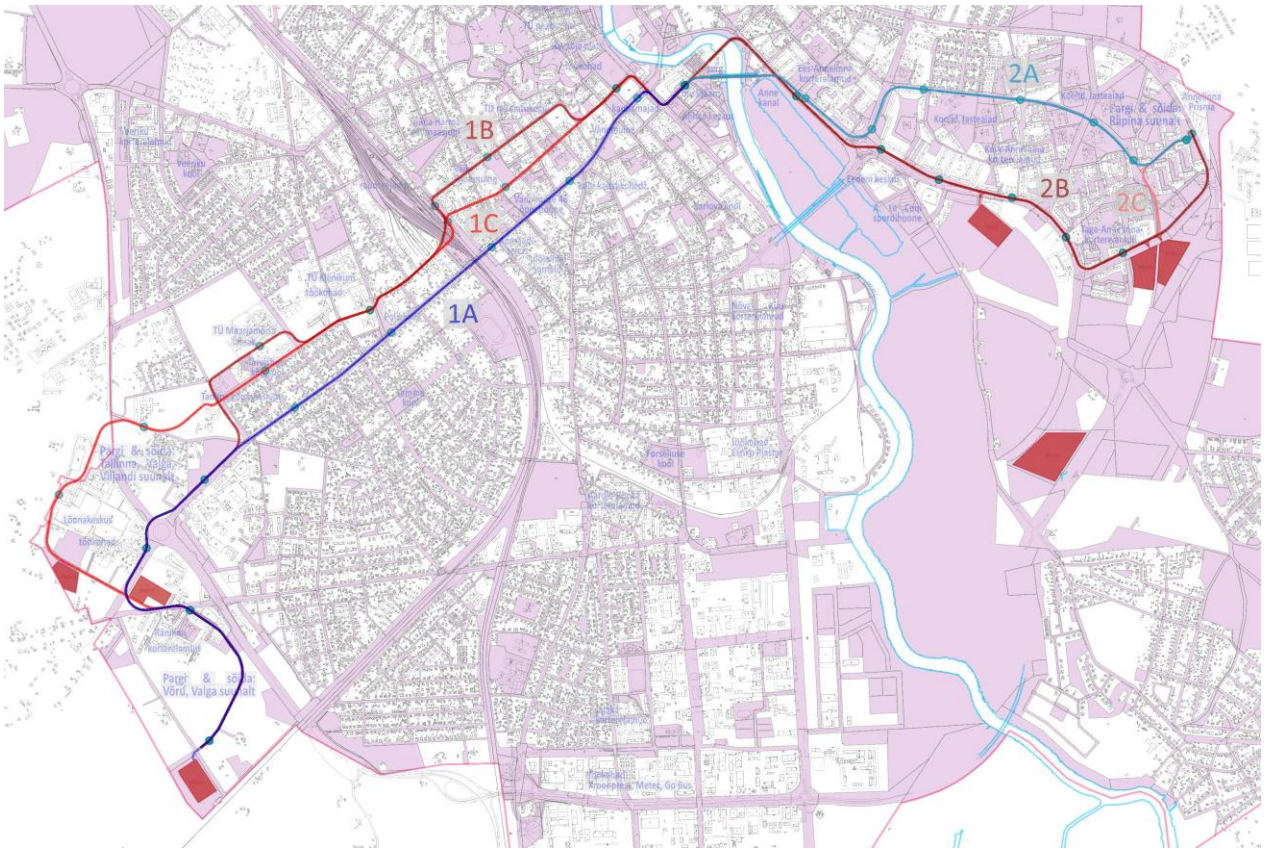
2.2.11. DEPOO ASUKOHT

Trammide veeremi hoolduseks ja remondiks on vajalik ehitada trammidepoo. Depoo krundi orienteeruvaks suuruseks on 10 000 m^2 ja see peaks paiknema võimalikult trammitee lähedal. Krundiostukulude vähendamiseks ja asjaajamise lihtsustamiseks on soovitav depoo kavandada linnale või riigile kuuluvale maale.

Kuna käesolevas uuringus on arvestatud teedevõrgu etapiviisilise väljaehitamisega, peaks depoo paiknema esimeses etapis väljaehitavate liinide 1 ja 2 läheduses. Siiski on depoo kohaks välja pakutud ka üks krunt liini 3 kõrval, kuhu võib üherajalise trammitee ehitada nii piki Idaringtee kui ka Lammi tee koridori. Samamoodi saab trammidepooni viia üherajalise tee juhul, kui depoo krunt ei jää otse väljavalitud liinivariandi juurde, mis käesoleva töö järeldusi arvestades kehtib nii Lõunakeskuse juures oleva asukoha kui ka Annelinna asukohtade kohta. Seetõttu oleks kavandatavale esimese etapi trammivõrgule kõige lähemal Ränilinnas ja Riia-Aardla-Ringtee kvartalis paiknev asukoht.

Ülejäänud väljapakutud depoo asukohtadest on viis linnale või riigile kuuluval maal ja üks erakrundil Riia tn 148.

JOONIS 14. DEPOO VÕIMALIK ASUKOHT, TÄHISTATUD PUNASE ALANA, LILLAGA LINNALE VÕI RIIGILE KUULUVAD KRUNDID.



2.2.12. TÄNAVATE SULGEMINE MUULE LIIKLUSELE

Trammivõrgu väljaehitamisel on selle kasutatavuse suurendamiseks tõenäoliselt vajalik autoliikluse piiramine, mis aga võimaldab tänavaruumi kasutamist kergliikluseks ja haljastuseks. Kui liiklejatele tagada head alternatiivsed liikumisvõimalused autosõidu kõrval, võidab autoliikluse piiramisest kogu ühiskond.

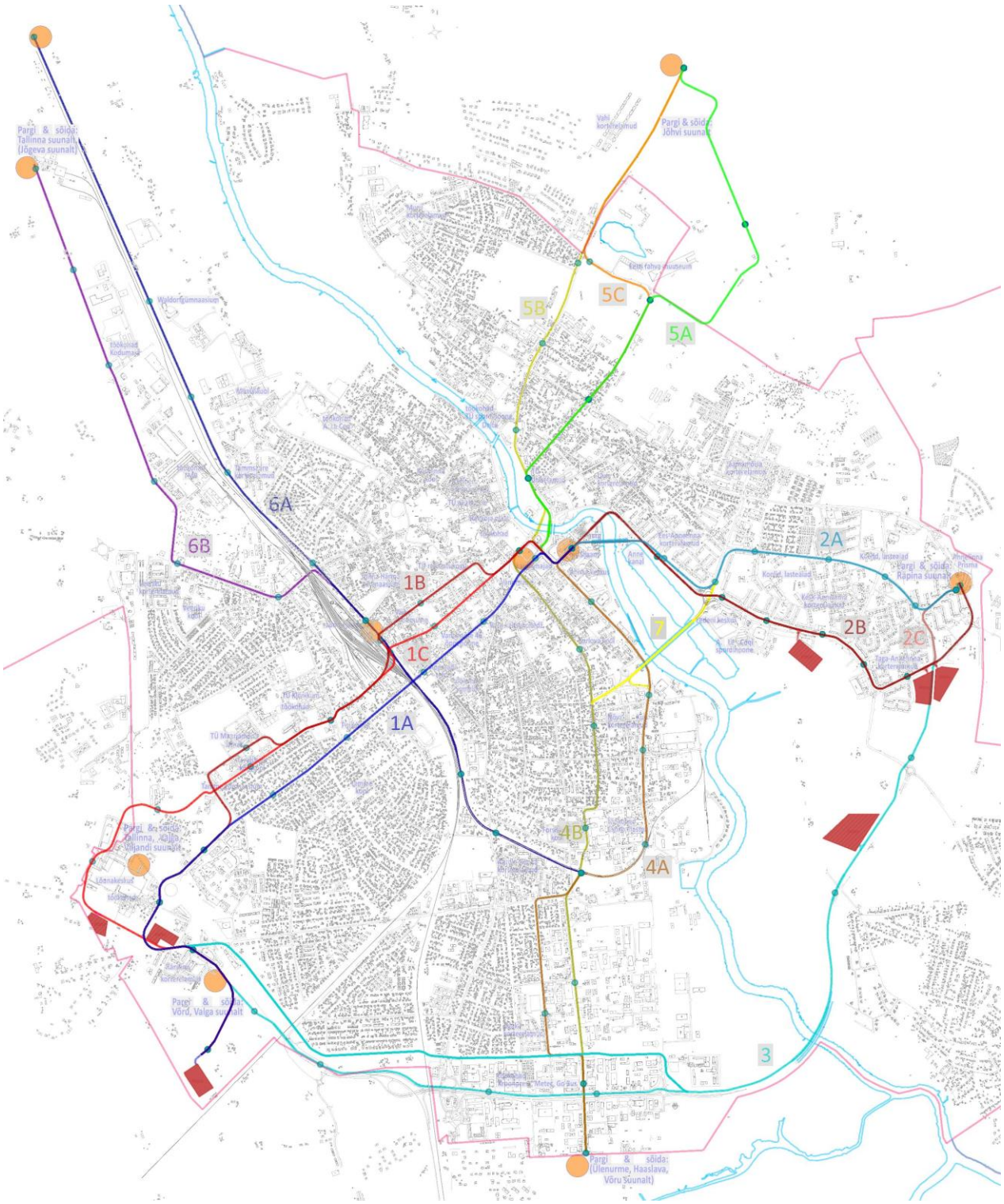
Väljapakutud teedevõrgu väljaehitamisel tuleb muud liiklust piirata järgnevalt:

1. Riia-Turu ristmikul vähendada sõiduradade arvu kahe võrra olenevalt valitud variandist kas Turu tänaval, Riia tänaval ja/või Vabaduse puiesteel.
2. Soola tänaval vähendada sõiduradade arvu ühe või kahe võrra (olenevalt puuderea säilitamise vajadusest).
3. Olenevalt valitud variandist vähendada Riia tänaval sõiduradade arvu kahe võrra, kolmerajalises lõigus ühe sõiduraja võrra lõigus algusest kuni Riia ringini.
4. Olenevalt valitud variandist vähendada Uueturul parkimiskohtade arvu.
5. Olenevalt valitud variandist sulgeda Vanemuise mägi autoliiklusele.
6. Olenevalt valitud variandist sulgeda Vanemuise tänav autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele.
7. Olenevalt valitud variandist sulgeda Tiigi tänav autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele.
8. Olenevalt valitud variandist sulgeda Lembitu tänav autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele.
9. Olenevalt valitud variandist sulgeda Nooruse tänav autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele, või muuta üherajaliseks.
10. Olenevalt valitud variandist muuta W. Ostwaldi tänav üherajaliseks või jätta kaherajaliseks.
11. Olenevalt valitud variandist muuta Optika tänav üherajaliseks.
12. Olenevalt valitud variandist muuta Laseri tänav üherajaliseks.
13. Olenevalt valitud variandist vähendada Ülikooli tänaval Vanemuise ja Riia tänava vahel sõiduradade arvu kahe võrra.
14. Olenevalt valitud variandist sulgeda Kalevi tänav autoliiklusele lõigus Soola-Tehase, v.a juurdepääs kruntidele. Autoliikluse saab mingil määral suunata paralleelsetele tänavatele nagu Aleksandri ja Raua.
15. Olenevalt valitud variandist sulgeda juurdepääsutee sadamaraudtee koridori ja Rahu tänava vahel autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele.
16. Olenevalt valitud variandist muuta Rahu tänav eelmises punktis mainitud juurdepääsutee ja Aardla tänava vahel üherajaliseks.
17. Vasara tänaval vähendada sõiduradade arvu ühe või kahe võrra (olenevalt puuderidade säilitamise vajadusest).
18. Olenevalt valitud variandist sulgeda Pikk tänav lõigus Roosi-Fortuuna autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele, või muuta üherajaliseks.
19. Olenevalt valitud variandist sulgeda Roosi tänav autoliiklusele, v.a juurdepääs kruntidele.
20. Olenevalt valitud variandist ja tehnilisest lahendusest vähendada Narva mäel sõiduradade arvu ühe või kahe võrra. Selles lõigus võib rajada vaid ühe trammitee või kahe trammitee korral määrata linna poole suunduva trammitee autodega ühiskasutusse Puiestee ja Jaama tänava vahelises lõigus.
21. Olenevalt valitud variandist vähendada Narva tänaval sõiduradade arvu ühe võrra.
22. Olenevalt valitud variandist vähendada vajaduse korral Vaksali tänaval Tiigi ja Näituse vahelises lõigus sõiduradade arvu ühe võrra.
23. Olenevalt valitud variandist vähendada Sõpruse sillal sõiduradade arvu ühe või vajaduse korral kahe võrra.
24. Olenevalt valitud variandist laiendada Vana-Narva maantee koridori trammiliini lisamiseks.

2.2.13. ÜMBERISTUMISKESKUSTE PAIKNEMINE

Trammivõrgu efektiivseks kasutamiseks on vajalik selle sidumine ülejäänud transpordivõrguga ning teiste liikumisviiside rakendamine trammiliinide kasutatavuse tõstmiseks. Selleks on sobilik kavandada ümberistumiskeskused ehk ümberistumissõlmed.

JOONIS 15. ÜMBERISTUMISSÕLMEDE VARIANDID, MÄRGITUD KOLLASTE SÕÕRIDENA.



Ümberistumissõlmed asetsevad kas teist liiki ühistranspordiga ühises asukohas, st bussijaamas, raudteejaamas ja linnaliinide sõlmpunktis, või sõiduautodelt trammile ümberistumist võimaldavates kohtades ehk *pargi ja reisi* põhimõtte kautamine.

Ühistranspordi ümberistumissõlmi on kaalutud neljas asukohas:

1. raudteejaamas,
2. bussijaamas,
3. linnaliinide sõlmpunktis Riia tänaval (Kesklinna-nimeliste bussipeatuste ümbruses),
4. Ihaste tee-Idaringtee-Lammi tänava-perspektiivse Ropka silla ühendustee koridoriga piiratud maa-alal.

Reisijate vedu raudteel on pärast veeremisse ja raudteedesse investeeringute tegemist olnud pidevas kasvus ning oodata on kasvu jätkumist tulenevalt raudteeühenduste väiksemast ajakulust ja suuremast mugavusest bussidega võrreldes. Ümberistumissõlme kavandamine raudteejaama lähedusse on olulise kasvupotentsiaaliga ning muudab raudteejaama eriti mugavalt kättesaadavaks annelinlastele, kel on hetkel raudteejaama jõudmine raskendatud. Ümberistumissõlme saab rajada Tiigi või Vanemuise tänava lõppu juba I etapi ehk liinide 1 ja 2 väljaehitamise ajal. Tulenevalt just lähedusest raudteejaamale on eelistatud Tiigi tänavale trammiliini kavandamine. Lisaks liinidele 1 ja 2 hakkaks täieliku trammivõrgu väljaehitamisel ümberistumissõlme läbima ka liin 6.

Tartu bussijaam asub kesklinnas elanikele kõige kättesaadavamas asukohas. Samuti on kesklinna koondunud suurem osa nii avalikke kui erateenuseid ja lõbustusasutusi, mis on bussireisijatele kättesaadavad ja võimaldavad siduda bussireisi teiste vajalike toimingutega. Tartu bussijaam on suure koormusega ning selle ühendamine trammivõrku on suure tähtsusega. Ka tulevikus bussijaama olulisus säilib, sest vaatamata raudteetranspordi kasvule, jääb bussivedu sama oluliseks, sest rongiga saab ühendust pidada vaid väheste sihtpunktidega. Kõige parem lahendus oleks trammipeatuse paigutamine otse bussijaama ette, mis võimaldaks kiiret ja mugavat ümberistumist liinidele 1 ja 2. Liinide 4 ja 5 ümberistumine oleks samuti jalgsikäigu kaugusel kas Uueturu platsil või Riia tänaval.

Tartu ühistranspordisüsteemis oleks ka pärast trammivõrgu väljaehitamist olulisel kohal linnasisene bussitransport, sest mitmeid hõredama asustusega linnaosi nagu Tähtvere, Supilinn ja Ülejõe teenindaks endiselt bussid. Valdav osa busse sõidaks sarnaselt tänase bussivõrguga läbi kesklinna. Seetõttu on oluline võimaldada Riia tänava alguse piirkonnas mugavat liikumist bussi ja trammipeatuste vahel. Ümberistumine toimuks kas Riia tänaval või Uueturu platsil trammiliinidele 1, 2, 4 ja 5. Tartu linna siseselt on tegemist olulise ümberistumissõlmega.

Ümberistumissõlm tänase luha peal Ihaste tee-Idaringtee-Lammi tänava-perspektiivse Ropka silla ühendustee koridoriga piiratud maa-alal ei ole trammivõrgustiku seisukohast otstarbekas, sest asub vaid ühe, pigem väiksema koormusega liini kõrval. Samuti ei asu koht oluliste bussimarsruutide ligiduses. Piirkonda on kavandatud mingil määral elamu- ja ärimaad, kuid tervikuna on tegemist perifeerse alaga, millel puuduvad nähtavas tulevikus keskuse tunnused. Samuti ei ole piirkonda praeguste andmete kohaselt kavandatud olulise liiklusmõjuga objekti. Eelnevate argumentide põhjal ei ole ka bussijaama ületoomine raskesti ligipääsetavasse kohta linna servas kuidagi õigustatud ning selline otsus suurendaks kahtlemata Tartu-sisest autokasutust ning vähendaks riigisiseste ja rahvusvaheliste bussiliinide kasutust. Sõiduautode ümberistumissõlmena pakutakse käesoleva uuringuga kohta Nõlvaku tänaval Prisma ostukeskuse juures, kus on olemas bussiliinid ja teenindusettevõtted, mis suurendab ümberistumissõlme kasutusvõimalusi ja seega atraktiivsust. Küll aga oleks Ihaste tee ja Ida-ringtee piirkond sobilik trammidepoo ehitamiseks, kui trammivõrk ehitatakse välja ühes etapis.

Sõiduautode ümberistumissõlmedena (ehk *pargi ja reisi*) on käesolevas uuringus välja pakutud kohad Tartusse sisenevate suuremate riigiteede lähedusse:

1. Valga ja Võru suunalt tulijatele Riia tänava lõppu,
2. Tallinna suunalt tulijatele Ravila või Vaksali tänava pikenduse lõppu,
3. Jõhvi ja Jõgeva suunalt tulijatele Vana-Narva maanteele,
4. Räpina ja Luunja suunalt tulijatele Nõlvaku tänavale ning
5. Ülenurme ja Haaslava suunalt tulijatele Tähe tänava lõppu.

Valga ja Võru suunalt tulijatele on kaalutud eelkõige koostöös Lõunakeskusega ostukeskuse parkla kasutamist päevasel ajal. Kui parkida ostukeskuse läheduses, oleks liiklejatel võimalik ümberistumise käigus sooritada ka vajalikud ostud, mis oleks täiendav põhjus väljastpoolt linna tulles autoga liikumise vahetamiseks trammisõidu vastu edasi kesklinna liikumiseks. Eelkõige võiks see olla ahvatlev just tööpäeva lõpus koju suundudes. Kui Lõunakeskusega kokkuleppele ei saa või Lõunakeskuse juures ei leia piisavalt parkimiskohti, saab kasutusele võtta linnale kuuluv krunt Ränilinnas, Ringtee tänava ligiduses.

Tallinna suunalt tulijatele on kavandatud ümberistumissõlm olenevalt valitud trammiliini variandist kas Ravila tänava pikenduse lõppu või Vaksali tänava pikenduse lõppu. Töös on arvestatud Tiksoja silla valmimisega, mis ühendaks Tartust põhja pool riigitee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa, riigitee 3 Jõhvi-Tartu-Valga ja riigitee 39 Tartu-Jõgeva-Aravete. Põhjusel, et viimatinimetatud tee suunale trammiliini ei kavandata, võivad ka sealtpoolt tulijad eelistada sõita nimetatud ümberistumissõlme. Ümberistumissõlmele on hea juurdepääs Tartu-Tiksoja teelt ja/või Tiksoja sillalt.

Jõhvi ja Jõgeva suunalt tulijatele on kavandatud eelkõige ümberistumissõlm Vana-Narva maanteele Vahi elamurajooni juurde, kuhu on hea juurdepääs mõlemalt teelt juba tänasel päeval. Krundile on varem kavandatud ka *Põhjakeskuse*-nimelist kaubanduskeskust ning seetõttu oleks tegemist eriti sobiva ümberistumiskohaga. Jõgeva poolt tulijatele on tegemist väikese ringiga, aga paraku ei ole Jõgevale suunale trammiliini kavandatud. Jõgeva poolt tulijatele võib kavandada ümberistumissõlme kesklinna suunduvale bussiliinile.

Räpina ja Luunja suunalt tulijatele on ümberistumissõlm kavandatud Prisma ostukeskuse lähedusse, mis võimaldaks ümberistujatel (sarnaselt Lõunakeskusega) ühendada ümberistumine poeskäigu ja muude teenuste tarbimisega. Kõige parem oleks saavutada kokkulepe Prismaga parkla ühiskasutuses. Ümberistumissõlm paikneks Ida-Ringtee ja riigitee 45 Tartu-Räpina-Värska läheduses, kuid võimalik uus parkla tuleb kujundada keskkonda sobivalt, sest läheduses asuvad suured elamud.

Tähe tänava lõppu on kavandatud ümberistumissõlm eelkõige Ülenurme ja Haaslava suunalt tulijatele, kuid võimalik, et ka Võrus suunalt tulijad võivad eelistada seda kohta. Ümberistumissõlm tuleb lõuna poolt ühendada Ülenurme valla üldplaneeringus näidatud Tähe tänava pikendusel asuva tänavaga (tänava algus on välja krunditud kui *Tähe põik*), mis ulatuks Haaslavasse suunduva teeni. Võru suunalt tulijad peaks lähenema eelkõige Ringteelt.

3. KERGRÖÖBASTRANSPORDI TEEDEVÕRGUSTIKU RAJAMISE TEOSTATAVUSE HINNANG

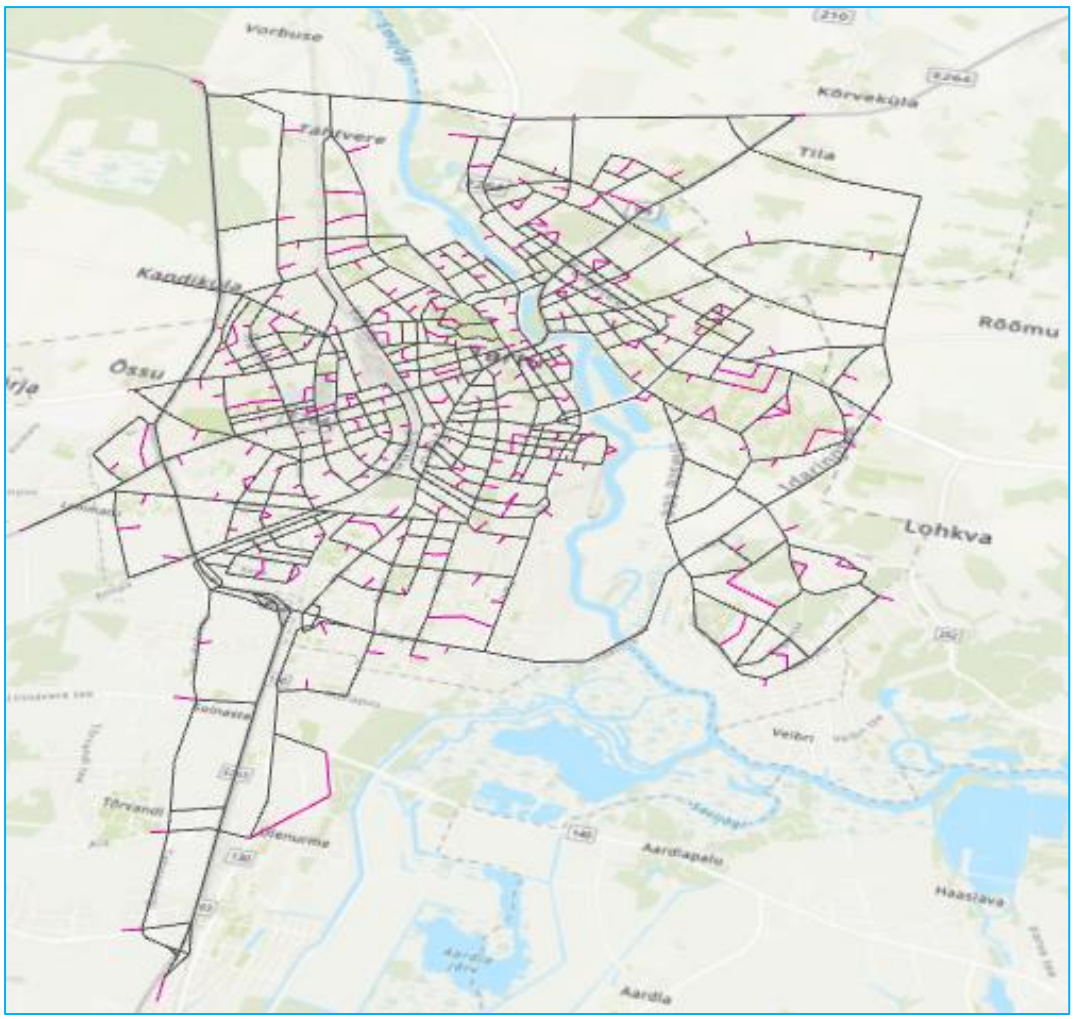
3.1. LIIKLUSVOOGUDE MODELLEERIMINE

3.1.1. TRAMMIVÕRGU JA LIIKUVUSEGA SEOTUD LÄHTEANDMED

Käesolev peatükk kirjeldab perspektiivse trammivõrgu analüüsiks kasutatud liiklusmudeli koostamise käiku ning sisaldab parimaks osutunud variantide kirjeldust ning mudeli tulemuste kokkuvõtteid. Modelleerimistulemuste finants- ja sotsiaalmajanduslik analüüs on toodud aruande järgnevates osades. Kõigi modelleeritud variantide loetelu koos skeemidega on lisas.

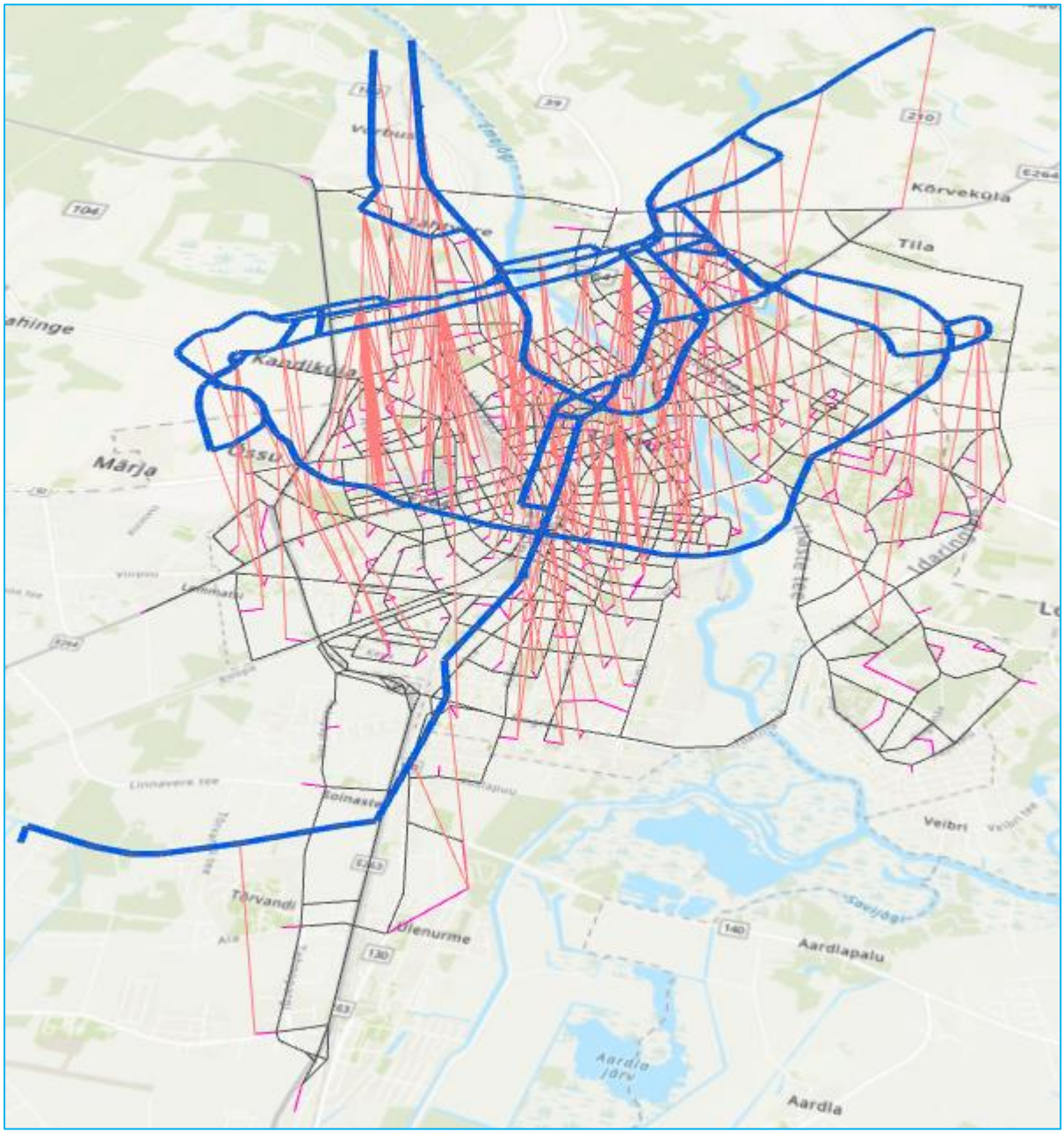
Trammivõrgu mudeli aluseks võeti järgneval joonisel toodud Tartu 2030.a üldplaneeringu koostamise käigus valminud liiklusmudel.

JOONIS 16. TARTU LINNA LIIKLUSMUDEL, TÄNAVAVÕRK VASTAB 2030.A. ÜP SEISULE (V.A ROPKA SILD).



Järgnev joonis kujutab Tartu 2030 ÜP liiklusmudelit, millele lisati perspektiivne trammivõrgustik (näidatud joonisel jämeda sinise joonega) ning täiendavad jalgsikäigu ühendused transpordi-tsoonidest perspektiivsetesse trammipeatustesse (näidatud joonisel punase joonega).

JOONIS 17. TARTU LIIKLUSMUDEL KOOS PERSPEKTIIVSE TRAMMIVÕRGU JA LISATUD JALGSIKÄIGU ÜHENDUSTEGA. NÄIDATUD ON KÕIK PERSPEKTIIVSED LÕIGUD.

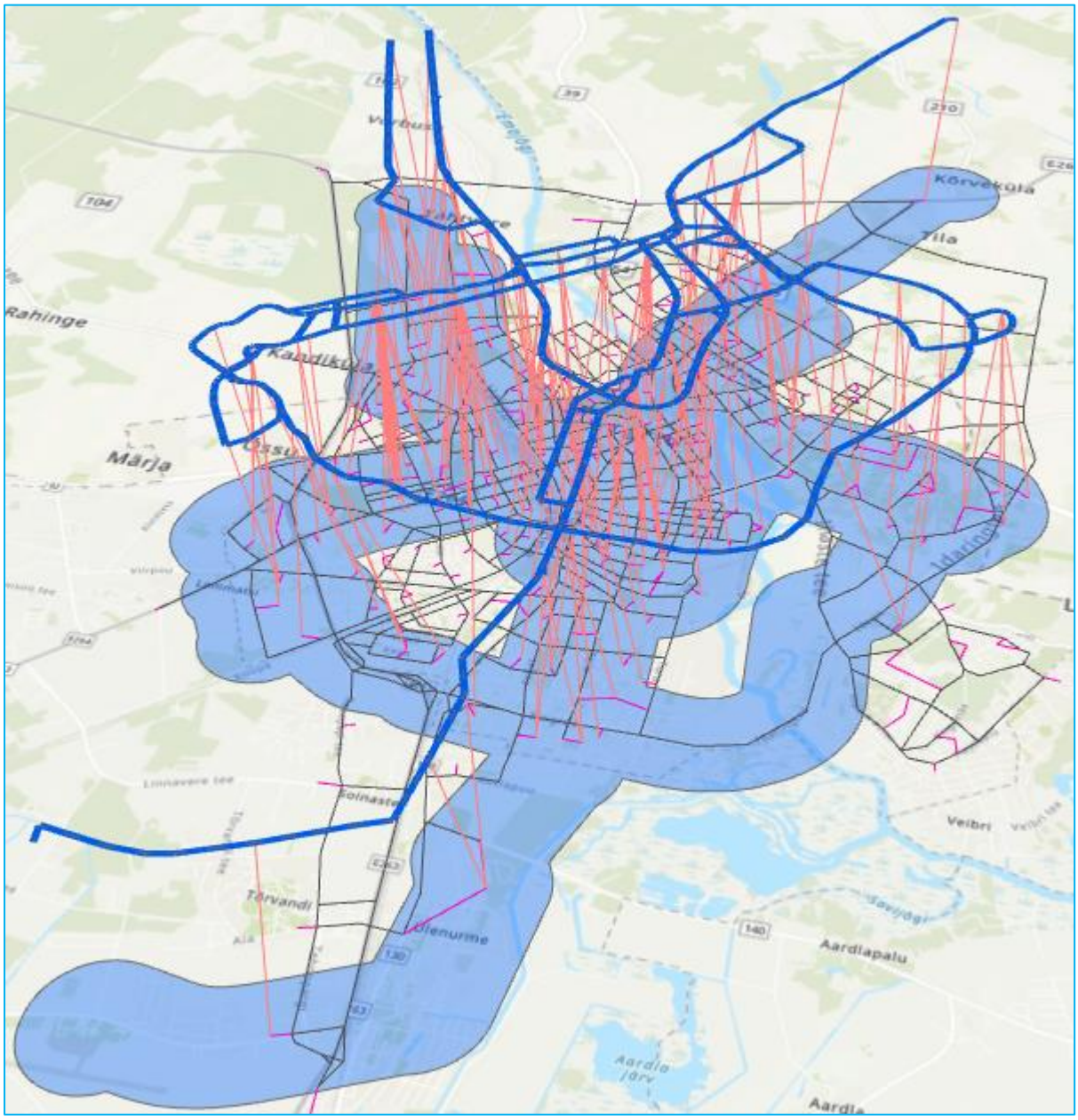


Autoliikluse võrk koosneb jalgsikäigu ühendustest (mudelis tüüp 1, näidatud roosa värviga) ja teedest-tänavatest (mudelis tüübid 2-19, näidatud halli värviga).

Rööbasteede võrk koosneb jalgsikäigu ühendustest ÜT peatuseni/peatusest (mudeli tüüp 25, näidatud punase värviga) ja rööbasteede ühendustest (mudeli tüüp 26, näidatud sinise värviga).

Võrgustiku puhul peab arvestama, et nii olemasolevate kui ka perspektiivsete ühenduste puhul on praktiliselt alati tegemist teatava üldistusega (tingitud põhiliselt ühenduste sirgestamisest), täpne ühenduste pikkus selgub hiljem konkreetse projekteerimise käigus.

JOONIS 18. TRASSIDE PUHVERTSOON.



Ülaltoodud joonisel näidatud trammitrasside puhver ulatub trassidest mõlemale poole kuni 500 m ulatuses. Trammivõrgu puhul määrati kõigi puhvrisse jäävate transporditsoonide ühendused käsitsi (tsooni keskpunktide asukoht pole täpselt määratud) saavutamaks ühistranspordi peatustega ligikaudu sarnast katvust.

Olenevalt liiklumise viisist omistati jalgsikäigu ühendustele erinev keskmine ajakulu: jalgsikäigu puhul autoni on kasutatud väärtust 1 minut, jalgsikäigu puhul perspektiivse trammipeatuseni väärtust 3 minutit.

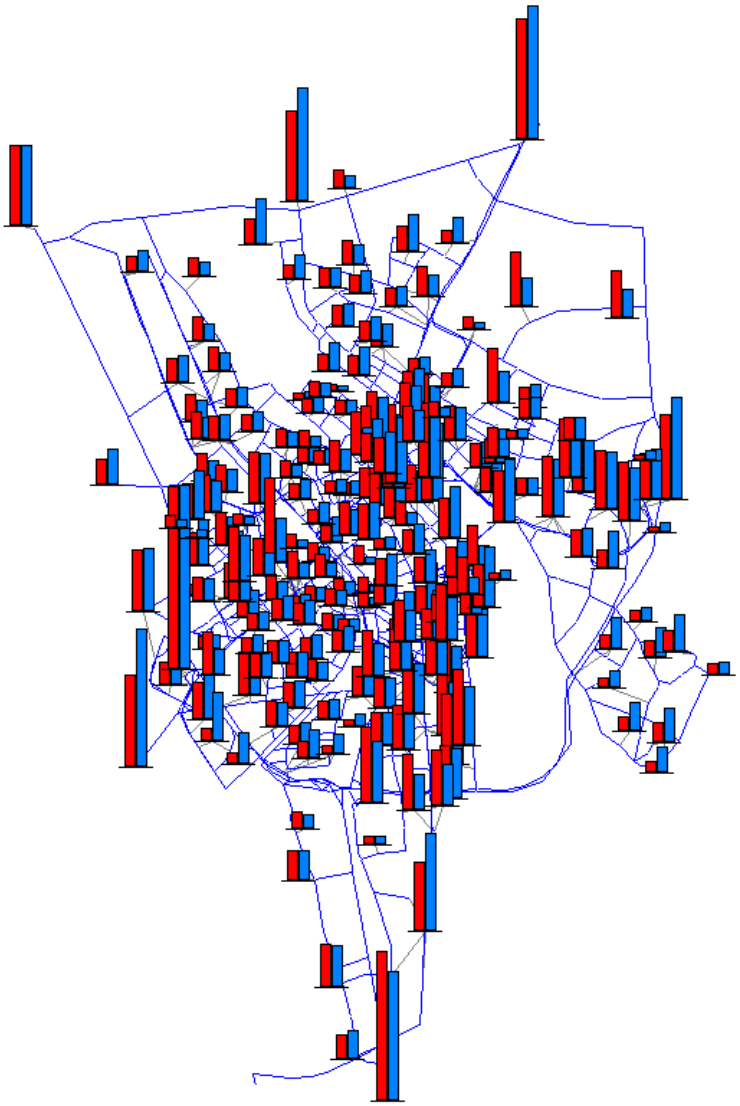
Autoliikluse kiiruse tänavavõrgul arvutab mudel lähtudes modelleeritud liikluskoormusest, trammivõrgu puhul kasutati vastavalt tõenäolist keskmist ühenduskiirust 30 km/h.

Liiklusmudel väljendab ligikaudu aasta tüüpilist tööpäeva, mis tavaliselt ilmneb reaalselt perioodil aprilli lõpp - mai algus või oktoobri lõpp - novembri algus, mille koormus on ~10% suurem aasta keskmisest tööpäevast. Sõidukite liiklusmudeli maatriks käsitleb sõite (mitte otseselt juhte ega autosid) ning arvutuses eeldame lihtsustusena, et iga juht sooritab tunni jooksul ühe sõidu.

Autoliikluse maatriksi aluseks oli 2030.a Tartu üldplaneeringule vastav tänavavõrk ja sellega seonduv nõudlusmaatriks.

Tabel 2 näitab tänavavõrku ja nõudlusmaatriksit ehk autoliikluse alg- (punane) ja lõpp-punktide (sinine) õhtuse tipptunni tulpdiagramm.

TABEL 2. TÄNAVAVÕRK JA NÕUDLUSMAATRIKS.

Tänavavõrk: • vastab üldiselt Tartu 2030.a. üldplaneeringule • põhiline erinevus on Ropka silla puudumine (*Natura 2000* ala piirang), lisaks mõned kosmeetilised parandused • rajatakse Tiksoja sild ja ning Betooni eritasandiline raudteeülesõit • tänavatest rajatakse või rekonstrueeritakse: Muuseumi tn, Põhja pst pikendus, Idaringtee, Sadamaraudtee koridoris asuv tee, Vaksali ja Ravila tn pikendused Nõudlusmaatriks: • aluseks on Tartu 2030.a. üldplaneeringule vastav maatriks • viimastest uuringutest ja ajakohastatud infost lähtuvalt suurendati Ränilinna piirkonna (s.h. eraldi Lõunakeskuse) ja Kliinikumi tsoonide liiklust ning vähendati kesklinna tsoonide liiklusmahu kasvu • muudatused seoses perspektiivsete pargi&reisi parklate rajamisega	

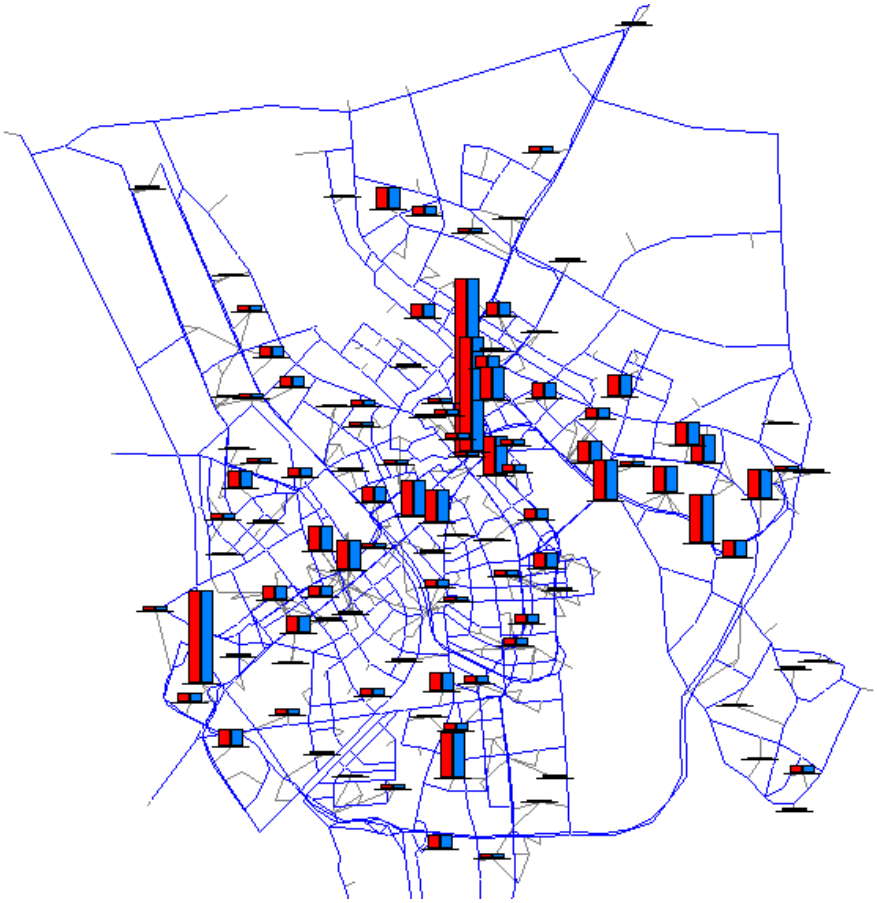
Tartu linna autoliikluse mudel põhineb õhtuse tipptunni nõudlusel. Ühistranspordi (bussi)kasutajate andmetest olid kättesaadavad peatuste kuukäibed, millest tuletati igale peatusele keskmise tööpäeva käive. Kuna liiklusmudel võimaldab kasutada nii tipptunni kui ka ööpäeva põhiseid algandmeid, siis viidi autoliikluse mudeli tulemused üle ööpäevale, võttes tipptunni osakaaluks 10%.

Kuna ühistranspordipeatuste vahelised korrespondentsid polnud teada, siis määrati need lähtuvalt keskmise tööpäeva peatuste käivetest kasutades gravitatsioonimudelit.

Järgnevas tabelis toodud skeemil on näidatud gravitatsioonimudeli abil leitud ühistranspordi registreeritud sõitude tulpdiagramm (ööpäev, lähtepunkt punane, sihtpunkt sinine).

Tabel 3 on toodud gravitatsioonimudeli alusel leitud ühistranspordi maatriks.

TABEL 3. GRAVITATSIOONIMUDELI ALUSEL LEITUD ÜHISTRANSPORDI MAATRIKS.

Nõudlusmaatriks: • aluseks oli Tartu 2019.a. bussipeatuste oktoobrikuu käive • keskmise tööpäeva sisenemiste alusel leiti peatused, millest lähtus üldplaneeringule vastav maatriks • Lõunakeskusest saadud infost lähtuvalt suurendati seal perspektiivset nõudlust • muudatused seoses perspektiivsete pargi&reisi parklate rajamisega	

3.1.2. MODELLEERIMISE METOODIKA

Perspektiivse liikuvusolukorra analüüsimiseks kasutati programmipaketti *Cube*. Tarkvara on algselt välja töötanud firma MVA Systematica Inglismaal, kuid hiljem on seda arendanud firma Citilabs USA-s (www.citilabs.com).

Esimene nimetatud tarkvarapaketil (siis nimetati seda küll nimega *TRIPS*) põhinev Tartu liiklusmudel valmis Inseneribüroos Stratum juba 1991. aastal. Hiljem on seda täiendatud ja kalibreeritud vastavalt liiklusuuringute andmetele, mis iseloomustavad liikluse kasvutrende, samuti muudele allikatele (näiteks rahvastiku paiknemine ja prognoos). Suurem mudeli uuendamine ja täpsustamine leidis aset 2002-2003 aastal, kui mindi üle ka praegu kasutatavale tarkvarapaketile nimega *Cube*. Käsitletava projekti baasaastaks on Tartu linna kehtivale üldplaneeringule vastav 2030. aasta.

Mudeli rakendamisel on kaks peamist eesmärki:

- Hinnata olemasolevat liikuvusolukorda lähteaastal, selle kitsaskohti ja parameetreid;
- Prognoosida võimalikke liikluskoormusi planeeritaval aastal ning hinnata planeerimislahenduse otstarbekust ja tulemust.

Kasutamisvalmis Tartu liiklusmudel on tegelikult suurem linna administratiivpiiridest ja ulatub täna ka linna lähialadeni, kattes seega ka käesolevas projektis kavandatud võimaliku trammivõrgustiku mõjuala. Seega, kuigi me nimetame ka edaspidi kasutatavat mudelit Tartu liiklusmudeliks, siis tema reaalne ulatus katab analüüsitava mõjuala ka väljaspool linna administratiivpiire.

Nii nagu seda tehakse ka enamuses maailmas kasutusel olevates transpordimudeli rakendamisega seotud töödes, on ka Tartu liiklusmudelil kaks olulist komponenti:

- Tänava/teedevõrgu üsna detailne kirjeldus, mis sisaldab kõiki teede/tänavate ja liiklussõlmede olulisi parameetreid (sh. sõiduradade arv, piirkiirused, olulised liikluspiirangud ja –keelud, parameetrid, mis määravad võrgustiku läbilaskvuse parameetrid (näiteks liiklussõlme lahendus) jms.
- Olemasolevat ja perspektiivset liikuvusnõudlust kirjeldav maatriks (inglise k. *origin/destination* ehk OD-maatriks), mis kirjeldab liikuvust genereerivate (tekitavate või „neelavate“) piirkondade (nn transporditsoonide) vahelisi korrespondentse (ehk nõudlust- teiste sõnadega inimeste arvu, kes antud perioodil soovivad liikuda lähtetsoonist A sihttsooni B). Tartu olemasolevas liiklusmudelis on kogu analüüsitav piirkond (linn + tagamaa) jagatud 206-ks transporditsooniks, kuid vajadusel saab nende arvu hõlpsasti suurendada.

Tartu linna ja tagamaa tänavavõrk on mudelis kajastatud nii, et kirjeldatud on kõik suuremad magistraal- ja põhitänavad, väiksemaid jaotustänavaid või kohalikke juurdepääsusid on lisatud aja jooksul vastavalt vajadusele ja liiklusuuringute tulemustele. Liiklusmudeli perspektiivsetes variantides lisatakse teede/tänavavõrgustikule veel need teed ja tänavad ja nende elemendid (näiteks liiklussõlmed), mille valmimine perspektiivaastaks on tõenäoline ja mis mõjutavad oluliselt liiklusvoogude jagunemist tänavavõrgustikul.

Prognoosimudelis arvestatakse nende muudatustega, mida võetakse ette uuritaval trassil, selle kontaktalal aga ka väljaspool käesoleva töö kontaktala - olgu need siis uued infrastruktuuriobjektid, selle rekonstrueerimislahendused aga ka muud linna liiklust mõjutavad tegurid.

Lisaks on võimalik arvestada veel täiendavalt ristmike ja tänavate läbilaskevõime muutumisega, mis võib tuleneda kas tänavate rekonstrueerimisest või uutest liikluslahendustest, näiteks ühissõidukiradade rakendamine, kas siis olemasolevate sõiduradade arvelt või nende lisandumisega.

Teiseks oluliseks tulemust mõjutavaks faktoriks on nõudluse muutumine, tulenevalt kas üldistest tendentsidest liikuvuses (näiteks elanike arvu muutus, autole alternatiivsete liikumisviiside osakaalu kasv jms), aga ka uute ühistranspordiliinide tekkimine.

Nende üldiste tendentside osas, mis mõjutavad liikuvusmustrit lähitulevikus, ja seega kajastuvad korrespondentsimaatriksis, on arvestatud näiteks järgmiste olulisematega:

- valglinnastumine küll jätkub, kuid tõenäoliselt pidurdub;
- vastavalt linna arengudokumentidele peab suurenema kergliikluse ja ühistranspordi osakaal liikuvuses;
- autostumistase ja autode läbisõit Eestis tervikuna suureneb, kuid eelmise kümnendiga võrreldes aeglasemas tempos, kuni küllastumistaseme saabumiseni;
- samas tehakse lühikesi autoreise tulevikus vähem, pikemaid rohkem (see seostub ka valglinnastumise ehk praeguse linna piirialade ja lähitagamaa kiire arengu tagajärgedega);
- kesklinna läbiv sõiduautode transiitliiklus peab vähenema.

Sellest lähtuvalt prognoositakse elamualade, töökohtade/kontorihoonete ja rahvastiku muutusi, vaadates üle olemasolevad planeeringud ja planeeritavad muutused ning hinnates eelnevate aastate trende.

Selliseid parameetreid arvesse võttes on võimalik muuta liiklusmudelis liikuvuse korrespondentse (liikumisseoseid) ja mahtu üksikute transporditsoonide lõikes perspektiivsete stsenaariumide kohaselt.

Mudeli rakendamise tulemusena leitakse kõigile perspektiivsetele liiklejatele prognoosiperioodi optimaalseimad liikumisviisid ja marsruudid, mille tulemusena saadakse perspektiivse liikluse mahud nii piirkondade, transporditsoonide, tänavate kui ristmike lõikes. Seega võimaldab liiklusmudel prognoosida:

- autoliikluse koormuste jagunemist tänavavõrgul ja selle üksikutel elementidel nii olemasolevas olukorras kui ka prognoositult, rakendades erinevaid stsenaariume;
- uute arendatavate ühistranspordilahenduste, antud töös siis potentsiaalse trammiteenuse kasutatavust ja variantide parameetreid.

Tervikuna võimaldab liiklusmudeli kasutamine saada hulgaliselt vajalikke kvantitatiivseid parameetreid, mis võimaldavad objektiivselt hinnata erinevate stsenaariumide ja lahendusvariantide (näiteks trammiliinide trasseering), seda kogu võrgustiku, üksikute piirkondade, tänavavõrgu elementide, transpordiliikide jne. lõikes.

Kõige üldisemateks kogu võrgustiku toimimist iseloomustavateks parameetriteks on:

- Üldine ajakulu (kõigi liiklejate poole modelleeritava perioodi (näiteks tippaeg) jooksul kuluv aeg liikumiseks liikumise lähtepunktist sihtpunkti);
- Üldine läbitud teekonna pikkus - kõigi liiklejate poole modelleeritava perioodi (näiteks tippaeg) jooksul läbitud teepikkus liikumiseks liikumise lähtepunktist sihtpunkti);

Maksumuse (COST) funktsioon koosneb mudelis kolmest komponendist: aeg, vahemaa (määratakse nt auto-kilomeetri hind) ning tariif (mis iseloomustab ülejäänud rahalisi kulusid). Summaarse maksumuse ühik on mudelis tinglikult teisendatud minutiks st. ajaühikuks. Modelleerimisel arvestatakse iga stsenaariumi vastavate näitajatega, mille põhjal saab analüüsida modelleeritava variandi rahalist väärtust.

Lisaks nimetatud üldistele parameetritele on võimalik liiklusmudeli väljundandmeid kasutades hinnata:

- Liiklusvoogude suurust tänavavõrgustiku elementidel (tänavalõigud, ristmikud, …);
- Liiklusvoost põhjustatud probleeme (näiteks ummistumistaset, mida iseloomustatakse liiklusvoo ja läbilaskvuse (autoliikluse puhul) või veovõime (ühistranspordi puhul) suhtena;
- Auto- ja ühissõidukiliikluse detailseid tehnilisi parameetreid (näiteks liiklussagedus, selle keskmine kiirus, ooteajad ristmikel jne), mida on omakorda vajalik kasutada sisendina näiteks keskkonnamõjude ja sotsiaal-majanduslike mõjude arvutamisel. Ühissõidukiliikluse puhul võimaldab mudel prognoosida peatuste käibeid (sisenemisi ja väljumisi perioodi lõikes) ja liini koormust kogu selle pikkuse ja selle üksikute lõikude ulatuses, ühenduskiirust ja sellest tulenevat ajakulu, mis võimaldab omakorda hinnata liini teenindustaset ja konkurentsivõimet.

Seega on mudeli peamiseks ülesandeks ja võimaluseks saada usaldusväärseid võrreldavaid andmeid erinevate võimalike stsenaariumide ja prognoosivariantide kohta, kusjuures peamiseks on siin hinnata erinevate liikumisviiside toimivust.

Näitena võib tuua eelduse, et rajatakse uus trammiliin, mis ühendab Tartu olemasoleva bussivõrgustiku ja linna tagamaal paikneva valla. Sellisel juhul on võimalik hinnata, kui suurel määral uus trammiliin suudab olla atraktiivne ja tuua liinile sõitjaid, milliseks kujuneb uue liini teenindustase ja kuidas uue trammiliini rajamine muudab näiteks autoliikluse mahtusid ja näitajaid (liiklusvoogusid, ummistumist, ajakulu, läbisõitu, ühenduskiirusi jms) kogu analüüsitava piirkonna ja/või selle üksikute elementide ulatuses.

3.1.3. STSENAARIUMITE RAKENDAMINE MUDELIS

Mudelis analüüsitakse erinevaid trammitrassi variante (edaspidi nimetatakse neid stsenaariumiteks), arvestades perspektiivaastateks aastad 2030, 2040 ja 2060.

Nn **baasvariandi** alusel ühtegi trammiliini pole rajatud, küll on aga arendatud tänavavõrgustikku vastavalt Tartu 2030 üldplaneeringule.

Kogu mõjupiirkonna autoliikluse nõudluse puhul on arvestatud, et võrreldes kasvuga 2015.-30. aastal tulevikus autoliikluse kasv aeglustub ning edasine kasv on 2 korda aeglasem. Sellest tulenevalt kasvab võrreldes 2030. aastaga autoliiklus 2040. aastaks 4,8% ja 2060. aastaks 14,4%. Sealhulgas arvestab see tegur nii autostumise kui ka elanikkonna kasvu.

Trammivõrgustiku stsenaariumite puhul on eeldatud, et peamised muutused, mida uuritavad arendamisvariandid kaasa toovad, on sõitjate poolt kasutatava transpordiliigi muutus, kes eeldatavasti siirduvad sõiduautolt kasutama ühistransporti.

Selline modaalne nihe leiab aset siis, kui uued võimalused ühistranspordi näol pakuvad paremat alternatiivi autokasutusele, eelkõige võetakse siin arvesse ajakulu liikumisel nö „uksest ukseni“ ning sõidu maksumust.

Ühistranspordi arendusvariantide puhul modelleeritakse lisaks autoliikluse võrgustikule ja nõudlusele veel alternatiivsed ühendused trammivõrgu trasside näol. Igale trassile antakse oma kindlad parameetrid, eelkõige järgmised:

- Trassi pikkus;
- Trammi sõidukiirus trassil;
- Ühendused muu võrgustikuga (sõlmed), kus on võimalik transpordivahendisse siseneda või sealt väljuda, sealhulgas ka ühendused transporditsoonidega (mis kujutavad endast jalgsikäigu ühendusi ning ühistranspordiühendusi trammiliiniga).

Modelleerimise puhul eeldatakse, et kogu mudelis kirjeldatud nõudlus (kõikide lähte- ja sihtkohtade vahel, kusjuures tasandiks on transporditsoon) realiseeritakse kas siis autoga või kasutades trammi. Seejuures on eeldatud, et tänased ühistranspordireisijad jätkavad ühistranspordi kasutamist ka tulevikus, kuna ilmselt on need inimesed kas ühistranspordi sundkasutajad (nn *captive-riders*) või siis rahuldab juba praegune teenus reisija vajadusi. Teenuse edasise parendamise puhul ei ole seega põhjust eeldada, et nad auto kasuks otsustaks.

Modelleerimise tarkvara hakkab kõigi teiste potentsiaalsete kasutajate puhul otsima igale nn nõudluspaarile parimat (reeglina kiireimat) ühendusvarianti. Kui selleks on tramm, siis väheneb selle võrra autokasutus.

Kuigi mudelis modelleeritakse traditsiooniliselt sõidukite liiklusvoogusid, siis saab need ümber arvestada reisijate arvudeks, kasutades keskmist sõiduautode täituvust (ca 1,3 inimest/auto). Seega saab erinevate variantide puhul hinnata eelkõige muutusi võrreldes perspektiivaasta nullvariandiga aga ka variante omavahel.

Modelleerimise tarkvara võimaldab seega hinnata nii modaalset nihet (kui palju inimesi ühe või teise variandi puhul hakkaks kasutama trammid), aga samuti kogu käsitletava piirkonna (Tartu + lähitagamaa) või mõne selle üksiku piirkonna üldisi liiklustehnilisi näitajaid, näiteks:

- Liiklusvoogude suurused igal tänava/trassilõigul (autot tunnis või reisijat tunnis)
- Ristmike läbilaskvustasemed ja ajakulud (mis iseloomustavad ummistumist)
- Terviklik läbisõit modelleeritava perioodi jooksul) auto-km , reisija-km
- Terviklik ajakulu eraldi (liikumisele kuluv aeg ja ooteaeg ristmikel) auto-hr, reisija-hr
- Keskmine ühenduskiirus (km/h)
- Lisaks on eraldi võimalik välja tuua muutused ülaltoodud parameetrite näol kas üksikutel tänavatel või nn võtmeristmikel.

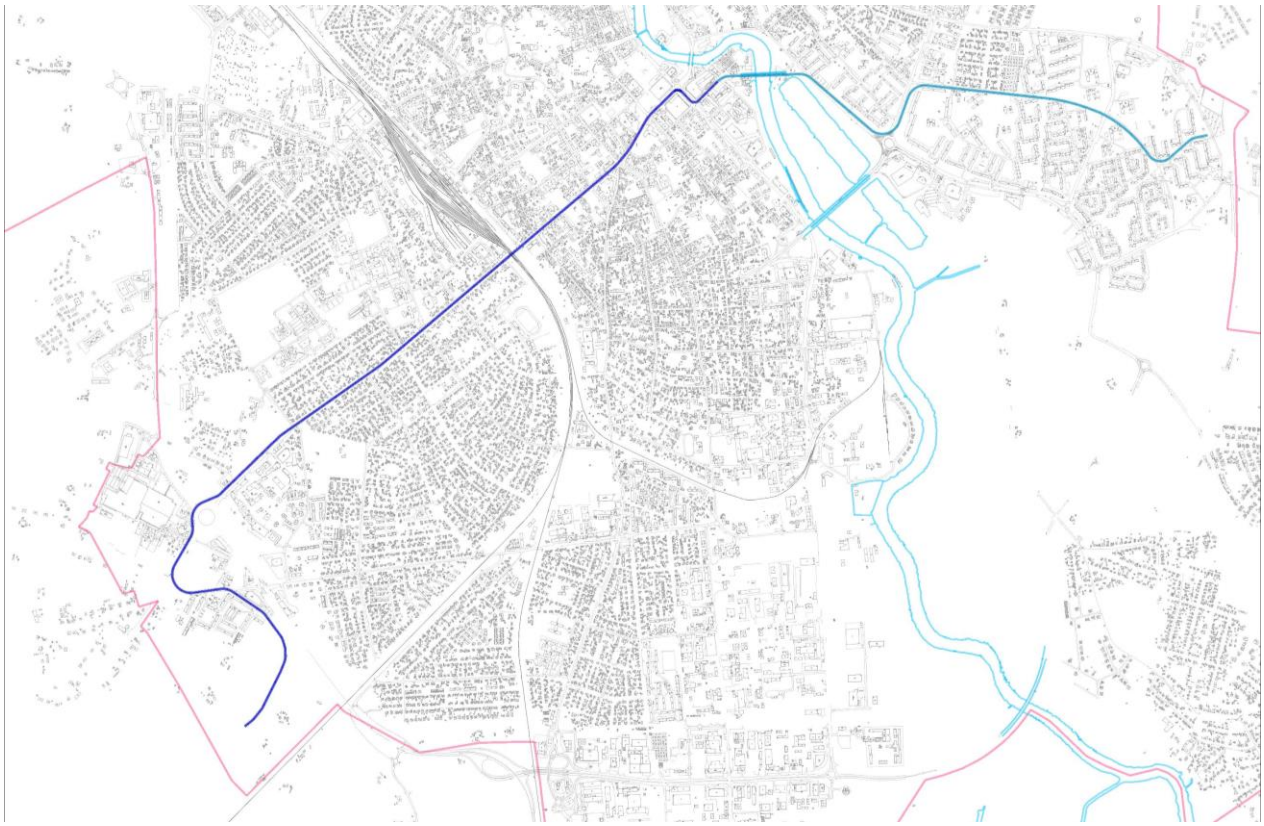
Seega võimaldab mudel hinnata kas üksikute trammiliinide mõju ja kasutatavust eraldi võttes, aga ka võimalikes reaalsetes kombinatsioonides.

3.1.4. MODELLEERIMISTULEMUSED

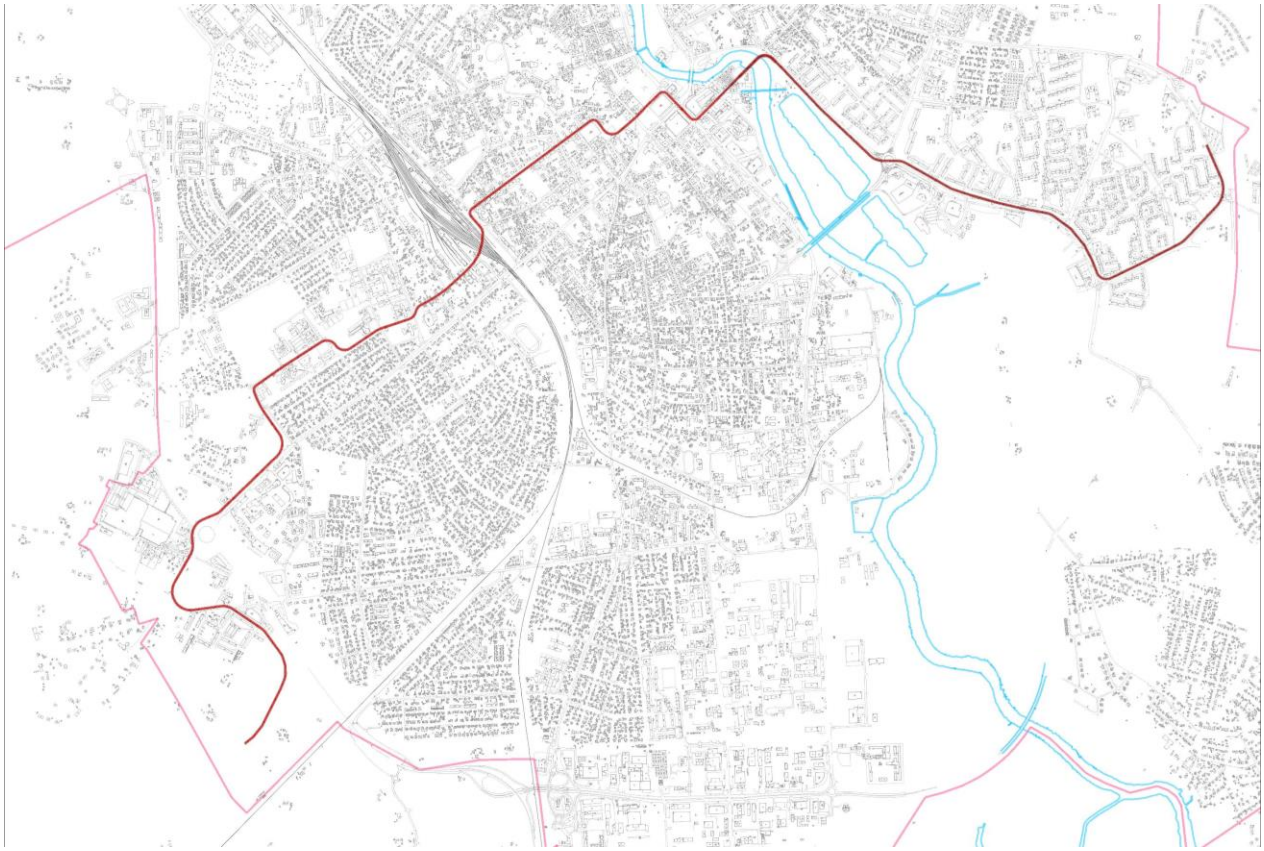
Modelleerimine toimus kolmes etapis. Esimese etapi modelleerimise tulemusena selgitati välja lääne-ida suuna (Ränilinn – Annelinn) kesklinna läbivatest alternatiividest parim kombinatsioon. Lähedaste alternatiivide puhul kaaluti lisaks ka teostatavust.

Tulemuste hindamisel kasutati kolme näitaja – autode läbisõidu, ühistranspordikasutajate läbisõidu ning autodest trammi üle tulijate läbisõidu – alusel leitud järjestatud kaalutud keskmist skoori. Variantide kirjeldused ning mainitud kaalutud keskmine skoor on toodud järgnevas tabelis.

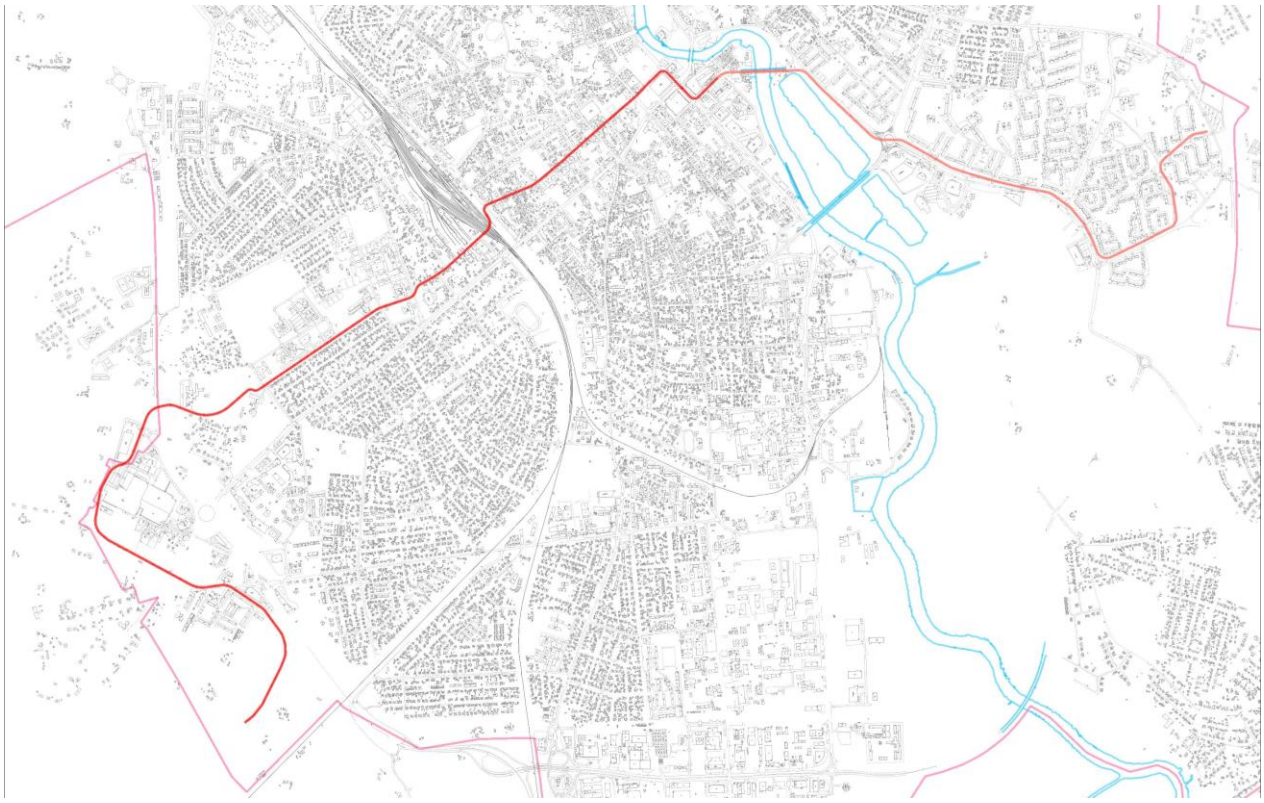
JOONIS 19. LIINID 1A (KESKLINN-RÄNILINN) JA 2A (KESKLINN-ANNELINN) ALGUSPUNKTIGA SOOLA TÄNAVAS.



JOONIS 20. LIINID 1B (KESKLINN-RÄNILINN) JA 2B (KESKLINN-ANNELINN) ALGUSPUNKTIGA SOOLA TÄNAVAS.



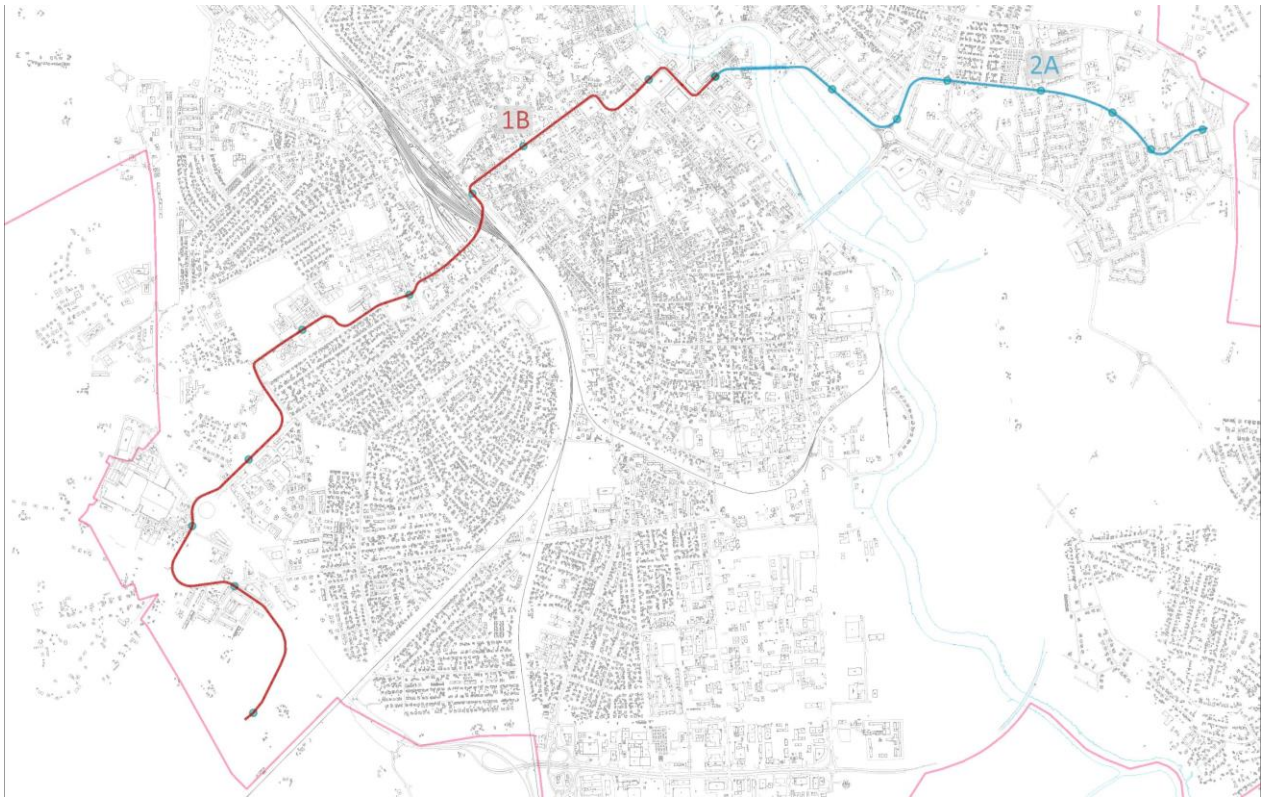
JOONIS 21. LIINID 1C (KESKLINN-RÄNILINN) JA 2C (KESKLINN-ANNELINN) ALGUSPUNKTIGA SOOLA TÄNAVAS.



TABEL 4. I ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANDID.

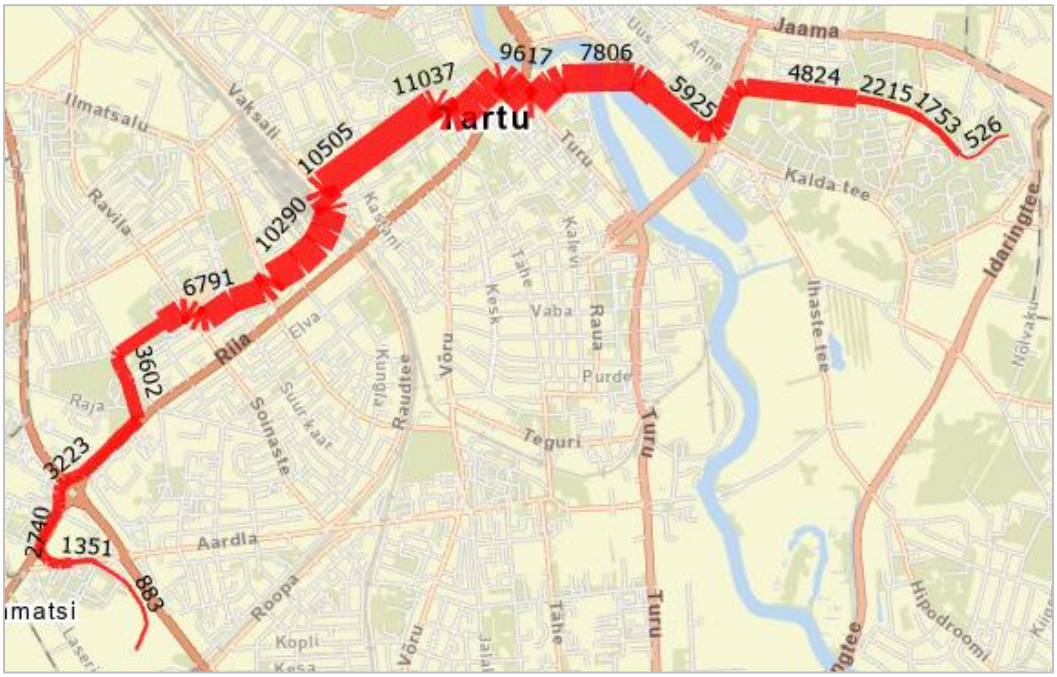
JRK	*Kood*	*Kirjeldus*	*Kaalutud keskmine skoor (suurem on parem)*
1	1A-2A	Ränilinn - Lõunakeskus - Riia tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst	2,30
2	1A-2B	Ränilinn - Lõunakeskus - Riia tn - Kesklinn -Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,09
3	1A-2C	Ränilinn - Lõunakeskus - Riia tn - Kesklinn - Fortuuna tn - Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,11
4	**1B-2A**	Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst	**2,75**
5	1B-2B	Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,59
6	1B-2C	Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn - Fortuuna tn - Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,61
7	1C-2A	Ränilinn - Optika tn - Lõunakeskus - Nooruse tn - Lembitu tn - Vanemuise tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst	2,62
8	1C-2B	Ränilinn - Optika tn - Lõunakeskus - Nooruse tn - Lembitu tn - Vanemuise tn - Kesklinn -Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,45
9	1C-2C	Ränilinn - Optika tn - Lõunakeskus - Nooruse tn - Lembitu tn - Vanemuise tn - Kesklinn - Fortuuna tn - Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst	2,46

JOONIS 22. LIINID 1B2A PEATUSTEGA.



Järgneval joonisel on toodud variandi 1B2A aastaks 2060 prognoositud ööpäevased sõitjate arvud. Ülejäänud variantide kohta koostatud sarnased joonised on lisas.

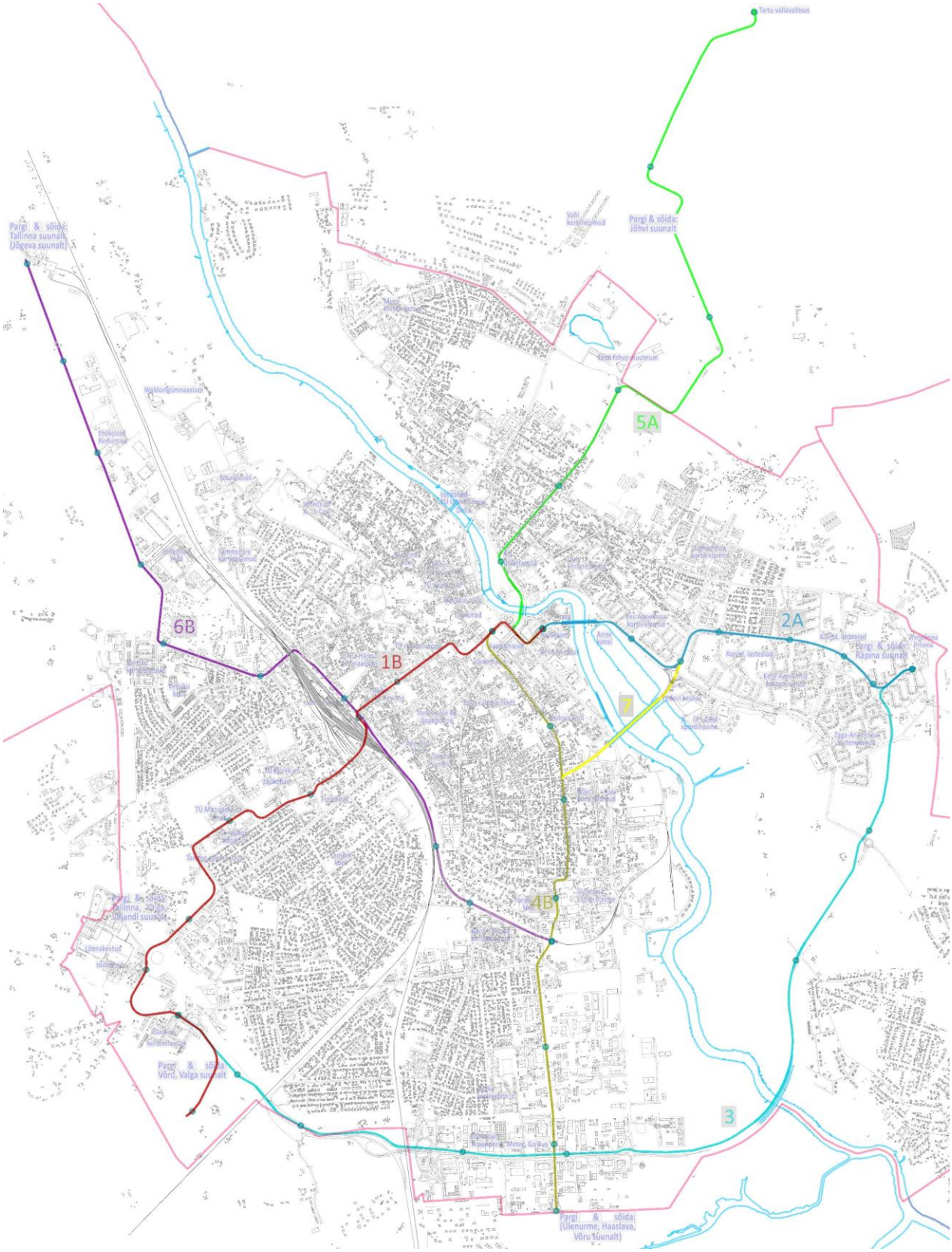
JOONIS 23. VARIANT 1B2A (2060. A PROGNOOSITUD SÕITJAD).



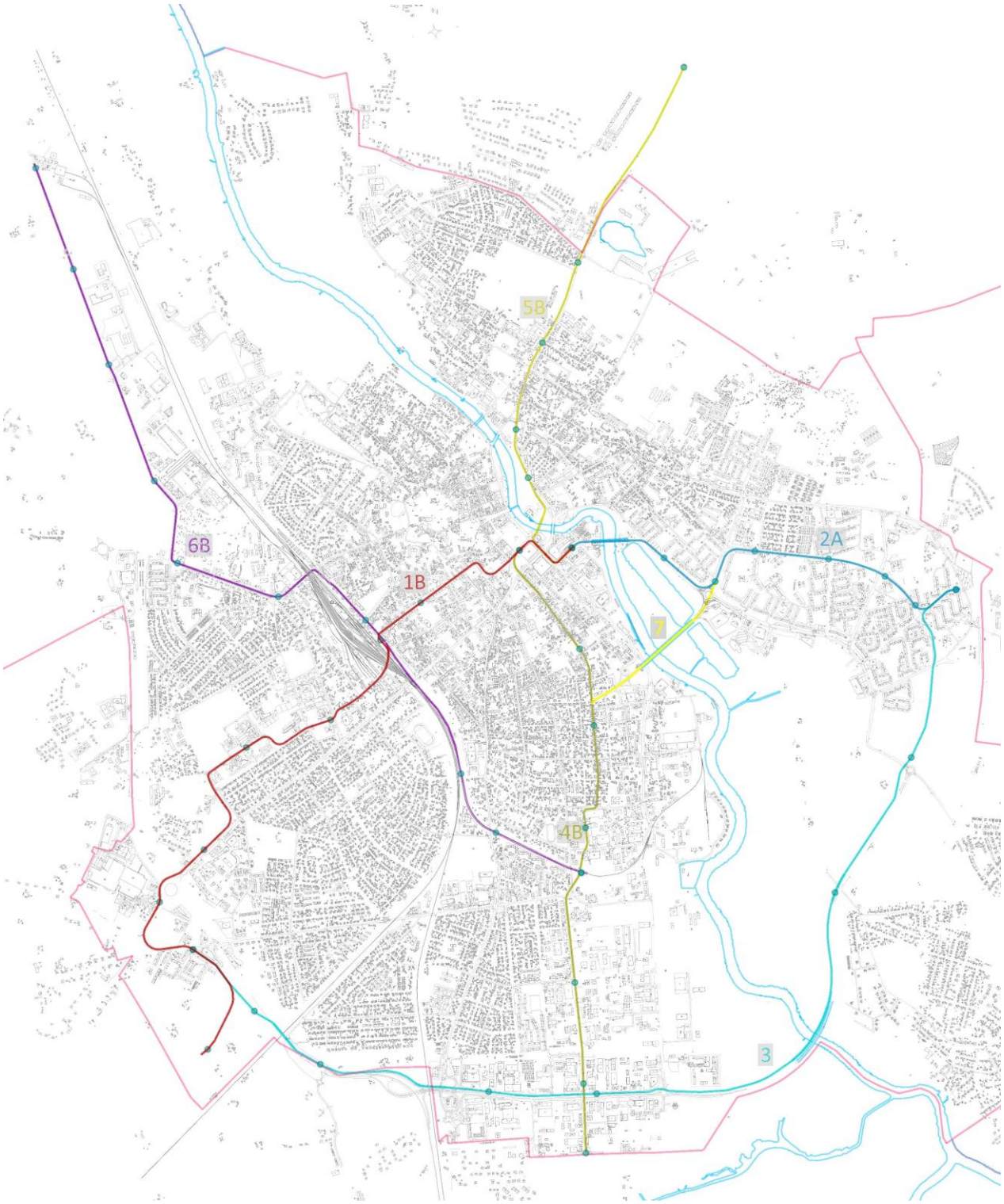
Teise etapi modelleerimise aluseks oli esimese etapi parimaks osutunud variant 1B2A (*Ränilinn - Lõunakeskus - Riia tn – W. Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Vaksali tn - Tiigi tn - Vanemuise tn - Vabaduse pst - Turu tn - Soola tn - Turu sild - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn - Kaunase pst - Nõlvaku tn*), millele olid lisatud põhja-lõuna suunalised trassid, Idaringtee kaudu kulgev trass Ränilinnast Annelinna ning Annelinna Karlovaga ühendav trass.

Kõigi II etapis modelleeritud variantide puhul rajatakse trassid **1B2A Ränilinn - kesklinn - Annelinn**, **4 kesklinn - Ropka, 5 kesklinn - Vahi - Kõrveküla, 3 Ränilinn – Ihaste sild – Annelinn, 6 Ropka - Ravila/Vorbuse** ja **7 Sõpruse silla ühendus**.

JOONIS 24. LIINID 1B2A-3-4A-5A-6A-7 PEATUSTEGA.



JOONIS 25. LIINID 1B2A-3-4B-5B-6B -7 PEATUSTEGA.



Variantide erinevused ja esialgne pingerida on kokkuvõtlikult toodud järgnevas tabelis.

TABEL 5. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANDID (KOONDTABEL).

JRK	*Kood*	*Lisaks rajatakse trassid:*	*Kaalutud keskmine skoor (suurem on parem)*
1	1B2A-4A5A-3-6A-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	2,83
2	1B2A-4A5B-3-6A-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	2,85
3	1B2A-4A5A-3-6B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	2,82
4	1B2A-4A5B-3-6B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	2,87
5	1B2A-4B5A-3-6A-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	2,82
6	1B2A-4B5B-3-6A-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	2,88
7	**1B2A-4B5A-3-6B-7**	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	**2,89**
8	1B2A-4B5B-3-6B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	2,87

Modelleerimistulemuste alusel moodustatud pingerida osutus üsna ühetaoliseks, kuid eelistatuks osutus variant „1B2A-4B5A-3-6B-7“.

Järgnevas tabelis on toodud variandi „1B2A-4B5A-3-6B-7“ detailsem kirjeldus ning aastaks 2060 prognoositud ööpäevased sõitjate arvud. Ülejäänud II etapi käigus modelleeritud variantide kohta koostatud sarnased joonised on lisas.

TABEL 6. II ETAPI KÄIGUS PARIMAKS OSUTUNUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-6B-7.

Trassid	*Sõitjate graaf, 2060. aasta maatriks*
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

Kolmanda etapi käigus modelleeriti täiendavalt stsenaariume, kui kõiki etapis II modelleeritud trasse välja ei ehitata. Tulemust saab kasutada ka trasside etapiviisilise väljaehitamise planeerimisel.

Sarnaselt teise etapi variantidega rajatakse kas kõigi kolmanda etapi variantide puhul trass 1B2A Rän: Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst.

TABEL 7. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANDID (KOONDTABEL).

JRK	*Kood*	*Lisaks rajatakse trassid:*
1	1B2A-4B5A-3-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - Kõrveküla: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst

JRK	*Kood*	*Lisaks rajatakse trassid:*
2	1B2A-5A-3-6B	Kesklinn - Kõrveküla: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn
3	1B2A-4B-3-6B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst
4	1B2A-4B5A-6B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - Kõrveküla: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst
5	1B2A-4B5A-3-6B	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Kesklinn - Kõrveküla: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn
6	1B2A-4B-7	Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst
7	1B2A-3	Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst
8	P	Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst Kesklinn - Kõrveküla: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt - Vahi - Kõrveküla

Modelleerimistulemused olid põhiliselt sisendiks järgnevates peatükkides käsitletud finants- ja sotsiaalmajanduslikele arvutustele.

Kõikide analüüsitavate lõikude jaoks määrati tavapärased transpordivõrkude modelleerimisel kasutatavad suurused nagu summaarne läbisõit lõigul (a-km), summaarne ajakulu lõigul (a-h) ja läbilaskevõime kasutustase.

Mudeli väljundina valmis iga analüüsitud variandi kohta kartogramm ja ning sellega kaasnev tulemust iseloomustav statistiline materjal. Tulemuse GIS osa lisatakse aruandele eraldi failidena ESRI shape formaadis.

Shape formaadi atribuutandmete tabelis (.dbf) on 2 põhiveergu („V1_1“ ja „V3_1“), ülejäänud on mudelis nende põhjal arvutatud. Veerg „V1_1“ sisaldab autode maatriksi õhtuse tipptunni modelleerimistulemust, olenevalt ühenduse tüübist kas sõitude arvu lõigul või trammile üle tulijate arvu. Veerg „V3_1“ sisaldab ühistranspordiga liiklejate arvu lõigul ööpäevas.

Korrutades eelnevaid lõigu pikkusega (veerg DISTANCE), saame vastavalt kas summaarse läbisõidu a-km, summaarse jalgsikäigu pikkuse km või summaarse trammi kasutuse ööpäevas sõitja-km. Korrutades eelnevaid ajakuluga lõigul (veerg TIME_1), saame vastavalt kas summaarse ajakulu a-min., summaarse jalgsikäigu aja min. või summaarse trammi kasutuse ööpäevas sõitja-min.

Järgnevas tabelis on toodud modelleerimistulemuste koondandmed variantide lõikes. Iteratsioonide arv näitab mitu kordust kulus mudelil stabiilse olukorra saavutamiseks. Läbisõit tänavavõrgul iseloomustab kaudselt ka olukorda ristmikel – ooteaegade suurenemisel hakatakse enam kasutama pikemaid marsruute. Ajakulu veerg sisaldab nii ajakulu tänavatel kui ka ooteaegu ristmikel. Keskmine kiirus tänavatel iseloomustab tänavate suhtelist koormatust ning ei arvesta ajakulu ristmikel. Küll on ajakulud ristmikel arvesse võetud ühenduskiiruse arvutamisel.

TABEL 8. MODELLEERIMISTULEMUSTE KOONDTABEL (2060. a).

Variant	*Iteratsioone*	*Läbisõit, a-km*	*Ajakulu, a-h*	*Keskmine kiirus tänavatel, km/h*	*Keskmine ühenduskiirus, km/h*
Etapp I, 2060.a.					
BAU	30	182 915	7 717	34,3	23,7
1A-2A	32	184 384	7 827	33,8	23,6
1A-2B	32	184 910	7 874	33,9	23,5
1A-2C	32	184 882	7 863	33,9	23,5
1B-2A	32	180 585	7 459	33,9	24,2
1B-2B	31	181 139	7 503	34,0	24,1
1B-2C	31	181 087	7 496	33,9	24,2
1C-2A	32	180 125	7 475	33,9	24,1
1C-2B	32	180 594	7 492	33,9	24,1
1C-2C	33	180 400	7 487	33,9	24,1
Etapp II, 2060.a.					
1B2A-4A5A-3-6A-7	25	178 713	7 344	33,4	24,3
1B2A-4A5B-3-6A-7	28	178 242	7 311	33,4	24,4
1B2A-4A5A-3-6B-7	28	178 382	7 318	33,4	24,4
1B2A-4A5B-3-6B-7	31	177 985	7 286	33,3	24,4
1B2A-4B5A-3-6A-7	27	1781 08	7 281	33,3	24,5
1B2A-4B5B-3-6A-7	29	177 777	7 265	33,3	24,5
1B2A-4B5A-3-6B-7	25	178 307	7 297	33,3	24,4
1B2A-4B5B-3-6B-7	28	177 873	7 267	33,3	24,5
Etapp III, 2060.a.					
1B2A-4B5A-3-7	29	177 270	7 126	33,2	24,9
1B2A-5A-3-6B	28	178 299	7 218	33,3	24,7
1B2A-4B-3-6B-7	18	178 354	7 211	33,4	24,7
1B2A-4B5A-6B-7	25	177 689	7 149	33,2	24,9
1B2A-4B5A-3-6B	25	177 521	7 133	33,2	24,9
1B2A-4B-7	29	177 456	7 143	33,5	24,8
1B2A-3	29	178 292	7 222	33,6	24,7
P	34	178 835	7 283	33,8	24,6

3.2. TEHNILINE TEOSTATVUS

3.2.1. TEHNILISED EELDUSED JA PARAMEETRID

Üheks oluliseks parameetriks ühistranspordi konkurentsivõime tõstmiseks linnades on terviklik ajakulu, mille osisteks on nii sõiduaeg, kui ka aeg peatusesse/peatusest liikumisele. Viimase määrab jällegi suurel määral ära peatuse asukoht liikumiste peamiste lähte- ja sihtpunktide suhtes.

Peatuse asukohta, sealhulgas kaugust käsitleb ka Eesti standard *EVS 843:2016 Linnatänavad*. Seal on tabelis 6.32 esitatud järgmised parameetrid:

TABEL 9. JALGSIKÄIGU PIKKUS ÜHISSÕIDUKI PEATUSSE EVS 843:2016 ALUSEL.

Peatuse asukoht	Suurim jalgsikäigu pikkus lähte- või sihtpunkti ja peatuse vahel (m)		
	Ühissõidukite intervall		
	< 8 min	8 min kuni 15 min	> 15 min
Linnakeskus	500	400	300
Korruselamutega alad ja tööstusalad	700	600	400
Madalakorruseliste elamutega alad	1 000	800	600

Käesolevas töös on arvestatud keskmiseks trammipeatuste vahekauguseks 400 - 700m. Linna äärealadel ja linna piiri ületavate trasside puhul on peatused valitud lähtuvalt asustuse paiknevusest.

Kuna trammisüsteem ei saa toimida teistest ühistranspordi lahendustest eraldiseisvana, siis on olulise momendina vajalik välja tuua ka vajalikud viaduktid ja sillad (Tabel 10).

TABEL 10. KAVANDATAVATE VIADUKTIDE, SILDADE JA TUNNELITE HINNANGULISED PIKKUSED MODELLEERITUD VARIANTIDE LÕIKES.

Trass	*Trassi pikkus, km*	*Sillad/viaduktid, km*	*Tunnelid, km*
1A2A	8,5	0,263	
1A2B	8,8	0,263	
1A2C	8,6	0,263	
1B2A	9,3	0,263	0,149
1B2B	9,5	0,263	0,149
1B2C	9,3	0,263	0,149
1C2A	9,5	0,263	0,149
1C2B	9,8	0,263	0,149
1C2C	9,6	0,263	0,149
1B2A-4A5A-3-6A-7	36,1	0,845	0,606
1B2A-4A5B-3-6A-7	35,6	0,851	0,606
1B2A-4A5A-3-6B-7	36,6	0,845	0,857
1B2A-4A5B-3-6B-7	36,1	0,851	0,857
1B2A-4B5A-3-6A-7	35,6	0,387	0,149
1B2A-4B5B-3-6A-7	35,1	0,845	0,857
1B2A-4B5A-3-6B-7	36,1	0,845	0,857
1B2A-4B5B-3-6B-7	35,6	0,851	0,857
1B2A-4B5A-3-7	29,9	0,845	0,606
1B2A-4B-3-6B-7	30,5	0,263	0,400

Trass	Trassi pikkus, km	Sillad/viaduktid, km	Tunnelid, km
1B2A-4B5A-6B-7	28,3	0,381	0,400
1B2A-4B-7	15,2	0,263	0,149
1B2A-5A-3-6B	30,8	0,845	0,857
1B2A-3	18,1	0,727	0,606
1B2A-4B5A-3-6B	35,4	0,845	0,857
P	22,8	0,799	0,530

Trammiliikluse konkurentsivõime suurendamise huvides on otstarbekas lahendada trammitee paiknemine tänavavõrgul võimalikult eraldiseisvana muust liiklusest, et tagada talle võimalikul takistusteta ja seega võimalikult väikeste täiendavate ajakuluga liikumine. Kui trammiteel saab liigelda ka muu liiklusvoog, näiteks autoliiklus, siis see viib oluliselt alla trammiliikluse kiirust, eelkõige ei võimalda see siis saavutada eesmärgilist ühenduskiirust. Selle tulemusena aga langeb oluliselt trammi konkurentsivõime.

Teatud määral on kompromissvariant see, kui trammitrassi saavad kasutada ka bussid. Kõnealune lahendus tuleb kõne alla kohtades, kus tingimused on piiravad ega võimalda eraldi asetsevat trammiteed projekteerida. Täpsemad lahendused igas konkreetses lõigus peavad selguma projekteerimise käigus.

Ehituse mahtude planeerimisel on vastavalt kehtivatele standarditele arvestatud, et üherööpmeline trammitee ajab vähemalt 3 m laiust trassi.

3.2.2. MEETMED ÜHISTRANSPORDI KASUTATAVUSE SUURENDAMISEKS

Ajakulu vähendamise võimalused ühistranspordi kasutamisel

Ühistranspordi kasutuse maksimeerimise eelduseks on erinevuste minimeerimine alternatiivsete liikumisviisidega. Varasemate uuringute põhjal on oluliste teemadena esile kerkinud ühistranspordi kasutusega kaasnev suurem ajakulu, ühistranspordi madalam ühenduskiirus, teenuse kättesaadavus ning ühistranspordi kasutamisel tekkivad probleemid seoses juurdepääsetavusega linna eri piirkondadele, mida ühistransport ei kata või ei kata piisavalt.

Erinevates uuringutes on selgelt esile kerkinud auto eelistamine teiste liikumisviiside ees seoses selle suurema aegruumilise ulatusega. Peamise probleemina saab siin esile tõsta tänast olukorda, kus ühistranspordi kasutamisel tekkiv ajakulu nn uksest ukseni liikumisel on autoga võrreldes oluliselt suurem. Seega - võrreldes ühistranspordiga jõuab autoga kiiremini kohale.

Mistahes liikumisviisi kasutamisel tekkiv summaarne ajakulu koosneb omakorda erinevatest komponentidest, näiteks liikumise ajast lähtepunktist sõidukini, selle ootamisele kuluvast ajast, ümberistumisele kuluvast ajast, sõiduajast ja lõpuks ka peatuskohast sihtpunkti liikumisele kuluvast ajast. Ühistranspordi kasutuse maksimeerimise eelduseks on seeläbi parandada ühistranspordi kasutamisel tekkivat summaarset ajakulu, sealhulgas ühenduskiirust, millega mõjutatakse kõige enam sõiduajakulu. Samas mõjutab summaarset ajakulu ka peatuste paiknemine, sõiduplaanist tulenevad ooteajad jms. Võrdluses autoga on aga viimase puhul olulised ka parkimiskohtade kättesaadavus, liikluspiirangud ja ummikud linna tänavavõrgul. Seega tuleb erinevate transpordiliikide konkurentsivõime hindamiseks läbi viia terviklik analüüs.

Eelkõige eeldab analüüs võrreldava ülevaate loomist peamiste liikumissuundade ning eri liikumisviiside ühendusaja suhtes ning raamistiku loomist, mis võimaldab hinnata, kas pakutav ühistranspordi ühenduskiirus on konkurentsivõimeline teiste liikumisviisidega või esineb probleeme. Ühistranspordi ühenduskiiruste võrdlusanalüüsi tulemused annavad võimaluse määratleda suunad, kus on vajalik parandada ühenduskiirust, määratleda parameetrid, mille ulatuses kvaliteeti on vaja parandada ning üksikute meetmete analüüsi tulemusena leida tõhusaimad lahendused soovitud eesmärgi saavutamiseks.

Ühistransporditeenuse kvaliteedi parandamisel on oluline teenuse kvaliteedi parandamine tervikuna. See puudutab nii ühistranspordi veeremit kui ka ootetingimusi. Uuringud toovad autokasutuse eelistamise

põhjusena sageli välja ühistranspordi teenuse kvaliteedi taseme puudujäägid. Kvaliteedi tagamiseks on vajalik kombinatsioon tugevatest ja pehmetest meetmetest, mis lisaks ühistranspordile on suunatud ka autokasutuse vähendamisele, näiteks tasulise parkimisala suurendamise või tänavaruumi ümberjagamise kaudu.

Seega keskendub käesolev uuring eelkõige peamistele aspektidele, mis mõjutavad konkurentsivõimet ühistranspordi ja sõiduautoliikluse vahel. On oluline, et eelkõige uute ühistranspordiliinide ja –marsruutide planeerimisel oleks juba arvesse võetud seda, et rakendatav teenus oleks konkurentsivõimeline sõiduautoga, tagades selleks eelkõige optimaalsed peatuste asukohad, kõrge ühenduskiiruse selleks eraldatud trassidel ja ühissõidukite prioriteedisüsteemide rakendamise sõlmristmikel. Samad tegevused on teatud (kuid siiski piiratud) mahus võimalikud ka olemasolevatel trassidel, mistõttu tuuakse need ka kõnealuses kontekstis välja. Kiirete ja kvaliteetsete ühenduste tagamine on aga peamiseks eelduseks ühistranspordi kasutatavuse maksimeerimisel.

Vastavalt ülaltoodule on ühistranspordi, sealhulgas trammiliikluse konkurentsivõime suurendamiseks võimalik rakendada ka erinevaid tehnilisi ja korralduslikke meetmeid, näiteks:

- Trammiveerem kahepoolsete ustega võimaldab vähendada peatumise aega peatuses;,
- Ühistranspordi prioriteedisüsteem, võimaldab vähendada ooteaega ristmikel;
- Ühenduskiiruse tõstmine, võimaldab vähendada sõiduaega;
- Ühissõidukite peatuste asukohtade optimeerimine, võimaldab vähendada peatuses kuluvat aega;
- Piletimüügi viimine ühissõidukist välja võimaldab vähendada peatumise aega.

Loetletute osas esitame alljärgnevalt hinnangulise ülevaate nende meetmete võimalikust mõjust. Seejärel on kirjeldatud ka teisi olulisi meetmeid, mis ei mõjuta küll ühenduskiirust, kuid mängivad sellegi poolest olulist rolli ühistranspordi kasutatavuse maksimeerimisel.

Trammiveerem kahepoolsete ustega

Miks eelistatakse paljudes linnades Läänes kahesuunalist trammiveeremit? Ühesuunalisel trammidel on uksed ainult veeremi paremal küljel ja üks juhikabiin. Kahesuunalisel on uksed veeremi mõlemal küljel ja juhikabiinid mõlemas otsas.

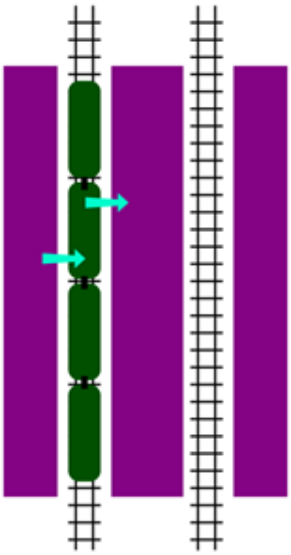
JOONIS 26. KAHEPOOLSETE USTEGA TRAMMIVEEREM.

Kahesuunalised trammid ei vaja tagasipöördeks tagasipöördeaasasid, kahesuunaliste trammide olemasolul saaks pikematel trammiteeharudel näha ette N-kujulised tagasipöördesõlmed. Lahendus on oluliselt ruumisäästlikum – tagasipöördesõlme pindalaga võrreldes on vaja ca 15 korda väiksemat maa-ala.

Näiteks ongi Tallinna trammivõrgu üheks puuduseks tagasipöördeaasad, mis paiknevad praktiliselt ainult trammivõrgu otstes. See on halb näiteks avariide korral, kui peale liiklustakistuse kõrvaldamist on vaja kiiresti taastada plaanipärane trammiliiklus.

Teiseks kahepoolsete ustega trammiveeremi eeliseks on lühemad peatusajad peatustes, sest kahepoolsed uksed võimaldavad üheaegselt teostada nii sõitjate väljumist kui sisenemist trammi ning suurendades läbimiskiirust marsruudil. Samas on oluline mainida, et kõnealune lahendus vajab ka kahte platvormi kummalgi pool trammiteed, mistõttu on selle kasutamine otstarbekas vaid kohtades, kus reisijate arv eriti kõrge.

JOONIS 27. KAHEPOOLSETE USTEGA TRAMMI REISIJAVOOG KAHEPOOLSE PLATVORMIGA PEATUSES.



Kahepoolsete ustega trammiveeremi hinnanguline efekt sõiduajale on esitatud alljärgnevas tabelis, vastavalt baaskiirusele 20 ja 25 km/h.

TABEL 11. VÕIMALIK SÕIDUAJA SÄÄST KAHEPOOLSETE USTEGA TRAMMI REISIJAVOO HAJUTAMISEL KAHEPOOLSE PLATVORMIGA PEATUSES.

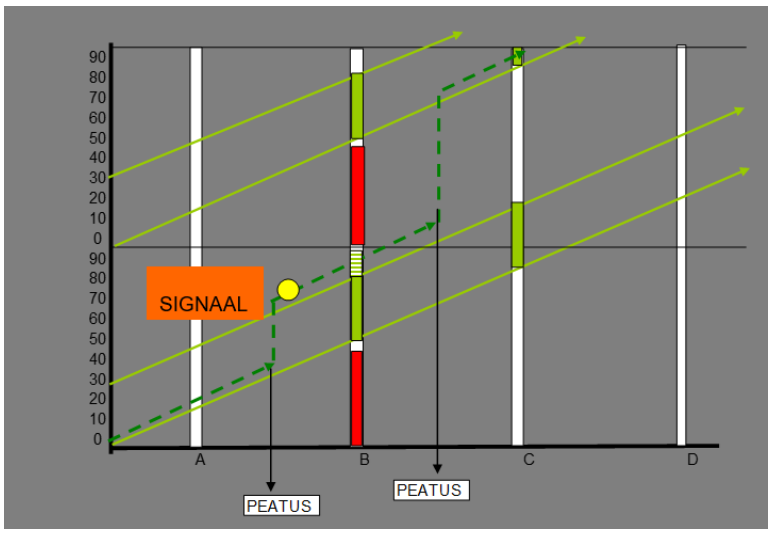
Ühenduskiirus	*20*	*25*	***km/h***
	5,56	6,94	m/s
1 km läbimise aeg, kokku	180	144	sek
Peatuste arv	2	2	tk/km
peatumise aeg, ühes peatuses	40	40	sek
sh aeg peatustes	80	80	sek
sh sõiduaeg	100	64	sek
Peatumise aeg (topeltuksed) /peatuses	30	31	sek
Peatumise aeg / 1 km	60	62	sek
1 km läbimise aeg kokku	160	126	sek
Uus ühenduskiirus	6,25	7,94	m/s
	22,5	**28,6**	**km/h**
Ühenduskiiruse kasv	**13%**	**14%**	**%**

Ühistranspordi prioriteedisüsteem

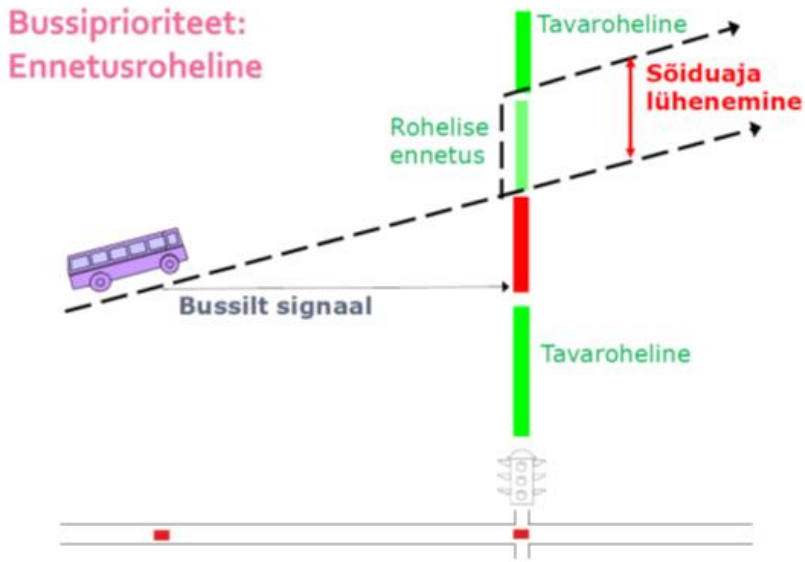
Teiseks oluliseks võimaluseks ühistranspordi konkurentsivõime parandamisel on vähendada ühissõidukite ooteaegu ristmikel (eelkõige reguleeritud ristmikel) võttes kasutusele nn ühistranspordi prioriteedisüsteemi. Üldjuhul jagatakse ühistranspordi prioriteedisüsteemid passiivseteks ja aktiivseteks. Passiivsete puhul võimaldatakse ühissõidukitele võimalikult väheste takistustega ligipääs ristmikuni, näiteks kasutades ühissõidukiradu. Ühissõiduki ristmiku ületus toimub sel juhul ikkagi tavalise fooriprogrammi rohelise signaali süttides.

Aktiivse prioriteedisüsteemi puhul aga tuvastatakse ka ühissõiduki viibimine või lähenemine reguleeritud ristmikule, kasutades selleks spetsiaalseid andureid või näiteks asukohatuvastust (GPS). Sellisel juhul üritatakse fooriprogrammi teatud määral muutes vähendada maksimaalselt ühissõiduki ooteaega ristmikul. Seda saab teha kas ühissõiduki liikumissuuna rohelist signaali pikendades (juhul kui ühissõiduk saabub ristmikule ajal, mil roheline signaal on lõppemas) või lülitades ühissõiduki jaoks vajaliku rohelise signaali sisse veidi enne nn tavapärast lülitushetke (juhul kui ühissõiduk saabub ristmikule enne rohelise signaali süttimist ja peaks tavaolukorras ootama rohelist signaali).

JOONIS 28. KAHEPOOLSETE USTEGA TRAMMI REISIJAVOOG KAHEPOOLSE PLATVORMIGA PEATUSES.



JOONIS 29. ÜHISSÕIDUKITELE FOORIRISTMIKUL ANTAV ENNETUS.



Tallinnas on juba aastate eest Interreg Civitas Mimosa projekti raames alustatud ühissõidukite prioriteedisüsteemi loomise ja rakendamisega. Üldjuhul eeldab aga busside fooride prioriteedisüsteemi kasutusele võtmine ka ühissõidukiraja (või autoliiklusest eraldi paikneva trammitrassi) loomist. Tallinna seniste kogemuste põhjal on kasutatud ühissõidukitele rohelise signaali ennetust või pikendamist tavaliselt kuni 5 sekundi võrra. Pikemad ennetused või pikendused hakkaksid juba oluliselt mõjutama autoliikluse toimimist.

Alltoodud arvutustes on lähtutud järgmistest keskmistest tüüpilistest fooriprogrammi parameetritest:

- fooritsükli kestvus c=90 sek;
- keskmine fooriprogrammi muutmisest tulenev ajasääst ühissõidukile 5 sekundit ühes fooritsüklis.

Selline lahendus võimaldaks foorisüsteemi prioriteedi rakendamisel suurendada ühissõidukite liiklemise ühenduskiirust 6…7 % võrra.

TABEL 12. VÕIMALIK SÕIDUAJA SÄÄST FOORISÜSTEEMI PRIORITEEDI RAKENDAMISEL.

FOORIPRIORITEET			
Ühissõidukite tänane ühenduskiirus	**20**	**25**	km/h
	5,56	6,94	m/s
1 km läbimise aeg	180	144	sek
Ajavõit ühistranspordi prioriteedi rakendamisel	5	5	sek/c
Ajasääst	200	200	sek/h
	170	134	sek/km
Ühenduskiirus ühistranspordi prioriteediga	**21,2**	**26,9**	km/h
Ühenduskiiruse kasv	**5,9%**	**7,5%**	**%**

Samas on näiteks Saksamaal saavutatud keerukamate lahendustega ajasäästu ka üle 10%, kuid sellisel juhul on eelduseks foorisüsteemi tsentraliseeritud juhtimine. Nii ei suhtle ühissõiduk mitte otse fooriga, vaid teavitab kesksüsteemi oma asukohast ja teistest hetkeparameetritest. Nende andmete alusel maksimeerib vastav algoritm üheaegselt nii fooriprioriteedi mõju ühissõiduki liikumiskiirusele kui ka minimeerib negatiivset mõju autoliiklusele. Muuhulgas jälgib seesugune süsteem ka ühissõiduki graafikus püsivust, andes prioriteedi vaid juhul, kuid esineb hilinemisrisk. Sellise lahenduse eelduseks on aga intelligentsete transpordisüsteemide sisseseadmine (ITS) linnas, mis võimaldab nii foore kui ka ühistransporti tsentraliseeritult juhtida. Muuhulgas on võimalik antud süsteemi alusel seada sisse ka ühissõidukijuhi nõustamissüsteem, mis aitab optimeerida ühissõiduki liikumiskiirust ja liikumise sujuvust. Tulemusena peavad ühissõidukid vähem peatuma, mis omakorda toob kaasa madalama energiakulu ning kõrgema sõidumugavuse reisijatele[1].

Linnavälistel suure tippkiirusega lõikudel tasub kaaluda absoluutse prioriteediga lahenduste kasutamist sarnaselt raudtee-ülesõitudele.

Ühissõidukite ühenduskiiruse suurendamine

Kolmandaks võimaluseks ühistranspordi konkurentsivõime tõstmisel just ühissõidukite ajakulu silmas pidades on ühissõidukite, eelkõige omaette vööndis liikuva trammi piirkiiruse suurendamine.

Tehniliselt, lähtuvalt riigihanke tingimustest, millega näiteks Tallinna Linnatranspordi AS hankis uusi tramme, küüniks trammide maksimaalne kiirus kuni 70 km/h-ni. Hanke tingimusi kommenteerides mainis

[1] Krimmling, J. (2019): Pünktlich ans Ziel: Digitale Verkehrssteuerungskonzepte für Bus und Bahn. 9. ÖPNV Innovationskongress. Freiburg, 13. März 2019. https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/bilder/MVI_Bilder/Innovationskongress/13_30_2019-03-13-Freiburg-neu.pdf

TLT trammiliiklusteenistuse direktor Andres Vään, et trammi töökiirus peaks olema kuni 50 km/h ning maksimaalne kiirus peaks küündima 70 km/h[2].

Seega saaks üheks trammi konkurentsivõime tõstmise meetmeks olla ka trammi füüsilise liikumiskiiruse suurendamine. Üheks võimaluseks on siinkohal planeeritavatel uutel trassidel kurviraadiuste maksimeerimine. Kui tramm liigub omaette vööndis, siis võib trammi lubatud piirkiirus olla isegi suurem teistele sõidukitele kehtestatud piirkiirusest, eriti kui see on tavapärasest (50 km/h) väiksem.

Ühissõidukite peatuste optimeerimine

Neljandaks võimaluseks on peatuste arvu vähendamine. Iga peatusega kaasneb ühissõiduki liikumise režiimi muutumine (aeglustus-, pidurdus-, seisuaeg sõitjate sisenemiseks ja väljumiseks, kiirendus), mis toob kaasa ka ühenduskiiruse languse. Peatuseks kuluv aeg sõltub loomulikult sõitjate arvust ja teatud määral ka ühissõiduki tehnilisest lahendusest (ühe- või kahepoolsete ustega veerem), kuid keskmiselt peatub ühissõiduk peatuses 15 kuni 60 sekundit. Seega võimaldaks peatuste arvu vähendamine küll suurendada ühissõidukite ühenduskiirust, kuid samas muutuks sõitjate ajakulu reisijatele pikemaks, sest peatus paikneb neile vajalikust objektist kaugemal ja selleni liikumine nõuab rohkem aega. Sellest tulenevalt tuleks hoolikalt analüüsida ja kaaluda peatuste arvu võimalikku muutmist. Seega on peatuste arv alati teatud kompromiss ühissõiduki ühenduskiiruse ja sõitjate arvu vahel.

TABEL 13. PRAEGU KEHTIVAS EESTI STANDARDIS EVS 843:2016 LINNATÄNAVAD TOODUD SUURIMA JALGSIKÄIGU PIKKUSE VÄÄRTUSED SÕLTUVALT ÜHISSÕIDUKITE LIIKUMISE INTERVALLIST (MIN).

Peatuse asukoht	Suurim jalgsikäigu pikkus lähte- või sihtpunkti ja peatuse vahel (m)		
	Ühissõidukite intervall		
	< 8 min	8 min kuni 15 min	> 15 min
Linnakeskus	500	400	300
Korruselamutega alad ja tööstusalad	700	600	400
Madalakorruseliste elamutega alad	1 000	800	600

Peatuste asukohale lisaks on kasutajate vaatest pea sama tähtis ka peatuste füüsiline kvaliteet. Minimaalselt peavad peatused olema hästi valgustatud, pakkuma istumisvõimalust ning eriti Eesti kliimas pakkuma piisavat varju ilmastikutingimuste eest. Boonuseks oleks kindlasti külmal aastaajal töötav soojendi. Tagatud peab olema puhtus ning turvalisus peatustes.

Piletimüügi viimine ühissõidukist välja

Üheks oluliseks viivituste põhjuseks ühistranspordis võib olla ka piletimüük, mida teostab ühissõidukijuht. Seetõttu on oluline viia piletimüük ühissõidukist välja, kasutades mobiilseid piletimüügivõimalusi, viipemakset, piletiautomaate või muid taolisi meetmeid. Nii vabastatakse ühissõidukijuht piletite müügi kohustusest ning minimeeritakse hilinemisriski.

Intermodaalsuse toetamine

Ühistranspordi, sealhulgas trammikasutuse maksimeerimisel on oluline roll ka erinevate liikumisviiside kombineerimisel, mis aitab veelgi suuremat teenindusala hõlmata ja rohkemate elanikeni jõuda. Selle juures on kaks suuremat suunda:

- eri transpordiliike (auto+tramm, ratas+tramm) kombineerivad lahendused;
- nn „viimase miili“ lahendused sh nõudetranspordi rakendamise võimalus lõpp-peatustest.

Tramm ning autoliiklus võivad olla ka teineteist toetavad liikumisviisid läbi pargi & reisi (edaspidi P&R) lahenduste kasutamise just linna äärealadel ja kaugemates sihtkohtades. Kui trammiühendused tekivad ja

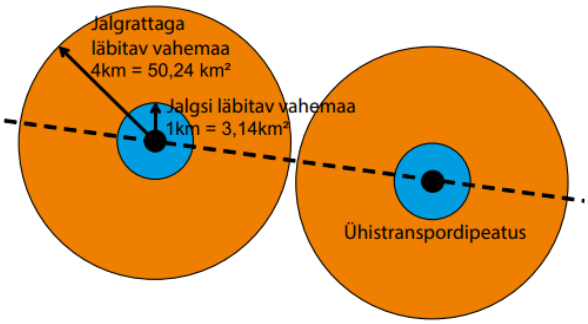
[2] Ajaleht Pealinn, 2.10.2017.

pakuvad kiiremat ühendust, muutub see atraktiivseks ka kaugemalt tulijatele ning autosid oleks võimalik jätta juba ka linnapiiri taha. Trammiliinide jaoks ruumi reserveerimisega samaaegselt tuleks olulistes sõlmpunktides ette näha ka pargi & reisi parklate jaoks kohad.

Sellised P&R-parklad peaks asuma liini lõpp-punktis, lisaks kindlasti ka transpordisõlmedes. Soovitatav on parklad rajada kohta, kus inimesed saavad kasutada ka teisi igapäevaselt vajalikke funktsioone, nagu näiteks toidupood või spordiasutus. Nii saab toimuda edukalt ka parklate ristkasutus.

Sarnaselt autodele on ka jalgratta ja trammivõrgu kombineerimisel mitmeid eeliseid. Peamine neist on ühistranspordipeatuse teenindusraadiuse üle kümnekordne laiendamine, mis eriti hajaasustatud piirkondades võib vähendada vajadust täiendava kohaliku ühistranspordi ja peatuste sageduse järele. Tulevikuvaates, arvestades elektriliste tõukerataste ja jalgrataste suurenevat levikut, laieneb teenindusala veelgi.

JOONIS 30. ÜHISTRANSPORDI PEATUSE POTENTSIAALNE HAARE JALGSI JA RATTAGA LIIKUDES.



Allikas: Jalgrattaliikluse käsiraamat[3]

Seetõttu tuleb kõiki trammitrassidele jäävaid ühistranspordi peatusi käsitleda potentsiaalsete ühenduspunktidena ja tagada vajalik infrastruktuur ka rataste parkimiseks. Esmajärjekorras tuleks kindlasti seda teha samades kohtades pargi & reisi parklatega, kus peaks olema samaväärsed võimalused vänta & reisi lahenduste kasutamiseks. Teiseks tuleb vaadata üle trammitrasside seosed käsitletud põhivõrgustiku marsruutidega ning vähemalt kilomeetri raadiuses ristumis- ja kokkupuutekohtades tagada samuti korralikumad jalgrataste parkimisvõimalused. Lisaks tavapärastele rattaparklatele on soovitatav neis kohtades pakkuda ka individuaalseid lukustatavaid rattakappe, mis tagavad suurema turvatunde kasutajates. Samuti võiks olla suuremates sõlmpunktides olemas rattalaenutused. Selline süsteem sobib hästi ka nö viimase miili lahenduseks, eeskätt just elektriratastega.

JOONIS 31. NÄITEID RATTAKAPPIDEST.

[3] Jalgrattaliikluse planeerimise ja edendamise käsiraamat. 2013. https://www.mkm.ee/sites/default/files/jalgrattaliikluse_kasiraamat.pdf

Lisaks parkimisvõimalustele tuleb üha enam mõelda ka trammiga rataste transportimise võimalustele. Kuna enamasti trammi puhul ratta reisijate ruumi kaasavõtmiseks piisavalt ruumi ei ole, võib suurema nõudlusega liinidel, kus on näha rohkem rattaga saabujaid, kaaluda rattaplatvormide lisamist trammile, mida on näiteks kasutatud Stuttgardis.

JOONIS 32. TRAMMILE LISATUD RATASTE TRANSPORTIMISE PLATVORM. ALLIKAS: DYATICA[4].

Uute liinide rajamisel tuleb just liini lõpp-punktides mõelda ka viimasele miilile ehk inimeste laialiveole tegelikku lõppsihtkohta. Kõige traditsioonilisemaks lahenduseks on kohalike bussiliinide kasutamine, sellele lisanduvad ka pargi & reisi ning vänta & reisi lahendused. Ent tulevikus asenduvad ilmselt tavalised bussiliinid rohkem ka nõudetranspordiga, mida saab tellida näiteks läbi sama ühistranspordirakenduse või ka iseorganiseeruvate autojagamisrühmade. Sellel kõige soodustamiseks on tähtis tagada head ühendused peatuste ja parkimiskohtade vahel, teenuse kasutamise lihtsus (samad piletisüsteemid, reisiplaneerijad, telefonirakendused) ja piisav paindlikkus ajaliselt ja ruumiliselt vastavalt nõudlusele.

„Pehmed meetmed“ ühistranspordikasutuse edendamiseks

Ühistranspordi kasutatavuse maksimeerimisel on lisaks eelmistes punktides käsitletud traditsioonilisematele nn “tugevatele meetmetele” paljudes riikides üha aktiivsemalt kasutusele võetud täiendavad tegevused ehk nn “pehmed meetmed”, mis keskenduvad pigem teenuse kvaliteedi ja inimeste teadlikkuse tõstmisele.

Selliste meetmete peamine eesmärk otseselt mõjutada inimese otsuse tegemise protsessi, muutes nende objektiivse keskkonna taju ning alternatiivsete liikumisviisidega seotud hinnanguid ja (eel)arvamusi. Inimeste käitumine on oluliselt muutlikum, kui sageli eeldatakse ja seetõttu on ka liikumisviisi valikud muutlikumad ning mõjutatavamad väikeste nükete abil.

Tuleb rõhutada, et pehmete meetmete puhul ei piisa ühest üksikust tegevusest vaid läheneda tuleb kompleksselt, rakendades üheaegselt nii meetmeid inimeste autodest “välja saamiseks” kui kõrgekvaliteedilise ühistranspordi pakkumist “tõmbamaks” inimesi seda kasutama. Ühistransporti suuremahuliste investeeringute tegemine ei ole otstarbekas, kui samaaegselt tagatakse autodele hea ja

[4] https://dyatica.tumblr.com/post/45770064644/intermodal-transportation-involves-using-two-or

odav ligipääs linnakesksusele. Samuti ei saa need meetmed toimida ilma toetavate “tugevate meetmeteta” (näiteks pargi & reisi parklate rajamine).

Maailma kogemustele tuginedes on kõige sagedamini kasutatavad ja tulemuslikumad pehmed meetmed:

- Töökoha liikuvuskavad;
- Koolide liikuvuskavad;
- Liikuvusalased teadlikkuse tõstmise kampaaniad;
- Ühistranspordi turundamine;
- Individualiseeritud reisiplaneerimine.

Neist kaks esimest on pigem asukoha- ja asutusepõhised mistõttu neid siin pikemalt ei käsitleta. Järgnevalt on toodud lühidalt näiteid ja soovitusi viimase kolme meetme osas nii olemasolevate kui uute trammitrasside kasutatavuse suurendamiseks.

- Liikuvusalased teadlikkuse tõstmise kampaaniad ja informatsiooni kättesaadavus

Teadlikkuse tõstmise kampaaniad on seotud nii turunduse kui informatsiooni jagamisega ning neid tuleks varieerida alates väga üldisest konkreetsele sihtgrupile suunatuteni. Üldine eesmärk on ühelt poolt viia inimesteni selgem teave isikliku autokasutusega kaasnevatest mõjudest, teiselt poolt aga jagada infot uuendustest, muudatustest ja ühistranspordi kasutamisvõimalustest.

Juba toimuvatest üritustest oleks sobilik kasutada keskkonnasõbraliku liikumise kuu üritusi ja aega laiemale grupile suunatud kampaaniate tegemiseks. Väiksemate sihtrühmadega, näiteks vanuse, piirkonna, töökoha vms järgi jaotatud gruppidega tuleks teadlikult tegeled aastaringselt.

Meetoditena sobivad lisaks turundusvõtetele näiteks ka tervishoiutöötajate loengud vähese liikumise ja keskkonnasaaste mõjudest tervisele ning kuidas ka ühistranspordi kasutamine tõstab üldist aktiivsustaset. Kasutatud on ka näiteks videointervjuusid inimestega, kes on vähendanud hiljuti autokasutust ühistranspordi kasuks. Ettevõtjatele ja elanikkonna eri gruppidele tuleks pakkuda detailsemat nendega otsesemalt seonduvat taustainfot ja võimalikke positiivseid mõjutegureid nende konkreetsele elukvaliteedile.

Samuti on meede oluline avalikkuse üldise informeerimise vaatest, eriti, kui on ees ootamas suuremad muudatused (uued liinid, piletiostu võimalused, peatuste muutused jmt). Seejuures on hea info edastamine muutuste kohta, ja soovituslikult ka erinevad muutused ise, kavandada võimalikult üheaegseteks. Liiga palju muutusi lühikese aja jooksul võivad kasutajate, seejuures eriti potentsiaalsete kasutajate, silmis kahandada süsteemi usaldusväärsust.

Trammiühenduste ja üldse ühistranspordi ühenduste kohta jagatav info peab olema hästi süstematiseeritud ning läbimõeldult lakooniline. Meeletult pikkade ajagraafikute esitamine on enamike inimeste jaoks liiga infoküllane ning raskesti hoomatav. Enim vajalik info on marsruudid, ühenduste sagedus, teenindusajad, piletite soetamise võimalused ja maksumused, olulisemad ümberistumiseks sobivad peatused. Palju aitaks siinkohal kaasa ka taktsõiduplaanide sisseviimine, kus liini igast peatusest väljub ühissõiduk igal tunnil samadel minutitel (erandiks ehk varahommikused ja hilisõhtused ajad). Pargi & reisi või vänta & reisi parklaid teenindavate liinide puhul on oluline info ka parklate asukohtade ja kasutamise süsteemi kohta.

Kõik see info peab olema kättesaadav nii elektrooniliselt kui vajadusel ka paberkujul, arvestades kindlasti ka erivajadustega kasutajatega. Kuigi üha enam kasutatakse veebilehti ja mobiilirakendusi on siiski olemas segment inimesi, kelle jaoks just liiga uuenduslikud lahendused ja oskamatus neid kasutada tekitavad barjääri ka teenuse tarbimisel.

Info kättesaadavuse parandamiseks tuleks luua ja edasi arendada ka ühtset infoportaali kõigi erinevate Tartu ja lähipiirkondasid teenindava ühistranspordi (k.a. rongid, maakonnaliinid, valdade liinid) liinide kohta, mis võimaldaks ka oma teekonna planeerimist erinevate liikumisviiside kombinatsioonidena koos kindlasti ka samast kohast pileti soetamise võimalusega (ühtne piletisüsteem).

Samas ei tohi unustada, et ükski ühistranspordiga liikumine ei alga ega lõppe peatuses, mistõttu peaks igas peatuses olema ka ümbruses orienteerumiseks vajalikku infot (kaart ja viidad olulisemate sihtkohtade ja suundadega, jalgrataste ja autode parkimisvõimalused, takso ja rendisõidukite leidmise võimalused, teised väljuvad liinid jms). Kõik peatused peaksid olema varustatud ka reaalajas väljumisi näitavate tabloodega.

- Ühistranspordi turundamine

Järjepidev ühistranspordi turundamine (marketing) ja oma tootemärgi (branding) kujundamine on edu saavutamiseks kriitiline komponent, teatud juhtudel isegi olulisem kui füüsiliselt uute liinide rajamine. Individuaalses otsustusprotsessis on tegelikkuses olulisel kohal ka nö sotsiaalsetele normidele vastavus ja sõltumine ümberkaudsete arvamusest, mistõttu tulebki seda erinevate meetoditega püüda vajalikus suunas kujundada. Võimalikeks kanaliteks on nii ajakirjandus ja seal loodavad rollimudelid, sotsiaalmeedia, haridus ja õppematerjalid aga ka meelelahutus.

Seejuures on ka ühissõiduk üks tootemärki kujundav element, mille kvaliteet, reisijasõbralikkus ning esteetiline väljanägemine mängib olulist rolli süsteemi maine kujundamisel. Seetõttu ei ole kohane ka ühissõidukite kasutamine kolmandate toodete ja/või teenuste reklaamimiseks, varjutades ühistranspordi kui teenuse identiteedi. Negatiivne näide on ühissõidukite akende ja muu välispinna müük reklaamipinnana, mis vähendab nii ühissõiduki äratuntavust linnaruumis (raskesti tuvastatav liini number või transpordiliik) kui ka sõidumugavust ühistranspordikasutajate jaoks (vähenenud ühissõiduki salongi valgustatus, piiratud väljavaade ühissõiduki akendest). Paljudes Euroopa linnades on kehtestatud piirangud kolmandate osapoolte reklaami eksponeerimisele ühissõidukitel. Kõige levinum meede (kehtib ka näiteks Tartus) on ühissõidukite akende ülekleepimise keeld.

Trammi spetsiifiliseks eeliseks on sellele transpordiliigile omistatav bussiliinidest positiivsem kuvand inimeste silmis, mis on äratuntav ka tallinlaste seas. Seetõttu on ka valmisolek ühenduste kasutuseks juba algselt kõrgem. Samas üldine kuvand ühistranspordivõrgust ei ole seniste mittekasutajate hulgas kuigi hea ning vajab suunatud lähenemist, et tõsta kasutajate arvu ja osakaalu.

Turunduskampaaniad peavad olema suunatud samuti konkreetsele grupile ja sellest lähtuvalt erinevad, ent on teatud põhikomponendid, millele keskenduda ja mida rõhutada:

- Mugavus, nii kasutamise kui füüsiliste omaduste osas
- Kättesaadavus rahaliselt
- Ligipääsetavus ruumiliselt (sh erivajadustega ja ajutiste liikumisraskustega kasutajatele)
- Tunde tekitamine “targa otsuse” tegemisest (eriti pendelrändajate hulgas) rahaliselt ja keskkonna-ning terviseaspektidest
- Usaldusväärsus kõigi kasutajagruppide jaoks

Eraldi tuleks rohkem tegelda ka ennetava info jagamise ja võimalikele negatiivsetele uudistele proaktiivselt reageerimine meedia kaudu.

- Individualiseeritud reisiplaneerimine

Individuaalse reisiplaneerimise ja info jagamise eesmärgiks on pakkuda inimesele kergesti kättesaadavat just tema jaoks kohandatud infot autole alternatiivsete liikumisvõimaluste tutvustamiseks otsuse tegemise (ala-)teadlikuks mõjutamiseks. Sellise lähenemise korral väheneb tunnetuslik ajakulu info hankimisele misläbi on inimesel kergem näha otsest kasu tema enda jaoks ja ollakse varmamad senist käitumismustrit muutma. Suurbritannia kogemusel võib selline meede suurendada ühistranspordi kasutamist linnapiirkonnas 7 – 15%. Meedet on võimalik rakendada mitmel tasandil, piirkonnast (pigem postitatavad trükimaterjalid, infovoldikud) täieliku individuaalse lähenemiseni (nii elektrooniline info kui postitatavad trükimaterjalid). Piirkondade kaupa on soovitatav koostada ning jagada laiali praktilised kaardid, kus on peal teekonnad lähimate trammipeatusteni ning ühendusvõimalused konkreetsest peatusest koos graafikuga.

Mobiilpositsioneerimise andmete põhjal on võimalik piirkondade, tsoonide või muude sobivate ruumiühikute kaupa välja selgitada suuremad pendelrände sihtkohad ning koostada nendevaheliste

ühenduste kohta näidisgraafikud tipptundidel ja teekonnad koos visuaalse infoga. Täiendava infona tasub lisada ka võrdlused peamistes faktorites, mis sageli mõjutavad liikumisvaliku otsustusprotsessi: rahaline kulu, reisiaeg, kulutatud kalorid, CO_2 emissioonid.

Samasuguste individuaalsete graafikute ja võrdlevate arvutuste koostamise võimalus peaks elektrooniliselt olema kättesaadav kõigile soovijatele ühises rakenduses või kodulehel, samuti võiksid väiksema internetikasutuse oskusega inimesed saada enda jaoks vajalikke marsruute ja graafikuid enda tarbeks paberkujul tellida. Sama funktsionaalsust saaksid omakorda kasutada ka erinevad asutused oma liikuvuskavades ning oma töötajatele info jagamiseks.

4. KERGRÖÖBASTRANSPORDI MAJANDUSLIK TASUVUS/MITTETASUVUS JA JÄTKUSUUTLIKKUSE HINNANG

4.1. METOODIKA

Finantsanalüüsis lähtutakse Euroopa Komisjoni kulude-tulude analüüsi juhendist investeerimisprojektidele [5] ning Euroopa Investeerimispanga poolt väljatöötatud rööbastranspordi projektide hindamise üldistest suunistest[6].

Finantsanalüüs viiakse läbi diskonteeritud rahavoogude meetodil (*Discounted Cash Flow (DCF)*). Projekti mõju leidmiseks tehakse analüüs inkrementaalkulu meetodil: projekti mõjusid hinnatakse projektiga stsenaariumi ning alternatiivse, projektita stsenaariumi erinevuste alusel.

Finantsanalüüsis võrreldakse projekti erinevaid stsenaariume võrdlusstsenaariumiga, mille puhul projekti ellu ei viida. Olemasoleva olukorra jätkumist ehk „*Business as usual*“ (edaspidi BAU) stsenaariumi tulemusi võrreldakse erinevate trammi stsenaariumi variantidega.

Finantsanalüüs tehakse konsolideeritult ühistranspordi taristu omaniku ja operaatori seisukohast – arvesse võetakse bussi- ja trammiliikluse ümberkorraldamisega seonduvad investeeringud, lisanduvad tegevustulud ja -kulud ning ära jäävad investeeringud ja tegevuskulude kokkuhoid seoses bussiliikluse ja autoliikluse ümberkorraldamisega.

Analüüsis võetakse arvesse ainult raha laekumisi ja väljamakseid. See tähendab, et välja jäetakse kulum, reservid, hindadega seotud ja tehnilised ettenägematud kulud ning muud raamatupidamiskirjed, mis ei vasta tegelikele rahavoogudele.

Analüüsi tegemisel ei võeta arvesse ostult (kulu) ega müügilt (tulu) arvestatavat käibemaksu, kuna eeldatakse, et projekti elluviija saab käibemaksu tagasi.

Finantsanalüüs tehakse **(reaalsete) püsihindadega**[7]. Baasaastaks on 2020. Kõik rahalised väärtused enne 2020. aastat on viidud 2020. aasta hindadesse kasutades ajaloolist tarbijahinna indeksit[8].

Projekti arvestusperiood hõlmab ajavahemikku, mis vastab projekti majanduslikult kasulikule elueale ja võimalikule pikaajalisele mõjule. Praktikas on seetõttu tavaks kasutada standardset võrdlusalust, mis on sektorite lõikes erinev ja põhineb rahvusvaheliselt tunnustatud taval. Euroopa Komisjoni soovitatud arvestusperiood transpordi valdkonna projektidele on vähealt 30 aastat alates projekti valmimisest. Käesolevas analüüsis on arvestusperioodiks on 50 aastat: investeeringute perioodi I etapp 2020 – 2029, investeeringute perioodi II etapp 2030-2039 ning rajatava infrastruktuuri majanduslikult kasulikku eluiga (2030/40-2070).

Tulevaste rahavoogude nüüdisväärtuse arvutamiseks baasaastal 2020 kasutatakse reaalset rahalist diskontomäära 4%. Rahaline diskontomäär kajastab kapitali alternatiivkulu. Euroopa Komisjoni kulude-tulude analüüsi juhend soovitab kasutada kapitali pikaajalise reaalse alternatiivkulu alusmäärana reaalset diskontomäära 4%.

---

[5] Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020)
[6] Railway Project Appraisal Guidelines - The RAILPAG
[7] See tähendab, lähteaastal kindlaks määratud hindadega. Jooksvate (nominaal-) hindade (s.t tarbijahinnaindeksiga (THI) korrigeeritud hindade) kasutamine eeldaks THI prognoosimist, mis lisaks prognoosidesse täiendavat ebatäpsust.
[8] https://www.rahandusministeerium.ee/et/riigieelarve-ja-majandus/majandusprognoosid

Finantsanalüüs teostatakse tervikvõrgu kohta, see tähendab, et kuigi võrgu väljaarendamine võib toimuda etapiviisiliselt ja pikema ajaperioodi jooksul hakatakse võrgu mõjusid modelleerima ja arvestama alates I etapi tervikvõrgu valmimisest 2030 ja II etappi puhul tervikvõrgu valmimisest 2040.

4.2. INVESTEERINGUKULUD

Projekti investeeringu kulud on toodud lisanduvate kulude põhimõttel. Esiteks, arvestatakse investeeringukuludesse kulud, mis lisanduvad trammivõrgu väljaarendamisega, toetava taristu rajamisega, vajaliku veeremi soetusega ning kaasnevate asendusinvesteeringutega projekti perioodil. Teiseks, arvestatakse seoses olemasoleva bussiliikluse vähenemise ja autoliikluse ümberkorraldamisega ärajäävaid investeeringukulusid.

Tabel 14 ja Tabel 15 esitavad kokkuvõtlikult trammiteede rajamisega kaasnevate lisanduvate ja ärajäävate investeeringute vajadused ja maksumused kõigi etappide ja trassivariantide lõikes.

TABEL 14. LSIANDUVAD JA ÄRAJÄÄVAD INVESTEERINGUD ERINEVATES STENAARIUMITES

	Rööbasteed	Sillad ja viaduktid	Tunnelid	Trammide arv	Ärajääv busside arv
I etapp - variandid					
1A2A	8,54 km	0,26 km	-	8 tk	32 tk
1A2B	8,79 km	0,26 km	-	8 tk	32 tk
1A2C	8,62 km	0,26 km	-	8 tk	32 tk
1B2A	9,26 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
1B2B	9,50 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
1B2C	9,33 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
1C2A	9,53 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
1C2B	9,78 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
1C2C	9,61 km	0,26 km	0,15 km	8 tk	32 tk
I + II etapp - tervikvõrgu variandid					
1B2A-4A5A-3-6A-7	36,13 km	0,85 km	0,61 km	30 tk	98 tk
1B2A-4A5B-3-6A-7	35,61 km	0,85 km	0,61 km	30 tk	98 tk
1B2A-4A5A-3-6B-7	36,65 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
1B2A-4A5B-3-6B-7	36,12 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
1B2A-4B5A-3-6A-7	35,62 km	0,39 km	0,15 km	30 tk	98 tk
1B2A-4B5B-3-6A-7	35,10 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
1B2A-4B5A-3-6B-7	36,13 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
1B2A-4B5B-3-6B-7	35,61 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid					
1B2A-4B5A-3-7	29,91 km	0,85 km	0,61 km	26 tk	86 tk
1B2A-4B-3-6B-7	30,46 km	0,26 km	0,40 km	26 tk	86 tk
1B2A-4B5A-6B-7	28,29 km	0,38 km	0,40 km	24 tk	80 tk
1B2A-4B-7	15,22 km	0,26 km	0,15 km	14 tk	50 tk
1B2A-5A-3-6B	30,81 km	0,85 km	0,86 km	26 tk	86 tk
1B2A-3	18,09 km	0,73 km	0,61 km	16 tk	56 tk
1B2A-4B5A-3-6B	35,43 km	0,85 km	0,86 km	30 tk	98 tk
P	22,77 km	0,80 km	0,53 km	20 tk	80 tk

Trammitee km maksumuseks on arvestatud 5,38 miljonit €, tuginedes hiljutisele projektile Olsztyn'i linnas Poolas[9]. Trammide rööbasteede ehitusmaksumuse hindamisel arvestatakse vajadusega ümber ehitada terved tänavad, mida mööda trassid kulgevad ning ristmikud, mida trassid läbivad. Eraldi arvestatakse vajadusega rajada täiendavaid viadukte ja sildu ning tunneleid.

[9] New tramway network in Olsztyn – Best practice example, # R074 SUMBA (2019)

TABEL 15. LISANDUVAD JA ÄRAJÄÄVAD INVESTEERINGUTE MAKSUMUSED ERINEVATES STSENAARIUMITES (2020. HINDADES, MLN €)

	Rööbasteed	Sillad ja viaduktid	Tunnelid	Trammid	Depoo	Investeering kokku	Ärajääv investeering bussidesse	Neto investeering kokku
I etapp - variandid								
1A2A	45,9 mln €	3,8 mln €	0,0 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	89,4 mln €	-10,8 mln €	78,7 mln €
1A2B	47,3 mln €	3,8 mln €	0,0 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	90,7 mln €	-10,8 mln €	80,0 mln €
1A2C	46,4 mln €	3,8 mln €	0,0 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	89,8 mln €	-10,8 mln €	79,1 mln €
1B2A	49,8 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	96,1 mln €	-10,8 mln €	85,3 mln €
1B2B	51,1 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	97,4 mln €	-10,8 mln €	86,6 mln €
1B2C	50,2 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	96,5 mln €	-10,8 mln €	85,7 mln €
1C2A	51,3 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	97,6 mln €	-10,8 mln €	86,8 mln €
1C2B	52,6 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	98,9 mln €	-10,8 mln €	88,1 mln €
1C2C	51,7 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	23,6 mln €	16,1 mln €	98,0 mln €	-10,8 mln €	87,2 mln €
I + II etapp - tervikvõrgu variandid								
1B2A-4A5A-3-6A-7	194,4 mln €	12,2 mln €	11,4 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	324,1 mln €	-33,0 mln €	291,1 mln €
1B2A-4A5B-3-6A-7	191,6 mln €	12,2 mln €	11,4 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	321,4 mln €	-33,0 mln €	288,4 mln €
1B2A-4A5A-3-6B-7	197,2 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	331,6 mln €	-33,0 mln €	298,6 mln €
1B2A-4A5B-3-6B-7	194,3 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	328,9 mln €	-33,0 mln €	295,9 mln €
1B2A-4B5A-3-6A-7	191,6 mln €	5,6 mln €	2,8 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	306,2 mln €	-33,0 mln €	273,2 mln €
1B2A-4B5B-3-6A-7	188,8 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	323,3 mln €	-33,0 mln €	290,3 mln €
1B2A-4B5A-3-6B-7	194,4 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	328,9 mln €	-33,0 mln €	295,9 mln €
1B2A-4B5B-3-6B-7	191,6 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	326,1 mln €	-33,0 mln €	293,1 mln €
I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid								
1B2A-4B5A-3-7	160,9 mln €	12,2 mln €	11,4 mln €	76,7 mln €	17,4 mln €	278,5 mln €	-29,0 mln €	249,6 mln €
1B2A-4B-3-6B-7	163,9 mln €	3,8 mln €	7,6 mln €	76,7 mln €	17,4 mln €	269,3 mln €	-29,0 mln €	240,3 mln €
1B2A-4B5A-6B-7	152,2 mln €	5,5 mln €	7,6 mln €	70,8 mln €	17,2 mln €	253,3 mln €	-26,9 mln €	226,3 mln €
1B2A-4B-7	81,9 mln €	3,8 mln €	2,8 mln €	41,3 mln €	16,5 mln €	146,3 mln €	-16,8 mln €	129,5 mln €
1B2A-5A-3-6B	165,8 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	76,7 mln €	17,4 mln €	288,1 mln €	-29,0 mln €	259,2 mln €
1B2A-3	97,3 mln €	10,5 mln €	11,4 mln €	47,2 mln €	16,7 mln €	183,1 mln €	-18,9 mln €	164,2 mln €
1B2A-4B5A-3-6B	190,6 mln €	12,2 mln €	16,2 mln €	88,5 mln €	17,6 mln €	325,1 mln €	-33,0 mln €	292,1 mln €
P	122,5 mln €	11,5 mln €	10,0 mln €	59,0 mln €	16,9 mln €	219,9 mln €	-26,9 mln €	193,0 mln €

Trammitee hinnas sisaldub kaheteelise betoonalusel rööbastee ja kontaktvõrgu rajamine hinnaga ca 2,5 miljonit €/km, millele lisandub tänavate rekonstrueerimine liikuvuskeskkonna terviklikuks ümberkujundamiseks. Selle raames luuakse ühistranspordi kasutamist soodustav keskkond, minimeeritakse võimalikke riske (ohutus) ning tagatakse võimalikult kõrge keskmine kiirus ja töökindlus. Rööbastee ehituse maksumust on võimalik ca kolmandiku võrra langetada tavalise killustikballastil pealisehituse kasutamisega, kuid sellist lahendust on mõistlik rakendada vaid piirkondades, kus puudub vajadus linnaliselt atraktiivse keskkonna loomiseks. Lisaks tuleb kõnealuse lahenduse puhul arvestada kõrgema hooldeintensiivsuse ja –kuludega[10]. Seetõttu on käesolevas analüüsis lähtutud betoonalusel rööbastee maksumusest.

Nii viadukti kui ka tunneli puhul sõltub maksumus suuresti rajatise tüübist (valib projekteerija), sellest omakorda sõltuvad pikkus ja muud parameetrid, mistõttu peab piirduma suuresti eksperthinnangutega. Vastavalt TTÜ sillaehituse professori Juhan Idnurme eksperthinnangule on 100m pikkuse 1+1 rajaga tavaliikluse viadukti hinnaks umbkaudu 1,5-2 miljonit €, sama pikal tunnelil 2-2,5 miljonit €. Tasuvusanalüüsis lähtuti sildade ja tunnelite ehitusmahtude planeerimisel kirjeldatud hindadest ning arvestati, et tramm vajab tavaliikluse sõidureast ca 1 m vähem ruumi.

Trammi maksumuseks on arvestatud 2,95 miljonit €, tuginedes hiljutisele projektile Riias. 2016. aastal sõlmis RP SIA "Rīgas satiksme" 20 madalapõhjalise trammi ostuks lepingu Tšehhi firmaga „Škoda Transportation". Ühe 3-osalise trammi "Škoda 15T Riga 2" hind oli 2016 aasta pakkumuses 2,7 miljonit eurot ja ühe 4-sektsioonise trammi "Škoda 15T Riga 2A" hind 3,5 miljonit eurot[11]. Arvestades Tartu potentsiaalsete trammireisijate mahtu arvestatakse 3-osaliste trammidega.

Võrdluseks hiljuti Euroopasse tarnitud madalapõhjaliste trammide hinnad:

- Alstom tarnis Ile-de-France'i piirkonda 15 Citadis Dualise trammi 75 miljoni euro eest (ühe trammi hind 5 miljonit eurot);
- Bombardier tarnis Berliini 47 Flexity trammi 178 miljoni euro eest (ühe trammi hind on 3,7 miljonit eurot);
- Bombardier tarnis Innsbrucki 20 Flexity trammi 71 miljoni euro eest (ühe trammi hind on 3,66 miljonit eurot);
- CAF tarnis Luksemburgi 21 trammi 83 miljoni euro eest (ühe trammi hind on 3,95 miljonit eurot).

Veeremivajaduse arvestamisel lähtuti oodatavast trammi keskmisest kiirusest 30 km/h ja väljumisintervallidest tipptunnil iga 5 minuti tagant ja muudel aegadel iga 10 minuti tagant.

Depoode suurus ja maksumus leitakse lähtudes Olsztyn'i linnas läbiviidud trammiprojektile ning kohandatakse vastavalt veeremipargi suurusele.

Trammide majanduslikult kasulikuks elueaks on arvestatud 40 aastat ning eluea keskel tuleb teha oluline uuendusinvesteering (kapitaalremont ja sisustuse uuendus).

Olemasoleva olukorra jätkumist ehk „*Business as usual*" (BAU) stsenaariumi korral jätkaksid senised autokasutajad autodega sõitmist, kuid ilma autota ühistranspordi kasutajatele peaks ikkagi tagama olemasoleva bussiliikluse. Trammivõrgu väljaarendamise stsenaariumites, aga saaks võrguga kaetud trassidel bussidest loobuda. Finantsanalüüsis käsitletakse ära jäävaid investeeringuid bussidesse[12] koguinvesteeringut vähendavana.

---

[10] Girnau, G. jt. (2007): Fahrwege der Bahnen im Nah- und Regionalverkehr in Deutschland. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen.

[11] https://www.rigassatiksme.lv/en/news/-skoda-to-deliver-20-new-low-floor-trams-to-riga/

[12] Eeldatavalt on enamuse tänaste olemasolevate busside majanduslikult kasulik eluiga lõppenud 2030. aastaks ning „*Business as usual*" stsenaariumi korral tuleks teha investeering uutesse bussidesse. Busside kasulikusk elueaks eeldatakse 10 aastat ning projekti arvestusperioodil tuleb teha kolm asendusinvesteeringut.

4.3. TEGEVUSKULUD JA -TULUD

Erinevate stsenaariumite elluviimisel lisanduvate tegevustuludena käsitletakse nii otseseid tulusid tasulise ühistranspordi kasutuse kasvust, kui ka ära jäävaid kulusid seoses olemasoleva bussitranspordi asendamisega trammidega.

Lisanduvat piletitulu arvestatakse nende sõitjate pealt, kes vahetavad isikliku auto kasutuse ühistranspordi vastu (0,18 €/sõit)[13].

Ära jäävaid busside opereerimiskulusid arvutatakse nende reisijate põhjal, kellel puudub isikliku auto kasutamise võimalus, ning kes BAU stsenaariumis peaksid tegema oma sõidud bussidega, aga trammi stsenaariumite korral teevad seda trammidega. Opereerimiskulude leidmisel on arvestatud keskmise opereerimiskuluga sõidukilomeetri kohta ilma kulumita tuginedes Tartu linna avaliku bussiliiniveo teenuse tellimise hankearuandele[14].

Tegevuskulude puhul arvestatakse trammide opereerimiskuludega. Trammide opereerimiskulu on leitud Tallinna Linnatranspordi ASi liigendtrammide tänaste opereerimiskulude põhjal (ilma kulumita). Sealhulgas sisaldab trammide opereerimiskulu lisaks jooksvatele tegevuskuludele ka trammide ja trammiteede hoolduskulusid.

Erinevate stsenaariumitega lisanduvad trammide läbisõidukilomeetrid saadakse eelnevalt koostatud liiklusmodelleerimise tulemusena. Samuti arvestatakse, et olemasoleva bussiliikluse asendamisel trammidega vähenevad busside läbisõidukilomeetrid.

Tabel 16 ja Tabel 17 esitavad kokkuvõtlikult projektiga lisanduvate tulude ja kulude eeldused ja rahalised nüüdispuhasväärtused kõigi stsenaariumite lõikes. Nüüdispuhasväärtuste leidmisel on arvestusperioodil lisanduvaid tulusid ja kulusid diskonteeritud 4% reaalse finantsdiskonto määraga.

TABEL 16. TULUDE JA KULUDE EELDUSED ERINEVATES STENAARIUMITES.

	Lisanduv trammisõitude arv			Trammide läbisõit / Busside läbisõidu vähenemine (km/a)		
	2030	2040	2060	2030	2040	2060
	I etapp - variandid					
1A2A	1,91 mln	2,70 mln	4,29 mln	1,02 mln km	1,02 mln km	1,02 mln km
1A2B	1,42 mln	2,17 mln	3,67 mln	1,02 mln km	1,02 mln km	1,02 mln km
1A2C	1,55 mln	2,28 mln	3,75 mln	1,04 mln km	1,04 mln km	1,04 mln km
1B2A	1,55 mln	2,34 mln	3,92 mln	1,03 mln km	1,03 mln km	1,03 mln km
1B2B	1,12 mln	1,87 mln	3,38 mln	1,04 mln km	1,04 mln km	1,04 mln km
1B2C	1,35 mln	2,06 mln	3,46 mln	1,03 mln km	1,03 mln km	1,03 mln km
1C2A	1,65 mln	2,31 mln	3,63 mln	1,04 mln km	1,04 mln km	1,04 mln km
1C2B	1,20 mln	1,82 mln	3,06 mln	1,02 mln km	1,02 mln km	1,02 mln km
1C2C	1,36 mln	1,94 mln	3,11 mln	1,03 mln km	1,03 mln km	1,03 mln km

[13] Tegemist on keskmise sõidu hinnaga sõitja kohta, mis kujuneb tunnipiletite, päevapiletite, 10 päeva piletite, 30 päeva piletite ja 90 päeva piletite keskmisena. Tegelik pileti hind võib erineda seoses teatud ühiskonna gruppidele tasuta sõidu võimaldamisega või soodustustega (nt lapsed, pensionärid, puudega isikud jne).

[14] https://www.mercell.com/et-ee/tender/63237838/hanke-aruanne-tartu-linna-avaliku-bussiliiniveo-teenuse-tellimine-perioodiks-01072019---30062029-hanke-voitja-gobus-as10085032-66666666-eur-hanked.aspx
Opereerimiskulud on arvestatud ilma veeremi kulumita, kuna veeremi maksumused on kajastatud juba investeeringutes.

	Lisanduv trammisõitude arv			Trammide läbisõit / Busside läbisõidu vähenemine (km/a)		
	2030	2040	2060	2030	2040	2060
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid					
1B2A-4A5A-3-6A-7	1,55 mln	3,02 mln	5,81 mln	1,04 mln km	4,30 mln km	4,30 mln km
1B2A-4A5B-3-6A-7	1,55 mln	3,06 mln	5,73 mln	1,04 mln km	4,24 mln km	4,24 mln km
1B2A-4A5A-3-6B-7	1,55 mln	3,04 mln	5,75 mln	1,04 mln km	4,36 mln km	4,36 mln km
1B2A-4A5B-3-6B-7	1,55 mln	3,22 mln	5,68 mln	1,04 mln km	4,30 mln km	4,30 mln km
1B2A-4B5A-3-6A-7	1,55 mln	3,40 mln	6,38 mln	1,04 mln km	4,24 mln km	4,24 mln km
1B2A-4B5B-3-6A-7	1,55 mln	3,53 mln	6,41 mln	1,04 mln km	4,38 mln km	4,38 mln km
1B2A-4B5A-3-6B-7	1,55 mln	3,81 mln	6,55 mln	1,04 mln km	4,30 mln km	4,30 mln km
1B2A-4B5B-3-6B-7	1,55 mln	3,56 mln	6,52 mln	1,04 mln km	4,24 mln km	4,24 mln km
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid					
1B2A-4B5A-3-7	1,55 mln	4,21 mln	6,98 mln	1,04 mln km	3,41 mln km	3,41 mln km
1B2A-4B-3-6B-7	1,55 mln	4,10 mln	7,28 mln	1,04 mln km	3,47 mln km	3,47 mln km
1B2A-4B5A-6B-7	1,55 mln	4,31 mln	7,04 mln	1,04 mln km	3,22 mln km	3,22 mln km
1B2A-4B-7	1,55 mln	3,71 mln	6,23 mln	1,04 mln km	1,93 mln km	1,93 mln km
1B2A-5A-3-6B	1,55 mln	3,49 mln	5,84 mln	1,04 mln km	3,51 mln km	3,51 mln km
1B2A-3	1,55 mln	3,07 mln	5,21 mln	1,04 mln km	2,11 mln km	2,11 mln km
1B2A-4B5A-3-6B	1,55 mln	4,39 mln	7,35 mln	1,04 mln km	4,42 mln km	4,42 mln km
P	1,75 mln	2,47 mln	4,17 mln	2,66 mln km	2,66 mln km	2,66 mln km

TABEL 17. TULUDE JA KULUDE RAHALISED NÜÜDISPUHASVÄÄRTUSED (MLN €, NPV @ 4%).

	Lisanduv ühistranspordi piletitulu	Trammide opereerimiskulu	Ärajääv busside opereerimiskulu	Tegevus kasum/kahjum
	I etapp - variandid			
1A2A	7,7 mln €	-18,4 mln €	26,7 mln €	16,0 mln €
1A2B	6,3 mln €	-18,7 mln €	27,1 mln €	14,8 mln €
1A2C	6,6 mln €	-18,5 mln €	26,9 mln €	15,0 mln €
1B2A	6,8 mln €	-18,7 mln €	27,2 mln €	15,3 mln €
1B2B	5,6 mln €	-18,4 mln €	26,8 mln €	13,9 mln €
1B2C	6,0 mln €	-18,6 mln €	27,0 mln €	14,4 mln €
1C2A	6,6 mln €	-18,2 mln €	26,5 mln €	14,9 mln €
1C2B	5,3 mln €	-18,5 mln €	26,8 mln €	13,7 mln €
1C2C	5,6 mln €	-18,4 mln €	26,7 mln €	13,9 mln €
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid			
1B2A-4A5A-3-6A-7	8,8 mln €	-53,5 mln €	77,7 mln €	33,1 mln €
1B2A-4A5B-3-6A-7	8,8 mln €	-52,8 mln €	76,7 mln €	32,7 mln €
1B2A-4A5A-3-6B-7	8,8 mln €	-54,1 mln €	78,6 mln €	33,3 mln €
1B2A-4A5B-3-6B-7	8,9 mln €	-53,5 mln €	77,7 mln €	33,1 mln €
1B2A-4B5A-3-6A-7	9,6 mln €	-52,8 mln €	76,8 mln €	33,5 mln €
1B2A-4B5B-3-6A-7	9,7 mln €	-54,4 mln €	79,0 mln €	34,3 mln €
1B2A-4B5A-3-6B-7	10,0 mln €	-53,5 mln €	77,7 mln €	34,2 mln €
1B2A-4B5B-3-6B-7	9,8 mln €	-52,8 mln €	76,7 mln €	33,7 mln €
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid			
1B2A-4B5A-3-7	10,6 mln €	-43,9 mln €	63,8 mln €	30,5 mln €
1B2A-4B-3-6B-7	10,8 mln €	-44,6 mln €	64,8 mln €	31,0 mln €
1B2A-4B5A-6B-7	10,7 mln €	-42,0 mln €	61,0 mln €	29,8 mln €
1B2A-4B-7	9,7 mln €	-28,2 mln €	41,0 mln €	22,5 mln €
1B2A-5A-3-6B	9,2 mln €	-45,0 mln €	65,4 mln €	29,6 mln €
1B2A-3	8,4 mln €	-30,1 mln €	43,8 mln €	22,0 mln €
1B2A-4B5A-3-6B	11,1 mln €	-54,8 mln €	79,6 mln €	35,9 mln €
P	7,3 mln €	-47,8 mln €	69,4 mln €	29,0 mln €

4.4. FINANTSMAJANDUSLIK TASUVUS

Investeerimiskulude ning tegevuskulude ja -tulude kindlaksmääramine võimaldab edasi hinnata projekti kasumlikkust, mida mõõdetakse järgmiste põhinäitajatega:

- investeeringu rahaline nüüdispuhasväärtus (FNPV)
- rahaline tulumäär (FRR);

Investeeringu rahalise nüüdispuhasväärtuse (NPV) ja rahalise tulumäära (IRR) puhul võrreldakse investeerimiskulusid puhastuluga ning mõõdetakse, mil määral on projekti puhastulu arvelt võimalik investeering tagasi teenida, olenemata rahastamisallikatest ja -meetoditest.

Investeeringu rahaline nüüdispuhasväärtus (NPV) on summa, mis saadakse projekti eeldatavate (diskonteeritud) investeerimis- ja tegevuskulude lahutamisel diskonteeritud eeldatavatest tuludest:

$$NPV = -C_0 + \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{C_t}{(1+r)^t} = -S_0 + \sum_{i=1}^{t} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

kus C_i on rahavoo saldo ajahetkel i ja r on rahaline diskontomäär. C_0 on negatiivne, sest tegemist on alginvesteeringuga.

Investeeringu rahaline tulumäär IRR on diskontomäär, mis annab NPV tulemuseks nulli, ja see saadakse järgmise võrrandi lahendamisel:

$$NPV = \sum_{i=0}^{t} \frac{C_i}{(1+IRR)^i} = 0$$

Investeeringu kasumlikusse arvutamisel võetakse arvesse juurdekasvulised investeerimiskulud ja tegevuskulud kui väljaminekud ning juurdekasvulised tulud ja jääkväärtus kui sissetulekud.

Rahalise kasumlikkusega seotud arvutustes ei võeta tegevustuludena arvesse ülekandeid ja dotatsioone (nt ülekandeid riigi või piirkonna eelarvest või riiklikust ravikindlustussüsteemist, transpordidotatsioone jmt) ega muud finantstulu (nt pangahoiuste intresse), sest need ei ole otseselt seotud projekti tegevustega[15].

Jääkväärtus kajastab sellise põhivara järelejäävat teenusepotentsiaali, mille kasulik eluiga ei ole veel lõppenud. Kuna projektiga rajatava infrastruktuuri oodatav eluiga (40 aastat) ja veeremi oodatav eluiga (30 aastat) ületab ühes ja teise osas I ja II etapi lõikes arvestusperioodi (I etapi osas tuleb veermiku uuendada enne arvestsperioodi lõppu ja jääb jääkväärtus, II etapi osas jääb taristule jääkväärtus), siis arvestatakse arvestusperioodi viimasel aastal ka jääkväärtust. Jääkväärtuse hindamiseks kasutatakse amortisatsioonijäägi meetodit.

Tabel 18 esitab kokkuvõtlikult finantsanalüüsi tasuvusnäitajad iga stsenaariumi kohta. Punasega on tähistatud iga etappi finantsmajandusliku tasuvuse seisukohast parim variant. Kuna trammiteede rajamine on oluline sotsiaalmajanduslik muutus linnaruumis, siis peaks lisaks finantsmajanduslikule tasuvusele kindlasti vaatama ka erinevate etappide ja trassivariantide sotsiaalmajanduslikke mõjusid ja lõpliku otsus tuleks teha pigem sotsiaalmajandusliku tasuvuse ja trassivariantide tehnilise teostatavuse põhjal.

[15] Vastavalt komisjoni delegeeritud määruse (EL) nr 480/2014 artikkel 16 („Tulude kindlaksmääramine”).

TABEL 18. FINANTSANALÜÜSI TASUVUSNÄITAJAD (MLN €, NPV @ 4%).

	Tulumäär IRR	Nüüdispuhasväärtus NPV
I etapp - variandid		
1A2A	-2,1%	-53,0 mln €
1A2B	-2,4%	-55,2 mln €
1A2C	-2,4%	-54,3 mln €
1B2A	-2,5%	-58,9 mln €
1B2B	-2,8%	-61,3 mln €
1B2C	-2,7%	-60,1 mln €
1C2A	-2,7%	-60,5 mln €
1C2B	-3,0%	-62,7 mln €
1C2C	-2,9%	-61,8 mln €
I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	-2,3%	-159,7 mln €
1B2A-4A5B-3-6A-7	-2,4%	-158,6 mln €
1B2A-4A5A-3-6B-7	-2,4%	-163,5 mln €
1B2A-4A5B-3-6B-7	-2,4%	-162,3 mln €
1B2A-4B5A-3-6A-7	-2,2%	-149,7 mln €
1B2A-4B5B-3-6A-7	-2,3%	-158,0 mln €
1B2A-4B5A-3-6B-7	-2,3%	-161,1 mln €
1B2A-4B5B-3-6B-7	-2,3%	-160,2 mln €
I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	-2,3%	-138,5 mln €
1B2A-4B-3-6B-7	-2,2%	-133,1 mln €
1B2A-4B5A-6B-7	-2,2%	-126,0 mln €
1B2A-4B-7	-1,9%	-77,7 mln €
1B2A-5A-3-6B	-2,4%	-144,6 mln €
1B2A-3	-2,4%	-97,5 mln €
1B2A-4B5A-3-6B	-2,2%	-157,4 mln €
P	-3,1%	-140,7 mln €

Kuna trammivõrgu väljaarendamiseks tehtav alginvesteering on suur, siis ei ole nii I etapi kui ka tervikvõrgu rajamine finantsmajanduslikust seisukohast tasuv. Selliste suurte taristuprojektide puhul on tulemus ootuspärane. Tavapäraselt ei jõua ka tarbijad seda kinni maksta. Kui täna on analüüsis kasutatav keskmise sõidu hind 0,18 €/sõit, siis finantsmajandusliku tasuvuse saavutamiseks peaks trammisõidu hind olema I etapi puhul 0,75 €/sõit ja tervikvõrgu puhul üle 1,35 €/sõit. Selline hinnatase oleks tarbijatele ilmselgelt vastuvõetamatu.

4.5. JÄTKUSUUTLIKUS

Trammivõrgu haldamise ja opereerimisega seotud tegevuskulude analüüs näitas, et kui olemasolev bussiliiklus asendada trammiliiklusega, annab see olulist kokkuhoidu tegevuskuludes. Kui trammivõrgu rajamise alginvesteeringut annaks osaliselt rahastada tagastamatu toetuse abil, võiks see projekti elluviija seisukohalt finantsmajanduslikult tasuvaks muutuda.

Finantseerimisvajaduse väljaselgitamiseks analüüsiti kui suur peaks olema projekti elluviija omapanus, et projekti investeeritud omafinantseeringu nüüdispuhasväärtus oleks nullist suurem (NPV(K)>0) ja tulumäär oleks suurem finantsdiskonto määrast (IRR(K)>4%).

Alljärgnevalt on toodud iga stsenaariumi puhul omafinantseeringu ja võimaliku tagastamatu toetuse maht, tingimusel, et omafinantseeringu tasuvus oleks null (NPV(K) = 0 ja IRR(K) = 4%).

TABEL 19. OMAFINANTSEERINGU JA VÕIMALIKU TAGASTAMATU TOETUSE MAHT, TINGIMUSEL, ET OMAFINANTSEERINGU TASUVUS OLEKS NULL (NPV(K) = 0 JA IRR(K) = 4%).

	Vajalik toetuse osakaal	Tagastamatu toetus	Omafinantseering
	I etapp - variandid		
1A2A	76%	62,6 mln €	26,8 mln €
1A2B	72%	65,4 mln €	25,4 mln €
1A2C	72%	64,2 mln €	25,6 mln €
1B2A	73%	70,0 mln €	26,1 mln €
1B2B	75%	72,9 mln €	24,5 mln €
1B2C	74%	71,5 mln €	25,1 mln €
1C2A	74%	72,0 mln €	25,6 mln €
1C2B	76%	74,7 mln €	24,2 mln €
1C2C	75%	73,5 mln €	24,5 mln €
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	75%	242,9 mln €	81,2 mln €
1B2A-4A5B-3-6A-7	75%	240,9 mln €	80,5 mln €
1B2A-4A5A-3-6B-7	75%	249,3 mln €	82,3 mln €
1B2A-4A5B-3-6B-7	75%	247,2 mln €	81,7 mln €
1B2A-4B5A-3-6A-7	74%	225,8 mln €	80,3 mln €
1B2A-4B5B-3-6A-7	74%	240,2 mln €	83,1 mln €
1B2A-4B5A-3-6B-7	75%	245,4 mln €	83,4 mln €
1B2A-4B5B-3-6B-7	75%	243,7 mln €	82,4 mln €
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	74%	206,6 mln €	72,0 mln €
1B2A-4B-3-6B-7	73%	197,4 mln €	71,8 mln €
1B2A-4B5A-6B-7	73%	185,5 mln €	67,8 mln €
1B2A-4B-7	71%	103,2 mln €	43,1 mln €
1B2A-5A-3-6B	75%	216,7 mln €	71,4 mln €
1B2A-3	74%	135,9 mln €	47,2 mln €
1B2A-4B5A-3-6B	74%	239,5 mln €	85,6 mln €
P	76%	166,1 mln €	53,8 mln €

Senisele praktikale tuginedes on avalikele projektidele antavad toetusmäärad jäänud 75%-85% juurde. Sellises mahus toetuse kaasamine muudaks projekti elluviija jaoks omafinantseeringu panustamise finantsmajanduslikult tasuvaks kõigi läbimodelleeritud stsenaariumites. (Siinkohal tuleb meeles pidada, et analüüs on tehtud lisanduvate tulude-kulude põhimõttel, mis tähendab, et olulise osa tasuvusest annavad ära jäävad kulutused bussiliiklusele.)

Kui projekti elluviijal on võimaik hankida rahalisi vahendeid projekti elluviimiseks odavamalt kui finantsdiskonto määr 4%, siis võiks kaaluda osalise omafinantseeringu rahastamist laenu abil.

5. KERGRÖÖBASTRANSPORDI SOTSIAALMAJANDUSLIKU MÕJU HINNANG

5.1. METOODIKA

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis lähtutakse Euroopa Komisjoni kulude-tulude analüüsi juhendist investeerimisprojektidele [16] ning Euroopa Investeerimispanga poolt väljatöötatud rööbastranspordi projektide hindamise üldistest suunistest[17].

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis vaadeldakse projekti mõju projekti piirkonna majanduslikule heaolule. Kui finantsanalüüsis vaadeldi kõike projekti elluviija seisukohast, siis sotsiaalmajanduslik analüüs hindab projekti mõju ühiskonna heaolu kasvule.

Sotsiaalmajanduslik analüüs viiakse läbi diskonteeritud rahavoogude meetodil (*Discounted Cash Flow (DCF)*). Projekti mõju leidmiseks tehakse analüüs inkrementaalkulu meetodil: projekti mõjusid hinnatakse projektiga stsenaariumi ning alternatiivse, projektita stsenaariumi erinevuste alusel.

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis võrreldakse projekti erinevaid stsenaariume võrdlusstsenaariumiga, mille puhul projekti ellu ei viida. Olemasoleva olukorra jätkumist ehk *„Business as usual“* (edaspidi BAU) stsenaariumi tulemusi võrreldakse erinevate trammi stsenaariumi variantidega.

Sotsiaalmajandusliku mõju kindlakstegemiseks teisendatakse finantsanalüüsis kajastatud rahalisi tulusid ja kulusid sobivate konversioonifaktoritega ning lisatakse sotsiaalmajanduslikud tulud ja kulud.

Majandusteooria näitab, et kui puuduvad turumoonutused, näiteks hinnasubsiidiumid või kvantitatiivsed tarnepiirangud, võib kaubeldavate toodete majanduslikke kulusid ühiskonnale lugeda võrdseteks nende maksustamata turuhinnaga. Käesolevas dokumendis esitatud majandusanalüüs põhineb analüüsi lihtsustamiseks eeldusel, et ei esine moonutusi ning konversioonifaktorite kasutamine pole vajalik.

Kui turuvälistest tegurid mõjutavad kolmandat osapoolt, kes ei ole otseselt tegevuse või tehinguga seotud, on tegemist välismõjuga. Teisisõnu on välismõju iga kulu või tulu, mis kandub projektist kolmandale osapoolele ilma rahalise kompensatsioonita.

Transpordiprojektide puhul saab rääkida nii negatiivsetest kui positiivsetest välismõjudest ehk väliskuludest. Transpordi väliskulu on kulu, mida liikleja oma transpordiotsuste tegemisel (kas sõita, millal, mis marsruuti mööda, mis sõiduvahendit kasutades jm) arvesse ei võta. Transpordi projektide traditsioonilisteks välismõjudeks on: liikluskoormus, õhukvaliteet, liiklusohutus, müra, sõidukite kasutuskulude muutus, sõiduaja sääst jmt.

Piletimüügitulu ei võeta arvesse sotsiaalmajandusliku kasuna, kuna tegemist on sisemise rahaülekandega ühiskonna liikmete vahel (ühelt poolt ühistranspordi korraldaja ja teiselt poolt kasutajad).

Finantsanalüüs tehakse **(reaalsete) püsihindadega**[18]. Baasaastaks on 2020. Kõik rahalised väärtused enne 2020. aastat on viidud 2020. aasta hindadesse kasutades ajaloolist tarbijahinna indeksit[19].

Pärast finantsanalüüsi rahavoogudele sotsiaalmajanduslike tulude ja kulude lisamist saadud rahavood diskonteeritakse kasutades sotsiaalset diskontomäära. Euroopa Komisjoni kulude-tulude analüüsi juhend soovitab kasutada sotsiaalse diskontomäärana 5%.

---

[16] Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020)
[17] Railway Project Appraisal Guidelines - The RAILPAG
[18] See tähendab, lähteaastal kindlaks määratud hindadega. Jooksvate (nominaal-) hindade (s.t tarbijahinnaindeksiga (THI) korrigeeritud hindade) kasutamine eeldaks THI prognoosimist, mis lisaks prognoosidesse täiendavat ebatäpsust.
[19] https://www.rahandusministeerium.ee/et/riigieelarve-ja-majandus/majandusprognoosid

Sotsiaalmajanduslik analüüs teostatakse tervikvõrgu kohta, see tähendab, et kuigi võrgu väljaarendamine võib toimuda etapiviisiliselt ja pikema ajaperioodi jooksul hakatakse võrgu mõjusid modelleerima ja arvestama alates I etapi tervikvõrgu valmimisest 2030 ja II etappi puhul tervikvõrgu valmimisest 2040.

5.2. SOTSIAALMAJANDUSLIKUD MÕJUD

5.2.1. SÕIDUKITE KASUTUSKULUDE KOKKUHOID

Liiklusmodelleerimise tulemused näitavad, et trammivõrgu rajamisega loobuvad osad autokasutajad isikliku auto kasutamist ja hakkavad kasutama ühistransporti. Selle tulemusena vähenevad isikliku auto kasutamisega seotud kulud.

„Tallinna magistraal-jaotustänavate teekatete seisukord ja remondivajadus 2018“[20] analüüsis on leitud teekasutajate kuluks keskmiselt 0,30 €/sõiduauto sõidukilomeetri kohta (2018. a hindades). Teekasutajate kulutused on arvutatud tarkvara HDM-4 teekasutajate kulude arvutamise mudeliga. Antud mudeli lähteandmed põhinevad Eesti kohalikel tingimustel ning selle mudeli lähteandmeid on pidevalt uuendatud.

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseksvõetud järgnevad modelleerimise tulemused:

TABEL 20. AUTOSÕIDU KILOMEETRITE VÄHENEMINE ERINEVATES STSENAARIUMITES (MLN KM/AASTAS).

	2030	2040	2060
	I etapp - variandid		
1A2A	-3,8 mln km	-5,8 mln km	-9,7 mln km
1A2B	-1,6 mln km	-3,0 mln km	-5,9 mln km
1A2C	0,1 mln km	-1,9 mln km	-6,1 mln km
1B2A	-9,5 mln km	-14,2 mln km	-23,5 mln km
1B2B	-7,9 mln km	-11,7 mln km	-19,4 mln km
1B2C	-5,7 mln km	-10,4 mln km	-19,7 mln km
1C2A	-10,8 mln km	-15,5 mln km	-24,7 mln km
1C2B	-9,0 mln km	-13,0 mln km	-21,0 mln km
1C2C	-6,6 mln km	-11,7 mln km	-21,8 mln km
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	-9,5 mln km	-20,3 mln km	-34,9 mln km
1B2A-4A5B-3-6A-7	-9,5 mln km	-20,8 mln km	-36,5 mln km
1B2A-4A5A-3-6B-7	-9,5 mln km	-20,4 mln km	-36,0 mln km
1B2A-4A5B-3-6B-7	-9,5 mln km	-19,7 mln km	-37,4 mln km
1B2A-4B5A-3-6A-7	-9,5 mln km	-22,1 mln km	-38,0 mln km
1B2A-4B5B-3-6A-7	-9,5 mln km	-22,0 mln km	-39,4 mln km
1B2A-4B5A-3-6B-7	-9,5 mln km	-18,9 mln km	-37,6 mln km
1B2A-4B5B-3-6B-7	-9,5 mln km	-22,0 mln km	-39,3 mln km
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	-9,5 mln km	-24,7 mln km	-43,3 mln km
1B2A-4B-3-6B-7	-9,5 mln km	-24,0 mln km	-39,3 mln km
1B2A-4B5A-6B-7	-9,5 mln km	-23,9 mln km	-41,8 mln km
1B2A-4B-7	-9,5 mln km	-23,3 mln km	-40,5 mln km
1B2A-5A-3-6B	-9,5 mln km	-22,3 mln km	-37,1 mln km
1B2A-3	-9,5 mln km	-22,2 mln km	-35,3 mln km
1B2A-4B5A-3-6B	-9,5 mln km	-24,8 mln km	-43,0 mln km
P	-14,6 mln km	-19,1 mln km	-31,2 mln km

[20] https://uuringud.tallinnlv.ee/file_download/834

5.2.2. SÕIDUAJA SÄÄST

Liiklusmodelleerimise tulemused näitavad, et trammivõrgu rajamisega loobuvad osad autokasutajad isikliku auto kasutamist ja hakkavad kasutama ühistransporti. Selle tulemusena väheneb seniste sõiduautokasutajate sõidule kuluv aeg. Samuti väheneb sõidule kuluv aeg varasematele bussikasutajatele, kes hakkavad kasutama tramme, kuna rajatav trammivõrk on kiirem kui senine ühistranspordivõrk.

Sõiduaja kokkuhoid on suurim kasu, mis tuleneb transporditaristu investeeringutest iga kasutaja jaoks. Aja väärtust, mis võimaldab teisendada aja kokkuhoiu majanduslikuks kasuks, arvutatakse:

- autokasutajate jaoks,
- varasemate autokasutajate jaoks (trammile üle tulijad),
- ühistranspordi olemasolevate kasutajate jaoks.

Mõjusid sõiduajale arvutatakse andmete baasil, mida pakub uksest ukseni sõiduaja liiklusmudel. Iga transpordiliigi sõiduaja väärtused on arvestatud järgnevalt[21]:

- 0,21 EUR/min (2018. a hindades) pendelrändajate (kodust tööle) jaoks,
- 0,084 EUR/min (2018. a hindades) mittetööle sõidu jaoks.

Tartu ühistranspordi jaoks eeldatakse järgmist reiside jagunemist: 35% tööreisid ja 65% mittetööreisid. Nende eeldustega arvutatakse aja väärtuseks 7,6 EUR/h (2018. a hindades).

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseksvõetud järgnevad modelleerimise tulemused:

TABEL 21. SÕIDUAJA MUUTUS (TUH H/AASTAS).

	2030	2040	2060
	I etapp - variandid		
1A2A	-311 tuh h	-346 tuh h	-416 tuh h
1A2B	-300 tuh h	-335 tuh h	-403 tuh h
1A2C	-303 tuh h	-336 tuh h	-403 tuh h
1B2A	-344 tuh h	-381 tuh h	-454 tuh h
1B2B	-339 tuh h	-374 tuh h	-445 tuh h
1B2C	-342 tuh h	-376 tuh h	-445 tuh h
1C2A	-337 tuh h	-371 tuh h	-438 tuh h
1C2B	-331 tuh h	-363 tuh h	-429 tuh h
1C2C	-333 tuh h	-364 tuh h	-427 tuh h
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	-344 tuh h	-533 tuh h	-648 tuh h
1B2A-4A5B-3-6A-7	-344 tuh h	-534 tuh h	-646 tuh h
1B2A-4A5A-3-6B-7	-344 tuh h	-534 tuh h	-647 tuh h
1B2A-4A5B-3-6B-7	-344 tuh h	-539 tuh h	-645 tuh h
1B2A-4B5A-3-6A-7	-344 tuh h	-522 tuh h	-639 tuh h
1B2A-4B5B-3-6A-7	-344 tuh h	-527 tuh h	-642 tuh h
1B2A-4B5A-3-6B-7	-344 tuh h	-533 tuh h	-644 tuh h
1B2A-4B5B-3-6B-7	-344 tuh h	-528 tuh h	-645 tuh h

[21] Rail Baltica üldprojekti kulude ja tulude analüüsi lõpparuanne

	2030	2040	2060
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	-344 tuh h	-586 tuh h	-708 tuh h
1B2A-4B-3-6B-7	-344 tuh h	-561 tuh h	-684 tuh h
1B2A-4B5A-6B-7	-344 tuh h	-606 tuh h	-728 tuh h
1B2A-4B-7	-344 tuh h	-491 tuh h	-593 tuh h
1B2A-5A-3-6B	-344 tuh h	-520 tuh h	-627 tuh h
1B2A-3	-344 tuh h	-456 tuh h	-547 tuh h
1B2A-4B5A-3-6B	-344 tuh h	-631 tuh h	-762 tuh h
P	-458 tuh h	-503 tuh h	-594 tuh h

5.2.3. LIIKLUSOHUTUSE PARANEMINE

Õnnetusi toimub igasuguses liikluses, nii samade või eri tüüpi sõidukitüüpide vahel. Viimastel aastatel on EL-is õnnetuste arvu vähendamisele pööratud märkimisväärset tähelepanu. See kehtib eriti liiklusõnnetuste kohta, kus Euroopa Komisjon võttis vastu ambitsioonika liiklusohutusprogrammi. Ehkki õnnetuste esinemissagedus on viimastel aastatel üldiselt langenud, moodustavad õnnetuste kulud ikkagi olulise osa transpordi kogukuludest.

Õnnetused toimuvad igasuguses liikluses ja põhjustavad märkimisväärseid kulusid, mis koosnevad kahte tüüpi komponentidest: materjalikulud (nt sõidukite kahjustused, halduskulud ja ravikulud) ja mittemateriaalsed kulud (nt lühem eluiga, kannatused, valu ja kurbus). Materiaalsete kulude arvutamiseks saab kasutada turuhindu, kuid mittemateriaalsete kulude korral selliseid turuhindu ei eksisteeri.

Õnnetuskulude põhikomponente on viis:

- Inimkulud: see on alus liiklusõnnetuste põhjustatud valu ja kannatuste rahalise väärtuse hindamiseks. Eeldatakse, et liikluses osalejad arvestavad oma inimkuludega, kuid peavad teiste inimeste inimkulusid väliskuludeks.
- Ravikulud: need on kulud ohvri raviteenustele, mida osutavad haiglad, rehabilitatsioonikeskused, üldarstid, hooldekodud jne, samuti aparaatide ja ravimite kulud. *Handbook on the external costs of transport (version 2019)*“[22] eeldab, et 50% ravikuludest on väliskulud.
- Halduskulud: need on kulud, mis katavad lähetatud politseijõudude, tuletõrje ja muude (meditsiiniliste) hädaabiteenuste kulud, mis abistavad õnnetuse toimumiskohas. „*Handbook on the external costs of transport (version 2019)*“[23] eeldab, et 30% halduskuludest on väliskulud.
- Tootmiskahjum: need kulud hõlmavad vähenenud tootlikust ohvri kohta (haiglas viibimise ja taastumine) ning töötaja asendamise kulusid. Eeldatakse, et see komponent on liikluses osalejatel osaliselt kindlustamise kaudu kaetud.
- Materiaalne kahju: see koosneb sõidukitele, infrastruktuurile, kaubaveole ja isiklikule varale õnnetuste tagajärjel tekitatud kahju rahalisest väärtusest. Eeldatakse, et liikluse osalised on see komponent kindlustuse kaudu täielikult tagatud.
- Muud kulud: see kategooria hõlmab kõiki muid kulusid, mis ei kuulu ühegi ülalnimetatud kategooria alla. See hõlmab muu hulgas ummikute, sõidukite puudumise ja matusekulusid. Eeldatakse, et need kulud katavad liikluses osalejad täielikult.

Liikluse ümbersuunamine sõiduautodelt ja bussidelt trammidesse vähendab eeldatavalt õnnetuste arvu teedel seoses läbisõidu vähenemisega sõiduteel (sõidukikilomeetri vähenemine).

---

[22] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

[23] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

Liiklusohutuse paranemise sotsiaalmajandusliku kasu arvestamise aluseks on võetud Tabel 20 (lk 67) toodud modelleerimise tulemused autosõidukilomeetrite vähenemise kohta erinevates stsenaariumites (autosõitjad hakkavad kasutama ühistransporti).

Liiklusohutuse paranemise sotsiaalmajanduslik kasu on leitud „*Handbook on the external costs of transport (version 2019)*“[24] soovituslike näitajate põhjal Eesti kohta. Selle põhjal on arvestatud liiklusõnnetuste vähenemisest sotsiaalmajandusliku kokkuhoidu 0,0396 €/ära jääva auto kilomeetri kohta (2016. aasta hindades).

5.2.4. MÜRA VÄHENEMINE

Tartu linna strateegilise mürakaardi[25] kohaselt on Tartu linna müraolukorra peamiseks mõjutajaks teede ja tänavate liiklusmüra. Vastavalt müratsoonide pindala arvutusele moodustavad alad, kus autoliikluse päeva-õhtu-öömüra indikaator L_{den} ületab 55 dB, 15,4 km^2 suuruse müratsoonide pindala, mis on ligikaudu 40 % Tartu kogupindalast. Aladel, kus autoliikluse müra indikaator $L_{den} \geq 55$ dB, elab hinnanguliselt 47 800 inimest ehk 49% Tartu elanikkonnast.

Tartu linna välisõhus leviva keskkonnamüra vähendamise tegevuskava[26] kohaselt on mürasituatsiooni võimalik muuta ja parandada linna arengusuundumisi tervikuna mõjutavate planeeringuprotsesside näol. Ülelinnaline positiivne mõju võib avalduda peamiselt kaudselt ehk liikluskoormuste ümberjagunemisel. Kaudseteks liiklusmüra vähendamise meetmeteks on ühistranspordi ja jalg- ning kergliiklusvahendite eelisarendamine, mida üha enam ka praktiseeritakse, kuid positiivne mõju avaldub eelkõige pikema aja jooksul.

Üle-Euroopa välismüra tervisemõjude hinnangu alusel põhjustab müra Euroopa Liidus igal aastal ligi 12 tuhat varajast surma, 49 tuhat haiglaravijuhtu, 6.4 miljonil inimesel unehäireid ning ligi 20 miljonit inimest on häiritud müra tõttu[27]. Euroopa Keskkonnaagentuuri Eesti faktilehe alusel põhjustab 2017. aasta müraga kokkupuute andmeid kasutades, liiklusmüra igal aastal Eesti linnaaladel 61 varajast surma, 187 täiendavat südame isheemiatõve juhtu, pea 10 000 inimese uni on mõjutatud ning pea 50 000 on häiritud liiklusmürast[28].

Peamine mõju, mida trammivõrgu väljaarendamine võib müraolukorrale kaasa tuua, on linnatänavatel liikuvate sõiduautode arvu vähenemisega kaasnev mürafooni vähenemine. Sealjuures võib liikluskoormuste (ning vastavalt ka müratasemе) vähenemist ette näha oluliselt laiemal alal kui ainult kergrööbastranspordi koridoris (ehk laiemal alal kui ainult ühistranspordiks ette nähtud tänaval).

Võimalikku mõju Tartu linna müraolukorrale hinnatakse käesoleva projekti raames koostatud liiklusmudeli liikluskoormuste muutuste alusel. Hinnangu andmisel lähtutakse kogu teedevõrgu liikluskoormuste keskmisest muutusest erinevate stsenaariumite võrdluses BAU stsenaariumiga.

Lisanduv ühistranspordiliiklus võib teoreetiliselt teatud määral suurendada müratasemе üksikutel tänavatel (suure liikluskoormusega tänava puhul ei ole muutus märgatav), samas on selge, autoliikluse vähenemisest tingitud teatud müratasemе vähenemine leiab aset oluliselt laiemal alal kui ainult kergrööbastranspordi koridoris. Juhul kui uus trammiliin asendab samal tänaval seni liikunud bussiliini võib eeldada, et sellest muutusest tulenevalt müratase ei muutu märkimisväärselt. Uue trammitee rajamisel on võimalik ka kasutada erinevaid lahendusi, mis vähendavad trammiliiklusest tingitud mõjusid, nt murukattega

---

[24] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

[25] Tartu linna välisõhu strateegilise mürakaardi ajakohastamine. Seletuskiri. OÜ Hendrikson & Ko, 2017

[26] Tartu linna välisõhus leviva keskkonnamüra vähendamise tegevuskava aastateks 2019-2023

[27] Houthuijs D, Swart W, van Kempen E. 2018. Implications of environmental noise on health and wellbeing. Eionet Report - ETC/ACM 2018/10. Bilthoven: European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.

[28] EEA, 2018. Estonia noise fact sheet 2018. Copenhagen: European Environmental Agency

trammiteede[29] puhul on täheldatud nii trammiliikluse müratasemе vähemist, kui ka positiivset mõju linna õhusaaste foonile.

Müra mõju vähenemise sotsiaalmajanduslik kasu on leitud *„Handbook on the external costs of transport (version 2019)“*[30] soovituslike näitajate põhjal Eesti kohta. Selle põhjal on arvestatud müra vähenemisest sotsiaalmajandusliku kokkuhoidu 0,0092 €/ära jääva auto kilomeetri kohta (2016. aasta hindades).

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseks võetud Tabel 20 (lk 67) toodud modelleerimise tulemused autosõidukilomeetrite vähenemise kohta erinevates stsenaariumites (autosõitjad hakkavad kasutama ühistransporti).

Käesoleva projekti realiseerimise korral võib oodata linnatänavate äärsete alade müraolukorra teatud paranemist, kuid eeldatavad muutused müratasemе vähenemises on siiski suhtelised väikesed. Samas annab projekt kindlasti olulise osa pikaajalisest liiklusmüra vähendamise strateegiast (liiklusmüra on linnade peamine müraprobleem) ning koos teiste meetmetega, mida antud projekt ei käsitle (jalg- ja jalgrattateede arendamine ning pikas perspektiivis jätkuv sõiduautode müra vähenemine sõidukite tehnoloogia arengust tingituna), on võimalik positiivset mõju märkimisväärselt suurendada.

5.2.5. ÕHUSAASTE VÄHENEMINE

Suurim tervist ohustav keskkonnarisk on õhusaaste, mis põhjustab Euroopa Liidus igal aastal pea 400 000 varajast surma ning tervisega seotud välised kulud moodustavad sadu miljardeid eurosid[31]. Eriti teravalt mõjutab see linnades elavaid inimesi, kus sisaldused on reeglina suurimad ning mille põhjuseks on transpordist tulenev õhusaaste. Varajased surmajuhtumid on peamiselt tingitud saasteainetest nagu peened ja ülipeened osakesed (PM_{10} ja $PM_{2.5}$), lämmastikdioksiid ja maapinnalähedane osoon.

Ka Tartus on kõige olulisimaks õhu saasteaineteks peened ja ülipeened osakesed, mille peamisteks allikateks on liiklus (nii heitgaasid, kui ka teekatte ja rehvide kulumisel tekkivad osakesed) ning olmekütmine, eeskätt ahiküte[32]. Tööstusettevõtete ja suurte keskkütte katlamajade roll on üldiselt väike[33]. Liiklusest eraldub lisaks eri suurusega osakestele ka lämmastikoksiide (NO_2).

Välisõhu saasteainete sisalduste osas on Eesti viimastel aastatel täitnud Euroopa Liidu poolt seatud kriteeriume: saasteainete piirväärtuste ületamiste arv on jäänud lubatud piiridesse (vastavalt määrusele on mõnede saasteainete puhul lubatud ületada ööpäevakeskmist piirväärtust aasta jooksul teatud arv kordi)[34].

Hoolimata suhteliselt madalatest sisaldustest ning piirnormide täitmisest on õhu saastusel siiski oluline mõju elanike tervisele, sest inimtekkeliste ülipeente osakeste puhul puudub ohutu lävitase (kontsentrisoon alates millest algavad tervisemõjud). Uuringus „Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele Tallinna linnas – Peentest osakestest tuleneva mõju hindamine“ leiti, et ülipeened osakesed välisõhus põhjustavad Tallinnas hinnanguliselt keskmiselt 296 (95 % usalduspiirid CI=76–528) varajast surma aastas[35]. See teeb

---

[29] http://www.greenrooftechnology.com/green_train_tracks
http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/effects.pdf

[30] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

[31] EEA. 2018. Air quality in Europe — 2018 report. EEA Report No 12/2018. Copenhagen: European Environment Agency.

[32] Maasikmets M. 2019. Determination of emission factors from anthropogenic particle sources for air emission and health impact assessment. Tartu: Estonian University of Life Sciences.

[33] Maasikmets M, Saare K, Arumäe T, Lehes L, Viidik A, Ebber A. 2013. Linnade välisõhu kvaliteedi kompleksse hindamise analüüs. Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ.

[34] Saare K, Kabral N, Maasikmets M, Teinemaa E. 2019. Välisõhu kvaliteedi seire 2018. Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ.

[35] Orru H, Teinemaa E, Lai T, Tamm T, Kaasik M, Kimmel V, Kangur K, Merisalu E, Forsberg B. 2009. Health impact assessment of particulate pollution in Tallinn using fine spatial resolution and modelling techniques. Environmental Health, (8), 7.

kokku 3859 (95 % CI=1 023–6 636) kaotatud eluaastat aastas ning keskmine eeldatava eluea kaotus elaniku kohta oli keskmiselt 8 kuud ja Tallinna kesklinnas 14 kuud. Hiljem on hinnatud eraldi ka vaid transpordisektorist tuleneva õhusaaste mõju inimeste tervisele Energiamajanduse arengukava aastani 2030 mõjuhinnangute raames, kus Orru[36] leidis, et transpordisektorist pärinevad ülipeened osakesed põhjustavad Tallinnas igal aastal 119,6 varajast surma.

Rahvastikupõhised epidemioloogilised uuringud on näidatud seost liiklusest tulenevate peente osakeste ja südamehaiguste vahel[37] ning suuremat haigestumise riski elamisel suure liiklustihedusega teede lähedal Tartus[38]. Kõrge saastetasemega õhusaaste-episoodide (eriti kõrge saaste-tasemega päevade) aegridade uuring Tallinnas on näidanud ka episoodide järgset kõrgenenud suremust aastail 2004–2011[39]. Seega on transpordisektorist tuleneval õhusaastel leitud oluline mõju inimeste tervisele.

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseks võetud Tabel 20 (lk 67) toodud modelleerimise tulemused autosõidukilomeetrite vähenemise kohta erinevates stsenaariumites (autosõitjad hakkavad kasutama ühistransporti).

Õhusaaste vähenemise sotsiaalmajanduslik kasu on leitud *„Handbook on the external costs of transport (version 2019)“* [40] soovituslike näitajate põhjal Eesti kohta. Selle põhjal on arvestatud õhusaaste vähenemisest sotsiaalmajandusliku kokkuhoidu 0,0007 €/ära jääva auto kilomeetri kohta (2016. aasta hindades).

5.2.6. KLIIMAKULUDE VÄHENEMINE

Kasvuhoonegaaside õhku paiskamine põhjustab globaalset soojenemist ja kliimamuutusi. IPCC (2013)[41] on hinnanud, et ilma konkreetse kliimapoliitikata võib keskmine temperatuur sajandi lõpuks märkimisväärselt tõusta. Sellistel radikaalsetel muutustel on oluline ja suures osas pöördumatu mõju ökosüsteemidele, inimeste tervisele ja ühiskonnale. Kliimamuutustega seotud kulusid määratletakse kui kulusid, mis on seotud kõigi globaalse soojenemise mõjudega, näiteks merepinna tõus, bioloogilise mitmekesisuse vähenemine, veemajandusprobleemid, üha sagedasemad ekstreemsed ilmastikuolud ja põllukultuuride ikaldused.

Kuna kliimamuutuste mõjud on ülemaailmsed, pikaajalised ja riskimudelitega, mida on raske ette näha, on nende mõjudega seotud kulude tuvastamine äärmiselt keeruline. Transpordi tulemusel eralduvad CO_2, N_2O ja CH_4 (metaan), mis kõik on kasvuhoonegaasid ja põhjustavad kliimamuutusi. Seetõttu on transpordi kliimakulude kindlakstegemine äärmiselt oluline.

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseks võetud Tabel 20 (lk 67) toodud modelleerimise tulemused autosõidukilomeetrite vähenemise kohta erinevates stsenaariumites (autosõitjad hakkavad kasutama ühistransporti).

---

[36] Orru H. 2014. Valdkondlike stsenaariumidega eeldatavalt kaasneva õhusaaste põhjustatud tervisemõju muutuste hindamine kasutades saaste-indikaatorina ülipeente osakeste sisaldusi ENMAK 2030+ raames. Tallinn: Arengufond.

[37] Orru H, Jõgi R, Kaasik M, Forsberg B. 2009. Chronic traffic-induced pm exposure and self-reported respiratory and cardiovascular health in the RHINE Tartu cohort. International Journal of Environmental Research and Public Health, 6, 2740-2751.

[38] Pindus M, Orru H, Modig L. 2015. Close proximity to busy roads increases the prevalence and onset of cardiac disease – Results from RHINE Tartu. Public Health, 129 (10), 1398-1405.

[39] Läll K, Raag M, Orru H. 2013. In: Abstracts of the 2013 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology (ISEE), the International Society of Exposure Science (ISES), and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ), (4177). Research Triangle Park, NC:Environmental Health Perspectives.

[40] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

[41] IPCC, 2013. Fifth Assessment Report: Working Group 1, Cambridge: The Intergovernmental Panel on Climate Change

Kliimakulude vähenemise sotsiaalmajanduslik kasu on leitud „*Handbook on the external costs of transport (version 2019)*“ [42] soovituslike näitajate põhjal Eesti kohta. Selle põhjal on arvestatud kliimakulude vähenemisest sotsiaalmajandusliku kokkuhoidu 0,0206 €/ära jääva auto kilomeetri kohta (2016. aasta hindades).

5.2.7. AKTIIVSE LIIKUVUSE SUURENEMINE

Hindamaks aktiivsest liikumisest tulenevat tervisekasu, kasutati käesolevas uuringus Maailma Terviseorganisatsiooni (WHO) loodud vastavat vahendit: *Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling*[43]. Antud vahend võimaldab hinnata aktiivse liikumise suurenemisest tulenevat tervisekasu nii jalakäijatele kui jalgratturitele. HEAT kasutab järgmisi riskisuhteid, et arvutada potentsiaalseid tervisekasusid suurenenud aktiivse liikumise järel: jala käimine 168 minutit nädalas vähendab enneaegse surma riski 10,5%.[44]

Saadava tervisekasu hindamise aluseks võeti eelnevalt kirjeldatud autodest trammidesse ületulijate kasvanud liikuvus – keskmine jalgsi käidav maa kodust trammipeatuseni ja trammispeatusest sihtkohani. (Modelleerimisel eeldati, et jalgsi käidav maa autoni on keskmiselt 1 minut ja trammini keskmiselt 3 minutit).

Sotsiaalmajanduslikus analüüsis on aluseksvõetud järgnevad modelleerimise tulemused:

TABEL 22. AUTODEST LOOBUJATE KASVANUD LIIKUVUS (TUH H/AASTAS).

	2030	2040	2050
	I etapp - variandid		
1A2A	127 tuh h	180 tuh h	286 tuh h
1A2B	95 tuh h	145 tuh h	244 tuh h
1A2C	103 tuh h	152 tuh h	250 tuh h
1B2A	103 tuh h	156 tuh h	261 tuh h
1B2B	75 tuh h	125 tuh h	225 tuh h
1B2C	90 tuh h	137 tuh h	231 tuh h
1C2A	110 tuh h	154 tuh h	242 tuh h
1C2B	80 tuh h	121 tuh h	204 tuh h
1C2C	90 tuh h	129 tuh h	207 tuh h
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	103 tuh h	201 tuh h	387 tuh h
1B2A-4A5B-3-6A-7	103 tuh h	204 tuh h	382 tuh h
1B2A-4A5A-3-6B-7	103 tuh h	203 tuh h	383 tuh h
1B2A-4A5B-3-6B-7	103 tuh h	215 tuh h	379 tuh h
1B2A-4B5A-3-6A-7	103 tuh h	227 tuh h	425 tuh h
1B2A-4B5B-3-6A-7	103 tuh h	236 tuh h	428 tuh h
1B2A-4B5A-3-6B-7	103 tuh h	254 tuh h	437 tuh h
1B2A-4B5B-3-6B-7	103 tuh h	237 tuh h	434 tuh h

[42] https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf

[43] https://www.heatwalkingcycling.org/tool/

[44] Health economic assesment tools (HEAT) for walking and for cycling. Methods and user guide. 2014 WHO. 2014 http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/256168/ECONOMIC-ASSESSMENT-OF-TRANSPORT-INFRASTRUCTURE-AND-POLICIES.pdf?ua=1

	2030	2040	2050
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	103 tuh h	281 tuh h	466 tuh h
1B2A-4B-3-6B-7	103 tuh h	273 tuh h	485 tuh h
1B2A-4B5A-6B-7	103 tuh h	287 tuh h	469 tuh h
1B2A-4B-7	103 tuh h	248 tuh h	416 tuh h
1B2A-5A-3-6B	103 tuh h	233 tuh h	389 tuh h
1B2A-3	103 tuh h	205 tuh h	347 tuh h
1B2A-4B5A-3-6B	103 tuh h	293 tuh h	490 tuh h
P	117 tuh h	165 tuh h	278 tuh h

5.3. SOTSIAALMAJANDUSLIK TASUVUS

Peale projekti sotsiaalmajanduslike mõjude kvantifitseerimist ja rahas hindamist on võimalik mõõta projekti sotsiaalmajanduslikku tasuvust järgnevate näitajatega:

- sotsiaalmajanduslik nüüdispuhasväärtus (ENPV)
- sotsiaalmajanduslik tulumäär (ERR)

ENPV on kõige olulisem ja usaldusväärsem sotsiaalse tasuvusanalüüsi näitaja ning seda tuleks kasutada projekti hindamisel peamise sotsiaalmajandusliku tulemuslikkuse võrdlussignaalina. Põhimõtteliselt tuleks tagasi lükata kõik projektid, millel on negatiivne ENPV või mille ERR on madalam kui sotsiaalne diskontomäär.

ENPV ja ERRi arvutamine on matemaatiliselt sarnane finantsmajandusliku tasuvuse näitajate arvutamisele (vt alapunkt 4.4). Tulevaste rahavoogude diskonteerimisel kasutatakse sotsiaalse diskontomäärana 5%.

Tabel 23 esitab kokkuvõtlikult sotsiaalmajandusliku analüüsi tulemused ja tasuvusnäitajad iga stsenaariumi kohta.

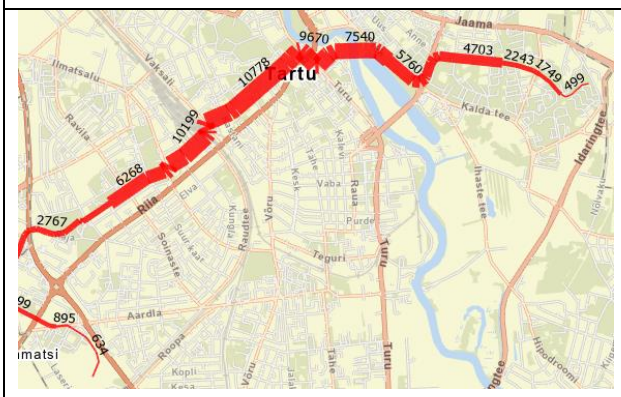
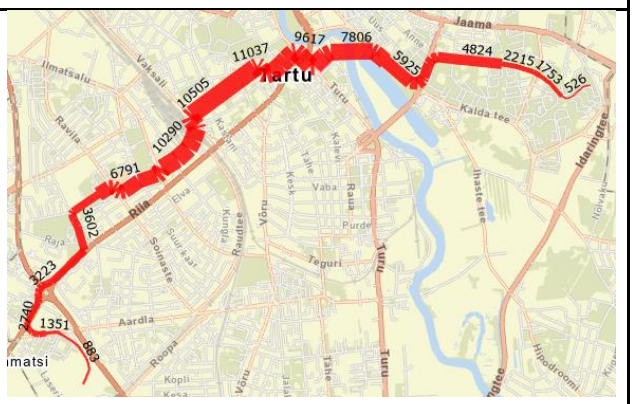
TABEL 23. SOTSIAALMAJANDUSLIKU ANALÜÜSI TASUVUSNÄITAJAD.

	Sotsiaalmajanduslik tulusus (ERR)	Sotsiaalmajanduslik nüüdispuhasväärtus (ENPV)	Tulude-kulude suhe (BCR)
	I etapp - variandid		
1A2A	6,79%	23 mln €	1,27
1A2B	5,36%	4 mln €	1,05
1A2C	5,18%	2 mln €	1,03
1B2A	8,75%	58 mln €	1,65
1B2B	7,77%	41 mln €	1,46
1B2C	7,58%	39 mln €	1,43
1C2A	8,90%	61 mln €	1,68
1C2B	7,92%	44 mln €	1,49
1C2C	7,71%	42 mln €	1,46
	I + II etapp - tervikvõrgu variandid		
1B2A-4A5A-3-6A-7	4,98%	-0,5 mln €	1,00
1B2A-4A5B-3-6A-7	5,10%	3 mln €	1,01
1B2A-4A5A-3-6B-7	4,92%	-2 mln €	0,99
1B2A-4A5B-3-6B-7	4,99%	0 mln €	1,00
1B2A-4B5A-3-6A-7	5,52%	15 mln €	1,07
1B2A-4B5B-3-6A-7	5,32%	10 mln €	1,04
1B2A-4B5A-3-6B-7	5,07%	2 mln €	1,01
1B2A-4B5B-3-6B-7	5,27%	8 mln €	1,03

	Sotsiaalmajanduslik tulusus (ERR)	Sotsiaalmajanduslik nüüdispuhasväärtus (ENPV)	Tulude-kulude suhe (BCR)
	I + II etapp – tervikvõrgu vähendatud variandid		
1B2A-4B5A-3-7	6,41%	41 mln €	1,20
1B2A-4B-3-6B-7	6,39%	39 mln €	1,20
1B2A-4B5A-6B-7	6,83%	50 mln €	1,27
1B2A-4B-7	8,89%	84 mln €	1,69
1B2A-5A-3-6B	5,67%	19 mln €	1,09
1B2A-3	7,47%	54 mln €	1,38
1B2A-4B5A-3-6B	5,82%	26 mln €	1,11
P	5,61%	18 mln €	1,09

Sotsiaalmajandusliku analüüsi tulemusena on I etapis kaks enim eelistatut varianti 1C2A ja 1B2A. Autoliikluse vähenemise ja trammikasutajate arvu poolest on eelistatum variant 1B2A. Sotsiaalmajandusliku tasuvuse järgi on eelistatum variant 1C2A.

TABEL 24. SOOVITUS I ETAPI VÄLJAEHITAMISEKS (EELISTATUD VARIANT 1B2A).

1C2A	*1B2A*
	
1C = Ränilinn - Lõunakeskus - Vanemuise tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn	1B = Ränilinn - Lõunakeskus - Tiigi tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn

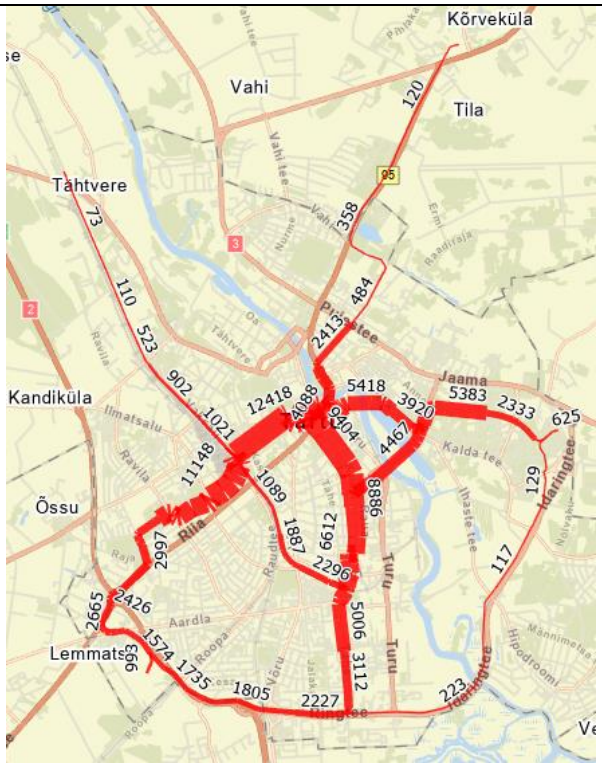
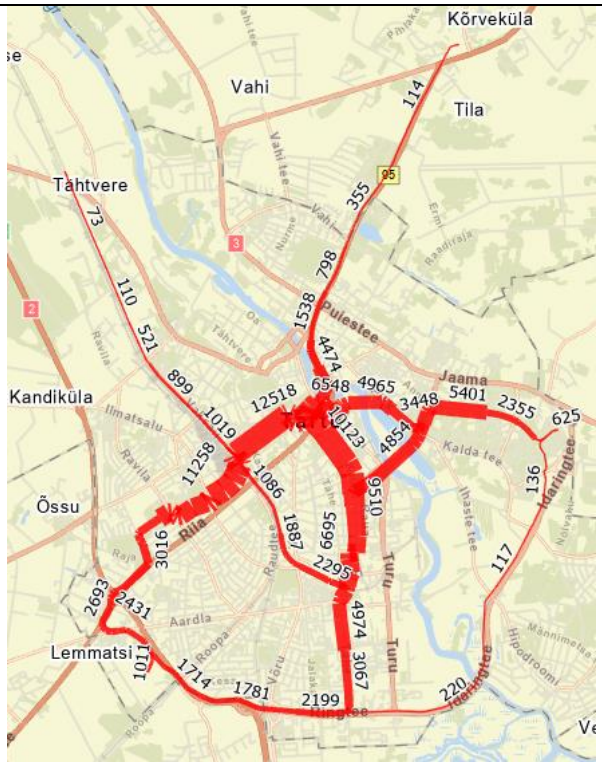
Kummagi variandi erinevus on, et kas panna tramm sõitma mööda Vanemuise või Tiigi tänavat (lisaks erinevusele Lõunakeskuse juures). Selle peaks otsustama projekteerimise käigus ja see ilmselt analüüsi praeguse täpsusastme juures lõpptulemust eriti enam ei mõjuta. Teostatavuse seisukohast lähtudes on Tiigi tänav oluliselt lähemal raudteejaamale, mis võiks suurenda rongile tulijate ja minejate hulka trammides. Samuti on Tiigi tänaval majade kaugus tänavajoonest suurem, mis kergendab trammitee ehitust ja vähendab võimalikku häiringut.

Kui ellu viia ainult I etapp, siis analüüsi läbiviijate soovitus sotsiaalmajandusliku analüüsi põhjal on rajada trammiliin 1B2A:

- **1B = Ränilinn – Lõunakeskus – Tiigi tn – kesklinn;**
- **2A = kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn.**

Tervikvõrgu rajamise puhul (I + II etapp) on sotsiaalmajandusliku tasuvuse seisukohast eelistatuimad variandid 1B2A-4B5A-3-6A-7 ja 1B2A-4B5B-3-6A-7.

TABEL 25. SOOVITUS TERVIKVÕRGU VÄLJAEHITAMISEKS (EELISTATUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-6A-7).

1B2A-4B5A-3-6A-7	*1B2A-4B5B-3-6A-7*
	
1B = Lõunakeskus - Tiigi tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn 4B = kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn 5A = kesklinn - Narva tn - Roosi tn - Muuseumi tee - Vana-Narva mnt 3 = Annelinn - Ihaste sild - Ränilinn 6A = Tähe tn - Vaksali tn - Vaksali tn pikendus 7 = Sõpruse silla ühendus	1B = Lõunakeskus - Tiigi tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn 4B = kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn 5B = kesklinn - Narva tn - Vana-Narva mnt 3 = Annelinn - Ihaste sild - Ränilinn 6A = Tähe tn - Vaksali tn - Vaksali tn pikendus 7 = Sõpruse silla ühendus

Kummagi variandi erinevus on, et kas panna tramm sõitma ülesse Narva mäest või mööda Roosi tänavat. Selle peaks otsustama projekteerimise käigus ja see ilmselt analüüsi praeguse täpsusastme juures lõpptulemust eriti enam ei mõjuta. Teostatavuse seisukohast lähtudes on Narva mägi olulisem autotranspordi koridor ning Roosi tänava trass on lähemal olulisele tõmbekeskusele, Eesti Rahva Muuseumile, mis võiks suurendada veelgi trammiga külastajat arvu.

Sotsiaalmajandusliku analüüsi metoodika kohaselt tuleks tagasi lükata kõik projektid, millel on negatiivne ENPV või mille ERR on madalam kui sotsiaalne diskontomäär. Ülal toodud kaks alternatiivi maksimeerivad sotsiaalmajandusliku tulusust ja nüüdispuhasväärtus, kui positiivse tulemuse korral on ka teised alternatiivid kaalumist väärt.

Seega käesoleva analüüsi põhjal oleksid vastuvõetavad ka kõik järgnevad trassialternatiivid:

- 1B2A-4A5B-3-6A-7
- 1B2A-4B5A-3-6A-7
- 1B2A-4B5B-3-6A-7
- 1B2A-4B5A-3-6B-7
- 1B2A-4B5B-3-6B-7

Nendest variantidest on kõige suurema autodest üle tulijate arvuga ja võimaldab kõige rohkem säästa variant 1B2A-4B5A-3-6B-7. Kui jätta kõrvale ära jäävale autokilomeetrile ja trammidesse ületulevate

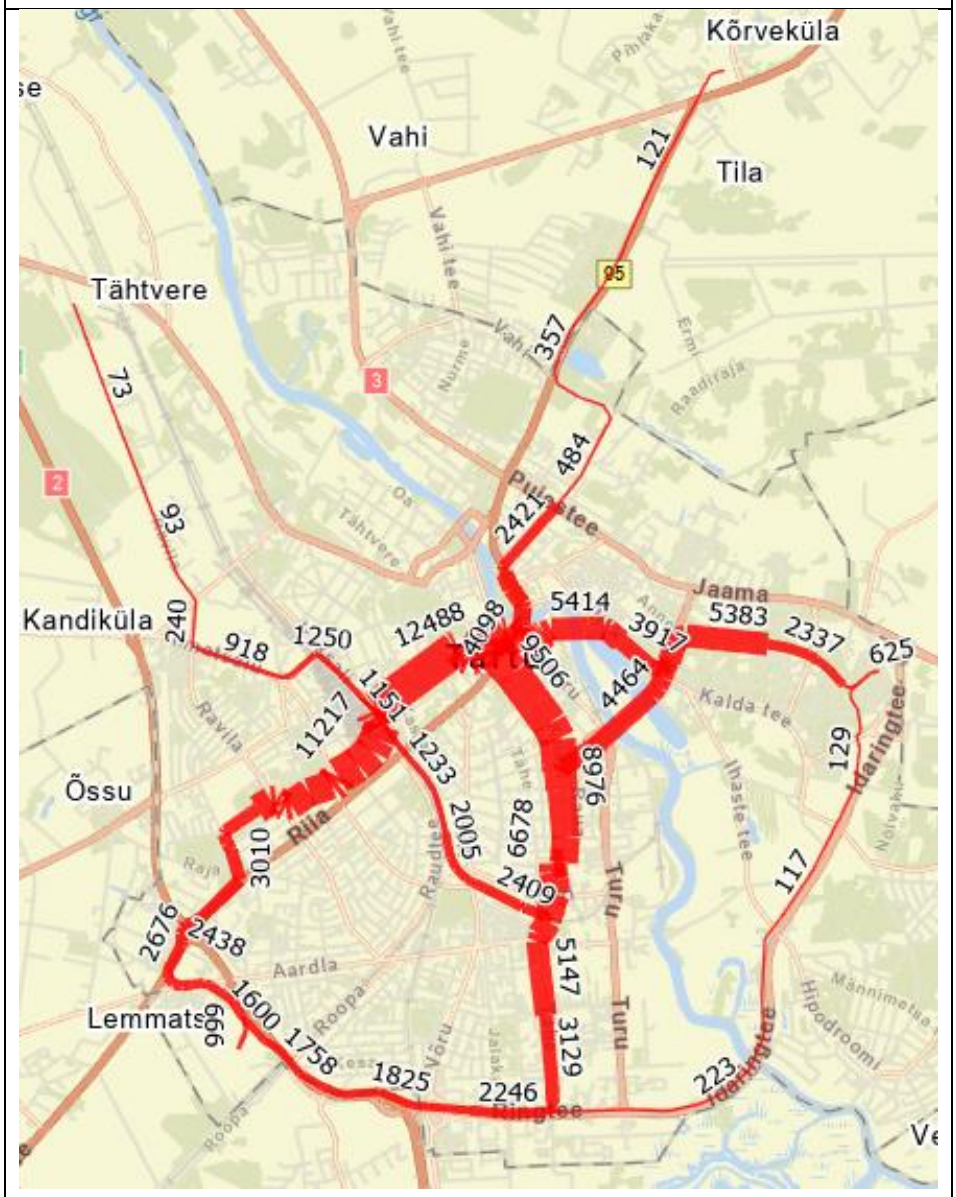
autokasutajate ajasäästule omistatud monetaarne väärtus, siis võimalikult suurt kasutajaskonda ja linnaruumi hõlmava võrgu loomiseks oleks eelistatuim variant 1B2A-4B5A-3-6B-7. See variant on ka sotsiaalmajandusliku tasuvusanalüüsi kohaselt veel positiivse tulususega.

Kui ellu viia tervikvõrgu väljaarendamine (I + II etapp), siis analüüsi läbiviijate soovitus sotsiaalmajandusliku analüüsi põhjal on rajada trammiliin 1B2A-4B5A-3-6B-7:

- **1B = Ränilinn – Lõunakeskus – Tiigi tn – kesklinn;**
- **2A = kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn;**
- **4B = kesklinn – Kalevi tn – Tehase tn – Tähe tn;**
- **5A = kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt;**
- **3 = Annelinn – Ihaste sild – Ränilinn;**
- **6B = Tähe tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn;**
- **7 = Sõpruse silla ühendus.**

TABEL 26. TERVIKVÕRGU (I + II ETAPP) EELISTATUIM VÄLJAARENDAMISE VARIANT 1B2A-4B5A-3-6B-7.

1B2A-4B5A-3-6B-7



1B = Ränilinn – Lõunakeskus – Tiigi tn – kesklinn
2A = kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn
4B = kesklinn – Kalevi tn – Tehase tn – Tähe tn

5A = kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt
3 = Annelinn – Ihaste sild – Ränilinn
6B = Tähe tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn
7 = Sõpruse silla ühendus

Edasi analüüsitakse erinevaid trassivariante, kui projekti elluviijal puudub piisav finantsvõimekus tervikvõrgu rajamiseks. Finantsanalüüs näitas, et I etapi elluviimine (1A2B) maksaks 85,3 mln € ja tervikvõrgu väljaarendamine (1B2A-4B5A-3-6B-7) maksaks 296 mln €. Analüüsime, kas mõnede tervikvõrgu liinide ärajätmine võiks suurendada sotsiaalmajanduslikku kasu.

Nagu näitab Tabel 23, siis kolm suurima sotsiaalmajandusliku kasuga varianti on 1B2A-4B5A-6B-7, 1B2A-4B-7 ja 1B2A-3, millest esimene hõlmab kõige suuremat osa linnaruumist.

Majandusteooria kohaselt ei tasu võrrelda kahe erineva alginvesteeringu ja teineteist välistava projekti tulusust, kuna see võib viia valedele järeldustele. Järgnevalt analüüsiti lisanduvat ERRi (*incremental ERR*) eesmärgiga teha kindlaks, kas luuakse majanduslikku lisandväärtust valides väiksema eelarvega projekti asemel suure eelarvega projekt.

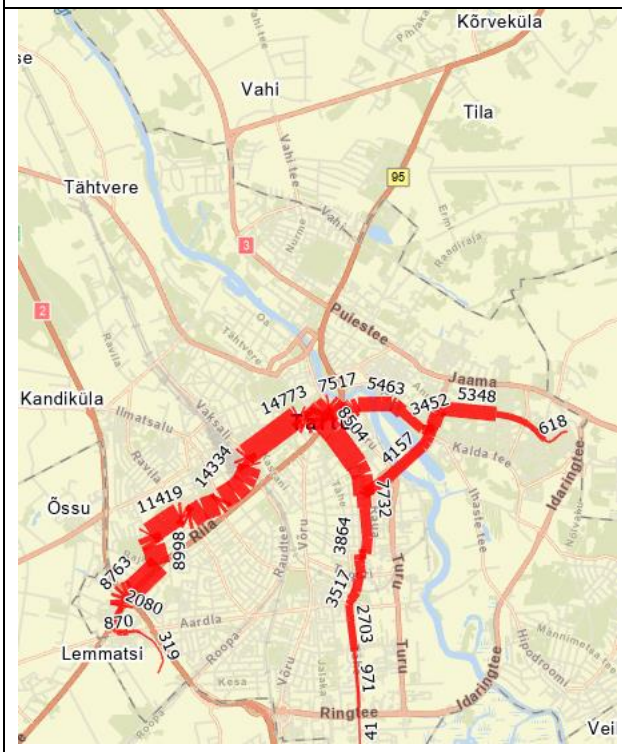
Alljärgnevas tabelis on toodud 1B2A liinile lisanduvate investeeringute (1B2A-4B5A-6B-7, 1B2A-4B-7 ja 1B2A-3 ning P) sotsiaalmajandusliku tasuvuse võrdlus.

TABEL 27. LISANDUVA ERR JA ENPV ANALÜÜS.

Variant	Investeering	ERR	ENPV	Lisanduv ERR	Lisanduv ENPV
1B2A	85,3 mln €	8,7%	58,4 mln €		
1B2A-4B5A-6B-7	226,3 mln €	6,8%	50,2 mln €	4,4%	-8,2 mln €
1B2A-4B-7	129,5 mln €	8,9%	83,8 mln €	9,3%	25,4 mln €
1B2A-3	164,2 mln €	7,5%	54,1 mln €	4,4%	-39,8 mln €
P	193,0 mln €	5,6%	17,9 mln €	1,8%	-40,4 mln €

Kui eelarve võimaldab, siis võiks kaaluda 1B2A-4B5A-6B-7 trassivariandi rajamist ja säästuvariandi korral 1B2A-4B-7.

TABEL 28. SOOVITUSED VÄHENDATUD TERVIKVÕRGU VÄLJAEHITAMISEKS.

1B2A-4B-7	***1B2A-4B5A-6B-7***
	
1B = Ränilinn - Lõunakeskus - Tiigi tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn 4B = kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn 7 = Sõpruse silla ühendus	1B = Ränilinn - Lõunakeskus - Tiigi tn - kesklinn 2A = kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn 4B = kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn 5A = kesklinn - Narva tn - Roosi tn - Muuseumi tee - Vana-Narva mnt - Vahi - Kõrveküla 6B = Tähe tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn 7 = Sõpruse silla ühendus

Kui ellu viia tervikvõrgu väljaarendamine (I + II etapp) vähendatud variant, siis analüüsi läbiviijate soovitus on sotsiaalmajandusliku analüüsi põhjal rajada trammiliin 1B2A-4B5A-6B-7 või 1B2A-4B-7

1B2A-4B5A-6B-7:

- **1B = Ränilinn – Lõunakeskus – Tiigi tn – kesklinn;**
- **2A = kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn;**
- **4B = kesklinn – Kalevi tn – Tehase tn – Tähe tn;**
- **5A = kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt – Vahi - Kõrveküla;**
- **3 = Annelinn – Ihaste sild – Ränilinn;**
- **6B = Tähe tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn;**
- **7 = Sõpruse silla ühendus.**

1B2A-4B-7:

- **1B = Ränilinn – Lõunakeskus – Tiigi tn – kesklinn;**
- **2A = kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn;**
- **4B = kesklinn – Kalevi tn – Tehase tn – Tähe tn;**
- **7 = Sõpruse silla ühendus.**

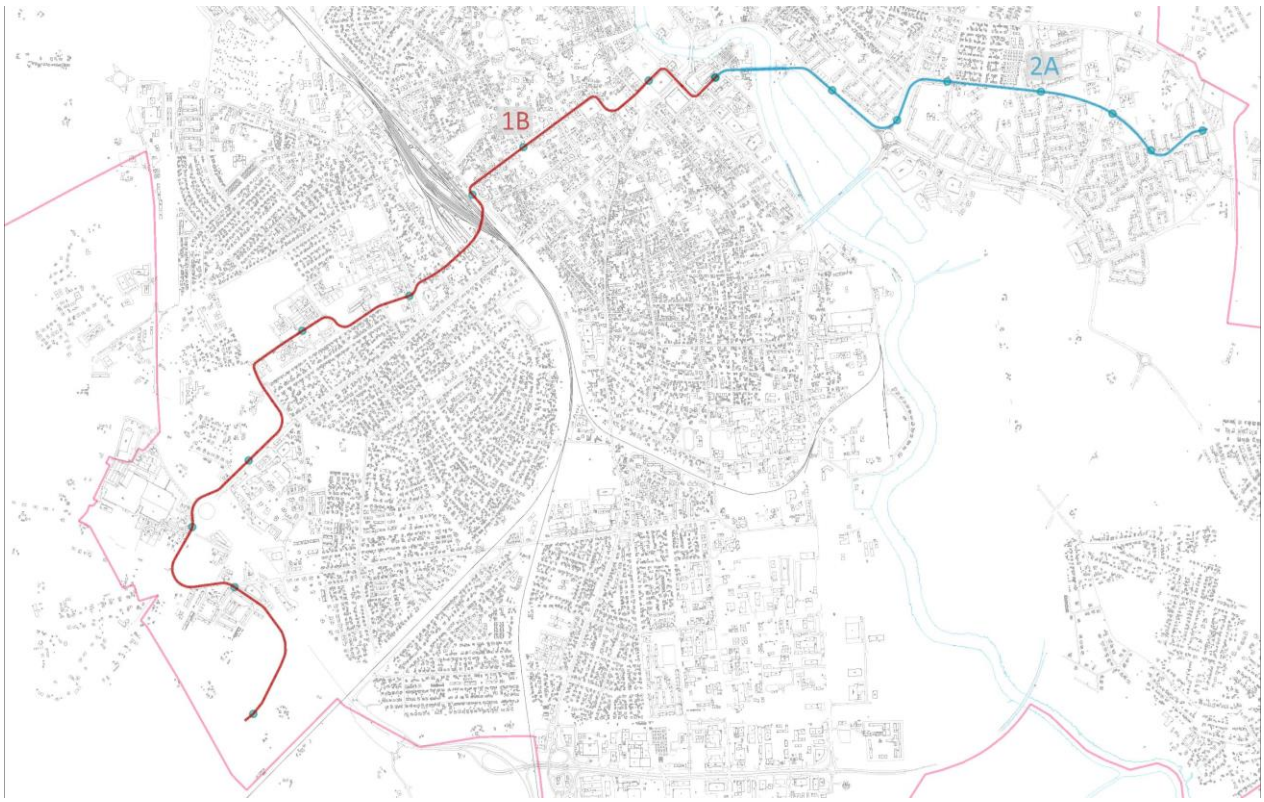
6. TARTU LINNA KERGRÖÖBASTRANSPORDI JA ERINEVATE LIIKUMISVIISIDE ÜMBERISTUMISKESKUSTE RAJAMISE SOOVITUS ÜLDPLANEERINGU EELNÕUSSE

Käesoleva uuringu peamine tõdemus on, et trammivõrgu rajamine Tartusse on soovitav ja tasuv. Tegemist on positiivse meetmega nii ühistranspordi osakaalu tõstmisel, elanikele paremate liikumisvõimaluste pakkumisel kui ka üldisemalt linna transpordiprobleemide lahendamisel. Trammivõrgu rajamine tähendaks Tartu transpordis kvalitatiivset hüpet just ühistranspordi arendamise seisukohast. Ilma trammideta on Tartu linnal väga raske täita eesmärki vähendada autokasutuse osakaalu liikumisvajaduse rahuldamisel. Ilma trammivõrguta on Tartu linnal raske täita ka riiklikult võetud kliimaneutraalsuse eesmärki ning seetõttu on trammivõrgu rajamine Tartusse riiklikult oluline projekt, mille rahastamine ei ole kitsalt Tartu linnavalitsuse ülesanne.

Finantsmajanduslikult on trammivõrgu rajamine tasuv, kui ehituseks saab Tartu linn kasutada 75..85% ulatuses tagastamatut abi, mis on Euroopa liidu fondida tavapärane toetuse osakaal. Vajadusel võib taotleda ka Eesti riigi toetust.

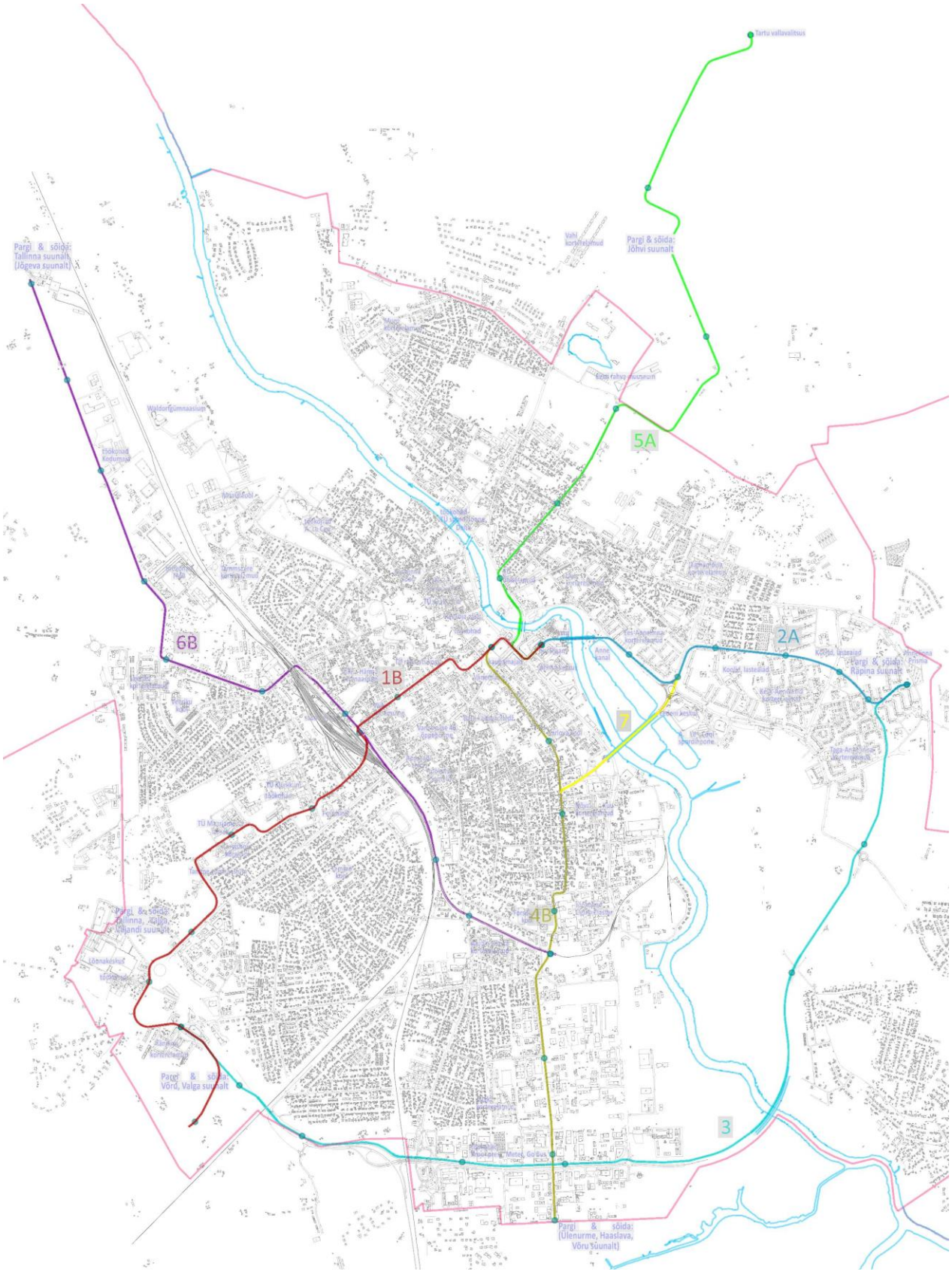
Sotsiaalmajanduslikult on I etapi ehitus (ehk ühendus Ränilinn-Lõunakeskus-kesklinn-Annelinn) tasuv kõigi kaalutud variantide puhul. Käesolev uuring soovitab I etapis ehk 10 aasta perspektiivis (aastani 2030) väljaehitatavaks kavandada variant 1B-2A (vt Joonis 33).

JOONIS 33. LIINID 1B2A PEATUSTEGA.



II etapis ehk 20 aasta perspektiivis (aastani 2040) on soovitav kogu liinivõrgu väljaehitamine viisil, mis võimaldaks teenindada suurimat osa linna elanikest, kuid mis annaks sotsiaalmajanduslikult positiivse hinnangu. Käesolev uuring soovitab mh nimetatud kriteeriumitele tuginedes varianti 1B2A-4B5A-3-6B-7 (vt Joonis 34).

JOONIS 34. LIINID 1B2A-3-4B-5A-6B-7 PEATUSTEGA.



Põhjusel, et käesoleva uuringu ajagraafik ja eelarve olid piiratud, ei olnud võimalik analüüsida kõiki teostatavaid variante. Analüüsimata variantidest väärib üldplaneeringu koostamisel kaalumist

lõunasuunalise trammitee kavandamine Kalevi tänava asemel Tähe tänavale, sest Kalevi tänava lõpus on raskusi trammi toomisega Tähe tänavale. Nimetatud variant muutuks eriti aktuaalseks, kui tehnilistel põhjustel ei ole võimalik ilma liigsete kulutusteta rajada trammiteed Vanemuise mäele ning eelistada tuleb Riia mäge. Sel juhul saaks Riia mäelt üks haru pöörata Tähe ja teine Akadeemia tänavale ning edasi Tiigi tänavale.

Jaamamõisa paremaks ühendamiseks trammivõrguga võib pikendada Sõpruse puisteel paiknevat liini Jaamamõisa linnaossa ja sealt edasi liinini 5. Nimetatud pikendus on eriti vajalik olukorras, kus liini 5 peetakse mittevajalikuks, kuid ühendust Jaamamõisaga ja sealt edasi Raadiga ning Vahi ja Kõrveküla alevikuga loetakse vajalikuks.

Liin 3 on uuringus näidatud kulgevana Ringtee koridoris, kuid linnavalitsuse hilisem ettepanek oli suunata see demonteeritava kõrgepingeliini koridori, mis on väga mõistlik ettepanek. Käesolevas uuringus arvutatud tasuvust paralleelse koridori kasutamine oluliselt ei muuda.

Samuti võib valitud lõikudes muuta trammi kulgemist põhjusel, mis käesoleva uuringu koostajatele ei olnud teada. Tihti annab paralleelsete tänavate kasutamine sarnase hinnangu ja lõpptulemust oluliselt ei mõjuta.

Kui kõigi kaalutud liinide rajamist hinnatakse liiga kulukaks, on soovitav esimesena välja jätta liin 3 Ränilinn - Ihaste sild - Annelinn ning järgmisena liinid 5 ja 6.

Kehtivas üldplaneeringus olevat liini P koos pikendusega Jaamamõisa, Raadile ja Vahi ning Kõrvekõla alevikku ei saa käesoleva uuringu tulemustel lugeda põhjendatuks, sest alternatiivid ehk liinid 1 ja 2 iseseisvalt või koos liiniga 4 ja 7 annavad oluliselt kõrgema tasuvuse ning on odavamad rajada.

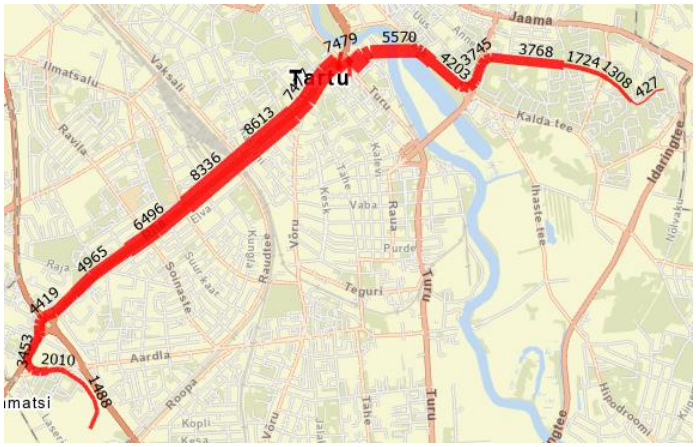
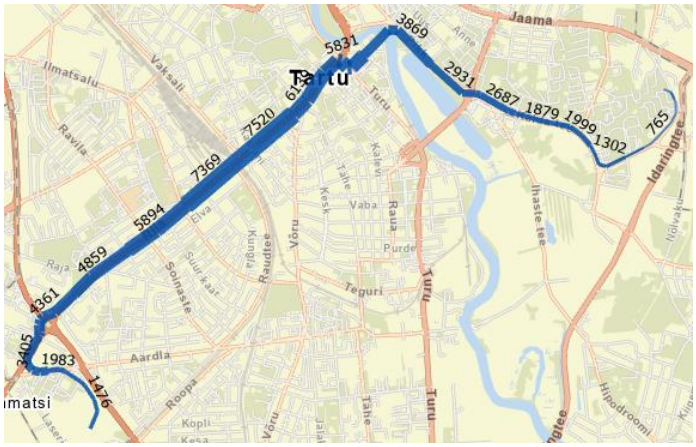
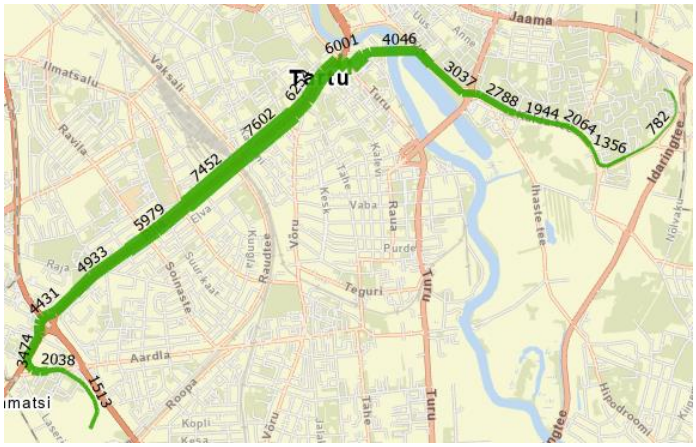
Uuring soovitab üldplaneeringus reserveerida tänavatel ruumi kogu trammivõrgule. Väljapakutud koridorides trammiliinide ehitamine ei vähenda olulisel määral tänavate läbilaskvust autoliiklusele, sest trammiliinid on paigutatud madalama liiklustihedusega tänavatele (v.a suure autoliiklusega Riia-Turu ristmik) ja suurematel tänavatel on võimalik trammile rajada eraldi sõidurajad. Sellisel viisil on lihtsam rakendada trammidele automaatset foorsüsteemi ristuvate tänavatega, et tagada trammide kiire kulgemine linnaruumis. Siiski on soovitav autoliikluse osakaalu vähendamiseks mitte suurendada või vähendada autoliikluseks ja parkimiseks lubatud ruumi ning anda ühistranspordile ja kergliiklusele suurem eelisõigus liikluse korralduses.

7. LISAD

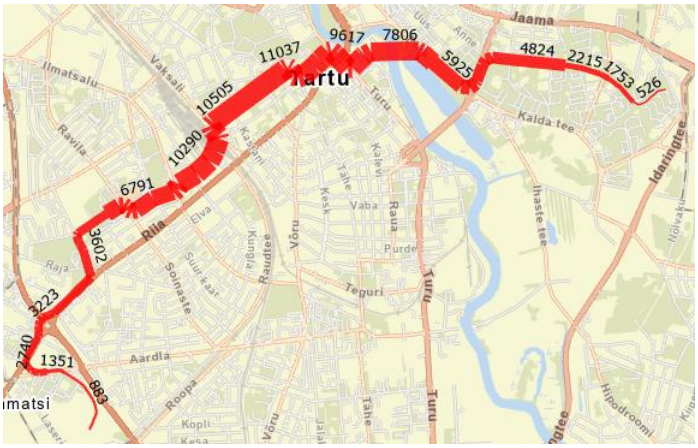
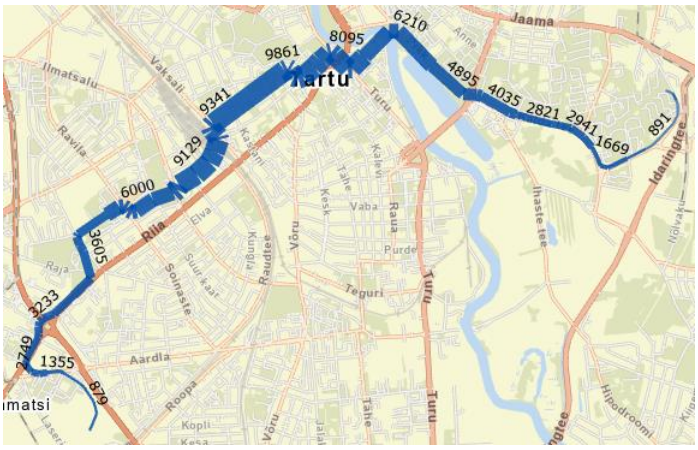
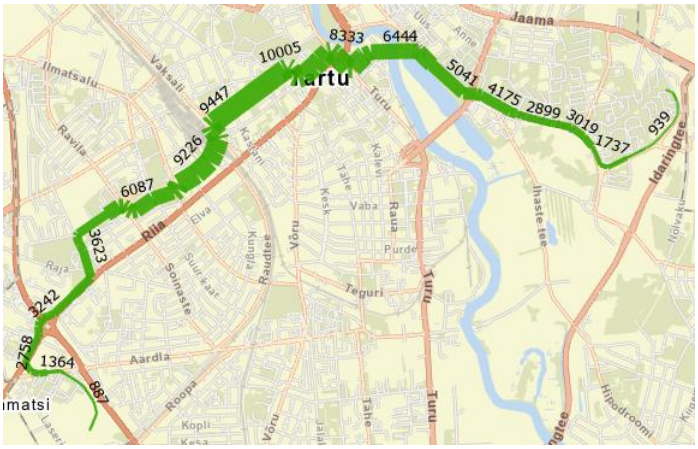
7.1. MODELLEERITUD VARIANDID

7.1.1. ETAPP I

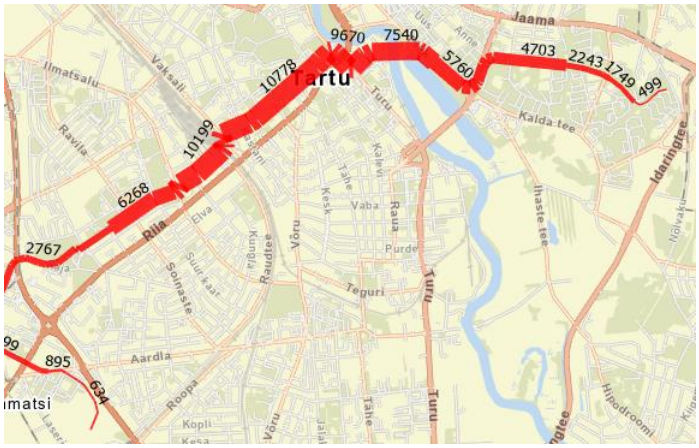
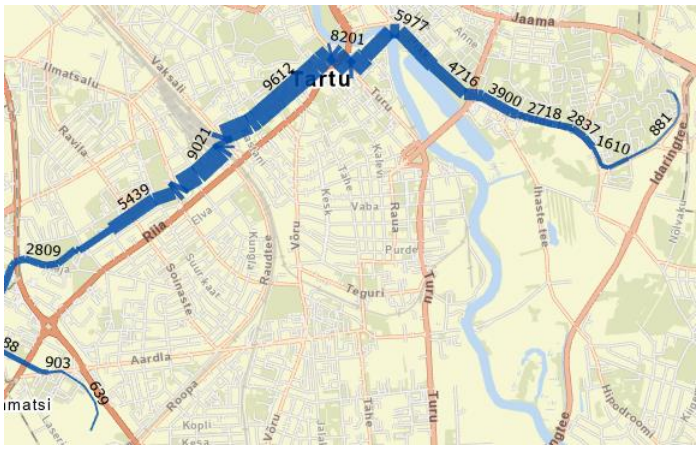
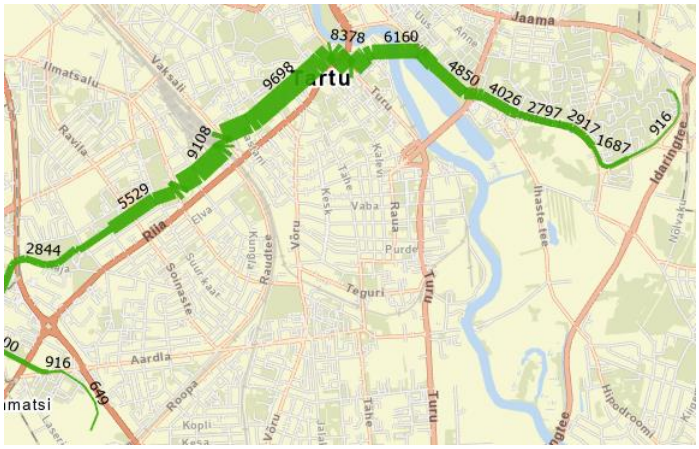
TABEL 29. I ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD RIIA TÄNAVAT KASUTAVAD VARIANDID (2060.A. PROGNOOSITUD SÕITJAD).

	**1A2A** 1A = Ränilinn - Lõunakeskus – Riia tn – Kesklinn 2A = Kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn
	**1A2B** 1A = Ränilinn - Lõunakeskus – Riia tn – Kesklinn 2B = Kesklinn – Pikk tn – Kalda tee – Kaunase pst
	**1A2C** 1A = Ränilinn - Lõunakeskus – Riia tn – Kesklinn 2C = Kesklinn – Fortuuna tn – Pikk tn – Kalda tee – Kaunase pst

TABEL 30. . I ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD TIIGI TÄNAVAT KASUTAVAD VARIANDID (2060.A. PROGNOOSITUD SÕITJAD).

	1B2A 1B = Ränilinn - Lõunakeskus – Tiigi tn – Kesklinn 2A = Kesklinn – Pikk tn – Sõpruse pst – Anne tn
	1B2B 1B = Ränilinn - Lõunakeskus – Tiigi tn – Kesklinn 2B = Kesklinn – Pikk tn – Kalda tee – Kaunase pst
	1B2C 1B = Ränilinn - Lõunakeskus – Tiigi tn – Kesklinn 2C = Kesklinn – Fortuuna tn – Pikk tn – Kalda tee – Kaunase pst

TABEL 31. I ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VANEMUISE TÄNAVAT KASUTAVAD VARIANDID (2060.A. PROGNOOSITUD SÕITJAD).

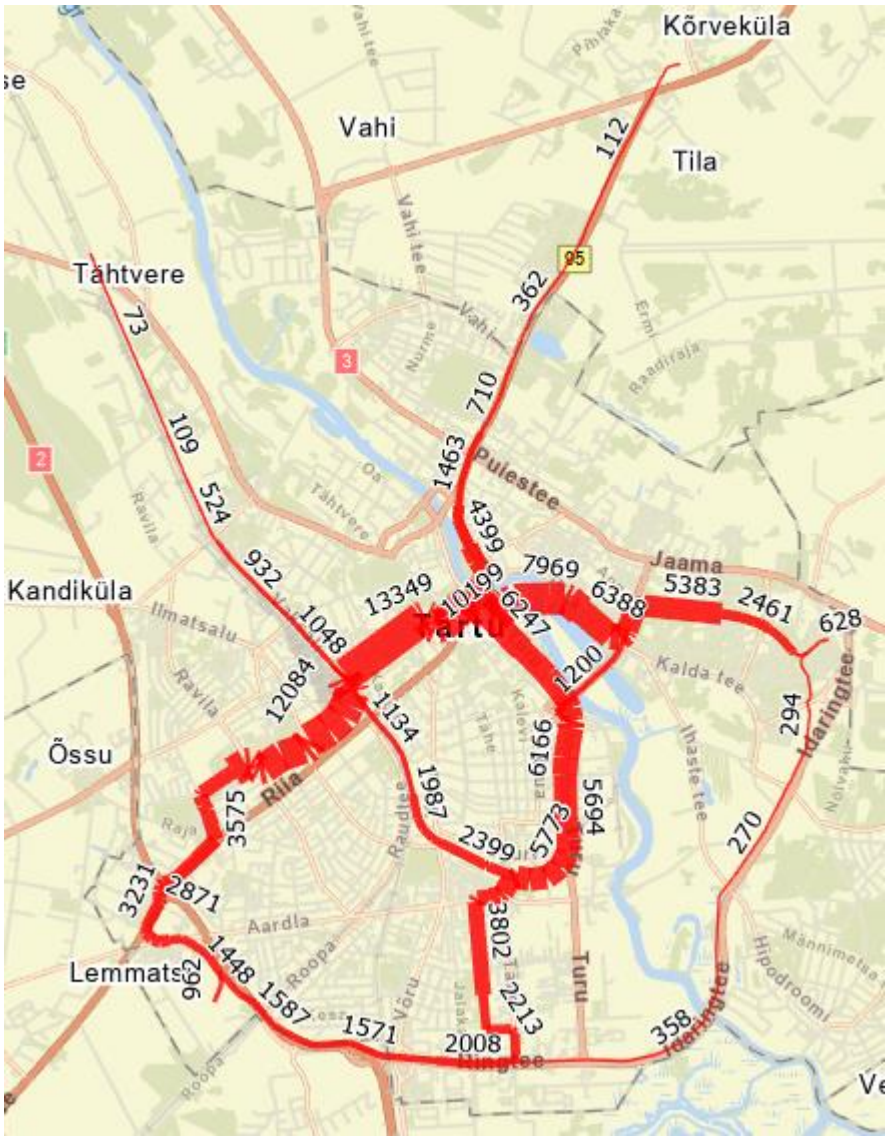
	1C2A 1C = Ränilinn - Lõunakeskus - Vanemuise tn - Kesklinn 2A = Kesklinn - Pikk tn - Sõpruse pst - Anne tn
	1C2B 1C = Ränilinn - Lõunakeskus - Vanemuise tn - Kesklinn 2B = Kesklinn - Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst
	1C2C 1C = Ränilinn - Lõunakeskus - Vanemuise tn - Kesklinn 2C = Kesklinn - Fortuuna tn - Pikk tn - Kalda tee - Kaunase pst

7.1.2. ETAPP II

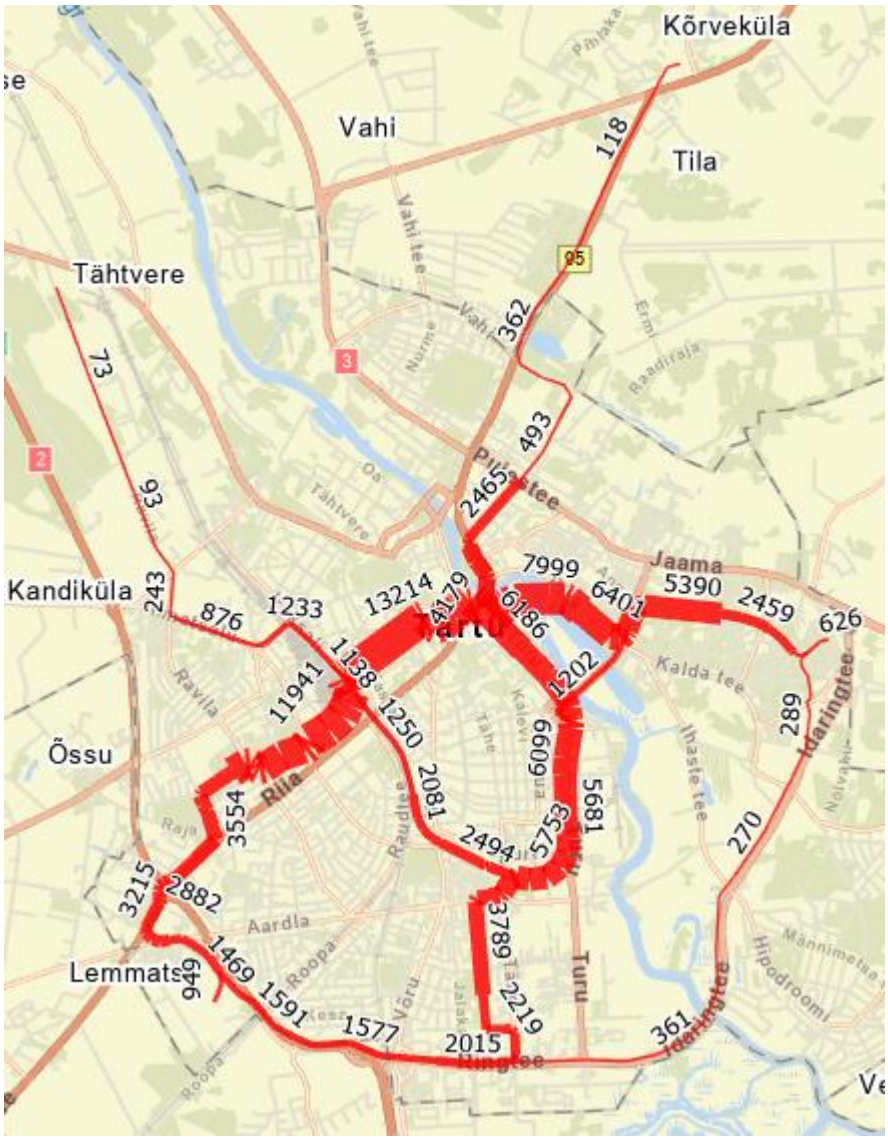
TABEL 32. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4A5A-3-6A-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	

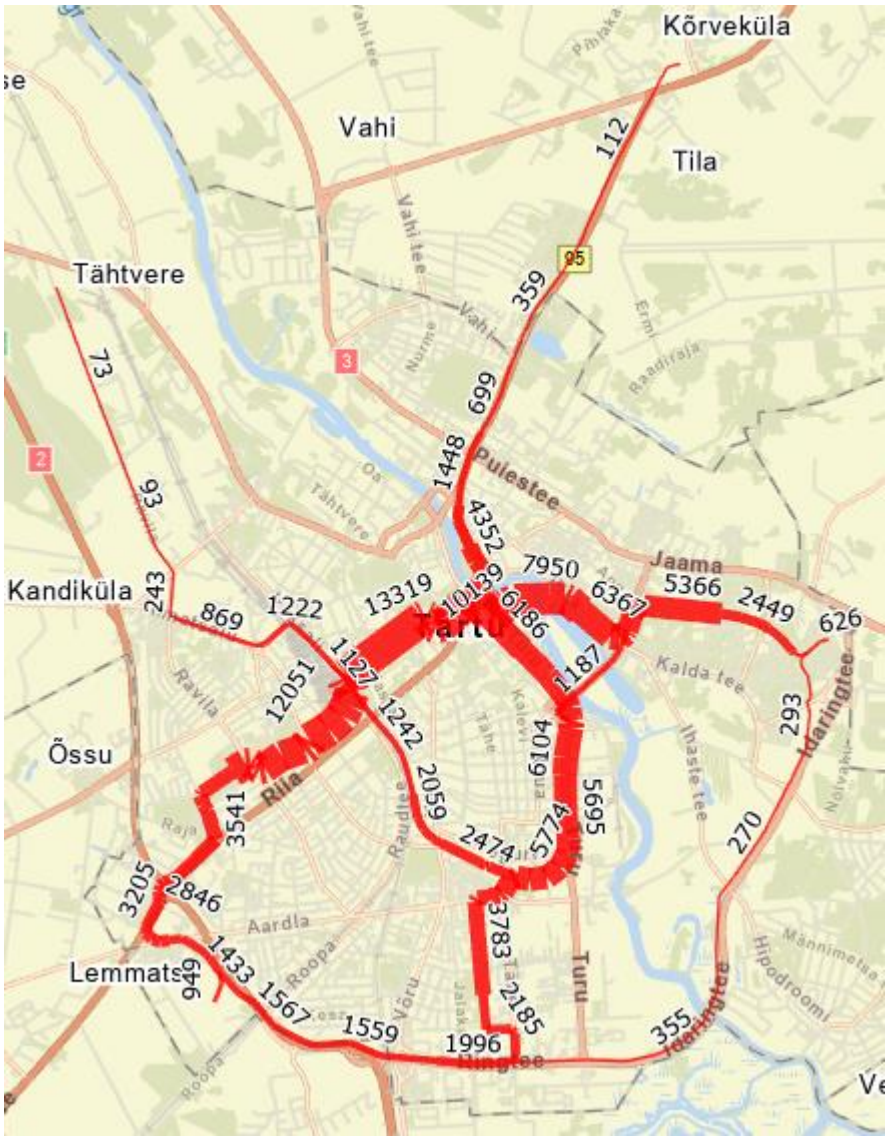
TABEL 33. . II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4A5B-3-6A-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	

TABEL 34. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4A5A-3-6B-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

TABEL 35. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4A5B-3-6B-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Turu tn - Aardla tn - Vasara tn - Sepikoja tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

TABEL 36. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-6A-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	

TABEL 37. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5B-3-6A-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn	

TABEL 38. . II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-6B-7.

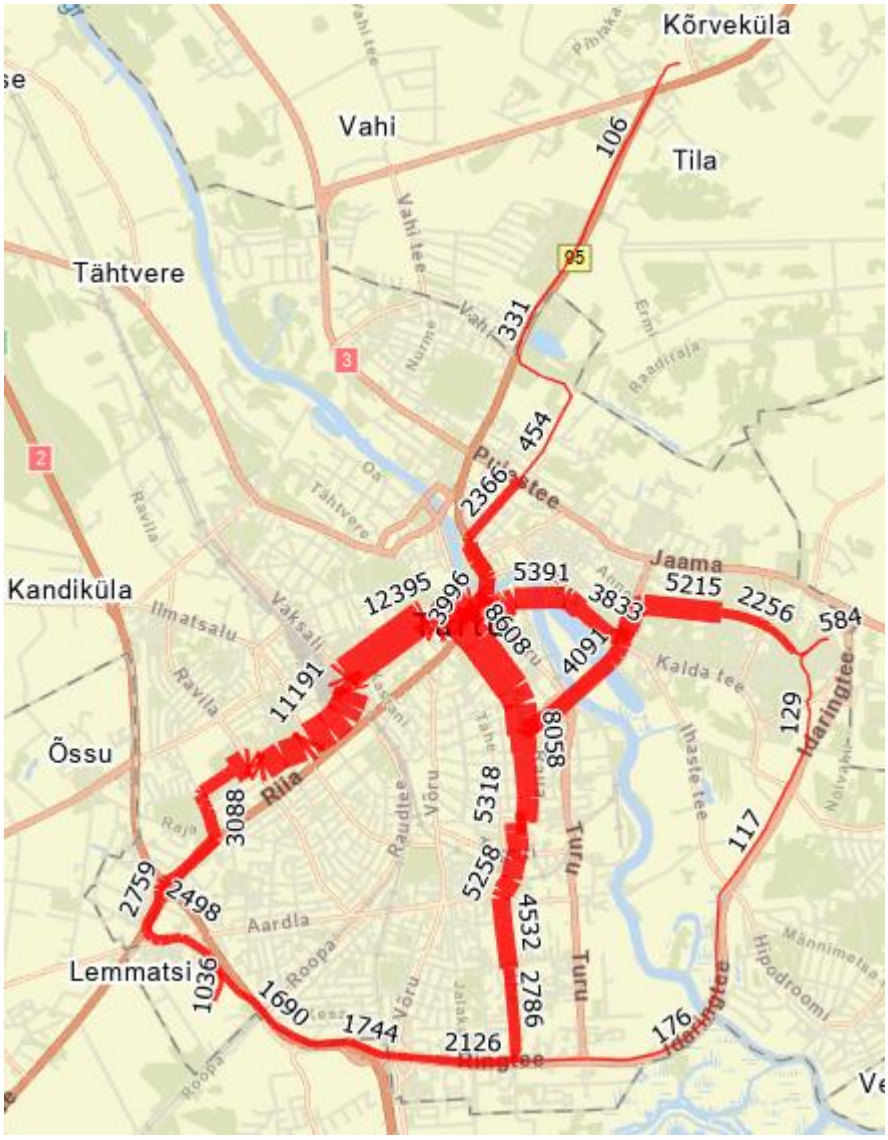
Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt - Roosi tn - Muuseumi tee - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

TABEL 39. II ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5B-3-6B-7.

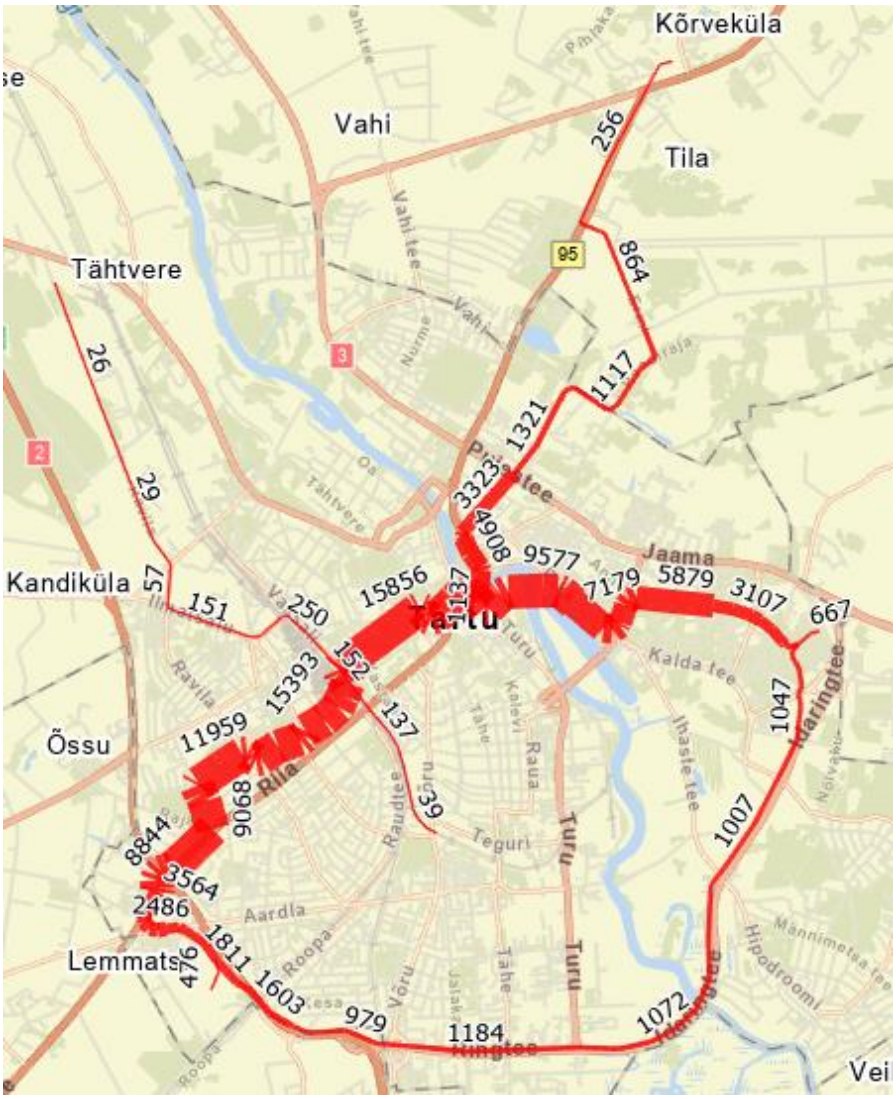
Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Ränilinn - Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn - ERM: Kesklinn - Narva mnt • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

7.1.3. ETAPP III

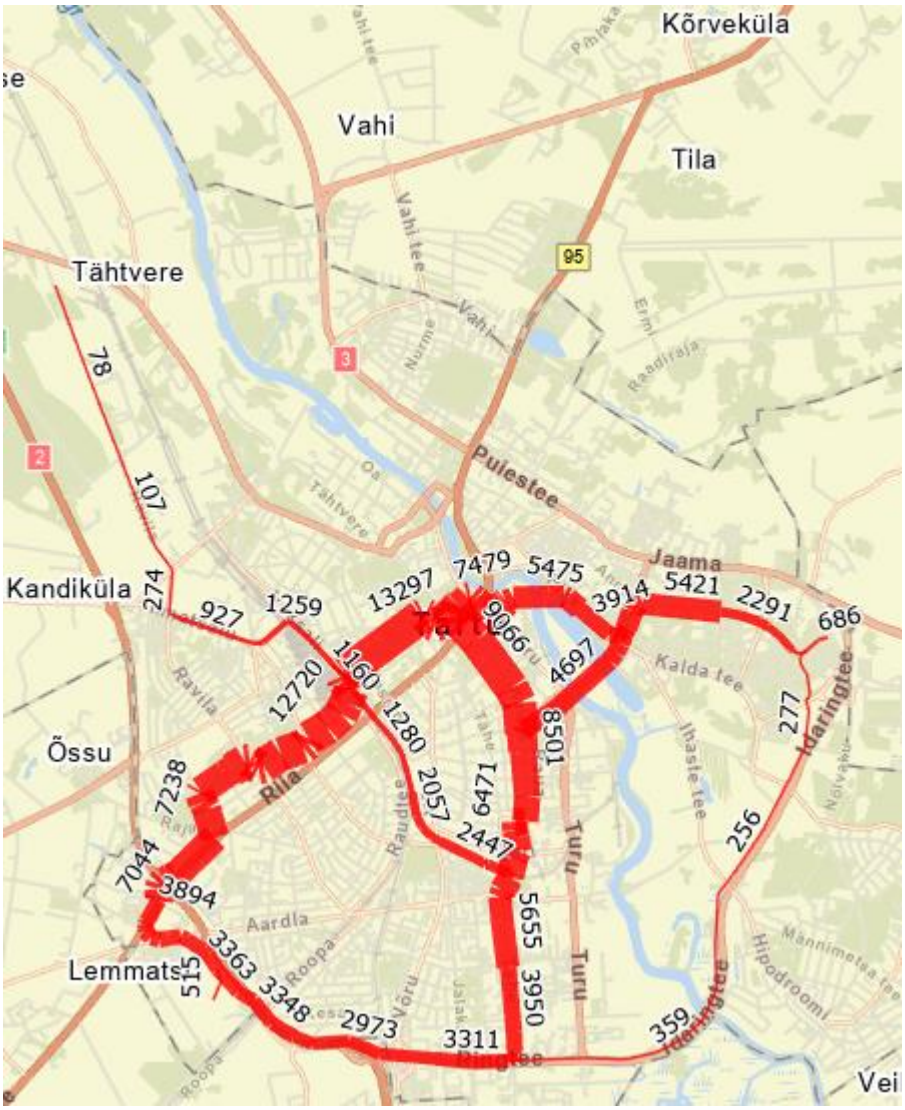
TABEL 40. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt – Vahi - Kõrveküla • Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst	

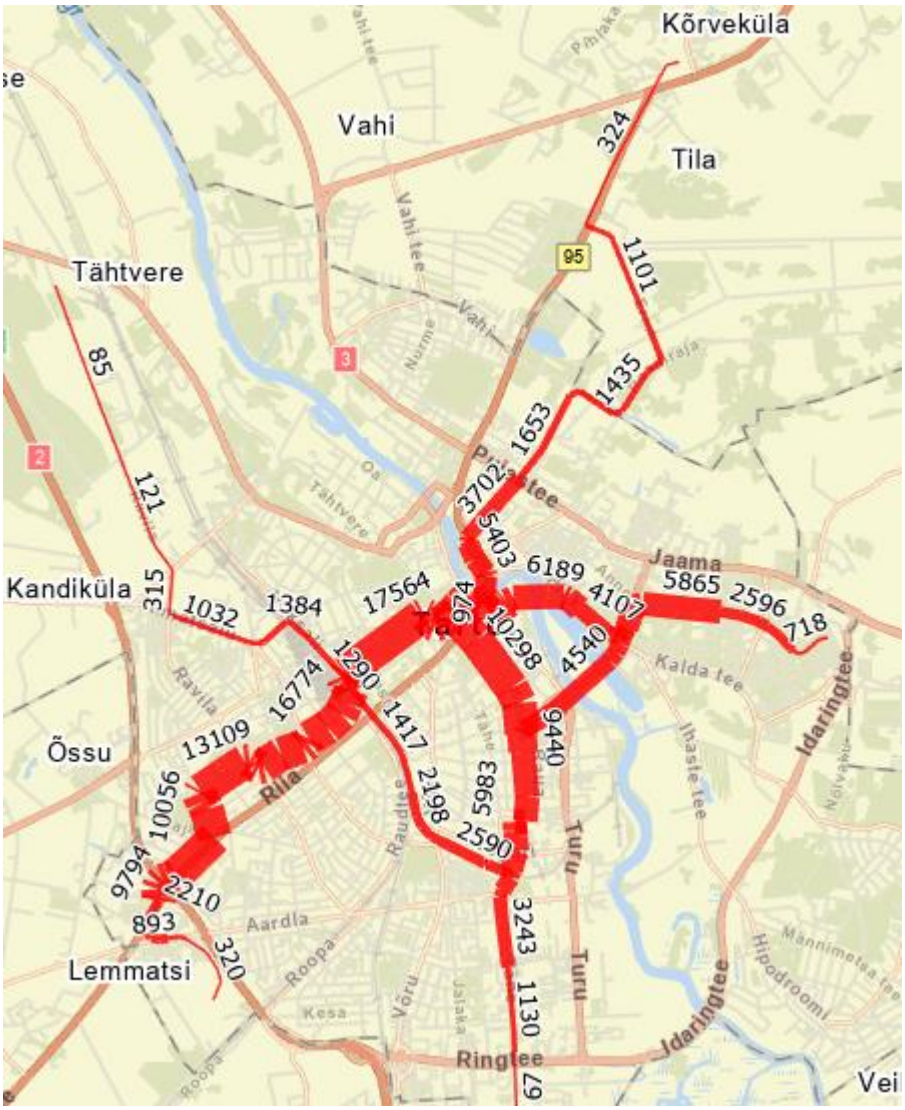
TABEL 41. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-5A-3-6B.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt – Vahi - Kõrveküla • Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

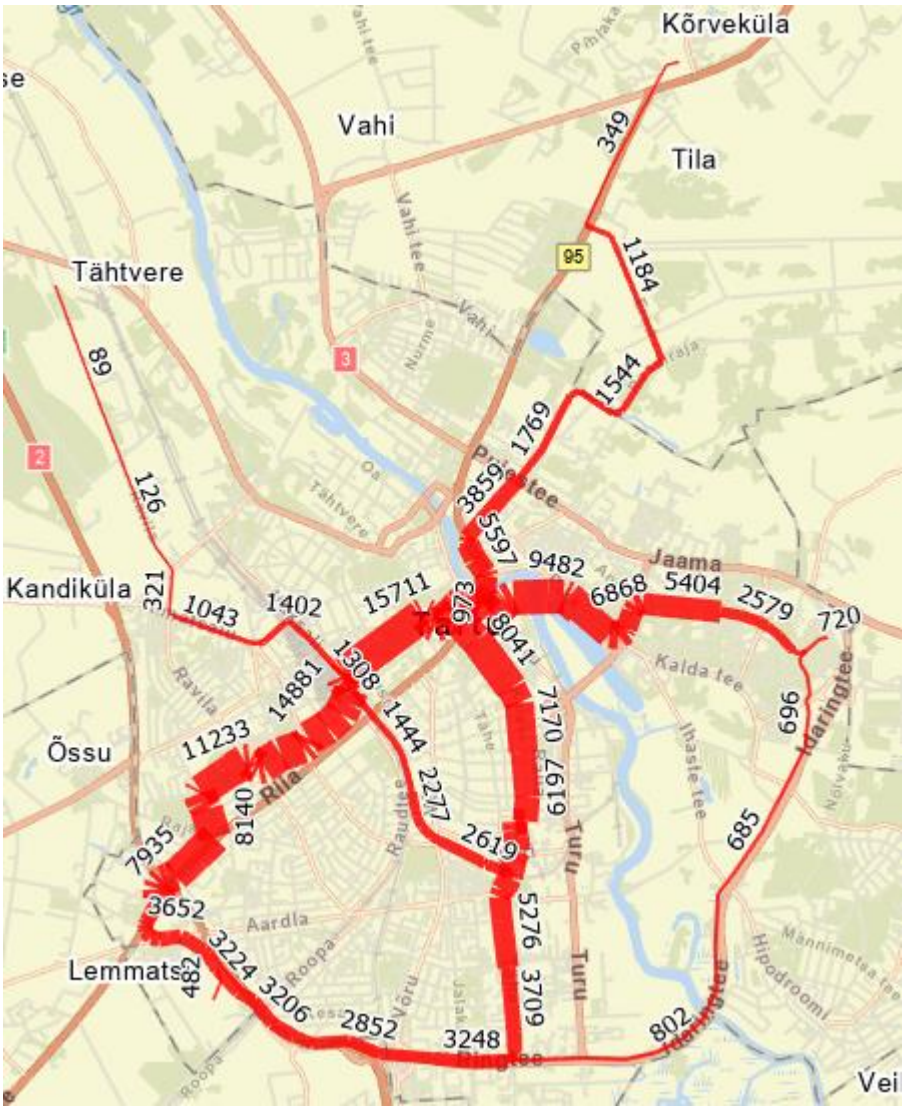
TABEL 42. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B-3-6B-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

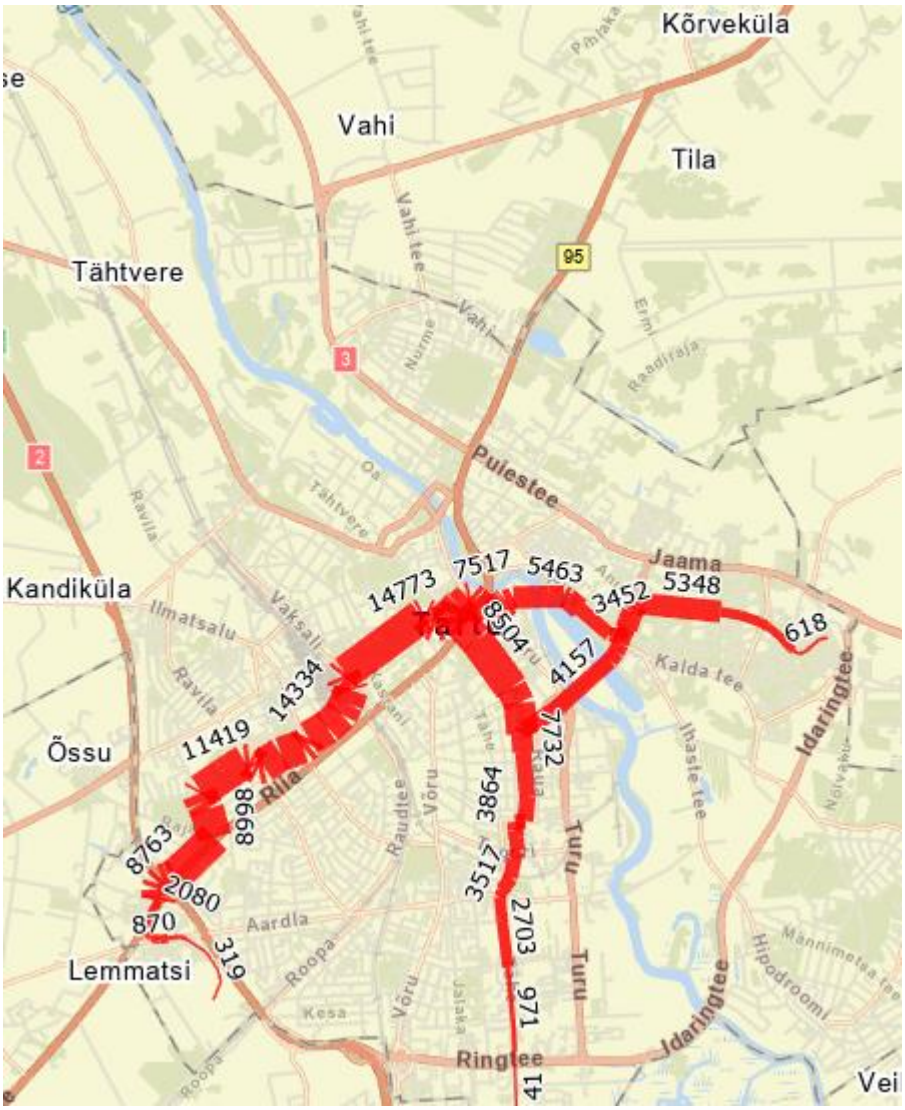
TABEL 43. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5A-6B-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt – Vahi - Kõrveküla • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

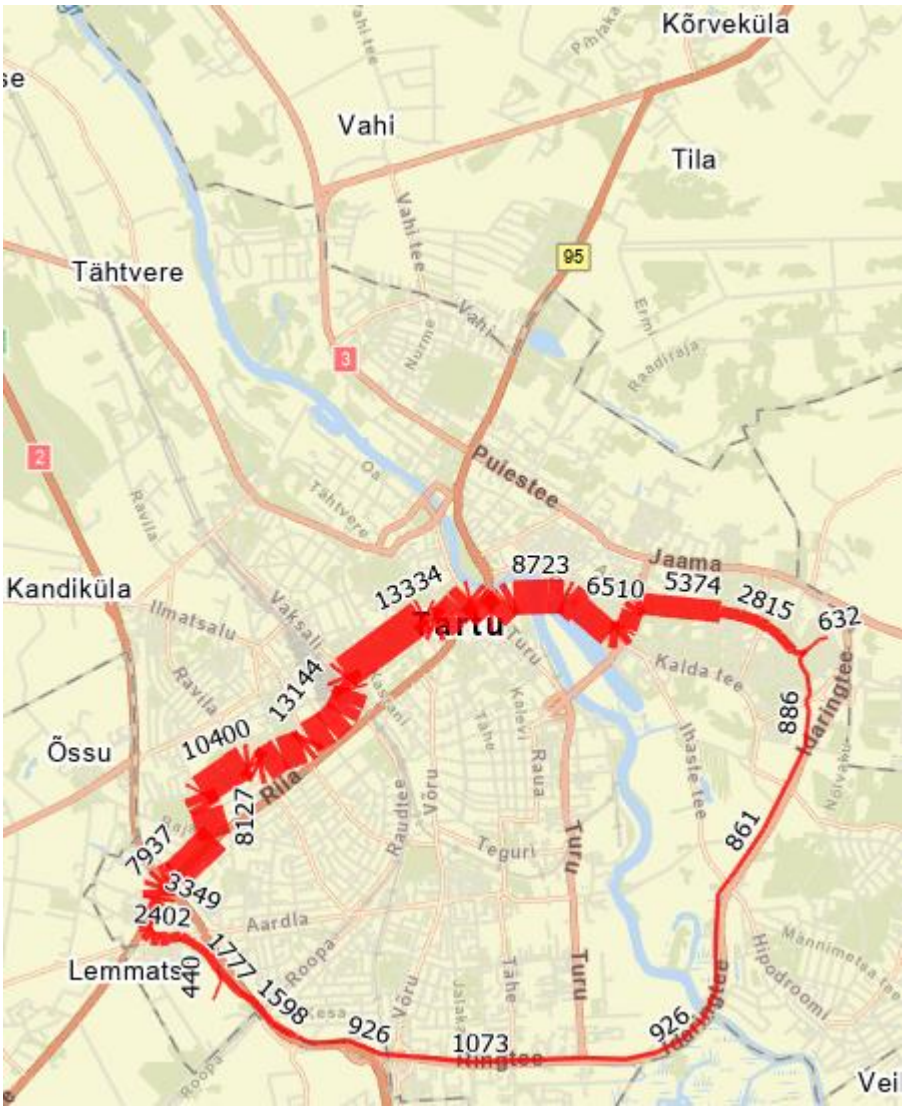
TABEL 44. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B5A-3-6B.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn • Kesklinn – Narva tn – Roosi tn – Muuseumi tee – Vana-Narva mnt – Vahi - Kõrveküla • Ränilinn - Annelinn: Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Ropka - Ravila: Ropka tn - Vaksali tn - Ilmatsalu tn - Ravila tn	

TABEL 45. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-4B-7.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Annelinn - Ropka (7): Sõpruse pst • Kesklinn - Ropka: Kesklinn - Kalevi tn - Tehase tn - Tähe tn	

TABEL 46. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT 1B2A-3.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Ränilinn – Annelinn (3): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst	

TABEL 47. III ETAPI KÄIGUS MODELLEERITUD VARIANT P.

Trassid	Sõitjate graaf, 2060 aasta maatriks
• Ränilinn - Annelinn (1B2A): Ränilinn - Lõunakeskus - Ostwaldi tn - Nooruse tn - Lembitu tn - Tiigi tn - Kesklinn -Pikk tn - Sõpruse pst. - Anne tn - Kaunase pst • Ränilinn – Annelinn (P): Ränilinn - Ringtee - Idaringtee - Mõisavahe - Kaunase pst • Sõpruse pst - Põhja pst – Ermi – Vahi - Kõrveküla	